



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de
Ingeniero Civil

MODALIDAD: INVESTIGACIÓN

TEMA:

**“ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRÁULICO EN EL RÍO
COAQUE Y SU INCIDENCIA EN LA GENERACIÓN DE
ELECTRICIDAD”**

AUTORES: De la Cruz Vera Luis Alejandro
Zambrano Cusme Iván Leonardo

TUTOR: Ing. Mg.S. Lider Macías Ramos

REVISORA: PhD. María Rodríguez Gámez

2017

1. Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación con mucho orgullo y cariño en primer lugar a Dios por darme la salud y la fuerza necesaria para no desfallecer en mis caídas y siempre encontrar un motivo para salir adelante, seguir luchando por alcanzar mis metas.

A mi padre, a mi madre y a mis hermanos que siempre estuvieron ahí apoyándome y dándome fuerzas cuando la necesite.

A todos lo que me han acompañado en estos últimos años de superación y esfuerzos.

Gracias eterna, nunca me olvidaré.

De la Cruz Vera Luis Alejandro

AUTOR

“A todas aquellas personas que a través de los años le han dado sentido a mi vida, por el sólo hecho de existir y estar ahí acompañándome por los caminos del destino, los retos y desafíos a los que nos enfrenta cada día.”

Agradecido eternamente.

Zambrano Cusme Iván Leonardo

AUTOR

2. Agradecimiento

En primer lugar a nuestros padres, por todo su sacrificio y apoyo para que hoy pudieramos ser los hombres y profesionales que somos, todo se lo debemos a ellos.

A nuestros hermanos por forjarnos un compromiso que jamás se podrá romper como un nombramiento y que nos obliga a superarnos a nosotros mismos.

A nuestras familias, que de una forma u otra también formaron parte y contribuyeron a nuestra formación.

A nuestro tutor por ayudarnos siempre con sus valiosas sugerencias y recomendaciones.

A nuestros profesores y personas que desde la dirección de la Universidad hicieron posible la proeza de enseñarnos y formarnos en el temple de verdaderos profesionales.

No pudiéramos dejar de mencionar a los compañeros de aula por soportarnos todos estos años de estudios.

A todas aquellas personas que su nombramiento convertiría en interminable el trabajo; pero sin los cuales no hubiese sido posible llegar a graduarnos.

¡Gracias eterna a todos!

AUTORES

De la Cruz Vera Luis Alejandro

Zambrano Cusme Iván Leonardo

3. Certificación del Director de Trabajo de Titulación.

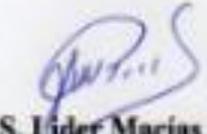
CERTIFICACIÓN

Quien suscribe la presente señor Ing. Mg.S. Lider Macías Ramos, Docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación **“ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRÁULICO EN EL RÍO COAQUE Y SU INCIDENCIA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD”**, desarrollado por los profesionistas, Señor: De la Cruz Vera Luis Alejandro y señor: Zambrano Cusme Iván Leonardo; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Artículo 8 del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verificó que el trabajo desarrollado por los profesionistas cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente a los estudiantes en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentaron el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación los profesionistas pusieron interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes.


Ing. Mg.S. Lider Macías Ramos
TUTOR

4. Informe de revisor del Trabajo de Titulación

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de investigación y que lleva por tema: **"ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRÁULICO EN EL RÍO COAQUE Y SU INCIDENCIA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD"**, desarrollado por los señores: De la Cruz Vera Luis Alejandro con cédula No. 131399959-9 y Zambrano Cusme Iván Leonardo, con cédula No. 131077340-1, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, bajo la tutoría y control del señor Ing. Mg.Sc. Líder Macías Ramos, Docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumpla con informar que en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, sus autores:

Han respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio

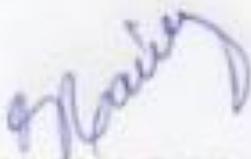
Han aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador.

Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados

El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidencia en el contenido bibliográfico consultado.

Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento **NO VINCULANTE** para los fines legales pertinentes.



Firma: PhD. María Rodríguez Gámez.

REVISORA DEL TRABAJO DE TITULACION

5. Declaración sobre derechos de autores

Quienes firmamos la presente, profesionistas, De la Cruz Vera Luis Alejandro y Zambrano Cusme Iván Leonardo, en calidad de autores del trabajo de titulación realizado sobre el **"ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRÁULICO EN EL RÍO COAQUE Y SU INCIDENCIA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD"**, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene este proyecto, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento. Así mismo las conclusiones y recomendaciones constantes en este texto, son criterios notamente personales y asumimos con responsabilidad la descripción de las mismas

AUTORES


De La Cruz Vera Luis Alejandro


Zambrano Cusme Iván Leonardo.

6. Índice	
1. Tema:	1
2. Planteamiento del problema.....	2
2.1. Formulación del problema	4
3. Inmersión inicial en el campo	5
3.1. El Rio	5
3.2. Caudal	5
3.3. Biomasa.....	5
3.4. Energía hidroeléctrica	5
3.5. La energía hidroeléctrica contribuye a reducir el CO2 en Ecuador	6
3.6. Central hidroeléctrica.....	6
3.7. Fundamentos de centrales hidroeléctricas pequeñas y sus obras anexas.....	7
3.8. Ecuador y sus principales centrales hidroeléctricas	7
3.9. Potencial hídrico del salto de agua.....	8
4. Concepción del diseño del estudio.....	8
4.1. Objetivos	8
4.2. Objetivo general	8
4.3. Objetivos específicos.....	8
4.4. Delimitación espacial	9
4.5. Delimitacion temporal.....	9
4.6. Diseño metodológico.....	9
4.6.1. Hipótesis.....	9
4.6.2. Variable dependiente.....	9
4.6.3. Variable independiente.....	10
4.6.4. Nivel de investigación.....	10
4.6.5. Método	11
4.6.6. Técnicas.....	11
5. Definición de la muestra inicial del estudio y acceso a esta	12
6. Recolección y análisis de los datos e interpretación de los resultados.....	13
7. Elaboración del reporte de los resultados.....	20
2. Cronograma.....	32
3. BIBLIOGRAFÍA.....	33
Anexos.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 1. Encuesta.....	34

Anexo 2. Entrevista (toma de datos) 35

7. Resumen

El abastecimiento de energía al ciento por ciento de la población ecuatoriana constituye un gran reto para el país, especialmente en las zonas rurales donde resulta más difícil y costoso extender las líneas del sistema eléctrico y donde a pesar de los esfuerzos no se logra la calidad requerida del servicio, con un impacto negativo para la satisfacción de las necesidades y el desarrollo socioeconómico de las regiones rurales. En el trabajo se presentan los resultados de una investigación enfocada en el estudio del potencial hidráulico del río Coaque, para lo cual se visualizaron 12 comunidades que se encuentran cercanas al cauce del río y donde se pudieran utilizar tecnologías capaces de aprovechar el pequeño potencial existente en función de mejorar la calidad del servicio eléctrico, ahorrar recursos naturales y contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Se presentan series de datos en tablas que permiten analizar el resultado del estudio del potencial hidráulico en 12 sitios del río Coaque y su posible vinculación en función de beneficiar el elemento social que reside cercano a estos puntos. Se ofrece como resultado un mapa con el estudio del potencial hidráulico en los doce puntos estudiados del río Coaque.

8. Abstract

The supply of energy to one hundred percent of the Ecuadorian population is a great challenge for the country, especially in rural areas where it is more difficult and expensive to extend the lines of the electric system and where despite the efforts the quality is not required Of the service, with a negative impact for the satisfaction of the needs and the socioeconomic development of the rural regions. This paper presents the results of a research focused on the study of the hydraulic potential of the Coaque River, for which 12 communities were visualized that are close to the cauce of the river and where technologies could be used to take advantage of the small potential existing in Improve the quality of the electricity service, save natural resources and contribute to the reduction of CO₂ emissions into the atmosphere. Data series are presented in tables that allow analyzing the result of the study of the hydraulic potential in 12 sites of the Coaque River and its possible linkage in function of benefiting the social element that resides near these points. The result is a map with the study of the hydraulic potential in the twelve points studied of the Coaque River.

1. Tema:

***“ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRÁULICO EN EL RÍO COAQUE Y SU
INCIDENCIA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD”***

2. Planteamiento del problema

En tiempos antiguos transitando el siglo VI antes de Cristo con el inicio de la era neolítica, comienza el hombre a controlar y utilizar racionalmente la energía en la agricultura, así como el uso de animales para el trabajo y la preparación de alimentos. Ya en los siglos IV y III a.C se inicia los primeros grandes sistemas energéticos de la historia, con la construcción en las zonas pluviales del Tigris, el Éufrates y el Nilo, de sistemas de irrigación de cultivos. Por esta misma época se construye una maquina elemental para el levantamiento de pesos basada en el principio de la palanca.

Los primeros seres humanos no fueron capaces de utilizar más de cinco fuentes de energía: su propia musculatura, la de los animales por los domesticados, la leña, el viento y las corrientes de agua. Incluso durante milenios no contó el hombre con otra fuente de energía utilizable que no fuese su propia musculatura para cazar, pescar, machacar granos alimenticios, transportar cargas y otras tareas vitales. Ya en la etapa del hombre agricultor, el consumo energético medio del ser humano ayudado en sus labores por la utilización de algunos animales domesticados y del fuego, llego a ser tres veces mayor que el característico de la anterior fase cazadora y recolectora, esto es, unas doce mil kilocalorías por día.

El desarrollo energético de la sociedad ha constituido un paso gigante en los saltos espectaculares experimentados en el progreso humano. Es evidente que sin la energía no hubiera sido posible el desarrollo acelerado de las fuerzas productivas y la creación de la base material que permite al hombre, abandonar las primeras formas de vida y emprender nuevas rutas en el progreso de la humanidad.

Entre 1860 y 1930 tiene lugar con la segunda revolución industrial, la introducción de los sistemas eléctricos, la aviación y la siderurgia. En esta etapa el carbón mineral cede paso el uso preferencial del petróleo. Ya durante los primeros años del siglo XX este combustible fósil se había convertido en la fuente preferencial energética.

A pesar de que en la actualidad más del 70% de la energía que se genera en el Ecuador es de origen hidráulico, en la provincia de Manabí la fuente de generación básica es térmica, con un costo alto del kWh generado y con elevados índices de emisiones de CO₂ a la atmósfera. Sin embargo en el territorio de la provincia existen varios ríos, entre los que se encuentra el río Coaque que puede aportar pequeños potenciales de energía hídrica que se pudieran utilizar en la generación de electricidad.

Hasta los momentos actuales no se conoce que se hayan realizado estudios sobre el cálculo del potencial de energía hidráulica en el río Coaque, por lo que resulta muy difícil poder estimar su potencial en función de generar energía y contribuir de esa manera al mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores que residen en sus márgenes.

La energía hidráulica es más barata que el precio promedio de la energía térmica, a más del beneficio ambiental que conlleva la implementación de estos proyectos por ser energía limpia. En el río Coaque existen pequeños potenciales hidráulicos que pueden ser utilizados en la generación de electricidad, sin embargo no han sido suficientemente estudiados.

Por otro lado el desarrollo de las zonas rurales en la provincia de Manabí por donde circula el cauce del río Coaque ha sido marginal desde el punto de vista energético en las últimas décadas, lo cual ha impactado en el progreso de las áreas agrícolas y en la calidad misma de vida de los habitantes, en su mayoría de estratos pobres. En la actualidad más de un 5% de la población no posee los servicios eléctricos, principalmente en zonas rurales que se encuentran distantes de los centros de generación.

En la provincia de Manabí existen varios ríos permanentes entre los que se encuentra el río de Coaque, que aunque no posee un gran caudal, pudieran ser estudiados para definir el potencial hidráulico disponible para la generación de electricidad.

Los hidrogeneradores de energía constituyen una alternativa a la solución del problema del suministro de energía principalmente en regiones aisladas, además que refuerzan técnicamente al sistema eléctrico del país. Es por esto que con la implementación de proyectos basados en mini hidroeléctricas se produce un aporte técnico y económico que beneficia a las zonas de influencia y contribuye a cubrir la demanda de energía eléctrica, además de aportar técnicamente al Sistema Nacional Interconectado.

Manabí alcanza a 6270 hm³, valor que corresponde a 545,1 mm de lámina de escorrentía media anual donde el río Coaque tiene el volumen de escorrentía anual máximo, equivalente a 1913 hm³, con el 30,5% del total de la demarcación.

El río Coaque es considerado como una de las principales fuentes de agua a nivel de la provincia de Manabí.

La UTM es una institución de la educación superior del Ecuador, que trabaja en la búsqueda de soluciones sostenibles al esquema energético y para ello se propone realizar el estudio de los potenciales de las fuentes renovables en la provincia de Manabí, dentro del cual se encuentran los pequeños potenciales hidráulicos que pueden existir en el río Coaque, enfocando la solución al mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural que actualmente no cuenta con el servicio eléctrico y en otras donde se recibe el servicio con muy baja calidad.

En los últimos meses la UTM ha dedicado esfuerzos por profundizar en el estudio del potencial hidráulico de los ríos de Manabí, con el objetivo de valorar su aprovechamiento para generar electricidad. La Casa de Estudios apuesta por incursionar en el estudio de las tecnologías basadas en pequeños sistemas de generación hídrica que puedan potenciar el aprovechamiento de la energía hidráulica.

El proyecto constituye un estudio de importancia que puede propiciar una intervención comunitaria en el orden energético, para mejorar las condiciones de vida de los pobladores de las zonas rurales, haciendo énfasis al inciso de la Matriz Productiva y Sectores Estratégicos en el Plan Nacional para el Buen Vivir que expresa textualmente: “Paralelamente a la ejecución de grandes proyectos hidroeléctricos, en 2030 la oferta de electricidad se complementará con la implementación de pequeños proyectos de generación de energía con fuentes renovables tales como: la fotovoltaica, la eólica, la biomasa y la hidroelectricidad en zonas cercanas a los consumidores, y con esquemas de gestión participativa de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, las organizaciones comunitarias y el sector privado. Estos proyectos ponen a disposición energías renovables para usos productivos locales y el sistema interconectado, lo que permite generar empleo local, optimizar el uso de los recursos naturales, diversificar los territorios en la generación de electricidad y disminuir las pérdidas técnicas en la transmisión de electricidad.

2.1. Formulación del problema

Considerando lo anteriormente planteado el problema de la investigación radica en: **¿De qué manera el potencial hidráulico en el río Coaque incide en la generación de electricidad?**

3. Inmersión inicial en el campo

3.1.El Rio

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado, rara vez es constante a lo largo del año, y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura. Algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación por las intensas temperaturas¹.

3.2.Caudal

Es la cantidad o nivel de una determinada sustancia que pasa por un cierto lugar durante un cierto periodo de tiempo².

3.3.Biomasa

Para generarla consiste en quemar desechos de materia orgánica para generar calor y posteriormente electricidad.

Los recursos biomásicos, definidos como cualquier materia orgánica (árboles, pastos, cultivos agrícolas) se pueden convertir en formas útiles de energía por medio de varios métodos modernos de conversión, incluyendo combustión directa (método más común), gasificación y digestión anaeróbica.

La biomasa, entre las fuentes de energía renovables, se destaca por cuanto se la puede encontrar o cultivar en prácticamente cualquier lugar, y ofrece energía despachable en cantidades importantes.

Ambientalmente, las plantas eléctricas que operan con biomasa, no producen lluvia ácida, ni generan gases de efecto invernadero³.

3.4.Energía hidroeléctrica

Consiste en aprovechar la fuerza de gravedad con que un flujo de agua corre en un cauce. Es un recurso renovable ya que aprovecha el ciclo natural del agua. Actualmente la hidroelectricidad es el recurso renovable más importante en la generación de electricidad. Las centrales hidroeléctricas capturan la energía liberada por las precipitaciones de agua a una distancia vertical, y transforma esta energía en electricidad.

La cantidad de energía que puede generar una central depende de dos factores: la distancia vertical por la que cae el agua, llamada salto, y el caudal, medido como volumen por unidad de tiempo. Las centrales hidroeléctricas se clasifican en tres tipos:

- De embalse o montaña: son las más comunes y generalmente utilizan una represa para almacenar agua, lo cual permite conservar el agua durante los periodos de lluvias, para luego usarlos en periodos secos.
- De llanura o de pasada: utilizan saltos de muy pocos metros y no tienen embalse de tamaño considerable. No pueden almacenar agua, por eso la generación varía en función del caudal de los ríos, según la temporada. Se necesita una importante cantidad de agua para producir generación de energía útil.
- Centrales hidroeléctricas de bombeo: son centrales hidroeléctricas con todas sus características, pero que tienen tres elementos adicionales: turbinas, generadores eléctricos y dos embalses.(uno "aguas arriba" y otro "aguas abajo")⁴.

3.5.La energía hidroeléctrica contribuye a reducir el CO2 en Ecuador

Más del 90 % de la electricidad que producirá Ecuador con los ocho proyectos hidroeléctricos, utilizarán energía limpia que viene del agua y por consiguiente no contamina. Con hidroelectricidad, energía eólica y cocinas de inducción, Ecuador evitará que se emitan a la atmósfera 11 millones de toneladas de CO₂ por año.

Este aporte equivale a dejar de emitir el 70% de la contaminación que genera el sistema de transporte de todo el país. En otras cifras, es como sembrar 730 mil hectáreas de bosque. “Eso es cuidar el medio ambiente con estrategia e inteligencia, generando trabajo, desarrollo y oportunidades para todos”. Así lo expresó a la red Habla Ecuador, el Vicepresidente de la República, Jorge Glas⁵.

3.6.Central hidroeléctrica

En una central hidroeléctrica se utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. Son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para generar energía.

A finales del siglo XIX, la energía hidroeléctrica se convirtió en una fuente para generar electricidad. La primera central hidroeléctrica se construyó en Niagara Falls en 1879. En 1881, las farolas de la ciudad de Niagara Falls funcionaban mediante energía hidroeléctrica. En 1882, la primera central hidroeléctrica del mundo comenzó a funcionar en Estados Unidos en Appleton, Wisconsin⁶.

3.7. Fundamentos de centrales hidroeléctricas pequeñas y sus obras anexas

Nano o Pico centrales: Corresponden a centrales cuya potencia de generación es inferior a 1kW. Son fundamentalmente usadas para suministro familiar y aplicaciones mecánicas.

Micro centrales: Corresponden a las centrales cuya potencia de generación está entre 1kW y 100kW. Su uso principal en el mundo ha sido abastecer redes eléctricas comunales en sectores aislados.

Mini Centrales: Son las que poseen una capacidad de generación entre los 100kW y los 1.000kW. Estas se han usado en el mundo para abastecer varias comunidades cercanas como también para la conexión a la red de energía nacional.

Pequeñas Centrales: Son aquellas cuya potencia instalada se encuentra en el rango de 1MW a 5MW. Se han usado para alimentar pequeñas ciudades y sectores alejados y también para conectarlas a la red eléctrica nacional.

Las pequeñas centrales hidráulicas poseen un grupo de ventajas en relación con las centrales térmicas, entre las que se encuentran⁷.

3.8. Ecuador y sus principales centrales hidroeléctricas

En una central hidroeléctrica se utiliza energía hidráulica para la generación de energía. Son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para mover una rueda. En general estas centrales aprovechan la energía potencial gravitatoria que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como salto geodésico. El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica, la cual transmite la energía a un generador donde se transforma en energía eléctrica⁸.

La ejecución de los ocho proyectos hidroeléctricos (Coca Codo Sinclair, Sopladora, Toachi Pilatón, Minas-San Francisco, Mazar-Dudas, Manduriacu, Delsitanisagua y Quijos) ha requerido una inversión de más de 5 mil millones de dólares que permitirá incrementar 2700 MW al sistema nacional interconectado, que demanda 3100 MW de potencia para atender todas las necesidades de la población. Todo ello ha permitido que en la actualidad el país haya dejado de ser un importador de energía eléctrica para convertirse en exportador de ese rubro.

Además de las centrales eléctricas mencionadas anteriormente, existen otras de menor potencia que contribuyen con la política de sostenibilidad energética, entre ellas se pueden mencionar.

La Central Hidroeléctrica Calope con una potencia instalada de 16,5 Mw, está ubicada en el cantón La Mana, en la provincia de Cotopaxi; La Central Hidroeléctrica Copal posee una obra de toma de pasada, diseñada para captar 36 m³/s de agua del Río Negro, está diseñada con un sistema de compuertas para desalojar las grandes crecientes del río que llegan a los 1500 m³/s; La Central Hidroeléctrica Bimbe que es una central de pasada, diseñada para captar 5 m³/s de agua del Bimbe y; La Central Hidroeléctrica El Batán que está diseñada para captar 2 m³/s de agua que provienen del alcantarillado de la ciudad de Quito que sale por el túnel del Batán⁹.

Existen otras cinco centrales hidráulicas de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), ubicadas en Cumbayá, Guangopolo, Nayón, Pasochoa y Los Chillos, producen en su totalidad 97,22 MW y permiten la generación de energía limpia para el abastecimiento energético de una parte del consumo en el distrito¹⁰.

3.9.Potencial hídrico del salto de agua

La ecuación clave para determinar el potencial hidráulico es la siguiente:

$$Potencia = Altura * Caudal * Gravedad$$

Dónde:

La potencia se mide en vatios, la altura en metros, el caudal en litros por segundo, y la aceleración debida a la gravedad en metros por segundo (9,81)¹¹.

4. Concepción del diseño del estudio

4.1.Objetivos

4.2.Objetivo general

Determinar el potencial hidráulico en el río Coaque para conocer la generación de electricidad.

4.3.Objetivos específicos

- a. Averiguar la bibliografía relacionada con el tema.
- b. Analizar la estructura socioeconómica de los sitios escogidos para el estudio.
- c. Realizar el aforo para el calculo del caudal y determinar los pequeños potenciales hidráulicos.
- d. Ordenar y exponer los resultados del estudio.

4.4. Delimitación espacial

La investigación se la realizará en el cauce del río Coaque y sus márgenes, interesando las poblaciones y objetivos de interés económico y social que se ubiquen a no más de un kilómetro de distancia de los sitios escogidos para el estudio.

4.5. Delimitación temporal

El proyecto se pretende realizar con información desde Febrero de 2016 hasta el primer trimestre del 2017, ya que se cuenta con información actualizada que propicia entender de una manera más sencilla la vulnerabilidad técnica que ofrece la Demarcación Hidrográfica de Manabí.

4.6. Diseño metodológico

4.6.1. Hipótesis

El potencial hidráulico en el Río Coaque aportará con datos de campo que contribuya a la generación de electricidad para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades consideradas.

4.6.2. Variable dependiente

Generación de electricidad

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA
En general, la generación de electricidad consiste en la transformación de alguna clase de energía (hídrica, química, cinética, térmica, solar entre otras) en energía eléctrica.	Caudal	Volumen/Tiempo	¿Cómo considera Ud. la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica?	Entrevistas a expertos sobre la generación de electricidad.
	Energía Hidroeléctrica	Oferta/Demanda	¿Qué papel Ud. le concede al servicio eléctrico?	Encuestas a moradores de las comunidades asignadas.

4.6.3. Variable independiente

Estudio de Potencial Hídrico

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA
El potencial hídrico hace referencia a la energía potencial del agua, o sea, la energía libre que poseen las moléculas de agua para realizar trabajo. Cuantifica la tendencia del agua de fluir desde un área hacia otra debido a ósmosis, gravedad, presión mecánica, o efectos mátricos como la tensión superficial.	Central Hidroeléctrica	Tipos de estructuras.	¿Cuál es su noción acerca de la posibilidad de generar electricidad con el agua del río?	Entrevistas a expertos sobre el potencial hídrico.
	Potencial hídrico del salto de agua	Cálculo del potencial del agua	¿En qué medidas Ud. considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al desarrollo social de la zona?	Entrevistas a moradores de las comunidades asignadas.

4.6.4. Nivel de investigación

Se utilizó la Investigación de Campo, definida como el proceso que utilizando el método científico, permitió obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social (Investigación pura), posibilitando el estudio de una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos (investigación aplicada).

Este tipo de investigación es también conocida como investigación in situ ya que se realizó en el propio sitio donde se encuentran los potenciales hidráulicos. Ello permitió el conocimiento más a fondo de la temática estudiada, pudiendo manejar los datos con más seguridad y soportarse en diseños exploratorios, descriptivos y experimentales, creando una situación de control en la cual se manipuló sobre una o

más variables dependientes (efectos). Por tanto se logró provocar una situación para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por el equipo de investigación para controlar el aumento o disminución de esas variables y sus efecto en las conductas observadas. Con dichos antecedentes se utilizó un tipo de investigación de campo, por cuanto corresponde a un tipo de diseño que se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiendo un contacto cercano con las condiciones reales en que se conseguirán los datos.

En otras palabras se efectuó una medición de los datos que en el caso propuesto, permitió obtener información confiable respecto a la realización del aforo del río Coaque en los puntos señalados y poder determinar el potencial para la generación de electricidad.

Además se utilizó de forma combinada el método de investigación descriptiva, por cuanto se pudo obtener información acerca de la determinación de los pequeños potenciales hidráulicos en el río Coaque y su posible utilización para generar energía eléctrica en función de cubrir la demanda en comunidades aisladas o en el modo de conexión a la red, de manera que se pueda mejorar la calidad del servicio eléctrico en zonas alejadas de los centros de generación, elevar la eficiencia y contribuir a la preservación del ambiente mediante el aporte de energía limpia.

4.6.5. Método

El método explicativo porque se logró establecer un estudio conceptual sobre las diversas tecnologías de generación de electricidad mediante el aprovechamiento de pequeños potenciales hidráulicos.

El método básico utilizado fue el de aforo, que es una de la formas más sencillas para realizar el estudio. Los resultados obtenidos permitieron realizar la profundización en la evaluación del potencial hidráulico que puede ser aprovechado para la generación de electricidad en el río Coaque, pudiendo con ello mejorar la calidad del servicio que se recibe, ahorrar recursos y contribuir a evitar las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

4.6.6. Técnicas

Las principales técnicas utilizadas fueron las siguientes:

- a. Entrevistas especializadas a expertos conocedores de la generación de energía mediante el potencial hídrico.

- b. Encuesta a los moradores de las comunidades ubicadas en el trayecto del Río Coaque.
- c. Ficha técnica realizada en cada comunidad visitada.

5. Definición de la muestra inicial del estudio y acceso a esta

Las encuestas (anexo 1) se realizaron a los vecinos que residen próximos a los sitios de los potenciales hidráulicos estudiados y se enfocó en obtener información respecto a la importancia que le conceden al servicio eléctrico, la eficiencia y el ahorro de energía, así como el papel que puede jugar el potencial hidráulico para cubrir la demanda de electricidad, mejorar el servicio y contribuir con la protección del medio ambiente.

Las entrevistas (anexo 2) se realizaron a las autoridades comunales respecto a lograr una aproximación sobre la noción que tienen respecto a la utilización de la energía hidráulica para mejorar el servicio eléctrico en la zona, así como realizar la electrificación rural a las viviendas que aun no reciben este servicio.

Población y muestra: Los cálculos se realizaron según las ecuación 1.

(1)

$$n = \frac{(Z^2) P Q}{E^2}$$

$$n = \frac{(1,96^2) 0,5 * 0,5}{0,1^2}$$

$$n = \frac{3,84 * 0,5 * 0,5}{0,01}$$

$$n = \frac{0,96}{0,01}$$

$$n = 96$$

P=0.5

Q=0.5

E= 0.1

Z=1.96

Donde:

P→ Probabilidad de ocurrencia = 0.5

Q→ Probabilidad de no ocurrencia = 0.5

E→ Probabilidad de error

Z→ Nivel de confianza

n→ Tamaño de la muestra

6. Recolección y análisis de los datos e interpretación de los resultados

Fueron tabulados y cuantificados los resultados de 96 encuestas a vecinos que residen en sitios próximos a los lugares donde fue estudiado el posible potencial del río Coaque.

Los objetivos se enfocaron en obtener información respecto a la importancia que le conceden los pobladores de las zonas rurales que residen en sitios próximos a los potenciales estudiados en el río Coaque, sobre al servicio eléctrico, la eficiencia y el ahorro de energía, así como el papel que puede jugar el potencial hidráulico para cubrir la demanda de electricidad, mejorar el servicio y contribuir con la protección del ambiente:

Pregunta 1. ¿Qué papel usted le concede al servicio eléctrico?

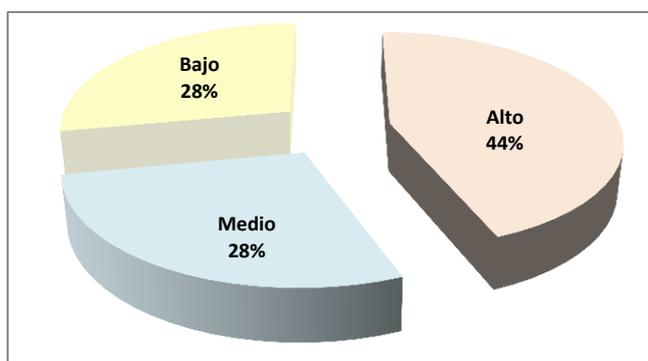
Criterios respecto a la importancia que le concede la población rural que reside en los sitios próximos a los potenciales hidráulicos estudiados sobre el papel del servicio eléctrico.

Opción	Frecuencia	%
Alto	42	44
Medio	27	28
Bajo	27	28
Muy bajo	0	0
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 44% de la población encuestada manifestó conceder un papel de importancia alta al servicio eléctrico; un 28% considera que es medio y; otro 28% planteó que era bajo.

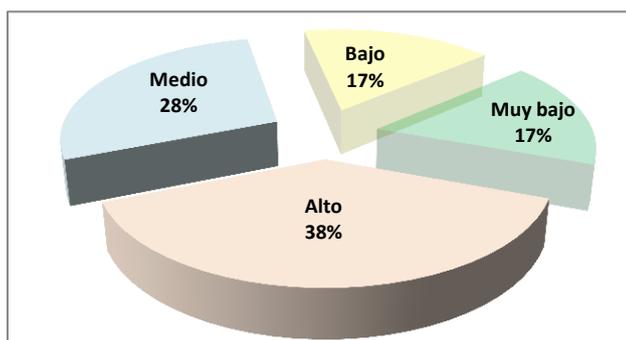
Análisis: Los resultados de la encuesta demuestran que la población entrevistada no posee una noción adecuada sobre el importante papel que puede jugar el servicio eléctrico en función de la elevación de la calidad de vida de la población, pues resulta muy difícil poder ubicar alguna actividad moderna de la sociedad donde no se requiera el servicio de electricidad. Mucha más connotación reviste cuando se trata de la importancia de la electricidad para el funcionamiento de las actividades vinculadas con

la salud, la educación, el esparcimiento y la elevación del nivel cultural de la sociedad. Considerando el resultado analizado anteriormente resulta recomendable que las autoridades de la zona realicen actividades y conversatorios de capacitación relacionado con la utilidad del servicio eléctrico para lograr elevar la calidad de vida de los pobladores de la zona.

Pregunta 2. ¿En qué nivel usted considera que se encuentra la calidad del servicio eléctrico en la zona donde reside?

Criterios respecto a la calidad del servicio eléctrico en la zona donde reside.

Opción	Frecuencia	%
Alto	37	38
Medio	27	28
Bajo	16	17
Muy bajo	16	17
Total	96	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 38% de la población encuestada manifestó que la calidad del servicio eléctrico es alta; un 28% considera que es medio; un 17% consideró que es baja y otro 17% planteó que era muy baja.

Análisis: El análisis de los datos permite verificar que la calidad del servicio eléctrico en la zona no se comporta de manera homogénea. Se pudo verificar durante la investigación que los principales problemas se concentran en El Achiote, Atahualpa, El Ají, Quiauque Arriba, Recinto El Cholote y Baloy. A todos estos sitios llega el servicio eléctrico de la red nacional interconectada; pero se encuentran distantes de los centros de generación y las líneas eléctricas atraviesan zonas rurales que en algunos casos son intrincadas, donde pueden existir grandes pérdidas de energía.

Pregunta 3. A su criterio. ¿Qué nivel tiene la gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio eléctrico?

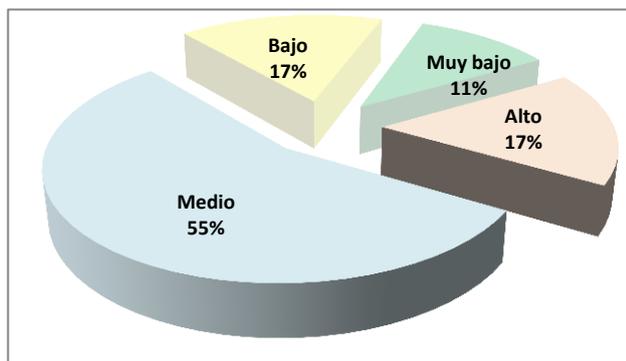
Criterios respecto al nivel de la gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio eléctrico.

Opción	Frecuencia	%
Alto	16	17
Medio	53	55
Bajo	16	17
Muy bajo	11	11
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 17% de la población encuestada manifestó que es alta gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio; un 55% considera que el nivel de la gestión es media; un 17% consideró que es baja y; otro 11% planteó que era muy baja.

Análisis: El análisis relacionado con el nivel de la gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio en la zona, presenta una situación similar a la calidad del servicio, pues no se comporta de manera homogénea en todos los sitios estudiados y se pudo verificar que los mayores problemas relacionados con la gestión de la empresa eléctrica se concentran en El Achiote, Atahualpa, El Ají, Quiauque Arriba, Recinto El Cholote y Baloy. La situación se puede empeorar cuando llegan las lluvias de invierno, donde las interrupciones son más frecuentes y se presenta más demora para su solución por parte de la empresa eléctrica.

Pregunta 4. ¿Usted considera que se puede mejorar el servicio eléctrico en la zona?

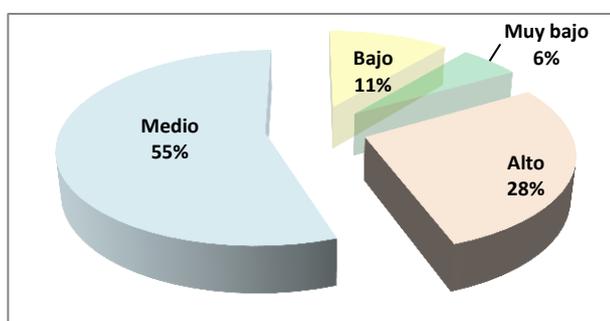
Criterios respecto a la posibilidad de mejorar el servicio eléctrico en la zona.

Opción	Frecuencia	%
Alto	27	28
Medio	53	55
Bajo	11	11
Muy bajo	5	6
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 28% de la población encuestada manifestó que es alta la posibilidad de mejorar el servicio eléctrico en la zona; un 55% considera que dicha posibilidad es media; un 11% consideró que es baja y; un 6% planteó que era muy baja.

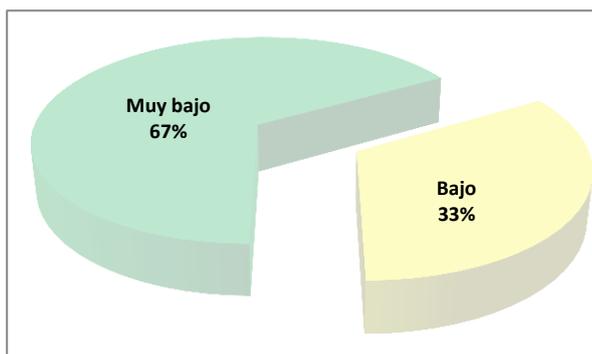
Análisis: A pesar del desconocimiento que posee la población respecto a la forma en que se puede mejorar la calidad del servicio eléctrico, en las comunidades más afectadas se plantea que se puede hacer algo más, pues en otros lugares se ha logrado mejorar la calidad del servicio. Por otro lado existe una minoría que desconoce las potencialidades de las fuentes renovables que existen en la zona y por lo tanto plantean que las posibilidades son bajas o muy bajas. La situación más apremiante se confronta en las siguientes comunidades: El Achote, Atahualpa, El Ají, Quiauque Arriba, Recinto El Cholote y Baloy.

Pregunta 5. ¿Cuál es su noción acerca de la posibilidad de generar electricidad con el agua del río?

Criterios respecto a la posibilidad de generar electricidad con el agua del río.

Opción	Frecuencia	%
Alto	0	0
Medio	0	0
Bajo	32	33
Muy bajo	64	67
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí



Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 33% de la población encuestada manifestó que la posibilidad de generar energía eléctrica con el agua del río es baja; mientras que el 67% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

Análisis: La investigación permitió definir el desconocimiento de la población encuestada respecto a la potencialidad de generación de energía eléctrica que representa el agua del río que se encuentra cercana a las localidades donde residen. Se desconoce que en la actualidad existe una amplia gama de tecnologías basadas en micro-centrales para uso doméstico, que permiten obtener la energía eléctrica necesaria para satisfacer el consumo de una casa. Es ideal para casas de campo aisladas que disponen de un pequeño caudal de agua. Permite obtener potencias de 1, 2 y 3 kW/hora y aprovechar la

energía residual para calentar agua para el uso doméstico. Esta es una situación que requiere ser conocida por los pobladores de las zonas afectadas.

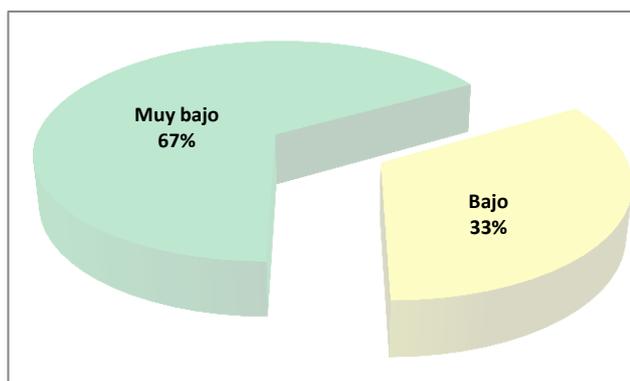
Pregunta 6. ¿En su consideración qué papel pudiera jugar el potencial hidráulico del río en el mejoramiento del servicio eléctrico en la zona?

Criterios respecto al papel pudiera jugar el potencial hidráulico del río en el mejoramiento del servicio eléctrico en la zona.

Opción	Frecuencia	%
Alto	0	0
Medio	0	0
Bajo	32	33
Muy bajo	64	67
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí



Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 33% de la población encuestada manifestó que el papel que pudiera jugar el potencial hidráulico del río en el mejoramiento del servicio eléctrico en la zona es bajo; mientras que el 67% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

Análisis: Este resultado está muy vinculado con la problemática anterior, pues la población encuestada desconoce las posibilidades del potencial hidráulico del río en función de mejorar la calidad del servicio eléctrico en la zona. Se desconoce que en la actualidad existen tecnologías de pequeño porte que pueden ser conectadas directamente a la red de distribución e incluso a la red de baja tensión de las viviendas, y que puede representar una solución viable para el mejoramiento de la calidad del servicio eléctrico. Al igual que en el caso anterior esta es una situación que requiere ser conocida por los pobladores de las zonas afectadas.

Pregunta 7. ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al ahorro de recursos y la eficiencia?

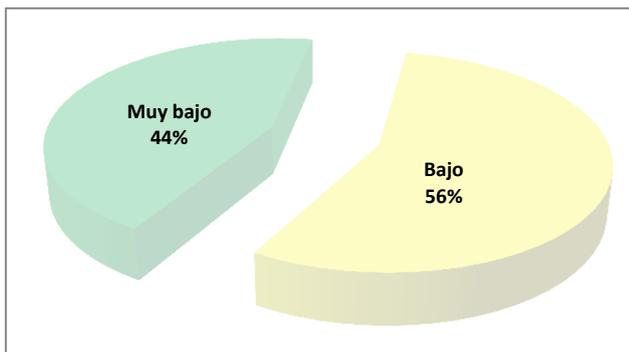
Criterios respecto a la posibilidad que ofrece el aprovechamiento de la energía hídrica del río para contribuir al ahorro de recursos y la eficiencia.

Opción	Frecuencia	%
Alto	0	0
Medio	0	0
Bajo	53	56
Muy bajo	43	44
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 56% de la población encuestada manifestó que el papel que pudiera jugar el potencial hidráulico del río en el ahorro de recursos y la eficiencia es bajo; mientras que el 44% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

Análisis: Esta problemática también está vinculada con las dos últimas anteriores, pues se debe al desconocimiento que poseen los pobladores de la zona, relacionado con la posibilidad de ahorrar recursos naturales y lograr una mayor eficiencia energética mediante el aprovechamiento del potencial hidráulico del río. Se desconoce que por cada MWh de electricidad hidráulica incorporada a la red se puede ahorrar hasta 0,4 MWh de pérdidas y se puede ahorrar hasta 0,35 ton de petróleo que se utiliza en la generación térmica en la provincia de Manabí.

Pregunta 8. ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir a la protección del ambiente?

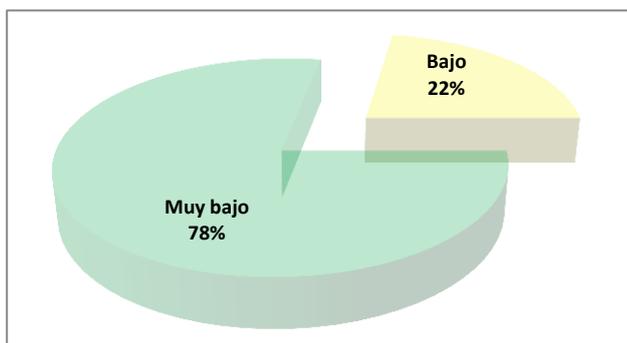
Criterios respecto a la posibilidad que ofrece el aprovechamiento de la energía hídrica del río para contribuir a la protección del ambiente.

Opción	Frecuencia	%
Alto	0	0
Medio	0	0
Bajo	21	22
Muy bajo	75	78
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 22% de la población encuestada manifestó que el papel que pudiera jugar el potencial hidráulico del río para contribuir a la protección del ambiente es bajo; mientras que el 78% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

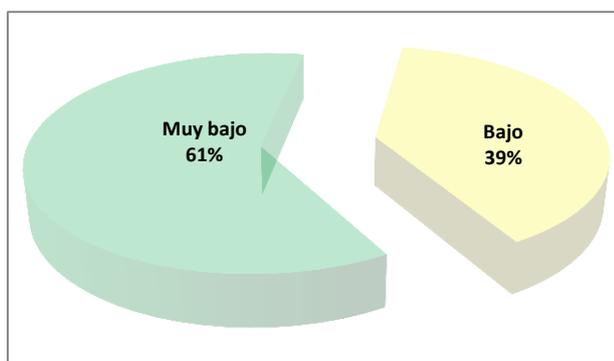
Análisis: La población encuestada desconoce las posibilidades que ofrece la generación de energía mediante el aprovechamiento del potencial hidráulico del río en función de reducir el impacto ambiental derivado de la generación de electricidad. Por cada MWh de electricidad hidráulica que se incorpore a la red eléctrica se puede evitar la emisión de 0,9 ton de CO₂.

Pregunta 9. ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al desarrollo social de la zona?

Criterios respecto a la posibilidad que ofrece el aprovechamiento de la energía hídrica del río para contribuir al desarrollo social de la zona.

Opción	Frecuencia	%
Alto	0	0
Medio	0	0
Bajo	37	39
Muy bajo	59	61
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí



Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 39% de la población encuestada manifestó que el papel que pudiera jugar el potencial hidráulico del río para contribuir al desarrollo social de la zona es bajo; mientras que el 61% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

Análisis: En la actualidad los sitios estudiados poseen servicio eléctrico por medio del sistema nacional interconectado; pero en algunas zonas la calidad del servicio es baja y a pesar de ello se desconoce la contribución que puede aportar el aprovechamiento del potencial hidráulico del río para mejorar la calidad del servicio y con ello elevar el desarrollo social y cultural de la zona.

Pregunta 10. ¿Cómo considera usted la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica?

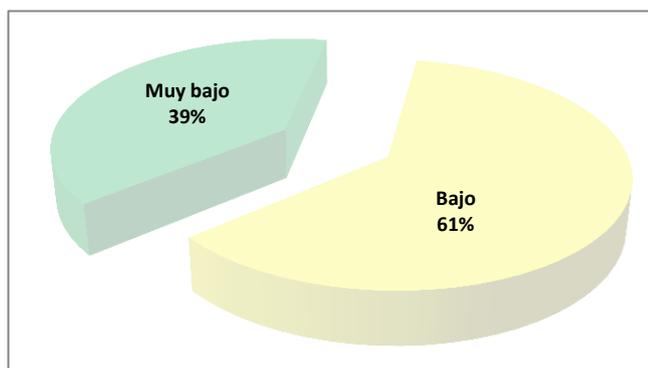
Criterios respecto a la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica.

Opción	Frecuencia	%
Alto	0	0
Medio	0	0
Bajo	59	61
Muy bajo	37	39
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 61% de la población encuestada manifestó que la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica es baja; mientras que el 39% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

Análisis: Es cierto que el río Coaque no presenta un potencial hidráulico que se pueda considerar importante, máximo cuando la investigación se ha desarrollado en la etapa de estiaje; pero en la actualidad existen tecnologías que permiten aprovechar la potencia que pueda existir en los pequeños caudales y con ello poder contribuir al ahorro de recursos y al mejoramiento de la calidad del servicio eléctrico en las zonas estudiadas.

7. Elaboración del reporte de los resultados

Mediante la investigación fueron estudiados 12 sitios del río Coaque que constituyen interés para el análisis sobre el posible aprovechamiento del potencial hidráulico para la generación de electricidad, ya que se encuentran ubicados en sitios cercanos a zonas pobladas donde además de los ciudadanos que pueden ser beneficiados, pueden existir objetivos vinculados al comercio, la producción y la educación.

En la figura 1 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Coaque en el sitio 5 de Agosto.



Figura 1. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio 5 de Agosto.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 2 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Coaque en el sitio Atahualpa.



Figura 2. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Atahualpa.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 3 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Coaque en el sitio 10 de Agosto.



Figura 3. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Diez de Agosto.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 4 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Coaque en el sitio El Achiote.



Figura 4. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio El Achiote.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 5 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Coaque en el sitio El Ají.



Figura 5. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio El Ají.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 6 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Coaque en el sitio El Cholote.



Figura 6. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio El Cholote..

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 7 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Coaque en el sitio Hacienda El Rosario.



Figura 7. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Hacienda El Rosario..

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 8 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Coaque en el sitio Quiauke.



Figura 8. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Quiauke.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 9 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Coaque en el sitio Santa Rosa.



Figura 9. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Santa Rosa.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 10 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Coaque en el sitio Taviasa Abajo.

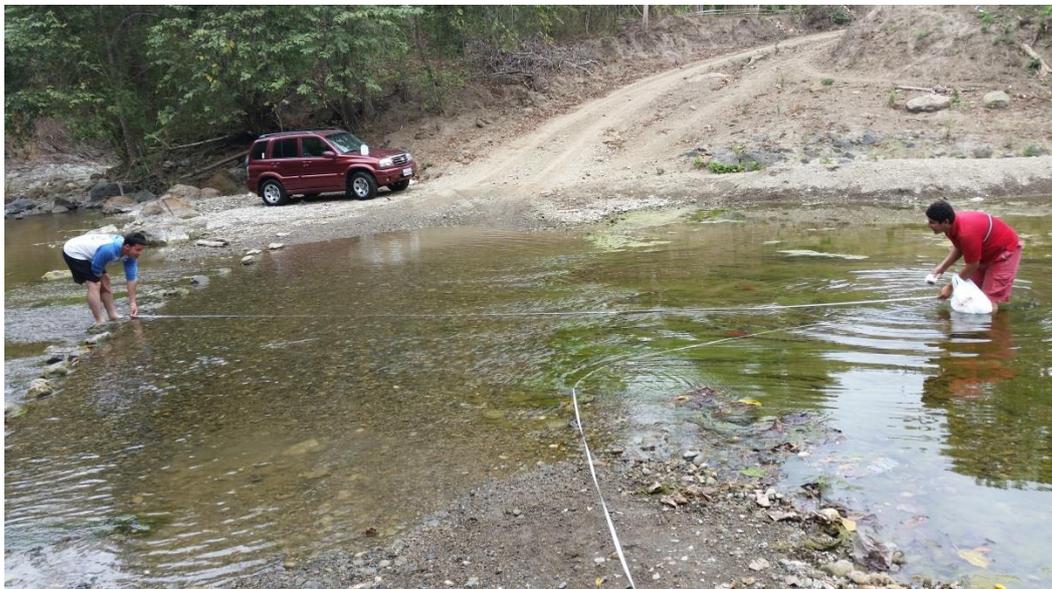


Figura 10. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Taviasa Abajo.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la tabla 1 se muestran los resultados de 12 puntos estudiados en función del potencial hidráulico.

Tabla 1.

Cálculo del caudal en los sitios estudiados

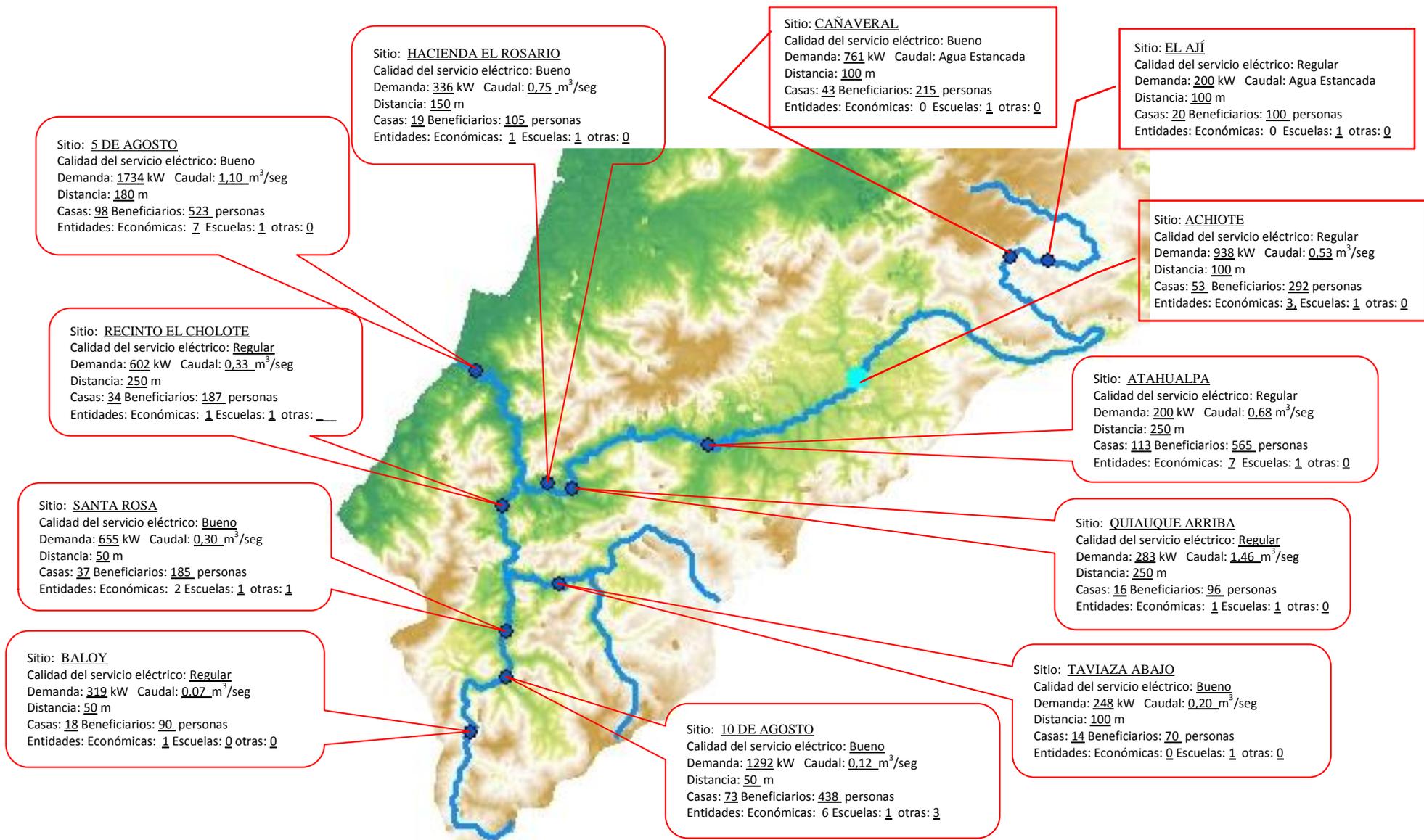
DATOS INFORMATIVOS			DISTANCIA A-B	TIEMPO (SEGUNDOS)				VELOCIDAD V=D/T	PROFUNDIDAD						ANCHO DEL RIO Ar(m)	AREA A= Hm*Ar (m ²)	CAUDAL Q= V *A (m ³ /sg)
SITIOS ESTUDIADOS (COMUNIDAD)	NOMBRE DEL RIO	COORDENADAS		T1	T2	T3	Promedio		h1	h2	h3	h4	h5	Hm=h1+h2 +h3+h4+h5			
			(m)	(S)	(S)	(S)	(S)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m ³ /sg)
ACHIOTE	COAQUE	79° 53 ' 41,36" W 3° 43 " 40,55" N	25	32,68	55,08	50,05	45,94	0,544	0,25	0,18	0,15	0,13	0,1	0,16	6	0,97	0,53
ATAHUALPA	COAQUE	79° 57 ' 59,27" W 0° 1 " 33,79" S	25	45,03	53,33	71,58	56,65	0,441	0,04	0,21	0,25	0,19	0,05	0,15	10,3	1,53	0,68
EL AJÍ	COAQUE	79° 48 ' 1,59" W 0° 3 " 55,15" N	AGUA ESTANCADA, SIN VELOCIDAD														
CAÑAVERAL	COAQUE	79° 49 ' 8,95" W 0° 3 " 53,96" N	AGUA ESTANCADA, SIN VELOCIDAD														
5 DE AGOSTO	COAQUE	80° 4 ' 51,25" W 0° 0 " 35,61" N	25	120,7 3	113,4	123,3 6	119,16	0,210	0,16	0,33	0,45	0,39	0,17	0,30	17,5	5,25	1,11
TAVIAZA ABAJO	COAQUE	80° 2 ' 34,20" W 0° 5 " 58,62" S	8	38,55	36,45	32,87	35,96	0,222	0,04	0,1	0,13	0,11	0,02	0,08	11,4	0,90	0,20
10 DE AGOSTO	COAQUE	80° 4 ' 21,06" W 0° 8 " 40,86" S	25	77	97	71	81,67	0,306	0,11	0,16	0,14	0,05	0,01	0,09	4,1	0,38	0,12
SANTA ROSA	COAQUE	80° 4 ' 20,95" W 0° 7 " 29,39" S	25	46	46	55	49,00	0,510	0,07	0,17	0,11	0,06	0,02	0,09	6,8	0,60	0,30
HACIENDA EL ROSARIO	COAQUE	80° 3 ' 5,11" W 0° 2 " 58,72" S	25	87	109	129	108,33	0,231	0,1	0,25	0,32	0,38	0,4	0,29	11,2	3,25	0,75
QUIAUQUE ARRIBA	COAQUE	80° 2 ' 16,30" W 0° 3 " 11,10" S	15	88	95	106	96,33	0,156	0,36	0,6	0,66	0,71	0,2	0,51	18,5	9,36	1,46
EL CHOLOTE	COAQUE	80° 4 ' 18,51" W 0° 3 " 37,51" S	15	41	39	46	42,00	0,357	0,18	0,19	0,26	0,28	0,25	0,23	4	0,93	0,33
BALOY	COAQUE	80° 5 ' 24,94" W 0° 10 " 28,79" S	25	67	75	69	70,33	0,355	0,05	0,08	0,07	0,02	0,01	0,05	4	0,18	0,06

En la tabla 2 se muestra el análisis del potencial hidráulico estudiado en relación con los elementos presentes en la sociedad, donde se puede percibir la importancia de introducir las tecnologías de generación hidráulica en sistemas conectados a la red, de manera que se pueda contribuir a mejorar la calidad del servicio eléctrico, ahorrar petróleo y reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Tabla 2.
Estudio de la Comunidad

Datos informativos Sitio/Comunidad	Caudal calculado $Q=V*A$ (m ³ /s)	Distancia hasta comunidad (m)	Cantidad de		Entidades			Cálculo de la demanda (kW)	Calidad del servicio eléctrico	Propuesta posible opción del sistema
			Casas (U)	Personas (U)	Económicas (U)	Escuelas (U)	Otras (U)			
ACHIOTE	0,53	100	53	292	3	1		938	Regular	Conectado a la red
ATAHUALPA	0,68	250	113	565	7	1	3	2000	Regular	Conectado a la red
EL AJÍ	AGUA ESTANCADA	100	20	100		1		200	Regular	
CAÑAVERAL	AGUA ESTANCADA	100	43	215	2	1		761	Bueno	
5 DE AGOSTO	1,10	180	98	523	7	1		1734	Bueno	Conectado a la red
TAVIAZA ABAJO	0,20	100	14	70		1		248	Bueno	Conectado a la red
10 DE AGOSTO	0,12	50	73	438	6	1	3	1292	Bueno	Conectado a la red
SANTA ROSA	0,30	50	37	185	2	1	1	655	Bueno	Conectado a la red
HACIENDA EL ROSARIO	0,75	150	19	105	1	1		336	Bueno	Conectado a la red
QUIAUQUE ARRIBA	1,46	250	16	96	1	1		283	Regular	Conectado a la red
EL CHOLOTE	0,33	250	34	187	1	1		602	Regular	Conectado a la red
BALOY	0,07	50	18	90	1			319	Regular	Conectado a la red

En la figura 11 se muestra el mapa del potencial hidráulico estudiado del Río Coaque.



8. Conclusiones

1. Una vez revisada la bibliografía se puede concluir que en la provincia de Manabí existen estudios muy generales que no cuentan con la información necesaria para la determinación del Potencial Hidráulico en el río Coaque del cantón Pedernales.
2. Analizada la situación socioeconómica de las comunidades consideradas para la presente investigación, se pudo determinar que éstas dependen en su totalidad de la agro industria y que cuentan con servicio eléctrico, pero en todos los casos la electricidad no está llegando con los parámetros técnicos de calidad requeridos, situación que se hace más conflictiva durante los meses de invierno con las lluvias, donde se producen frecuentes interrupciones del servicio eléctrico.
3. Realizados los aforos correspondientes en cada uno de los puntos se pudo determinar el caudal para la simulación de los saltos hidráulicos y el aprovechamiento de estos caudales contribuyendo con la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, según la necesidad de cada una de las comunidades seleccionadas.
4. Una vez obtenidos los resultados y su respectivo ordenamiento se puede deducir que el caudal más alto se lo encuentra en las coordenadas 80° 2 ' 16,30" W; 0° 3 " 11,10" S correspondiente al sitio Quiaunque Arriba seguido de las coordenadas 80° 4 ' 51,25" W; 0° 0 " 35,61" N donde se encuentra la comunidad denominada 5 de Agosto y los caudales menores en las coordenadas 80° 4 ' 21,06"W; 0° 8 " 40,86" S y 80° 5 ' 24,94" W; 0° 10 " 28,79" S correspondientes a las comunidades 10 de Agosto y Baloy respectivamente. Lo que indica que si se pueden instalar tecnologías para el aprovechamiento de energía eléctrica como fuente renovable de energía distribuida.

9. Recomendaciones

1. Se recomienda que las instituciones publicas y privadas realicen estudios de esta naturaleza para tener fuentes de información oportuna y veraz para la gestión de los recursos renovables que puedan ser aprovechados en diferentes formas.
2. Es necesario proponer otras formas de sustento diario sin dejar de lado la agro industria ya que con las pequeñas centrales hidroeléctricas se puede mejorar el servicio de energía eléctrica en la comunidad, a la vez también se puede vender el excedente conectándola a la red pública y obtener réditos económicos.
3. Es conveniente que se realicen estos aforos por lo menos cuatro veces al año para poder caracterizar el caudal y por consiguiente el potencial en cada una de los trimestres y su variación en cada estación anual.
4. Se debe aprovechar los caudales mayores con un salto de agua menor, mientras que en los caudales menores se debe simular saltos de agua mayores y asi poder tener potenciales que vayan a satisfacer las necesidades de energía eléctrica a cada una de las comunidades.

1. Presupuesto

Tabla: Análisis del presupuesto

RUBRO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Recursos Materiales			
Resmas Papel	2	5,00	10,00
Impresión	700	0,05	35,00
Transporte	4	80,00	320,00
Alimentación	4	24,00	96,00
Sub total			461,00
12% IVA			55,32
TOTAL			516,32

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

2. Cronograma

ACTIVIDADES	TIEMPOS	Semanas									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Oct		Nov			Dic				
Recopilación de información		x									
Aplicación de las técnicas			x								
Encuestas tabulación y análisis de datos				x							
Tema y planteamiento de problema					x						
Desarrollo del marco teórico						x					
Visualización del alcance de estudio							x				
Desarrollo y diseño de la investigación								x	x		
Definición y selección de la muestra y recolección y análisis de datos										x	
Reporte de los resultados (conclusiones y recomendaciones)											x

3. Bibliografía

1. Wikipedia. (31 de Octubre de 2016). *Río*. Recuperado el 4 de Noviembre de 2016, de https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo#cite_ref-4
2. Pérez Porto, J., & Merino, M. (2010). *Caudal*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2016, de <http://definicion.de/caudal/>
3. y 4. Educativo, O. N. (s.f.). *Fuentes renovables de energía*. Recuperado el 4 de Noviembre de 2016, de <http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/nollorempormi/soluen.htm>
5. Ecuador, H. (31 de Marzo de 2015). *Ecuador ama la vida, Gobernación de Azuay*. Recuperado el 4 de Noviembre de 2016, de <http://www.gobernacionazuay.gob.ec/con-energia-hidroelectrica-ecuador-contribuye-a-reducir-11-millones-de-toneladas-de-c02/>
6. Wikipedia. (30 de Octubre de 2016). *Central Hidroeléctrica*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2016, de https://es.wikipedia.org/wiki/Central_hidroel%C3%A9ctrica
7. Gonzalez Salas, M. (Junio de 2008). *Fundamentos de Centrales Hidroeléctricas pequeñas y sus obras anexas*. Recuperado el 4 de Noviembre de 2016, de http://radian.cl/documents/fundamentos_centrales_hidroelectricas_pequenas.pdf
8. Licango, M. (23 de Mayo de 2013). *Ecuador y sus principales centrales hidroeléctricas*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2016, de <http://ecuadorprincipalescentrales.blogspot.com/>
9. Ingeniería, C. I. (2010). *Hidroeléctricas*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2016, de <http://www.centralhidroelectrica.com/hidroelectricas.html>
10. ECUADORINMEDIATO. (22 de Mayo de 2014). *Cinco centrales hidroeléctricas de la EEQ generan energía limpia*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2016, de <http://ecuadorinmediato.com/>
11. Atom. (2 de Noviembre de 2011). *Cálculo fácil de la energía que podemos obtener de un salto de agua*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2016, de <http://todoproductividad.blogspot.com/2011/11/calculo-facil-de-la-energia-que-podemos.html>

Anexo 1. Encuesta

Lugar: _____

Objeto de la encuesta: Definir una aproximación respecto a la noción que tiene la comunidad de la importancia del servicio eléctrico, la eficiencia y el ahorro de energía, así como el papel que puede jugar el potencial hidráulico para cubrir la demanda de energía, mejorar el servicio eléctrico y contribuir con la protección del medio ambiente.

- 1 - ¿Qué papel usted le concede al servicio eléctrico?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 2 - ¿En que nivel usted considera que se encuentra la calidad del servicio eléctrico en la zona donde reside?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 3 - ¿A su criterio. Qué nivel tiene la gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio eléctrico?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 4 - ¿Usted considera que se puede mejorar el servicio eléctrico en la zona?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 5 - ¿Cuál es su noción acerca de la posibilidad de generar electricidad con el agua del río?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 6 - ¿En su consideración qué papel pudiera jugar el potencial hidráulico del río en el mejoramiento del servicio eléctrico en la zona?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 7 - ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al ahorro de recursos y la eficiencia?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 8 - ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir a la protección del ambiente?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 9 - ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al desarrollo social de la zona?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 10 - ¿Cómo considera usted la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().

FECHA: _____

Encuestador: _____

Anexo 2. Entrevista (toma de datos)

ENTREVISTA (toma de datos)

Nombre del sitio: _____

Coordenadas: LS _____ LO _____

El potencial se encuentra a _____ metros de la comunidad.

El potencial se encuentra a _____ metros de la línea eléctrica.

Nombre de la comunidad: _____

Dependencia económica de la comunidad: _____

Cantidad de casas: _____, Cantidad de personas: _____ De 0-12 años. _____ De 12-35 años _____.
De 36-60 años _____. Mayor de 60 años _____.

Tiendas: _____ Escuelas: _____ Fábricas: _____ Otros: _____

Cuenta con servicio eléctrico SI () NO ().

Calidad del servicio eléctrico: Malo (), Regular (), Bueno ().

Caso de confrontar problemas con el servicio, cuales:

Cálculo de la demanda de la comunidad: _____ kW.

Reciben el servicio de agua potable en sus casas: (), otra modalidad (). Cuál: _____

_____.

Qué métodos y productos se utilizan en la zona para el mejoramiento de los suelos: _____

_____ Qué producto: _____

Cada que tiempo lo aplican: _____.

Qué residuales de biomasa se generan en la comunidad: _____
