



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN TELEINFORMATICA**

**ÁREA
TECNOLOGÍAS APLICADAS**

**TEMA
“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA GENERACIÓN
DE ENERGÍA LIMPIA A PARTIR DE BIOMASA EN LA
PARROQUIA RURAL SABANILLA”**

**AUTORA
YANGARI SALAZAR ILIANA JANETH**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. IND. ARAUZ ARROYO OSWALDO ORLANDO, MG.**

GUAYAQUIL, ABRIL 2022



ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA A PARTIR DE BIOMASA EN LA PARROQUIA RURAL SABANILLA		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	YANGARI SALAZAR ILIANA JANETH		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	ING. GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA, MG / ING. IND. ARAUZ ARROYO OSWALDO ORLANDO, MG.		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	INGENIERA EN TELEINFORMÁTICA		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	21 DE ABRIL DEL 2022	No. DE PÁGINAS:	105
ÁREAS TEMÁTICAS:	TECNOLOGÍAS APLICADAS		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Energía limpia, Biomasa, Gasificador, Recursos Naturales, Electricidad		
RESUMEN/ABSTRACT (150-200 palabras):			
<p>Resumen</p> <p>La energía limpia está en un crecimiento imparable debido a sus aportes favorables a la biodiversidad. Se propone un estudio para determinar la factibilidad para generar electricidad mediante un sistema gasificador que convertirá la biomasa (materia prima) en gas pobre (syngas) que será usado para producir la energía eléctrica, el cual contara también con sistema de alarma que enviara una notificación o realizará una llamada cuando el gasificador necesite ser llenado de biomasa. El enfoque del proyecto se centra en usar una energía alternativa para obtener el mismo servicio, con más beneficios utilizando recursos naturales que se encuentran en el medio ambiente y no sabíamos que se podían aprovechar energéticamente. Para ello realizamos un estudio de las diferentes</p>			

conversiones de biomasa, usaremos la más viable y con menos afectación a las emisiones Co₂, y de tal forma contribuir a la reducción del efecto invernadero. Con la ayuda de la instrumentación de encuesta se pudo conocer las opiniones de los habitantes sobre la actual situación de la parroquia Sabanilla.

Abstract

Clean energy is on an unstoppable growth due to its favorable contributions to biodiversity. A study is proposed to determine the feasibility of generating electricity through a gasifier system that will convert biomass (raw material) into lean gas (syngas) that will be used to produce electricity, which will also have an alarm system that will send a notification or make a call when the gasifier needs to be filled with biomass. The focus of the project is to use an alternative energy to obtain the same service, with more benefits using natural resources that are in the environment and we did not know that they could be used energetically. To do this we conducted a study of the different biomass conversions, we will use the most viable and with less impact on Co₂ emissions, and thus contribute to the reduction of the greenhouse effect. With the help of the survey instrumentation it was possible to know the opinions of the inhabitants about the current situation of the Sabanilla parish.

ADJUNTO PDF:	SI X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0989362728	E-mail: Iliana.yangaris@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: direccionTi@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE
LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO
NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **YANGARI SALAZAR ILIANA JANETH**, con C.C. No. **0954999538**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA A PARTIR DE BIOMASA EN LA PARROQUIA RURAL SABANILLA”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in blue ink that reads "iliana yangari salazar".

YANGARI SALAZAR ILIANA JANETH
C.C. No. 0954999538



**ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Habiendo sido nombrado ING. IND. ARAUZ ARROYO OSWALDO ORLANDO, MG, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por YANGARI SALAZAR ILIANA JANETH, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERA EN TELEINFORMÁTICA.

Me informa que el trabajo de titulación: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA A PARTIR DE BIOMASA EN LA PARROQUIA RURAL SABANILLA”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio URKUND quedando el 4% de coincidencia.

<https://secure.urkund.com/old/view/124563610-703543-708862#Dcg7DsJADEXRvUx9hWw/Zz7ZCkqBlkBTkCYlYu+kOzrf8jnLenfHAxee+II3vBNGOBGEiEZcMxAY5CjQ5USDNNLJCvZaYyNcs73MV9zfxz7s6x2M1WNkt2VVtUXq78/>

Documento	YANGARI SALAZAR ILIANA-TESIS.docx (D130407954)
Presentado	2022-03-14 21:25 (-05:00)
Presentado por	iliana.yangaris@ug.edu.ec
Recibido	oswaldo.arauza.ug@analysis.urkund.com

4% de estas 39 páginas, se componen de texto presente en 8 fuentes.

Lista de fuentes
Bloques

Oswaldo Arauz (oswaldo.arauza)

+	Categoría	Enlace/nombre de archivo	
+		TESIS HECTOR CHONG.pdf	
+		Capítulo I - II III - Gabriel Romero-Aprobado.docx	
+		Tesis Urkund.pdf	
+		PROCESO DE GASIFICACION.pdf	
+		TESIS JHONNY RUIZ-30_08.docx	
+		TESIS-AGUIRRE-6-CUERPOPDF.pdf	<input checked="" type="checkbox"/>



Firmado electrónicamente por:
**OSWALDO ORLANDO
ARAUZ ARROYO**

ING. IND. ARAUZ ARROYO OSWALDO ORLANDO, MG
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.C. 1001964749
FECHA: 14 DE MARZO DE 2022



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil 14 de marzo de 2022,

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA A PARTIR DE BIOMASA EN LA PARROQUIA RURAL SABANILLA**, de la estudiante YANGARI SALAZAR ILIANA JANETH, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**OSWALDO ORLANDO
ARAUZ ARROYO**

ING. IND. ARAUZ ARROYO OSWALDO ORLANDO, MG

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C.C. 1001964749

FECHA: 14 DE MARZO DE 2022



**ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 27 de marzo de 2022.

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA A PARTIR DE BIOMASA EN LA PARROQUIA RURAL SABANILLA”** del estudiante **YANGARI SALAZAR ILIANA JANETH**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 18 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad. La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años. La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**INGRID ANGELICA
GARCIA TORRES**

ING. GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA, MG
C.C: 1308497682

FECHA: 27 DE MARZO DEL 2022

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación está dedicado principalmente a Dios, por haberme ayudado a llegar a esta instancia y a mis padres Manuel Yangari y Violeta Salazar quienes siempre me han apoyado a lo largo de mi carrera universitaria, contando con su apoyo incondicional tanto económico, como en sabiduría brindando afecto, consejos y valores que me han permitido seguir adelante.

También dedico a las personas que Dios puso en mi camino que me apoyaron y creyeron en mí, a Anthony gracias por estar, todo esto no sería posible sin el apoyo brindado por ellos en los buenos y malos momentos, gracias.

Agradecimiento

Agradezco la bendición de Dios hacia mi vida, por tenerme con buen estado de salud y por mantenerme enfocado por el camino del bien, por otra parte, agradezco el apoyo incondicional de mi familia desde un principio hasta la culminación de mi carrera universitaria brindando consejos para seguir enforzándome a diario.

A los compañeros y amigos que me brindaron su apoyo en cada una de las aulas de clase que asistí. Al Ing. Oswaldo Arauz tutor de mi proyecto de investigación quien me guio con sus conocimientos y aportes para culminar con éxito el presente trabajo de tesis.

Índice General

N°	Descripción	Pág
----	-------------	-----

Capítulo I

El problema

N°	Descripción	Pág
1.1	Antecedentes	2
1.2	Planteamiento del Problema	3
1.3	Objetivo Generales y Específicos	3
1.3.1	Objetivos Generales	3
1.3.2	Objetivos Específicos	3
1.4	Justificación e Importancia	4
1.5	Delimitación del Problema	4
1.5.1	Delimitación Temporal	5
1.5.2	Delimitación del Conocimiento	5
1.5.3	Delimitación Geográfica	5

Capítulo II

Marco Teórico

N°	Descripción	Pág
2.1	Energía Renovable	6
2.2	Energías Renovables a Nivel Mundial	7
2.3	Contexto de las Energías Renovables en el Ecuador	9
2.4	Recursos Naturales Reovables en el Ecuador	11
2.5	Biomasa como Fuente Energetica	14
2.5.1	Tipos de Biomasa	16
2.5.2	Beneficios de utilizar Biomasa	17
2.5.3	Desventajas del uso de la Biomasa	17
2.5.4	Principales usos de la Biomasa	18
2.5.5	Biomasa como fuente para la producción de energía limpia	19
2.5.6	Tecnologías de transformación de la Biomasa	20
2.5.6.1	Procesos Físicos	21
2.5.6.2	Procesos Bioquímicos	21
2.5.6.2.1	Fermentación alcohólica	21

N°	Descripción	Pág
2.5.6.2.2	Fermentación Anaeróbica	21
2.5.6.2.3	Procesos Termoquímicos	22
2.5.6.3.1	La combustión Directa	22
2.5.6.3.2	Pirolisis (gas combustible)	23
2.5.6.3.3	Gasificación (H ₂ , CO, CH ₄)	23
2.5.6.3.3.1	Tipos de reactores de Gasificación	24
2.5.6.3.3.1.1	Gasificadores de lecho fijo	25
2.5.6.3.3.1.2	Gasificadores de lecho fluido	26
2.5.6.3.3.1.3	Gasificadores con arrastre	27
2.5.6.3.3.2	Limpieza de los residuos (gases) de Gasificación	27
2.5.6.4	Elementos de un gasificador	28
2.5.6.	Generador	30
2.5.6	Generación Eléctrica	30
2.7	Aplicaciones de las tecnologías de gasificación	30
2.8	Sistema de Alarma	32
2.8.1	Sensores	32
2.8.2	Módulos GSM/GPRS	32
2.8.3	Microcontroladores	32
2.6	Caracterización de la Biomasa	33
2.7	Marco legal de las Energías Renovables	33

Capítulo III

Metodología

N°	Descripción	Pág
3.1	Nivel de Investigación	36
3.1.1	Investigación Descriptiva	36
3.1.2	Investigación Bibliográfica	36
3.1.3	Investigación Exploratoria	36
3.2	Diseño de Investigación	36
3.2.1	Investigación de Campo	36
3.3	Metodología de la Investigación	37
3.3.1	Metodología Cuantitativa	37

N°	Descripción	Pág
3.4	Población y muestra	37
3.4.1	Población	37
3.4.2	Muestra	37
3.4.3	Análisis de los Resultados	38
3.5	Descripción del entorno de la parroquia Sabanilla	47
3.5.2	Actividades Productivas	50
3.5.3	Determinación de los requerimientos energéticos de la ubicación	50
3.5.4	Gastos del consumo eléctrico	51
3.5.5	Análisis de los recursos energéticos en la localidad	52
3.6	Análisis de los beneficios técnicos y Económicos	53
3.7	Estimación de la demanda eléctrica consumida en Sabanilla	53
3.8	Desarrollo de la Propuesta	54
3.8.1	Diagrama de bloque del Sistema Gasificador	55
3.8.2	Partes del Sistema	55
3.8.2.1	Carga de Biomasa	55
3.8.2.1.1	Materia prima	56
3.8.2.1.2	Tolva	56
3.8.2.2	Sistema de Alimentación	57
3.8.2.2.1	Intercambiador de calor (Secado)	57
3.8.2.2.2	Intercambiador de calor Pirolisis	57
3.8.2.3	Limpieza de gas	57
3.8.2.4	Reactor en el proceso de gasificación	58
3.8.2.5	Ciclón	59
3.8.2.5.1	Filtro granular	60
3.8.2.5.2	Venturi	60
3.8.2.5.3	Quemador	60
3.8.2.6	La utilización de gas combustible	61
3.8.2.7	Especificaciones generales del MCI	61
3.9	Componentes del Sistema de alarma	63
3.9.1	Arduino Uno	63
3.9.3	Modulo HX711	64

N°	Descripción	Pág
3.9.4	Modulo GSM/GPRS 800L	64
3.9.5	Diagrama esquemático del sistema de alarma	65
3.10	Diseño del sistema en el sector	65
3.11	Subproductos que se obtienen de la gasificación	66
3.11.1	Manejo de los residuos que se obtienen de la gasificación	66
3.12	Capacidad de Producción	67
3.13	Impacto del proyecto en la localidad	67
3.13.1	Impacto Económico	68
3.13.2	Impacto Ambiental y Sostenible	70
3.14	Presupuesto del Sistema	71
3.15	Conclusiones	72
3.16	Recomendaciones	73
	Anexos	74
	Bibliografía	84

Índice de Tablas

N°	Descripción	Pág
1	Proyectos Hidroeléctricos en el Ecuador desde el año 2008	9
2	Producción de energía eléctrica en el Ecuador año 2019	11
3	Fuentes de Biomasa para uso Energético	19
4	Flora de la Parroquia Sabanilla	48
5	Especies en peligro de extinción	49
6	Principales Productos agrícolas	49
7	Cobertura y usos del suelo	51
8	Gasto Servicio Electrico y Alumbrado Público	52
9	Consumo de energia electrica en los hogares	53
10	Biomasa con porcentaje de humedad	56
11	Producción diaria	68
12	Precio de las energías Renovables	69
13	Tarifa para usuario residencial	68
14	Ahorro con el sistema.	70
15	Promedio de ahorro por funcionamiento	70

Índice de Figuras

N°	Descripción	Pág
1	Ubicación de la parroquia Sabanilla	5
2	Tipos de Energías Renovables	7
3	Las energías Renovables en el Mundo	8
4	Infraestructura eléctrica del Ecuador	10
5	Recursos del Ecuador para potenciar su sostenibilidad en el 2020	13
6	Zonas rurales con servicio eléctrico renovable	14
7	Representación del ciclo de la Biomasa	16
8	Transformación de la Biomasa	21
9	Combustión directa por residuos de biomasa	23
10	Procesos de un Gasificador	24
11	Gasificador de Flujo Ascendente y Descendente	26
12	Gasificador de lecho fluido, (a) Burbujeante y (b) Recirculante	27
13	Conformidad con el Servicio Eléctrico	38
14	Fallas en el Servicio Eléctrico	38
15	Tiempo de apagones en los hogares	39
16	Facturación mensual del Servicio Eléctrico	40
17	Estrategias de Ahorro de Energía	40
18	De acuerdo con nuevos tipos de energía	41
19	Tipos de Energía Sustentable	41
20	Conoce el término Biomasa	42
21	Fuentes para producir electricidad.	43
22	Cambio de energía convencional..	43
23	Uso de energía verde.	44
24	Ahorro con Sistema Gasificador	44
25	Reemplazo de Servicio Eléctrico	45
26	Edad	46
27	Estado Civil	46
28	Población total de la Parroquia Sabanilla	47
29	Recorrido para llegar a Sabanilla	48
30	Fases del sistema gasificador	55
31	Estructura de una Tolva	57

N°	Descripción	Pág
32	Potencias para el uso óptimo de Gasificadores	59
33	Dimensiones del reactor Downdraft	59
34	Circulación del gas en el interior del ciclón	59
35	Venturi junto con quemador	59
36	Características del MCI	62
37	Placa Arduino	63
38	Sensor de Celda 50kg	63
39	Modulo GSM/GPRS 8000L	64
40	Esquema del sistema de notificación.	66



**ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (ESPAÑOL)**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA
LIMPIA A PARTIR DE BIOMASA EN LA PARROQUIA RURAL
SABANILLA”**

Autora: Yangari Salazar Iliana Janeth

Tutor: Ing. Ind. Arauz Arroyo Oswaldo Orlando. MG

Resumen

La energía limpia está en un crecimiento imparable debido a sus aportes favorables a la biodiversidad. Se propone un estudio para determinar la factibilidad para generar electricidad mediante un sistema gasificador que convertirá la biomasa (materia prima) en gas pobre (syngas) que será usado para producir la energía eléctrica, el cual contara también con sistema de alarma que enviara una notificación o realizará una llamada cuando el gasificador necesite ser llenado de biomasa. El enfoque del proyecto se centra en usar una energía alternativa para obtener el mismo servicio, con más beneficios utilizando recursos naturales que se encuentran en el medio ambiente y no sabíamos que se podían aprovechar energéticamente. Para ello realizamos un estudio de las diferentes conversiones de biomasa, usaremos la más viable y con menos afectación a las emisiones Co₂, y de tal forma contribuir a la reducción del efecto invernadero. Con la ayuda de la instrumentación de encuesta se pudo conocer las opiniones de los habitantes sobre la actual situación de la parroquia Sabanilla.

Palabras Claves: Energía limpia, Biomasa, Gasificador, Recursos Naturales, Electricidad.



ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

“FEASIBILITY STUDY FOR THE GENERATION OF CLEAN ENERGY FROM BIOMASS IN SABANILLA RURAL PARISH”

Author: Yangari Salazar Iliana Janeth

Tutor: Ing. Arauz Arroyo Oswaldo Orlando. MG

Abstract

Clean energy is on an unstoppable growth due to its favorable contributions to biodiversity. A study is proposed to determine the feasibility of generating electricity through a gasifier system that will convert biomass (raw material) into lean gas (syngas) that will be used to produce electricity, which will also have an alarm system that will send a notification or make a call when the gasifier needs to be filled with biomass. The focus of the project is to use an alternative energy to obtain the same service, with more benefits using natural resources that are in the environment and we did not know that they could be used energetically. To do this we conducted a study of the different biomass conversions, we will use the most viable and with less impact on Co₂ emissions, and thus contribute to the reduction of the greenhouse effect. With the help of the survey instrumentation it was possible to know the opinions of the inhabitants about the current situation of the Sabanilla parish.

Key words: Clean Energy, Biomass, gasifier, Natural Resources, Electricity.

Introducción

El presente trabajo de titulación pretende aportar con un estudio a las fuentes renovables con el fin de proveer de una energía no contaminante, este proyecto va encaminado a utilizar la biomasa como fuente energética y contribuir a un desarrollo sostenible.

La población de la parroquia Sabanilla no dispone de un buen servicio de energía eléctrica convencional, presenta deficiencias, fallos e inconvenientes frecuentes, incluso en algunas comunas que conforman la cabecera parroquial no cuentan con este servicio, estos problemas de abastecimiento suceden por la ubicación geográfica en la que se encuentran la mayoría de zonas rurales, para ayudar a estas comunidades es necesario realizar una innovación tecnológica con fuentes de energía verde que puedan cubrir esta necesidad de primer orden, las energías renovables tienen muchas ventajas en su aplicación como reducir el impacto ambiental, y alcanzar un hábitat sostenible.

En el desarrollo de la investigación se especifica la problemática explicando lo que sucede dentro de la comunidad, basándose en datos importantes recogidos por investigaciones anteriores en donde se visualiza que el acceso al servicio eléctrico en zonas rurales del país es muy bajo en comparación con las zonas urbanas, la electricidad es escasa y presenta fallos

En los últimos años se ha podido evidenciar el incremento de la demanda energética y por ende el mayor uso de combustibles fósiles, provocando mayores índices de contaminación en el medio ambiente, esto nos lleva a buscar el cambio en la matriz energética tradicional por una energía más limpia, económica y que no afecte al cambio climático. En razón a esto, se hace indispensable conocer los beneficios que aportan el uso de fuentes energéticas, para cambiar el paradigma de dependencia en cuanto a los combustibles fósiles.

Capítulo I

El Problema

1.1 Antecedentes

A lo largo de la historia, el aumento en la demanda de consumo eléctrico en la población refleja un alza en la producción desde una planta o central térmica, en la cual se usan diferentes tipos de contaminantes fósiles, que emiten altas cantidades de CO₂ y otros gases de efecto invernadero.

Hoy en día la energía eléctrica se ha convertido en una necesidad de primer orden y no se puede prescindir de ella, el uso de esta conlleva un impacto medioambiental catastrófico, es por este motivo la necesidad de impulsar el cambio en la matriz energética, empleando la innovación tecnológica como ente precursor para acceder al uso de recursos renovables de manera adecuada en cuanto a los diferentes tipos de energía verdes. (Nabalia, 2018)

El presente estudio esta direccionado a la identificación de los recursos energéticos aprovechables en la parroquia rural Sabanilla, para la obtención de energía limpia, con la finalidad de mejorar la calidad de vida en esta comunidad y reducir gastos en las facturas mensuales.

Ecuador impulsa el desarrollo de proyectos enfocados en la generación eléctrica, principalmente de fuentes limpias. En el marco de la Expo Virtual de Energías Renovables, participó el viceministro de Electricidad, Gabriel Arguello donde presentó una ponencia virtual sobre generación distribuida. Indicando que se está trabajando en la transición energética, dejando de lado las energías convencionales, por el uso de energías verdes. (Ecuador actualiza el Bloque de Energías Renovables a 500 megavatios con potencial de inversión por USD 968 millones, 2021)

En el bloque de las energías renovables, se proponen algunos proyectos de iniciativa privada que estarán ubicados en las diferentes provincias del país, los cuales aprovecharán la energía solar (fotovoltaicos), la fuerza del viento (eólicos), la fuerza de los ríos (hidráulicos), y la energía proveniente de la biomasa (cascarilla de arroz, palma africana, caña de azúcar y otros residuos no peligrosos, etc.)

Bajo este criterio, es importante indicar que en la actualidad el 92% de la generación de energía en el país proviene de centrales hidráulicas, el 7% de térmicas y el 1% de fuentes

no convencionales fotovoltaica, eólica, biomasa, biogás, geotermia, entre otras. (Ecuador Consolida la Producción Eléctrica a Partir de Fuentes Renovables, 2021)

1.2 Planteamiento del Problema

Actualmente se está teniendo altos consumos a través de la energía eléctrica, debido a la llegada de la pandemia (covid-19) y sus efectos, la sociedad tuvo que adaptarse a nuevas medidas obligatorias, todo esto provocó que las personas tengan que pasar la mayor parte del tiempo en los hogares, ya sea realizando teletrabajo, estudios online o alguna actividad diaria, todas estas acciones generan elevados consumos en la factura de energía eléctrica.

El servicio de energía eléctrica en el Ecuador lo ofrece la empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP.

No obstante, existe deficiencia en el abastecimiento de este servicio a algunas comunidades e incluso no proveen de un excelente servicio, debido a que se encuentran ubicado en zonas de difícil acceso, por diversos factores tales como; distancia, técnica, económica, climática, impiden que se les pueda suministrar un servicio eléctrico convencional eficiente y se les proporciona uno deficiente y limitado. Por consiguiente, las energías renovables no convencionales se vuelven una alternativa favorable para aumentar la cobertura en la red de distribución.

La idea de impulsar las tecnologías renovables es llegar a zonas rurales donde las familias no se pueden abastecer del servicio eléctrico convencional por presentar deficiencias y elevados costes en la factura. Realizando una identificación de los recursos energéticos que se encuentren en la comunidad de Sabanilla, se estudiará la viabilidad ambiental, económica y social de generar energía limpia en beneficio de las familias residentes de este lugar.

1.3 Objetivo Generales y Específicos

1.4 Objetivos Generales

Determinar mediante un análisis la factibilidad de la biomasa como fuente sostenible para la obtención de energía eléctrica en el barrio San Gregorio de la parroquia Sabanilla-Guayas.

1.4.1 Objetivos Específicos

- Caracterizar los recursos energéticos existentes en la parroquia Sabanilla.

- Determinar la alternativa más factible para la generación eléctrica a partir de biomasa en la parroquia Sabanilla, cantón Pedro Carbo.
- Estimar la demanda de energía eléctrica consumida por los habitantes de dicha población.
- Analizar los beneficios técnicos y económicos de utilizar los recursos energéticos disponibles en la parroquia para generar electricidad.

1.5 Justificación e Importancia

La demanda de energía eléctrica incremento su índice en 8,13% desde enero hasta julio del 2021 en relación con el periodo anterior 2020, debido a la reactivación de las actividades comerciales e industriales en el país, por este motivo la búsqueda de eliminar o reducir el impacto de los gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes que contribuyen al cambio climático, con fuentes de energías alternativas y renovables que tengan bajo impacto ambiental y mejor eficiencia energética.

De acuerdo con la Constitución de la Republica del Ecuador en el Capítulo II Derechos del Buen Vivir, sección II Ambiente Sano en el Art 15, el estado iniciará en el sector público y privado, la aplicación de tecnologías limpias y de energías alternativas que no sean contaminantes al medio ambiente y de bajo impacto. Tampoco se permitirá afectaciones a la soberanía alimentaria, ni limitantes en el derecho al agua. (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Con este estudio se busca que las personas conozcan sobre fuentes alternativas para la obtención de energía eléctrica en los hogares. Empleando recursos naturales existentes en la comunidad, e incentivar a la creación de proyectos que injieran el uso de energía limpia.

Este proceso se lo realizara mediante investigación de campo, observaciones, recopilación de datos, encuestas e identificación de los recursos renovables que se puedan utilizar en el lugar, y de esta forma determinar que recurso es óptimo para su utilización en la generación de electricidad. Con la información que se obtiene se efectuara su eficiente aprovechamiento, y abastecer de servicio eléctrico a las familias que pertenecen a esta población.

1.6 Delimitación del Problema

La ejecución del presente trabajo de titulación se llevó a cabo en el barrio “San Gregorio” de la parroquia rural Sabanilla, cantón Pedro Carbo, provincia del Guayas, dicha parroquia rural presenta problemas en elevados costes de servicio eléctrico y deficiencia en

el suministro por ejemplo si se sufre un corte de luz se tardan horas en reestablecer el servicio, por este precedente se buscó solucionar dichos problemas que afectan directamente a la población, por medio del estudio de los recursos energéticos de la zona, y así contribuir al cambio en la matriz energética convencional por una energía limpia.

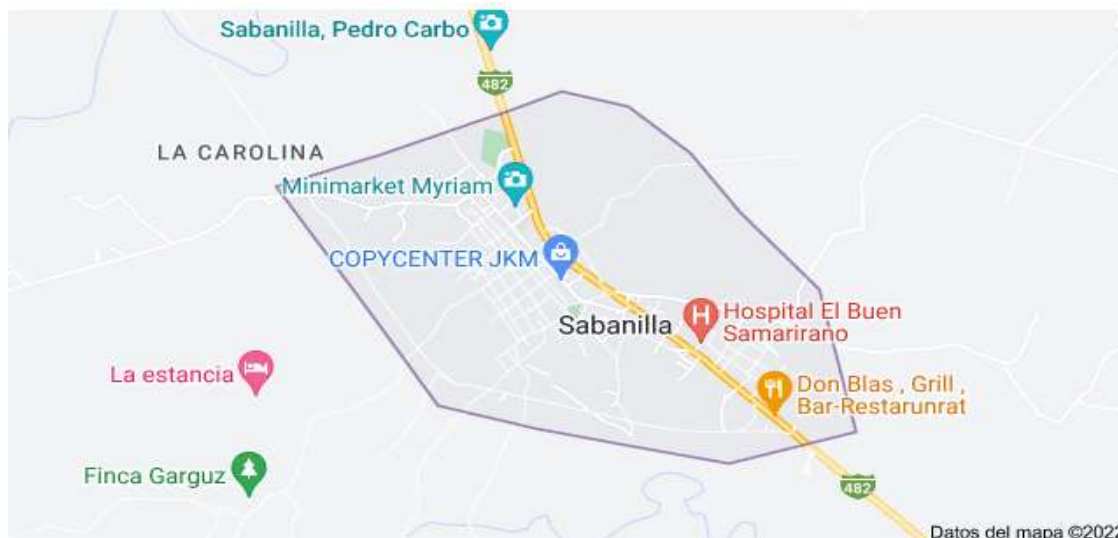


Figura 1. Ubicación de la Parroquia Sabanilla. Información tomada de Google Maps. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

1.6.1 Delimitación Temporal

Para la creación del presente proyecto de titulación se lo realizó en un periodo de 4 meses, en los cuales se buscó las características de los diferentes tipos de energías renovables, su aprovechamiento que en futuro pueda ayudar a dicha población.

1.6.2 Delimitación del Conocimiento

Para realizar este proyecto se determinó los diferentes tipos de energías renovables presentes en el sector para así llegar a conocer cuál es la más eficiente frente a las necesidades de la comunidad.

1.6.3 Delimitación Geográfica

El presente proyecto se lo realiza en territorio ecuatoriano dentro de la provincia del Guayas, cantón Pedro Carbo, específicamente en la parroquia Sabanilla, barrio “San Gregorio”.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Energía Renovable

De acuerdo con el autor (Battery, 2020), con respecto a su investigación, nos indica que la civilización humana y las energías renovables se han desarrollado juntas desde que los primeros humanos aprendieron a controlar el fuego y lograron utilizarlo para obtener luz y calor, aunque esto no es lo primero que se piensa cuando se escucha sobre energía renovable, por ejemplo; la quema de madera, matorrales, hojas y materia animal son una fuente de energía conocida como biomasa.

Cabe destacar que las energías renovables se obtienen de fuentes naturales como el sol, agua, viento, biomasa que son recursos encontrados en el medio ambiente, los cuales utilizados de manera eficiente pueden dar solución a la deficiencia energética.

Al paso de cuatro décadas, la humanidad se enfrenta a uno de los más importantes retos, que es tratar de reducir el impacto negativo del cambio climático ocasionado por el dióxido de carbono. En la actualidad el uso de las energías renovables no es como lo mencionado anteriormente principalmente porque se han realizado avances tecnológicos que han traído consigo buenos resultados, y por ende un gran crecimiento de dichas tecnologías. Entre los avances más importantes está el Acuerdo de París de 2015, en el que las principales potencias firmaron un acuerdo para apoyar proyectos de energías renovables con el objetivo principal de reducir las emisiones contaminantes que provocan el calentamiento del planeta. (Corrales, 2019).

Diversos autores coinciden en que el desarrollo sostenible puede sintetizarse en 4 objetivos: desarrollo social y económico, acceso a la energía, seguridad energética y mitigación del cambio climático y efectos sobre el medio ambiente y la salud en los escenarios del futuro (Pendón , y otros, 2017).

Beneficios de la energía renovable:

- Ayuda a luchar contra el cambio climático
- Sus recursos no se agotan nunca
- Es buena para la economía del país
- Reduce la incertidumbre económica
- Es competitiva y aceptada en el mundo



Figura 2. *Tipos de Energías Renovables. Información tomada de Ecología Hoy. Elaborado por Yangari Salazar Iliana Janeth*

En la Figura 2 se presentan los diferentes tipos de energías renovables obtenibles del medio ambiente, estas fuentes han disparado su crecimiento en las últimas décadas, con el desarrollo e investigación constante por encaminar al mundo a cambiar los tipos de energías consumibles y los combustibles usados tradicionalmente por energías verdes. Incluso la lista es mas allá de lo mostrado anteriormente, hay muchas otras que utilizan casi los mismos elementos, tales como la energía azul, los gradientes oceánicos, el hidrógeno e incluso la energía térmica del aire. (Fernandez, 2021)

2.2 Energías Renovables a Nivel Mundial

Conforme a los autores (Robles Algarin & Rodríguez Álvarez, 2018), en cuanto a su análisis explicaron que el consumo de energías renovables se ha incrementado en un 2.3% a partir del año 2015, lo cual se vio reflejado en que las emisiones globales de carbono asociadas al consumo de energía permanecieron estables en el año 2014, al mismo tiempo que la economía mundial incrementaba.

Como lo indica la autora (Orus, 2021), no hay duda de que la creciente preocupación por el impacto ambiental de los combustibles fósiles tradicionales y la reducción del costo de dichas tecnologías han jugado un papel clave en este auge. Por lo tanto, no es de sorprender que el consumo mundial de electricidad procedente de fuentes renovables casi se haya triplicado en la última década.

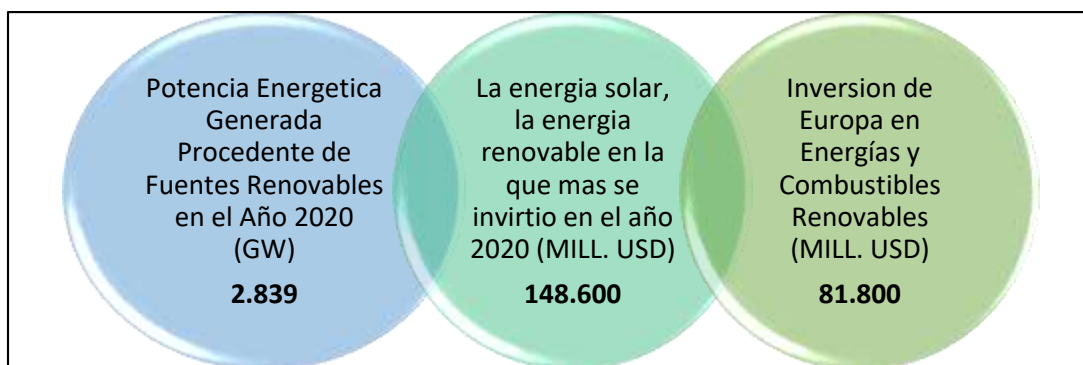


Figura 3. Las Energías Renovables en el Mundo. Información tomada Statista. Elaborado por Yangari Salazar Iliana Janeth

Como se muestra en la figura 3, los países están invirtiendo grandes capitales en fuentes de energías renovables para generación de electricidad a partir de plantas y centrales que puedan cubrir la demanda energética de ciudades, estados con el objetivo de reducir el uso de las energías tradicionales.

En Noticias ONU Cambio Climático, 2 de diciembre de 2021 explicaron que, la capacidad mundial para generar electricidad a partir de paneles solares, turbinas eólicas y otras tecnologías renovables se acelerará en los próximos años, según el nuevo informe de la Agencia Internacional de Energía (AIE).

Para fines de 2026, se espera que el 95% del crecimiento en la capacidad de generación de energía mundial provenga de energías renovables.

En este informe se predice que para 2026, la generación de energía renovable del planeta explotará en más de un 60% desde 2020 a más de 4.800 gigavatios, equivalente a la energía global actual a partir de combustibles fósiles y energía nuclear combinada. Se espera que las nuevas adiciones de capacidad de energía renovable entre 2021 y 2026 aumenten en un 50% en comparación con 2015-2020, lo que muestra que se estará fomentando el uso de esta energía a gran escala en mayor proporción a los países. (El crecimiento de las energías renovables debe duplicarse para alcanzar los objetivos de París, 2021)

Según la AIE, China será el principal impulsor del crecimiento de la capacidad renovable en los próximos años, seguida de Europa, Estados Unidos e India, en estos cuatro mercados se tiene el 80 % de la expansión de la capacidad renovable en todo el mundo. Con lo mencionado anteriormente, también se alienta a los demás países a unirse al cambio de matriz tradicional e impulsar el uso de las energías verdes.

"El año pasado, el aumento en la capacidad de las energías renovables representó el 90% del crecimiento mundial en el sector de generación de energía", dijo el director ejecutivo de la AIE, Fatih Birol citado en un comunicado.

Con un desarrollo masivo de la energía limpia se puede dar al mundo la oportunidad de alcanzar los objetivos de cero emisiones de CO_2 , NDLR neto. Pero ante esto, está el informe por arte de la AIE “que prevé un aumento de las emisiones de CO_2 ” debido a un aumento significativo en el uso del carbón, lo que indica tomar acciones más radicales para evitar el continuo daño al ecosistema. (Las energías renovables registraron su mayor crecimiento en 20 años, 2021)

También algunos gobiernos han optado por realizar acuerdos con empresas privadas, capacitadas en el uso de los recursos renovables, con el fin de ejecutar proyectos eficientes en base a los recursos aprovechables que corresponden a dicho lugar.

2.3 Contexto de las Energías Renovables en el Ecuador

El Ecuador posee abundantes recursos naturales con fuentes de energía limpia, que pueden ser aprovechables en la generación eléctrica del país. Desde el 2008, el gobierno busca impedir escases de energía eléctrica, por lo cual se puso en camino el plan de Cambio en la Matriz Energética y durante la última década se han realizado varios proyectos enfocados en el uso de recursos renovables, siendo principalmente con hidroeléctricas, este tipo de energía es una fuente fundamental de producción de electricidad debido a su eficiencia y rentabilidad en cuanto a generación eléctrica que se puede obtener de su funcionamiento. (MEER,2021)

Debido a estos proyectos la energía renovable está por encima de la no renovable, mostrando un significativo cambio en la matriz energética tradicional. El gobierno prioriza la participación de energías renovables, con el fin de reducir la contaminación, conservación y mitigación que afectare el cambio climático, y garantizando con su uso el abastecimiento eléctrico. A continuación, mostramos los proyectos hidroeléctricos construidos en el Ecuador desde el 2008 con el fin de garantizar el suministro eléctrico del país y por ende la calidad de vida de las personas.

Tabla 1. Proyectos Hidroeléctricos en el Ecuador desde el año 2008.

Proyectos	Mw
Coca Codo Sinclair	1.500
Sopladora	487
Mina San Francisco	270
Toachi Pilaton	253

Delsitagua	116
Quijos	50
Mazar Dudas	21
Total General	2,697

Información adaptada de Ait Centro Sur. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

Las principales instalaciones del Sistema de Transmisión Nacional (SNT) se muestran en el mapa geográfico, y se dividen en cinco áreas operativas de acuerdo con el esquema organizacional del sistema de transmisión: Norte, Nororiental, Noroccidental, Sur y Suroeste. La configuración topológica del sistema es la configuración existente a diciembre de 2012, y el bienestar del SNT se diagnostica en función de su demanda y generación de energía actual y futura, lo que nos indica que actualmente se tiene más interconexiones operativas usando energías renovables y convencionales. (CONELEC, 2020).



Figura 4. *Infraestructura eléctrica del Ecuador. Información tomada de Atlas del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2018. Elaborado por ARCONEL.*

En 2018, se registró la capacidad de generación a nivel nacional en 8.676,89 MW de potencia nominal y 8.062,58 MW de potencia efectiva, en la que se incluyen las empresas generadoras, Autogeneradora y distribuidoras con generación. La participación promedio de las energías renovables durante el período 2009 -2019 fue de 12,6% en el suministro total de energía al país, con tendencia de crecimiento desde el 2014, considerando así un mayor aporte energético que beneficia al país, en la siguiente tabla 2, se muestran algunas de las centrales con mayor potencia instaladas. (IIGE, 2019).

Tabla 2. Producción de energía eléctrica en el Ecuador año 2019

Tipo de Fuente	Tipo de Central	Tipo de Unidad	Potencia Nominal (Mw)	Potencia Efectiva (Mw)
Renovables	Hidráulica	Hidráulica	5.071,40	5.040,93
	Biomasa	Turbovapor	144,30	136,40
	Fotovoltaica	Fotovoltaica	27,63	26,74
	Eólica	Eólica	21,15	21,15
	Biogás	MCI	7,26	6,50
Total Renovables			5.271,74	5.231,72
No Renovables	Térmica	MCI	2.021,43	1.623,56
		Turbogas	921,85	775,55
		Turbovapor	461,87	431,74
Total No Renovables			3.405,14	2.830,85
Total General			8.676,89	8.062,58

Información adaptada de CONELEC. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

Según (Noristz, 2021), en una rueda de prensa, el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables mediante acuerdo ministerial **Nro. MERNNR-VEER-2021-0008-AM**, aprobó la actualización de la expansión de generación de su Plan Maestro de Electricidad (PME) hasta el 2031. Con esta decisión se espera captar capital privado por cerca de USD 2.200 millones en Energías Renovables No Convencionales (ERNC) provenientes de proyectos fotovoltaicos, eólicos, geotérmicos, biomasa entre otros.

De esta forma se busca garantizar el abastecimiento de la demanda de energía eléctrica del país en los próximos años, priorizando el aprovechamiento de los recursos renovables existentes en el Ecuador, con la incorporación de alrededor de 1.440 MW (megavatios), adicional a la que ya está planificada ingresé al Sistema Nacional Interconectado (SNI).

Actualmente, el sector eléctrico ecuatoriano ejecuta los proyectos; Fotovoltaico El Aromo, en la provincia de Manabí, los eólicos Villonaco II y III en Loja y La Microred de Energías Renovables Conolophus de 14,8 MW en Galápagos, todos financiados al 100% con capital privado.

Es importante mencionar que hasta el 2024, se espera contar con la entrada en operación del primer bloque de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) de 500 MW, de los 1440 MW planificados en actualmente. Las obras traerán el desarrollo productivo al país, además de fomentar el electro movilidad y la eficiencia energética.

El Gobierno del Encuentro trabaja para fomentar el uso de energías limpias en la generación y transmisión eléctrica, como un recurso indispensable para motivar la reactivación económica nacional. (Noristz, 2021).

2.4 Recursos Naturales Renovables en el Ecuador

Ecuador tiene en sus manos recursos para potenciar el desarrollo con estrategias sostenibles en el campo social y ambiental y así garantizar la sostenibilidad del futuro.

Las políticas del sector energético, de las cuales es responsable el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador (MEER), buscan potenciar la eficiencia energética y la energía renovable. En los últimos años se ha dado sólidos pasos hacia el futuro. El Plan Nacional del Buen Vivir publicado el 28 de febrero de 2014 en su objetivo 7 describe: “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”.

Actualmente, entidades como el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables son las encargadas de investigar e implementar los recursos del país para potenciar estrategias sustentables en el campo social y ambiental. En el área de eficiencia energética se trabaja:

- Alumbrado
- Público
- Edificaciones
- Industrias
- Transporte

Mientras que, en el área de energía renovable ya existen proyectos en marcha de:

- Energía Biomasa
- Energía Eólica
- Energía Geotérmica
- Energía Solar

Tanto potencial se ha descubierto en el país, que el objetivo a mediano y largo plazo es exportar energía hidráulica a países vecinos, por lo que se construyen ‘Megaobras’ o hidroeléctricas que aprovecharán el potencial de los ríos amazónicos.

Pero no son las únicas opciones también se propone a la energía limpia como la solar, a comunidades y sectores estratégicos, siendo este un gran recurso potenciar para que muchas personas accedan a la electricidad aprovechando la posición del país respecto a las horas de luz. En esta área ya existen proyectos prototipos como el Catamarán Solar, embarcación de Galápagos para transportar a turistas con energía solar.

Como se muestra a continuación en la figura 5 las fuentes de energía en el país, los recursos son diversos y se están gestionando nuevas las alternativas ecológicas para el futuro del país.

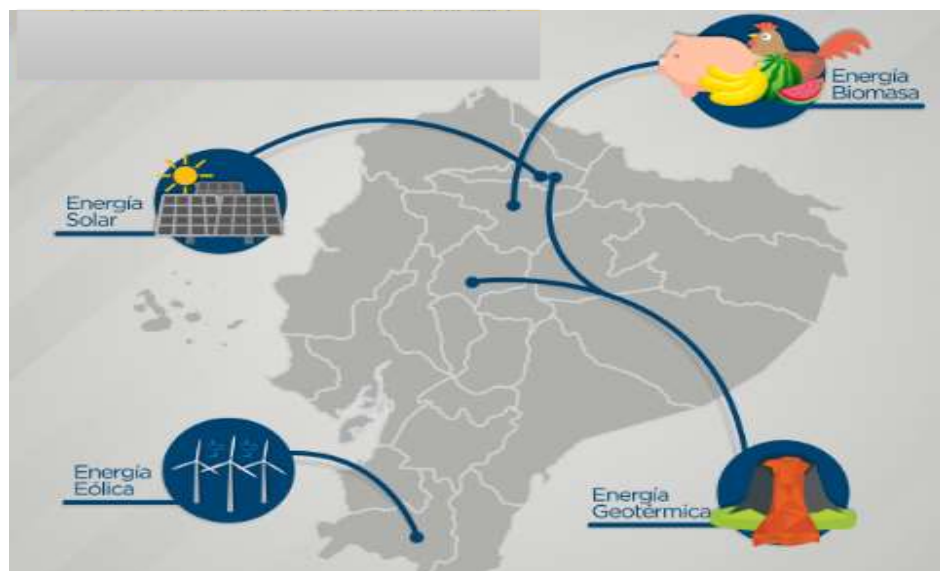


Figura 5. Recursos del Ecuador para potenciar su sostenibilidad. Información tomada de UTPL. Elaborado por UTPL.

En las zonas rurales de Ecuador que carecen de acceso a la electricidad, hay dos tipos de proyectos que deben ser considerados en un programa de acceso universal:

- Viviendas posibles de conectar al sistema nacional de distribución.

- Viviendas individuales o en núcleos poblados ubicadas en zonas aisladas que asocian soluciones a base de generación de energía independiente o centralizada.



Figura 6. Zonas rurales con servicio eléctrico renovable. Información tomada de *Energía para el Futuro*. Elaborado por Ramón J & Molina M.

Al estar alejados del sistema de distribución eléctrica, como se muestra en la figura 6, se instalan sistemas centralizados a partir de fuentes renovables para cubrir el abastecimiento eléctrico de dicha población.

El abastecimiento del servicio eléctrico por medio de programas de electrificación rural y urbano marginal juega un papel importante para el Estado ecuatoriano, al aplicarse a familias de escasos recursos. De ahí, la contribución de este a la composición de los miembros de la comunidad para poner en marcha emprendimientos productivos que sean relevante, en cuanto a mejorar sus condiciones de vida y estatus en la sociedad. (Gomez & Molina, 2021).

En un boletín de prensa 2 de septiembre 2020, el Gerente General de la empresa Eléctrica de Quito Paulo Peña, informó que a través del programa de Electrificación Rural de Zonas Aisladas se ha invertido más de USD 227 mil en la instalación de 94 sistemas solares fotovoltaicos, los cuales dotan de energía renovable e inagotable a más de 470 habitantes, de las zonas aisladas de la red de distribución, en el cantón San Miguel de Los Bancos. (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020)

La instalación y el equipo de los paneles solares no tienen un valor para el usuario, quien solo paga el consumo de la energía generada mediante estos sistemas solares fotovoltaicos, que no es más de USD 4,00 al mes. Además, los paneles solares cuentan con un equipo de control y gestión denominado prepago, que permite al usuario acudir a la agencia de la Empresa Eléctrica más cercana a su lugar de residencia, para recargar créditos o días de uso. Cada sistema fotovoltaico provee de energía para el uso de una licuadora, un televisor, una

radio, el cargador de celular, una computadora, un módem para internet y, sobre todo, iluminación para el hogar. (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020)

Entre otras obras que se analizaron para su desarrollo es; la existencia de suficientes fuentes energéticas renovables en la Amazonía Ecuatoriana para brindar energía a poblaciones ejemplares hasta 1000 personas. En el estudio se selecciona entre muchas tecnologías las de hidroeléctricas, paneles fotovoltaicos y biodigestores con el objetivo de demostrar la factibilidad en varios dimensionamientos en la Amazonía Ecuatoriana lo que contribuye al desarrollo sostenible regional. Para cumplir el objetivo se aplica cálculos para casas, comunidades hasta pueblos lo que sirve para aumentar la producción propia de energía alrededor de Puyo y en comunidades que se ubican aislados de la red de electricidad o vías de transporte.

Conforme a los autores (Velazco Roldan, Goyos Perez, Freire Amores, & Ibarra, 2015), explican que la variabilidad climática y el bajo poder adquisitivo de muchos residentes, direccionó a un análisis de la existencia de recursos o residuos de biomasa natural a nivel regional. Para el desarrollo de aislantes térmicos basados en residuos de biomasa, en esta línea investigativa se permitirá la mejora sustancial de la eficiencia energética y confort térmico con soluciones sustentables de bajo coste, indicando una mejora en emprendimiento y sostenibilidad de la mano.

Por otra parte, se tiene un biodigestor instalado en el CIPCA (Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica) en Santa Clara que funciona con estiércol de ganado porcino. Además, sirven otros animales tal como los cuyes como visible en figura 4 donde se recolecta las heces debajo de un suelo enrejado en el establo. Se destaca también la idea de incluir excrementos del humano lo que podría permitir biodigestores grandes en ciudades. (Leid, 2019)

2.5 Biomasa como Fuente Energética

El termino biomasa se ha utilizado tradicionalmente en el ámbito de la ecología para denominar a la materia orgánica total presente en el ecosistema. Se refiere a cualquier tipo de materia orgánica de origen biológico plantas, arboles, desechos de animales, residuos de la agricultura y aserraderos, comprende a una serie de materias orgánicas, tanto por su habitud como su desarrollo. (Gutiérrez, 2015)

La biomasa es conocida como fuente de energía, debido a que puede convertirse en sustancias como combustibles o también llamadas biocombustibles. Estos biocombustibles

son productos finales comercializables, obtenidos de la transformación física, química o microbiológica de la materia conocida como biomasa. Es decir, pueden ser utilizados directamente en procesos de combustión para obtención calor, o que a su vez puede ser transformado en otros tipos de energías mecánica o eléctrica (Borja Velázquez, 2018).

Las diferentes formas de biomasa pueden usarse para producir energía (calor) en instalaciones de generación distribuida pequeña escala utilizadas para electrificación de zonas rurales, en aplicaciones a escala industrial, o plantas de generación de electricidad a gran escala. (BUN-CA, 2002)

En Colombia, la biomasa con mayor potencial de utilización en la producción de energía eléctrica y térmica es la obtenida de agroindustrias tales como residuos vegetales de bosques maderables, caña de azúcar (bagazo), palma africana, arroz, café, maíz, banano, y flores, así como futuros cultivos energéticos tales como gramíneas ricos en celulosa de rápido crecimiento para la producción de alcohol de segunda generación y otros combustibles.

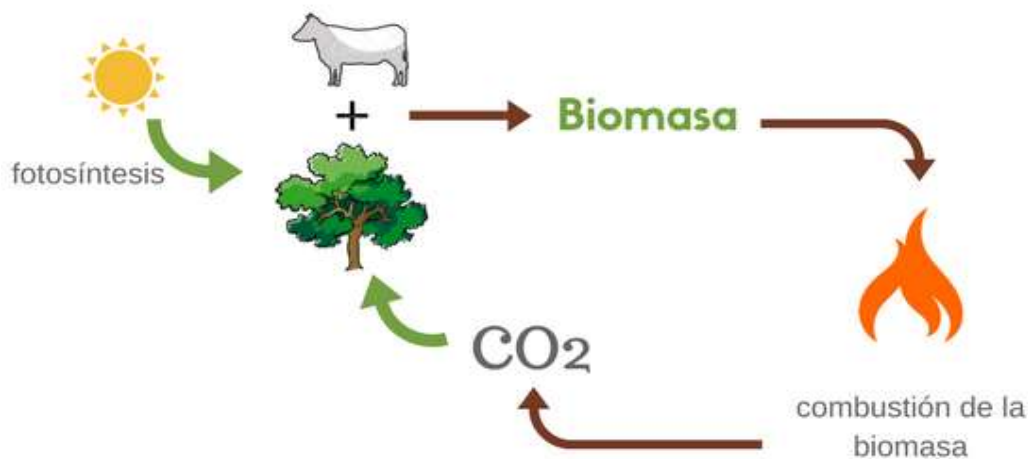


Figura 7. Representación del ciclo de la Biomasa. Información tomada de Energías Renovables. Elaborado por Teba Cristina.

En la figura 7, se muestran los procesos que se realizan hasta obtener la biomasa, lo que nos indica que el sol es quien inicia todos los procesos en las plantas, hasta llegar a la etapa de residuos que se recolectan para su transformación energética.

2.5.1 Tipos de Biomasa

- Biomasa natural es material que se produce en la naturaleza sin intervención humana.

- Biomasa residual son todos los desechos orgánicos producidos por actividades humanas, como por ejemplo los residuos sólidos urbanos.
- Biomasa producida es la proviene de cultivos energéticos, tierra de cultivo cuyo propósito es aprovechar la producción para crear energía. (Chong Obando, 2018)

2.5.2 Beneficios de utilizar Biomasa

Se tienen precios más económicos al considerar bajo el costo de la biomasa en comparación con el petróleo o el carbón. Puede costar un tercio del costo de otras materias primas.

- Con el uso de esta tecnología se ayuda a reducir la dependencia de los combustibles fósiles, siendo en su mayoría de los más caros de extraer (como el carbón) y muy dañinos.
- Muy poco contamina el medio ambiente, por lo que ayuda a mejorar la calidad de aire y reducir el impacto del cambio climático. Aunque el dióxido de carbono (CO₂) si se emite a la atmósfera, es en cantidades muy pequeñas.
- Es muy abundante debido a que existe una gran cantidad de madera, residuos o basura orgánica. Por lo tanto, esta fuente de energía es renovable, completando el ciclo de prevención de la contaminación de suelos y destrucción de diversos residuos.
- Ayuda a mantener la población, porque genera plantas de trabajo, en todo tipo de actividades. Precisamente, en zonas rurales es donde se encuentran residuos tanto de maderas o rastrojos (monte) como residuos agrícolas y animales (granjas).
- Ayuda a limpiar los bosques de los desechos, evitando así incendios forestales y su posible degradación.
- En los últimos años, algunas tecnológicas, se han incrementado y con ello la fiabilidad de la biomasa en procesos industriales. (Energetica, 2021)

2.5.3 Desventajas del uso de la Biomasa

- A veces, la biomasa presenta contenido de humedad, siendo necesario su secado para poder quemarla, esto a la larga se refleja como un incremento en el gasto de energía al tener que añadir un proceso más.

- En comparación con los combustibles fósiles, se requieren más biocombustibles para producir la misma cantidad de energía, por lo que se necesita un espacio más amplio para almacenarla.
- Si la biomasa se obtiene a través de procedimientos deficientes, es decir mediante abuso y mal enfocado, puede conducir a la destrucción de los hábitats naturales y la deforestación.
- El costo de usar biomasa aumenta cuando el transporte y el almacenamiento son difíciles.
- Si la combustión de biomasa produce sustancias tóxicas, la combustión debe realizarse a temperaturas superiores a 900 °C.

2.5.4 Principales usos de la Biomasa

La utilización de la biomasa principalmente se lleva a cabo en los siguientes rubros:

- En el sector doméstico, la leña tanto como el biogás se utilizan para cocinar en lugares rurales alrededor del mundo. El uso de leña es menos eficiente y más contaminante en comparación a otros combustibles existentes, además de ser una de las causas de la deforestación. Los biodigestores, al contrario, aprovechan los desechos de otras actividades, no producen contaminación adicional y se pueden incorporar al diseño de viviendas, ranchos e inclusive escuelas rurales.
El biodigestor es un dispositivo que es utilizado para procesar los residuos orgánicos para obtener biogás y otros productos útiles. Es un receptáculo cerrado con una entrada lateral para los residuos, un escape en la parte de arriba por donde sale el biogás, y una salida para los desechos ya procesados. Este aparato convierte residuos como estiércol y aguas negras por medio de la acción de las bacterias que realizan la descomposición anaeróbica, produciendo gases como metano que se pueden utilizar para cocinar.
- En el sector industrial: las aplicaciones más importantes de biomasa se realizan en el sector industrial, como la reconocida generación de calor para el secado de productos agrícolas como el café y la producción de cal y ladrillos. También se tiene la co-generación la cual es una combinación de electricidad y calor, como por ejemplo; generación eléctrica, hornos industriales para secado de madera y

granos, y calderas también para el secado de madera y granos. (Oviedo Salazar, Badii, Guillen, & Serrato, 2015)

2.5.5 Biomasa como Fuente para la Producción de Energía Limpia

La biomasa es una sustancia de origen orgánico que puede ser recuperada de organismos, plantas y animales. La biomasa vegetal es obtenida por los productores mediante procesos biológicos como la fotosíntesis. Esta producción biológica varía extensamente según el ecosistema, la comunidad entre otros. Los productores en tierra son principalmente plantas terrestres, y en los océanos son principalmente algas. (Karol, 2021)

Es innegable la existencia de diferentes fuentes de biomasa y sus derivados de la diversidad de sistemas de producción agrícola, forestales, y sistemas marinos. Para lograr su aprovechamiento se ha clasificado en dos grandes grupos; biomasa procedente de plantaciones energéticas, biomasa procedente de residuos y restos de actividades humanas. (Borja Velázquez, 2018).

Existen diversas plantaciones energéticas que se caracterizan por cultivar especies de rápido crecimiento, por ejemplo;

- Producción de materiales lignocelulósicos, destinados a la combustión o gasificación.

Y cultivos cuyo objetivo es la producción de semillas o granos:

- Cultivo de oleaginosas para la obtención de aceite que se transformará en biodiesel.
- Cultivo de cereales para la obtención de almidón, destinado a la producción de etanol.

Tabla 3. Fuentes de Biomasa para uso Energético.

	Tipo de Residuos	Ejemplos
Cultivos Energéticos	Herbáceos	Girasol, soja, maíz, trigo, Cebada, remolacha, sorgo.
	Leñosos	Sauces, Eucalipto, robinas, acacias.

Restos y Residuos	Restos de Cultivos Agrícolas	Herbáceos. Paja restos de cereales, restos de cultivos hortícolas.
		Leñosos. Poda o eliminación de plantaciones frutales de hueso y pepitas de olivo, cítricos, vid, etc.
	Restos de operaciones Silvícolas	Podas, clareos, limpieza de montes por prevención de incendio.
	Restos de industrias Forestales	Serrines, virutas, polvo de lijado, corteza y recortes.
	Productos o restos marinos	Algas, conchas, etc.
	Actividades Humanas	Residuos alimenticios, residuos industriales.

Información adaptada de Aprovechamiento de la Biomasa para uso Energético. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

Como se muestra en la tabla 3, algunos de los diferentes tipos de residuos vegetales, orgánicos y agrícolas, que se pueden utilizar por sus componentes como fuente energética.

Este tipo de energía renovable puede procesarse de diferentes maneras (termoquímica, biológica, física o química), las más reconocidas son mediante conversión en gas o combustible líquido. Se utilizan diferentes métodos de conversión para simplificar su uso.

A continuación, se detallan las diferentes formas de consumo de las aplicaciones energéticas:

- Incineración de residuos vegetales (incineración de papel/cartón sin separar, madera, residuos orgánicos).
- Cocombustión y co-combustión de biomasa en centrales eléctricas
- Chimeneas de biomasa (combustión en chimeneas, insertos, estufas de leña, estufas de pellets, consumo de carbón vegetal)
- Empresas de calderas de biomasa (generación de electricidad, calor)

- Biogás (procedente de vertederos, plantas de tratamiento de aguas residuales, fermentación de estiércol, etc.)
- Biocombustible líquido (biopetróleo, biodiésel)

2.5.6 Tecnologías de Transformación de la Biomasa

Existen diversas tecnologías de transformación de la biomasa en las que puede estar sometida, dependiendo lo que necesitemos obtener, pueden ser:

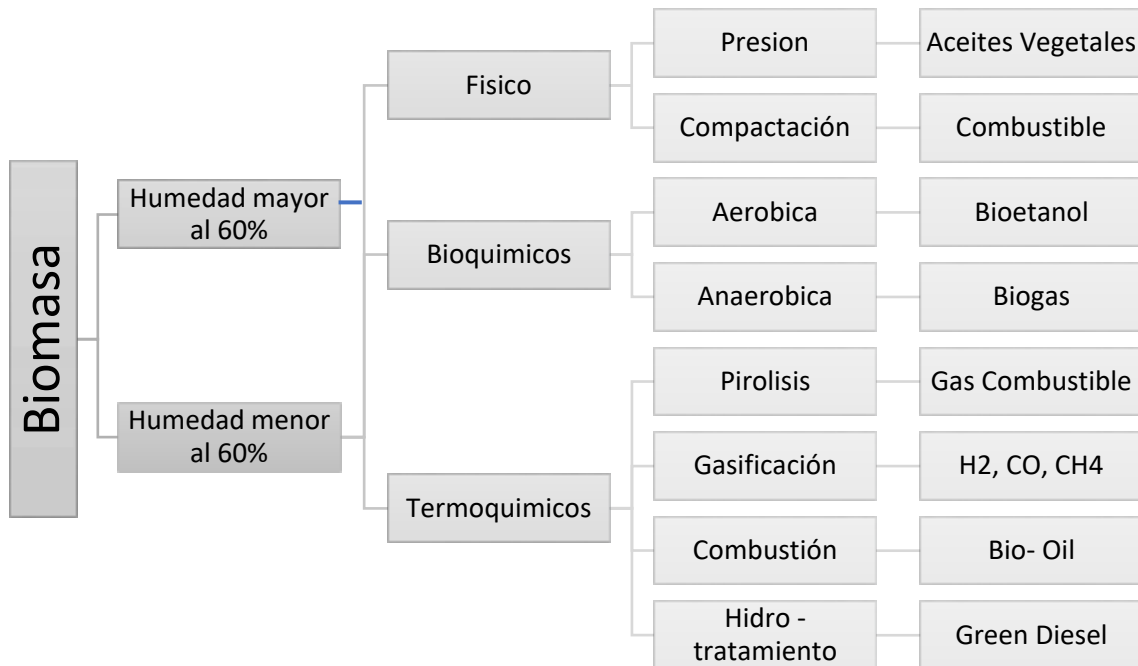


Figura 8. Transformación de la Biomasa. Información Adaptada de Probiomasa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

2.5.6.1 Procesos Físicos

- **Compactación** o reducción de volumen para su tratamiento directo como combustible
- **Secado** para realizar posteriormente un tratamiento térmico

2.5.6.2 Procesos Bioquímicos

Ciertos microorganismos actúan sobre la biomasa transformándolos en residuos:

2.5.6.2.1 Fermentación alcohólica (aeróbica)

Es el proceso de transformación de la glucosa en etanol por la acción de los microorganismos. El resultado es el bio-alcohol, un combustible para vehículos. En Brasil, uno de cada tres vehículos funciona con etanol extraído de la caña de azúcar.

2.5.6.2.2 Fermentación Anaeróbica

Consiste en fermentar en ausencia de oxígeno y durante largo tiempo la biomasa. Origina productos gaseosos (biogás), que son principalmente metano y dióxido de carbono. Este biogás se suele emplear en granjas para activar motores de combustión o calefacción.

2.5.6.3 Procesos Termoquímicos

Son procesos de conversión a elevadas temperaturas que se aplican a la biomasa lignocelulósica seca primaria o residual.

2.5.6.3.1 La Combustión Directa (producción de bio-oil)

Se basa en la generación de energía Térmica, reaccionando con la biomasa leñosa, aprovechando el poder calorífico de hornos combustión con parrilla, rotativos, inyección o lecho fluido.

La combustión es la tecnología más utilizada para la obtención de energía a partir de un medio, ya sea calor o para la obtención de electricidad. Los calefactores residenciales tienen un 70% de eficiencia. No obstante, la principal tecnología para producir electricidad son las calderas de pequeña potencia de 1MW, en las que se utiliza la combustión directa de biomasa para generar vapor, que luego se introduce a través de turbina, sin embargo, en estas tecnologías la eficiencia está entre 20% y 40%. (Chong Obando, 2018)

Los gases de la combustión de biomasa se pueden utilizar en una amplia variedad de aplicaciones tales como:

- Pequeños sistemas de producción de calor para calefacción directa de hogares, cocción de alimentos y calentamiento de agua.
- Calefacción a gran escala para calefacción de comunidades y pequeños procesos industriales.
- Alcance de elevadas temperaturas para la producción de vapor con propósitos industriales y a gran escala usando turbinas o motores de vapor (Chong Obando, 2018)

La biomasa se ha utilizado desde hace mucho tiempo atrás en pequeñas calderas domésticas para generar calor. En general, se trata de sistemas de poca eficiencia energética donde la biomasa no requiere tratamiento previo.

También tenemos el aprovechamiento de esta energía en calderas de alto rendimiento, utilizadas en la industria para generar calor/presión/ o electricidad. (MARTINEZ, 2014).

A continuación, mostramos una gráfica del sistema por método de combustión:

1. Alimentación del quemador
2. Horno
3. Entrada de los gases.
4. Alimentador de material húmedo
5. 7. Ciclón
6. 10. Quemador rotatorio (Chong Obando, 2018).

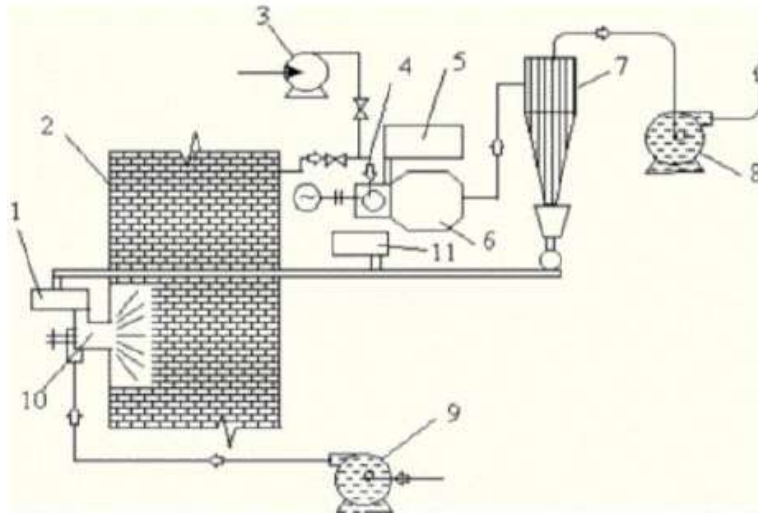


Figura 9. Combustión directa por residuos de biomasa. Información tomada de Modelo de generación de energía a partir de biomasa forestal. Elaborado por Loaiza Mitzi.

2.5.6.3.2 Pirolisis (gas combustible)

Es la descomposición de la materia prima de biomasa por el calor. Es un proceso previo a la gasificación, consiste en la degradación térmica de un material causada por el calentamiento en ausencia de oxígeno, se produce por serie de reacciones químicas complejas y de procesos. Este proceso se lo realiza en un rango de temperaturas de 70- 500 °C. (García, 2011).

Algunos productos formados son:

- Gases

Compuestos principalmente de CO, CO₂, CH₄, CH₂, H₆, H₆ y pequeñas cantidades de hidrocarburos.

- Líquidos

Alquitranes y agua condensada.

- Sólidos

Carbonizado.

2.5.6.3.3 Gasificación (H_2 , CO , CH_4)

De acuerdo con el autor (Loaiza Navarro, 2015), menciona que la gasificación es un proceso de conversión térmica incompleta, en el cual el combustible sólido se transforma parcialmente en un gas mediante un proceso de oxidación a temperaturas muy altas. Como producto final se obtiene un gas combustible compuesto por hidrógeno, metano y monóxido de carbono. La calidad y composición del gas producido en la gasificación termoquímica depende del agente gasificación y del lecho de gasificación utilizado. En esta parte revisaremos los procesos en la gasificación general.

El proceso de gasificación se realiza a temperaturas de 600°C , y se divide en cuatro etapas que se detallan a continuación:

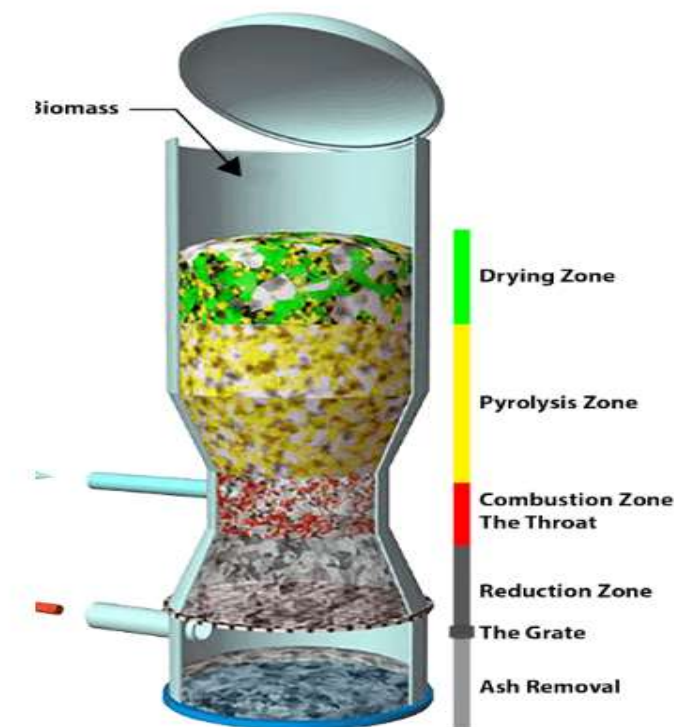


Figura 10. Procesos de un Gasificador. Información tomada de Gasificación. Elaborado por la investigación directa

- Secado del combustible en el área de la alimentación la humedad sale en forma de vapor de agua. el secado se realiza en la parte superior del gasificador, a través del calor transferido desde la zona de combustión a alta temperatura.

- Pirolisis es la degradación térmica de la biomasa con carencia de oxígeno y otros agentes gasificantes, a elevadas temperaturas, produciendo varios gases llamados gases de síntesis. Las temperaturas están entre 200 y 500°C obteniendo una mezcla de líquidos, gases y carbón vegetal.
- Combustión Se la realiza por medio reacciones exotérmicas entre un agente oxidante (oxígeno) y el gas rico en carbono, formando gases a elevadas temperaturas los cuales pueden ser utilizados en calderas.
- Reducción los productos de combustión principalmente CO_2 (dióxido de carbono) y H_2O (vapor de agua) se reducen en la presencia de carbono a alta temperatura para finalmente dar CO (monóxido de carbono) y H_2 (hidrógeno).

2.5.6.3.3.1 Tipos de Reactores de Gasificación

En esta parte se detallan los tipos de reactores usados en un gasificador, y elegir el óptimo de acuerdo con sus métodos y eficiencia.

El gasificador es el principal componente dentro de la gasificación, ya que es el encargado de producir la composición del gas deseada y garantizar una producción estable dentro del sistema. Los gasificadores tienen una clasificación por los métodos de contacto aplicados entre sus fases sólida (biomasa) y gaseosa (agente oxidante).

2.5.6.3.3.1.1 Gasificadores de lecho fijo

Los reactores de lecho fijo contienen una fase sólida que se dirige a la parte inferior del reactor, a medida que se produce la descomposición de la biomasa. Este tipo de gasificadores presentan las condiciones técnicas más simples, siendo relativamente fáciles de diseñar y de operar. Consisten principalmente de un espacio cilíndrico en donde suceden de forma secuencial los procesos de secado, pirólisis y gasificación, una unidad de alimentación de biomasa, un sistema de remoción de cenizas, un sistema dosificador del agente de gasificación y la salida del gas.

Dependiendo el flujo de la biomasa, estos reactores se denominan de; flujo ascendente, descendente o cruzado. (Chong Obando, 2018)

- Gasificador de tiro directo (Updraft)

La configuración más común corresponde al sólido moviéndose en dirección descendente y el gas en ascendente. Desde el ingreso de las partículas sólidas, interaccionan con la corriente gaseosa a elevada temperatura, su estructura se puede apreciar en la figura 11.

- Gasificador de tiro invertido (Downdraft)

Al contrario del modelo anterior, en este los sólidos y gases se mueven en la misma dirección (descendente), desde que ingresan las partículas atraviesan secuencialmente los procesos de secado, pirólisis en el que aumenta gradualmente la temperatura. Entre sus ventajas este aporta una simplicidad que facilita su construcción y operación.

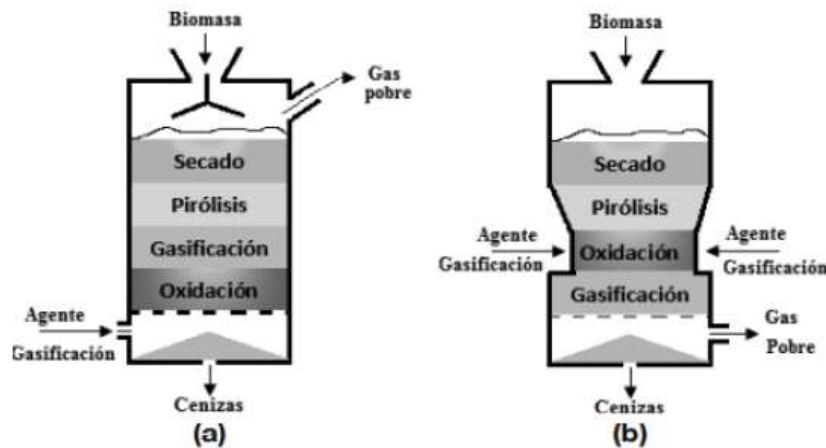


Figura 11. Gasificador de Flujo Ascendente y Descendente. Información tomada T- UCSG. Elaborado por Chong Obando

- Gasificador de flujos cruzados (*crossdraft*)

Estos son una adaptación para el uso de carbón con fines energéticos, en la gasificación del carbón se puede alcanzar temperaturas muy elevadas (alrededor de los 1500°C y superiores) en el área de oxidación, lo que puede causar daños en los materiales. Este sistema al igual que los de tipo Downdraft requiere un simple sistema de limpieza para condicionar el gas de síntesis, entre sus ventajas es la capacidad a muy pequeña escala menor a 10kw.

En estos tipos de reactores se pueden utilizar partículas que oscilan desde 1 hasta 100 mm, por la eficiencia del gas caliente rodea los 75 - 95% y se obtiene un gas pobre con 6 MJ/Nm³ en su combustión interna. Entre sus dificultades esta la transferencia de calor no eficiente, que provoca inconvenientes en las temperaturas y acumulación de combustible. (Chong Obando, 2018).

2.5.6.3.3.1.2 Gasificadores de lecho fluido

Los gasificadores de lecho fluidizado presentan una mezcla óptima y una distribución uniforme de temperaturas entre fases. El lecho está compuesto por un material granular que puede ser inerte (arena de sílice) o un material con propiedades catalíticas (olivinas).

Detallamos los dos tipos de Lechos:

- Reactores de lecho burbujeante. - Utiliza un agente oxidante que se alimenta en la parte baja y se produce el medio de fluidización. Las partículas de biomasa se ponen en contacto con el lecho previamente calentado lo que provoca un secado y posterior pirólisis.
- El gasificador de lecho circulante consiste en un lecho de conversión de biomasa, un ciclón y un dispositivo para la recirculación de sólidos. Las velocidades de fluidización (3.5 - 5.5 m/s) son superior a la de los lechos de burbujeante (0.5 - 1 m/s) y junto con el reactor deben mantenerlo con fluidización rápida. Se conocen plantas instaladas de 60 MW térmicos. (Chong Obando, 2018)

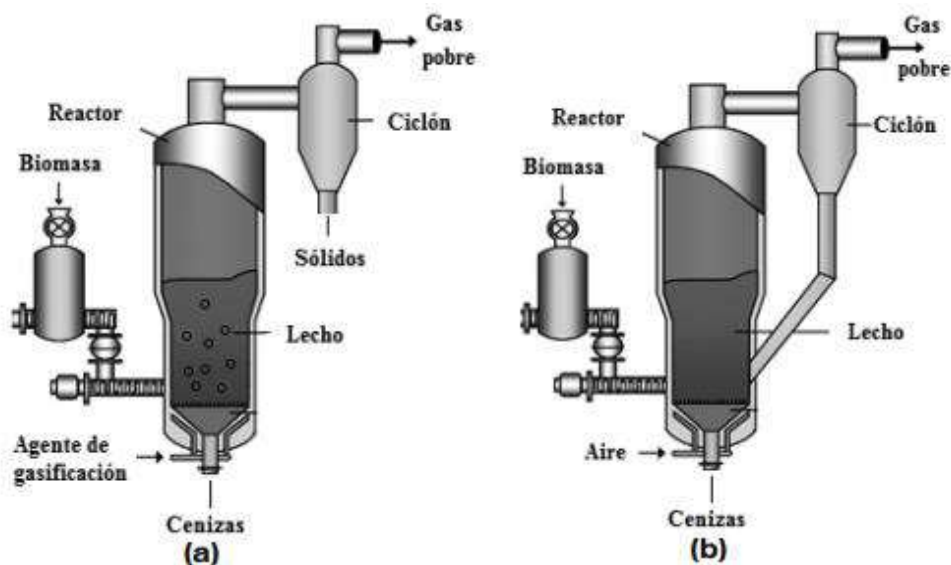


Figura 12. Gasificador de lecho fluido, (a) Burbujeante y (b) Recirculante. Información tomada de T-UCSG. Elaborado por Chong Obando.

2.5.6.3.3.1.3 Gasificadores con arrastre

Este tipo de equipos son convenientes en su integración con ciclos combinados, trabajan a 1400 °C y presiones de 20 – 70 bar. Comúnmente el material recién descompuesto (menor 80µm) se disuelve con agua y se llena con agente oxidante en el interior del reactor.

La velocidad de gas que se produce en el reactor facilita el traslado de masa, pero el consumo es 20% superior a los sistemas que operan de manera seca. La transmisión de calor al gas es alta, por ende, llega a la temperatura de reacción rápidamente. Sin embargo, en la fase sólida se actúa como un pistón. Se han empleado a gran escala en la conversión de carbón, coke de petróleo y sedimentos de refinerías. Los carbones que contienen elevado

porcentaje de humedad y biomasa resultan un problema debido a disminución en el gas que produce. (Chong Obando, 2018)

2.5.6.3.2 Limpieza de los residuos (gases) de Gasificación

Los gases de gasificación contienen un elevado grado de impurezas que provocan fallos en la eficiencia de los procesos de termo-conversión instalado luego del reactor. En su mayoría la calidad del gas depende del diseño del reactor, la formación química que contiene biomasa, temperatura y equivalencia. Es por ello, a la reducción de las sustancias indeseables que se generan en los procesos es un reto en esta tecnología.

La limpieza de los gases se puede realizar de la siguiente manera:

- Métodos primarios que se realizan antes o durante el proceso de gasificación e involucran el pretratamiento de la biomasa.
- Los métodos secundarios a su vez pueden ser de gas seco (caliente) o de gas húmedo.

Las tecnologías de gas caliente operan por encima de 500 °C. (Chong Obando, 2018)

2.5.7 Elementos de un gasificador

Entre los diferentes tipos de gasificadores que se podrían utilizar para la conversión de la biomasa, se ha elegido uno de bajo coste con fácil composición, que pueda ser adquirido por los habitantes de la comunidad.

Los elementos del sistema gasificador son un conjunto de partes que conforman el funcionamiento del sistema, operando de manera ordenada y sistemática. Está integrado por un grupo de elementos cuya función es la producción de un gas de bajo poder calorífico que se obtiene al finalizar los procesos, los cuales se detallan a continuación.

- **Reactor**

Se encarga de la parte energética, realizando la extracción térmica de la biomasa de forma autotérmica, alimentando los quemadores con el gas producido, teniendo en cuenta las pérdidas energéticas que dependen de su eficiencia.

- **Alimentación**

La alimentación se lleva a cabo por un dispositivo llamado, el sistema de tornillo sin-fin el cual tiene la función de almacenar y transportar biomasa al interior del reactor para el siguiente proceso. Si se requiere cambiar el diseño o la operación de este, es necesario considerar el tipo de biomasa, la tasa de alimentación y el tamaño máximo de partículas que

permita el sistema. Este dispositivo es el más utilizado por su fácil operación y eficiente funcionamiento.

- **Agente gasificante**

En la etapa de combustión se requiere de una intervención oxidante, de los cuales se tiene 4 tipos de reactivos: aire, oxígeno, vapor de agua e hidrógeno.

Entre ellos el más usado es aire por ser ilimitado, práctico y fácil de usar. Aunque presenta ciertos inconvenientes en su utilización como alto contenido de nitrógeno que limita el poder calorífico del gas (syngas) obtenido a alrededor de 5,5 KJ/Nm₃, lo que indica tiene algunas deficiencias en los resultados.

Luego le sigue el oxígeno que como agente mejora en gran cantidad el rendimiento del gasificador, y se triplica el poder calorífico que se obtiene. Entre sus inconvenientes se encuentra que eleva los costos y complejidad al sistema, también eleva la temperatura del gasificador provocando efectos negativos en la calidad del gas, siendo de esta manera no tan conveniente su uso en los equipos, debido a costo y complejidad.

En el vapor de agua se tienen dos ventajas que son; no introduce nitrógeno indeseado y contiene dos átomos de hidrógeno en cada átomo de oxígeno, con estos componentes se aumenta el poder calorífico.

Para finalizar se usa hidrógeno en algunos procesos para obtener un alto poder calorífico, solo en determinadas ocasiones como por ejemplo cuando se tiene altos excedentes de baja pureza, lo que permitió analizar que el agente que mejor se adapta a las presentes es el aire.

- **Enfriamiento**

Se encarga de adaptar el gas obtenido para aplicaciones de este. En su funcionamiento al reducir la temperatura obtenemos una condensación de productos no deseados en el gas, como es el caso del agua y alquitranes en caso de encontrar.

- **Intercambiador de Calor**

Se utiliza equipos de intercambiador de calor enfriados por aire. Este dispositivo tiene como función reducir la temperatura del gas obtenido en el proceso donde se establece el flujo de gas seco. Este compuesto por flujo de gas que produce más flujo de gas con arrastre. (Lazo Velaverde, 2015)

- **Composición del gas**

Cuando la biomasa u otro combustible sólido se somete a un proceso de gasificación se obtiene un combustible gaseoso llamado gas de síntesis (syngas). Su composición dependerá del tipo de biomasa utilizada, el factor (temperatura, presión), el tipo de reactor y agente gasificante elegido, con todos estos factores su eficiencia disminuye un poco y se centra en un 70 – 80%.

Su composición contiene: CO , H_2 , CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2O

2.5.8 Generador

Es el acoplamiento de una máquina de combustión interna y una máquina eléctrica giratoria a través de un eje mecánico que convierte la energía térmica en energía mecánica y posteriormente en energía eléctrica. Los generadores producen energía de corriente alterna y también hay algunos tipos de generadores que usan rectificadores electrónicos para producir energía de corriente directa.

- ✓ La corriente alterna generada es utilizada para alimentar cargas que comúnmente están diseñadas para trabajar en características eléctricas de 110V a 60hz en Ecuador.
- ✓ La corriente directa que produce el generador es principalmente utilizada para cargar un banco de baterías, que pueden ser utilizadas para el sistema de arranque eléctrico del motor o para alimentar un tipo de cargas de corriente continua, la tensión de salida en corriente directa es de 12V. (Lazo Velaverde, 2015)

2.5.9 Generación de Energia Electrica

Una vez que se dispone de un combustible(gas pobre) a partir del gasificador, el siguiente paso hacia la obtencion de energia lectrica es tipicamente la utilizacion de un generador de corriente alterna llamado electrógeno. La tasa de conversion de biogas a electricidad depende de cada generador y la capacidad de generación con la que cuenta, pero un valor aproximado ronda los 2Kwh/m³ biogás en motores de combustibles por sus cualidades y calidad: gas natural, biogas, gasoil, biodiesel, etc. El biogas tiene un valor energetico de 20 – 25 MJ/m³.

El motor tiene acoplado un alternador, este sistema se llama generador, su cogeneracion produce una mayor cantidad de energia electrica por unidad de combustible consumido, obteniendo un mayor rendimiento electrico entre 30% y 45%. (Lazo Velaverde, 2015).

2.6 Aplicaciones de las tecnologías de gasificación para generación eléctrica.

La energía generada con este proceso actualmente tiene diversas aplicaciones tales como:

- Generación eléctrica y su directa distribución a través de la red eléctrica.
- Distribución en electrificación rural y sistemas aislados.
- Utilización directa del gas resultante para distintas aplicaciones térmicas.
- En Climatización.
- Para calefacción distribuida.
- En Sistemas agrícolas.

La integración de gasificación usando tecnologías de producción de calor y electricidad es llamativo para distintos grupos investigativos a nivel internacional. A continuación, se presenta una revisión de las alternativas más prometedoras y los desafíos en su uso. (Chong Obando, 2018)

La biomasa es especialmente atractiva para centrales de baja capacidad (<10MW) y con eficiencia alrededor de 35 - 40% es decir, superior a los ciclos tradicionales (<30%). Las aplicaciones más utilizadas para gas pobre son: turbinas de gas, ciclos combinados, la producción de química y, más recientemente, la producción de energía en celdas de combustible, cabe añadir que con estas mejoras realizan procesos más eficientes, a continuación algunos trabajos de proyectos realizados anteriormente:

Una de las plantas de mayor éxito para la producción de calor y electricidad a partir de biomasa es la instalada en Austria (Güssing), que cuenta con un gasificador de lecho fijo con recirculación y capacidad de 2 MW de electricidad y 4.5 MW térmicos. Los gases calientes en estado limpio se utilizan en los equipos de combustión interna y en ciclo combinado (CHP), lo que muestra mejor eficiencia en el syngas obtenido. (Chong Obando, 2018)

En la localidad de Ejea de los Caballeros (Zaragoza), fue inaugurada “la primera planta de cogeneración de biomasa para producción eléctrica por tecnología de gasificación de Aragón, instalación desarrollada y actualmente en operación por la empresa Ingeniería y Desarrollo en Energías Renovables (Grupo Ider)”.

Esta planta cuenta con una potencia instalada de 2 MW y una producción anual estimada de 15.400 MWh, suficiente para abastecer a unos 5.000 hogares, ha supuesto la

generación de 13 puestos de trabajos directos y 40 indirectos. El consumo de biomasa forestal se sitúa en 18.000 toneladas al año para la generación eléctrica y 8.000 toneladas para la producción de briquetas, planta en la cual se aprovecha el 100% del calor residual producido en la planta de cogeneración. (Twenergy, 2019).

Si retrocedemos, en los últimos años el 98% del mercado del transporte ha dependido del petróleo, por lo que se deben buscar alternativas para la diversificación energética en esta industria. Brasil está desarrollando vigorosamente la conversión de biomasa en biocombustibles líquidos aptos para motores de combustión interna. A partir de la caña de azúcar obtener etanol, que posteriormente se quema directamente, lo que nos indica como se mantiene la búsqueda de alternativas para eliminar la dependencia de los combustibles.

Como España que actualmente lidera Europa en la producción de bioetanol a partir de cereales, sin embargo, su principal desafío es la producción comercial de biocombustibles a partir de materiales lignocelulósicos, con esta aplicación se tendrían costos de producción más bajos y ayudará a abordar importantes problemas ambientales de residuos agrícolas y forestales de manera que los procesos para su obtención sean sostenibles. (Oviedo Salazar, Badii, Guillen, & Serrato, 2015).

Por ultimo tenemos, “Automatización y rediseño de un gasificador de biomasa forestal en la Escuela de Ingeniería Forestal para la producción de gas”, en el cual se rediseñara un gasificador para que tenga más capacidad de almacenamiento y rendimiento, también una automatización mediante un sistema de visualización de las variables de operación (temperatura, presión) del gasificador y control por medio de actuadores, lo que indica se pueden agregar mejoras y adecuar dependiendo la aplicación que vaya a realizar.

Entre los avances se encuentra el monitoreo de gasificadores instalados que funcionan de manera automática casi en su totalidad, esto pensado a gran escala será muy beneficioso para darle mantenimiento a los equipos en el tiempo adecuado que se requiera.

2.7 Sistema de Alarma

2.7.1 Sensores

Es un dispositivo que detecta acciones o estímulos externos y responde en consecuencia. Es decir, nos permiten obtener información del medio físico que nos rodea. Se encarga de medir las magnitudes físicas y transformarla en señales eléctricas capaces de ser comprendidas por el microcontrolador, estos dispositivos permiten realizar mediciones de temperatura, humedad, presión entre otros. (PrototipadoLab, 2018)

2.7.2 Módulo GSM/GPRS

Es un módulo de comunicación que ofrece una amplia funcionalidad y la posibilidad de controlar múltiples rutas de comunicación. Estos pequeños dispositivos permiten añadir voz, mensajes SMS y datos a la placa Arduino. El Arduino se comunica por comandos AT con el módulo GSM/GPRS el cual es un lenguaje especial. Lo que nos da una ventaja en cuanto a transmisión de datos en redes móviles GSM, mejor infraestructura y bajo coste.

2.7.3 Microcontroladores

Un microcontrolador lleva a cabo instrucciones es como una pequeña computadora que puede controlar elementos de entrada y salida. Se encarga de procesar la información y se puede realizar múltiples tareas, actualmente es muy usado en los campos donde intervenga la tecnología y automatización.

Permite su fácil acceso al ser de bajo coste y operación.

2.8 Caracterización de la Biomasa

Esta fuente de energía se puede utilizar con aplicaciones modernas, podrá contribuir a la producción de electricidad, calor y biocombustibles de manera sostenible y segura. Su uso sostenible económica, social y ambientalmente supondría una serie de beneficios, como el aprovechamiento y valorización de nuestros recursos naturales, la diversificación de la matriz energética, la promoción de la independencia energética, la sustitución parcial de combustibles fósiles, la reducción de gases de efecto invernadero, la reducción de la Huella de Carbono de la matriz energética, desarrollo rural local, generación de empleo, manejo e integración de bosques naturales al sector productivo, aprovechamiento de residuos, manejo de residuos sólidos orgánicos, reducción de emisiones y saneamiento de aguas. (Carmona Cerda, 2015).

Muestra la evolución de la producción de energía primaria en los países de la OCDE (La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) y puede comprobar cómo el crecimiento de la producción de energía está muy por debajo de los niveles mundiales, no solo por el crecimiento de la población y el PIB, sino que ha caído por debajo de todos los niveles mundiales debido a las políticas de conservación y eficiencia energética de la nación. Debido a las políticas ambientales de estos países, también se observa cómo la producción de energía del carbón ha disminuido, y la producción de petróleo y nuclear ha crecido menos que la producción total.

El gas natural, especialmente las energías renovables, se ha convertido en una fuente de energía alternativa. También cabe señalar que mientras los países de la OCDE producen el 30% del total de la energía mundial o el 26,6% de la renovable, solo producen el 20% de su energía a partir de biocombustibles. Esto se debe a que, en los países en desarrollo, la principal materia prima energética es el biocombustible sólido (madera).

La leña representa un tercio del consumo de energía en África, Asia y América Latina y es la principal fuente de energía para más de 2 mil millones de personas. En estos hogares la obtención de leña se realiza sin transacciones comerciales, utilizando llama abierta o estufa simple para las funciones de cocción y calefacción, alta eficiencia energética y alta contaminación, emisión de gases y partículas contaminantes por combustión incompleta de la biomasa, lo que lleva a cuestionar futuros problemas en la salud. (Vignote Peña, 2016).

2.9 Marco Legal de las Energías Renovables

De acuerdo con el marco legal e institucional de las energías renovables en el Ecuador existen diversas leyes y regulaciones establecidas a través de ARCOTEL y CONELEC que fueron admitidas por el gobierno para promover la creación e implementación de proyectos sostenibles de energía limpias que ayuden a reducir el uso de la energía tradicional, a continuación, se presentan las principales leyes:

Según la constitución de la Republica del Ecuador 2008, con respecto al servicio público de energía eléctrica establece, en el artículo 15 dispone que el Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

En el artículo 413 de la Constitución de la República se establece que el Estado promoverá el uso de tecnologías ambientales limpias y fuentes alternativas de energía no contaminantes y de bajo impacto en los sectores públicos y privados. La nación promoverá la eficiencia energética, diversificada, de bajo impacto y que no afecte a la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico del ecosistema.

El artículo 313 nos dice que el Estado mantiene el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, conforme con los principios de sustentabilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Además, indica que se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas. (ARCONEL, 2020)

El artículo 314, dicta que el Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos, entre otros, el de energía eléctrica y también debe garantizar que los servicios

públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. El Estado dispondrá que los precios y tarifas de los servicios públicos sean equitativos, y establecerá su control y regulación.

El artículo 316 establece que, el Estado podrá delegar la participación en los sectores estratégicos y servicios públicos a empresas mixtas en las cuales tenga mayoría accionaria, y que podrá de forma excepcional, delegar a la iniciativa privada y a la economía popular y solidaria, el ejercicio de estas actividades, en los casos que establezca la ley. (ARCONEL, 2020).

Además, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable en el año 2008 elabora el documento denominado Políticas Energéticas del Ecuador 2008 – 2010, en el que se destacan las siguientes políticas del Estado para el desarrollo sustentable del sector energético, relacionadas con las energías renovables:

- Impulsar un modelo de desarrollo energético con tecnologías ambientalmente amigables.
- Formular y llevar adelante un Plan Energético Nacional, que defina la expansión optimizada del sector en el marco de un desarrollo sostenible.
- Promover el desarrollo sustentable de los recursos energéticos e impulsar proyectos con fuentes de generación renovable (hidroeléctrica, geotérmica, solar y eólica) y de nueva generación eléctrica eficiente, incluye la nuclear, excluye la generación con base en el uso del diésel.
- Reducir el consumo de combustibles en el transporte mediante la sustitución por gas natural comprimido – GNC, electricidad y la introducción de tecnologías híbridas. (Correa Álvarez, González González, & Pacheco Alemán, 2016).

Capítulo III

Metodología

3.1 Nivel de Investigación

3.1.1 Investigación Descriptiva

Es la descripción de un conjunto de procesos, para identificar sus componentes y características. Se detalla el problema de dicha localidad, y se busca brindar una alternativa más factible con el presente trabajo.

3.1.2 Investigación Bibliográfica

Según Goris (2016) nos dice que el primer paso a realizar ante un trabajo de investigación es una revisión bibliográfica, obtener información preliminar del tema y se acercarse al conocimiento del mismo, siendo la clave para identificar lo que se conoce y lo que se debe conocer.

Con este enfoque, se puede obtener la información necesaria para la elaboración del documento mediante búsquedas en artículos científicos, documentos, libros, tesis, páginas web, etc; estructurando el documento acorde a la comprensión de dicha información, las fuentes extraídas y citas. Con este método se puede obtener información de trabajos anteriores sobre investigaciones similares como preámbulo para conocer características y funcionalidades del presente estudio.

3.1.3 Investigación Exploratoria

Permite abordar un problema desconocido o poco estudiado en el cual las condiciones existentes no son aún determinantes. Debido a que las personas desconocían en su mayoría sobre las energías alternativas y su utilización y beneficios.

3.2 Diseño de Investigación

3.2.1 Investigación de Campo

En el presente trabajo se realizó la recolección de información sobre usos de una energía alternativa que les permita ahorro en su facturación mensual a los habitantes de la comunidad. como lo es un sistema gasificador para proveer de electricidad.

3.3 Metodología de la Investigación

3.3.1 Metodología Cuantitativa

Se emplea un enfoque cuantitativo basado en la utilización de números para analizar, investigar y recolectar información, a través de encuestas con el de métodos estadísticos. (Hernández, 2012).

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La encuesta se elaboró en la parroquia Sabanilla, que esta conformada por 10 sectores con una población estimada de 123 viviendas en cada uno, con estos datos se escogió un determinado barrio conocido como barrio “San Gregorio” para el recorrido, se conoce que consta de 3 cuadras.

3.4.2 Muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra de nuestra población, se usará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{m}{e^2(m-1) + 1}$$

Variables de la ecuación

m = Tamaño de la población → 123

e = Error de estimación → 0.06

n = Tamaño de la muestra

Resolución de la ecuación

$$n = \frac{123}{(0.06)^2(123-1) + 1}$$

$$n = \frac{144}{(0.06)^2(123-1) + 1}$$

$$n = \frac{144}{(0.5148) + 1}$$

$$n = 22 \text{ Viviendas}$$

3.4.3 Análisis de los Resultados

Encuesta sobre Estudio de Factibilidad para la Generación de Energía Limpia a partir de Biomasa en la Parroquia Rural Sabanilla

1. ¿Está usted conforme con el servicio eléctrico que le provee CNEL de Pedro Carbo (Sabanilla)?

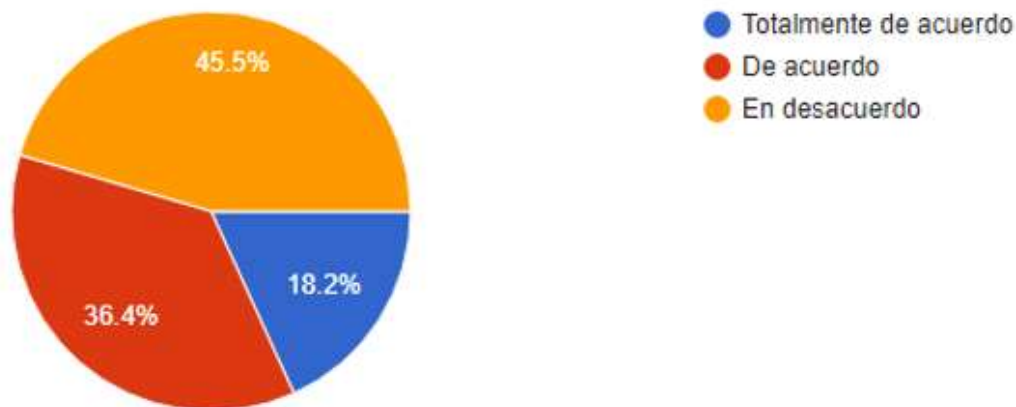


Figura 13. Conformidad con el Servicio Electrico. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre la conformidad con el servicio eléctrico que le provee CNEL de Pedro Carbo (Sabanilla), el 45.5% de los encuestados estarían inconforme con el servicio prestado, el 36.4% está solo de acuerdo y un 18.2% están totalmente de acuerdo con el servicio, se puede apreciar un gran número de personas que no están muy conforme con el servicio que CNEL le presta

2. ¿Con que frecuencia tiene fallas en el servicio eléctrico domiciliario?

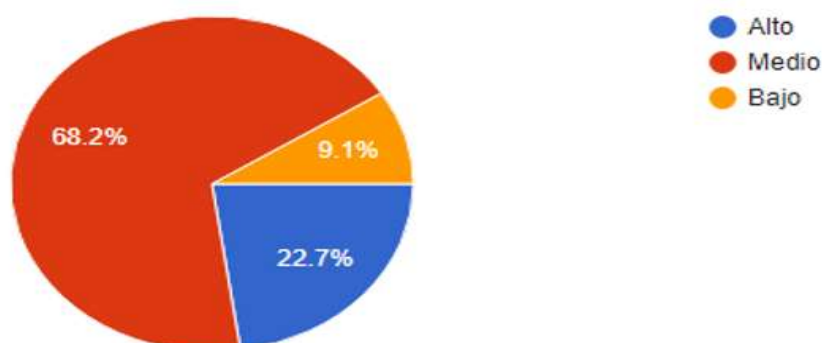


Figura 14. Fallas en el Servicio Electrico. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la presente encuesta realizada sobre las fallas frecuentes que tiene el servicio eléctrico domiciliario, el 68.2% de los encuestados mencionaron que el servicio eléctrico falla a un nivel medio, el 22.7% considera que la frecuencia de las fallas es muy alta y un 9.1% mencionan que las fallas son muy bajas. Se puede evidenciar que hay un alto índice de falla en el servicio eléctrico.

3. ¿Si ocurre un apagón, cuanto tiempo demora en regresar la energía eléctrica al hogar?

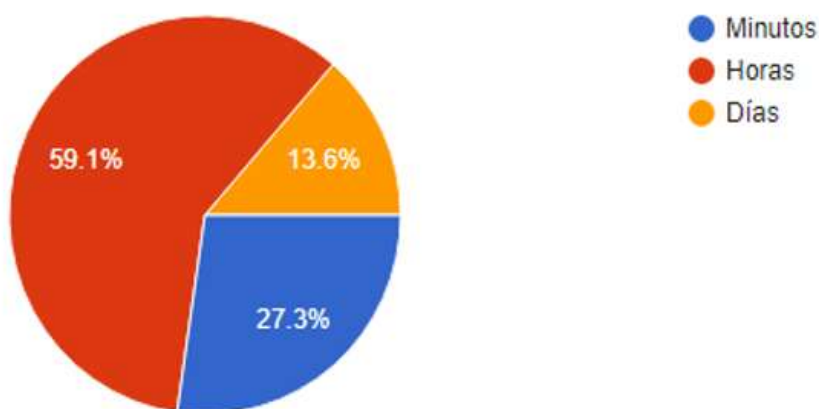
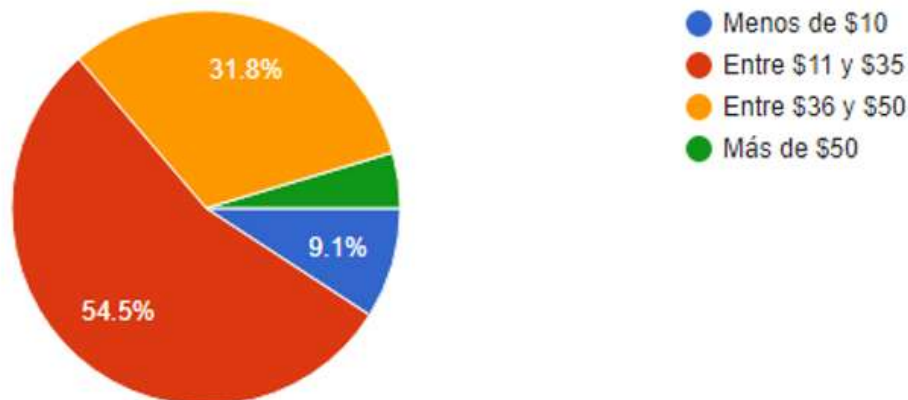


Figura 15. Tiempo de apagones en los hogares. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre el tiempo en que demora en regresar la energía eléctrica cuando hay un apagón, el 59.1% de los encuestados indicaron que el servicio eléctrico tarda horas en regresar, el 27.3% considera que el servicio eléctrico tarda apenas minutos en regresar y un 13.6% mencionan la energía llega después de algunos días. Esto nos indica que el promedio de tiempo de espera que tardaría en regresar la energía es de horas.

4. ¿Cuál es el promedio de facturación mensual en su factura eléctrica?



Figura

16. Facturación mensual del Servicio Electrico. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre el promedio de facturación mensual en la factura eléctrica, el 54.5% de los encuestados mencionaron que la facturación mensual es de entre \$11 y \$35, el 27.3% mencionaron que la facturación es de entre \$36 y \$50, el 9.1% mencionan que la facturación es de menos de \$10, y un 4.6% mencionan que sus facturas son mas \$50. Esto nos indica que el promedio de La facturación mensual más regular de los encuestados varía entre los entre \$11 y \$35

5. ¿Cuál de las siguientes estrategias utiliza para ahorrar energía?

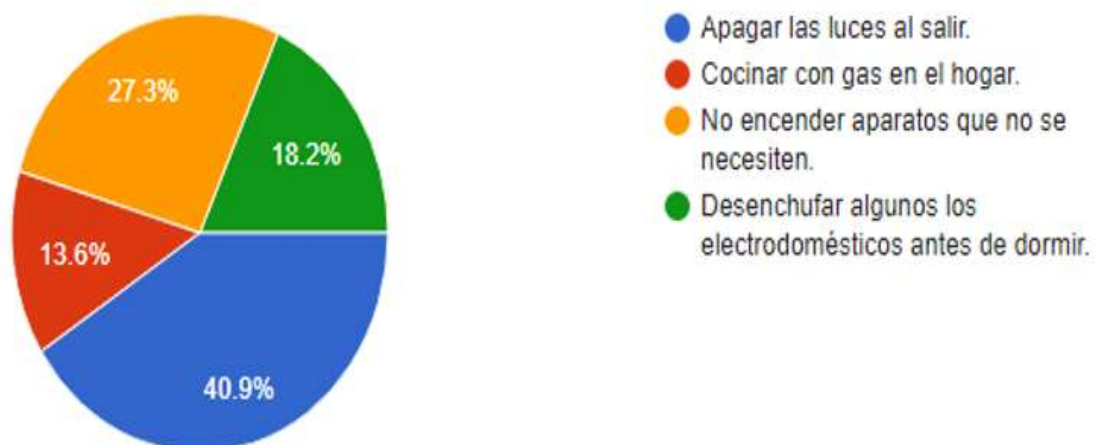


Figura 17. Estrategias de Ahorro de Energía. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre las estrategias utilizadas para el ahorro de energía se puede observar que el 40.9% de los encuestados mencionaron que al apagar las luces al

salir es una buena estrategia, el 18.23% prefieren no encender aparatos que no se necesiten, el 18.2% optan por desenchufar algunos electrodomésticos antes de dormir y el 13.6 % cocina con gas. Estos resultados nos muestran que las personas utilizan varias estrategias para reducir el consumo del servicio eléctrico, resaltando el apagar las luces al salir como uno de los más utilizados.

6. ¿Le gustaría usar un tipo de energía limpia, sustentable e inagotable?

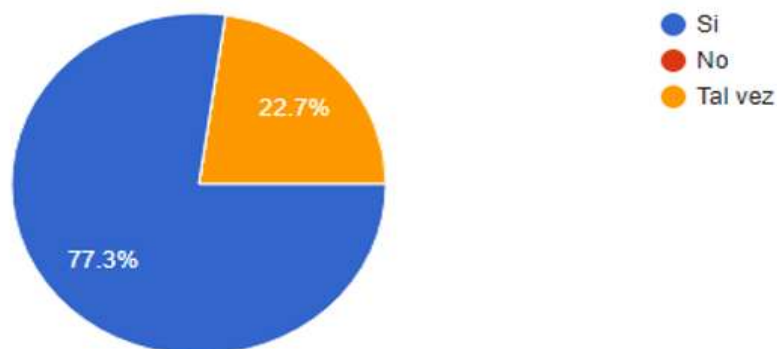


Figura 18. De acuerdo con nuevos tipos de energía. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre si a los ciudadanos le gustaría usar un tipo de energía limpia, sustentable e inagotable, se puede observar que al 77.3% de los encuestados le gustaría probar un nuevo tipo de energía, al 22.7% no están de acuerdo con probar otro tipo de energía. En base a estos resultados se puede decir que un tipo nuevo de energía limpia, sustentable e inagotable seria bien recibida en la comunidad.

7. ¿Conoce usted sobre alguno de estos tipos de energía sustentable?

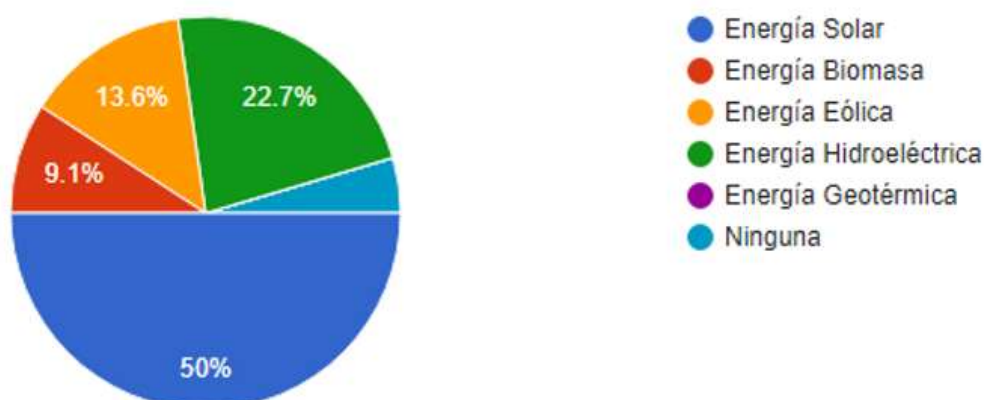


Figura 19. Tipos de Energía Sustentable. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre el conocimiento de tipos de energía sustentable, se puede observar que el 50% de los encuestados mencionaron que tienen conocimiento de la energía solar, el 22.7% conocen acerca de la energía hidroeléctrica, el 13.6% saben sobre la energía eólica, el 9.1 % saben sobre la energía biomasa, el 5% no conocen sobre estos tipos de energía. Esto resultados nos evidencia un bajo conocimiento sobre otro tipo de energía sustentable, la mayor parte solo saben acerca de la energía solar.

8. ¿Ha escuchado el termino Biomasa?

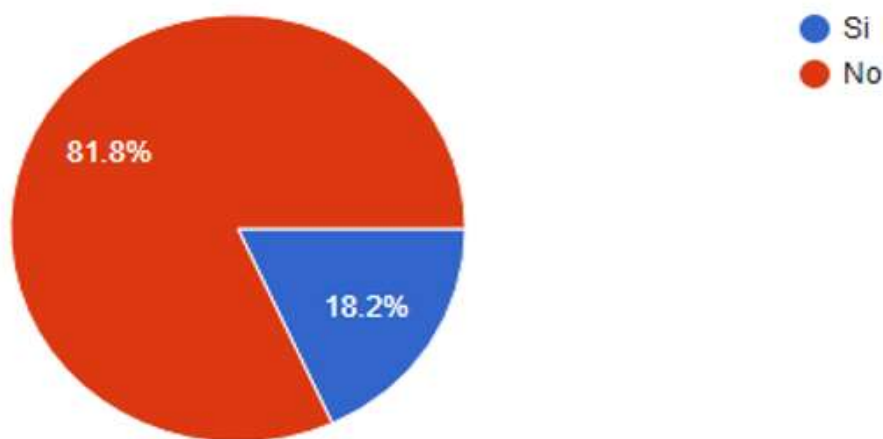


Figura 20. Conoce el termino Biomasa. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre si se ha escuchado el termino Biomasa, se puede observar que el 81.8% de los encuestados mencionaron que, si han escuchado sobre biomasa, en cambio el 18.2% nunca han oído mencionar la biomasa. Esto indica que el termino biomasa si es un tema que ha llegado a muy baja escala a oídos de los pobladores de Sabanilla.

9. ¿Sabía usted que se puede utilizar residuos forestales, animales y vegetales como fuente para producir electricidad?

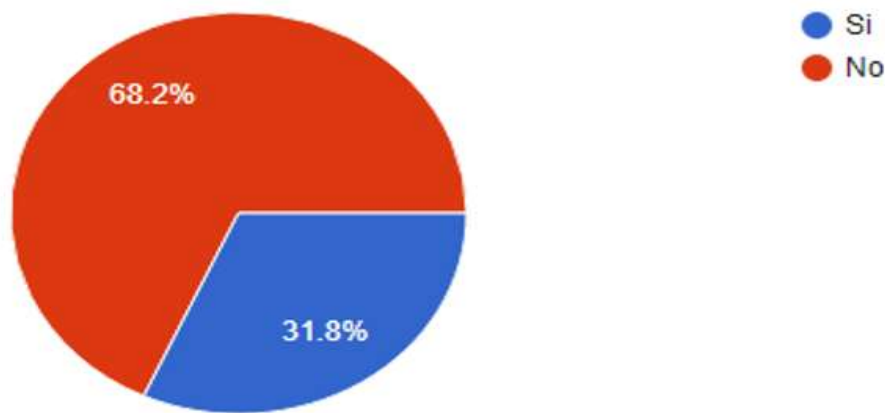


Figura 21. Fuentes para producir electricidad. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre conocimiento de la utilización de residuos forestales, animales y vegetales como fuente para producir electricidad el 68.2% desconoce sobre este tema, y un 31.8% si tiene conocimiento sobre estos componentes. Estos resultados evidencian una falta de conocimiento sobre la forma de producir energía a través de residuos forestales, animales y vegetales.

10. ¿Estaría de acuerdo en reemplazar la energía eléctrica convencional por una energía alternativa en su sector?

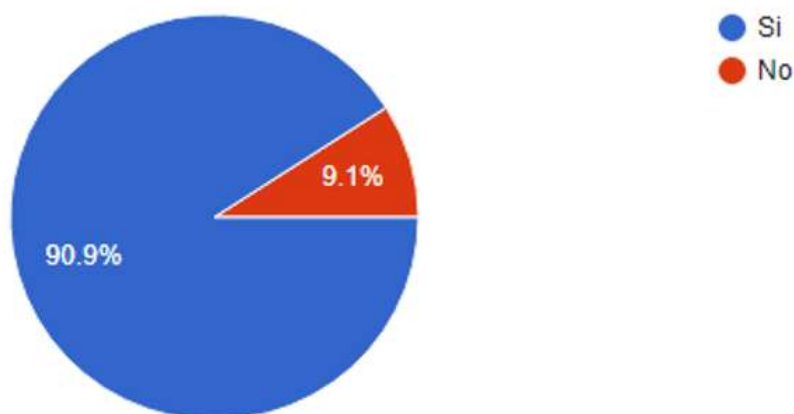


Figura 22. Cambio de energía convencional. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre reemplazar la energía eléctrica convencional por una energía alternativa en su sector, el 90.9% estaría de acuerdo en reemplazar a la energía eléctrica por otra más sustentable y el 9.1% de los encuestados no lo están. Se evidencia un

claro auge para nuevas formas de energía sustentables que reemplazaría a las formas de energía convencional.

11. ¿Si pudiera elegir el uso de energía verde como fuente energética, estaría de acuerdo en su uso residencial?

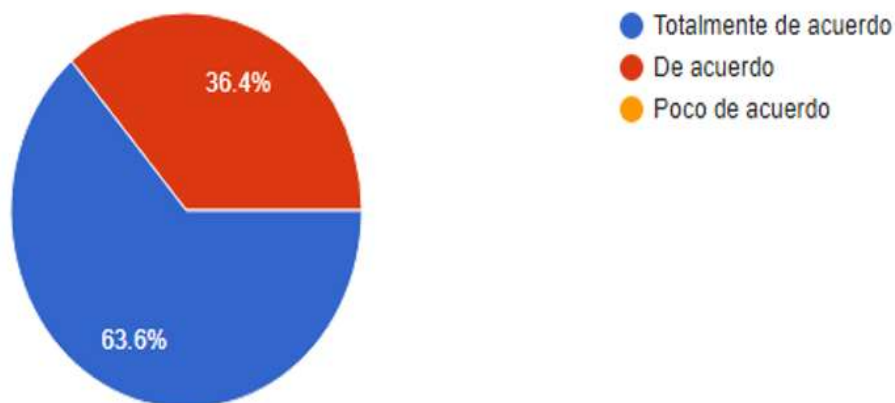


Figura 23. Uso de energía verde. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre la elección del uso de energía verde como fuente energética residencial, el 63.6% está totalmente de acuerdo en su uso residencial y el 36.4% están de acuerdo. Esto indica que la gran parte están dispuesta a elegir un nuevo tipo de energía para sus residencias

12. ¿Si la instalación de un sistema gasificador le permitiera ahorrar un 60% en su factura eléctrica, cuanto estaría dispuesto a cancelar por está energía alternativa?

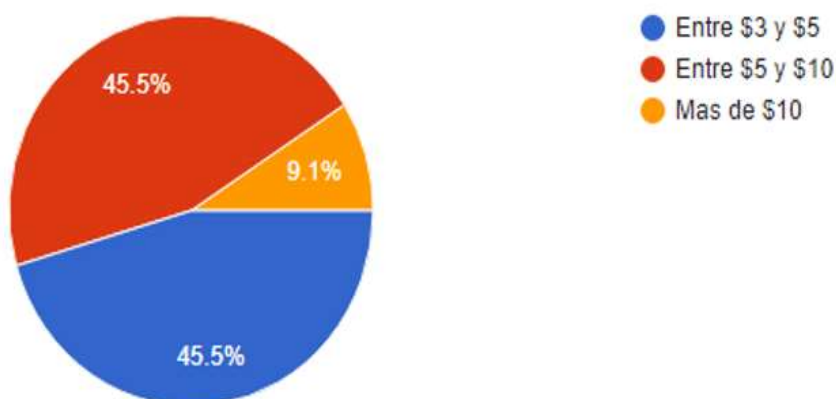


Figura 24. Ahorro con Sistema Gasificador. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre el precio a cancelar por la energía alternativa con un 60% de ahorro, el 45.5% estaría dispuesto a pagar entre \$3y \$5, y otro 45.5%, pagaría entre \$5y \$10 y el 9.1%, están dispuesto a pagar más de \$10. Lo que nos indica que la instalación de una nueva forma de energía entraría a los domicilios a un coste de entre \$3 y \$10 dólares

13. ¿Estaría de acuerdo en reemplazar la energía eléctrica convencional por energía Biomasa en su sector?

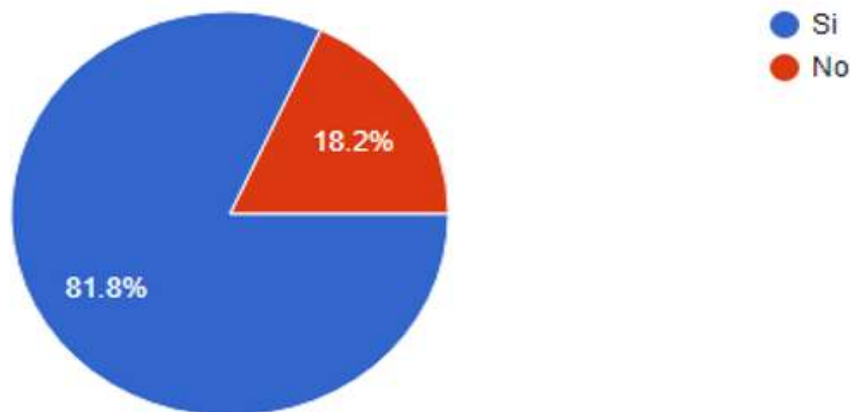
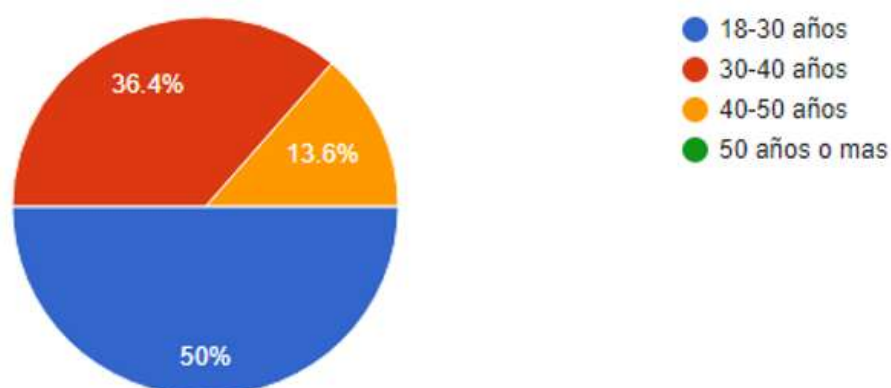


Figura 25. *Reemplazo de Servicio Electrico. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.*

De acuerdo con la encuesta realizada sobre reemplazar la energía eléctrica convencional por energía Biomasa en su sector, el 81.8% estaría dispuesto a reemplazar a la energía eléctrica, y un 18.2% no la reemplazaría. Lo que nos indica que hay un mayor índice de personas que estaría dispuesto a cambiar la energía eléctrica por una energía biomasa sustentable.

14. Edad



Figura

26. Edad. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada, los encuestados fueron el 50% personas entre los 18 y 30 años, el 36.4, fueron entre los 30 y 40 años, y el 13.6% fueron a personas de entre los 40 y 50 años.

15. Estado civil

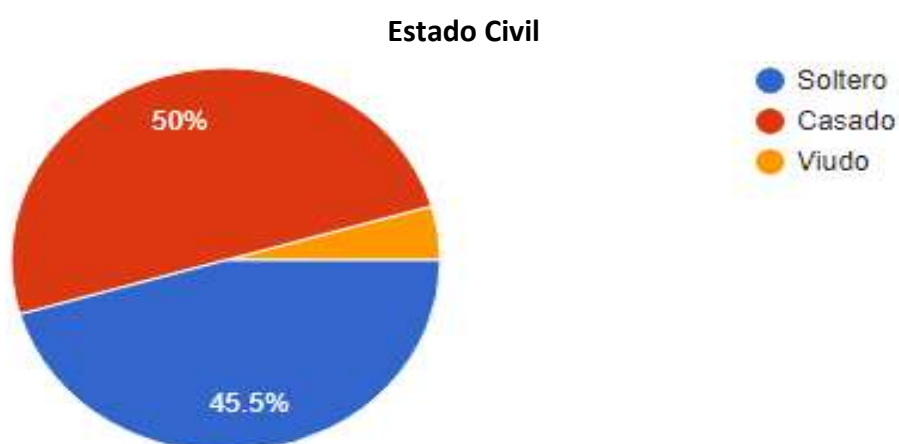


Figura 27. Estado Civil. Información tomada por la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

De acuerdo con la encuesta realizada, los encuestados fueron el 50% personas casadas, el 45.5% fueron personas solteras, y un 1% personas viudas.

3.5 Descripción del entorno de la parroquia Sabanilla

La parroquia sabanilla se encuentra ubicada en el cantón Pedro Carbo, a 27 Km de la ciudad de Guayaquil, se encuentra en la vía principal que conduce a la Provincia de Manabí 3 km antes de llegar al cantón Pedro Carbo, por lo tanto, es la única vía de primer orden que tiene la localidad, geográficamente pasa al extremo derecho del sitio.

Las demás vías internas en su mayoría son solamente lastradas y otras no reciben ningún tipo de tratamiento, por lo que en el tiempo de lluvias en algunas zonas de la Cabecera Parroquial es dificultoso el acceso. En la actualidad la Prefectura realizó ampliación de la vía principal que ahora es de 4 carriles dividido en 2 al lado derecho y 2 al lado izquierdo, siendo una ventaja para la movilidad del tránsito vehicular, pero un problema para los habitantes, ya que se vuelve peligroso cruzar la vía sin las respectivas señaléticas y semaforización.

Según el censo del (INEC, 2010), la parroquia cuenta con una población de 5.878 habitantes de los cuales el 51,47% son hombres y 47.53 % mujeres. Cuenta con una densidad poblacional de 18 por Km², la gran parte de la población se dedica a la agricultura y ganadería debido al clima y la producción de la tierra. La mayor parte de la población se considera de origen mestizo.

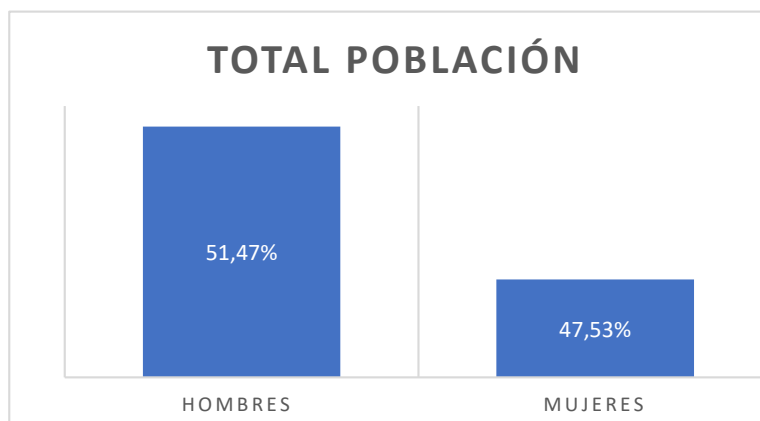
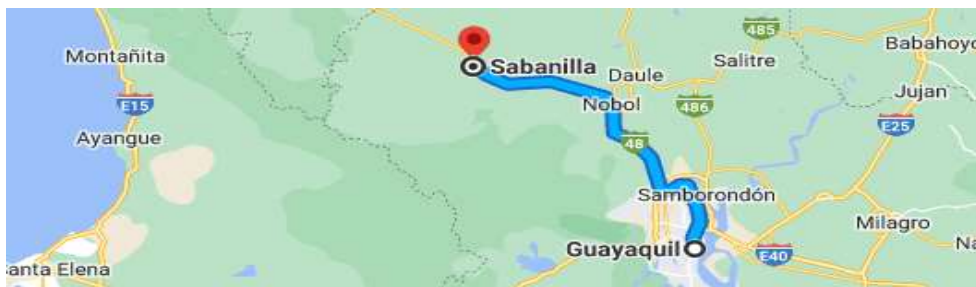


Figura 28. Población total de la Parroquia Sabanilla. Elaborado por Yangari Iliana

Existen diversas formas de llegar a la parroquia Sabanilla, ya sea en transporte público o por medio propio. Si requieren llegar por transporte lo primero es salir del terminal de Guayaquil, lo cual demoran 1 hora 5 min, con un recorrido de 67,2 km, por E48 Y H482.



h 5 min (67.2 km) por E48 y E482

Figura 29. Recorrido para llegar a Sabanilla. Información tomada de Google maps. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

Los buses que llegan desde el terminal terrestre son:

- Cooperativa de Transporte Pedro Carbo
- Cooperativa de Transporte Piedacita

Las que pasan por la vía principal a otras ciudades:

- Cooperativa de Transporte Jipijapa
- Cooperativa de Transporte Ruta Portovejense
- Cooperativa de Transporte Coactur
- Cooperativa de Transporte Reina del Camino

Y luego se puede tomar taxi o la línea de autobús Cooperativa Sabanillense.

3.5.1 Caracterización de los Recursos Energéticos Existentes en la Localidad

Según un informe en territorial por parte del Consejo de Planificación del Gad Parroquial Sabanilla, se determinó un total de 24 especies de las familias vegetales Solanácea. A continuación, detallaremos algunas de las especies existentes encontradas.

Tabla 4. Flora de la Parroquia Sabanilla

Familia	Nombre Común	Descripción
Acantácea	Camarón	Hierba, tiene flores lilas. Nativa de la costa y Amazonia.
Apocynaceae	Palo de Leche	Arbolito de 4m de alto, latex blanco.

Asteraceae	Rob. Chilca	Árbol de 12m de alto. Hojas simples.
Bixacea	Muyuyo	Arbusto nativo para artesanías.
Bignoniaceae	Bastón	Liana, contiene hojas compuestas.
Bignoniaceae	Guayacán	Árbol de 4m de alto para construcción de muebles.
Bombacaceae	Beldaco	Árbol de 25m de alto.
Boraginaceae	Tutumbe	Árbol de 6m de alto
Caesalpiniaceae	Algarrobo	Arbusto de 5m altos.

Información tomada de Consejo de Participación del Gad Parroquia Rural Sabanilla. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

Entre las especies Ictiofauna que se encuentran en la zona territorial tenemos: crustáceos, moluscos, characidae.

Tabla 5. Especies en peligro de extinción

Familia	Nombre	Descripción
Boide	Matacaballo	Puede vivir en habitat alejada con poca cantidad de agua, pero también se adapta a zonas con humedad.
Canidae	Mapache	Habita en zonas boscosas, es omnívoro y come lo que está disponible.
Colubriade	Chonta	Se alimenta principalmente de otras serpientes, pero en su alimentación también incluye pequeños mamíferos.

Información tomada de Consejo de Participación del Gad Parroquia Rural Sabanilla. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

También se pudo recopilar información sobre los principales productos que se cosechan en la zona, por el clima tropical Megatérmico seco, que nos indica que tendremos escasez de humedad entre los meses junio y noviembre.

Tabla 6. Principales Productos agrícolas

N°	Producto
1	Maíz
2	Mango
3	Arroz

4	Fréjol
5	Papaya
6	Ciruelo
7	Cacao
8	Ajonjolí
9	Soya
10	Pimiento
11	Banano

Información tomada de Consejo de Participación del Gad Parroquia Rural Sabanilla. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

Como se puede evidenciar en la tabla 5, entre los principales productos agrícolas que se cultivan está el banano y la caña de azúcar, cacao, mango son cultivos permanentes, mientras que maíz, arroz, ajonjolí, frejol entre otros son productos de cultivo transitorios.

Con esto se concluye que es una zona con altos residuos agrícolas, que se les puede reutilizar como materia prima aprovechando su composición química.

3.5.2 Actividades Productivas

Explicaremos la realidad del sector productivo primario de la parroquia Sabanilla, información que se obtuvo gracias al esfuerzo del equipo técnico consultor Bluforza y miembros de la junta parroquial de Sabanilla, con el fin de elaborar un PDyOT que refleje la situación. (Provisional, 2015).

Se recopiló información del sector productivo agrícola y pecuario del territorio parroquial de Sabanilla, con una cobertura del 100%. La participación de los agricultores fue bastante alta con niveles significativos, lográndose en las comunidades una participación del 80% y más, con lo cual se consiguió recoger el sentir general de la población.

El uso actual de las tierras está enfocado en la agricultura y en menor escala la ganadería, existiendo plantaciones permanentes, arboricultura tropical, pastos, y cultivos de ciclo corto.

La extensión territorial está cubierta en su mayoría para conservación y protección que ocupa aproximadamente el 72,99% de la superficie parroquial, seguida por Agropecuario Mixto del 17,64%, Agrícola con 6,33% y Pecuaria con el 3,00%. Dentro de la parroquia Sabanilla se han podido distinguir las siguientes unidades de vegetación y usos de suelo. (Choez Cantos, 2015).

Tabla 7. Cobertura y usos del suelo.

Cobertura	Principales usos	Principales cambios
Agrícola	Reducción de áreas para ocuparlas como tierras de cultivo Maíz, Mango, Maíz-Fréjol, Arroz, Fréjol, Papaya, Ciruelo, Cacao, Ajonjolí, Soya, pimiento, Tomate Riñón, Melón, Plátano.	Ampliación de la frontera agrícola
Agricultura Mixto	Pasto cultivado con presencia de árboles, son tierras de descanso. Arboricultura.	Cobertura natural desplazada por actividades agropecuarias.
Pecuario	Pasto cultivado y presencia de ganado vacuno.	Fracción por plantaciones
Conservación y protección	Matorral seco de tierras bajas de la costa, herbazal palustre de tierras bajas de la costa.	Se ha reducido su extensión Paisajismo deteriorado.
Zonas Urbanas	Ocupación de la población en la cabecera parroquial y asentamientos humanos dispersos	De uso agrícola a uso de viviendas dispersas, sin servicios básicos.

Información tomada de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural Sabanilla 2015- 2025. Elaborado por Yangari Salazar Iliana Janeth

3.5.3 Determinación de los requerimientos energéticos de la ubicación

Como se había mencionado anteriormente en el Capítulo I, uno de los principales problemas es que existen zonas donde el servicio eléctrico que le proporciona CNEL Pedro Carbo es deficiente y limitado, aparte aún existen algunos sectores en que la electrificación todavía no ha llegado.

Pocos recursos económicos debido a que la mayoría de la población se dedican a la agricultura, y no cuentan con trabajo fijo para sustentar todos sus gastos.

También se conoce que en ciertos sectores se presentan dificultades para el acceso a la red móvil, a internet fijo, por ser una zona alejada del sector urbano.

3.5.4 Gastos del Consumo Eléctrico

En el barrio San Gregorio, se preguntó a las familias sobre su consumo mensual de luz para determinar cuánto es su gasto, se recopiló información a través las facturas del consumo

de energía eléctrica de los últimos meses en algunas viviendas, en otras familias las personas eran reservadas y no nos proporcionaron dicha información.

Se elaboró la siguiente tabla 7, donde se especifica el gasto mensual que ellos regularmente cancelan al CNEL Pedro Carbo.

Tabla 8. Gasto Servicio Electrico y Alumbrado Público.

Servicio Electrico/ Alumbrado Publico	Observaciones
Servicio Electrico	15,22
Comercialización	1,41
Alumbrado Publico	1.88
Subsidio Solidario	1.38
Otros Pagos	
Gestión suspensión	2.50
Notificación mora	0.46
Subtotal a pagar	20.11
Tasa cuerpo de Bomberos	2.00
Recolección de Basura	1.25
Total a Pagar (USD)	23.32

Información tomada de la investigación web. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

3.5.5 Análisis de los recursos energéticos en la localidad

A través de visitas a la comunidad, se consultó a varios a los habitantes, quienes fueron parte importantes para determinar la existencia de fuentes de energías renovable en la localidad, recopilando la siguiente información.

- Los vientos son frecuentes durante la noche.
- No existen fuentes hídricas cercanas.
- En época de verano el sol ilumina hasta 8 horas.
- Existe diversas fuentes de cultivos vegetales, los cuales pueden ser aprovechados como fuente energética.

- Se cultiva en época de invierno, aprovechando la lluvia para cultivar productos y en verano se utiliza plantas generadoras para los regios diarios y cultivar en escases de lluvia.

Con ayuda de estos datos proporcionados, se concluyó que existen recursos energéticos que se pueden recolectar y reutilizar para generar electricidad por medio de biomasa.

3.6 Análisis de los beneficios técnicos y Económicos

La parte económica de los habitantes es relativamente baja, debido a que sus ingresos están por debajo del salario básico, lo que les impide acceder a la canasta básica que según datos del INEC representa un valor de \$ 725,16 USD, por motivo que las actividades económicas que realizan no les ayudan a ganar el sueldo base.

Con la propuesta de reducción de costos en el servicio eléctrico domiciliario se detallan algunos beneficios de regeneración social:

- Mejora de servicio eléctrico en los domicilios.
- Recolección de residuos vegetales, agrícolas y orgánicos.
- Una comunidad trabajando en conjunto para su sostenibilidad.
- Nuevas oportunidades para obreros del sector
- Empleo

3.7 Estimación de la demanda eléctrica consumida en los hogares de la Parroquia Sabanilla

Se realizo la estimación de la demanda eléctrica que poseen los habitantes de la parroquia, detallando el consumo de los diferentes aparatos electrónicos. Como objeto de estudio se toma el barrio San Gregorio, aquí se analizaron diversos factores para determinar una aproximación potencial

Tabla 9. Consumo de energía electrica en los hogares

Cantidad	Electrodomésticos	Potencia (watts)	Uso (h/día)	Total (Wh/día)
2	TV color	150 w	6	900
1	Ventilador	200w	3	600
1		100w	24	2.400

1	Refrigerador	800	3	2.400
1	Lavadora	1000	0.5	500
1	Microondas	0.3	15	4.5
1	Regleta	500	0.5	250
1	Licuadaora	1200	1	1.2
1	Plancha	4	1	4
2	Cargador de Celular			
		45	3	135
1	Focos ahorradores de	35	1	630
1	sala, baño y cocina.	100	3	300
	Equipo de tv por cable			
	Ordenador portátil			
Total	3089.3		Wh/dia	3,329.5
			Kwh/mes	99.8

Información tomada de Electricaplicada. Elaborado por Yangari Salazar Iliana Janeth

Como se indica en la tabla 8, el consumo diario de una vivienda familiar consume 3,329.5 Wh al día y el rango de consumo mensual de una familia es 99.8 Kwh/mes, estos valores son sobre el promedio habitacional y varían dependiendo el uso de aparatos electrónicos en los hogares.

3.8 Desarrollo de la Propuesta

Durante las fases de investigación del presente documento, se obtuvo que el sistema gasificador consta de 4 procesos fundamentales; Primero inicia mediante la introducción de biomasa, luego continua el proceso de pirolisis dentro del reactor, para la obtención de gas de síntesis (syngas) que será limpiado más adelante en el ciclón, finalizando en el motor de combustión interna que se encargará de la distribución.

Contará con un sistema de alarma que estará en la parte del llenado de biomasa, el cual se encargará del monitoreo del sistema, por medio del módulo GSM enviará un mensaje o realizará una llamada.

3.8.1 Diagrama de bloque del Sistema Gasificador



Figura 30. Fases del sistema gasificador. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

3.8.2 Partes del Sistema

El sistema de gasificación cuenta con 4 procesos fundamentales:

- El reactor
- La alimentación
- La zona de limpieza
- La utilización de gas combustible

3.8.2.1 Carga de Biomasa

La biomasa empleada en el proceso de combustión debe tener una relación C/N (carbono/nitrógeno). En esta parte preparamos la materia prima que será utilizada en el proceso de gasificación, de acuerdo con las propiedades requeridas por el gasificador.

Características para Gasificación tipo Downdraft:

- Humedad Baja: 0 a 5%
- Humedad media: 5 a 14%
- Humedad alta: 14 a 22%
- Grosor: 2 - 20 cm
- Contenido de cenizas: 5%
- Temperaturas de salida del gas Baja
- Capacidad máxima 350KW

3.8.2.1.1 *Materia Prima*

Tabla 10. Biomasa con porcentaje de humedad .

Materia Prima	Humedad (%)	Poder Calorífico (MJ/Kg)
Tuza de Maíz	De 30 a 12	18.7
Cascara de arroz	15 y 8	15.49
Cacao	De 60 a 8	15.85
Viruta	10	18.00

Información tomada de Importancia de la Humedad del grano de maíz. Elaborado por Yangari Salazar Iliana Janeth

Como datos teóricos obtenidos de All Power Labs nos indican que:

1 kg de biomasa \cong 2lbs biomasa \cong $2m^3$ gas madera \cong 1HP \cong 0,75 Kw Electricidad

0.75 kw x 17 kg = 12.75 kw/h.

3.8.2.1.2 *Tolva*

En esta parte se ingresa la biomasa recolectada, la cual tiene una lámina de acero plana en la parte inferior, por la cual permite el deslizamiento del material, ya que consta de una inclinación en sus paredes, tampoco permite su acumulación en el fondo, ni pegarse en las paredes.

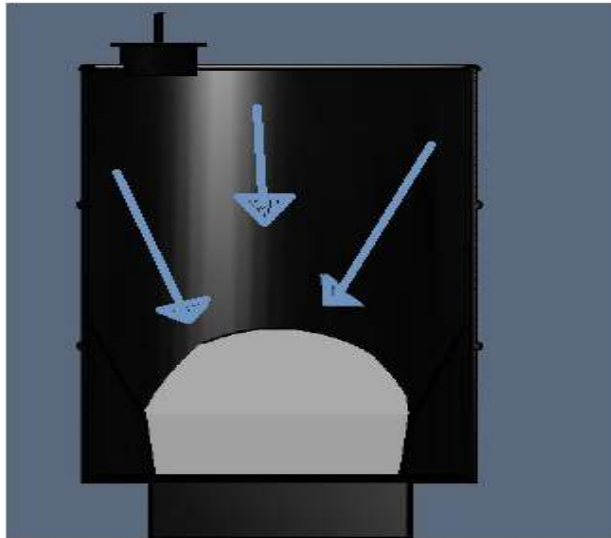


Figura 31. Estructura de una tolva. Elaborado por Yangari Salazar Iliana.

$$\text{Ecuacion Densidad } \rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = 20 \text{ gal}$$

$$m = \rho \times V$$

$$m = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 20 \text{ gal} \times \frac{3,785 \text{ l}}{1 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}}$$

$$m = 45,42 \text{ kg}$$

La carga máxima soportada de biomasa es de 45,42kg con una densidad de 600 kg/m³.

3.8.2.2 Sistema de alimentación

Existen diferentes tipos de sistemas de alimentación, para lo cual se debe tomar ciertas consideraciones como, por ejemplo; El proceso se lo realiza en un espacio herméticamente cerrado, ninguna compuerta se debe abrir durante el proceso de la gasificación.

La alimentación inicia mediante el tornillo sin fin, la cual lleva una estructura específica sobre el reactor y el depósito. Ambas partes están ubicadas sobre un mismo eje vertical, pero realizan un desplazamiento horizontal, que girara de acuerdo con el consumo de la biomasa proporcionada.

3.8.2.2.1 Intercambiador de calor (Secado)

En la etapa del secado es extraída la humedad de la biomasa hasta un 30% a una temperatura de 100 a 300 °C, este proceso es necesario para evitar la contaminación y obtener mayor eficiencia en el proceso.

3.8.2.2.2 Intercambiador de calor pirolisis

Es un intercambiador de calor de gas circundante (gases de escape del motor) se utiliza para introducir fuentes de calor externas a la zona de pirolisis en el gasificador.

A medida que desciende la biomasa seca, se incrementa el calentamiento llegando a la etapa de pirolisis a temperaturas de 300 a 700°C. Se producen reacciones exotérmicas para obtener valor de agua, metanol, alquitranes, etc.

La tapa de pirolisis tiene un orificio por el cual, se podrá revisar todo el funcionamiento del sistema, verificar el encendido, consumo de biomasa, alguna alteración en los procesos de gasificación.

Luego de pasar por la zona de pirolisis, se atraen al proceso de oxidación donde se suministra una cantidad necesaria de aire y se lleva a cabo la combustión en temperaturas 800 a 1200°C.

3.8.2.3 Limpieza de gas

En esta parte del gasificador se realiza la separación de cenizas y alquitrán en una superficie que se puede retirar para extraer esas partículas del gasificador.

3.8.2.4 Reactor en el proceso de Gasificación

El reactor es el principal componente dentro del sistema, se encarga de realizar el proceso de pirolisis, trabaja a altas temperaturas entre 400°C y 500°C, de acuerdo con la potencia requerida se utiliza los diferentes tipos de gasificadores que se muestran a continuación.

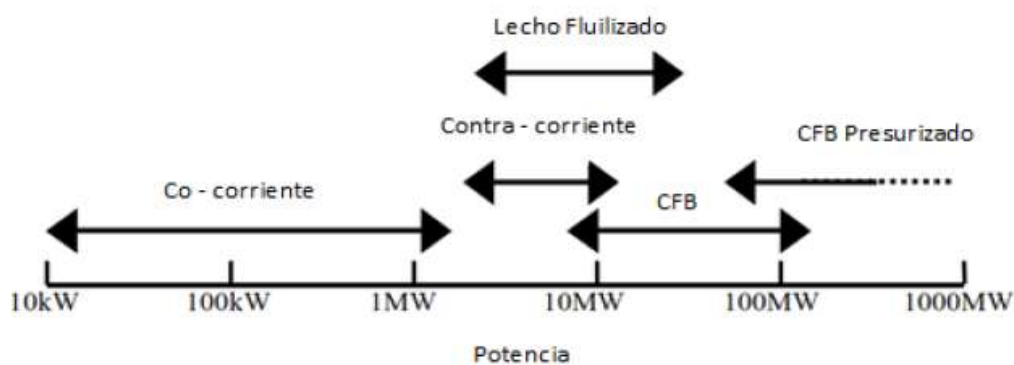


Figura 32. Potencias para el uso óptimo de Gasificadores. Elaborado por el autor.

En un reactor de lecho fijo la fase sólida se mueve lentamente hacia el fondo del reactor, a medida que se descompone la biomasa. Este gasificador presentan las condiciones técnicas más simples, y es relativamente fácil de diseñar y de operar. Se componen principalmente de un espacio cilíndrico en donde se realizan simultáneamente los procesos de secado, pirólisis y gasificación, una unidad de alimentación de biomasa, un sistema de remoción de cenizas, un sistema dosificador del agente de gasificación y la salida del gas.

Gas pobre generado es 4 – 7 MJ/m³ STP

d/d_0	d_0 mm	d_1 mm	d_2 mm	h mm	H mm	R mm	A No.	d_m mm	$A_m \times 100$ A_m	d_t mm	h mm	Range of Gas Output		Maximum Wood Consumption kg/h	Air Blast Velocity m/s
												max. Nm ³ /h	min. Nm ³ /h		
268/60	60	268	150	80	256	100	5	7.5	7.8	4.5	1.33	30	4	14	22.4
268/80	80	268	176	95	256	100	5	9.0	6.4	3.3	1.19	44	5	21	23.0
268/100	100	268	202	100	256	100	5	10.5	5.5	2.7	1.00	63	16	30	24.2
268/120	120	268	216	110	256	100	5	12.0	5.0	2.2	0.92	90	12	42	26.0
300/100	100	300	208	100	275	115	5	10.5	5.5	3.0	1.00	77	10	36	29.4
300/115	115	300	228	105	275	115	5	11.5	5.0	2.6	0.92	95	12	46	30.3
300/130	130	300	248	110	275	115	5	12.5	4.6	2.3	0.85	115	15	55	31.5
300/150	150	300	258	120	275	115	5	14.0	4.4	2.0	0.80	140	18	67	33.0
400/130	130	400	258	110	370	155	7	10.5	4.6	3.1	0.85	120	17	57	32.6
400/150	150	400	258	120	370	155	7	12.0	4.5	2.7	0.80	150	21	71	32.6
400/175	175	400	308	130	370	155	7	13.5	4.2	2.3	0.74	190	26	90	31.4
400/200	200	400	318	145	370	155	7	16.0	3.9	2.0	0.73	230	33	110	31.2

Variables not given in figure are defined as follows:

d_m = inner diameter of the tuyere.

A_m = sum of cross sectional areas of the air jet openings in the tuyeres.

A_t = cross sectional area of the throat.

A = number of tuyeres.

Figura 33. Dimensiones de Reactor Downdraft. Información tomada de Solar Technical Information Program, 1988. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

La elección de las dimensiones del reactor está basada en diseños de lecho fijo Downdraft. De la figura se obtiene las dimensiones de este, su consumo de biomasa y flujos de aire y gas.

En la cual se tiene:

- Un consumo máximo de combustible de 22kg/h
- Una salida mínima de gas de 5 Nm³/h y máximo 44 Nm³/h
- Velocidad de inyección de aire de 23 m/s

El agitador es de manera manual, se encuentra en la cama de carbón con una varilla roscada y con aislamiento térmico de fibra de vidrio para que no se caliente. El puerto de cenizas se encuentra colocado en la parte inferior del gasificador donde realiza el mantenimiento y limpieza.

3.8.2.5 Ciclón

El ciclón se lo fabrica en acero dulce generalmente es un cono truncado invertido que emplea el principio de vórtice de un fluido, es principalmente un separador gravitacional forzado por una componente de la fuerza centrífuga, separa partículas mayores a 10 micrómetros, también tiene la capacidad de trabajar a elevadas temperaturas, pudiendo éstas llegar hasta sobrepasar los 1000°C.

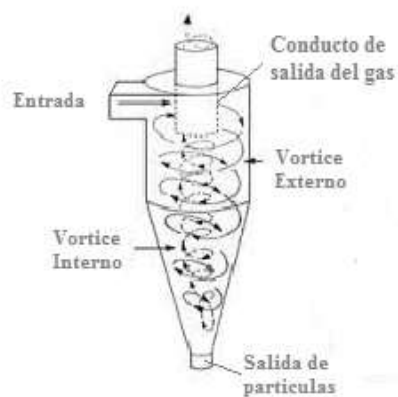


Figura 34. Circulación del Gas en el interior del ciclón. Información tomada de Emisión Ciclones Elaborado por Yangari Salazar Iliana

3.8.2.5.1 Filtro granular

Es un tanque de aceite de 15 galones, por este filtro ingresa gas impuro, que tiene partículas que no fueron retenidas en el ciclón y alquitrán, ingresa por la parte inferior y su salida es gas limpio que pasa al Venturi.

3.8.2.5.2 Venturi

Es el sistema que controla la gasificación, ya que otorga la velocidad de aire y velocidad de secuencia del gas de síntesis.

3.8.2.5.3 Quemador

Se lo coloca al final del Venturi donde esta la mezcla con aire, en esta parte se quema toda la mezcla estequiométrica (aire/gas de síntesis). Se determina la calidad del gas según la llama que se produce.



Figura 35. Venturi junto con quemador. Información tomada de *Diseño y Construcción de un Sistema Complementario para puesta de Gasificador 20kwh*. Elaborado por Morales Hernán

3.8.2.6 La utilización de gas combustible

La producción del gas se da en el reactor, sus características dependen fundamentalmente del tipo de biomasa empleada y los rangos de potencia.

El sistema cuenta con un motor de combustión interna que se encargara de transformar el gas pobre obtenido en energía mecánica.

La composición del gas de síntesis es de H_2, CO, CH_4 .

3.8.2.7 Especificaciones generales del MCI

Para el sistema de gasificación, determinamos por medio de una selección que el motor de combustión interna tipo kabuta DG972- E2 será utilizado para la transformación de energía química en mecánica. A continuación del motor debe ir acoplado un generador eléctrico (dinamo).

Características:

GENERAL SPECIFICATION			
Model		DG972-E2	
Emission Regulation		EPA Phase3	
Type		Vertical 4-cycle Liquid Cooled Natural Gas	
Number of Cylinders		3	
Bore	mm (in)	74.5 (2.93)	
Stroke	mm (in)	73.6 (2.9)	
Displacement	L (cu.in)	0.962 (58.70)	
Fuel		Natural Gas	
Intake System		Naturally Aspirated	
Maximum Speed	rpm	3600	
Output: Net Intermittent	kW	17.6	
	hp	23.6	
	ps	23.9	
Direction of Rotation		Counterclockwise Viewed on Flywheel	
Oil Pan Capacity	L (gal)	3.7 (0.98)	
Starter Capacity	V-kW	12-1.0	
Alternator Capacity	V-A	12-40	
Length	mm (in)	525.5 (20.69)* ¹ / 452.5 (17.81)* ²	
Width	mm (in)	415.4 (16.35)	
Height (1)	mm (in)	502.5 (19.78)	
Height (2)	mm (in)	159.0 (6.26)	
Dry Weight	kg (lb)	95.4 (210.3)* ¹ / 72.0 (158.7)* ²	

Figura 36. Características del MCI. Información tomada de Kabuta. Elaborado por

- Para el cálculo de la mezcla de (aire/ gas pobre) consumida por el motor, se necesita conocer la cilindrada del motor que se encuentra en las especificaciones técnicas del mismo.

Unidad cilindrada 0,962 litros.

Tiene 3600 rpm

Formula:

$$\text{Entrada maxima de mezcla} = \frac{\text{aire}}{\text{gas}} = \frac{1}{2} * (\text{rpm}) * D * \frac{1}{60 * 1000} [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$\text{Entrada maxima de mezcla} = \frac{\text{aire}}{\text{gas}} = \frac{1}{2} * (3600\text{rpm}) * 0,962 * \frac{1}{60 * 1000} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right]$$

$$\text{Entrada maxima de mezcla} = \frac{\text{aire}}{\text{gas}} = 0,0288 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$$

- Para determinar la potencia térmica de la corriente de gas pobre en el motor, es necesario conocer el poder calorífico inferior (PCI) de dicho gas combustible, para

datos teóricos usaremos $4400\text{kJ}/\text{m}^3$ de energía térmica, para este valor se obtiene la siguiente potencia térmica.

Entrada real de gas pobre: $0,0112\text{ m}^3/\text{h}$.

Formula:

Pot. Térmica del gas = Caudal real de gas pobre* PCI del gas pobre

Pot. Térmica del gas = $0,00112 * 4400\text{ KJ}/\text{m}^3$

Pot. Térmica del gas = 49.28KW

- Para obtener la máxima potencia mecánica en el motor, se debe saber que depende del índice de compresión y que la eficiencia mecánica usada es del 28%, con estos datos tenemos:

Pot. Mecánica= Pot. térmica del gas * Eficiencia mecánica

Pot. Mecánica= $49.28\text{ KW} * 0.28$

Pot. Mecánica= 13.8KW

- Para obtener la máxima potencia eléctrica a generar, se la realiza en función de la eficiencia del generador que recepta la potencia mecánica del MCI, para una eficiencia en el generador del 80% (caso teórico).

Pot. Eléctrica= Pot. Mecánica * Eficiencia del generador eléctrico

Pot. Eléctrica= $13,8\text{KW} * 0.8$

Pot. Eléctrica= 11 KW

Se determina que la producción teórica máxima es de 11KW .

3.9 Componentes del Sistema de Alarma

3.9.1 Arduino Uno

Se conoce como una plataforma de creación de electrónica de código abierto (Open Source), la cual se basa tanto en hardware como en software libre, de uso fácil para los creadores y desarrolladores.



Figura 37. Placa Arduino. Información tomada de Kolwidi. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

En la figura 37 se tiene una placa Arduino con distintos puertos de entrada y salida necesarios para las conexiones con los distintos sensores, actuadores entre otros dispositivos. También se tiene variedad de placas como Arduino nano, mega, leonardo etc. Es un controlador de bajo coste y consumo muy fácil de usar.

3.9.2 Sensor celda de carga peso 50kg

Este sensor puede medir hasta cerca de 110 libras o 50Kg. Una celda de carga es un sensor que se utiliza para convertir una fuerza en una señal eléctrica, mediante un dispositivo mecánico, así que el peso de un objeto corresponde a un determinado voltaje. (Electronica, 2019).



Figura 38. Sensor de celda 50kg. Información tomada de Electrónica. Elaborado por el autor.

3.9.3 Modulo HX711

Es una interfaz entre la celda de carga y el microcontrolador, lo que permite la lectura de carga de manera sencilla. Este módulo tiene dos filas de pines uno que estará conectado a la celda de carga y la otra parte al microcontrolador.

3.9.4 Modulo GSM/GPRS 800L

Este módulo permite agregar SMS, datos, voz y texto a cualquier prototipo con el que se trabaje usando un microcontrolador. Es Quad-band, por lo que trabaja en frecuencias GSM 850Mhz, EGSM 900Mhz, DCS 1800 Mhz y PCS 1900 Mhz. Con este módulo se puede realizar y recibir llamadas, así como también enviar mensajes de texto, comunmente

usado para sistemas que requieren una advertencia hacia un usuario por medio de estas funciones.



Figura 39. Módulo GSM/GPRS 8000L. Información tomada de *Electronilab.com*. Elaborado por el autor

3.9.5 Diagrama Esquemático del Sistema de Alarma

La celda de carga de 50kg se encargará de monitoreo del nivel del tanque para saber si este se encuentra lleno o vacío, la información recogida por la celda de carga será interpretada por el módulo Hx711 que convierte la lectura analógica del peso en una señal digital que será transmitida al Arduino Uno, mismo que estara programado para captar los valores que se envían al microcontrolador y realizar la calibración del peso, luego la placa arduino envía esta información por comandos AT al módulo GSM/GPRS 8000L, si el peso corresponde a un valor de 50kg, el sistema continuara con las lecturas, en caso contrario si la lectura recogida corresponde a 5kg o menos, el sistema activará el envío de un mensaje o realizará una llamada haciendo uso de un módulo GSM alimentado mediante el uso de una batería, para indicar que el sistema debe ser llenado y finalmente, realizará la siguiente lectura la realiza en un lapso de 1 hora.

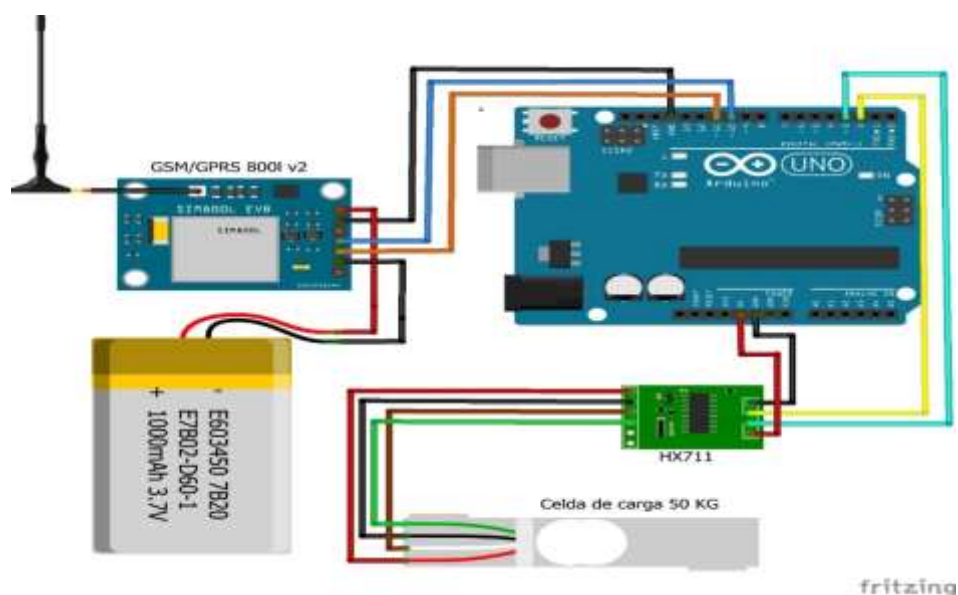


Figura 40. Esquema del sistema de notificación. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

3.10 Diseño del Sistema en el Sector

Para cubrir la demanda eléctrica del barrio San Gregorio, se determinó mediante la herramienta llamada muestra, la cual nos indica que son 22 hogares en esta zona, para los ellos se determinó la elección de un gasificador tipo Downdraft a pequeña escala $0 > 30$ kwh para generar electricidad

De acuerdo con la determinación de la materia prima que usaremos para los diferentes procesos dentro de la gasificación tenemos que deben tener una humedad menor al 30%.

El sistema se instalará en un área abierta cerca del alumbrado público, lo cual es ideal para que no afecte en su rendimiento, tendrá un sistema de alarma que enviara un mensaje o realizara una llamada al encargado indicando que el gasificador requiere ser llenado de biomasa.

3.11 Subproductos que se Obtienen de la Gasificación

Alquitranes: los alquitranes son compuestos orgánicos de carácter aromático del tipo benceno, naftaleno, pireno, entre otros, con puntos de ebullición entre 100 y 500 °C, que se producen en los fenómenos de gasificación en porcentajes entre el 0,1 y el 1 %, depende del tipo de gasificador utilizado, las condiciones de gasificación (temperatura, presión, tiempo de residencia, etc.) y la biomasa que se utiliza para gasificar. Hay que decir que, si la temperatura aumenta, la cantidad de alquitranes producidos disminuirá, aunque cambiará su composición.

Amoníaco: Es necesario eliminarlo del gas de gasificación ya que se convierte en NOx (Óxidos de Nitrógeno) durante la combustión del gas y puede generar importantes problemas ambientales. Su eliminación puede llevarse a cabo mediante la presencia de un catalizador del tipo dolomita, que descompone las moléculas de amoníaco en nitrógeno e hidrógeno. Asimismo, también se puede producir dicha eliminación con wet scrubbing, pero para ello es necesario que el gas se enfríe previamente.

Azufre: Cuando se genere azufre en el gas, se puede eliminar mediante lavado y lavado húmedo, ya que puede transformarse en SOx (Óxidos de Azufre).

Metales pesados: Puede ir con algunos de los diferentes tipos de biomásas susceptibles de gasificar, por lo que su eliminación se puede llevar a cabo con carbón activo, filtros de mangas y precipitadores electrostáticos.

Halógenos: mediante la gasificación, el cloro se puede transformar a ácido clorhídrico y el bromo a ácido bromhídrico, por lo que su eliminación en aquellos casos en los que estén presentes en cantidades importantes se puede llevar a cabo con filtros o con carbón activo. (CEUPE, 2021)

3.11.1 Manejo de los Residuos que se Obtienen en la Gasificación

La ceniza obtenida de restos de poda, plantas entre otras, se puede reutilizar para:

- Eliminar plagas, aleja hormigas y orugas en plantaciones de pimiento.
- Pasta cicatrizante, se la puede mezclar con pasta dental y se crea una mezcla homogénea y se aplica a la rama del árbol que tenga un corte.
- Como abono natural ya que tiene nutrientes como magnesio, calcio, fosforo, se la recomienda aplicar 1 o 2 veces al año por sus propiedades de cambiar el PH del mismo.

Si se obtiene azufre de la gasificación, se lo puede reutilizar:

- Para plaga de arañas (ácaros) en las plantas, se aplica el azufre en las hojas de las plantas en poca cantidad, cada 3 o 5 días, a una temperatura menor 27%.

Si se obtiene carbón, se lo puede reutilizar:

- Puede ser utilizado para cocinar de manera antigua, en hornos a base de carbón.
- Se puede triturar el carbón en pequeñas partes, y se mezcla una pequeña parte con la tierra que se usara en el huerto.
- Se lo puede comercializar para tener un nuevo ingreso.

3.12 Capacidad de Producción

El sistema de gasificación es capaz de producir un máximo de 17,6 Kwh con la operación correcta y un buen mantenimiento puede estar en funcionamiento las 24 horas del día continuas teniendo en cuenta que no sobrepase los 1200°C.

- 23kg de biomasa por hora producen 17,40 Kwh.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, y reduciendo su capacidad tenemos:

1 hora al 73% de la capacidad del sistema puede producir 12.8 KW/h.

Equivale a 17 kg de Biomasa por hora.

Tabla 11. Producción diaria

Horas	Producción (KW/h)
1	12,8
5	64
10	128
15	192
24	307,2

Información tomada de la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

Al completar el día se producen 307,2 KW/h, de acuerdo con el límite del sistema, su producción se reduce a 15 horas diarias en el mes, por lo que se tiene una producción mensual de 5760 KW/h.

Una producción anual de 69120 KW/h.

3.13 Impacto del proyecto en la localidad

El presente proyecto genera un impacto positivo en los habitantes de la parroquia Sabanilla, en el barrio San Gregorio debido que reducirán costos en el servicio eléctrico, mejorará su estilo de vida y se tendrá una comunidad unida, por otra parte, se destaca lo innovador de la propuesta siendo este un incentivo para futuros aportes sobre energías limpias en el Ecuador.

3.13.1 Impacto Económico

Para que el proyecto sea sostenible, se demuestra que la parte económica que personifica un sistema de producción y distribución sea importante para satisfacer las necesidades básicas a través del dinero o cualquier valor económico pagable.

En el caso de los precios del uso de energía renovable en el país, según la regulación de CONELEC 009/06 indica que dio a reconocer la energía medida en un punto de entrega, expresados en centavos de dólar de los Estados Unidos por kWh, son aquellos indicados en el cuadro que se presenta más adelante. No se reconocerá pago por potencia a la producción de las centrales no convencionales. (Regulación, 2015).

Tabla 12. Precio de las energías Renovables

Energía	Precio en la costa	Precio en Amazonia
Eólica	9.39	12.21
Fotovoltaica	52.04	57.24
Biomasa y Biogás	9.67	10.64
Biomasa y Biogás <5MW	11.47	12.16
Biomasa y Biogás >5MW	9.60	10.56
Geotérmicas	9.28	10.21
Pequeñas centrales hidroeléctricas hasta 5MW	5.80	6.38

Información tomada de Conelec – 009/06. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

Sin embargo, si se toma el precio de los sistemas para Biomasa son demasiados caros en relación con otros países como EE.UU, Alemania, Japón e Inglaterra que tiene precio reducidos y más accesibilidad a su obtención en generación de energía con Biomasa.

De tal motivo en Ecuador se requiere un ajuste que regule este precio, también de un marco jurídico que promueva la instalación de pequeños emprendimientos con el uso de biomasa, como gasificadores a pequeña escala conectados a redes de distribución eléctrica.

Para establecer el precio del pliego tarifario que los habitantes de la comunidad de Sabanilla pagaran por el consumo energético, se buscó una entidad bancaria que financie proyectos de energías renovables, esta será Banco Pichincha la cual financiara mediante créditos productivos para proyectos que incorporan energías verdes o ahorro de agua, en este caso será energía Biomasa. Para ello habrá que cumplir unas series de requisitos que nos pedirán para obtener el financiamiento. Aparte nos cobrarán una tasa de interés del 1,80 %.

El crédito que nos otorgará será de los valores de los costos de la instalación del Sistema Gasificador que en total dan \$ 3,356.05 USD. Se calcula que los habitantes cancelan mensualmente entre \$20 y \$30 USD por la planilla de luz, lo que para ellos es un valor muy elevado con relación a su sueldo básico.

Para determinar el valor de la tarifa mensual que tendrán que cancelar los comuneros, se agregara también el costo del mantenimiento y operación de micro red, la cual se pagara en cuotas mensuales a 5 años.

Tabla 13. Tarifa para usuario residencial

Tarifa

Cuota mensual a 5 años	\$ 2,20
Tasa de interés Bancaria 1,80%	\$ 0,50
Subtotal cuota mensual	\$2,70
Cuota mantenimiento del sistema	\$ 1,20
Total a cancelar	\$ 3,85

Información obtenida de la investigación directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

El valor mensual para cancelar por el consumo del sistema Gasificador de la comunidad de Sabanilla sería de \$ 3,85 USD, las cuales comparando con lo que cancelan mensualmente en la facturación electrónica representa una reducción del 74% de acuerdo a lo que pagaban anteriormente, teniendo en cuenta que, mediante la encuesta realizada a las familias, ellos están de acuerdo en cancelar ese valor.

Por otra parte, se establece que con la instalación de este sistema se tendrá un ahorro del 62%, de acuerdo con su pago mensual en la facturación eléctrica.

Si el sistema trabaja 15 horas al día durante el mes, se realiza un ahorro del 62% en su facturación mensual.

Tabla 14. Ahorro con el Sistema.

Tiempo (horas)	Porcentaje/día
9	37%
14	58%
15	62%
17	70%
24	100%

Información tomada de la investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

Con los cálculos realizados en la tabla 11, se concluye que el sistema gasificador puede alcanzar un ahorro en los hogares de hasta el 100% en la factura eléctrica, pero como mencionamos anteriormente para evitar sobrecalentamiento o fallas, su óptima operación estará alrededor de los 60% al día.

Tabla 15. Promedio de ahorro por funcionamiento.

Precio de facturación Actual	Precio con el Sistema Gasificador (\$)
-------------------------------------	---

\$15.00	9.55
\$20.00	11.45
\$25.00	13.35
\$30.00	15.25

Información tomada de investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

En la tabla 12, se detalla el ahorro que se obtendrá con la instalación del sistema gasificador, usando un promedio de los precios de la factura de algunos de los habitantes de la parroquia se procedió a realizar los cálculos donde se indica que si el sistema está en funcionamiento durante 15 horas, las horas 9 restantes para completar el día las compensará el sistema eléctrico convencional, sabiendo esto, se cancelará en la factura eléctrica mensual el porcentaje correspondido al uso convencional y el uso del sistema gasificador que es una tarifa fija de \$3.85 durante 5 años como se indicó en la anterior sección.

3.13.2 Impacto Ambiental y Sostenible

Ecuador fomenta el uso de energía verde dentro de su marco regulatorio, por sus características ambientales, económicas y fundamentalmente porque está sujeto a promover el desarrollo sostenible del sector eléctrico; promueve el uso de energía hidráulica, eólica, biomasa y geotérmica. En el ámbito de su normativa de desarrollo Sostenible (Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021) se destaca a continuación:

Objetivo 7. Garantizar el libre acceso a una energía asequible, tangible, sostenible e innovadora.

B.5.1 Estrategia A. Incentivar el cambio de la matriz energética que ayudara a que varios proyectos de generación se expandan en el país.

B.5.4 Estrategia D. Impulsar la implementación de proyectos de generación eléctrica con energía verde, organizaciones como ODS, MERNNR y Arconel, buscan desarrollar nuevas normativas para promover, progresar y ejecutar diversos proyectos energéticos en el sector público y privado del Ecuador. Esto no solo ayudará a las empresas con nuevas tecnologías de generación de energía, sino que también facilitará cambios en el uso de combustibles fósiles en el país.

B.5.6 Estrategia F. Ampliación del Programa de Mejora del Servicio de Servicios Públicos de Energía Eléctrica, este trabajo tiene como objetivo focalizar y focalizar la distribución y comercialización de energía eléctrica en el país.:

- Mejora de la gestión: Está enfocado a mejorar y fortalecer la gestión de la empresa eléctrica en el Ecuador, así aumentando su eficacia y eficiencia.
- Reducción de pérdidas: Son un conjunto de proyectos que reducirán las pérdidas técnicas y comerciales.
- Mejorar la calidad de servicios: El objetivo es construir y modernizar las redes para garantizar la disponibilidad de electrificación, para satisfacer las necesidades actuales y futuras de los usuarios del servicio de eléctrico.

3.14 Presupuesto del Sistema

Tabla 16. Costo del Sistema Gasificador

Componentes	Cantidad	Valor por unidad (\$)	Valor total (\$)
Tolva	1	12.50	12.50
Tornillo sin fin	1	37.00	37.00
Mangueras Dn 304	1	7.00	7.00
Tanque 16gal	1	6.00	6.00
Motor 12V dc	1	19.00	19.00
Radiador	1	62.00	62.00
Venturi $\frac{3}{4}$ $\frac{1}{2}$	1	45.00	45.00
Inyectores de aire	5	6.00	30.00
Cinta térmica	1	14.00	14.00
Motor	1	1,138.00	1,238.00
Tablero de transferencia	1	950.00	950.00
Acero AISI 304	1	46.00	46.00
Modulo GSM 800L	1	15.00	15.00
Sensor de peso 50kg+ Hx711	1	9.45	9.45
Jumpers	1	2.00	2.00
Chip claro	1	2.50	2.50
Batería	1	0.60	0.60
Materiales de protección	1	60.00	60.00
Mano de obra	1	500.00	800.00
Total			\$ 3.356,05

Información tomada de la Investigación Directa. Elaborado por Yangari Salazar Iliana

Todos los costos de instalación presentados como materiales, protección, y mano de obra son estimaciones que pueden variar al momento de ejecutar el proyecto. Se puede agregar el transporte de los constructores, viáticos, hospedaje y pagos.

3.15 Conclusiones

En el presente trabajo de titulación se realizó una caracterización de los recursos energéticos presentes en la comunidad con el fin de determinar cuál de ellos era más factible en cuanto a la generación eléctrica, se concluyó que el resultado fue biomasa como mejor alternativa.

Se pudo conocer que el uso de la biomasa permite la eliminación de residuos o desechos que por lo general son contaminantes del subsuelo permitiendo de esa manera contribuir a la sostenibilidad del planeta.

El método escogido para la obtención de energía eléctrica no implica emisiones de CO₂, siendo esto muy beneficioso para la reducción de emisión de gases de efecto invernadero

Se pudo determinar que una parte importante del desarrollo del sistema es conocer entre las especificaciones de sus componentes, tales como la carga de biomasa que soporta, la potencia y las horas que estará en funcionamiento.

Para finalizar, la información obtenida mediante el uso de la herramienta encuesta nos permitió conocer la falta de información acerca de energías alternativas de generación eléctrica en los habitantes.

3.16 Recomendaciones

Para la ejecución real de este proyecto, se recomienda realizar pruebas reales que permitan determinar los parámetros con los cuales se garantiza la mayor eficiencia de este.

Una mejora que se puede realizar es la incorporación de un sensor que mida el nivel del combustible y de esta manera se automatice el llenado de la biomasa este actuaría como un switch.

En base a la información obtenida sobre sistemas similares se recomienda verificar el grado de humedad de la materia prima para que no sobrepase el límite requerido por el sistema.

Se recomienda ampliar los próximos estudios para las diferentes fuentes energéticas, de manera que sean aplicable considerando las condiciones ambientales y geográficas de dicho caso de estudio y se pueda utilizar un uso eficiente de la misma.

Se recomienda además idear sistemas alternativos de energías con el uso de recursos renovables debido a que en el sector analizado se encontraron diversas fuentes utilizables.

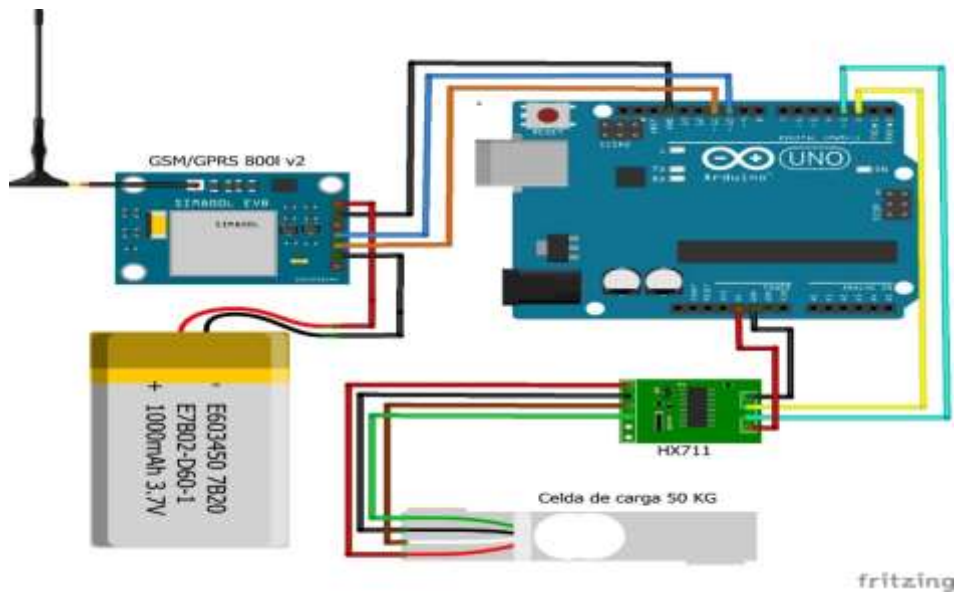
Se debería realizar charlas de concientización o conocimiento a los habitantes del sector para que obtengan un entendimiento de los beneficios existentes de la energía verde y de esta manera llegar a romper los paradigmas existentes en cuanto al uso de estas.

Se debería realizar estudios similares en comunidades rurales para determinar la posible implementación de sistemas de generación a partir de energías limpias.

ANEXOS

Anexo 1

Esquema del sistema de alarma



Esquema del sistema de notificación.

Anexo 2

Programación del sistema de alarma

```
#include "HX711.h"
#include <SoftwareSerial.h>

HX711 scale(5, 6);

float calibration_factor =48100;

float units;

float cunces;

//CODIGO PARA EL GSM/GPRS 800L V2
SoftwareSerial sim(10,11); //tx (naranja) y luego rx (amarillo)

int _timeout;

String _buffer;

String number = "+593961511270";

void setup() {
  Serial.begin (9600);
```

```

Serial.println("HX711 Calibration sketch");
Serial.println("Remove all weight from scale");
Serial.println("After reading begin, place know weight on acale");
Serial.println("Press + or a to increase calibration factor");
Serial.println("Press - or a to decrease calibration factor");
scale.set_scale();
scale.tare();
long zero_factor = scale.read_average();
Serial.print("zero_factor ");
Serial.println(zero_factor);
}

```

```

void loop() {
  scale.set_scale(calibration_factor);
  Serial.print("Leyendo ");
  units = scale.get_units(), 10;
  if (units < 0)
  {
    units = 0.00;
  }
  cunces = 0.035274;
  Serial.print(units);
  Serial.print("kg ");
  Serial.print("calibration_factor ");
  Serial.print(calibration_factor);
  Serial.print();
  delay(500);

  if (Serial.available())
  {

```

```

char temp = Serial.read();
if (temp == '+' || temp == 'a')
  calibration_factor += 1;
else if (temp == '-' || temp == 'z')
  calibration_factor -=1;
}

```

```

if (units == 5.00 ){
  texto();
  llamar();
  delay(15000);
}
else{

}

```

```

} //final del loop

```

//FUNCIONES PARA LLAMAR Y ENVIAR MENSAJE DE TEXTO

```

void llamar(){
  sim.print("ATD"); //Comando AT para iniciar una llamada
  sim.print(number); //Numero al que se llama
  sim.println(";"); //El ";" indica llamada de voz y no de datos
  Serial.print("Llamando a "); //mensaje de llamando
  Serial.println(number); // numero al que llama
  delay(15000); //duración de la llamada o timbrando
  sim.println("ATH"); //comando AT para terminar llamada
  Serial.println("Llamada finalizada");
  delay(1200000);
}

```



```
void texto(){  
    //Formato de SMS en ASCII  
    sim.print("AT+CMGF=1\r\n");  
    delay(1000);  
    //Enviar comando para un nuevo SMS al número agregado  
    sim.print("AT+CMGS=\"+593961511270\"\r\n");  
    delay(1000);  
    //Enviar contenido del SMS  
    sim.print("El sistema necesita ser llenado");  
    delay(1000);  
    //Enviar el mensaje  
    sim.print((char)26);  
    delay(1000);  
    Serial.println("Mensaje enviado");  
    Serial.println("");  
    delay(1200000);  
  
}
```

Codigo del sistema de alarma

Anexo 3

Encuesta realizada a los habitantes de la parroquia Sabanilla



Recolección de datos en el sector.



Comunidad de Sabanilla

Anexos 4

Sistema Gasificador tipo Downdraft



Ejemplo de un Gasificador 17 kw.



Motor de Combustión Interna

Anexo 5

Preguntas de encuesta a habitantes de la parroquia Sabanilla

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERIA EN TELEINFORMATICA

Encuesta sobre Estudio de Factibilidad para la Generación de Energía Limpia a partir de Biomasa
en la Parroquia Rural Sabanilla

- 1. ¿Está usted conforme con el servicio eléctrico que le provee CNEL de Pedro Carbo (Sabanilla)?**

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

En desacuerdo

- 2. ¿Con que frecuencia tiene fallas en el servicio eléctrico domiciliario?**

Alto Medio Bajo

- 3. ¿Si ocurre un apagón, cuanto tiempo demora en regresar la energía eléctrica al hogar?**

Minutos Horas Días

- 4. ¿Cuál es el promedio de facturación mensual en su factura eléctrica?**

Menos de \$10

Entre \$11 y \$35

Entre \$36 y \$50

Más de \$50

- 5. ¿Cuál de las siguientes estrategias utiliza para ahorrar energía?**

Apagar las luces al salir.

Cocinar con gas en el hogar.

No encender aparatos que no se necesiten.

Desenchufar algunos los electrodomésticos antes de dormir.

- 6. ¿Le gustaría usar un tipo de energía limpia, sustentable e inagotable?**

Si

No

Tal vez

- 7. ¿Conoce usted sobre alguno de estos tipos de energía sustentable?**

Energía Solar

Energía Biomasa

Energía Eólica

Energía Hidroeléctrica

Energía Geotérmica

Ninguna

8. ¿Ha escuchado el termino Biomasa?

Si

No

9. ¿Sabía usted que se puede utilizar residuos forestales, animales y vegetales como fuente para producir electricidad?

Si

No

10. ¿Estaría de acuerdo en reemplazar la energía eléctrica convencional por una energía alternativa en su sector?

Si

No

11. ¿Si pudiera elegir el uso de energía verde como fuente energética, estaría de acuerdo en su uso residencial?

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Poco de acuerdo

12. ¿Si la instalación de un sistema gasificador le permitiera ahorrar un 60% en su factura eléctrica, cuanto estaría dispuesto a cancelar por está energía alternativa?

Entre \$3 y \$5

Entre \$5 y \$10

Mas de \$10

13. ¿Estaría de acuerdo en reemplazar la energía eléctrica convencional por energía Biomasa en su sector?

Muy de Acuerdo

De Acuerdo

Poco de Acuerdo

14. Edad

18-30 años

30-40 años

40-50 años

50 años o mas

15. Estado civil

Soltero

Casado

Viudo

Bibliografía:

- ARCONEL, A. d. (Abril de 2020). Proyecto de Regulación: Marco Normativo Para La Participacion de Generacion Distribuida. *Dirección Nacional de Regulación Técnica*, 5-7. https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/04/21_Inf-Sust-Reg-Gen-Distrib_V6_Dir.pdf
- Battery, C. (06 de Febrero de 2020). *LA HISTORIA DE LA ENERGÍA RENOVABLE: ¿CUÁNTO HEMOS AVANZADO?* <https://www.crownbattery.com/es/blog/the-history-of-renewable-energy-just-how-far-have-we-come->
- Borja Velázquez, M. (2018). *Aprovechamiento de la Biomasa para uso Energetico*. España: REVERTÉ S.A.
- BUN-CA. (2002). *Maniual sobre energía renovables; Biomasa*. Costa Rica: FOCER ED. http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/5EA2E56
- Carmona Cerda, R. J. (2015). *Caracterización Física, Química y Energética de Biomasa Leñosa como materia prima leñosa*. Caracterización Física, Química y Energética de Biomasa Leñosa como materia prima leñosa
- CEUPE. (15 de Octubre de 2021). *Que es Gasificación?* <https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-gasificacion.html>
- Choez Cantos, R. (30 de 10 de 2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural Sabanilla 2015- 2025*. Bluforza S.A.
- Chong Obando, H. W. (30 de Agosto de 2018). *Análisis para la obtención de energía eléctrica utilizando un Gasificador de Biomasa*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11351/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-148.pdf>
- CONELEC. (2020). Plan Maestro de Electrificacion 2013-2022. págs. 55-60. <https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/documentostrans/Plan%20expansion%202013%20-%202022/parte%201.pdf>
- Constitución de la República del Ecuador, C. (25 de enero de 2008). Quito: Registro oficial 449. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Correa Álvarez, P., González González, D., & Pacheco Alemán, J. (2016). *ENERGÍAS RENOVABLES Y MEDIO AMBIENTE. SU REGULACIÓN JURÍDICA EN ECUADOR*. *Revista Universidad y Sociedad*.

- (18 de Julio de 2021). *Ecuador actualiza el Bloque de Energías Renovables a 500 megavatios con potencial de inversión por USD 968 millones*. Quito-Ecuador: Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.
<https://www.recursosyenergia.gob.ec/ecuador-actualiza-el-bloque-de-energias-renovables-a-500-megavatios-con-potencial-de-inversion-por-usd-300-millones/>
- (05 de Enero de 2021). *Ecuador Consolida la Producción Eléctrica a Partir de Fuentes Renovables*. Quito- Ecuador: Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/>
- (2021). *El crecimiento de las energías renovables debe duplicarse para alcanzar los objetivos de París*. United National.
- Electronica, C. (01 de mayo de 2019). *Modulo HX711*.
<http://codigoelectronica.com/blog/modulo-hx711>
- Energetica, E. (11 de Mayo de 2021). *Energía biomasa: ventajas y desventajas como fuente de energía*. <https://ingenierosasesores.com/actualidad/energia-biomasa-ventajas-y-desventajas-como-fuente-de-energia/>
- Fernandez, M. (Julio de 2021). *Qué son las energías renovables y cuáles son estas?*
<https://www.otovo.es/blog/energia/que-son-las-energias-renovables/>
- García, H. J. (2011). *Modelación de la gasificación de biomasa en un reactor de lecho fijo*. Bogotá, Colombia: Univesidad Nacional de Colombia.
- Gomez, R. J., & Molina, M. J. (01 de Diciembre de 2021). *Avances y estrategias de Ecuador para alcanzar el acceso universal al 2030*.
<https://blogs.iadb.org/energia/es/ecuador-el-acceso-universal-al-2030/>
- Gutiérrez, F. (2015). *Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energetica*. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Hernández, M. (12 de Diciembre de 2012). *TIPOS Y NIVELES DE INVESTIGACIÓN*.
<http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>
- IIGE, I. d. (2019). *Balance Energético Nacional 2019*. Quito: Ministerio de Energia y Recursos Naturales No Renovables.
- INEC. (2010). *Diagnostico Provisional-Sistema Nacional de Información*.
http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0968564580001_DIAGNOSTICO%20BIO%20-SABANILLA-0001_19-05-2015_23-10-07.pdf

- Karol. (25 de Mayo de 2021). *Energía Biomasa*. <https://www.ceupe.pe/blog/energia-biomasa.html>
- Las energías renovables registraron su mayor crecimiento en 20 años. (11 de Mayo de 2021). *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/internacional/las-energias-renovables-registraron-su-mayor-crecimiento-en-20-anos-551836>
- Lazo Velaverde, E. J. (Agosto de 2015). Automatización de un Sistema Híbrido de generación de energía Eléctrica a partir de un gasificador de Biomasa y un sistema fotovoltaico. Sangolquí.
- Leid, S. (30 de Diciembre de 2019). El potencial de tres energías renovables en la Amazonía. *Ciencia y Tecnología*, 49-51.
file:///C:/Users/Yangari%20%20Iliana/Downloads/Dialnet-ElPotencialDeTresEnergiasRenovablesEnLaAmazonia-7563003.pdf
- Loaiza Navarro, A. M. (2015). *Modelo de generación de energía a partir de biomasa forestal*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/134250>
- MARTINEZ, P. E. (2014). Biomasa: Estudio De Factibilidad Para Implementar Un Sistema De Generación De Energía A Partir De Residuos Vegetales. Bucaramanga.
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, M. (23 de Septiembre de 2020). *Más De 400 Habitantes De Mindo Utilizan Energía Renovable En Sus Hogares*. Quito: Gobierno de la Republica del Ecuador.
<https://www.rekursosyenergia.gob.ec/mas-de-400-habitantes-de-mindo-utilizan-energia-renovable-en-sus-hogares/>
- Nabalía, E. V. (18 de 10 de 2018). *¿Cómo afecta la producción de energía el medio Ambiente?* <https://nabalíaenergia.com/blog/energia-y-medio-ambiente/>
- Noristz, M. (13 de Septiembre de 2021). *Ecuador actualiza su Plan Maestro de Electricidad para impulsar inversiones en Energías Renovables No Convencionales por cerca de USD 2.200 Millones*. <https://www.celec.gob.ec/electroguayas/index.php/sala-de-prensa-2/noticias/575-ecuador-actualiza-su-plan-maestro-de-electricidad-para-impulsar-inversiones-en-energias-renovables-no-convencionales-por-cerca-de-usd-2-200-millones>
- Orus, A. (07 de Diciembre de 2021). *Las energías renovables en el mundo - Datos Estadísticos*. <https://es.statista.com/temas/8542/las-energias-renovables-en-el-mundo/#dossierKeyfigures>

- Oviedo Salazar, J., Badii, M., Guillen, A., & Serrato, L. (15 de Abril de 2015). Historia y Uso de Energías Renovables. *Daena: International Journal of Good Conscience.*, 8-10.
- Pendón, M., Williams, E., Cibeira, N., Couselo, R., Crespi, G., & Tissonel, M. (2017). *Energía Renovable En Argentina: Cambio De Paradigma Y Oportunidades Para Su Desarrollo*.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/60384/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Provisional, D. (19 de 05 de 2015). Diagnóstico Bio-Sabanilla. *Consejo de Planificación del GAD Parroquial Rural Sabanilla*, págs. 1-37.
- Regulación, C. -0. (12 de 2015). *Precios de la Eenería Producida con Recursos Energetico Renovable no Convencionales*.
<http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/CONELEC-PreciosRenovables4.pdf>
- Robles Algarin, C., & Rodríguez Álvarez, O. (2018). Un panorama de las energías Renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia. *ESPACIOS*, 10.
- Twenergy. (12 de Octubre de 2019). *Generación de energía eléctrica por biomasa: beneficios y aplicaciones*. <https://twenergy.com/energia/energias-renovables/generacion-electrica-a-partir-de-la-gasificacion-de-la-biomasa-beneficios-y-aplicaciones-981/>
- Vignote Peña, S. (30 de noviembre de 2016). *La biomasa: Importancia, tipos y características y formas de preparacion*.
https://www.researchgate.net/publication/311171316_La_biomasa_Importancia_tipos_y_caracteristicas_y_formas_de_preparacion