



Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de bombeo para la comunidad Airón Cruz ubicada en el cantón Guamote de la parroquia Cebadas provincia de Chimborazo

Feasibility study for the implementation of a pumping system for the Airón Cruz community located in the Guamote canton of the Cebadas parish, Chimborazo province

Estudo de viabilidade para a implementação de um sistema de bombeamento para a comunidade Airón Cruz localizada no cantão Guamote da paróquia de Cebadas, província de Chimborazo

Pablo Andrés Peñafiel-Ojeda ^I
pablo.penafielo23@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-7404-1722>

Manuel Morocho-Amaguaya ^{II}
mmorocho_a@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3484-4661>

Edwin Ángel Jácome-Domínguez ^{III}
edwin.jacome@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2870-892X>

Correspondencia: edwin.jacome@esPOCH.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

***Recibido:** 23 de marzo de 2023 ***Aceptado:** 17 de abril de 2023 * **Publicado:** 29 de mayo de 2023

- I. Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Facultad de Mecánica, Riobamba, Ecuador.
- III. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Facultad de Mecánica, Riobamba, Ecuador.

Resumen

En el presente artículo se realizó un estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de bombeo de agua para la comunidad Airón Cruz, ubicado en el cantón Guamote de la parroquia Cebadas, provincia de Chimborazo. Este artículo tiene un enfoque metodológico cualitativo, con modalidad de investigación documental y de campo. Para la recolección de información, se ha realizado un estudio de mercado empleando encuestas y en adición los antecedentes de la comunidad como instrumento de investigación. Para la articulación del proyecto, se realizó un estudio técnico, partiendo con selección de la electrobomba y el sistema de alimentación eléctrica fotovoltaica; es decir, alimentación por células o celdas solares, priorizando el análisis ambiental, económico, sustentable y técnico de acuerdo con las condiciones requeridas por la comunidad. Se diseñó dos reservorios de concreto que sirven como acumuladores de agua, ayudando así, a obtener un flujo constante y óptimo para el riego; en adición, el diseño y la construcción de la estructura para el anclaje de los equipos y actuadores del sistema de bombeo. La normativa legal del estudio tiene un enfoque metodológico hacia el uso correcto del agua en las comunidades del país, tomando como prioridad el cuidado y el uso correcto del suelo e impacto ambiental. Para un adecuado control de activos del proyecto se realizó un plan de mantenimiento a los equipos, accesorios y actuadores del sistema de bombeo. Finalmente, el estudio financiero nos permite determinar el costo total del proyecto, calculando cada inversión empleada para la construcción y adquisición de equipos, accesorios, material de construcción, mano de obra y gastos adicionales, sin descuidar el cumplimiento cronológico requeridos por la comunidad para la articulación y ejecución del estudio.

Palabras Claves: Estudio de Factibilidad; Sistema de Bombeo; Electroboomba; Plan de Mantenimiento; Estudio Financiero.

Abstract

The aim of this paper is a feasibility study has been carried out for the implementation of a water pumping system at Airón Cruz community, located in Guamote canton, Cebadas parish, Chimborazo province. This paper has a qualitative methodological approach, it is a documentary and field research. For the data collection, a market study has been carried out using surveys and the community background as a research tool. For the project structure, a technical study was carried out, starting with the selection of the electric pump and the photovoltaic power supply system, that means, power supply by cells or solar cells; prioritizing environmental, economic,

sustainable and technical analysis according to the conditions required by the community. Two concrete reservoirs that serve as water storage were built, thus helping to obtain a constant and optimal flow for irrigation. In addition, the design and construction of the structure for anchoring equipment and feeding system actuators for the submersible electric pump and other accessories of the pumping system. The legal regulations of this study have a methodological approach towards the correct use of water in the communities of the country, taking as a priority the care and correct use of the soil and environmental impact. For an adequate control of the project assets, an equipment maintenance plan was carried out, accessories and actuators of the pumping system. Finally, the financial study allows to determine the total cost of the project, calculating each investment used for the construction and acquisition of equipment, accessories, construction material, labor and additional expenses, without neglecting the chronological compliance required by the community for the meeting and execution of the study.

Keywords: Feasibility Study; Pumping System; Electric Pump; Maintenance Plan; Financial Study.

Resumo

Neste artigo, foi realizado um estudo de viabilidade para a implementação de um sistema de bombeamento de água para a comunidade Airón Cruz, localizada no cantão Guamote da paróquia de Cebadas, província de Chimborazo. Este artigo tem abordagem metodológica qualitativa, com modalidade de pesquisa documental e de campo. Para a coleta de informações, foi realizado um estudo de mercado usando pesquisas e, além disso, o histórico da comunidade como instrumento de pesquisa. Para a articulação do projeto foi realizado um estudo técnico, começando pela seleção da eletrobomba e do sistema elétrico fotovoltaico; ou seja, alimentação por células ou células solares, priorizando a análise ambiental, econômica, sustentável e técnica de acordo com as condições exigidas pela comunidade. Foram projetados dois reservatórios de concreto que servem como acumuladores de água, ajudando assim a obter um fluxo constante e ótimo para irrigação; Além disso, o projeto e construção da estrutura para ancoragem dos equipamentos e atuadores do sistema de bombeamento. O normativo legal do estudo tem um enfoque metodológico para o uso correto da água nas comunidades do país, tendo como prioridade o cuidado e uso correto do solo e impacto ambiental. Para um adequado controle dos ativos do projeto, foi realizado um plano de manutenção dos equipamentos, acessórios e atuadores do sistema de bombeamento. Por fim, o

estudo financeiro permite apurar o custo total do projeto, calculando cada investimento utilizado para a construção e aquisição de equipamentos, acessórios, material de construção, mão de obra e despesas adicionais, sem descuidar o cumprimento cronológico exigido pela comunidade para a articulação e execução do estudo.

Palavras-chave: Estudo de fatibilidade; Sistema de bombeamento; bomba elétrica; Plano de manutenção; Estudo Financeiro.

Introducción

El bombeo de agua por energía solar fotovoltaica (FV) es una aplicación de gran interés en sistemas aislados, la cual ha demostrado a lo largo de los años que es una tecnología efectiva para el abastecimiento de agua en comunidades rurales y efectivamente para el suministro en actividades agropecuarias (Abella, M. & Chenlo 2005, p. 3).

Circunstancialmente en las comunidades rurales de la provincia de Chimborazo, el uso de este recurso natural (Agua) es sumamente exclusivo, debido a la distribución y ubicación geográfica de las mismas. Ventajosamente, la provincia consta de gran cantidad de agua gracias a los páramos que lo conforman, creando de esta forma, fuentes naturales a lo largo de las comunidades.

La concentración de agua en ciertos sectores, hace que no exista una distribución equitativa y eficiente en los sitios de necesidad de este recurso natural, por lo que, la búsqueda de sistemas tecnológicos que ayuden a una mejor distribución es indispensable y necesaria.

Es posible adoptar e implementar distintas soluciones tecnológicas para bombear un determinado volumen de fluido "Agua" con sus dimensiones, en función a los rangos de potencia requeridos (caudal, altura). En la mayoría de los planes, proyectos e implementaciones, siempre se buscan parámetros económicamente factibles, el cual permita una ejecución y solución fiable tanto en el sentido económico como lo técnico (montaje, desempeño y mantenimiento) (Diéz 2007, p. 22).

La elección de un sistema de bombeo depende mucho de factores económicos, así como de factores geográficos, por lo que es necesario resaltar y comparar varias opciones que pueden articular con la información necesaria para una buena toma de decisiones. La experiencia muestra que un proyecto es rentable y económicamente fiable cuando el ciclo hidráulico que trabaja la electrobomba no sobrepasa los $1500 m^3$ (Abella, M. & Chenlo 2005, p. 3).

Tabla 1. Comparaciones entre diferentes opciones de sistemas de bombeo

Tipo de sistema	Inconvenientes	Ventajas
Solar	La producción y bombeo de agua depende de la radiación solar. Alto costo inicial.	Los sistemas modulares se acoplan a las necesidades. Menos contaminación por el no uso de combustibles. Bajo mantenimiento y fácil instalación. Vida útil considerablemente larga.
Diesel	Difícil Mantenimiento, reduciendo la vida útil del equipo. Contaminación al medio ambiente por el uso de combustibles. Combustible intermitente. Problemas de suciedad, ruido, humos, etc. Bajo caudal.	Inversión de capital moderada. Fácil instalación. Sistemas comunes muy experimentadas con su uso o ejecución fácil.
Manual	Mantenimiento regular. Consumo energía y tiempo que puede ser empleado en actividades con mejor y mayor productividad.	Bajo costo Mantenimiento y limpieza fácil. No necesita alimentación eléctrica. Tecnológicamente simple.

Fuente: Elaboración propia

Las principales aplicaciones para los sistemas de bombeo alimentados por energía solar fotovoltaica son:

- Aplicaciones de riego agrícola
- Abastecimiento de agua en zonas rurales

Las actividades agropecuarias de la comunidad Airón Cruz de la parroquia Cebadas del Cantón Guamote provincia de Chimborazo son realizadas con dificultad, debido a que en su zona agrícola no gozan del recurso más básico y necesario “Agua” para dedicarse a dichas actividades. La adquisición de este recurso natural es por medio de una tubería de una pulgada proveniente de un canal que alimenta a todas las comunidades cercanas, a dicho canal llega agua las 24 horas al día proveniente de vertientes.

Los moradores han decidido movilizar sus recursos y bienes materiales a otro lugar más accesible para dedicarse a trabajar con normalidad, donde al realizar dicha movilización, se genera una

saturación territorial por lo que es obligatorio regresar a la zona inicial del problema; o en un caso extremista posponer sus actividades agropecuarias, la cual no es una solución factible.

Metodología y marco legal

Sistemas de bombeo existentes en la zona

Las comunidades en la provincia de Chimborazo en su mayoría, realizan sus actividades agrícolas en zonas donde hay un abastecimiento continuo o regular de agua. Existen zonas en las mismas comunidades donde solo se abastece de agua por medio de la lluvia.

En la comunidad de Airón Cruz y las comunidades más cercanas a ésta, tienen un reservorio de agua, la cual es abastecida por medio de una tubería de 60 pulgadas de diámetro. Esta tubería sale desde un depósito alimentada por una vertiente con agua no potable a 2000 metros a la comunidad Airón Cruz, atravesando el río Chambo, la vía a Cebadas y las montañas que dividen a estas comunidades.



Figura 1. Descripción geográfica de las comunidades que atraviesa tubería que abastece de agua a la comunidad Airón Cruz

Fuente: Adaptado de Google Earth

Solo las zonas más cercanas al reservorio de agua son suministradas por este recurso natural, y pueden realizar sus actividades agrícolas, de esta forma, las zonas más lejanas al reservorio no son utilizadas por los escasos de agua. Por cada uno de estos antecedentes, no existen sistemas de bombeo en las comunidades alrededor de Airón cruz.

Figura 2. Trayectoria de la tubería que abastece de agua a la comunidad Airón cruz



Fuente: Adaptado de Google Earth

Situación actual de la comunidad

La comunidad Airón Cruz tiene un espacio territorial de 100000 m^2 , donde el abastecimiento de agua solo abarca el 40% de territorio para realizar las actividades agrícolas. Este porcentaje también comparten las demás comunidades cercanas a la misma, por esta razón, nace la necesidad de implementar un sistema de bombeo que ayude a una distribución más grande y uniforme de agua, de esta forma se aumentaría la productividad de las actividades agropecuarias.



Figura 3. Reservorio de agua en la comunidad Airón Cruz

Fuente: Elaboración Propia

Este reservorio de agua alimenta al resto de comunidades por medio de canales de riego, donde la circulación y el abastecimiento son las 24 horas al día. Debido al porcentaje considerable de comunidades el agua es utilizada por horarios, logrando de esta forma cubrir en su mayoría con la distribución de riego a todas las comunidades beneficiarias de este canal.

Localización del proyecto

La comunidad se encuentra geográficamente ubicada en la región centro del país localizada a 320 m de la vía Cebadas-Guamote.



Figura 4. Localización de la comunidad Airón Cruz

Fuente: Adaptado de Google Earth



Figura 5. Macro localización de la comunidad Airón Cruz

Fuente: Adaptado de Google Earth



Figura 6. Micro localización de la comunidad Airón Cruz

Fuente: Adaptado de Google Earth

Marco legal, normativas, leyes y reglamentos

La estructura organizacional de la comunidad Airón Cruz, es elaborada en base a las aptitudes y actitudes de los colaboradores y demás miembros de la comunidad, dividiendo cada tarea o responsabilidad de acuerdo a la capacidad de desempeño.

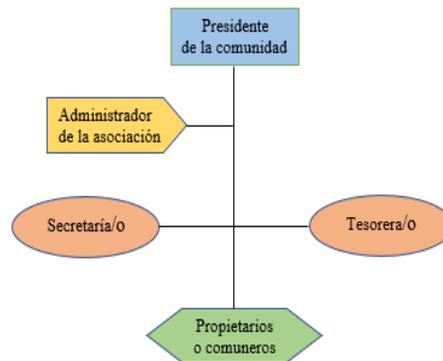


Figura 7. Estructura organizacional comunidad Airón Cruz

Fuente: Elaboración Propia

Cabe recalcar que cada decisión es tomada de forma general y unánime, es decir, las autoridades de la comunidad colaboran en su mayoría con la articulación y legalización de documentos que sirvan para registrar algún proceso o trámite legal y demás parámetros en beneficio comunal

A continuación, se efectúa una descripción de las funciones o perfiles necesarios de cada colaborador para la ejecución del presente proyecto

Presidente de la comunidad

- Organizar reuniones de información o capacitación.
- Realizar acuerdos de cooperación en beneficio a la comunidad.
- Liderar a todos los integrantes de la comunidad.
- Socializar con comunidades, instituciones, organizaciones, etc.
- Representar en actos públicos o privados a su comunidad.
- Tomar decisiones en beneficio a su comunidad.
- Trabajo en conjunto con el administrador.

Administrador de la asociación

- Administrar la parte financiera y económica de la comunidad
- Elaborar documentos legales y acuerdos de cooperación.

- Dar seguimientos a todo proceso y actividades legales de la comunidad
- Organizar reuniones de información o capacitación.
- Realizar acuerdos de cooperación en beneficio a la comunidad
- Socializar con comunidades, instituciones, organizaciones, etc.
- Representar en actos públicos o privados a su comunidad
- Trabajo en conjunto con el presidente

Secretario

- Registrar todo proceso y actividades legales de la comunidad.
- Agendar reuniones.
- Recibir y entregar documentaciones concernientes a la comunidad.
- Elaboración de reportes.

Tesorero

- Registrar cada aspecto financiero de la comunidad
- Realizar la contabilidad de la comunidad
- Rendir cuantías de la contabilidad de la comunidad

Estudio ambiental

Es importante recalcar las múltiples funciones que cumple el riego en el enfoque de las actividades humanas, las cuales están relacionadas con el ámbito productivo, económico, social y ambiental aumentando hasta un 17% en el PIB, de esta forma se dimensiona la importancia de la agricultura y la producción bajo riego, contribuyendo de forma extensa con el desarrollo del país (Zapatta, Pierre 2015, p. 10) (Sosa, Larrea 2014, p. 15).

Los ciclos de distribución y transformación agua, se enfocan directamente con el medio ambiente, resaltando que, si el suelo no es capaz de captar toda el agua acumulada en su ciclo natural, esta puede correr directamente hacia un río arrastrando todo lo que se encuentre en su paso provocando aludes o inundaciones o a su vez la creación de filtraciones en el suelo y alimentar una corriente subterránea, por dicha razón las actividades agrícolas y demás actividades que involucren el uso del suelo es necesario para un equilibrio ambiental (Zapatta, Pierre 2015, p. 54) (Sosa, Larrea 2014, p. 19).

Por otra parte la implementación de un sistema de bombeo por energía fotovoltaica es una vía sustentable al cuidado ambiental porque además de ser una fuente de energía renovable inagotable

a escala humana, permite la obtención de electricidad sin recurrir a ningún tipo de combustión, o el uso de centrales nucleares o térmicas las cuales producen emisiones a la atmosfera con contaminantes que provocan gases de efecto invernadero, lluvias ácidas y residuos peligrosos (Espejo Marín 2004, p. 16) (Mariano, Florencia 2013, p. 25).

Con el uso de la energía fotovoltaica para la implementación de un sistema de bombeo y demás proyectos técnicos enfocados al sector agrícola, es necesario mencionar y recalcar los siguientes parámetros en veneficio al medio ambiente:

Tabla 2. Ventajas ambientales de los sistemas por alimentación fotovoltaica

Sistema fotovoltaico	
Causa	Veneficios
La energía solar no contamina con CO2	La contaminación por CO2 tiene un impacto nocivo con el medio ambiente el cual provoca problemas sanitarios contribuyendo con el cambio climático y aumentando el daño ecológico.
Fuente de energía segura gratuita e ilimitada	Para el almacenamiento de energía depende mucho de la cantidad solar que exista.
Ventajas	El 31 de diciembre de 2020, los envíos de trina solar superaron los 66 GW, dando una capacidad de generación de energía anual de 90 millones de kWh, con un equivalente de ahorro de más de 29 millones de toneladas de carbón estándar, reduciendo significativamente las emisiones de CO2 en aproximadamente 89 millones de toneladas y 2 millones de toneladas de SO2
Energía solar libre de carbono	Los paneles solares están fabricados para funcionar hasta 25 años de potencia reduciendo un 5% de rendimiento a partir de decimo años de funcionamiento.
Funcionamiento	

Fuente Adaptado de (Mariano, Florencia 2013, p. 25)(Hernández, Coitt 2006, p. 58)

Desde la perspectiva ambiental, el sistema de riego es o podría llegar a ser un factor limitante a la expansión de la frontera agrícola hacia ecosistemas frágiles, por dicha razón , se requiere un manejo adecuado de las actividades antrópicas para asegurar que no exista desequilibrios ambientales tanto para el uso de suelos como para el uso del agua (Zapatta, Pierre 2015, p. 10).

Las condiciones ambientales para la construcción de cuartos de control, reservorios de almacenamiento de agua y el montaje de sistemas de bombeo, no tiene un índice grave de contaminación ambiental ya que este proyecto está basado en el uso de energía renovable amigable con medio ambiente. En casos relevantes, la elaboración de un instructivo de residuos sólidos ayudaría a un mejor seguimiento ambiental.

Análisis y discusión de resultados

Estudio de mercado

En la comunidad Airón Cruz existe un número de 75 habitantes, las cuales 45 personas se dedican a trabajar sus terrenos; el número restante está distribuido entre niños, adolescentes y adultos mayores, los cuales no realizan ninguna actividad referente al proyecto.

De los 75 habitantes, 5 comuneros no entrarían en el cálculo de la muestra porque su zona agrícola está ubicada cerca de la toma central de agua como se indica en la figura 4-3; ellos abastecen sus terrenos directamente del canal de riego por medio de tuberías.

El porcentaje de habitantes habituales en la comunidad son de 40 beneficiarios a los que se les realizara la encuesta.

Tabulación y resultados de la encuesta

Las tabulaciones son realizadas individualmente por pregunta y colectivamente por encuestas, arrojando como resultados la siguiente información:

¿Usted y su familia se dedican a realizar actividades agropecuarias en la comunidad Airón Cruz?

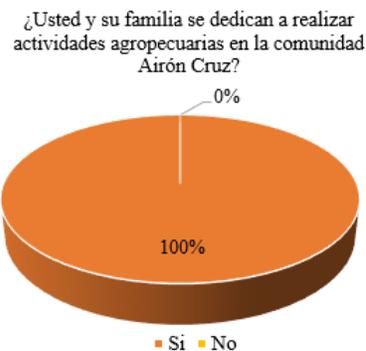


Figura 8. Familias que se dedican a realizar las actividades agropecuarias

Fuente: Elaboración propia

¿En la comunidad Airón Cruz existe un suministro de agua?

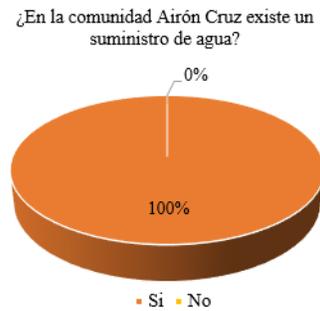


Figura 9. Porcentaje de agua que llega a la comunidad

Fuente: Elaboración propia

¿Cuántas horas al día se provee de agua a la comunidad?



Figura 10. Número de horas que la comunidad tiene agua

Fuente: Elaboración propia

¿En el lugar donde realiza sus actividades agrícolas, existe un abastecimiento de agua?



Figura 11. Porcentaje de beneficiarios que tienen agua en la comunidad

Fuente: Elaboración propia

¿Alguna vez a implementado alguna máquina, componentes eléctricos, electrónicos o mecánicos que sirva para bombear o suministrar de agua a su territorio agrícola?

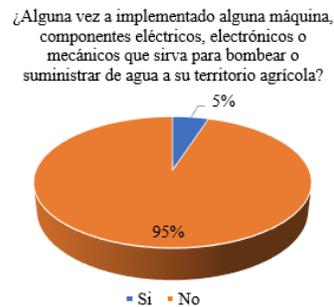


Figura 12. Número de personas que han implementado algún sistema para bombear agua.
Fuente: Elaboración propia

¿Usted consume y comercializa el producto proveniente de sus actividades agrícolas?



Figura 13. Número de personas que consume y comercializa el producto proveniente de sus actividades agrícolas
Fuente: Elaboración propia

¿Si en su territorio existiese un suministro de agua continuo, invertiría y aumentaría sus actividades agrícolas o se dedicaría a otras opciones?



Figura 14. Número beneficiarios que invertiría para aumentar sus actividades agrícolas
Fuente: Elaboración propia

¿Apoyaría algún proyecto que tenga la iniciativa de satisfacer sus necesidades agrícolas?



Figura 15. Número de beneficiarios que apoyan la iniciativa del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Análisis e interacción de los resultados totales obtenidos en las encuestas

El 100% de encuestados se dedican a las actividades agropecuarias. Algunos netamente a la ganadería y otros a la agricultura o conjuntamente.

El 100% de propietarios tiene acceso al suministro de agua no potable, pero no precisamente en sus propiedades, es decir, en un solo punto céntrico de abastecimiento para todas las comunidades cercanas.

El agua circula de forma constante por las comunidades, abasteciendo el 100% las 24 horas al día.

El 87.5% de propietarios no tiene agua en su zona agrícola. El porcentaje restante si tiene debido a que sus residencias están cerca a la toma central de agua

El 5% de propietarios tuvieron la iniciativa de colocar e implementar un sistema de bombeo para solucionar sus necesidades agropecuarias, dichos sistemas no funcionaron porque fueron colocados de forma empírica y sin un estudio previo a la ejecución, generando un fracaso total a la implementación del mismo.

El 100% de propietarios vive de sus actividades agropecuarias, es decir, todo lo que tiene que ver con la agricultura lo comercializan y también lo consumen dependiendo la necesidad. La ganadería satisface netamente para su consumo.

El 100% de propietarios se dedica y pretende dedicarse a y ejecutar este la agricultura y ganadería, dando un indicativo extenso de la necesidad en implementar proyecto.

El 100% de beneficiarios están de acuerdo con la articulación de este estudio, por dicha razón apoyan en su totalidad la ejecución del mismo.

Con los resultados obtenidos se concluye que la necesidad de implementar un sistema de bombeo es importante porque ayudaría enormemente a la mejora de la situación económica y social de cada beneficiario (Flórez 2015, p. 55).

Resultados del análisis FODA

Fortalezas

La elaboración de un estudio de factibilidad, encaminaría y enfocaría más adecuadamente a la comunidad, para la búsqueda de alternativas eficientes, rentables y económicas para la implementación de un sistema de bombeo.

La comunidad Airón Cruz tiene un espacio territorial muy amplio para el montaje de los equipos que conforman el sistema de bombeo y favorable para la captación de rayos solares que serán aprovechados por las células fotovoltaicas.

La implementación de un sistema de bombeo por alimentación fotovoltaica, menora considerablemente la contaminación ambiental que puede ser generada por la ejecución del mismo. Los propietarios de la comunidad tienen la predisposición en ayudar con la articulación del estudio tanto en la recolección de información como en el proceso legal para la ejecución del proyecto.

Oportunidades

Los líderes de la comunidad tienen el apoyo de grupos, fundaciones, asociaciones, etc., que podrían ayudar a financiar el proyecto.

Este proyecto aumentaría la productividad en la ejecución de las actividades agropecuarias de la comunidad abarcando más territorio que el utilizado actualmente, con un flujo de agua predispuesto a las necesidades de los beneficiarios.

Este proyecto técnico es novedoso entre las comunidades más alejadas de la provincia, por lo que existe una probabilidad muy alta de ser implementada en más lugares gracias a que su contaminación es menor a comparación de otros sistemas de bombeo.

Debilidades

La parte económica para la ejecución del proyecto es un factor difícil de articular, ya que los propietarios deberán buscar empresas, fundaciones, instituciones, etc., que puedan financiarles el proyecto.

La producción eléctrica y bombeo de agua depende de la radiación solar existente en la comunidad, de esta forma, para llegar al voltaje necesario para la alimentación de los equipos se debe implementar un número determinados de paneles solares

Amenazas

La comunidad Airón Cruz se encuentra ubicada en una pendiente, corriendo el riesgo de que exista deslaves en épocas de invierno.

En el lugar donde se va a ejecutar el proyecto, está ubicada en una zona de difícil acceso para transportar maquinaria y materiales para la construcción de los reservorios de agua.

Misión y Visión

Misión

Implementar un sistema de bombeo de agua por medio de energía fotovoltaica en la comunidad Airón Cruz ubicada en la parroquia Cebadas del cantón Guamote, en busca de mejorar las condiciones y procesos actuales con las que realizan sus actividades agropecuarias, fomentando e impulsando mejores alternativas enfocadas al cuidado ambiental en los sectores rurales de la provincia.

Visión

Expandir y proponer más proyectos sociales a comunidades necesitadas de un sistema de bombeo de agua en la provincia de Chimborazo, realizando planes, estudios y análisis de acuerdo a los objetivos que deseen alcanzar.

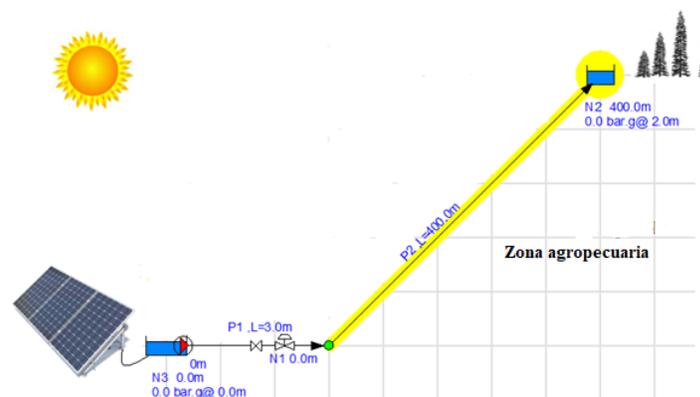


Figura 16. Esquema del sistema de bombeo fotovoltaico

Fuente: Elaboración propia

Estudio financiero del proyecto

Para el desarrollo y ejecución del proyecto, la comunidad Airón Cruz debe considerar realizar una inversión basada en los costos reales de acuerdo al siguiente estudio financiero, recalcando que los costos están basados en precios actualizados.

El costo de los materiales de construcción, accesorios y equipos a utilizar para la implementación del sistema de bombeo, están cotizados con valores actuales otorgados por los distribuidores

Tabla 3. Costo de mano de obra del proyecto

Descripción	Sueldo	Cantidad	Sueldo acumulado	# meses	V mensual
Técnico/ Ing. (Contrato por obra)	2,000.00	1	2,000.00	1	2,000.00
Arquitecto encargado del diseño de los planos (Contrato por obra)	700.00	1	700.00	1	700.00
Maestro albañil	560.00	1	560.00	2	1,120.00
Ayudante albañil	400.00	2	800.00	2	1,600.00
Total					\$ 5,420.00

Fuente: Elaboración propia

Consideraciones: El ingeniero o técnico es quien ejecutara el proyecto, responsable de implementar el sistema eléctrico, anclar y dar funcionamiento al sistema de bombeo.

Tabla 4. Costo de los equipos para el sistema de bombeo

Accesorios	Cantidad	Costo unitario	Costo final
Bomba	1	\$ 587.00	\$ 587.00
Paneles	8	\$ 30.00	\$ 1,040.00
Σ			\$ 1,627.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Costo para la construcción del reservorio final

Ítem	Tipo de material	Unidad	Cantidad material	de	USD unitario	USD Total	
A	Material pétreo						
A1	Piedra	m3	5.4		13.33	72.00	
A2	Arena	m3	44.2368		20.00	84.74	
A3	Ripio	m3	44.2368		13.33	589.82	
B	Material de ferretería						
B1	Hierro (varilla de 12mm)	QQ	9.1		51.00	462.19	
B2	Cemento (45 kg)	QQ	115.20		7.75	892.80	
B3	Alambre de amarre	lb	20		70	14.00	
B4	Clavos 2 in	lb	3		3.00	9.00	
B5	Clavos 1 in	lb	3		2.50	7.50	
B6	Pingos (3m)	U	36		2.50	90.00	
B7	Tablas (2.20 m)	U	198		2.20	436.36	
B8	Tiras (4x4 cmx2.5m)	U	30		2.50	75.00	
Σ						\$	3,533.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Costo para la construcción del reservorio inicial

Ítem	Tipo de material	Unidad	Cantidad material	de	USD unitario	USD Total	
A	Material pétreo						
A1	Piedra	m3	7.2		13.33	96.00	
A2	Arena	m3	54.3744		20.00	1,087.49	
A3	Ripio	m3	54.3744		13.33	724.99	
B	Material de ferretería						
B1	Hierro (varilla de 12mm)	QQ	10.3		51.00	525.94	
B2	Cemento (45 kg)	QQ	141.60		7.75	1,097.40	
B3	Alambre de amarre	lb	20		0.70	14.00	
B4	Clavos 2 in	lb	3		3.00	9.00	
B5	Clavos 1 in	lb	3		2.50	7.50	
B6	Pingos (3m)	U	36		2.50	90.00	
B7	Tablas (2.20 m)	U	275		2.20	606.06	
B8	Tiras (4x4 cmx2.5m)	U	35		2.50	87.50	
Σ						\$	4,345.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Costo de accesorios para el sistema de bombeo

Accesorios	Cantidad	Costo unitario	Costo final
Bomba	1	\$ 587.00	\$ 587.00
Paneles	8	\$ 130.00	\$ 1,040.00
Tubería 1 1/4	134	\$ 18.00	\$ 2,412.00
Manómetro	1	\$ 8.50	\$ 8.50
Válvula de compuerta	1	\$ 5.50	\$ 5.50
Válvula de caudal	1	\$ 5.50	\$ 5.50
Válvula de retención	1	\$ 6.00	\$ 6.00
Cable de alimentación	1	\$ 30.00	\$ 30.00
Unión	1	\$ 2.50	\$ 2.50
Codo 90 y 45	4	\$ 0.75	\$ 3.00
Unión T	1	\$ 1.50	\$ 1.50
Neplo C	133	\$ 0.40	\$ 53.20
Varios accesorios	1	\$ 100.00	\$ 100.00
Σ			\$ 4,254.70

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Rubro de inversión

INVERSIÓN DEL PROYECTO			
RUBRO DE INVERSIÓN	INVERSIÓN REALIZADA (USD)	INVERSIÓN POR REALIZAR (USD)	TOTAL DE INVERSIONES (USD)
INVERSIONES FIJAS			
Terreno	-	-	-
INVERSIONES DIFERIDAS			
Reservorio final			
Piedra	-	72.00	72.00
Arena	-	884.74	884.74
Ripio	-	589.82	589.82
Hierro (varilla de 12mm)	-	462.19	462.19
Cemento (45 kg)	-	892.80	892.80
Alambre de amarre	-	14.00	14.00
Clavos 2 in	-	9.00	9.00
Clavos 1 in	-	7.50	7.50
Pingos (3m)	-	90.00	90.00
Tablas (2.20 m)	-	436.36	436.36
Tiras (4x4 cmx2.5m)	-	75.00	75.00
Reservorio Inicial			
Piedra	-	96.00	96.00

Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de bombeo para la comunidad Airón
Cruz ubicada en el cantón Guamote de la parroquia Cebadas provincia de Chimborazo

Arena	-	1087.49	1087.49
Ripio	-	724.99	724.99
Hierro (varilla de 12mm)	-	525.94	525.94
Cemento (45 kg)	-	1097.40	1097.40
Alambre de amarre	-	14.00	14.00
Clavos 2 in	-	9.00	9.00
Clavos 1 in	-	7.50	7.50
Pingos (3m)	-	90.00	90.00
Tablas (2.20 m)	-	606.06	606.06
Tiras (4x4 cmx2.5m)	-	87.50	87.50
Bomba	-	587.00	587.00
Paneles	-	130.00	1040.00
Tubería 1 1/4	-	18.00	2412.00
Manómetro	-	8.50	8.50
Válvula de compuerta	-	5.50	5.50
Válvula de caudal	-	5.50	5.50
Válvula de retención	-	6.00	6.00
Cable de alimentación	-	30.00	30.00
Unión	-	2.50	2.50
Codo 90 y 45	-	0.75	3.00
Unión T	-	1.50	1.50
Neplo C	-	0.40	53.20
Varios accesorios	-	100.00	100.00
Mano de obra			
Técnico/ Ing. (Contrato por obra)	-	2000.00	2000.00
Arquitecto encargado del diseño de los planos (Contrato por obra)	-	4000.00	4000.00
Maestro albañil	-	4000.00	4000.00
Ayudante albañil	-	4000.00	4000.00
CAPITAL DE TRABAJO			
Cuentas por cobrar	-	-	-
Cuentas por pagar	-	-	-
TOTAL DE INVERSIÓN	\$ 0.00	\$26,133.99	\$26,133.99

Fuente: Elaboración propia

Resultados finales

El estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de bombeo para la comunidad Airón Cruz tiene un enfoque metodológico cualitativo, con modalidad de investigación documental y de campo.

La recolección de la información es por medio de un estudio de mercado, utilizando como instrumento de investigación la encuesta y los antecedentes de la comunidad. Con los resultados obtenidos se realizó un análisis previo para la articulación del proyecto; dando principio a la elaboración de un estudio técnico, que parte con la selección de la bomba. Se examina tres diferentes sistemas de bombeo como son por alimentación solar, diésel y manual denotando que cada una de ellas tiene sus ventajas e inconvenientes particularmente.

Mediante un análisis económico, técnico y adjuntando también las condiciones iniciales y requeridas por la comunidad, se determinó que el sistema de bombeo debe ser por medio de energía fotovoltaica, debido a que este tipo de alimentación eléctrica es la más apropiada para los sistemas de riego y sistemas de uso agrícola, resaltando que este tipo energía es renovable o más comúnmente conocida con energía limpia que ayudaría favorablemente al medio ambiente.

El caudal que alimenta a la comunidad es de 13 l/min, limitando considerablemente las opciones para la selección de la bomba. Debido al bajo caudal de entrada, se propone la creación de dos reservorios donde se pueda acumular el agua y así bombearla con mucha más facilidad (un reservorio inicial y un final). Mediante el uso de catálogos y con el cálculo de bombas, se seleccionó la electrobomba sumergible de la marca Pedrollo **4SRTG/30**, la misma que cumple con las especificaciones y requerimientos que la comunidad necesita, capaz de bombear hasta 425m como altura manométrica con un motor eléctrico monofásico de 220 V-60Hz. La electrobomba será alimentada con 8 paneles solares conectadas en serie de 270 Wp /30VDC policristalino de 60 células, obteniendo de esta forma, alcanzar con los requerimientos técnicos.

Para la articulación del proyecto, los beneficiarios deberán respetar ciertas normativas legales, las mismas que pueden tomar como guía para la búsqueda de posibles patrocinadores como se muestra en la numeración 3.12.2. Conjuntamente con su respectivo estudio ambiental, describiendo normativas referenciadas por el código orgánico del ambiental, instructivos para la gestión de residuos sólidos, equipos y señalización de seguridad, categorizando cada uno de los parámetros como necesarios para la ejecución del proyecto.

Finalmente se realiza un estudio financiero el cual determinara el costo total del proyecto, calculando la construcción de los dos reservorios de agua, mano de obra, adquisición de equipos y accesorios requeridos, dando como costo final la cantidad de **\$26,133.99 dólares**.

Concluyendo que el estudio es factible no solo por el costo económico sino también, porque es ejecutable bajo las condiciones de trabajo, donde posteriormente el resultado final de la ejecución del proyecto dependerá exclusivamente bajo el criterio y decisión de la comunidad.

Conclusiones

La electrobomba seleccionada para el estudio del proyecto es la **4SR7G de la marca Pedrollo**, este tipo de electrobomba sumergible es la que más se acerca a los requerimientos que la comunidad necesita, debido a que otros tipos de electrobombas no se adaptan a las condiciones ya sea por el bajo caudal de agua entregado o por la altura que se requiere bombear.

La red más factible para alimentar a la electrobomba es la monofásica, porque es mucho más barato y conveniente distribuir corriente monofásica que alimenta a la electrobomba con 220 V que una trifásica con 380 V, de esta forma ya no es necesario el uso de generadores o transformadores de corriente salvo el caso de que sea necesario.

El levantamiento de la información por medio de encuestas se realizó a 40 beneficiarios de 75 habitantes de la comunidad, debido a que existen propietarios que solo residen en su localidad, pero no se dedican a realizar ninguna actividad agropecuaria.

El estudio técnico se realizó en base a datos actuales; los catálogos de los equipos y accesorios son de empresas no necesariamente ecuatorianas pero que si distribuyen la mercadería por medio de almacenes o por paginas oficiales de cada empresa.

La cotización de los materiales de construcción y adquisición de los equipos para la ejecución del estudio financiero son con costos reales de acuerdo al mercado actual.

La comunidad Airón Cruz deberá buscar financiamiento en las instituciones recomendadas en el estudio legal, adjuntando un seguimiento y normativa a cumplir para el uso responsable y equitativo del agua.

Referencias

1. Abella, m. & chenlo, f., 2005. Sistemas de Bombeo Fotovoltaico. In : *Ing. Mecanico* [en ligne]. 2005. pp. 60. Disponible à l'adresse : file:///C:/Users/Djota/Downloads/componente45332.pdf.
2. Agencia De Regulación Y Control Del Agua, 2018. REGULACIÓN-Nro.-DIR-ARCA-RG-009-2018. In : *Registro Oficial*. 2018. pp. 1-22.

3. Alcocer Allaica, Jorge Rolando, 2010. *Elaboración del Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional para la EERSA--Central de Generación Hidráulica Alao*. S.l. : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
4. Baca Urbina Gabriel, 2013. *Evaluación de Proyectos*. S.l. : s.n.
5. Cables, Ance, 2019. *Cables para alimentación de bombas sumergibles 1 000 V ~* [en ligne]. 2019. S.l. : s.n. Disponible à l'adresse : www.argoselectrica.com.
6. Castro, Fernando Guzmán, 2002. El estudio financiero y la evaluación de proyectos en ingeniería. In : *Ingeniería e Investigación*. 2002. n° 50, pp. 19-29.
7. Celec, E.P, 2016. Instructivo para la gestión de residuos sólidos. In : . 2016.
8. Diéz, Pedro Fernández, 2007. *Bombas centrífugas y volumétricas*. S.l. : s.n.
9. Dulhoste, Jean-Francois, 2012. *Compilado de Tablas* [en ligne]. S.l. : s.n. ISBN 0071593136. Disponible à l'adresse : <http://ingenieria.uncuyo.edu.ar/catedras/tablas-mdf20122.pdf>.
10. Edmundo, Vargas, 2000. Bombas. In : . 2000.
11. Escobar, E & Quiñónez, J & Guerrero, B, 2020. Uso del programa MATLAB/SIMULINK en la descripción de motores eléctricos de corriente alterna. Análisis documental. In : *Dominio de las Ciencias*. 2020. Vol. 6, n° 5, pp. 348-360.
12. Espejo Marín, Cayetano, 2004. La energía solar fotovoltaica en España. In : *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje*. 2004. n° 13, pp. 5-32.
13. Fernandez, Francisco J, 2017. *Estudio de mercado*. S.l. : Lulu. com.
14. Flórez, Juan Antonio, 2015. *Proyectos de inversión para las PYME*. S.l. : Ecoe ediciones.
15. Hernández, Sixto Domínguez Et Coitt, Tesorero, 2006. LA ENERGÍA SOLAR. In : . 2006. pp. 58-64.
16. Lara, Alba Et A, Others, 2006. Diseño para la implementación de un plan de Seguridad e Higiene en la utilización de equipo e instalaciones de riego agrícola para la Unidad de Servicios Agrícolas de Zamorano. In : . 2006.
17. Mariano, Berardi Et Florencia, Adler, 2013. Energía solar fotovoltaica. In : [en ligne]. 2013. pp. 1-27. Disponible à l'adresse : <http://quenergia.com/soluciones-energeticas/paneles-solares-fotovoltaicos/>.

18. Marulanda, Jorge, 2018. *Materiales de construcción* [en línea]. S.l. : El Cid Editor. ISBN 9781512949988. Disponible à l'adresse : <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/36726>.
19. Ministerio Del Ambiente, Mae, 2018. Código Organico Del Ambiente. In : *Registro Oficial Suplemento 983* [en línea]. 2018. pp. 1-92. Disponible à l'adresse : <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf>.
20. Mott, Robert, 2010. Valores de Diseño de la rugosidad de tubos (Mecánica de Fluidos). In : [en línea]. 2010. n° m, pp. 3. Disponible à l'adresse : <https://ftransp.files.wordpress.com/2013/05/apendice-1-flujo-incompresible.pdf>.
21. Muñoz, Marieta, 2017. Estudio de pre-factibilidad de proyectos sociales y productivos. In : *Caribeña de Ciencias Sociales*. 2017. Vol. 16.
22. Muñoz, Mirian Reina Et Tlecuitl, Saúl, 2013. Ingeniería en biotecnología ingeniería de proyectos. In : . 2013.
23. Nieto, Carlos, Rafael, Lopez Et Oscar, Galvis, 2005. *Desmontaje de lementos de maquinas I*. Bogota : s.n.
24. Nogales, Ángel Fernández, 2004. *Investigación y técnicas de mercado*. S.l. : Esic Editorial.
25. PLASTIGAMA, 2009. Tuberías y Accesorios. In : . 2009. n° 2, pp. 28.
26. Plastigama, Wavin, 2019. *Catalogo Linea Dorada Plastigama tuberias y accesorios* [en línea]. 2019. Quito: Av. Siena N 2-14 y Miguel Angel : s.n. Disponible à l'adresse : www.plastigamawavin.com.
27. PROMESA, 2020. Catalogo de herramienstas profesionales. In : [en línea]. 2020. Disponible à l'adresse : pedidos@promesa.com.ec.
28. Reina, Guillermo, 2012. Manual para el diseño de una red de climatización. In : [en línea]. 2012. n° 1, pp. 27. Disponible à l'adresse : <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5091/fichero/5+-+PÉRDIDAS+DE+CARGA+EN+REDES+HIDRÁULICAS.pdf>.
29. Rico, V, 2005. Estudio de mercado. In : *Recuperado el*. 2005. Vol. 6.
30. SÁNCHEZ, Maria Jose, 2009. Elaboración de un proyecto técnico escolar en tecnología. In : . 2009.

31. Sosa, Byron Et Larrea, Diego, 2014. El riego , planificación y tecnificación Contenido. In : [en ligne]. 2014. pp. 1-108. Disponible à l'adresse : <http://www.camaren.org/documents/archivo2.pdf>.
32. Zapatta, Alex Et Pierre, Gasselin, 2015. Riego en el Ecuador. In : . 2015. pp. 1-68.

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).