



**TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO
GENERADOR ELÉCTRICO MEDIANTE IMANES DE NEODIMIO COMO
FUENTE ALTERNATIVA DE ENERGÍA PARA APLICACIÓN EN ZONAS
RURALES**

AUTORES

Juan Carlos Moreno Moreno 1098712395
Ricardo Javier Caballero Solano 1095931107

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD
BUCARAMANGA
09 -JULIO- 2019**



**GENERADOR ELÉCTRICO MEDIANTE IMANES DE NEODIMIO COMO
FUENTE ALTERNATIVA DE ENERGÍA PARA APLICACIÓN EN ZONAS
RURALES**

AUTORES

Juan Carlos Moreno Moreno 1098712395
Ricardo Javier Caballero Solano 1095931107

**Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogos en Electricidad**

DIRECTOR

Ing. Fabio Alfonso González

Grupo de Investigación en Energía- GIE.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD
BUCARAMANGA
09 -JULIO- 2019**

Nota de Aceptación

Firma del jurado

Firma del Jurado

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi familia y amigos quienes durante el desarrollo del proyecto aportaron un poco de su tiempo, fuerzas y mucho más para que fuera posible y a las personas de Municipio de Tona Santander. Para que este nuevo proyecto les incentive a tener una energía más agradable con el medio ambiente y así les mejore la calidad de vida.

Juan Carlos moreno

A mis padres por haberme ayudado en este duro camino; muchas cosas que he logrado a por parte de ustedes entre los que si incluye este. Me construyeron con muchos valores y temor a dios, me ayudaron diariamente para lograr mis proyectos.

Ricardo Caballero

AGRADECIMIENTOS

En primera medida un total agradecimiento a las UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, por darnos a oportunidad de presentar el proyecto y continuar con nuestro sueño de ser unos creadores de nuevas opciones de mejorar la calidad de vida de las personas y así aportar para mejorar el medio ambiente, al grupo GIE- GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA- quienes nos permitieron explorar e innovar con este nuevo método de hacer energía, a nuestro Director de Investigación el Ingeniero FABIO ALFONSO GONZÁLEZ, docente de la UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, quien con su apoyo y dedicación nos instruyó en este aprendizaje, regalándonos el tiempo necesario coadyuvado en cada etapa de este maravilloso proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	10
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	12
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	13
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.3. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES	13
2. MARCOS REFERENCIALES	17
2.1. MARCO TEÓRICO.....	17
2.3. MARCO AMBIENTAL.....	19
3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO	21
3.1. CONSTRUCCIÓN DEL GENERADOR E IMPLEMENTACIÓN	22
4. RESULTADOS	30
5. CONCLUSIONES	39
6. RECOMENDACIONES.....	40
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imanes neodimio.....	23
Figura 2: Diseño de molino en autocad.....	24
Figura 3: Diseño de la bobina autocad	26
Figura 4: Diseño de la base en autocad.....	28
Figura 5: Diseño final autocad	29
Figura 6: Construcción del molino terminado	30
Figura 7: Construcción de bobina	31
Figura 8: Construcción de la base.....	32
Figura 9: Construcción final	33
Figura 10: tomando pruebas	33
Figura 11: osciloscopio con imanes de ferrita.....	29
Figura 12: osciloscopio con imanes neodimio.....	29
Figura 13: prueba bombillo.....	29

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto consiste en la utilizar materiales reciclables para generar electricidad por medio de fuentes hídricas, de donde se obtiene la energía eléctrica como una energía limpia renovable. Continuando en este orden de ideas es necesario hacer énfasis que los materiales son totalmente reciclables lo cual no genera gran costo para la implementación del proyecto, es así, que no solo los materiales son reutilizables sino también la fuente hídrica; ahora bien, para hablar de la intensidad y revoluciones de la energía es necesario medir la densidad del nivel del agua y la corriente del río Tona; se entiende innovador dentro de las mismas exigencias planteadas a lo largo del proyecto pues es un tipo de energía que es mecánica pero que en su ejecución se transforma en energía eléctrica.

El proyecto es una metodología experimental, la cual deviene por una parte del conocimiento que previamente se analizó durante la evaluación del proyecto y la otra parte es la implementación en el río Tona y las áreas rurales donde se observaron los niveles de energía que se llegan a tener viendo como una alternativa para estas, que posean energía eléctrica limpia mediante materiales reciclables que estos mismos puedan obtener, generando así un beneficio de carácter económico obteniendo como resultados principal la implementación de los imanes de Neodimio para generar energía eléctrica y por lo cual se podrá cambiar para bien la calidad de vida de las personas del pueblo de Tona.

PALABRAS CLAVE.

Energía hidráulica. Energía mecánica. Neodimio. Reciclaje. Recurso renovable.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo nació de la iniciativa de los proyectos de investigación que se manejan en las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS), donde este claustro educativo incita a los estudiantes a generar iniciativas que mejoren el estilo de vida de las personas como lo que busca el GENERADOR MEDIANTE IMANES DE NEODIMIO, el cual permite la transformación de energía eléctrica naturalmente limpia por medio de una fuente hídrica sin alteraciones ostentosas del ecosistema, al contrario, que permita una armonía entre el ecosistema, los materiales y el mismo generador.

Como es menester del proyecto determinarlo hacia la población va dirigido como grupo de investigación hacerlo en el Municipio de Tona-Santander, viendo la necesidad de este para obtener el recurso de la energía y la misma necesidad de cambiar el estilo y calidad de vida de los habitantes, siendo que ante las recurrentes falencias de energía que presentan y con la nueva iniciativa del gobierno Nacional de reciclar y reutilizar, como grupo investigativo hicimos un buen campo de acción el cual favorecería a tanto al medio ambiente – sin alterar el ecosistema- y a la población del precitado Municipio de Tona; como es necesario se investigó sobre la metodología que se implementó la cual es la experimental pues se parte de diferentes propuestas de investigación que se obtuvieron indagando acerca del tema donde se han encontrado diversos generadores de energía pero aún no se ha hecho un experimento a fondo sobre un prototipo que fuera totalmente a base de materiales reciclables; es por esto que surge la idea de innovar de alguna medida sobre un tipo generador hídrico pero que se construyera a partir de materiales cien por ciento reciclables.

Se necesitaron de tres (3) fases o etapas en el proyecto que serán respectivamente: en primera medida la recolección, determinación y adecuación de los materiales reciclables y demás materiales para la elaboración del generador, como segunda la elaboración del generador paso a paso con las necesidades propias de implementación con las respectivas adecuaciones y como última la puesta en marcha del generador en el río Tona de Santander donde se realizó las prácticas pertinentes para el arranque del mismo e inmediatamente se realizaron las conexiones pertinentes para evidenciar la efectividad mediante un aparato electrónico; por último se elaboró un informe final que recopilamos los resultados de la viabilidad del proyecto junto a su mínimo impacto en el medio ambiente, mostrando el paso a paso durante la ejecución.

En este orden de ideas se pretende que este proyecto tenga gran impacto en su ejecución y así incentivar a nuevos investigadores para innovar con las necesidades de la sociedad aportando un granito de arena al medio ambiente reutilizando, reciclando y renovando.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de la energía se ha establecido como uno de los indicadores de progreso y bienestar de una comunidad, el cual debe incorporar la posibilidad de su ausencia como un factor de riesgo a contemplar por cada uno de sus miembros, pues una crisis energética puede surgir, cuando no se han tomado medidas que garanticen su presencia y los recursos empiecen a ser escasos. Las energías renovables en América Latina han empezado a llamar la atención de los gobiernos para generar desarrollo, y aunque hablando técnicamente se encuentran aún en una etapa incipiente en cuanto se refiere a capacidad instalada, las hidroeléctricas les permite posicionarse como líderes transitorios en el tema. (Frers, 2010)

Los elementos que llegaron al final de su vida útil o RAEE (desechos de aparatos eléctricos y electrónicos), es otro de los problemas más importantes a los que la sociedad ha tenido que empezar a prestarle atención, ya que estos tipos de residuos son especialmente contaminantes debido a que estos contienen bastantes metales pesados que son contaminantes y altamente tóxicos para la salud. Adicional a lo anterior, está el hecho de la gran rapidez, con la cual esta aumenta en los últimos años, en parte por el concepto de la obsolescencia, la cual puede ser causada por la fábrica que produce o la de los propios usuarios, que desechan sus equipos tecnológicos a pesar de estar en buen estado y cumpliendo su función, solo llevado por el mercado y el deseo de tener algo más nuevo o novedoso. (Cyranek, 2010) (Piedrahita, 2011)

No es secreto el que actualmente en Colombia se reconozca la importancia del sector agrícola, y la necesidad imperante de establecer acciones que ayuden a su desarrollo, para así incrementar la actividad económica, aumentar rendimientos, mejorar la vida del campesino y reivindicar socialmente este sector, a la vez tan necesario, pero de bajo reconocimiento individual. No existe entonces discusión del papel que puede jugar desde la tecnología, la inclusión de nuevos métodos, que aumenten la eficiencia y la productividad de todos los sistemas que allí se involucran y que deben verse reflejado en mayores ventas. Uno de los aspectos claves es la energía y desde allí el rol de los sistemas renovables de energía se hace preponderante. (Oscar Castellanos, 2011)

Estas son alternativas que para la mayoría de lugares aislados, mantienen unos inconvenientes económicos para llevar servicios de energía por medio de redes de conexión externas y en contraparte presentan un alto modo natural de generar energías renovables en estas zonas, como en la energía solar, viento y caídas de agua permanente y por la producción animal de biomasa. (Siabato, 2004)

Surge entonces la pregunta de investigación: ¿Cómo incrementar la productividad de las regiones rurales mediante la utilización o creación de un sistema de generación de energía con materiales reciclables?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La presencia en abundancia de recursos no renovables entre los que están el carbón y el petróleo hizo adquirir en su uso hábitos erróneos difíciles de corregir, conllevando al uso inadecuado y peor aún, ineficiente de la energía. Lo anterior ha conducido a un uso irracional de la energía conllevando a un callejón sin salida respecto del uso integral de las fuentes de energía, disponibles en el propio entorno que se desarrolla cada ciudadano en Colombia. No es posible actualmente predecir, cuándo las distintas fuentes no renovables de energía estén prontas a desaparecer, por lo que se volverán excesivamente costosas. Menos aún, conocer si las fuentes alternativas puedan estar al alcance de todos los habitantes tanto en disponibilidad como en precio, por lo que, con la desigualdad presente, en un país en vía de desarrollo, muchos sectores de la población no dispondrán de la energía y en particular de la electricidad. (ENERGIA, 2008)

La obsolescencia tecnológica ha conducido a la aparición de algunos protocolos e iniciativas para reutilizar aquellos residuos, por medio del reciclaje y la reutilización. Frecuentemente, los países en vía de desarrollo se han insertado al mundo digital mediante el uso de equipos de segunda mano, donados y repotenciados. La principal fuente de desechos tecnológicos llamada e-waste que son de computadores, en especial los bancos de baterías y periféricos, sin hacer de lado los que se generan con el reciente auge de los equipos celulares. El problema es deshacerse de este tipo de desechos, puesto que infortunadamente la mayoría de artículos electrónicos contiene elementos dañinos que convencionalmente no se tratan adecuadamente produciendo enormes daños al medio ambiente y afectando a algunas especies en especial al ser humano. (Vega, 2012)

Dentro de las políticas que tiene cualquier gobierno está la eficiencia del uso de agua, para diversas actividades, dentro de ellas el peligro. Por consecuente, la implementación de técnicas de riego es primordial para la sostenibilidad de los recursos hídricos del país. Sin embargo, la sostenibilidad de las inversiones como en el caso del proyecto Majes I es incierta debido a una serie de motivos como la falta de conocimiento técnico, inseguridad social, insuficiente presión hidráulica, etc. (Banco Mundial, 2013). La idea es crear las condiciones suficientes para que los productores participen de manera voluntaria en la adopción e inversión de tecnologías de riego eficiente. (Pucllas, 2015)

Para algunos autores, la energía se puede considerar la mitad de la huella ecológica de la humanidad, lo cual fundamenta en gran forma la zozobra que se expresa diariamente por su efecto en el medio ambiente, el cual no es vinculado de manera positiva, y esto se expresa con mayor fuerza en el efecto del cambio climático al cual se expone cada región del mundo con efectos que ya son difíciles de comprender. Se debe trabajar constantemente en mejorar la eficiencia energética y más aún en la agricultura, en regiones donde esta vocación es intrínseca al entorno, procurando incorporarla en su desarrollo, acompañada de la eficiencia energética, como un criterio de ineludible cumplimiento. Si lo anterior no se hace de esta forma, la emisión de contaminantes, la dependencia externa de energía y la baja competitividad serán el pan diario de este sector tan crucial para desarrollo del país. (IDAE, 2005)

La transformación de energía mecánica en hidráulica es un avance para el hombre teniendo en cuenta que esta última si se conserva, ya que parte de una fuente renovable reduciendo costos así como la utilización de materiales reciclables y favorables para el medio ambiente (Daza, Evolucion de la Hidroelectrica, 2000)

Es por lo anterior descrito que el proyecto será innovador para el grupo de investigación en Energía -GIE de las UTS, con respecto el semillero de Alternativas de Generación de Energía AGE, ya que el proyecto se realizará con nuevas formas de adaptabilidad de la naturaleza y los recursos que esta proporciona generando un gran impacto a nivel de semillero, para que los demás estudiantes se motiven e innoven en las propuestas que plantean y encuentren en el mejor uso de los recursos naturales nuevas oportunidades que vayan en consonancia de las necesidades y los avances que necesita la sociedad

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Transformar la energía mecánica para obtener energía eléctrica renovable en el Rio Tona de Santander mediante un generador hídrico con implementación de neodimio
- Utilizando materiales reciclables.
- Construir un generador de corriente alterna mediante el uso de imanes de neodimio, para ser acoplado a una turbina que reciba una caída de agua en el rio Tona de Santander.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los materiales reciclables disponibles, para la construcción de un generador, midiendo sus características o contrastándola con las disponibles en el mercado.
- Implementar una turbina que permita capturar la energía mecánica de una caída de agua para ser transformada en energía eléctrica.
- Validar el sistema diseñado usando una carga de prueba, que permita evaluar su impacto en los habitantes de zonas rurales, que se puedan ver beneficiados del mismo.

1.3. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

La idea de los imanes de Neodimio fue desarrollada en primera medida en la empresa de General Motors con la ayuda de la división de metales especiales de la Sumitomo Metal Industries en el año de 1982 debido al costo de los imanes SmCo, pues se descubrió en su momento que estos imanes tienen la suficiente resistencia para trabajar en los diferentes grados de temperatura, su costo era considerablemente significativo a comparación de los otros medios que estaban utilizando dando cabida a estos en el tiempo pues se pueden utilizar menos materiales más pequeños para hacer los mismos trabajos de los imanes de alnico

y ferrita, así mismo, esta empresa fue mejorando su producción y calidad en cuanto al manejo de este tipo de imanes pues tenían un alto índice de corrosión pero se fue modificando en el tiempo haciéndolos incorregibles ya que así se pueden utilizar como otra alternativa para trabajos como es el que nos compete (Imanes de Neodimio, 2017).

Desde hace unos años se viene hablando de una energía hidráulica que se transforme en energía eléctrica limpia que con el pasar del tiempo se viene perfeccionando, pues, se entiende que las energías hidráulicas son renovables debido a su fuente que no acaba, más bien se mantiene, pero esto no significa que con el pasar del tiempo se vea afectada la fuente hídrica bien sea por cambios climáticos o por la mano del hombre cuando cambia los ecosistemas; se ha evidenciado que es importante la densidad del caudal del río para generar energía eléctrica, pues si este es constante se mantiene pero si no es necesario buscar otra forma de hacerlo aprovechar como por ejemplo generando unos embalses de pequeñas dimensiones para que este afluente tenga la capacidad para repartir la electricidad a las diferentes zonas donde se pretende llegar.

En este orden de ideas dentro del manejo de los diferentes estados de la energía eléctrica hay diferentes iniciativas que se han llevado a cabo entre estas se encuentran dos relevantes que, aunque no son exactamente iguales implícitamente manejan temas importantes como la transformación de energía y su impacto ambiental, es por esto, que a continuación se hace alusión a los siguientes proyectos:

- I. Control de una planta generadora de energía eléctrica: en este proyecto los investigadores hicieron énfasis en la necesidad de proveer de energía a las poblaciones donde este servicio era intermitente, con el único fin, que fuera constante e ininterrumpido, donde se construya un generador que transforme la energía mecánica a energía eléctrica mediante una serie de algoritmos que mantengan el voltaje y la frecuencia en valores nominales con una regulación que será medida mediante un campo magnético quien será el encargado de medir el valor. (Mendoza, 2003)
- II. Generador de electricidad ecológico: Este proyecto es más altruista ya que la persona encargada de ejecutarlo lo pretende hacer mediante una forma cien por ciento ecológica con el fin que el impacto ambiental se disminuya totalmente, lo indispensable en este trabajo es que se usen las materias primas que se tienen en casa que pueda generar energía, puesto, que explica que la energía es útil y por lo mismo necesaria para la cotidianidad. (Ilo L. C., 2013)

Diversas aplicaciones han presentado los motores de Neodimio, en especial en la fabricación de aquellos que no poseen cojinetes (BeIMs) y que pueden realizar

rotación a través de levitación magnética y sin contacto mecánico. En general, los BelMs de alta velocidad y alto rendimiento, se les adoptan una estructura de bobinado distribuido para suprimir la pérdida de hierro, y se emplea un imán permanente sinterizado con neodimio (Nd PM sinterizado) para lograr una alta densidad de potencia. Algunas dificultades como la disminución de la potencia de salida se deben a la longitud del final de bobina en la estructura del bobinado por las altas velocidades que se manejan. Además, la pérdida debido a corrientes parásitas se produce fácilmente en la Nd PM sinterizada debido a su alta conductividad. (Yu Fu O. &, 2017)

En general, el entrehierro de los motores de distribución radial, tienen dentro de su proceso de fabricación el uso de imanes permanentes sinterizados con neodimio (Nd PM sinterizado), con los cuales se logra una alta densidad de par requerido en muchas aplicaciones. Sin embargo, los motores no son adecuados para una forma plana, similar a un disco porque el espacio muerto, como los extremos de la bobina, ocupa la mayor parte del volumen del motor. Por lo tanto, los motores de espacio axial se utilizan con frecuencia para la forma plana en lugar de los motores de espacio radial. El Nd sinterizado PM es un imán bien conocido de alto rendimiento que tiene una alta densidad de flujo magnético residual, pero la pérdida de corriente parásita se produce fácilmente en el imán debido a su alta conductividad. En motores de espacio axial para aplicaciones industriales, es difícil tomar medidas contra la pérdida de corrientes parásitas de Nd PM sinterizado en términos de costo. Por lo tanto, los motores de espacio axial general que emplean Nd PM sinterizado a menudo tienen características insatisfactorias, tales como baja eficiencia, incluso aunque el motor produzca un par elevado. Por otro lado, los motores de espacio radial pueden tomar medidas para suprimir la corriente parásita en las PM fácilmente si emplean una estructura interior de imanes permanentes. Algunos estudios han propuesto el uso de un motor de espacio axial que emplea un imán permanente unido por neodimio (Nd PM enlazado) para una forma plana. Comparado con Nd PM sinterizado, el Nd PM enlazado tiene menor densidad de flujo magnético residual, pero también menor costo. Además, tiene una extremadamente baja pérdida de corriente de Foucault debido a su menor conductividad (TSUNATA, y otros, 2017).

Un generador eléctrico es una máquina rotativa capaz de producir energía eléctrica mediante la transformación de energía mecánica. Habitualmente, este tipo de equipos produce energía eléctrica a partir de energías de otra naturaleza, como puede ser la hidráulica, eólica, vapor, aire comprimido, nuclear, etc.

Según se desprende de la ley de Faraday, cuando hacemos girar una bobina en el interior de un campo magnético, se produce una variación del flujo de dicho campo, generando una corriente eléctrica.

El generador eléctrico se compone de tres partes fundamentales:

- Rotor: Es la parte en movimiento accionada por el motor.
- Estator: Es la carcasa en cuyo interior gira el rotor.
- Motor de accionamiento: En función del tipo de energía que se utilice para generar el movimiento, su diseño es diferente. Por ejemplo puede ser una turbina si se emplea agua o vapor, o un motor de combustión si se usa gasoil o gas.

Los generadores eléctricos se pueden dividir en dos grupos:

- Alternadores, que generan electricidad en corriente alterna. El elemento inductor es el rotor y el inducido el estator. Ejemplo: un grupo electrógeno.
- Dinamos, que generan electricidad en corriente continua. El elemento inductor es el estator y el inducido el rotor. Ejemplo: la dinamo de una bicicleta.

2. MARCOS REFERENCIALES

2.1. MARCO TEÓRICO

Dentro de este proceso de generador hidráulico se tuvo en cuenta la transformación de la energía hidráulica en eléctrica para su posterior uso, partiendo que esta última es de una energía totalmente renovable, que se puede aprovechar en cualquier momento pues en este trabajo de investigación se tendrá como fuente primaria medida el cauce del río Tona en Santander; es así, que se manejaron diferentes tópicos y teorías sobre las cuales se hacen referencia a continuación, pues era necesario hacer una exhaustiva investigación de principios importantes, para iniciar el trabajo de campo y la implementación del generador hidráulico.

Principio de conservación de la energía. El Principio de conservación de la energía indica que la energía no se crea ni se destruye; sólo se transforma de unas formas en otras. En estas transformaciones, la energía total permanece constante; es decir, la energía total es la misma antes y después de cada transformación. En este prototipo las energías que experimentan transformación son (conservacion de la energia hidraulica, 2017):

- Energía potencial: Es la energía que se le puede asociar a un cuerpo o sistema conservativo en virtud de su posición.
- Energía cinética: La energía cinética es una magnitud escalar asociada al movimiento de cada una de las partículas del sistema.
- Energía mecánica: Es la energía que se debe a la posición y al movimiento de un cuerpo, por lo tanto, es la suma de las energías potencial y cinética de un sistema mecánico.
- Energía hidráulica: Es la energía que se sale del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua, caídas de agua o mareas.

La Hidráulica: Es el área de la física y la ingeniería que estudia las propiedades mecánicas de los fluidos.

Los términos de la Mecánica de Fluidos se resumen en tres capítulos: estática, cinemática y dinámica. En la estática se analiza el agua en reposo; en la cinemática se trata de las líneas de flujo y de las trayectorias y en la dinámica se estudian las fuerzas que producen el movimiento del agua. (Energia mecanica, 2017)

Principio de Bernoulli: También conocido como ecuación de Bernoulli o Trinomio de Bernoulli, muestra el comportamiento de un flujo laminar moviéndose a lo largo de una corriente de agua. Fue presentado por Daniel Bernoulli y dice que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido. La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes:

1. Cinética: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.

2. Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.
3. Energía de flujo: es la energía que tiene un fluido, y está la adquiere por medio de la presión que tiene. Su formulación es: $P_1 + 1/2\rho V_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + 1/2\rho V_2^2 + \rho gh_2$

La energía electromagnética es la cantidad de energía almacenada en una región del espacio que podemos atribuir a la presencia de un campo electromagnético, y que se expresará en función de las intensidades del campo magnético y campo eléctrico. En un punto del espacio la densidad de energía electromagnética depende de una suma de dos términos proporcionales al cuadrado de las intensidades del campo se propaga a través de espacio en forma de radiación que es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes. (ACURED, 2018)

2.2. MARCO LEGAL

En la elaboración del proyecto es necesario hacer énfasis en la legislación colombiana pues esta es la que restringe los derechos de las personas para hacer uso de los recursos naturales siendo estos de especial protección constitucional para la población en general y están en cabeza del Estado, es por esto, que el legislador previó la necesidad de hacer una legislación que los regulara para hacer un uso adecuado de los mismo y que las personas o sociedades que los exploten lo hagan respetando la naturaleza de los mismos pues se entiende que si bien el agua es un recurso natural renovable es necesario establecer unos parámetros legales para su uso y manipulación ya que en la medida que se use se puede convertir en un recurso en vía de extinción.

Una central mini hidráulica o mini hidroeléctrica es un tipo especial de central hidroeléctrica, utilizada para la generación de energía eléctrica en pequeña escala, a partir de la energía potencial o cinética del agua. Existen dos tipos diferentes de centrales mini hidráulicas:

- las centrales de "agua fluyente", en las que se desvía el agua de un río por un canal y tuberías hasta alcanzar una turbina, la cual genera electricidad. Posteriormente el agua es devuelta a su cauce.
- las centrales "a pie de presa", basan su funcionamiento en el almacenamiento del agua en un embalse; vaciándose por una tubería ubicada en la base de la presa, que va a desembocar en una turbina.

Es por esto que se ve la necesidad de referenciar a la Ley 1715 del 13 de Mayo de 2014, sobre la cual se regula la integración de energías renovables no convencionales en el sistema energético nacional, de donde se pueden extraer los siguientes conceptos del artículo 5 (REPUBLICA, 2014)

Eficiencia Energética. Es la relación entre la energía utilizada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, que busca ser maximizada a través de buenas prácticas de reconversión tecnológica o sustitución de combustibles. A través de la eficiencia energética se busca obtener el mayor provecho de la energía, bien sea a partir del uso de una forma primaria de energía o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre el ambiente y los recursos naturales renovables.

Energía de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos. Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que se basa en los cuerpos de agua a pequeña escala

Posteriormente la Ley 1715 de 13 de Mayo de 2014 en su artículo 22 explica a cargo de quien o quienes está el aprovechamiento de los recursos hídricos del país y sobre quiénes son los autorizados para permitir el aprovechamiento de los mismos: (REPUBLICA, 2014)

Artículo 22. Desarrollo de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos

1. La energía de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos será considerada como FNCER.
2. El Ministerio de Minas y Energía, través de las entidades adscritas, competentes continuaran promocionando su desarrollo como solución energética.
3. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible promoverá la gestión y el manejo integral y sostenible del recurso hídrico de las cuencas hidrográficas del país.

2.3. MARCO AMBIENTAL

Dentro del impacto ambiental en la ejecución del proyecto se pueden evidenciar en gran medida la reutilización de materiales reciclables que en su mayoría salen de las propias familias en el uso común de sus actividades; es así como se puede obtener un impacto moderado ya que los materiales serán favorables con el medio ambiente y su incidencia en el mismo será más viable hacer medidas correctivas a corto plazo cuando la acción haya cesado.

Es por esto que la implementación de la energía eléctrica mediante una fuente hídrica tiene un gran auge pues se busca incentivar el aprovechamiento de estos como una iniciativa provechosa para la comunidad que genere economía en el uso y disfrute de tal forma que la naturaleza al tener recursos renovables se convierta en una inspiración para que las zonas rurales alejadas tengan electricidad constantemente sin tener que acudir a plantas de energía que genera un uso de

recurso no renovables como lo es el combustible y menos provechoso como también el alto costo que esto genera.

En cuanto a su repercusión en el cambio climático se puede ver afectado el nivel de la electricidad que llega a las casas, así como la intensidad de la misma, pues a mayor nivel del río Tona, mayor energía presenta, pero, si se evidencia una reducción considerable en el cauce del mismo es necesario delimitarla pues a pesar que estamos hablando de una fuente renovable no indica que no acabe, ya que actualmente se están presentando considerables cambios climáticos se encuentra la necesidad de observar el estado de la fuente acuífera para delimitar el uso de los imanes así como los materiales que se van a implementar en cuanto a cantidad y calidad para que:

1. Se logre una efectiva distribución de energía eléctrica en la zona rural del Municipio de Tona/Santander.
2. El impacto en la fuente hídrica no se afecte en cuanto al ecosistema y su estado natural como las especies que hacen parte del mismo.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

La metodología que se implementó fue de tipo experimental, pues una vez realizado el estado del arte sobre la temática de diversos tipos de generadores de energía, se encontraba información muy general, pero aún no se encuentra trabajos puntuales sobre experimentos a fondo, sobre un prototipo que fuera totalmente de materiales reciclables; es por esto que se hizo necesario innovar de alguna medida sobre este generador hídrico, tomando como referencia que fuera con materiales reciclables; y una vez teniendo en cuenta la metodología el enfoque cualitativo fue el seleccionado pues las variables involucradas para implementación del sistema de generación de energía eléctrica a partir de la fuente hídrica en este caso el río Tona, tenían un enorme grado de dificultad para medirse.

Dentro de la técnica de investigación está presente la exploratoria pues el proyecto a lo largo de su ejecución necesitó de un trabajo de campo en el cual se evaluaba la viabilidad del mismo mediante la implementación a base de imanes de Neodimidio, la cual sea favorable con el medio ambiente y no genere impacto alguno o por lo menos, sea el más reducido; como grupo de trabajo fue necesario emplear cinco fases primordiales para la realización del proyecto que serán respectivamente: en primera medida la recolección de los materiales reciclables para la elaboración del generador, como segunda la ejecución del generador en el río Tona de Santander donde se realizaron las prácticas pertinentes para el arranque del mismo, una tercera fue la adecuación y mejoras que se necesitaron al construir el generador con respecto a las falencias que evidenciaron, en la cuarta se puso en marcha en su totalidad del generador e inmediatamente se procedió a realizar las conexiones pertinentes en cada hogar que necesite el servicio.

3.1 MATERIALES DISPONIBLES PARA LA CREACIÓN DEL GENERADOR

Dentro de la construcción del generador de energía se utilizaron materiales de los cuales en su gran mayoría fueron reciclables y reutilizables de acuerdo a las características específicas de cada uno y su posterior uso, teniendo como base el impacto ambiental y económico para su construcción se decidió en primera medida tratar de limitar al máximo la compra de estos materiales ya que se facilita la disponibilidad y su locación manteniendo un impacto mínimo en el medio ambiente, en este caso, el Río Tona el cual no se ve alterado en su ecosistema ni en su cauce. Es así como se decidió reutilizar e implementar los materiales, que se mencionan a continuación.

3.1 MOLINO:

- Rin de un radio 24 cm de moto reciclado
- Diez (10) Láminas de hierro (aspas) de 12cm x 10 cm
- Cuatro (4) Varillas de 20 cm

3.2 BASE DEL GENERADOR:

- Perfil de L de hierro de diferentes cortes
 - ❖ 2 perfiles L - 60 cm
 - ❖ 2 perfiles L - 69 cm
 - ❖ 4 perfiles L - 52 cm
 - ❖ 1 perfiles L - 26 cm
 - ❖ 1 perfiles L - 63 cm
- Dos perfiles cuadrados de 42 cm
- Una varrilla 60 cm

3.3 GENERADOR:

- Imanes de neodimio
- Bobina de motor de lavadora tecnología direct drive en conexión estrella

3.4 HERRAMIENTAS:

- Soldadura
- Cable eléctrico
- Batería
- Convertidor

3.1. CONSTRUCCIÓN DEL GENERADOR E IMPLEMENTACIÓN

En esta fase se implementó el prototipo a partir de los materiales, de tal forma que permitiera el movimiento de las aspas para que estas por el flujo del agua permitieran que se transformaran en energía:

Fue desarrollado en 1982 por General Motors y la división de metales especiales de la Sumitomo Metal Industries. Los imanes de neodimio son el tipo de imán permanente de mayor potencia hecho por el hombre.

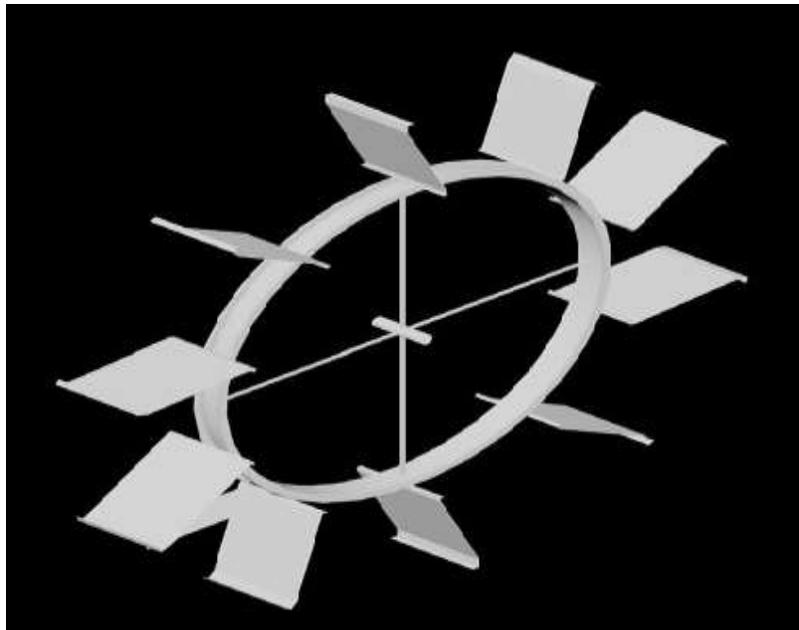
Figura 1: Imanes neodimio

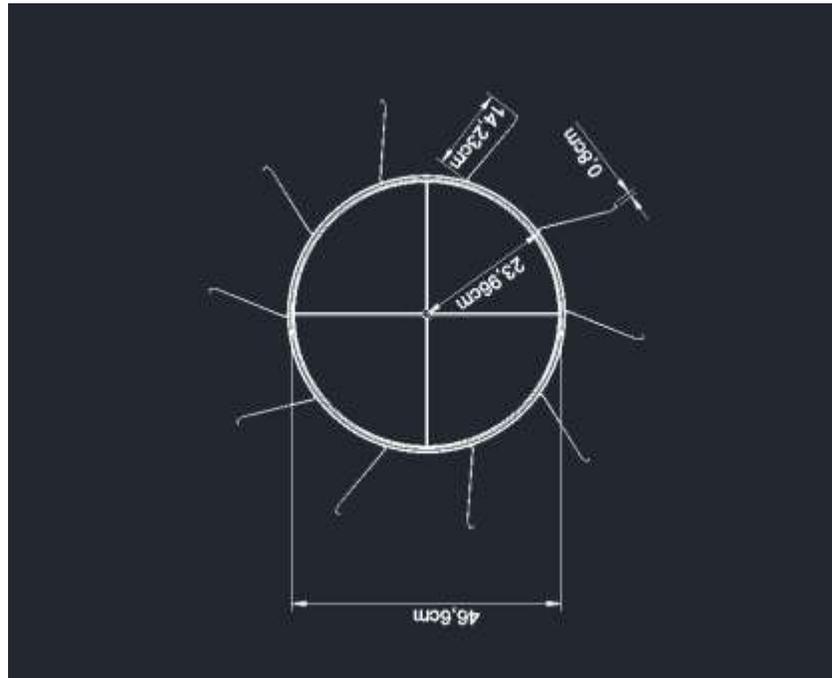


Fuente: Autores

Las aspas del molino se hicieron con una lámina de hierro, las cuales se cortaron de 12cm x 10 cm del mismo tamaño, buscando que sean ligeras. Es importante que no pesen mucho y sean del mismo tamaño. Después se usó un rin de diámetro 24 cm en cual las aspas se soldaron a una misma medida dentro de este, ajustando soldán 4 varillas a un tubo de 19 cm de largo como lo muestra la Figura 2.

Figura 2: Diseño de molino en AutoCAD

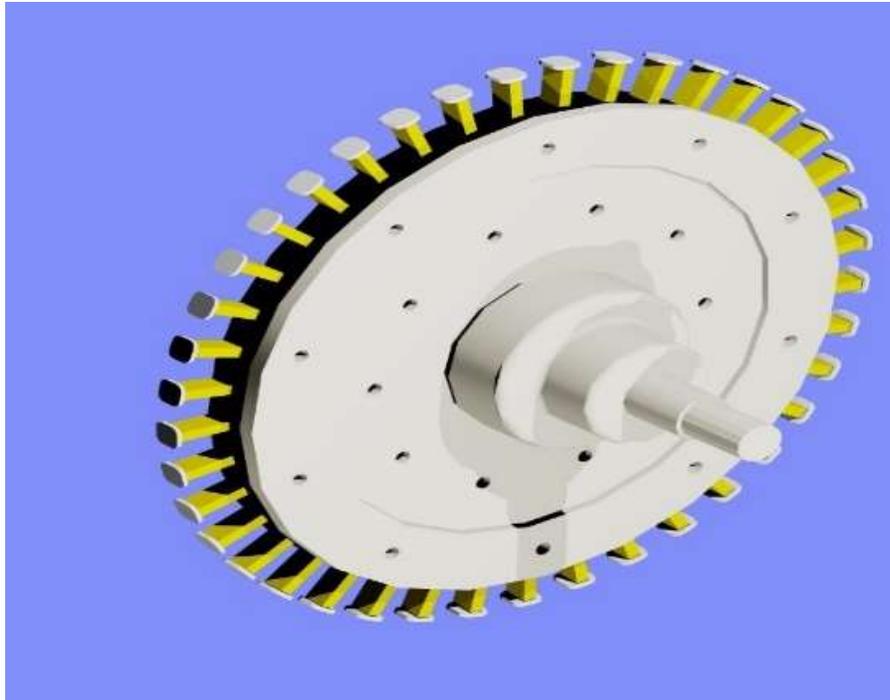


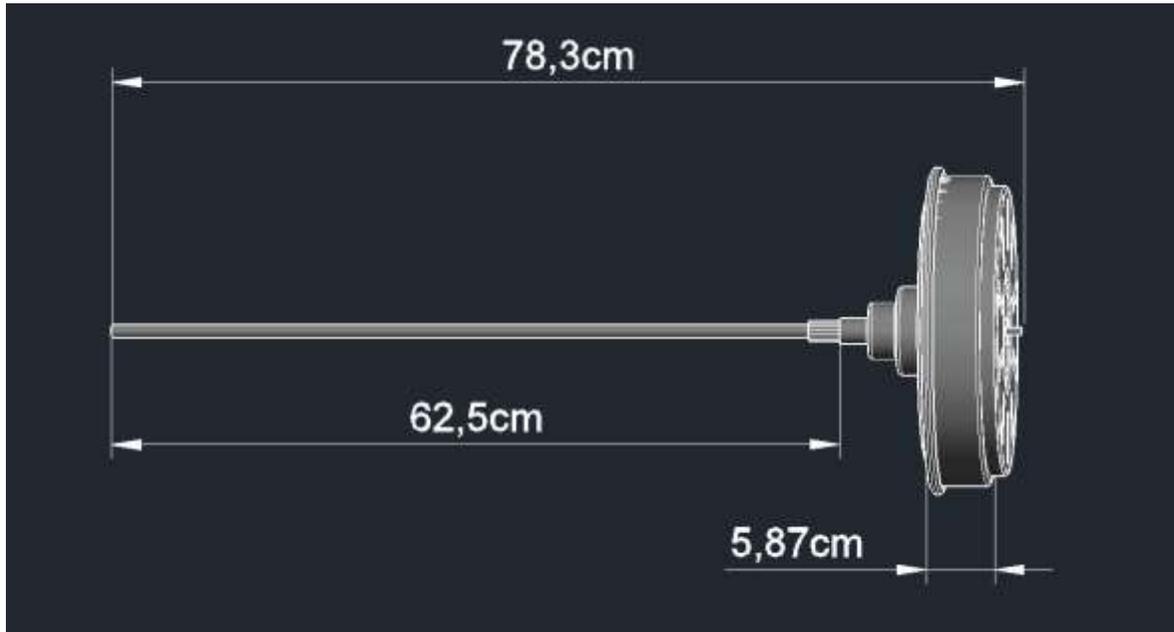


Fuente: Autores

Se necesita un motor de lavadora de tecnología direct drive en conexión de estrella después se necesitan pegar los imanes de neodimio Figura 2.

Figura 3: Esquema del motor en AutoCAD

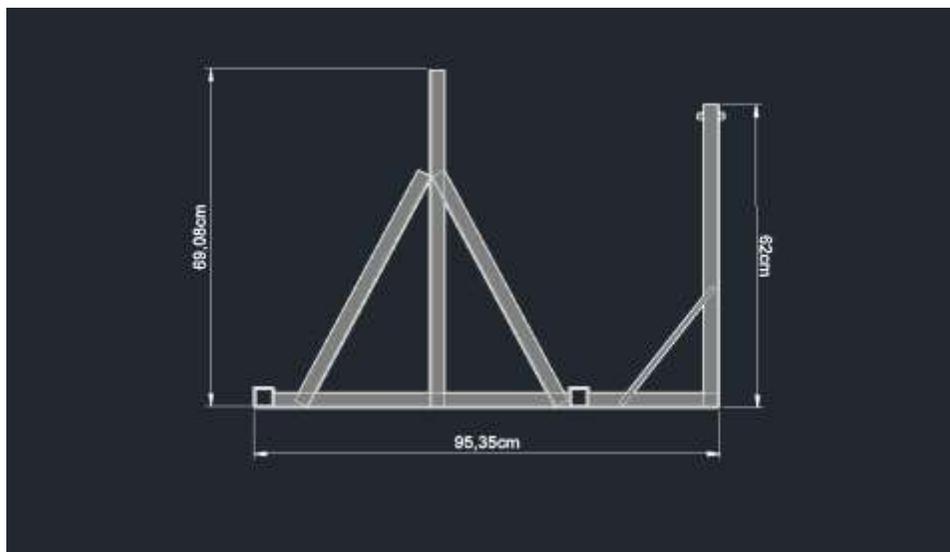
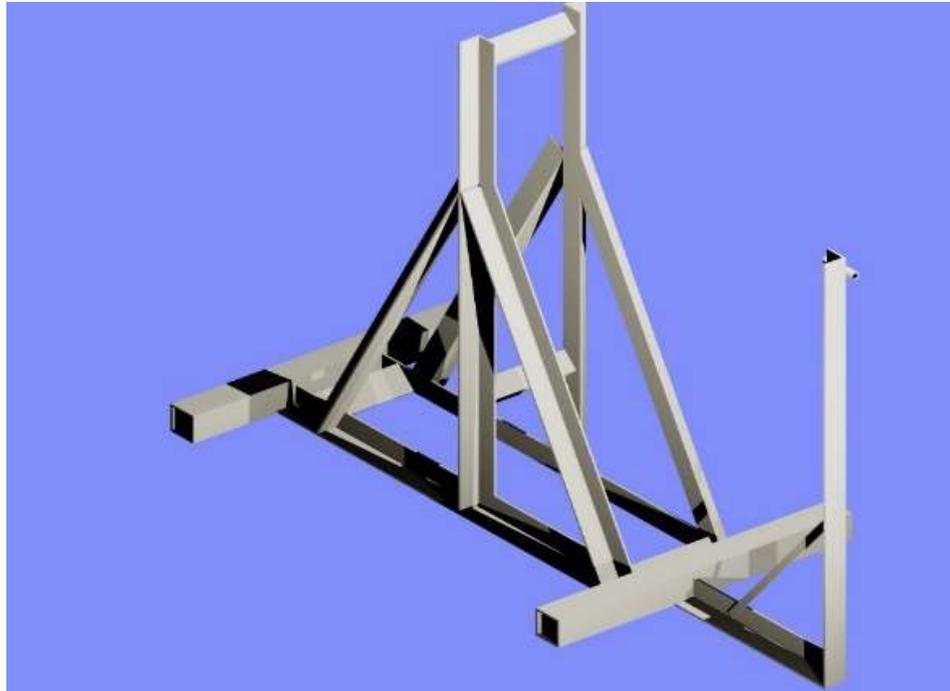




Fuente: Autores

Para hacer la base del generador es necesario conseguir unos perfiles en L en los cuales se necesitan unos cortes que van de las siguientes medidas : 2- 60 cm, 2- 69 cm, 4- 52 cm, 1- 26 cm, 1- 63 cm también se necesita unos perfiles cuadrados en hierro para cortarlos dos a 42 cm se necesita soldadura Figura 3.

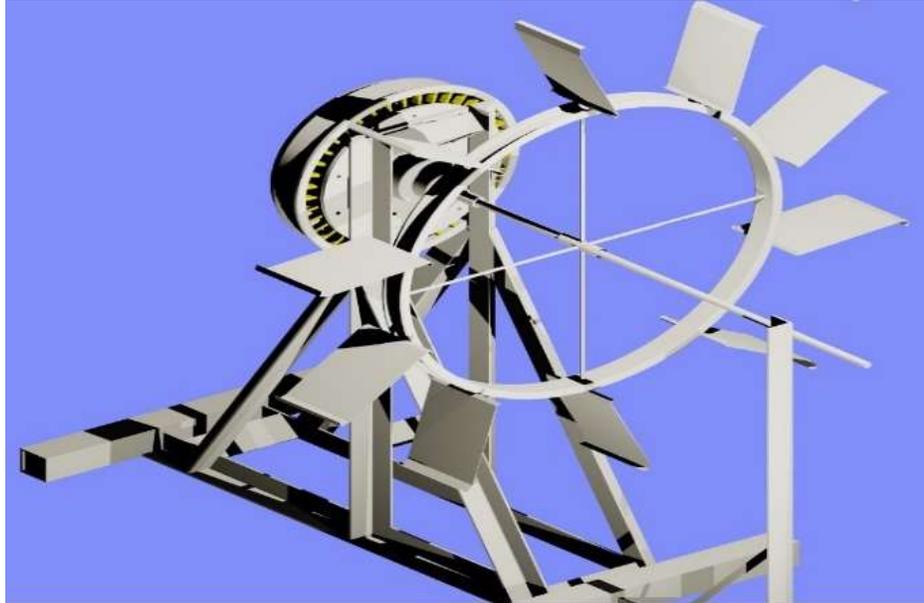
Figura 4: Diseño de la base en AutoCAD



Fuente: Autores

En la Figura 5, se puede observar cómo sería el prototipo final del generador de energía.

Figura 5: Diseño final AutoCAD



Fuente: Autores

3.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA TURBINA PARA QUE PERMITA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA

Una vez satisfechas las etapas anteriores donde en primera medida se hizo una determinación de los materiales a usar e identificación en su importancia en la implementación del generador, se continúa con la adecuación y uso de las partes para que cada una cumpliera a cabalidad su función; finalmente se tiene como producto final la turbina que se va utilizar para generar energía ecológica a base del Río Tona, que permita una calidad de vida mejor a las personas residentes de este municipio y que estos no dependan de una energía totalmente abstracta, sino que al contrario en la medida de su implementación y aceptación ellos vean una necesidad de mantener estas turbinas para que aprovechen esta fuente hídrica y les permita ser constantes en su uso y de comprometan con el medio ambiente.

4. RESULTADOS

Los siguientes materiales fueron reciclados: el rin estaba y la lámina; para soldar se adquirió un equipo de soldadura, mediante el cual se hicieron las uniones correspondientes que se necesitaban, tal como se muestra en la Figura 6

Figura 6: Construcción del molino terminado



Fuente: Autores

Se necesitó de un motor de lavadora de tecnología direct drive en conexión de estrella, después se hizo necesario pegar los imanes de neodimio. El motor se consiguió de una lavadora sin uso. Los imanes fueron reciclados de los discos duros de una empresa de computadores de donde fue posible reciclarlos

Figura 7: Construcción de bobina



para hacer la base del generador fueron necesarias conseguir unos perfiles en L en los cuales se hicieron unos cortes que fueron los siguientes: 2- 60 cm, 2- 69 cm, 4- 52 cm, 1- 26 cm, 1- 63 cm también se necesitó unos perfiles cuadrados en hierro se cortaron dos a 42 cm se necesitó soldadura y después se hizo su respectivo acople para darle una estabilidad a la base para el generador, obviamente con materiales reciclados

Figura 8: instalación de imanes al disco - rotor



ELABORADO POR:
 Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:
 soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación
 FECHA APROBACION:

Figura 9: Construcción de la base



Fuente: Autores

Después de tener lista la base se soldó el generador, colocando una varilla de 60 cm en la base y ajustando el molino dentro de la varilla para dar por terminado el prototipo

En la Figura 9, se puede observar la adecuación del generador en el Rio Tona – S/der, teniendo en cuenta que depende del lugar que se ubique y la densidad del agua va a ser la generación de energía; también cabe precisar que se sostiene con una roca para hacer que el afluyente no permita que se caiga o se mueva en una dirección que no sea acorde con las necesidades del proyecto.

En la Figura 9, se puede observar de igual forma, el impacto del agua con las aspas mediante las cuales se espera que haga una conexión junto con los demás elementos para generar la energía como resultado final.

El producto o uso final es la generación de energía eléctrica totalmente limpia, en este proyecto se tomó como base un ventilador de tocador en el cual se puede evidenciar que efectivamente si fluye el aire de este aparato electrónico, como reflejo del generador que se está implementando

Figura 9: Construcción final



Fuente: Autores

Lo siguientes son pruebas con digital storage oscilloscope:

Figura 10: tomando medidas



Figura 11: osciloscopio con imanes de ferrita

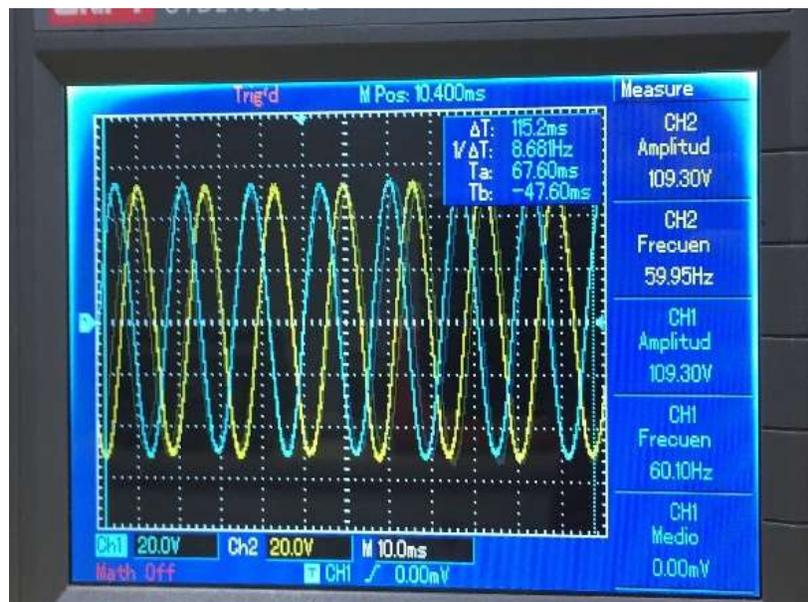


Figura 12: tomando medidas con imanes de neodimio



Figura 13: osciloscopio con imanes de neodimio

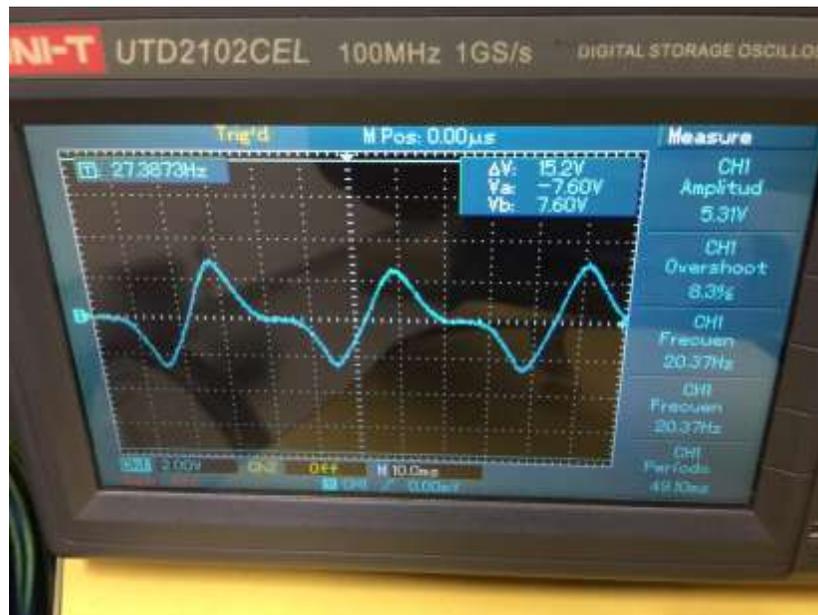


Figura 14: diferencia entre disco con imanes de neodimio y ferrita



Figura 15: Disco con imanes de ferrita



Figura 16: Disco con imanes de neodimio



Figura 17: pruebas con el disco con imanes de ferrita



Con base en materiales reciclables se presentó un prototipo funcional que transforma energía hidráulica en energía eléctrica para las comunidades apartadas del municipio de Tona-Santander, de una forma innovadora y amigable con el medio ambiente que al proyectarse a gran escala generará una satisfacción en la comunidad pues obtendrán el flujo eléctrico que será renovable y en la medida de lo posible será perdurable en el tiempo mientras el cauce del río Tona lo permita, así como también la disposición y compromiso de la comunidad, puesto que serán ellos mismos los encargados de hacer su propia energía con base a materiales reciclables resultantes de su cotidianidad.

Se espera de igual forma que el proyecto genere impacto positivo en el medio ambiente de tal forma que se vean reducido los niveles de contaminación en estas zonas y que se pueda implementar en otros sectores del departamento como también del país, pues el costo que genera es el mínimo para un proyecto de tal magnitud y con una gran pretensión como lo es el aquí expuesto.

5. CONCLUSIONES

- Después de realizar pruebas con los imanes de ferrita podemos ver que la señal de salida es senoidal y el voltaje en ac es variable entre los 33 v y los 80 v.
- Al instalar los imanes de neodimio la señal de salida es casi senoidal pero por la forma de estos la señal es muy dispereja. Pero los voltajes son un poco más bajos 5v y 20v ac, Pero teniendo en cuenta que solo fue con 6 imágenes de neodimio de los 32 que debemos tener para tener la misma área frente a los 8 de ferrita que son más grandes. También tenemos que aclarar que el tipo de conexión de las bobinas es estrella y el voltaje mencionado anteriormente es entre el punto común o neutro y solo 1 fase. Por ende, tenemos una salida trifásica de los voltajes anteriores.
- Para mejorar el rendimiento del generador debemos mejorar la disposición y calibrar los imanes de modo que la señal de salida o la señal generada sea constante.
- El generador eléctrico es un ejemplo muy claro de cómo se puede producir energía eléctrica de manera limpia, algo vital para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

6. RECOMENDACIONES

- Evitar la conexión de equipos que necesiten mayor potencia que la que puede brindar el generador, pues esto puede provocar daños irreparables al equipo.
- Mejorar el conocimiento de los recursos disponibles y de su utilización actual por medio de estadísticas más completas y específicas, a fin de promover el uso y garantizar la continuidad de las explotaciones y la preservación ambiental.
- Establecer canales de financiación que faciliten la concreción de estas instalaciones y que promuevan los aprovechamientos endoenergéticos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonio, D. (1990). *Principios de electricidad y electronica II*. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=OBGdJcvSvCQC&pg=PA80&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- conservacion de la energia hidraulica*. (2017). Obtenido de http://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria21/feria385_01_conservacion_de_la_energia_generador_hidraulico.pdf
- Cyranek, G. (s.f.). Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001900/190020s.pdf>
- Daza, C. A. (2000). *Evolucion de la Hidroelectrica*. Obtenido de <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/es/historia/generacion/generacion.htm>
- Energia mecanica*. (14 de Septiembre de 2017). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_mec%C3%A1nica
- Energia, M. D. (s.f.). Obtenido de <http://www.iapg.org.ar/sectores/olimpiadas/certamenes/listados/2011/Uso/capitulo7-8.pdf>
- Frers, C. (16 de MARZO de 2010). Obtenido de <http://www.biodisol.com/cambio-climatico/la-importancia-de-las-energias-alternativas-por-cristian-frers-energias-renovables-cambio-climatico/>
- IDAE. (OCTUBRE de 2005). Obtenido de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10330_Agricultura_de_regadio_05_c325ffde.pdf
- Illo, L. C. (2013). *Generador de electricidad ecologico*. Obtenido de <https://lorenacarranza.files.wordpress.com/2013/03/informe-proyecto.pdf>
- Imanes de Neodimio*. (2017). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Imán_de_neodimio#Historia_y_técnicas_de_manufactura
- Imanes de Neodimio*. (2017). Obtenido de <https://www.uv.es/~navasqui/aero/Fungenper.pdf>
- Mendoza, E. Y. (s.f.). *Control de una planta generadora de energia electrica*. Obtenido de http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/8721.pdf
- Oscar Castellanos, S. F. (s.f.). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n33/n33a10.pdf>
- Piedrahita, K. S. (2011). Obtenido de <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/3611/1072648110-2011.pdf>
- PUCLLAS, D. G. (JUNIO de 2015). Obtenido de http://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/cies_infome_final_a1-t2-pb-lalib.pdf
- REPUBLICA, c. d. (13 de mayo de 2014). Ley 1715 de 2014. bogota, colombia.
- SIABATO, F. P. (2004). *energias renovables y desarrollo sostenible en zonas rurales de colombia*. Obtenido de http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_user/documentos/revista53/energias_6.pdf

- TSUNATA, (. , Takemoto, M., Ogasawara, S., Watanabe, A., Ueno, T., & Koji Yamada. Development and Evaluation of an Axial Gap Motor Using Neodymium Bonded Magnet. 31 May 2017. IEEE Transactions on Industry Applications (Volume: 54, I. 1. (31 de MAYO de 2017).
- Vega, O. A. (2012). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/4222752.pdf>
- Yu Fu, M. T., Ogasawara, S., & Koji Orikawa. Investigation of a high speed and high power density bearingless motor with neodymium bonded magnet. 08 August 2017. Published in: Electric Machines and Drives Conference (IEMDC), 2. I. (8 de AGOSTO de 2017).
- Yu Fu, O. &. (8 de AGOSTO de 2017).