Universidad Técnica de Manabí

Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Química

Carrera de Ingeniería Civil

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

Modalidad: Investigativa

Tema:

"Estudio del potencial hidráulico en el río La Esperanza y su importancia en la generación de electricidad"

Integrantes:

Mejía Cruel Jan Bladimir

Zambrano De La Torre Roberth William

Tutor:

Ing. Jorge Líder Macías Ramos

Revisor:

Ing. César Palma Villavicencio

Portoviejo – Manabí - Ecuador

2017

Dedicatoria

A mis padres por permanecer siempre conmigo a lo largo de este tiempo, por su ejemplo, por enseñarme que la vida está llena de obstáculos, pero con perseverancia, confianza y amor se logra cualquier objetivo trazado. A mis tíos, hermanos y primos que con su apoyo me dieron fuerza para concluir mis estudios.

A mi esposa por brindarme su apoyo y comprensión incondicional a lo largo de mi carrera, ayudándome constantemente para alcanzar este sueño tan anhelado. A mi hijo por su amor, por ser ese motor que me impulsa a ser mejor, a superarme cada día.

Mejía Cruel Jan Bladimir.

Dedicatoria

El presente proyecto de tesis se lo dedico en primer lugar a Dios, el creador, Todopoderoso y mi guía espiritual, por darme toda la salud, fuerza, paciencia y sabiduría en cada una de las adversidades y así lograr conseguir una de mis ansiadas metas, además de ponerme en el camino grandes oportunidades.

A mis padres Rosa Genoveva De La Torre Mendoza y Roberth Olmedo Zambrano Santos por todo su amor, consejos, comprensión, apoyo y forjar mi camino desde siempre, que se han esforzado por darme lo justo y necesario, por darme las herramientas indispensables para luchar en la vida. A mis hermanos Roberth Patricio, Roberth Alejandro y Alondra Stephanía Zambrano Ubillús, por su ayuda y compañía en el momento que la necesité. A ellos, mi familia les dedico uno de mis logros.

De manera especial a Gema Stéfany Barreiro Mendoza por fomentarme el interés en mis actividades académicas, por apoyarme, aconsejarme, comprenderme en toda esta etapa y por darme su amor en lo absoluto, la cual estoy eternamente agradecido.

A cada una de las personas que formaron y forman parte de mi vida amigos(as), docentes y familiares, de cada uno de ellos aprendí y aprendo, a todos los que demostraron sinceridad y confianza en mí.

Zambrano De La Torre Roberth William

Agradecimiento

Nuestros más sinceros agradecimientos:

A Dios, por iluminar nuestro camino en cada momento, y por brindarnos sabiduría, salud y fuerza para seguir adelante a pesar de los obstáculos encontrados en el camino.

A la Universidad Técnica de Manabí, a través de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Escuela de Ingeniería Civil la cual nos abrió sus puertas para formarnos como profesionales competitivos y como personas de bien.

A la Facultad de Ciencias, Matemáticas, Físicas y Químicas, al Ing. Hernán Nieto Castro (Decano de la facultad), Al Sr. Vicedecano Ing. Edgar Menéndez Menéndez, a nuestro Director de Tesis, Ing. Jorge Líder Macías Ramos, Así mismo al revisor Ing. César Palma Villavicencio; quienes a lo largo de este tiempo han puesto a prueba nuestras capacidades y conocimiento para el correcto desarrollo del presente trabajo.

A nuestros Docentes, quienes con mucha paciencia compartieron sus conocimientos profesionales dentro y fuera de las aulas de clases.

Para finalizar nuestra gratitud imperecedera a quienes de una u otra forma han sido artífices en la realización de este sueño.

Gracias a todos.

Los autores.

CERTIFICACIÓN

Quien suscribe la presente señor Ing. Jorge Líder Macías Ramos, Docente de la Universidad Técnica de Manabí, de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Química; en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación "**ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRAULICO EN EL RIO LA ESPERANZA Y SU IMPORTANCIA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD** " desarrollada por los profesionistas: Señor. Zambrano De La Torre Roberth William y Mejía Cruel Jan Bladimir; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Art. 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 mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes.

Ing. Jorge Líder Macías Ramos
TUTOR

INFORME DE REVISOR. TRABAJO DE TITULACION

INFORME 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 HIDRAULICO EN EL RIO LA ESPERANZA Y SU IMPORTANCIA EN LA GENERACION DE ELECTRICIDAD" desarrollado por los señores, Zambrano De La Torre Roberth William y Mejía Cruel Jan Bladimir, previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, bajo la tutoría y control del señor Ing. Jorge Lider 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, cumplo 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 VINCUILANTE para los fines legales pertinentes.

Ing. César Palma Villavicencio
REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACION

Declaración de autores

Quienes firmamos la presente, profesionistas; Zambrano De La Torre Roberth William y Mejía Cruel Jan Bladimir, en calidad de autores del trabajo de titulación realizada sobre **"ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRAULICO EN EL RIO LA ESPERANZA Y SU IMPORTANCIA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD"**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contienen 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 netamente personales y asumimos con responsabilidad la descripción de las mismas.

Sr. Zambrano De La Torre Roberth William
PROFESIONISTAS

Sr. Mejía Cruel Jan Bladimir
PROFESIONISTAS

Índice de contenidos

Dedicatoria .....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Agradecimiento .....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Declaración de autores.....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

1.TEMA XIII

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1.1. Descripción de la realidad problemática 1
1.1.2. Formulación del problema 2
1.1.3. Delimitación de la investigación 2
 Espacial 2
 Temporal 3
1.1.4. Localización física del proyecto 3
1.1.4.1. Macro – Localización 3
1.1.4.2. Micro – Localización 4
1.2. ANTECEDENTES 5
1.3. JUSTIFICACIÓN 6

2.MARCO TEÓRICO 8

2.1. ENERGÍAS RENOVABLES 8
2.2. ENERGÍA HIDRÁULICA 9
2.3. POTENCIAL 9
2.4. TECNOLOGÍAS 10
2.5. COSTOS 18
2.6. IMPACTO AMBIENTAL 20
2.7. DESARROLLO HIDROELÉCTRICO EN EL ECUADOR 21
2.8. DESARROLLO HIDROELÉCTRICO EN EL MUNDO 22
2.9. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS PEQUEÑAS 22
2.10. LAS MINICENTRALES HIDROELÉCTRICAS 24
2.11. GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA 24

3.VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO 26

3.1. APORTE EN LO SOCIAL 26
3.2. APORTE EN LO ECONÓMICO 26
3.3. APORTE EN LO CIENTÍFICO 27

4.ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES 27

4.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO 27
4.2. MÉTODO 28
4.3. TÉCNICAS 28
4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA 29
4.5. RESULTADOS ESPERADOS 30

5.ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS 30

5.1. HIPÓTESIS 30
5.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES 30
5.2.1 Independiente: 30
5.2.2 Dependiente: 30
5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES 31

6.DESARROLLO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 33

6.1. OBJETIVOS 33
6.1.1 General 33
6.1.2 Específicos 33

7.CAMPOS DE ACCIÓN 33

7.1. HACIA DONDE ESTÁ DIRIGIDA 33
7.2. BENEFICIARIOS 33
7.2.1 Beneficiarios Directos 34
7.2.2. Beneficiarios Indirectos 34
7.3. TÉCNICAS UTILIZADAS 34
7.3.1 Encuesta 34
7.3.2. Registros de caudal 34

8.DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA 35

8.1. ESTADÍSTICA 35
8.2. RECURSOS 35
8.2.1 Recursos Humanos 35
8.2.2 Recursos Materiales 35
8.2.3. Recursos Financieros 35

9.RECOLECCIÓN DE DATOS 36

9.1. MEDICIÓN DEL CAUDAL POR EL MÉTODO DEL FLOTADOR 36
9.2. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A LOS HABITANTES DE LAS RIBERAS DEL RÍO LA ESPERANZA DEL CANTÓN EL CARMEN. PROVINCIA DE MANABÍ. ... 40

10.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 55

10.1. CONCLUSIONES 55
10.2. RECOMENDACIONES 56

11.PRESUPUESTO 57

12.CRONOGRAMA 58

13. BIBLIOGRAFÍA 59

14. ANEXOS 61

Índice de figuras

Figura 1. Área de trabajo **2**
Figura 2. Mapa geográfico del ecuador **3**
Figura 3. Mapa geográfico de manabí **4**
Figura 4. Delimitación del área de estudio. **4**
Figura 5. Delimitación del área de estudio. **5**
Figura 6. La energía hidráulica en el ciclo hidrológico. **9**
Figura 7. Central hidroeléctrica de agua fluyente **11**
Figura 8. Central hidroeléctrica con embalse. **12**
Figura 11. Turbina pelton **15**
Figura 12. Turbina francis **16**
Figura 13. Central hidroeléctrica el mulato (la palma) **18**
Figura 14. Central hidroeléctrica de itaipu (brasil) **18**
Figura 15. Distribución de los costos de inversión. **20**

Índice de tablas

¿Qué papel usted le concede al servicio eléctrico? **40**

¿En qué nivel usted considera que se encuentra la calidad del servicio eléctrico en la zona donde reside? **41**

¿Qué nivel tiene la gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio eléctrico? **42**

¿Usted considera que se puede mejorar el servicio eléctrico en la zona? **44**

¿Cuál es su noción acerca de la posibilidad de generar electricidad con el agua del río? **45**

¿En su consideración qué papel pudiera jugar el potencial hidráulico del río en el mejoramiento del servicio eléctrico en la zona?..... **46**

¿En qué medida usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al ahorro de recursos y la eficiencia? **48**

¿En qué medida usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir a la protección del ambiente?..... **49**

¿En qué medida usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al desarrollo social de la zona?..... **51**

¿Cómo considera usted la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica? . **52**

Resumen

El trabajo de titulación fue orientado a la realización de un estudio del potencial hidráulico sobre el río La Esperanza del cantón El Carmen y su importancia en la generación de electricidad para las parroquias Wilfrido Loor Moreira y El Carmen del mismo cantón, y así poder mitigar la escases de electricidad en estos sectores vulnerables a inundaciones de cada año, que afecta directamente a las personas de escasos recursos económicos.

El cuerpo del trabajo de investigación está estructurado de la siguiente manera: en la primera parte se enfoca a la problemática de la investigación, de forma detallada la justificación que es de gran importancia para explicar por qué se va a realizar la investigación y los antecedentes los cuales también van incluidos aquí; posteriormente continúa el marco teórico en la cual brinda toda la información bibliográfica obtenida en libros y páginas web, que permitieron complementar la presente investigación.

Por otra parte continúa la visualización del alcance del estudio, la cual ofrece de forma detallada el aporte que presenta en lo social, económico y científico; luego corresponde a la construcción de hipótesis y definición de variables para la investigación; siguiendo con todo el desarrollo que se llevó en el diseño del trabajo, que contiene los objetivos, así como a su vez la definición y selección de la población y muestra a encuestar, finalmente continúa la recolección de datos obteniendo las medidas precisas del río La Esperanza para lograr calcular por el método de aforo (flotador) el caudal en diferentes puntos del río, interpretación y análisis de datos, esto último es de vital importancia para la consecución del proyecto.

La idea del proyecto es enfocar el estudio de campo a la realidad que se vive durante muchos años y así propender un desarrollo sostenible de la población.

Summary

The work of titling was directed to the realization of a study of the hydraulic potential on the river La Esperanza of the canton El Carmen and its importance in the generation of electricity for the parishes Wilfrido Loor Moreira and El Carmen of the same canton, and thus to be able to mitigate the Electricity shortages in these sectors vulnerable to floods each year, which directly affects people with limited economic resources.

The body of the research work is structured as follows: in the first part it focuses on the problem of research, in detail the justification that is of great importance to explain why the research will be done and the background Which are also included here; Later the theoretical framework in which it provides all the bibliographic information obtained in books and web pages, which allowed to complement the present investigation continues.

On the other hand it continues the visualization of the scope of the study, which offers in detail the contribution that it presents in the social, economic and scientific; Then it corresponds to the construction of hypotheses and definition of variables for the investigation; Following with all the development that was carried out in the design of the work, containing the objectives, as well as in turn the definition and selection of the population and sample to survey, finally continues the data collection obtaining the precise measures of the river La Esperanza In order to calculate the flow rate at different points in the river, interpretation and analysis of the data by the float method, the latter being of vital importance for the achievement of the project.

The idea of the project is to focus the study of the field to the reality that is lived for many years and thus to promote a sustainable development of the population.

1. Tema

Estudio del potencial Hidráulico en el río La Esperanza y su importancia en la generación de electricidad.

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Descripción de la realidad problemática

El río La Esperanza del cantón El Carmen funciona como un estabilizador natural para las localidades que rodean a la cuenca, siendo un aporte de vital importancia al recurso hidrográfico, garantizando su biodiversidad que en ella se encuentra.

La contaminación del río La Esperanza por irreflexión de los seres humanos y la falta de cuidados por parte del hombre hacia otros seres vivos pone en peligro de extinción a muchas especies, y es por eso que ahora la ecología ambiental es un tema que empieza a preocupar a todos ya que el cambio climático ya es una realidad y no una cosa que afectará los demás en un futuro lejano.

Los problemas más comunes del río La Esperanza son: Aglomeración de basura en las laderas del río, falta de cultura ecológica ya que existen quienes se dedican a la cría de chanchos, aves de corral y no tienen el menor escrúpulo para realizar conexiones directas al río donde se descarga toda la suciedad que generan dichos animales.

La cual estas causas conllevan a sufrir efectos por las emanaciones realizadas diariamente por el ser humano, alterando el equilibrio ecológico, así también influye en el aspecto estético ya que a consecuencia de esto ha disminuido la visita de turistas y provocando molestias a moradores del sector.

Sin embargo, en el territorio de la provincia de Manabí existen varios ríos que pueden aportar pequeños potenciales de energía hídrica y que se pudieran utilizar en la generación de electricidad.

Cabe recalcar que la problemática que viven las comunidades aledañas al río La Esperanza es que se sienten desprotegidos por las inundaciones provocadas en los meses de invierno.

1.1.2. Formulación del problema

¿Por qué la necesidad de realizar el estudio del potencial hidráulico para la generación de electricidad en el río La Esperanza del cantón El Carmen?

1.1.3. Delimitación de la investigación

- **Espacial**

La investigación se la realizará en el cauce del río La Esperanza y sus márgenes, implicando a las poblaciones, quienes se encuentran inmersas desde el punto de vista económico y social. En la figura 1 se muestra un mapa que comprende el área de trabajo donde se realizará la investigación.

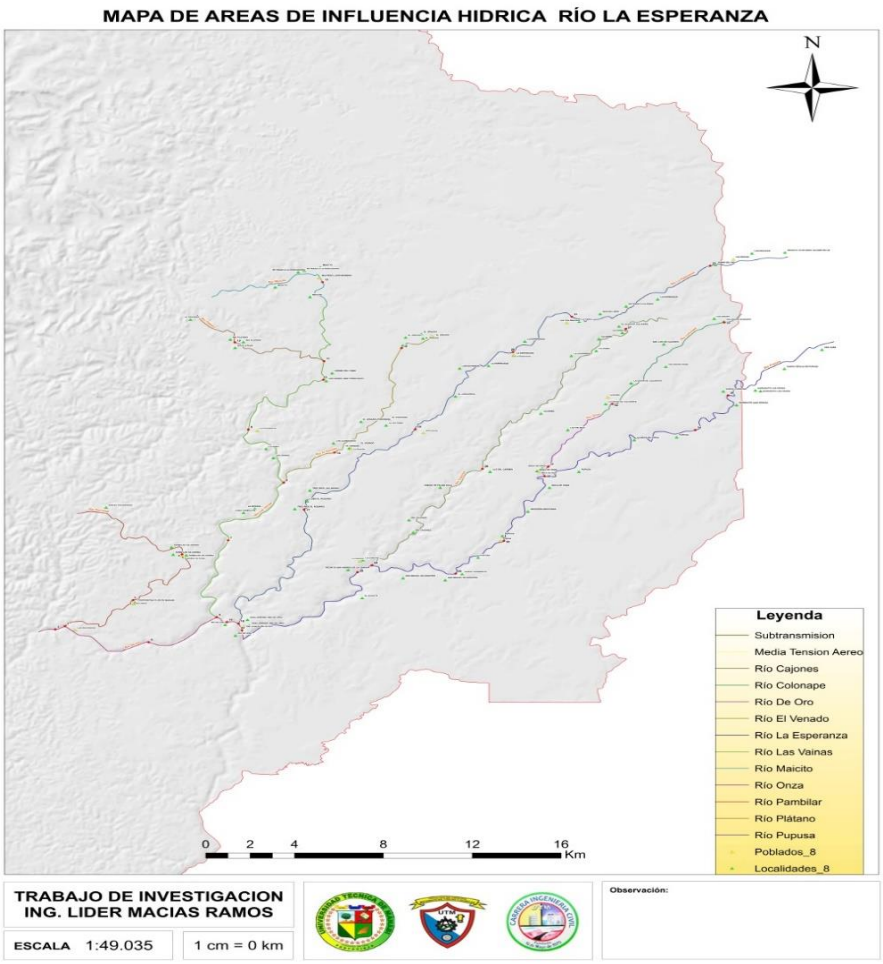


Figura 1. Área de trabajo

- **Temporal**

  El presente trabajo se pretende realizar con información desde septiembre del 2016 hasta marzo 2017, según el cronograma valorado.

1.1.4. Localización física del proyecto

1.1.4.1. Macro – Localización

El presente proyecto se encuentra localizado en Ecuador, país ubicado en la región noroccidental de América del Sur, limitando al norte con Colombia, al sur y al este con Perú y al oeste con el Océano Pacífico.

Ecuador posee un área de 283 561 km2, lo que lo transforma en el cuarto país más pequeño de América del Sur, y posee una población que prevalece los 16 millones de habitantes, lo que transforma en el octavo país más poblado de Latinoamérica. Es el país más densamente poblado de Sudamérica y el quinto en el continente. Es el país con la más elevada concentración de ríos por kilómetro cuadrado en el mundo, el de mayor diversidad por kilómetro cuadrado en el planeta y uno de los países con mayor biodiversidad, teniendo una infinidad de especies animales y vegetales.

En la región costa del Ecuador se encuentra ubicada la provincia de Manabí con una superficie de 18 400 km2, según las proyecciones poblacionales cuenta con 1 496 366 habitantes, y su capital es Portoviejo.

Figura 2. Mapa Geográfico del Ecuador

1.1.4.2. Micro – Localización

El presente tabajo de investigación se efectuó en la provincia de Manabí en el cantón El Carmen, la cual se realizó por el método de campo donde se aplicaron las mediciones de caudal del río La Esperanza.

Figura 3. Mapa Geográfico de Manabí

Figura 4. Delimitación del área de estudio.

No	Localidad	Referencia	Parroquia	Cantón	X	Y
1	Los Dos Esteros		El Carmen	El Carmen	646851.98	9948732.36
2	San Pablo	Dispensario Flor de Manabi	El Carmen	El Carmen	650351.69	9950497.15
3	Pambilar de Arriba	Esc. Manuel Agustin Cedeño Bermudez	El Carmen	El Carmen	652560.46	9953268.71
4	Cooperativa Rio de Oro		El Carmen	El Carmen	651058.55	9947952.64
5	El Rosario	CNH Alegrisimo, Esc. Plinio T. Cuadros Santos	El Carmen	El Carmen	654636.67	9954118.50
6	La Providencia	Esc. Julia Eloisa Vera Navarrete	El Carmen	El Carmen	655545.48	9960816.92
7	Las Vainas (San Francisco)	Esc. 13 de Mayo	El Carmen	El Carmen	658921.83	9963831.05
8	Rio Platano	Esc. Pablo Zamora Salgado	El Carmen	El Carmen	654938.80	9966087.90
9	Maicito	Centro Infantil Niño Esperanza	El Carmen	El Carmen	658885.25	9969731.46
10	Los Almendros	10 de Agosto	El Carmen	El Carmen	659423.83	9959425.69
11	La Y	Esc. Arquimedes Marmolejo	El Carmen	El Carmen	662442.68	9965740.18
12	Rio de Oro		Wilrido Loor Moreira	El Carmen	654576.23	9949166.39
13	Tres Rios El Rosario	Esc. 28 de Abril	Wilrido Loor Moreira	El Carmen	658055.45	9955974.43
14	El Porvenir	Esc. Elias Cedeño Jerves	El Carmen	El Carmen	663060.04	9960831.05
15	La Esperanza	Esc. Ciudad de Portoviejo	El Carmen	El Carmen	667460.05	9965509.17
16	Los Tres Ranchos	Esc. Divino Niño, Esc. Ernesto Velasquez Kuffo	El Carmen	El Carmen	670112.20	9967637.09
17	Pinar del Rio	Esc. Puerto de Oro	El Carmen	El Carmen	676337.07	9970721.06
18	San Lorenzo (Rio de Oro)	Esc. Condor Mirador, Esc. Pedro Florentino V.	El Carmen	El Carmen	655259.89	9948684.49
19	Recinto San Andres de la Cancha	Esc. Vicente Amador Flor	El Carmen	El Carmen	660462.12	9952189.32
20	Luz del Carmen	Esc. Base Sur	El Carmen	El Carmen	666087.32	9958442.82
21	El Achiote (Cajones)	Esc. Tito Antonio Soledispa	El Carmen	El Carmen	672539.85	9966895.20
22	Nuevo Horizonte	10 de Agosto	El Carmen	El Carmen	664878.56	9952101.20
23	Pupusa	Esc. Jesus de Nazareth, Dispensario Pupusa	El Carmen	El Carmen	667052.25	9954086.61
24	Boca de Onza	Esc. Ramon Justino Zambrano	El Carmen	El Carmen	669045.51	9958574.80
25	La Union	Esc. Antonio JosÚ de Sucre, CNH Montadita C.	El Carmen	El Carmen	671931.34	9962362.96
26	Colonape Guichipe	Esc. Constantino Mendoza Moreira	El Carmen	El Carmen	676976.07	9967296.23
27	La Chorrera	Esc. Cultura Chorrera	El Carmen	El Carmen	675669.18	9960782.84
28	Nuevo Porvenir	Esc. Acuerdo de Cartagena	El Carmen	El Carmen	677142.46	9962876.51

Figura 5. Delimitación del área de estudio.

1.2. Antecedentes

A pesar del desarrollo hidroenergético del Ecuador es avanzado en la provincia de Manabí la generación de energía es con combustibles fósiles, esto ha provocado que la zona rural en la provincia de Manabí ha sido marginal 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. El 5% de la población no posee los servicios eléctricos, principalmente en zonas rurales que se encuentran distantes de los centros de generación.

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 (Montesinos, 2014).

Los ríos de la provincia de Manabí no muestran caudales elevados como los potenciales de las zonas montañosas del país, pero no impide que se estudien sus potenciales para la generación de electricidad.

La hidrogeneración de energía en el Ecuador constituye 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 (Eras, 2012).

En los últimos meses la UTM ha dedicado esfuerzos por profundizar en el estudio del potencial hidráulico que existe en los ríos de la provincia de Manabí, con el objetivo de valorar su aprovechamiento para generar electricidad.

La alta tasa de estudios apuesta por incursionar en el estudio de las tecnologías basadas en pequeños sistemas de generación hídrica.

1.3. Justificación

Para comprender el presente y proyectar hacia el futuro, es necesario comprender el pasado. Es increíble como el estudio de la historia revela la mayoría de los problemas que existen en el mundo de hoy.

La presente investigación se basa en el desarrollo potencial de los ríos localizados en la Provincia de Manabí, su gente, sus costumbres y sus culturas. Para lo cual será necesario realizar las respectivas investigaciones (bibliográfica y de campo), con lo cual se obtendrán datos fidedignos que ayudará a encontrar la causa de la problemática y posibles soluciones.

Con la realización de esta investigación se podrá llegar a conocer la problemática, soluciones y posibles beneficios que tendría la zona, ya que no conocen del potencial que en la actualidad se está desaprovechando.

Se reconoce en la constitución del Ecuador y en el plan nacional del buen vivir, la necesidad de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, donde se garantiza la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara como interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Asamblea Constituyente, 2008).

La eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias como es la energía renovable diversifica la matriz energética logrando con ello disminuir los impactos ambientales y logrando el equilibrio ecológico de los ecosistemas. El Ecuador además trabaja en función de mitigar los efectos del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, luchando contra la deforestación (Asamblea Constituyente, 2008).

Se prioriza además el desarrollo en las aplicaciones basadas en fuentes renovables de energía, donde los pequeños potenciales hidráulicos juegan un rol necesario en comunidades aisladas de las zonas rurales (Código Orgánico de la Producción, 2010).

La sostenibilidad energética del país se apoya en la producción y en el procesamiento de petróleo y gas natural y en el incremento de generación de energía renovable a un ritmo mayor al crecimiento de la demanda anual, tomando en cuenta que la demanda energética depende principalmente de las necesidades del proceso de transformación de la matriz productiva, de la propia dinámica del desarrollo económico, del incremento poblacional y de los efectos mismos de la gestión de la demanda (SEMPLADES, Plan Nacional del Buen Vivir, 2013).

Las energías renovables ayudan a que las comunidades mejoren los parámetros productivos, la calidad de vida, la calidad del sistema interconectado en los lugares donde tienen servicio, en la mayoría de los sitios se genera nuevos empleos y con ello también la optimización del uso de los recursos naturales, diversificando los territorios con la generación de electricidad, disminuyendo las pérdidas técnicas en la transmisión de electricidad.

2. Marco teórico

2.1. Energías renovables

Las energías renovables son aquellas que se basan en fuentes primarias de energía producidas de forma continua (Merino, 2006). Algunas fuentes de energía que se regeneran por medios naturales y sus energías se presentan a continuación:

- Sol — Energía Solar
- Viento — Energía Eólica
- Ríos y corrientes de agua dulce — Energía Hidráulica
- Mares y Océanos — Energía Mareomotriz
- Olas — Energía Undimotriz
- Biomasa — Biocombustibles
- Calor de la tierra — Energía Geotérmica
- Propulsión humana y tracción animal

Una aplicación importante de las energías renovables es la producción de electricidad. Esta producción aumenta constantemente a nivel mundial, gracias al desarrollo de la tecnología y a varios acuerdos políticos y ambientales. Algunos de los acuerdos que promueven el uso de energías renovables son los siguientes (Escudero, 2004):

- Protocolo de Kyoto
- Declaración de Estocolmo de la NNUU, sobre el Medio Ambiente Humano
- Carta Mundial de la Naturaleza, aprobada por las NNUU
- Declaración de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo
- Convenio de Viena, sobre la Protección de la Capa de Ozono

Por su parte, a nivel mundial, la adopción del uso de energías renovables crece aceleradamente. En varias ciudades se está poniendo casi el mismo énfasis al uso de combustibles fósiles y al uso de energías renovables, entre un 52% y un 48%, respectivamente. Además, las energías renovables no emiten subproductos que impactan al ambiente. Por este motivo, su uso se ha adoptado como una solución al problema actual del calentamiento global (¨Energías Renovables¨, 2007).

2.2. Energía Hidráulica

La energía hidráulica es la energía cinética del movimiento de masas de agua, o la energía potencial del agua disponible a una cierta altura. Como la mayoría de las otras energías renovables, la energía hidráulica es una consecuencia de la radiación solar. El sol inicia el ciclo hidrológico evaporando agua de la superficie de la tierra que, posteriormente, al precipitar y fluir por la superficie de los terrenos es capaz de proporcionar esta energía (Soria, 2013).

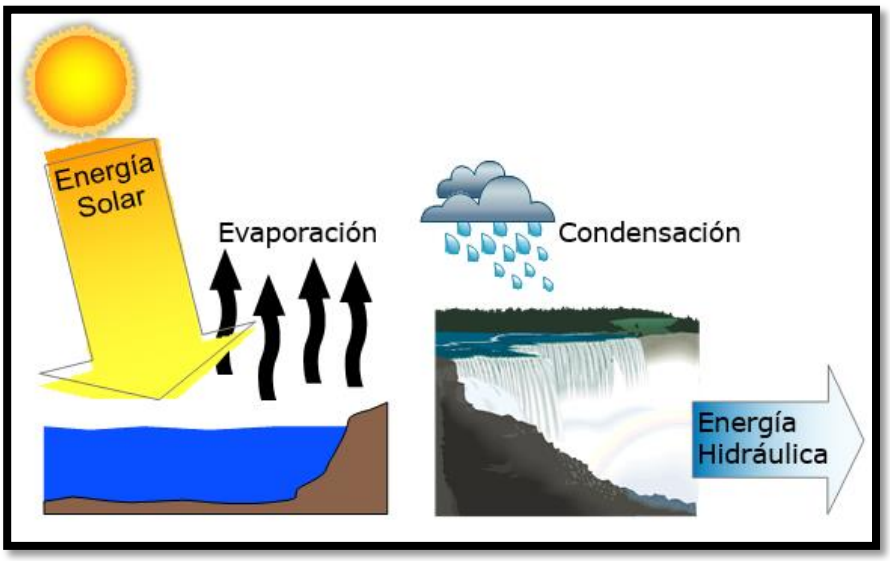


Figura 6. La energía hidráulica en el ciclo hidrológico.

2.3. Potencial

Cerca de un cuarto de la energía solar que incide sobre la tierra se consume en la evaporación de agua. El vapor de agua en la atmósfera representa, por consiguiente, un enorme y continuo almacenamiento de energía renovable.

Desafortunadamente la mayor parte de esta energía no está disponible para ser usada: es reciclada en la atmósfera cuando el vapor de agua condensa para formar la lluvia o la nieve, y finalmente reradiada en el espacio.

Pero una pequeña fracción, menos de un diez por ciento del total de energía circulante, permanece potencialmente disponible cuando la lluvia cae en terrenos

elevados, ya que el agua situada a una cierta altura contiene energía almacenada (energía potencial gravitacional) (Soria, 2013).

2.4. Tecnologías

Actualmente la energía hidráulica se destina fundamentalmente a la generación de electricidad. Las plantas hidroeléctricas actuales son el resultado de 2.000 años de avances tecnológicos, desde la rueda de madera, que convertía un bajo porcentaje de energía hidráulica en energía mecánica útil, a los modernos turbogeneradores que giran a 1.500 revoluciones por minuto y producen energía eléctrica con muy altos rendimientos. A diferencia de las otras energías renovables, la energía hidroeléctrica constituye una tecnología muy bien establecida (Monroy, 2010).

Para transformar la energía cinética y potencial del agua en energía mecánica de rotación se utilizan dispositivos denominados turbinas hidráulicas, las cuales, acopladas al eje de un generador eléctrico, le imprimen el movimiento de giro necesario para que éste produzca energía eléctrica.

La tipología de las centrales hidroeléctricas es muy variada. Estas dependen de:

- La altura útil del salto.
- La capacidad de generación.
- El tipo de tecnología.
- La localización y tipo de presa, embalse, etc.

Según el tipo de central las instalaciones hidráulicas pueden clasificarse fundamentalmente en:

- Centrales de agua fluyente.
- Centrales con embalse

Las centrales de agua fluyente aprovechan desniveles naturales del cauce de un río. Mediante una presa o un azud desvían parte del caudal del río por un canal de derivación hasta la llamada cámara de carga, donde está conectada la tubería forzada que conduce el agua con la mayor pendiente posible hacia el

edificio de la central, donde se encuentran las turbinas, los generadores eléctricos y demás aparatos de regulación y control (BUN-CA, 2002).

El agua, una vez cede su energía a la turbina, se evacua por un canal de descarga devolviéndola de nuevo al cauce del río.

Estas centrales se caracterizan por disponer de un salto útil prácticamente constante, y un caudal utilizado por la turbina muy variable, dependiendo de la hidrología. Por tanto, en este tipo de aprovechamiento, la potencia instalada es función directa del caudal que pasa por el río.

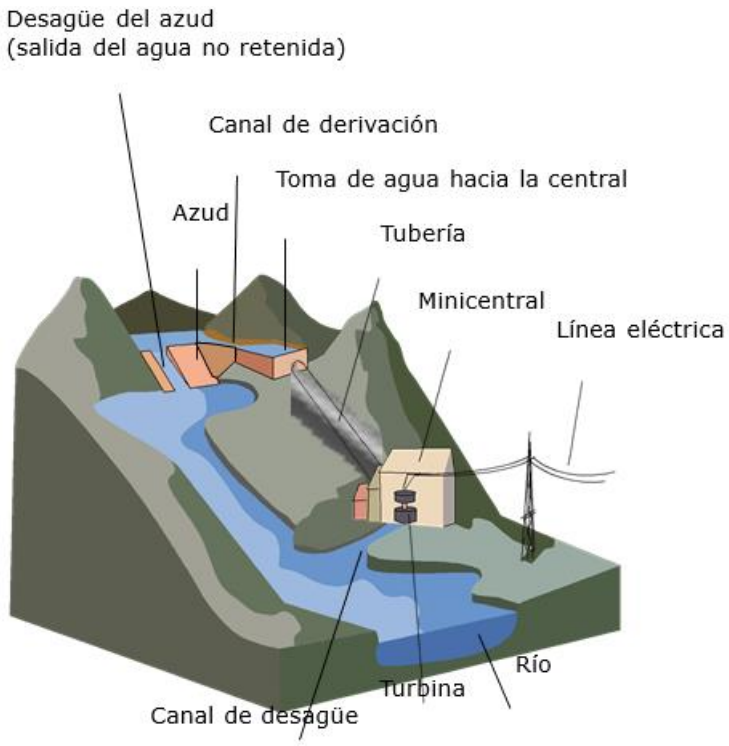


Figura 7. Central Hidroeléctrica de agua fluyente

Las centrales con embalse son aprovechamientos hidroeléctricos que tienen la posibilidad de almacenar las aportaciones de agua de un río. El almacenamiento del agua se lleva a cabo mediante la construcción de un embalse o utilizando embalses construidos para otros usos, como riego o abastecimiento de poblaciones. Estas centrales pueden regular el caudal de agua que se envía a las turbinas con el propósito de adaptar la energía eléctrica producida a la demanda. En función del volumen de agua almacenado en el embalse, la regulación de la energía generada puede ser horaria, diaria o semanal.

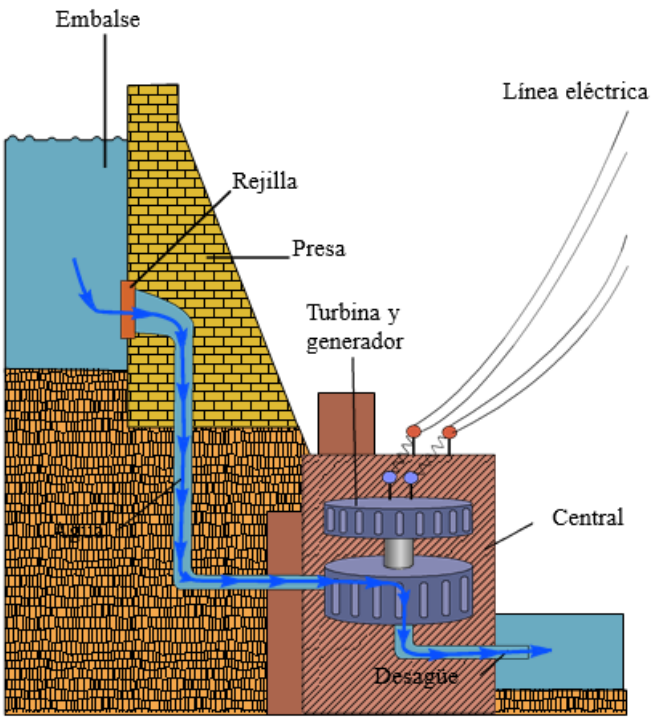


Figura 8. Central Hidroeléctrica con embalse.

Gracias a la capacidad de almacenamiento y regulación de este tipo de centrales algunas de ellas utilizan el exceso de energía producido por las centrales térmicas y nucleares (que funcionan a ritmo continuo, ya que no pueden fácil- mente regular su generación), o la energía variable generada por parques eólicos, para bombear agua desde un depósito inferior al embalse situado aguas arriba y así almacenarla en forma de energía potencial.

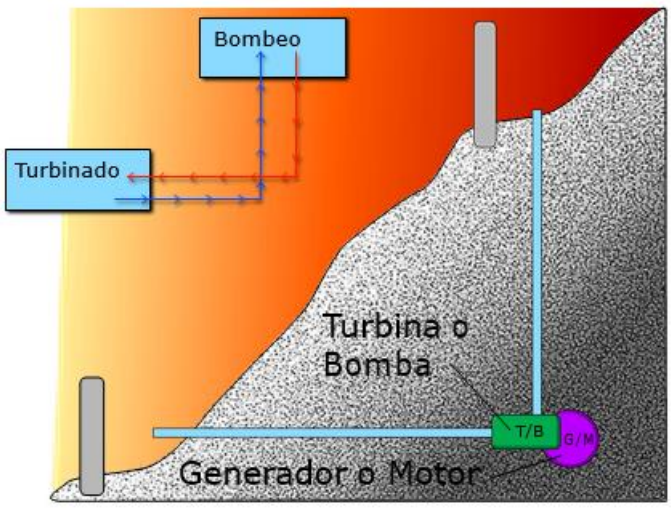


Figura 9. Central Hidroeléctrica con hidrobombeo.

De forma general pueden señalarse los siguientes subsistemas componentes en una central hidroeléctrica:

- Obra civil.
- Turbinas hidráulicas y transmisiones mecánicas.
- Generadores eléctricos.
- Subsistema de regulación y control

Existen muchos posibles usos de la potencia del agua que no contemplan la generación de electricidad. La energía hidráulica puede utilizarse directamente una vez transformada en energía mecánica; de hecho, está ha sido la aplicación exclusiva de la potencia hidráulica hasta la mitad del siglo XIX. La energía hidráulica ha sido una de las primeras fuentes de energía utilizadas para reducir la carga de trabajo del hombre y de los animales. No se conoce con exactitud cuándo se inventó la rueda de agua, pero los sistemas de irrigación existen desde hace al menos 5.000 años y parece probable que el primer aparato que utilizó la potencia hidráulica fue la noria, elevando agua desde un río a un tanque o a un sistema de canales.

Los primeros molinos de agua fueron probablemente molinos de eje vertical destinados a la molienda de grano, conocidos como molinos nórdicos o molinos griegos.

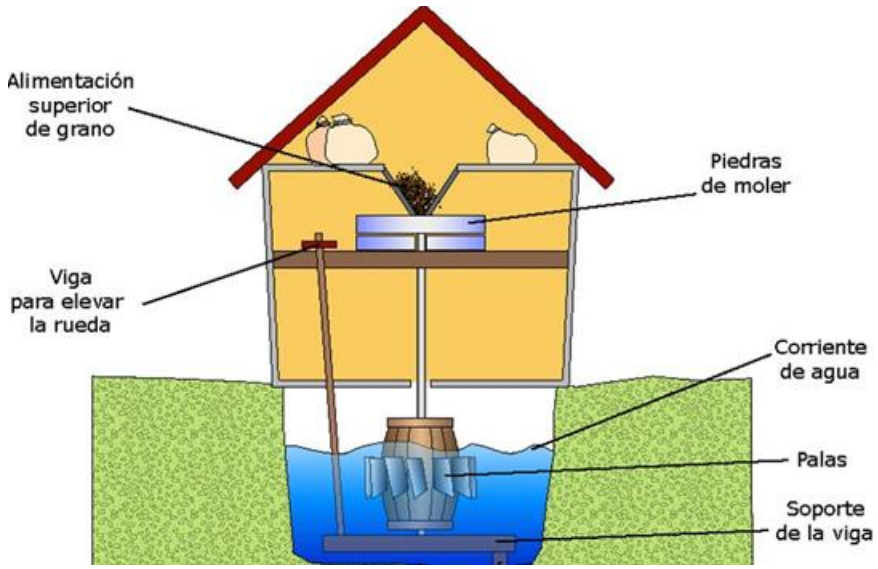


Figura 10. Molino nórdico o griego.

La obra civil se compone de forma general de:

- Los elementos de retención (azudes y presas), destinados a retener el cauce de un río, y los elementos de seguridad para la evacuación de caudales, integrados por aliviaderos y compuertas.
- Los canales de derivación, cuya función es conducir el caudal de agua derivado hasta una cámara de descarga, pueden ser a cielo abierto, enterrados o una conducción a presión.
- La cámara de carga consiste en un depósito (mucho más pequeño que un embalse) ubicado en el otro extremo del canal. Estas cámaras alimentan a las tuberías forzadas.
- Las tuberías forzadas son las encargadas de conducir el agua desde la cámara de carga o desde el embalse hasta la turbina.
- El edificio central en cuyo interior se encuentran las turbinas, los generadores eléctricos y demás aparatos de regulación y control. Su ubicación requiere adecuados estudios topográficos, geológicos-geotécnicos y de accesibilidad.

Un elemento esencial de una instalación hidroeléctrica es la turbina hidráulica. En cuanto al modo de funcionamiento, las turbinas se pueden clasificar en dos grupos:

- Turbinas de acción.
- Turbinas de reacción

Las turbinas de acción aprovechan la presión dinámica debida a la velocidad del agua en el momento de su acción en la turbina. Las turbinas de reacción aprovechan además la presión estática al trabajar en el interior de compartimentos cerrados a presión superior a la atmosférica.

Dentro del primer grupo pueden señalarse las denominadas turbina Ossberger o Banki-Michell (también conocida como turbina de flujo cruzado o de doble impulsión), la turbina Turgo con inyección lateral y la turbina Pelton.

La turbina Pelton constituye la turbina de acción más ampliamente utilizada. Consta de una rueda o rodete, que dispone en su periferia una especie de cucharas

o álabes. El chorro de agua, dirigido y regulado por uno o varios inyectores, choca contra las cucharas en dirección tangencial al rodete y perpendicular a su eje de giro, que puede ser horizontal o vertical) provocando el movimiento de giro de la turbina.

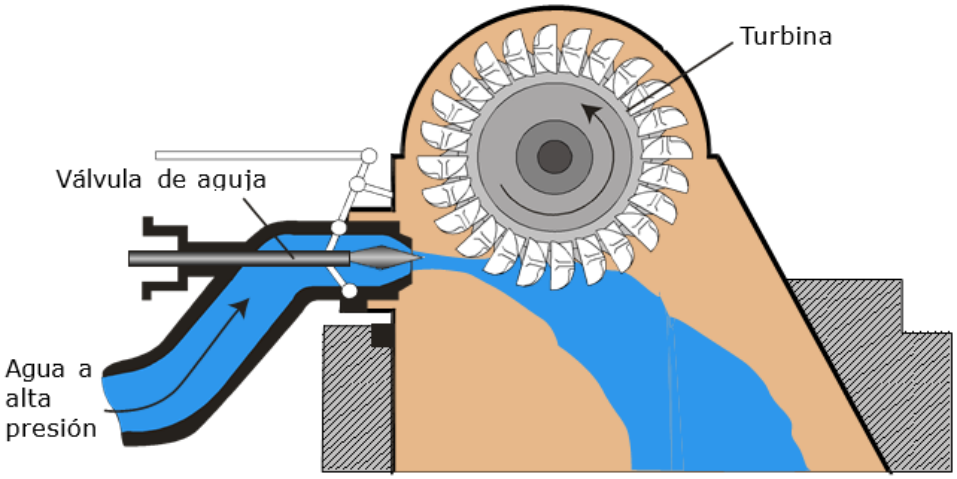


Figura 11. Turbina Pelton

Este tipo de turbinas se suelen emplear en centrales hidroeléctricas que disponen de un gran salto (la altura mínima de agua debe ser de 25m.), independientemente de la variación de caudal. Estas turbinas suelen proporcionar rendimientos superiores al 90% en condiciones de diseño.

Dentro del segundo grupo pueden mencionarse la turbina Francis y la turbina Kaplan. La turbina Francis es la turbina más comúnmente utilizada en las actuales centrales hidroeléctricas. En la turbina Francis, que actualmente puede presentar variedad de formas, el agua es impulsada a los álabes del rodete de manera perpendicular al eje de giro (que puede ser horizontal o vertical) y expulsada axialmente en dirección paralela a dicho eje gracias a la torsión que presentan los álabes. Para orientar el agua hacia el rodete existe un distribuidor de álabes fijos o móviles, y para lograr la componente radial del flujo de agua a la entrada del rodete existe una cámara (que puede ser abierta o cerrada) con forma espiral.

Figura 12. Turbina Francis

Para mantener la diferencia de presiones necesaria para la correcta operación de la turbina existe un tubo de salida o de aspiración.

La turbina Francis se adapta muy bien para distintos saltos y caudales y presenta un rango de operación considerable. Estas turbinas se pueden encontrar en instalaciones con saltos de 2 metros o en instalaciones con saltos de 200 metros.

El rendimiento de una turbina Francis depende del porcentaje de caudal de equipamiento, es decir del caudal máximo que puede enviarse a la turbina. En condiciones óptimas de operación este rendimiento puede ser superior al 90%. Asimismo, es necesario señalar el rendimiento de las turbinas de reacción aumenta con el tamaño de las mismas.

Para transformar la energía mecánica de rotación de la turbina en energía eléctrica se utilizan generadores eléctricos. El generador puede ser de corriente continua (dinamo) o de corriente alterna (alternador). Estos últimos son los únicos que se utilizan.

El alternador está compuesto de dos partes fundamentales: el rotor o inductor móvil, encargado de generar un campo magnético variable al girar arrastrado por la turbina y el estator o inducido fijo, en el que se genera la corriente eléctrica. Las máquinas eléctricas de corriente alternan típicamente utilizadas se clasifican en máquinas síncronas y máquinas asíncronas o de inducción. La mayor desventaja de los generadores síncronos es que necesitan de una batería de condensadores conectada a la salida, la cual compense la energía reactiva generada. Para la creación del campo magnético el generador asíncrono debe estar conectado a la red y tomar de ella la corriente. Los generadores síncronos necesitan que se les excite con una corriente continua, que se puede generar internamente (autoexcitación) o con una dinamo auxiliar.

En la mayoría de los diseños de centrales hidroeléctricas la velocidad de giro de la turbina es menor que la velocidad a la que debe girar el generador eléctrico. Por este motivo es necesario instalar una caja multiplicadora de la velocidad entre la turbina y el generador.

Las centrales hidroeléctricas disponen de diversos dispositivos de regulación, control y protección adecuados al tipo de tecnología empleada y del funcionamiento previsto. Fundamentalmente controlan la turbina (caudal utilizado por las turbinas, regulación de potencia de centrales aisladas, etc.) y el generador (regulación de la tensión de generadores síncronos, batería de condensadores de grupos asíncronos, etc.). Las protecciones, que pueden ser mecánicas y eléctricas) de los diferentes subsistemas actúan cuando existe una anomalía en su funcionamiento.

Actualmente existen en el mundo instalaciones hidroeléctricas cuya capacidad instalada se encuentra en el rango de unos pocos cientos de vatios a más de 10.000 MW. En función de la potencia instalada las centrales hidroeléctricas se clasifican en centrales y minicentrales, asignándose a este segundo grupo aquellas centrales cuya potencia es igual o inferior a 10.000 KVA (Hadzich, 2011).

Figura 13. Central Hidroeléctrica El Mulato (La Palma)

Figura 14. Central Hidroeléctrica de Itaipu (Brasil)

2.5. Costos

La energía hidroeléctrica constituye una tecnología muy conocida. Los sistemas de control del agua y los turbogeneradores para extraer la potencia constituyen tecnologías estándar. Las instalaciones existentes cubren un rango de

potencia que abarca desde cientos de vatios a miles de megavatios. Sin embargo, a pesar de los datos disponibles, es muy difícil si no imposible generalizar todos los costos de las centrales hidroeléctricas.

El costo de cada kilovatio-hora obtenido mediante un sistema hidroeléctrico depende del coste de la instalación, la cual debe amortizarse a lo largo de la vida; del coste de explotación; y de la energía producida, que depende en gran medida del caudal de agua en el emplazamiento (para una altura dada).

El coste de la instalación depende fundamentalmente del coste de los siguientes elementos: Maquinaria (turbinas, generadores, multiplicadores, etc.), obra civil (accesos, embalses, canales, tuberías, edificaciones, etc.), sistema eléctrico (líneas eléctricas, transformadores, sistema de control, regulación y protección), e ingeniería y dirección.

El coste dominante lo constituye la instalación, y una gran parte de este coste lo genera los costes de la obra civil los cuales varían notablemente de un lugar a otro. De media, la obra civil puede significar quizás dos tercios del coste de la instalación. Pero podría alcanzar el 80%, o solo el 25%, si la central puede hacer uso de presas existentes y embalses.

Si se consideran los costes de la maquinaria como una cantidad fija para una capacidad de central dada, el costo de la instalación puede variar entre menos de la mitad y más del doble de la media. Este margen puede establecer la diferencia entre viabilidad o no viabilidad del proyecto.

La inversión necesaria para llevar a cabo la instalación de una minicentral hidráulica puede estimarse descompuesta en cuatro grandes partidas, cuyos porcentajes medios estimativos se reflejan a continuación.

Figura 15. Distribución de los costos de inversión.

En general, las centrales adecuadamente instaladas están sin duda produciendo la energía más barata de muchos países. En Escocia, por ejemplo, con una gran proporción de centrales hidroeléctricas, el coste medio del kWh producido es más o menos dos tercios del coste de todas las energías generadas en el Reino Unido. También ocurre algo similar en la mayoría de las centrales hidroeléctricas instalados en Estados Unidos.

2.6. Impacto ambiental

La incidencia que las instalaciones de aprovechamiento hidroeléctrico pueden tener sobre el medio ambiente hay que analizarlos desde dos vertientes:

a) Desde el punto de vista de los beneficios que supone producir energía eléctrica disminuyendo el consumo de combustibles fósiles y, por tanto, reduciendo los efectos negativos de éstos sobre el medio ambiente (emisión de CO2 y NOx, lluvia ácida, residuos tóxicos, etc).

b) Desde el punto de vista de la afectación al medio ambiente**.**

Entre las posibles alteraciones del medio físico que las instalaciones hidroeléctricas pueden generar durante la etapa de construcción y la etapa de explotación se encuentran (Crane, 2009):

- La inundación de extensas zonas, con el consiguiente impacto ambiental.
- Pérdidas de suelo agrícola, ganadero o/y forestal por erosión e inundación.
- Cortes de vías de comunicación.
- Reajustes de las corrientes de agua y los efectos asociados sobre la calidad y cantidad de agua y fauna acuática.
- Reducción de la diversidad biológica.
- Desaparición de especies animales por degradación o destrucción de su hábitat.
- Alteraciones bioclimáticas locales.
- El proceso de construcción en sí mismo puede causar alteraciones generales, y aunque el periodo de edificación puede durar solo unos pocos años, el efecto sobre un ambiente frágil puede ser más prolongado. Incluso la presa en si misma puede ser objeto de preocupación, tanto por su impacto visual como por la posibilidad de su fallo catastrófico.

2.7. Desarrollo hidroeléctrico en el Ecuador

Antes del 2007 en el Ecuador sólo se utilizaba el 15% del potencial hidroeléctrico y actualmente se está utilizando el 60%, con lo cual la capacidad hidroeléctrica se ha incrementado notablemente en los últimos años, en los que también se ha ido eliminando la generación térmica, con centrales obsoletas altamente contaminantes y bastante costosas (MEER, 2013).

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 (MEER, 2013). 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.

2.8. Desarrollo hidroeléctrico en el mundo

En los países nórdicos la energía hidroeléctrica se utilizaba para la molienda de granos luego se convirtió en una fuente para generar electricidad. Desde que se construyó la primera central hidroeléctrica en 1879 para la electrificación de la ciudad de Niagara Falls funcionaban se han construidos grandes centrales alrededor del mundo siendo los Estados Unidos pioneros en esta tecnología en Appleton, Wisconsin (Lincango, 2013).

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 eléctrica (Lincango, 2013).

El agua pasa por las turbinas a gran velocidad, provocando un movimiento de rotación que finalmente, se transforma en energía eléctrica por medio de los generadores. Es un recurso natural disponible en las zonas que presentan suficiente cantidad de agua, y una vez utilizada, es devuelta río abajo. Su desarrollo requiere construir pantanos, presas, canales de derivación, y la instalación de grandes turbinas y equipamiento para generar electricidad. Todo ello implica la inversión de grandes sumas de dinero, por lo que no resulta competitiva en regiones donde el carbón o el petróleo son baratos. Sin embargo, el peso de las consideraciones medioambientales y el bajo mantenimiento que precisan una vez estén en funcionamiento agrupan la atención en esta fuente de energía.

2.9. Centrales hidroeléctricas pequeñas

Además de las grandes centrales eléctricas del Ecuador, existen otras de menor potencia que contribuyen con la política de sostenibilidad energética, entre ellas se pueden mencionar (CBS ING S.A., 2007): 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 m^3/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 m^3/s; La Central Hidroeléctrica Bimbe que es una central de pasada, diseñada para captar 5 m^3/s de agua del Bimbe y; La Central Hidroeléctrica El Batán que está diseñada para captar 2 m^3/s de agua que provienen del alcantarillado de la ciudad de Quito que sale por el túnel del Batan.

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 distrito (ECUADORINMEDIATO, 2014).

La Central Agoyán que fue concebida para aprovechar el caudal del Río Pastaza, localizada en la provincia de Tungurahua a 180 Km al sureste de Quito y a 5 Km al este de la ciudad de Baños en el sector denominado Agoyán de la parroquia Ulba, en la vía principal de entrada al sector amazónico ecuatoriano. La extensión global de la zona de influencia de la Central es de 5.00 Km^2 con una producción media anual de 1.080 GWH. El nivel máximo del embalse se encuentra a una altitud de 1651 m.s.n.m (ESPOL, 2016).

Las pequeñas centrales hidroeléctricas según la definición de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo se pueden clasificar de la siguiente forma (Ulloa, 2008):

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.

2.10. Las minicentrales hidroeléctricas

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 aledaños 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 encuentran (González, 2008): Están comprendidas entre las tecnologías de generación de energía limpia; Resultan más económicas con bajos costos de operación y mantenimiento; Son confiables y ofrecen una larga vida útil; Ofrecen alta eficiencia (70%-90%) que supera ampliamente a las otras fuentes de generación eléctrica; Garantizan un alto nivel de predicción que depende de los patrones anuales de precipitaciones; Presentan un factor de planta elevado dentro de las fuentes renovables de energía.

La energía potencial de un cuerpo es la capacidad de un sistema para realizar un trabajo en función a su posición o configuración en relación a un plano de referencia (ABANCAY, 2007).

La ecuación clave para determinar el potencial hidráulico es la siguiente (Atom, 2011):

Potencia = Altura x Caudal x Gravedad

Donde: 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).

2.11. Generación de energía eléctrica

La generación de electricidad consiste en la transformación de alguna clase de energía (sea esta química, mecánica, térmica, luminosa, etc.) en energía eléctrica.

La generación industrial de energía eléctrica se realiza en instalaciones denominadas centrales eléctricas que ejecutan alguna de las transformaciones mencionadas y constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

Los generadores y motores eléctricos se utilizan mucho porque la electricidad es una forma muy práctica de energía y se produce con facilidad. Los motores eléctricos pueden realizar muchas funciones: desde perforar agujeros a mover locomotoras.

La electricidad ha existido desde que existe la materia. Porque la materia está formada por átomos, que contienen unas partículas cargadas eléctricamente llamadas protones y electrones. Los antiguos griegos sabían que después de frotar un trozo de ámbar atraía a los objetos ligeros, pero no entendían por qué. La realidad es que estaban produciendo electricidad por fricción. Un objeto sin carga eléctrica tiene el mismo número de electrones cargados negativamente, y de protones, con carga positiva. Sus respectivas cargas eléctricas se anulan entre sí, y, en conjunto, no puede detectarse ninguna carga eléctrica. Pero al frotar dos objetos entre sí algunos electrones se transfieren de uno al otro. Esto altera el equilibrio inicial entre las cargas eléctricas de los objetos. El que recibe electrones adicionales queda cargado negativamente y con carga positiva el que pierde electrones. Los objetos con carga eléctrica atraen objetos ligeros; ése es el efecto que los griegos observaban al frotar el ámbar. Las palabras electrón y electricidad derivan de electrón, palabra griega que significa ámbar (Otiz, 2011).

3. Visualización del alcance del estudio

3.1. Aporte en lo social

El objetivo principal del proyecto es aportar al desarrollo sostenible y sustentable de la población asentada en las riberas del río La Esperanza del cantón El Carmen, quienes evidencian niveles de pobreza y se han mantenidos relegados antes las posibilidades de desarrollo.

Este estudio incrementará el uso de recursos renovables en la generación de electricidad y solventará los requerimientos energéticos de la demanda creciente, en un corto, mediano y largo plazo, con una vida útil de aproximadamente 30 años.

Con esta investigación se pretende aprovechar del afluente del río La Esperanza para potenciar el sector agrícola y pecuaria de la zona y el abastecimiento de energía a gran parte de la población rural que incide en la Provincia de Manabí.

Con este aporte investigativo sobre el río La Esperanza se estima mejorar la economía y calidad de vida de los mismos, y sobre todo se pretende crear conciencia en las personas acerca la importancia que tiene concientizar el uso adecuado del líquido vital para el ser humano.

3.2. Aporte en lo económico

La idea de este proyecto es de mejorar la calidad de vida de la población logrando un desarrollo sostenible en las zonas rurales que han sido desatendidas en las últimas décadas, lo cual ha impactado en el progreso de las áreas agrícolas, pecuarias y en la calidad misma de vida de los habitantes, en su mayoría de estratos económico bajo. 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.

La hidrogeneración de energía en el Ecuador constituye 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 este tipo de proyectos se produce un aporte técnico – económico que beneficia a las zonas de influencia y contribuyen a cubrir la demanda de energía eléctrica, además de aportar técnicamente al desarrollo sostenible de las parroquias rurales de Manabí.

3.3. Aporte en lo científico

Científicamente este proyecto aporta con los referentes teóricos y empíricos de una realidad socioeconómica que amerita atención. El problema planteado reúne las condiciones científicas en la medida en qué la teoría recopilada es corroborada en el escenario donde se desenvuelve el problema. Existe literatura especializada y se brindan las condiciones para ejecuta la investigación de campo. El informe será entonces un aporte a la ingeniería hidráulica. La investigación fue ejecutada en las siguientes etapas:

a) Recopilación bibliográfica para permitir fundamentar teóricamente la investigación.
b) Aplicación de investigación de campo, de la cual se obtendrán los referentes empíricos.
c) Elaboración de las conclusiones de la investigación.
d) Redacción del informe final.

4. Elaboración de hipótesis y definición de variables

4.1. Investigación de campo

La Investigación de Campo, definida como el proceso que, utilizando el método científico, accede obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social. (Investigación pura), o bien estudiar una situación para determinar 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 realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio. Ello admite el conocimiento más a fondo del investigador, puede manejar los datos con más seguridad y podrá soportarse en diseños exploratorios, descriptivos y experimentales, creando una situación de control en la cual manipula sobre una o más variables dependientes (efectos).

Por tanto, es una situación incitada por el investigador para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y sus efectos en las conductas observadas. Con estos antecedentes se utilizará un tipo de investigación de campo, por cuanto esta investigación corresponde a un tipo de diseño de investigación, que se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiendo a los proponentes de esta investigación cerciorarse de las condiciones reales en que se conseguirán los datos. En otras palabras, se efectuará una medición de los datos; en el caso propuesto, permitirá obtener información respecto a un sistema eléctrico.

4.2. Método

La investigación implica un proceso de análisis y comprensión de la realidad social mediante el análisis del impacto de los problemas asociados al servicio eléctrico en las comunidades rurales de la provincia de Manabí.

Los métodos empleados en esta investigación fueron: Histórico-Lógico, el mismo que facilitó la información inicial de la investigación, que involucraba aspectos demográficos y topográfico del área investigada. El Hipotético-Deductivo el cual permitió obtener una verdad comprobada. Y el Analítico-Sintético, en la medida en qué se manipularon las variables de investigación para establecer conclusiones.

4.3. Técnicas

Se emplearon las técnicas investigativas de revisión de documentos, textos, tesis, libros, periódicos, revistas, normas técnicas, páginas web y manuales, para

la obtención de la información apropiada y clara para el buen desarrollo del tema abordado.

Particularmente las técnicas a utilizadas fueron las siguientes:

- Encuestas con el objetivo de 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.

- La medición y cálculo que permitió determinar el caudal en cada uno de los puntos seleccionados para el estudio.

4.4. Población y muestra

Las encuestas a la ciudadanía en general respecto a lograr una aproximación sobre 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 electricidad.

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

(1)

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

$$n = \frac{(1.65^2)\ 0{,}5 * \ 0{,}5}{0{,}10^2}$$

$$n = \frac{2.72 * \ 0{,}5 * \ 0{,}5}{0{,}0025}$$

$$n = \frac{0{,}68}{0{,}01}$$

$$n = 68$$

N= ?
P= 0.5
Q= 0.5
e= 0.1
Z= 1.65
N = 68

4.5. Resultados esperados

Se espera que los datos arrojados con la ejecución del trabajo, permitan obtener el caudal en metros cúbicos sobre segundos, esta información se articulará como componente social del proyecto, encaminado a lograr la electrificación de viviendas rurales y en otros casos poder mejorar la calidad del servicio eléctrico mediante centrales hidráulicas conectadas a la red en lugares apartados, donde la electricidad llega con bajo voltaje y poca calidad.

Los datos aportados permiten identificar las diferentes tecnologías que se pudieran emplear para la generación y suministro de energía mediante el aprovechamiento de los pequeños potenciales hidráulicos.

La información generada por el trabajo puede servir para la articulación del proyecto denominado "Sistema de Información Geográfico para el Desarrollo Sostenible (SIGDES) en la provincia de Manabí, en lo que respecta la información del potencial hidráulico en ríos.

5. Elaboración de Hipótesis

5.1. Hipótesis

El estudio del caudal del río La Esperanza será el principal insumo de factibilidad para la construcción de micro centrales hidroeléctricas generadoras de Electricidad para sectores vulnerables.

5.2. Identificación de variables

5.2.1 Independiente:

Caudal del río La Esperanza

5.2.2 Dependiente:

Micro centrales hidroeléctricas

5.3. Operacionalización de las variables

Variable dependiente: Micro centrales hidroeléctricas

Conceptualización	Categoría	Indicador	Ítems	Técnica
Micro Central Hidroeléctrica: Es aquella que produce electricidad mediante la energía cinética, y la devuelve a su cauce en las mismas condiciones que es tomada. Estas micro hidroeléctricas no generan contaminación visual del paisaje ya que sus instalaciones no requieren de grandes obras civiles, ni producen ruidos, sólo un zumbido suave por el funcionamiento de las microturbinas (Murgueza, 2000).	Según la potencia obtenida.	• Pico Centrales P<5kw • Micro Centrales P<100kw • Mini Centrales P<1000kw • Pequeñas Centrales P<10000kw	¿Conoce usted los beneficios de una micro central hidroeléctrica?	Encuestas a la población que habita en las riberas del río La Esperanza
	Según la modalidad y acumulación del agua.	• Centrales de agua fluente. • Centrales de flujo regulado.	¿Cuál es su noción acerca de la posibilidad de generar electricidad con el agua del río?	Encuestas a la población que habita en las riberas del río La Esperanza

Variable independiente: Caudal del río La Esperanza

Conceptualización	Categoría	Indicador	Ítems	Técnica
Caudal: Corresponde a una cantidad de agua que pasa por un lugar (canal, tubería etc.), en una cierta cantidad de tiempo, o sea corresponde a un volumen de agua (litros, metros cúbicos, etc.) por unidad de tiempo (segundos, minutos, horas etc.) (Bello & Pino, 2000)	• Método del flotador	Se lo utiliza en canales, acequias, y da una medida aproximada de los caudales.	¿Cómo considera usted la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica?	Encuestas a la población que habita en las riberas del río La Esperanza
	• Método volumétrico	Mide pequeños caudales de agua, como son los que escurren en surcos de riego o pequeñas acequias.		
	• Método de la trayectoria	Mide el caudal en tubería y bombas, es posible obtener una aproximación aceptable cuando se usa de forma adecuada.		
	• Estructuras de medida	Se utilizan los vertederos siempre que se les calibre apropiadamente.		

6. Desarrollo del diseño de investigación

6.1. Objetivos

6.1.1 General

Determinar el potencial hidráulico existente en el río La Esperanza del Cantón El Carmen, Provincia de Manabí y su importancia en la generación de energía.

6.1.2 Específicos

a) Estudiar la bibliografía relacionada con los estudios de potencial hidráulico.

b) Evaluar el aforo del caudal y características del río La Esperanza, determinando los pequeños potenciales hidráulicos.

c) Analizar la estructura socioeconómica del muestreo de sitios de afectación del proyecto, estableciendo conclusiones.

d) Presentar los resultados del estudio.

7. Campos de acción

Con la elaboración de este estudio se potencializará el campo hidráulico para conocimiento de sus habitantes, así como de proyectos que ayuden al desarrollo de la comunidad.

7.1. Hacia donde está dirigida

El presente trabajo de titulación está dirigido especialmente a los habitantes del cantón El Carmen.

7.2. Beneficiarios

El presente estudio beneficiara a los habitantes de las comunidades que convergen en las orillas del río La Esperanza, generando vitalidad al sector agrícola y pecuaria que es importante para esta zona de Manabí.

7.2.1 Beneficiarios Directos

- Autores del trabajo de titulación
- Habitantes de los sectores aledaños al rio La Esperanza.

7.2.2. Beneficiarios Indirectos

- Universidad Técnica de Manabí
- Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas.
- Autoridades Cantonales.

7.3. Técnicas utilizadas

La encuesta y los registros del caudal fueron las técnicas utilizadas para la realización de este trabajo de titulación.

7.3.1 Encuesta

Esta técnica de investigación fue utilizada para determinar si los caudales del río La Esperanza estaban óptimos para propender un proyecto hidráulico que ayude a la población directamente.

7.3.2. Registros de caudal

Para la obtención de la información registrada se aplicaron mediciones de aspectos técnicos del río, haciendo cálculos cuyos resultados se fueron registrando. Para esto se aplicó el método científico de aforo (flotador). El experimento se realizó en un solo momento (enero 2017), aclarando que no se investigaron las variables de temporada, velocidad de los vientos y hora del día.

8. Definición y selección de la muestra

8.1. Estadística

La muestra que se tomó para la realización del presente trabajo de titulación fue escogida mediante la fórmula para calcular el tamaño de la muestra lo cual dio como resultado 68 informantes a encuestar, para conocer los datos reales de la investigación. El nivel de significancia o margen de error fue de 10%.

8.2. Recursos

8.2.1 Recursos Humanos

- Pobladores de las riberas del río La Esperanza.
- Autoridades de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas.
- Autores del trabajo de titulación
- Personas interesadas.
- Tutor del trabajo de titulación

8.2.2 Recursos Materiales

- Cámara.
- Computadora.
- Impresora.
- Internet.
- Libros de consulta.
- Materiales de oficina.
- GPS
- Sistemas de Información Geográfica.

8.2.3. Recursos Financieros

La financiación del presente trabajo de titulación es obtenida por el aporte de los estudiantes de titulación.

9. Recolección de datos

9.1. Medición del caudal por el método del flotador

El método de aforo por flotadores, es un método de campo, sencillo y rápido para estimar el caudal de agua que pasa en una sección transversal del río. Con este método se calcula las velocidades superficiales de la corriente de un canal o río, utilizando materiales sencillos (flotadores) que se puedan visualizar y cuya recuperación no sea necesaria.

¿Cuál es el fundamento de éste método?

a) Este método se fundamenta en que los objetos se mueven a la misma velocidad que el agua, en la cual flotan, por consiguiente, medir la velocidad del objeto flotante es medir la de la línea de flujo en la cual se mueven.
b) Este método no deberá ser empleado cuando se tema que la medida podría ser afectada por el viento.

¿Cuándo se puede aplicar el método de flotadores?

a) Cuando no se cuente con un correntómetro o equipos de aforo.
b) En periodo de máximas avenidas o crecidas de los ríos y peligra el equipo de correntómetro.
c) Cuando existe peligro para ingresar al agua el Observador hidrológico
d) Cuando los niveles de agua son muy bajos y no permite medir con el correntómetro.
e) Cuando existen algas o sedimentos que impide que se haga mediciones con el correntómetro
f) Cuando se desea conocer el caudal de la corriente en forma aproximada sin tener que recurrir a la construcción de una estación hidrométrica costosa.

Materiales que se utilizan para realizar el aforo por flotadores

- Botellas, latas, troncos, varillas con un lastre, entre otros objetos, es decir cualquier objeto que pueda flotar;
- Cronómetro;
- Cinta métrica
- Formato del Método por flotadores
- Calculadora

Procedimiento del método

a) Se selecciona en el río un tramo uniforme, sin piedras grandes, ni troncos de árboles, en el que el agua fluya libremente, sin turbulencias, ni impedimentos.

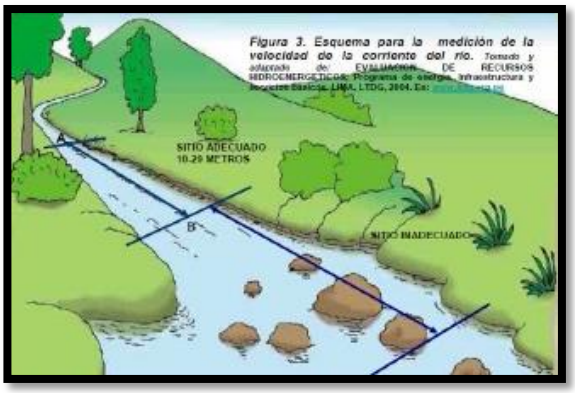
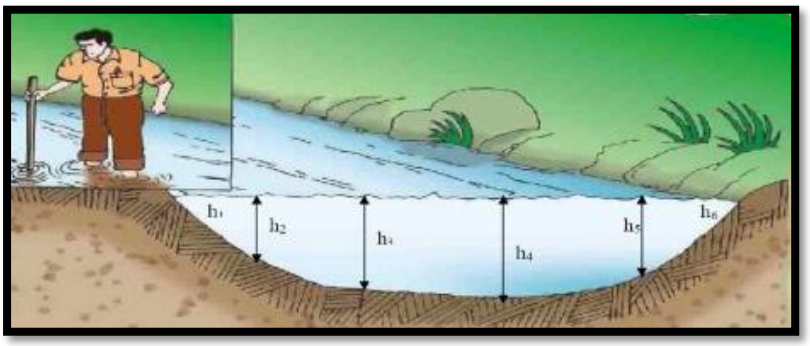


Figura 3. Esquema para la medición de la velocidad de la corriente del río. Tomado y adaptado de: EVALUACIÓN DE RECURSOS HIDROENERGÉTICOS. Programa de energía, infraestructura y recurso básico. LIMA, LTDG, 2004. En:

b) **Medición de velocidad:** En el tramo seleccionado ubicar dos puntos, A (de inicio) y B (de llegada) y medir la distancia, por ejemplo, de **8 a 10 metros** (cualquier medida, preferiblemente, del orden de los 10 metros. Una persona se ubica en el punto A con el flotador y otra en el punto B con el reloj o cronómetro. Se medirá el tiempo de recorrido del flotador del punto A al punto B. Se recomienda realizar un mínimo de 3 mediciones y calcular el promedio. Supongamos que el promedio del tiempo de recorrido fue de **8 segundos**. La velocidad de la corriente de agua del río se calcula con base en la siguiente ecuación:

$$Velocidad = \frac{Distancia\ (A - B)}{Tiempo\ recorrido}$$

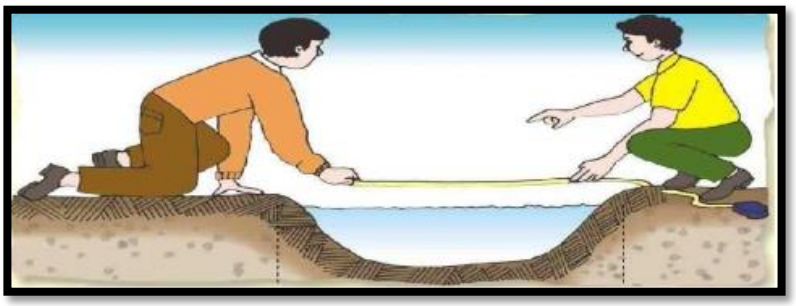
c) **Medición del área de la sección transversal del río:** En el tramo seleccionado, ubicar la sección o el ancho del río que presente las condiciones promedio y en la que se facilite la medición del área transversal. Un método práctico, con aceptable aproximación para calcular el área transversal, es tomar la altura promedio. Esto consiste en dividir el ancho del río, en, por lo menos, tres partes y medir la profundidad encada punto para luego calcular el promedio.



Calculemos, ahora, la profundidad promedio, de conformidad con los valores expuestos anteriormente:

$$hm = \frac{h1 + h2 + h3 + h4 + h5 + h6}{Número\ de\ h.}$$

Una vez que se ha determinado el valor promedio de la profundidad, se procede a realizar la medición del ancho del río (Ar), supongamos que para nuestro ejemplo ese valor fue de 2.40 m.



El área de la sección transversal **AT** del río se calcula con base en la siguiente ecuación:

$$AT = hm \times Ar$$

d) **Cálculo del caudal del río:** Con los datos obtenidos se procede a calcular el caudal del río (QR) con base a la siguiente ecuación:

$$QR = Velocidad \times AT$$

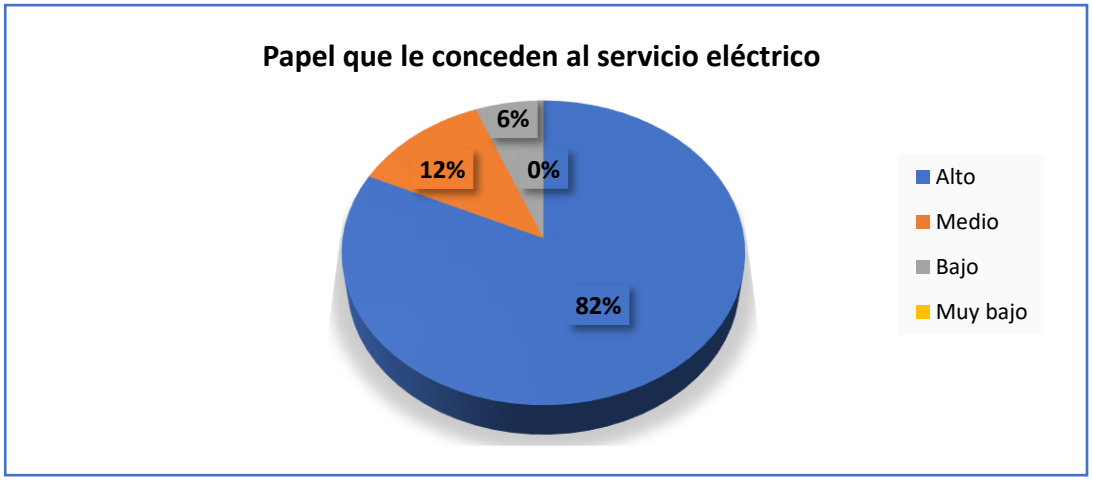
9.2. Resultados de las encuestas aplicadas a los habitantes de las riberas del río La Esperanza del cantón El Carmen. Provincia de Manabí.

Pregunta Nº. 1

¿Qué papel usted le concede al servicio eléctrico?

Dimensiones	Total	
	f	%
Alto	56	82
Medio	8	12
Bajo	4	6
Muy bajo	0	0
Total	**68**	**100%**

Fuente: Habitantes de las riberas del río La Esperanza
Elaborado por: Autores de la investigación



Interpretación:

Consultados 68 habitantes de las riberas del río La Esperanza, sobre el papel que ellos le concedían al servicio eléctrico, se obtuvo como respuestas que el 82% le dan una importancia alta, 12% le proporcionan mediana importancia, el 6% le asignaron bajo y ninguno la catalogó como muy bajo.

Análisis:

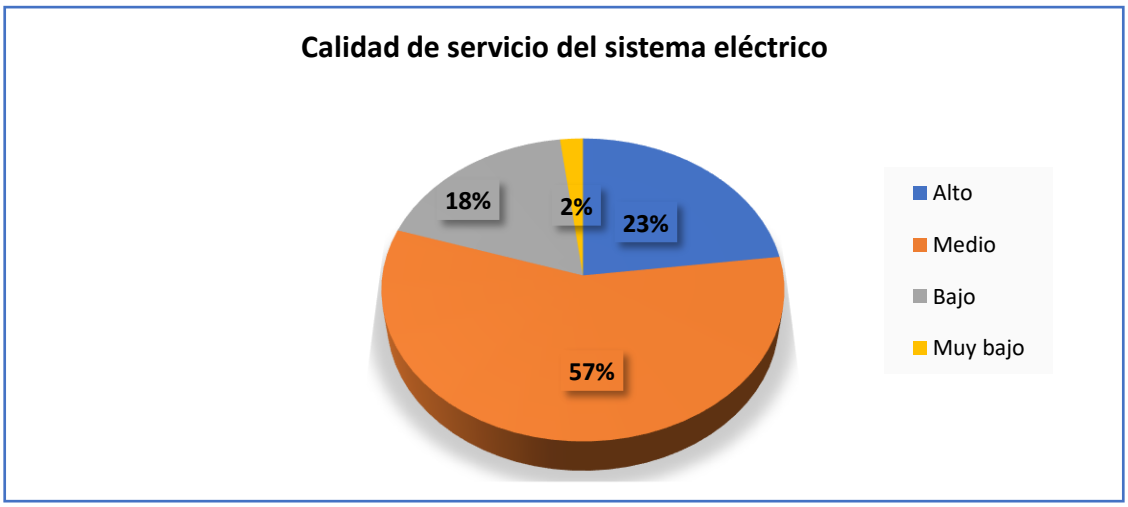
Claramente se observa el elevado porcentaje de informantes que le conceden un papel muy importante al servicio eléctrico, al ser una cifra tan elevada demuestra el alto interés que tienen las personas a temas referentes al servicio eléctrico en la zona, justificando de manera directa el presente estudio.

Pregunta Nº. 2

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

Dimensiones	Total	
	f	%
Alto	16	23
Medio	39	57
Bajo	12	18
Muy bajo	1	2
Total	**68**	**100**

Fuente: Habitantes de las riberas del río La Esperanza
Elaborado por: Autores de la investigación



Interpretación:

La segunda pregunta, hace referencia a la calidad del servicio eléctrico que reciben, sobre lo cual, el 23% de los encuestados dijo que alto, 57% de los informantes manifestó que medio, el 18% de los investigados concluyó diciendo que era de baja calidad; finalmente, el 2% manifestó que era muy bajo.

Análisis:

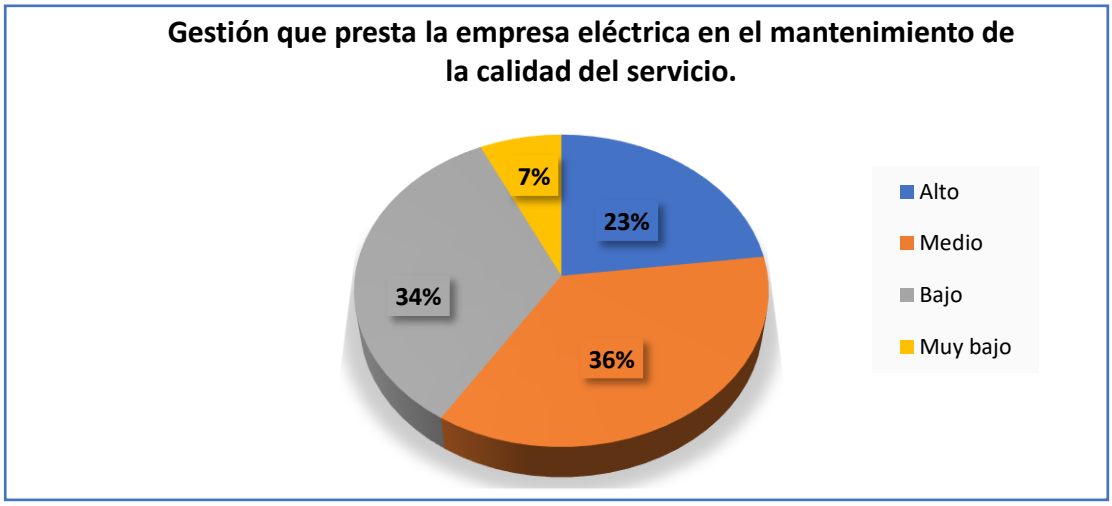
En esta pregunta se verifica la situación actual que viven los habitantes en la zona de estudio, donde más de la mitad de las personas encuestadas, consideran que la calidad del servicio eléctrico en la zona está en un nivel medio, es decir, el servicio eléctrico no es tan bueno, pero tampoco es malo.

Pregunta Nº. 3

¿Qué nivel tiene la gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio eléctrico?

Dimensiones	**Total**	
	f	**%**
Alto	16	23
Medio	25	36
Bajo	23	34
Muy bajo	4	7
Total	**68**	**100**

Fuente: Habitantes de las riberas del río La Esperanza
Elaborado por: Autores de la investigación



Interpretación:

La tercera pregunta indica el nivel de gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio, en el cual el 23% de los habitantes considera que el nivel es alto, el 36% de los encuestados manifiesta un nivel medio, el 34% de las personas concluyeron que es un nivel bajo, y finalmente el 7% reveló que el servicio es muy bajo.

Análisis:

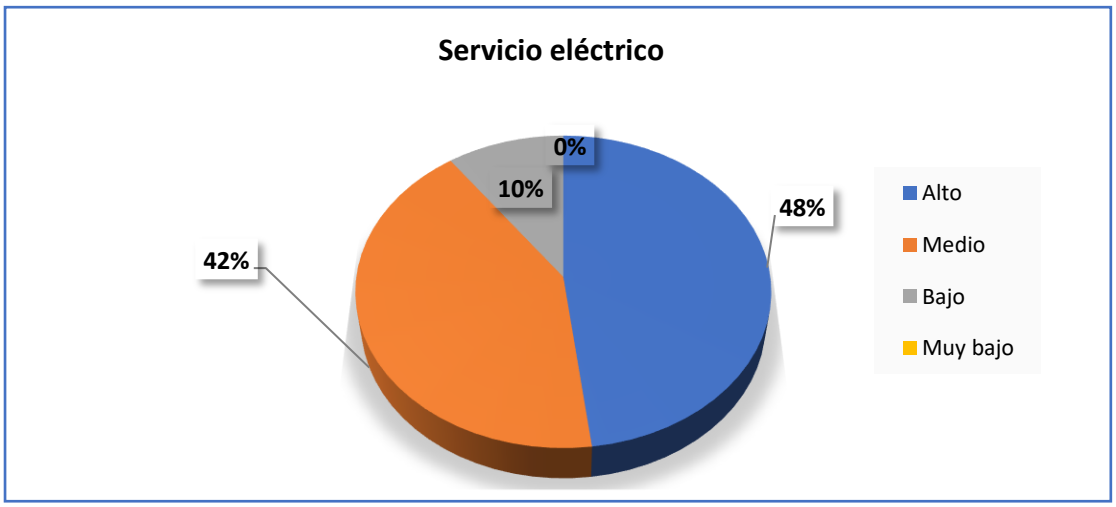
La mayoría de personas investigadas tienen una percepción de que la empresa eléctrica realiza pocos mantenimientos al servicio eléctrico en la zona, entre un nivel medio-bajo, y esto hace que el servicio prestado por la empresa eléctrica no sea bueno en ciertos sectores donde el mantenimiento debe de ser casi constante para que haya un buen funcionamiento.

Pregunta Nº. 4

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

Dimensiones	Total	
	F	%
Alto	33	48
Medio	28	42
Bajo	7	10
Muy bajo	0	0
Total	**68**	**100**

Fuente: Habitantes de las riberas del río La Esperanza
Elaborado por: Autores de la investigación



Interpretación:

La cuarta pregunta, hace referencia a la mejora que puede tener el servicio eléctrico en el sector, evidenciando qué el 48% de los habitantes de las riberas del río La Esperanza considera que se puede mejorar el servicio en un nivel alto, el 42% de los investigados respondió un nivel medio, posteriormente el 10% de los lugareños indicaron nivel bajo, y ninguno de los encuestados lo describió como muy bajo.

Análisis:

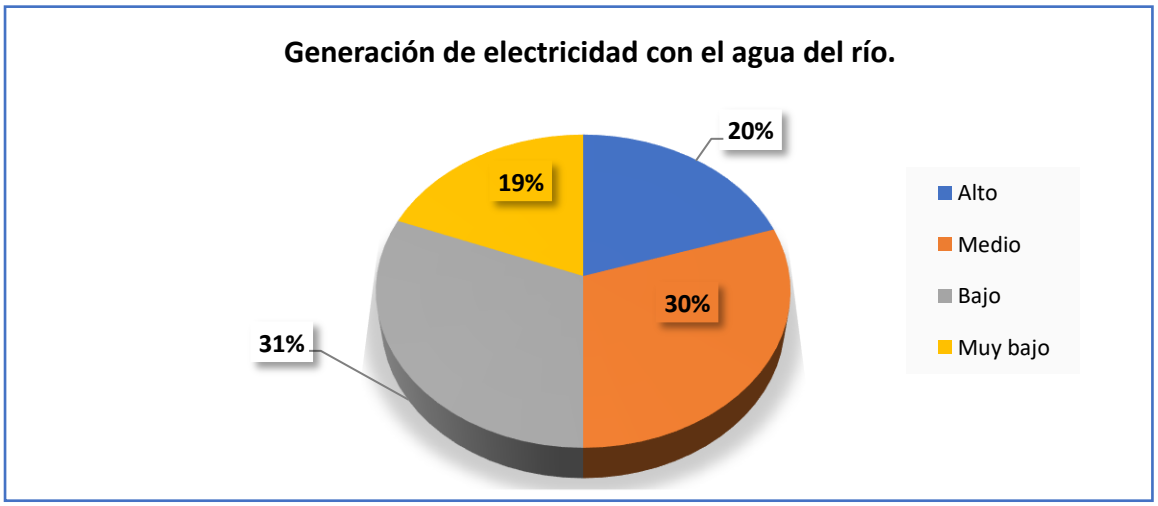
La mayoría de los habitantes investigados consideran que se puede mejorar el servicio eléctrico en la zona, esto refleja la necesidad de la comunidad de un servicio eléctrico de calidad, por lo cual las y los ciudadanos puedan vivir con seguridad, confianza y certeza para realizar sus actividades cotidianas sin miedo de no poder hacerlas por la falta de dicho servicio.

Pregunta Nº. 5

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

Dimensiones	Total	
	f	%
Alto	14	20
Medio	20	30
Bajo	21	31
Muy bajo	13	19
Total	**68**	**100**

Fuente: Habitantes de las riberas del río La Esperanza
Elaborado por: Autores de la investigación



Interpretación:

La pregunta número cinco, hace referencia sobre la posibilidad de generar electricidad con el agua del río La Esperanza, la cual el 20% de los habitantes estiman que se puede obtener energía en un nivel alto, el 30% de las personas indican nivel medio, mientras que el 31% de los pobladores afirman nivel bajo, y finalmente el 19% de los encuestados lo catalogó como muy bajo.

Análisis:

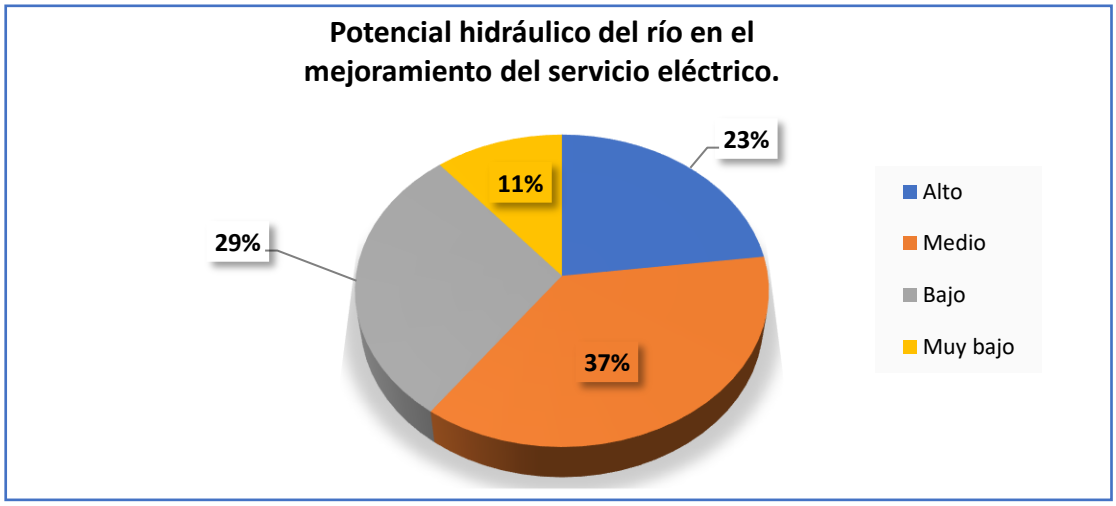
La tendencia de la mayoría de las respuestas fue que había una baja posibilidad de generar electricidad con el agua del río, aunque según las respuestas proporcionadas por los investigados que habitan en las riberas del río La Esperanza afirman que no descarta esa posibilidad.

Pregunta Nº. 6

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

Dimensiones	Total	
	f	%
Alto	16	23
Medio	25	37
Bajo	20	29
Muy bajo	7	11
Total	**68**	**100**

Fuente: Habitantes de las riberas del río La Esperanza
Elaborado por: Autores de la investigación



Interpretación:

La pregunta seis, se refiere al papel que juega el potencial hidráulico del río en el mejoramiento del servicio eléctrico en la zona de estudio, ante lo cual el 23% de los encuestados indican que el papel que brinda el potencial hidráulico del río es alto, el 37% de los investigados afirmaron medio, el 29% de los habitantes indicaron bajo, y el 11% de los lugareños lo describieron muy bajo.

Análisis:

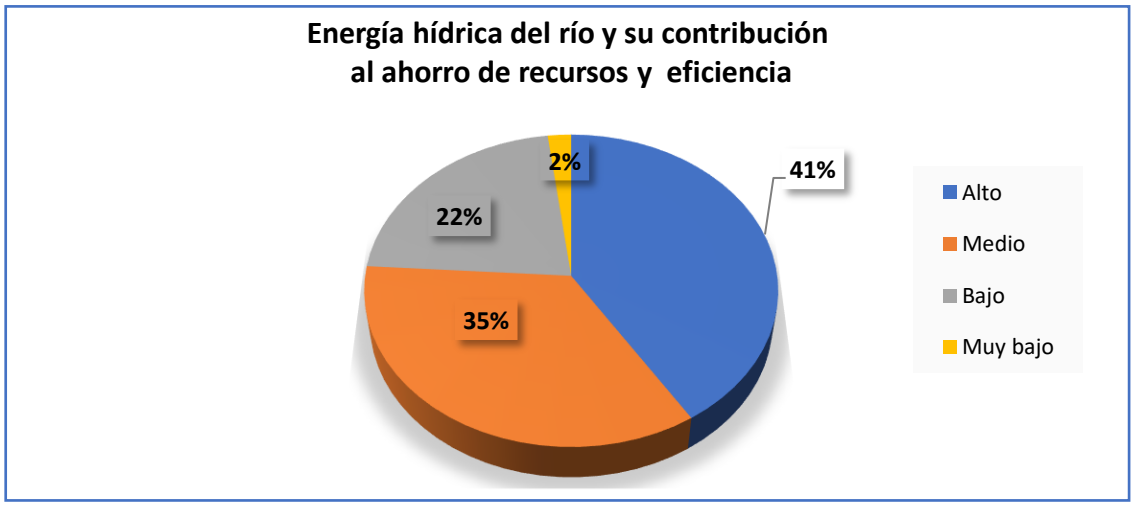
Se puede observar que la mayoría de los pobladores de las riberas del río La Esperanza coincide con que se puede mejorar el servicio eléctrico en la zona si se aprovecha el potencial hidráulico del río, ya que se podría trasladar con mayor facilidad la energía a los puntos de consumo.

Pregunta Nº. 7

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

Dimensiones	Total	
	f	%
Alto	28	41
Medio	24	35
Bajo	15	22
Muy bajo	1	2
Total	**68**	**100**

Fuente: Habitantes de las riberas del río La Esperanza
Elaborado por: Autores de la investigación



Interpretación:

La pregunta siete, muestra el aprovechamiento de la energía hídrica del río y su contribución al ahorro de recursos y la eficiencia, para lo cual el 41% de los habitantes de del sector respondieron alto, el 35% de los pobladores afirmaron medio, el 22% de los lugareños indicaron bajo, y finalmente el 2% de los moradores concluyeron muy bajo.

Análisis:

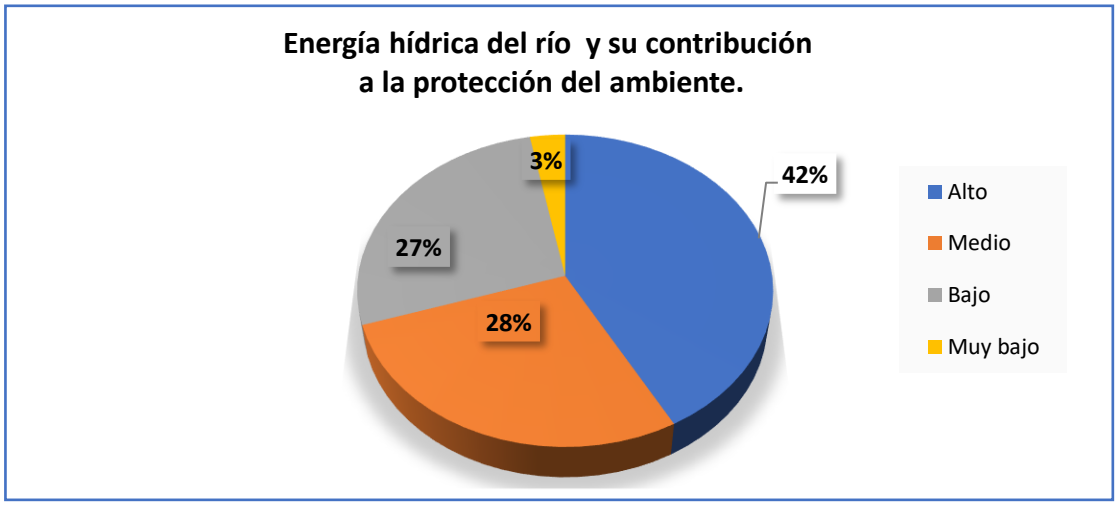
Se puede ver que la apreciación de los encuestados, es que la energía hídrica del río puede contribuir al ahorro de recursos y la eficiencia, ya que el agua empleada en el proceso puede volver a utilizarse. Además regula el caudal del río y de esta forma se pueden evitar crecidas peligrosas del caudal y se logra abastecer de agua a los cultivos y a la población en épocas de severa sequía. En definitiva, se trata de una energía renovable y limpia de alto rendimiento energético.

Pregunta Nº. 8

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

Dimensiones	Total	
	f	%
Alto	29	42
Medio	19	28
Bajo	18	27
Muy bajo	2	3
Total	**68**	**100**

Fuente: Habitantes de las riberas del río La Esperanza
Elaborado por: Autores de la investigación



Interpretación:

La pregunta número ocho, establece el aprovechamiento de la energía hídrica del río y su contribución a la protección del ambiente, obteniendo como respuesta qué, el 42% de los residentes de la zona indicaron alto, el 28% de los ciudadanos afirmaron medio, el 27% de los moradores respondieron bajo, y posteriormente el 3% de pueblerinos lo determinaron muy bajo.

Análisis:

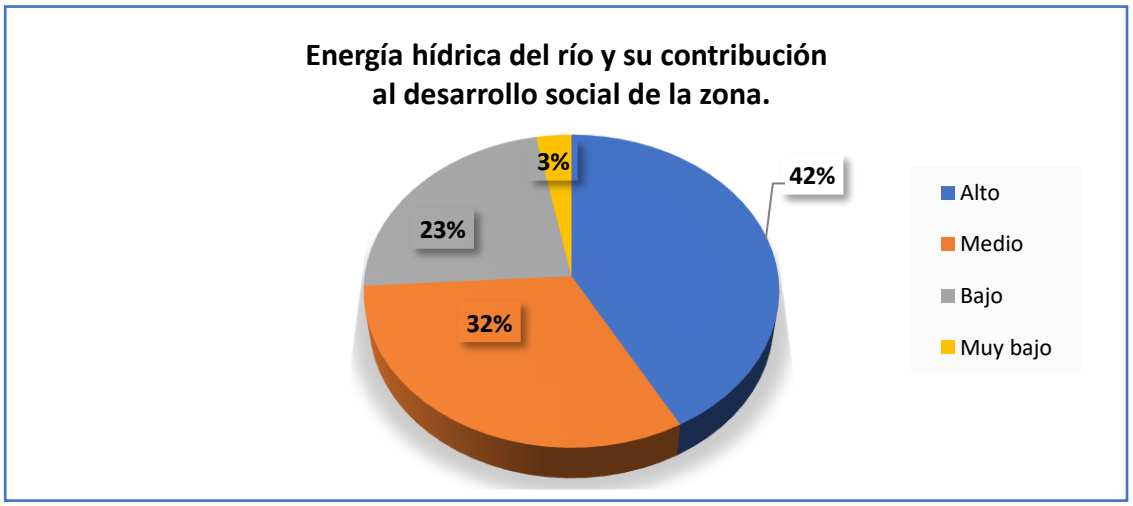
Con los resultados obtenidos por parte de los habitantes encuestados se puede notar que cuando se habla de generar energía hídrica, las personas tienen la percepción de energía limpia, renovable y de mínimo impacto ambiental. Además, ayuda a disminuir la emisión de gases contaminantes, al servir como sustituto de otras fuentes más contaminantes para producir electricidad.

Pregunta Nº. 9

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

dimensiones	total	
	f	%
Alto	28	42
Medio	22	32
Bajo	16	23
Muy bajo	2	3
Total	**68**	**100**

Fuente: Habitantes de las riberas del río La Esperanza
Elaborado por: Autores de la investigación



Interpretación:

La pregunta nueve, hace referencia al aprovechamiento de la energía hídrica del río y su contribución al desarrollo social de la zona, ante esta interrogante el 42% de los habitantes de las riberas del río La Esperanza estiman de nivel alto, el 32% de los encuestados determinan medio, el 23% de los investigados afirman bajo, y finalmente el 3% de los moradores establecen muy bajo.

Análisis:

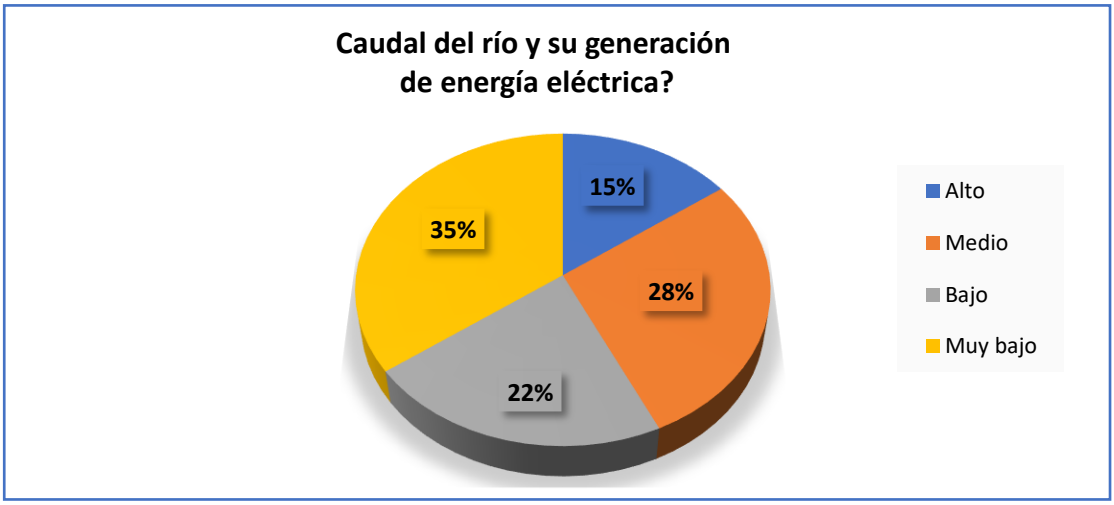
La mayoría de los resultados obtenidos por parte de los encuestados, consideran que se podría dar un alto desarrollo social en la zona, no sólo durante su fase de construcción, si no que pueden convertirse en zonas de atractivo turístico, lo que impulsará la creación de pequeñas empresas que generen empleo y otras que se encargarán de la operación y del mantenimiento de las instalaciones.

Pregunta Nº. 10

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

Dimensiones	Total	
	f	%
Alto	10	15
Medio	19	28
Bajo	15	22
Muy bajo	24	35
Total	**68**	**100**

Fuente: Habitantes de las riberas del río La Esperanza
Elaborado por: Autores de la investigación



Interpretación:

La pregunta número diez, indica la vitalidad que tiene el río La Esperanza para generar electricidad, obteniendo el 15% la alternativa alto, el 28% de los habitantes afirmaron medio, el 22% de los moradores indicaron bajo, y finalmente el 35% de los lugareños lo catalogaron muy bajo.

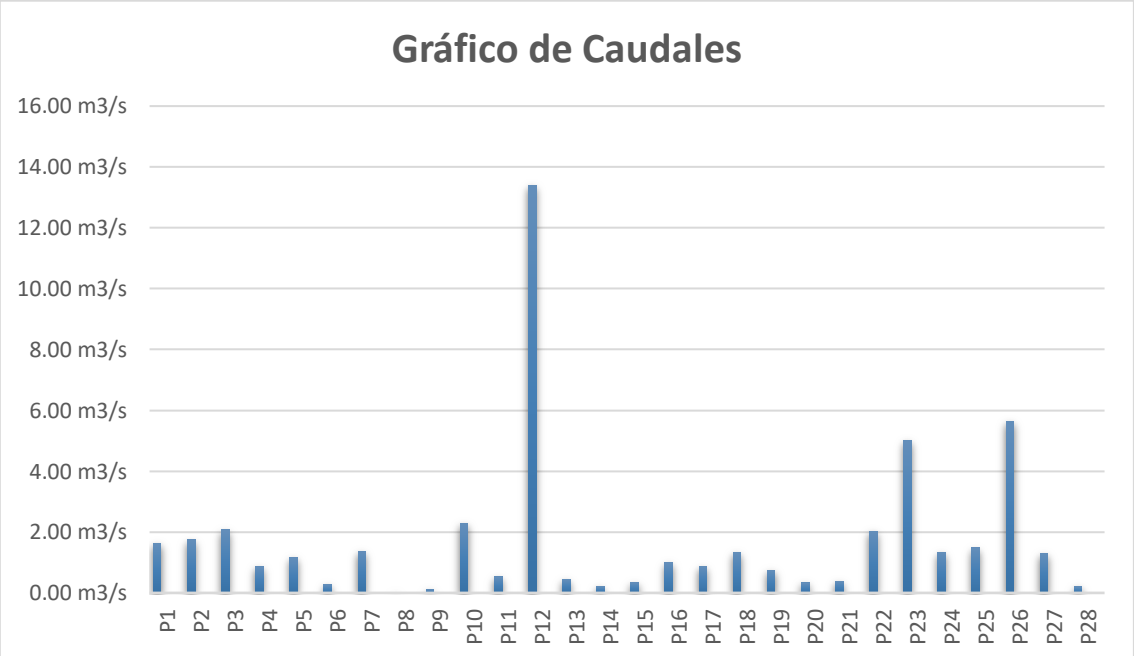
Análisis:

Con los resultados obtenidos se puede evidenciar claramente que la percepción de los investigados que viven en la zona a cerca de la vitalidad del caudal del río La Esperanza para generar energía eléctrica es muy baja, pero que en épocas de invierno el río tiene mucha vitalidad.

En el siguiente cuadro se encuentra zonificadas las coordenadas UTM para la muestra de los caudales en el río La Esperanza.

No	Localidad	Referencia	Parroquia	Cantón	X	Y	CAUDAL
1	Los Dos Esteros		El Carmen	El Carmen	646851.98	9948732.36	1.62 m3/s
2	San Pablo	Dispensario Flor de Manabi	El Carmen	El Carmen	650351.69	9950497.15	1.75 m3/s
3	Pambilar de Arriba	Esc. Manuel Agustin Cedeño Bermudez	El Carmen	El Carmen	652560.46	9953268.71	2.07 m3/s
4	Cooperativa Rio de Oro		El Carmen	El Carmen	651058.55	9947952.64	0.86 m3/s
5	El Rosario	CNH Alegrisimo, Esc. Plinio T. Cuadros Santos	El Carmen	El Carmen	654636.67	9954118.50	1.16 m3/s
6	La Providencia	Esc. Julia Eloisa Vera Navarrete	El Carmen	El Carmen	655545.48	9960816.92	0.28 m3/s
7	Las Vainas (San Francisco)	Esc. 13 de Mayo	El Carmen	El Carmen	658921.83	9963831.05	1.36 m3/s
8	Rio Platano	Esc. Pablo Zamora Salgado	El Carmen	El Carmen	654938.80	9966087.90	0.03 m3/s
9	Maicito	Centro Infantil Niño Esperanza	El Carmen	El Carmen	658885.25	9969731.46	0.12 m3/s
10	Los Almendros	10 de Agosto	El Carmen	El Carmen	659423.83	9959425.69	2.28 m3/s
11	La Y	Esc. Arquimedes Marmolejo	El Carmen	El Carmen	662442.68	9965740.18	0.53 m3/s
12	Rio de Oro		Wilrido Loor Moreira	El Carmen	654576.23	9949166.39	13.40 m3/s
13	Tres Rios El Rosario	Esc. 28 de Abril	Wilrido Loor Moreira	El Carmen	658055.45	9955974.43	0.45 m3/s
14	El Porvenir	Esc. Elias Cedeño Jerves	El Carmen	El Carmen	663060.04	9960831.05	0.22 m3/s
15	La Esperanza	Esc. Ciudad de Portoviejo	El Carmen	El Carmen	667460.05	9965509.17	0.35 m3/s
16	Los Tres Ranchos	Esc. Divino Niño, Esc. Ernesto Velasquez Kuffo	El Carmen	El Carmen	670112.20	9967637.09	1.00 m3/s
17	Pinar del Rio	Esc. Puerto de Oro	El Carmen	El Carmen	676337.07	9970721.06	0.88 m3/s
18	San Lorenzo (Rio de Oro)	Esc. Condor Mirador, Esc. Pedro Florentino V.	El Carmen	El Carmen	655259.89	9948684.49	1.33 m3/s
19	Recinto San Andres de la Cancha	Esc. Vicente Amador Flor	El Carmen	El Carmen	660462.12	9952189.32	0.75 m3/s
20	Luz del Carmen	Esc. Base Sur	El Carmen	El Carmen	666087.32	9958442.82	0.34 m3/s
21	El Achiote (Cajones)	Esc. Tito Antonio Soledispa	El Carmen	El Carmen	672539.85	9966895.20	0.39 m3/s
22	Nuevo Horizonte	10 de Agosto	El Carmen	El Carmen	664878.56	9952101.20	2.03 m3/s
23	Pupusa	Esc. Jesus de Nazareth, Dispensario Pupusa	El Carmen	El Carmen	667052.25	9954086.61	5.00 m3/s
24	Boca de Onza	Esc. Ramon Justino Zambrano	El Carmen	El Carmen	669045.51	9958574.80	1.33 m3/s
25	La Union	Esc. Antonio JosÚ de Sucre, CNH Montadita C.	El Carmen	El Carmen	671931.34	9962362.96	1.48 m3/s
26	Colonape Guichipe	Esc. Constantino Mendoza Moreira	El Carmen	El Carmen	676976.07	9967296.23	5.63 m3/s
27	La Chorrera	Esc. Cultura Chorrera	El Carmen	El Carmen	675669.18	9960782.84	1.29 m3/s
28	Nuevo Porvenir	Esc. Acuerdo de Cartagena	El Carmen	El Carmen	677142.46	9962876.51	0.22 m3/s

Se consideró estudiar el potencial en los puntos descritos en la tabla anterior. Tomando en cuenta las características de cada sector y su población.



10. Conclusiones y recomendaciones

10.1. Conclusiones

a) Una vez que se inició la búsqueda de información que aporte al desarrollo de la investigación, se pudo determinar insuficiencias en las fuentes bibliográficas existentes, siendo estas reducidas, con escaza novedad científica, ampliando la brecha epistemológica en cuanto al estudio de la hidráulica, muy poco aporte a esta ciencia y en consecuencia resultados limitados para la aplicación de micro centrales hidroeléctricas que mejoren el servicio de energía eléctrica en las comunidades aledañas a las riberas del río La Esperanza del cantón El Carmen.

b) Utilizando la técnica de aforo mediante el flotador se concluyó que el caudal del río La Esperanza es variable en todo su trayecto, razón por la cual es técnicamente recomendable usar micro centrales hidroeléctricas de diferentes capacidades según la disponibilidad de potencial y la necesidad de energía eléctrica.

c) El contexto sobre el cual se realizó el estudio es netamente agropecuario, siendo este el mayor beneficiario, por cuanto podrían usar la energía eléctrica generada para la industrialización de los productos que se cultivan, dándole un valor agregado a sus actividades y teniendo la posibilidad de conectarse al sistema nacional interconectado y obtener réditos económicos en la medida en que a través de ésta se generen nuevas actividades económicas que mejoren la calidad de vida de los habitantes.

d) La investigación empírica demostró que el río La Esperanza ofrece potenciales que fácilmente pueden ser aprovechados y en capacidad de generar energía limpia a través de micro centrales hidroeléctricas y mantener funcionales sistemas repartidos de energía.

10.2. Recomendaciones

a) Es recomendable emprender investigaciones que brinden una información segura y objetiva para la gestión del aprovechamiento de los recursos de energía renovable en cada una de las comunidades aledañas al río La Esperanza.

b) En la investigación se ha utilizado el método del aforo a través del flotador y en una temporada donde recién se iniciaba las precipitaciones lluviosas por lo que sería de gran ayuda que este aforo se lo realice con técnicas diversas y por lo menos tres veces al año.

c) Las comunidades que son netamente agropecuarias deben empoderarse del proyecto para así iniciar emprendimientos a la vez convertirse en operadores y administradores de las micro tecnologías instaladas para la generación de energía eléctrica y obtener nuevas formas de ingreso económico.

d) Es recomendable la instalación de micro centrales hidroeléctricas dadas las potencialidades que presenta el río La Esperanza, enmarcándose dentro de los rangos aceptables para mantener sistemas de energía repartida.

11.Presupuesto

Previo a La Obtención Del Título De

Ingeniero Civil Modalidad:

Proyecto Investigativo

Tema: "Estudio del Potencial Hidráulico en el río La Esperanza y su importancia en la generación de electricidad"

Tutor de trabajo de titulación	Egresados
Ing. Líder Macías Ramos	Mejía Cruel Jan Bladimir Zambrano De La Torre Roberth William

No.	Conceptos	Valores
1	Transporte	250.00 $
2	Desarrollo de la Investigación	90.00 $
3	Suministro, equipo y Materiales	40.00 $
4	Material bibliográfico, e impresiones	50.00 $
5	Anillados	10.00 $
6	Alquiler de GPS	120.00 $
7	Topografía.	1200.00 $
	Total.	1,760.00 $

12. Cronograma

TIEMPOS / ACTIVIDADES	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

13. Bibliografía

¨Energías Renovables¨, S. I. (2007). Energías Renovables. *Revista Sector Industrial*, 3-19.

ABANCAY, D. d. (2007). *Diseño de una minicentral de energía hidroeléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Abancay-Apurimac. Universidad Alas Peruanas.* Lima: Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental.

Asamblea Constituyente, C. d. (2008). *Decreto Legislativo, Registro Oficial 449 de 20-10-2008: Estado: vigente.* Montecristi: Ecuador.

Atom, C. F. (2011). *Cálculo fácil de la ingeniería que podemos obtener de un salto de agua.* Santiago: Atom.

Bello, M. A., & Pino, M. T. (2000). Medición de Presión y Caudal. En M. A. Bello, & M. T. Pino, *Medición de Presión y Caudal* (pág. 9). Punta Arenas, Chile: INIA ISSN 0717-4829.

BUN-CA, F. (2002). Manual sobre Energía Renovable. En F. BUN-CA, *Hidráulica a pequeña Escala* (págs. 6-35). San José: Biomass User Network ISBN: 9968-9708-8-3.

CBS ING S.A., I. (2007). *Central Hidroeléctrica.* Quito: CBS ING S.A.

Código Orgánico de la Producción, A. C. (2010). *Comercio e Inversiones. Registro Oficial del Organo de Gobierno del Ecuador.* Quito: Asamblea Nacional.

Crane, M. (2009). *Producción y Distribución de Energía Electrica.* Puebla: Industrias basadas en recursos naturales.

ECUADORINMEDIATO, E. (2014). *Cinco Centrales Hidroeléctricas de la EEQ generan energía limpia.* Quito: EEQ.

Eras, A. (2012). *Estudio energético del sistema eléctrico en Ecuador.* Quito.: Universidad Politécnica.

Escudero, J. M. (2004). *Manual de Energías Renovalbes.* Madrid: EDICIONES: Mundi-Prensa.

ESPOL, C. H. (2016). *Centrales Hidroeléctricas del Ecuador.* Quito: ESPOL.

González, M. (2008). *Fundamentos de las Centrales Hidroeléctricas pequeñas y sus obras anexas. División de estudios y desarrollo.* Santiago: RADIAN.

Hadzich, M. (2011). *Energía Hidráulica .* Lima: Instituto de Ciencias de la Naturaleza Territorio y Energías Renovables.

Lincango, M. (2013). *Sus Principales Centrales Hidroeléctricas.* Quito: Ecuador Principales Centrales.

MEER, E. P. (2013). *El Potencial Hidroeléctrico del Ecuador se duplicó en 6 años.* Quito: MEER.

Merino, L. (2006). *Energías Renovables, Energías Renovables para todos.* Madrid: Fundación de energía de la Comunidad de Madrid.

Monroy, C. (2010). *Energías renovables, Tecnología Industrial.* Madrid: IES.

Montesinos, Á. (2014). *Construcción de pequeñas Centrales Hidroeléctricas.* Bogotá: MEER.

Murgueza, D. (2000). Micro Centrales Hidroeléctricas. En D. Murgueza, *Micro centrales hidroeléctricas* (págs. 28-29). Buenos Aires: Publicaciones tecnológicas.

Otiz, R. (2011). *Generación de Energía Hidráulica.* Bogotá: Adriana Gutierrez M.

SEMPLADES, Plan Nacional del Buen Vivir. (2013). *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Semplades.* Quito: Primera Edición ISBN-978-9942-07-448-5.

Soria, E. (2013). *Energía renovable para todos - Hidráulica.* Madrid: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.

Ulloa, H. (2008). *Energía de pequeñas cenrales hidráulicas. Ley de foemnto a las ERNC en Chile.* Santiago: IEE3372.

14. Anexos

Imagen No 1. Aplicación de encuestas a moradores del sector.

Imagen No 2. Tomando datos para medición de caudal en el río.

Imagen No 3. Tomando datos para medición de caudal en el río.

Imagen No 4. Realizando encuestas a moradores del sector.

Imagen No 5. Tomando datos para el cálculo de caudales.

Imagen No 6. Realizando encuestas a moradores del sector.

Imagen No 7. Tomando datos para el cálculo de caudales.

Imagen No 8. Tomando datos para el cálculo de caudales.

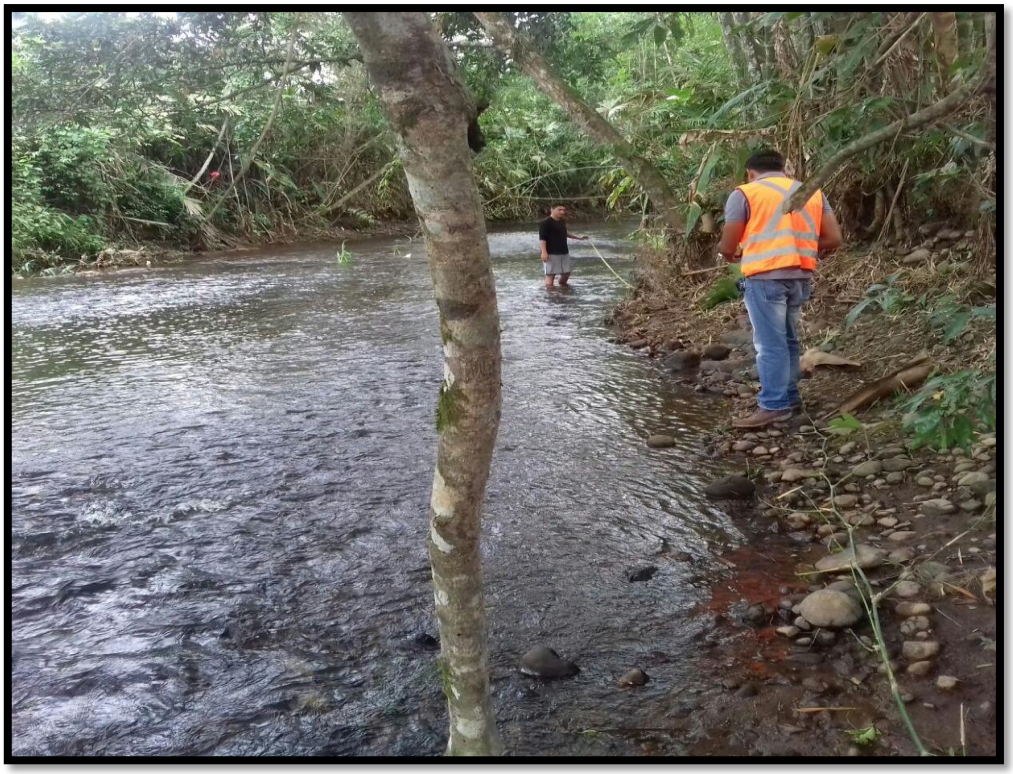


Imagen No 9. Tomando datos para el cálculo de caudales.

Imagen No 10. Realizando encuestas a los habitantes del sector.

Imagen No 11. Tomando datos para el cálculo de caudales.

Imagen No 12. Realizando encuestas a los habitantes del sector.

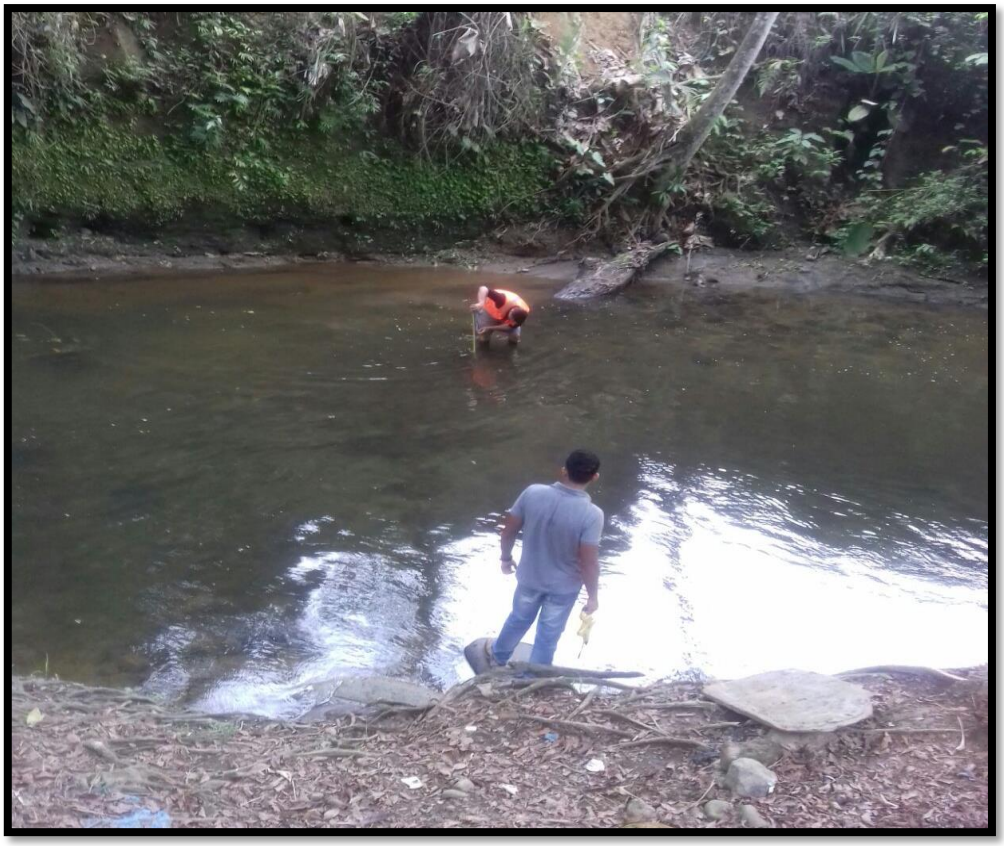


Imagen No 13. Tomando datos para el cálculo de caudales.

Imagen No 14. Tomando datos para el cálculo de caudales.

Imagen No 15. Rio de Oro

Imagen No 16. Realizando encuestas a moradores del Rio de Oro

Imagen No 17. Tomando datos para el cálculo de caudales.

Imagen No 18. Realizando encuestas a moradores del sector.

Imagen No 19. Tomando datos para el cálculo de caudales.

Imagen No 20. Tomando datos para el cálculo de caudales.

Imagen No 21. Tomando datos para el cálculo de caudales.

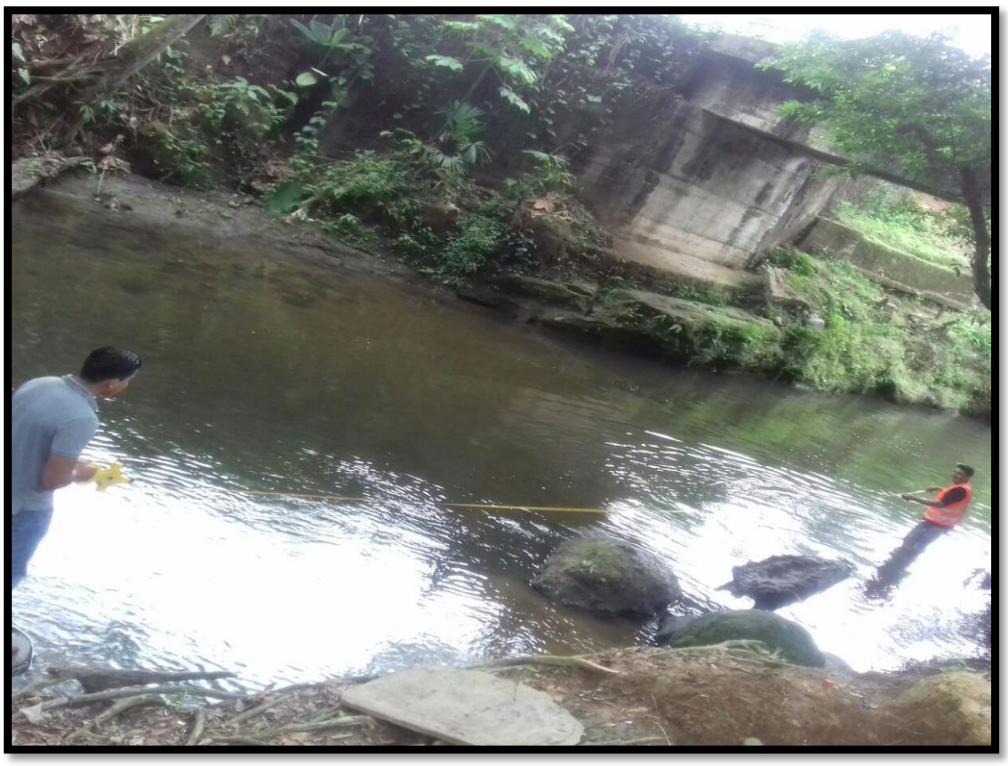


Imagen No 22. Tomando datos para el cálculo de caudales.