



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN GESTION DE LA CONSTRUCCIÓN**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN GESTION DE LA CONSTRUCCIÓN**

TEMA

**EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN AUTOSUSTENTABLE DE SISTEMAS DE
AA.PP. PARA LA ZONA RURAL DE BABAHOYO**

AUTOR/A:

DARIO FABIAN IZURIETA ALVAREZ

Código ORCID: 0009-0008-4903-6449

TUTOR/A:

Msc. MARIO ARTURO MÁRQUEZ GALLEGOS

Código ORCID 009-0002-2559-9083

GUAYAQUIL-ECUADOR

2025

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN AUTOSUSTENTABLE DE SISTEMAS DE AA.PP. PARA LA ZONA RURAL DE BABAHOYO

AUTOR: Darío Fabian Izurieta
Álvarez

TUTOR: Msc. Mario Márquez Gallegos

INSTITUCIÓN:
Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:
Magister en Ingeniería Civil con mención en
Gestión de la Construcción

POSGRADO: Maestría en Ingeniería
Civil con mención en Gestión de la
Construcción

CARRERA:
Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN: 2025

N. DE PAGS: 85.

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción

PALABRAS CLAVE: Abastecimiento de agua, Zona rural, Desarrollo sostenible, Evaluación de proyectos, Agua Potable

El aprovisionamiento de líquido vital es una constante necesidad para los habitantes de cualquier lugar, el hecho de que determinada población logre abastecerse de agua de una fuente constante y segura influye no solo en sus actividades diarias o comerciales, sino que principalmente tiene impacto positivo en la salubridad; permitiendo a toda una población mantener un mejor nivel de vida.

En la zona rural de Babahoyo, carecen de una buena operación de los sistemas de agua potable, lo que conlleva a la debacle de estos y no les permite ser autosustentables operativa ni económicamente,

Esta tesis aborda la problemática de la sostenibilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable (AA.PP.) en la zona rural de Babahoyo, Ecuador. El estudio se centra en la evaluación de la operación autosustentable de estos sistemas, considerando factores como la eficiencia operativa, el manejo de recursos, la participación comunitaria y la viabilidad económica a largo plazo.

El trabajo incluye un análisis exhaustivo de las condiciones actuales de los sistemas de AA.PP. en diversas comunidades rurales, identificando las principales limitaciones y desafíos que enfrentan para mantener una operación continua y eficiente. Además, se evalúan modelos de gestión que promuevan la autosuficiencia, incluyendo la implementación de tecnologías apropiadas, estrategias de financiamiento, y mecanismos de capacitación y organización comunitaria.

Los resultados obtenidos subrayan la importancia de un enfoque integral que combine aspectos técnicos, sociales y económicos para asegurar la sostenibilidad de los sistemas de agua potable en áreas rurales. La tesis concluye con recomendaciones específicas para mejorar la operación autosustentable de estos sistemas en Babahoyo, proponiendo un marco de acción adaptable a otras regiones con características similares.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:

☒

☐ NO

CONTACTO CON AUTOR/ES: Darío Fabian Izurieta Álvarez	Teléfono: 0992457865	E-mail: dizurietaa@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Msc. Norma Hinojosa Directora del Dpto. de Posgrado Teléfono: (04) 2596500, Ext:170 nhinojosag@ulvr.edu.ec	

INFORME ANTIPLAGIO

IZURIETA ALVAREZ DARIO FABIAN - TRABAJO DE TITULACIÓN.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %

ÍNDICE DE SIMILITUD

6 %

FUENTES DE INTERNET

6 %

PUBLICACIONES

3 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRINCIPALES

1	repositorio.uta.edu.ec	1 %
2	repositoriocdim.esap.edu.co	1 %
3	dl.dropboxusercontent.com	1 %
4	repository.unimilitar.edu.co	1 %
5	repositorio.utea.edu.pe	1 %
6	Gilver Odilon Mendel Kombo Mpindou. "Aportación a la implantación del análisis de riesgo en los sistemas de distribución del agua: caso del Cryptosporidium para distintos niveles de desarrollo tecnológico en la potabilizadora", Universitat Politècnica de Valencia, 2023	1 %
7	www.aguaconsult.co.uk	1 %
8	repositorio.unap.edu.pe	1 %
9	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral	1 %

Excluir citas

Excluir bibliografía

Agrupar

Agrupar

Excluir coincidencias = 1%

Mario Marquez Gallegos

MGTR. MARIO MARQUEZ GALLEGOS

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo a mi Padre Espiritual el Señor Jesús, por brindarme su protección y ser siempre ese guía en mi andar diario, fortaleza y compañía para poder alcanzar mis objetivos.

A mis padres, Andrés Izurieta Cabezas y Georgina Alvarez Olvera, por ser ese ejemplo de amor, sacrificio y perseverancia, siempre diré que son inigualables y bendecidos por tenerse el uno al otro.

A mi esposa Jahaira Arboleda Alcívar y mis hijos Dario Jafet, Lucas André y Derly Farid, por ser lo mas importante en mi vida, quienes me motivan a crecer día a día por verlos siempre felices, son la bendición más hermosa que me ha brindado nuestro Señor Jesús, gracias por otorgarme ese apoyo y su compañía en todo este bonito proceso que lleva nuestra familia.

Existen muchas personas a las que me gustaría nombrar y dedicar este logro académico, a todos, gracias por estar presentes de una u otra manera y contribuir con este objetivo.

Y por supuesto dedico este logro a Mi mismo por nunca desmayar y por siempre tener presente en mi corazón y mi mente, que mientras más difícil es el reto, siempre será más grande la satisfacción de haberlo realizado.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco al Señor Jesús por brindarme la fortaleza mental y física para poder culminar esta maravillosa etapa de crecimiento en conocimientos profesionales y humanos.

Galardono a mis padres Andrés Izurieta Cabezas y Georgina Alvarez Olvera por estar siempre presente con su apoyo incondicional en todo momento, infundiendo en mi persona valores esenciales en mi formación, siendo siempre el mejor ejemplo en toda mi vida.

A mi amada Esposa la Ing. Jahaira Arboleda Alcívar, por acompañarme, apoyarme y tener ese don tan anhelado como es la paciencia en todo este hermoso periodo de aprendizaje que mantuve, siendo mi fortaleza en mis momentos de debilidad, motivándome a ser mejor esposo y persona con cada día que paso a su lado.

Agradezco a mis hijos Dario Jafet, Lucas André y Derly Farid, por ser ese impulso y motivación para mí cada día de mi vida y así poder alcanzar este logro tan importante en mi carrera profesional.

Agradezco a mis hermanos Jessica y Eloy, por siempre haberme cuidado con sus consejos y anécdotas que me han servido en mi formación, siendo mis segundos padres y ejemplo para seguir.

Agradezco a mi mejor amigo el Ing. Luis Alcívar Cadena por estar siempre compartiendo conmigo vivencias tanto en aulas y profesionalmente, generando siempre entre ambos esa sana competencia por aprender más cada día.

Mi agradecimiento a todas las Juntas Administradoras de los Sistemas de Agua Potable de la zona rural del cantón Babahoyo, en quienes estuvo enfocado este

trabajo, brindando toda la información que estuvo a su alcance entregar y que fue requerida por mi persona.

Gracias a mi Tutor el Mg. Ing. Civil Mario Márquez Gallegos, por su tiempo, paciencia y calidad profesional en la dirección de este trabajo de titulación.

Agradezco de forma excepcional a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, por acogerme en sus aulas y haber puesto en sus cátedras a excelentes docentes que brindaron a todos los maestrantes sus mejores conocimientos científicos y experiencia.

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil 14 de febrero del 2024

Yo, **Dario Fabian Izurieta Alvarez**, declaro bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN AUTOSUSTENTABLE DE SISTEMAS DE AA.PP. PARA LA ZONA RURAL DE BABAHOYO**, donde totalmente al suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la **UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil**, según lo establece la normativa vigente.

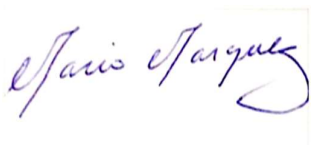
Ing. Dario Fabian Izurieta Alvarez

C.I. 1205158585

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Guayaquil 24 de agosto del 2024

Certifico que el trabajo titulado **“EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN AUTOSUSTENTABLE DE SISTEMAS DE AA.PP. PARA LA ZONA RURAL DE BABAHOYO”** ha sido elaborado por Darío Fabian Izurieta Alvarez **bajo** mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe al efecto.



Mg. Ing. Civil Mario Márquez Gallegos

C.C. 0911409142

ÍNDICE GENERAL

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	ii
INFORME ANTIPLAGIO	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	viii
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
Tema del trabajo de titulación	3
Planteamiento del problema	3
Problemática:	4
Formulación del problema.....	5
Objetivos	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos	6
Justificación del Trabajo de Titulación	6
Delimitación.	7
Delimitación Geográfica.....	7
Delimitación Técnica.....	7
Delimitación Económica	8

Delimitación Social	8
Delimitación Ambiental.	8
Delimitación Legal y Normativa	8
Delimitación Metodológica	8
Alcance.	9
Línea institucional	10
Idea a defender.....	10
Variables.	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	11
Marco teórico.	11
Análisis del contexto de la zona rural de Babahoyo.....	11
Contexto de la zona rural de Babahoyo.....	11
Necesidades Básicas en la Zona Rural de Babahoyo	12
Deficiencias en el Suministro de Agua Potable.....	12
Implicaciones para el desarrollo local y la salud pública.....	13
La autosustentabilidad en proyectos de agua potable.....	14
Relevancia de la autosustentabilidad en zonas rurales.	14
Continuidad del Servicio	14
Reducción de Costos.....	14
Sostenibilidad Ambiental	15
Desafíos y Estrategias para la Autosustentabilidad	15
Mantenimiento y Capacitación.....	15
Participación Comunitaria.....	15
Financiamiento y Recursos	15
Definición de Autosustentabilidad	16
Definición y Enfoques de Autosustentabilidad	16
Aplicación en Sistemas de Agua Potable	17

Desafíos y Consideraciones	18
Componentes de un Sistema de Agua Potable	18
Componentes de Captación.	19
Componentes de Tratamiento.	19
Componentes de Distribución.....	20
Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable en Zonas Rurales	21
Aspectos de la Operación de Sistemas de Agua Potable en Zonas Rurales.....	21
Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable en Zonas Rurales	22
Desafíos y estrategias para la operación y mantenimiento.....	23
Evaluación de la operación autosustentable de sistemas de agua potable para zonas rurales.	24
Criterios de Evaluación de la Autosustentabilidad	24
Métodos de Evaluación.....	25
Marco conceptual.....	26
Marco Legal.	29
CAPITULO 3: METODOLOGIA.....	33
Enfoque de la Investigación	33
Alcance.	33
Tipo de Investigación	33
Técnica e instrumentos para obtener los datos.	33
Población.	33
Muestra.	34
Presentación y análisis de resultados	35
CAPITULO 4: INFORME TECNICO.....	46
Introducción	46
Objetivos de informe	48
Objetivo general.....	48

Objetivo Específicos.	48
Deficiencias en la infraestructura de los sistemas de agua potable.....	48
Contaminación de Fuentes Hídricas	48
Limitada Capacidad Financiera y Técnica	49
Análisis de la Operación Actual de los Sistemas de Agua Potable.....	50
Diagnóstico de la Infraestructura	50
Evaluación Financiera	51
Costos de Operación y Mantenimiento (O&M)	51
Ingresos Generados por el Sistema	52
Subsidios y Apoyos Financieros	52
Inversión en Infraestructura	53
Financiamiento a Largo Plazo	53
Tasa de Recuperación de Costos.....	53
Evaluación del Riesgo Financiero.....	54
Proyección Financiera.	54
Relación Costo-Beneficio	54
Fortalecimiento de la participación comunitaria	56
Capacitación y empoderamiento de la comunidad.	56
Participación en la toma de decisiones.....	56
Programas de socialización y educación comunitaria.	56
Gestión integrada de recursos hídricos.	56
Protección de fuentes hídricas.....	56
Optimización del uso del agua.....	57
Planificación de contingencias.....	57
Innovación y uso de tecnologías sostenibles.....	57
Energía renovable.	57
Monitoreo del consumo.	58

Estrategias para la operación autosustentable de los sistemas de agua potable (AA.PP.) en la zona rural de Babahoyo	58
Optimización de la infraestructura y mantenimiento	58
Mantenimiento preventivo y correctivo	58
Actualización y modernización de la infraestructura.....	58
Sistemas de monitoreo y control.....	59
Gestión financiera sostenible.....	59
Estructura tarifaria justa y sostenible.....	59
Mecanismos de cobro eficientes.....	59
Diversificación de fuentes de financiamiento.....	60
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES	63
Referencias Bibliográficas.....	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Frecuencia de fallos del sistema de AA.PP.	36
Gráfico 2	Estrategia de mantenimiento del sistema de agua potable	37
Gráfico 3	Nivel de satisfacción de calidad del agua suministrada.....	38
Gráfico 4	Continuidad del servicio de agua potable	39
Gráfico 5	Tecnologías utilizadas en el sistema de agua potable.....	40
Gráfico 6	Adaptabilidad social.....	41
Gráfico 7	Accesibilidad de materiales y recursos	42
Gráfico 8	Nivel de formación de personal encargado de sistemas	43
Gráfico 9	Participación comunitaria.....	44
Gráfico 10	Monitoreo de costos operativos	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Frecuencia de fallos del sistema de AA.PP.	35
Tabla 2	Estrategia de mantenimiento de agua potable.....	36
Tabla 3	Nivel de satisfacción de calidad de agua suministrada.....	37
Tabla 4	Continuidad del servicio de agua potable	38
Tabla 5	Tecnologías utilizadas en los sistemas de agua potable	39
Tabla 6	Adaptabilidad social	40
Tabla 7	Accesibilidad de materiales y recursos	41
Tabla 8	Nivel de formación de personal encargado de sistemas.....	42
Tabla 9	Participación comunitaria.....	43
Tabla 10	Monitoreo de costos operativos	44
Tabla 11	Diagnóstico de infraestructura por comunidad.....	51
Tabla 12	Costos generales de operación y mantenimiento	55
Tabla 13	Ingresos y financiamiento	55

RESUMEN

El aprovisionamiento de líquido vital es una constante necesidad para los habitantes de cualquier lugar, el hecho de que determinada población logre abastecerse de agua de una fuente constante y segura influye no solo en sus actividades diarias o comerciales, sino que principalmente tiene impacto positivo en la salubridad; permitiendo a toda una población mantener un mejor nivel de vida.

En la zona rural de Babahoyo, carecen de una buena operación de los sistemas de agua potable, lo que conlleva a la debacle de los mismos y no les permite ser autosustentables operativa ni económicamente.

Esta tesis aborda la problemática de la sostenibilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable (AA.PP.) en la zona rural de Babahoyo, Ecuador. El estudio se centra en la evaluación de la operación autosustentable de estos sistemas, considerando factores como la eficiencia operativa, el manejo de recursos, la participación comunitaria y la viabilidad económica a largo plazo.

El trabajo incluye un análisis exhaustivo de las condiciones actuales de los sistemas de AA.PP. en diversas comunidades rurales, identificando las principales limitaciones y desafíos que enfrentan para mantener una operación continua y eficiente. Además, se evalúan modelos de gestión que promuevan la autosuficiencia, incluyendo la implementación de tecnologías apropiadas, estrategias de financiamiento, y mecanismos de capacitación y organización comunitaria.

Los resultados obtenidos subrayan la importancia de un enfoque integral que combine aspectos técnicos, sociales y económicos para asegurar la sostenibilidad de los sistemas de agua potable en áreas rurales. La tesis concluye con recomendaciones específicas para mejorar la operación autosustentable de estos sistemas en Babahoyo, proponiendo un marco de acción adaptable a otras regiones con características similares.

Palabras claves: Abastecimiento de agua, Zona rural, Desarrollo sostenible, Evaluación de proyectos, Agua.potable

ABSTRACT

The supply of vital liquid is a constant need for the inhabitants of any place, the fact that a certain population manages to supply water from a constant and safe source influences not only their daily or commercial activities, but mainly has a positive impact on health; allowing an entire population to maintain a better standard of living.

In the rural area of Babahoyo, they lack a good operation of drinking water systems, which leads to their debacle and does not allow them to be operationally or economically self-sustainable.

This thesis addresses the problem of sustainability in drinking water supply systems (PPA) in the rural area of Babahoyo, Ecuador. The study focuses on the evaluation of the self-sustainable operation of these systems, considering factors such as operational efficiency, resource management, community participation and long-term economic viability.

The work includes a comprehensive analysis of the current conditions of public administration systems in various rural communities, identifying the main constraints and challenges they face in maintaining a continuous and efficient operation. In addition, management models that promote self-sufficiency are evaluated, including the implementation of appropriate technologies, financing strategies, and mechanisms for training and community organization.

The results obtained underscore the importance of a comprehensive approach that combines technical, social and economic aspects to ensure the sustainability of drinking water systems in rural areas. The thesis concludes with specific recommendations to improve the self-sustainable operation of these systems in Babahoyo, proposing a framework of action adaptable to other regions with similar characteristics.

Keywords: Water supply, Rural area, Sustainable development, Project evaluation, Drinking water

INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable es un derecho humano fundamental y un elemento esencial para la salud pública y el desarrollo socioeconómico de las comunidades. En la zona rural de Babahoyo, Ecuador, los sistemas de abastecimiento de agua potable (AA.PP.) juegan un papel crucial en la vida diaria de sus habitantes, quienes dependen de estos sistemas para satisfacer sus necesidades básicas. Sin embargo, la operación de estos sistemas enfrenta desafíos significativos, como la falta de mantenimiento adecuado, la limitada disponibilidad de recursos financieros y humanos, y la ausencia de un manejo eficiente y sostenible.

La sostenibilidad de los sistemas de AA.PP. en zonas rurales es un tema de gran relevancia, dado que muchos de estos sistemas no logran mantener una operación continua y eficiente a lo largo del tiempo. Esto no solo pone en riesgo la calidad del servicio, sino que también afecta directamente la salud y el bienestar de las comunidades. La operación autosustentable de estos sistemas implica no solo la capacidad de cubrir los costos operativos y de mantenimiento, sino también la participación activa de la comunidad en su gestión y la adopción de prácticas que aseguren su viabilidad a largo plazo.

Este estudio se enfoca en evaluar la operación autosustentable de los sistemas de AA.PP. en la zona rural de Babahoyo, analizando las condiciones actuales y proponiendo estrategias que promuevan la sostenibilidad. La investigación se estructura en torno a la identificación de los principales factores que influyen en la sostenibilidad operativa, incluyendo aspectos técnicos, sociales y económicos, y busca formular recomendaciones que puedan ser implementadas para mejorar la eficiencia y la autosuficiencia de estos sistemas.

En la presente tesis, se desarrollará un marco teórico basado en la literatura existente sobre la sostenibilidad de sistemas de AA.PP., seguido de un análisis empírico que involucrará estudios de caso en comunidades seleccionadas. Los hallazgos de esta investigación contribuirán al diseño de políticas y estrategias que fortalezcan la operación autosustentable de los sistemas de agua potable en áreas rurales, no solo en Babahoyo, sino también en otras regiones con desafíos similares.

El presente proyecto de investigación se estructuró de la siguiente forma:

Capítulo I, contiene el planteamiento del problema, formulación del problema, sistematización del problema, objetivos de la investigación, justificación, ideas a defender y definición de variables.

Capítulo II, desarrolla el marco teórico y el marco legal de la investigación.

Capítulo III, plantea el marco metodológico de la investigación, tipo, enfoque, técnica de la investigación, presentación y análisis de resultados.

Capítulo IV, se establece la metodología para el desarrollo de la evaluación del mantenimiento vial.

CAPÍTULO I: MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

Tema del trabajo de titulación

“Evaluación de la Operación Autosustentable de Sistemas de AA.PP. para la zona rural de Babahoyo”:

Planteamiento del problema

En la zona rural de Babahoyo, la provisión de agua potable se enfrenta a múltiples desafíos que comprometen su sostenibilidad y eficiencia a largo plazo. Los sistemas de abastecimiento de agua potable (AA.PP.) en estas áreas son esenciales para garantizar la salud y el bienestar de la población, sin embargo, se encuentran en una situación crítica debido a la falta de recursos económicos, técnicos y humanos adecuados para su operación y mantenimiento.

Uno de los principales problemas que enfrentan estos sistemas es la incapacidad de operar de manera autosustentable. Muchos sistemas de AA.PP. dependen de subsidios externos y carecen de un modelo de gestión eficiente que permita cubrir los costos operativos, realizar el mantenimiento preventivo y correctivo necesario, y asegurar la continuidad del servicio. La falta de capacidad para generar ingresos suficientes y la dependencia de recursos externos hacen que estos sistemas sean vulnerables a fallas operativas y a la degradación de la infraestructura.

Además, la participación comunitaria en la gestión de estos sistemas es limitada, lo que reduce la posibilidad de que las comunidades se apropien de los sistemas y contribuyan activamente a su sostenibilidad. Sin un enfoque participativo y un adecuado marco de gobernanza, es difícil implementar soluciones que sean viables a largo plazo y que respondan a las necesidades específicas de las comunidades rurales.

El problema central que esta tesis busca abordar es la evaluación de la operación autosustentable de los sistemas de AA.PP. en la zona rural de Babahoyo. Se plantea la necesidad de identificar las causas que limitan la sostenibilidad de estos sistemas, evaluar su viabilidad económica, social y técnica, y proponer soluciones que permitan mejorar su gestión y operación. Este estudio busca responder a la pregunta

de cómo se puede lograr una operación autosustentable de los sistemas de AA.PP. en estas áreas, considerando las realidades locales y los desafíos específicos que enfrentan las comunidades rurales.

La importancia de abordar este problema radica en la necesidad de garantizar un suministro continuo y seguro de agua potable en la zona rural de Babahoyo, mejorando así la calidad de vida de sus habitantes y contribuyendo al desarrollo sostenible de la región. A través de este trabajo, se espera aportar a la creación de modelos de gestión más eficientes y autosuficientes que puedan ser replicados en otras áreas rurales con características similares.

Este planteamiento del problema define los desafíos clave que la tesis busca abordar. Si necesitas realizar ajustes o añadir más detalles específicos, estaré disponible para ayudarte.

Problemática:

En la zona rural de Babahoyo, la provisión de agua potable enfrenta serios desafíos que comprometen su sostenibilidad y ponen en riesgo la salud y bienestar de sus habitantes. A pesar de los esfuerzos realizados por instituciones y comunidades, muchos sistemas de abastecimiento de agua potable (AA.PP.) no operan de manera autosustentable, lo que resulta en problemas recurrentes de acceso, calidad y continuidad del servicio.

La principal problemática radica en que estos sistemas no cuentan con un modelo de gestión adecuado que permita su sostenibilidad a largo plazo. Existen varias limitaciones que afectan su operación, entre las cuales destacan:

Falta de Financiamiento Sostenible: Muchos sistemas de AA.PP. en la zona rural de Babahoyo dependen de subsidios y financiamiento externo que no siempre es regular ni suficiente. La falta de recursos propios impide el mantenimiento preventivo y correctivo necesario, lo que a su vez provoca deterioro de la infraestructura y una disminución en la calidad del servicio.

Infraestructura Deteriorada: La infraestructura de los sistemas de AA.PP. en estas áreas suele ser antigua y carece de mantenimiento adecuado. Esto aumenta la

vulnerabilidad a fallas y reduce la capacidad del sistema para operar de manera eficiente, lo que genera interrupciones en el suministro de agua.

Baja Participación Comunitaria: La gestión de los sistemas de agua potable frecuentemente excluye a la comunidad o no fomenta una participación activa y efectiva. Esto limita la apropiación del sistema por parte de los usuarios, quienes no se sienten responsables de su mantenimiento y operación.

Capacidades Técnicas Insuficientes: Las comunidades rurales a menudo carecen de personal capacitado para operar y mantener los sistemas de AA.PP. de manera eficiente. La falta de conocimiento técnico adecuado limita la capacidad para resolver problemas operativos y prolonga los tiempos de inactividad.

Gestión Deficiente: La ausencia de un marco de gestión integral y de políticas locales que apoyen la sostenibilidad de los sistemas de AA.PP. dificulta la implementación de estrategias efectivas para su operación. La falta de planificación y coordinación entre las entidades involucradas contribuye a la ineficiencia del sistema.

Esta problemática refleja la necesidad de implementar un modelo de operación autosustentable que pueda superar estas limitaciones. La presente tesis se enfoca en evaluar los sistemas de AA.PP. en la zona rural de Babahoyo para identificar las barreras existentes, analizar su impacto en la sostenibilidad y proponer estrategias que permitan mejorar su operación. El objetivo final es contribuir al desarrollo de sistemas de abastecimiento de agua potable que sean capaces de operar de manera autosuficiente, garantizando un servicio continuo y de calidad para las comunidades rurales de Babahoyo

Formulación del problema.

¿La evaluación de un sistema autosustentable de AAPP mejorará las condiciones de vida de la zona rural de Babahoyo?

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la viabilidad técnica, social de la operación autosustentable de los

sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo

Objetivos Específicos

- Analizar las características técnicas de los sistemas de agua potable existentes en la zona rural de Babahoyo para identificar fortalezas, debilidades y áreas de mejora.
- Evaluar la viabilidad económica de los sistemas de agua potable considerando los costos de operación, mantenimiento y las posibles fuentes de financiamiento para garantizar su autosustentabilidad.
- Presentar informe técnico del sistema

Justificación del Trabajo de Titulación

El aprovisionamiento de líquido vital es una constante necesidad para los habitantes de cualquier lugar, el hecho de que determinada población logre abastecerse de agua de una fuente constante y segura influye no solo en sus actividades diarias o comerciales, sino que principalmente tiene impacto positivo en la salubridad; permitiendo a toda una población mantener un mejor nivel de vida.

En la zona rural de Babahoyo, carecen de una buena operación de los sistemas de agua potable, lo que conlleva a la debacle de los mismos y no les permite ser autosustentables operativa ni económicamente, siendo destacable lo siguiente:

En muchas ocasiones no se presta la atención necesaria a la operación y mantenimiento, o es delegada a una sola persona la operación del sistema como su exclusiva responsabilidad, desligando al resto de la organización de estas tareas. Eso redundaría en una disminución de la vida útil de las infraestructuras, es una fuente permanente de conflictividad, significa un mayor gasto para la organización y no permite prestar un servicio eficiente a los usuarios/as (CARE-AVINA, 2012).

Según Sustainable Sanitation Alliance, (2008): El principal objetivo de un sistema de abastecimiento de agua que es proveer de agua de un modo adecuado, confiable y económicamente viable, libre de cualquier riesgo para la salud y sin comprometer el acceso al recurso y su disponibilidad para las generaciones

venideras; en si es lo que se busca con la evaluación a efectuar a los sistemas de agua potable de la zona rural de Babahoyo.

La operación y mantenimiento son acciones fundamentales para el funcionamiento y durabilidad de los sistemas de agua, su adecuada planificación y ejecución, así como una activa participación y vinculación de la organización comunitaria es un paso firme hacia el empoderamiento y sostenibilidad tanto de la organización como de la infraestructura. (Manual de Operación y mantenimiento Care-Avina, 2012)

El contenido de esta evaluación estará presentado de tal manera que nos permita conocer lo importante de la gestión operativa de los sistemas de agua, y comprender la categoría de estas acciones para obtener una autosustentabilidad de los mismos

Delimitación.

La delimitación es crucial para definir el alcance y los límites de la investigación.

Delimitación Geográfica.

Área de Estudio: La investigación se centrará en la zona rural del cantón de Babahoyo, especificando las parroquias o comunidades cercanas para el análisis. Nos basaremos en criterios como densidad poblacional, acceso al agua, o características socioeconómicas.

Delimitación Temporal: Período de Evaluación: El estudio analizará los sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo durante el período actual, con un enfoque en los últimos 3 a 5 años. También se puede considerar la evaluación de proyecciones a corto y mediano plazo.

Delimitación Técnica.

Tipos de Sistemas Analizados: La investigación se enfocará en los sistemas de agua potable que operan en la zona rural de Babahoyo, abarcando diferentes tipos de tecnologías y métodos de tratamiento y distribución. Podremos delimitar a sistemas de pequeña a mediana escala, típicos en áreas rurales.

Aspectos Técnicos Evaluados: Se analizarán aspectos como la eficiencia operativa, el mantenimiento, la calidad del agua, y la capacidad técnica de los operadores.

Delimitación Económica

Costos y Financiación: La evaluación se centrará en los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, así como en las fuentes de financiamiento utilizadas. Se tomarán aspectos como costos directos e indirectos y la sostenibilidad financiera a largo plazo.

Delimitación Social

Aspectos Sociales: La investigación examinará la aceptación comunitaria y la participación en la gestión de los sistemas de agua potable. Puedes enfocarte en la percepción de los beneficiarios, la implicación comunitaria en la operación y mantenimiento, y el impacto en la calidad de vida.

Delimitación Ambiental.

Impacto Ambiental: El estudio evaluará los impactos ambientales de los sistemas de agua potable en la zona, considerando el uso de recursos naturales y los efectos en el entorno.

Delimitación Legal y Normativa

Regulación Aplicable: La investigación revisará el marco legal y normativo relevante para los sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo, incluyendo leyes y regulaciones locales y nacionales.

Delimitación Metodológica

Métodos de evaluación: Se utilizarán método como encuestas, entrevistas, análisis de datos secundarios y estudios de caso. Se establecerán las técnicas de recolección y análisis de datos que sean más adecuadas para el contexto y los objetivos de la investigación.

Alcance.

Para delimitar el alcance de este trabajo investigativo sobre la "Evaluación de la operación autosustentable de sistemas de AA.PP. para la zona rural de Babahoyo", se consideran los siguientes puntos:

Geográfico: La zona rural de Babahoyo, identificando comunidades específicas o áreas cercanas al casco urbano del cantón donde se implementarán los estudios.

Temporal: Definir un período de tiempo específico para el análisis, como el estado actual versus un horizonte de 5 a 10 años.

Técnico: Evaluar tanto los aspectos técnicos de los sistemas de agua potable existentes como las nuevas tecnologías o mejoras que podrían implementarse para la autosustentabilidad.

Económico: Análisis de la viabilidad financiera de los sistemas, considerando costos de operación, mantenimiento, y posibles fuentes de financiamiento.

Social: Impacto social y la aceptación de las comunidades locales en relación con los sistemas de agua potable autosustentables.

Ambiental: Evaluación de los impactos ambientales que los sistemas actuales y propuestos podrían generar, así como las medidas de mitigación necesarias.

Legal y Normativo: Revisión del marco legal y regulatorio aplicable en Ecuador para sistemas de agua potable en zonas rurales.

Métodos de Evaluación: Definir claramente las metodologías que se utilizarán para evaluar la autosustentabilidad, como: análisis de indicadores, entrevistas, encuestas, o estudios de caso. Este alcance nos permitirá estructurar la investigación de manera clara y enfocada, asegurando que se cubran todos los aspectos relevantes para el éxito del proyecto.

Línea institucional

De Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción, siendo las líneas de Facultad correspondiente a Territorio y sub línea de facultad habitad y vivienda

Idea a defender

Al realizar la evaluación a los sistemas de AA.PP. para la zona rural de Babahoyo, se logrará obtener el grado de eficiencia actual que mantienen las Juntas Administradoras de estos sistemas rurales.

Variables.

Variable A: Estado del sistema de agua potable

Variable B: Auto sustentabilidad del sistema de agua potable.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

Marco teórico.

El marco teórico de nuestro trabajo de investigación que tiene por objeto la "Evaluación de la operación autosustentable de sistemas de AA.PP. para la zona rural de Babahoyo" debe abordar conceptos claves y teorías que sustenten el análisis y la evaluación de sistemas de agua potable autosustentables. A continuación, presento una estructura sugerida para desarrollar este

Análisis del contexto de la zona rural de Babahoyo

La zona rural de Babahoyo, situada en la provincia de Los Ríos, Ecuador, enfrenta desafíos significativos en términos de suministro de agua potable. Esta área, predominantemente agrícola, experimenta una serie de deficiencias en sus servicios básicos, particularmente en el acceso al agua potable. Esta investigación analiza el contexto de la zona rural de Babahoyo, identificando las necesidades básicas de la población y las deficiencias en el suministro de agua potable, así como las implicaciones para el desarrollo local y la salud pública.

Contexto de la zona rural de Babahoyo

Babahoyo es una ciudad ubicada en la zona central de la región costa de Ecuador, que se caracteriza por su entorno rural y su economía basada principalmente en la agricultura. La zona rural de Babahoyo incluye diversas comunidades que enfrentan retos relacionados con el acceso a servicios básicos. La infraestructura en estas áreas es limitada, lo que impacta directamente en la calidad de vida de los residentes.

Características Demográficas y Económicas: La población rural de Babahoyo está compuesta principalmente por pequeños agricultores y sus familias. La economía local depende en gran medida de la agricultura, lo que implica una alta demanda de recursos hídricos para riego y consumo humano (Robalino, 2018). La pobreza y la falta de infraestructura adecuada son problemas comunes, lo que agrava la situación del suministro de agua.

Infraestructura y Servicios Básicos: La infraestructura en la zona rural de Babahoyo es en muchos lugares insuficiente para satisfacer las necesidades básicas de la población. Las redes de agua potable son escasas o limitadas y, en muchos casos, inadecuadas. Esto resulta en problemas de acceso a agua potable segura y confiable, un problema que afecta tanto a la salud pública como al bienestar general de la población (García & Fernández, 2020).

Necesidades Básicas en la Zona Rural de Babahoyo

Las necesidades básicas de la población rural de Babahoyo están profundamente vinculadas al acceso al agua potable. Las principales necesidades básicas incluyen:

Acceso a Agua Potable: La necesidad más urgente es el acceso a agua limpia y segura. En muchas comunidades rurales, las fuentes de agua están contaminadas o no son adecuadas para el consumo humano. Esto se debe a la falta de infraestructura para el tratamiento y distribución del agua (Cuero, 2019).

Salud y Saneamiento: El acceso limitado a agua potable también afecta el saneamiento y la salud de los residentes. Las enfermedades relacionadas con el agua, como la diarrea y las infecciones parasitarias, son comunes en áreas con acceso insuficiente a agua potable y saneamiento (Vásquez et al., 2021).

Desarrollo Económico: La falta de acceso adecuado al agua también limita las oportunidades de desarrollo económico. La agricultura, que es la principal fuente de ingresos en la zona, depende de un suministro confiable de agua para riego. La ineficiencia en el suministro de agua puede afectar negativamente la producción agrícola y, por ende, la economía local (Robalino, 2018).

Deficiencias en el Suministro de Agua Potable

El suministro de agua potable en la zona rural de Babahoyo presenta varias deficiencias que agravan la situación:

Infraestructura Insuficiente: La infraestructura para el suministro de agua es inadecuada y a menudo obsoleta. Muchas comunidades dependen de fuentes de agua no tratadas o de sistemas de distribución rudimentarios. La falta de

mantenimiento y la carencia de inversión en infraestructura agravan estos problemas (García & Fernández, 2020).

Contaminación de Fuentes de Agua: La contaminación de las fuentes de agua es un problema significativo en la zona. Factores como el uso de pesticidas y fertilizantes en la agricultura, así como la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales, contribuyen a la contaminación (Cuero, 2019).

Acceso Limitado a Recursos y Tecnologías: La falta de recursos financieros y tecnológicos para implementar soluciones adecuadas para el suministro de agua es una barrera importante. Las comunidades rurales a menudo carecen de los recursos necesarios para construir y mantener sistemas de agua potable eficientes (Vásquez et al., 2021).

Implicaciones para el desarrollo local y la salud pública

Las deficiencias en el suministro de agua potable tienen implicaciones profundas para el desarrollo local y la salud pública:

Impacto en la Salud Pública: La falta de acceso a agua potable segura contribuye a la propagación de enfermedades transmitidas por el agua. Esto afecta la salud de la población, incrementa los costos de atención médica y disminuye la calidad de vida (Vásquez et al., 2021).

Restricciones al Desarrollo Económico: La insuficiencia en el suministro de agua también limita el potencial económico de la región. La agricultura, que es el pilar económico de la zona, se ve afectada por la falta de agua para riego, lo que puede llevar a una reducción en la productividad y los ingresos (Robalino, 2018).

Desigualdades Socioeconómicas: La falta de infraestructura adecuada para el suministro de agua potable crea desigualdades socioeconómicas en la zona. Las comunidades más vulnerables son las que más sufren las consecuencias de la deficiencia en el suministro de agua, perpetuando ciclos de pobreza y limitando las oportunidades de desarrollo (García & Fernández, 2020).

La zona rural de Babahoyo enfrenta desafíos significativos en términos de suministro de agua potable, que afectan tanto la salud pública como el desarrollo

económico. Las deficiencias en la infraestructura, la contaminación de las fuentes de agua y la falta de recursos para la implementación de soluciones adecuadas son problemas críticos que deben abordarse.

Mejorar el acceso al agua potable y fortalecer la infraestructura es esencial para garantizar la salud y el bienestar de la población rural, así como para promover el desarrollo económico y reducir las desigualdades socioeconómicas.

La autosustentabilidad en proyectos de agua potable.

La operación autosustentable de sistemas de agua potable es crucial para garantizar el acceso continuo a agua limpia y segura, especialmente en zonas rurales como Babahoyo. La autosustentabilidad se refiere a la capacidad de un sistema para mantener su funcionamiento a largo plazo sin depender de recursos externos continuos. En contextos rurales, esta autosuficiencia es particularmente importante debido a las limitaciones en recursos y la lejanía de los centros urbanos.

Relevancia de la autosustentabilidad en zonas rurales.

En zonas rurales como Babahoyo, los sistemas de agua potable enfrentan desafíos únicos que hacen que la autosustentabilidad sea esencial.

Continuidad del Servicio

La continuidad en el suministro de agua es vital para la salud pública. En áreas rurales, los sistemas de agua potable que operan de manera autosustentable pueden asegurar que las comunidades tengan acceso constante a agua potable, lo cual es fundamental para prevenir enfermedades transmitidas por el agua y mejorar la calidad de vida de los habitantes (WHO, 2019).

Reducción de Costos

Los sistemas autosustentables pueden reducir la necesidad de asistencia externa y gastos operativos elevados. La implementación de tecnologías eficientes y prácticas de mantenimiento adecuadas permite a las comunidades gestionar sus sistemas de manera más económica, lo cual es crucial en áreas donde los recursos financieros son limitados (UNICEF, 2021).

Sostenibilidad Ambiental

La autosustentabilidad también incluye la capacidad de minimizar el impacto ambiental. La gestión adecuada de los recursos hídricos y la implementación de tecnologías de tratamiento eficientes pueden reducir la contaminación y preservar los ecosistemas locales. Esto es especialmente relevante en zonas rurales, donde la degradación ambiental puede tener efectos adversos significativos (GWP, 2022).

Desafíos y Estrategias para la Autosustentabilidad

Mantenimiento y Capacitación

Uno de los principales desafíos para la autosustentabilidad es asegurar un mantenimiento efectivo del sistema. La falta de capacitación adecuada para el personal puede llevar a una operación ineficiente y a fallos frecuentes en el sistema. Es crucial invertir en formación técnica y en la implementación de prácticas de mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil del sistema (WHO, 2020).

Participación Comunitaria

La participación activa de la comunidad en la gestión del sistema de agua potable es otra clave para la autosustentabilidad. Las comunidades que están involucradas en la toma de decisiones y el mantenimiento del sistema tienen más probabilidades de asegurar su funcionamiento continuo y eficiente. Programas de sensibilización y educación sobre la importancia del mantenimiento y la conservación del agua pueden mejorar la participación y el compromiso de la comunidad (UNICEF, 2021).

Financiamiento y Recursos

El financiamiento es un aspecto crítico para la sostenibilidad de los sistemas de agua potable. Las comunidades rurales a menudo enfrentan dificultades para obtener fondos para la operación y el mantenimiento. Es importante explorar opciones de financiamiento sostenible, como asociaciones público-privadas y fondos comunitarios, para apoyar la gestión a largo plazo de los sistemas de agua (GWP, 2022).

La operación autosustentable de los sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo es de vital importancia para garantizar el acceso continuo a agua limpia y segura. Asegura la continuidad del servicio, reduce costos operativos y contribuye a la sostenibilidad ambiental. Los desafíos como el mantenimiento, la capacitación, y la participación comunitaria deben ser abordados para lograr un sistema verdaderamente autosustentable. La inversión en tecnología adecuada y en la formación de personal, junto con estrategias de participación comunitaria y opciones de financiamiento sostenible, son fundamentales para el éxito de estos sistemas en contextos rurales.

Definición de Autosustentabilidad

La autosustentabilidad ha emergido como un concepto crucial en la gestión de recursos naturales y la planificación ambiental, especialmente en contextos de desarrollo sostenible. Este concepto se refiere a la capacidad de un sistema para mantenerse por sí mismo y continuar funcionando a lo largo del tiempo sin depender excesivamente de recursos externos. La autosustentabilidad es fundamental para garantizar que los sistemas, ya sean ecológicos, económicos o tecnológicos, puedan operar de manera eficiente y continua, asegurando la viabilidad a largo plazo. Este ensayo explora la definición de autosustentabilidad, su relevancia en la gestión de sistemas de agua potable y los desafíos asociados con su implementación.

Definición y Enfoques de Autosustentabilidad

Autosustentabilidad, en términos generales, se refiere a la capacidad de un sistema para satisfacer sus propias necesidades sin agotar sus recursos o comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas (Escobar, 2015). Este concepto implica un equilibrio entre el uso de recursos y la capacidad de los sistemas naturales para regenerarse. La autosustentabilidad no solo abarca la conservación de recursos naturales, sino también la estabilidad económica y la equidad social.

Según el Informe Brundtland (1987), la sostenibilidad debe ser vista como un proceso que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Este enfoque integral se alinea con la definición de autosustentabilidad, que busca una

armonía entre los aspectos ambientales, económicos y sociales (World Commission on Environment and Development [WCED], 1987).

En el ámbito de la gestión de sistemas de agua potable, la autosustentabilidad se traduce en la capacidad de estos sistemas para operar de manera independiente, reduciendo la dependencia de recursos externos y minimizando los impactos negativos sobre el medio ambiente. Esto incluye la implementación de tecnologías eficientes, la gestión adecuada de los recursos hídricos y la participación activa de las comunidades rurales y locales en la gestión de estos sistemas (Gómez & Sánchez, 2019).

Aplicación en Sistemas de Agua Potable

La autosustentabilidad en los sistemas de agua potable es esencial para garantizar que estos sistemas puedan operar de manera continua y eficiente en zonas rurales y urbanas. En contextos rurales, donde los recursos financieros y técnicos pueden ser limitados, la autosustentabilidad adquiere una importancia aún mayor. La implementación de prácticas autosustentables en estos sistemas puede incluir la utilización de tecnologías de tratamiento de agua que requieran poca energía, la recolección y almacenamiento de agua de lluvia, y la promoción de prácticas de conservación entre los usuarios (Martínez, 2018).

Un estudio de caso en comunidades rurales de América Latina mostró que la adopción de tecnologías de tratamiento de agua basadas en recursos locales, como los filtros de arena y las técnicas de desinfección solar, puede mejorar significativamente la autosustentabilidad de los sistemas de agua potable. Estas tecnologías no solo reducen los costos operativos, sino que también fomentan la participación de la comunidad en la gestión del agua (Rodríguez & Pérez, 2017).

Además, la autosustentabilidad en la gestión del agua requiere un enfoque integrado que considere la planificación a largo plazo, la educación de la comunidad y la integración de prácticas sostenibles en la operación diaria de los sistemas de agua potable (Fernández, 2020). La capacidad de estos sistemas para adaptarse a cambios en la demanda, en las condiciones climáticas y en los recursos disponibles es crucial para mantener su funcionalidad y efectividad.

Desafíos y Consideraciones

A pesar de sus beneficios, la implementación de prácticas autosustentables enfrenta varios desafíos. En muchas regiones, la falta de recursos financieros y técnicos puede limitar la capacidad de los sistemas de agua potable para adoptar tecnologías y prácticas autosustentables (López, 2022). Además, la falta de capacitación y educación sobre la importancia de la autosustentabilidad puede dificultar la participación activa de las comunidades en la gestión de los recursos hídricos.

Los desafíos también incluyen la necesidad de una planificación adecuada y la integración de los principios de autosustentabilidad en las políticas y regulaciones locales. Las barreras políticas y económicas pueden obstaculizar la implementación de prácticas sostenibles, lo que resalta la necesidad de un enfoque coordinado entre las autoridades gubernamentales, las organizaciones no gubernamentales y las comunidades locales (Palacios & Ortega, 2020).

La autosustentabilidad es un concepto integral que abarca la capacidad de un sistema para mantener su funcionalidad y eficiencia a lo largo del tiempo sin depender excesivamente de recursos externos. En el contexto de los sistemas de agua potable, la autosustentabilidad es crucial para garantizar la disponibilidad continua de agua y minimizar los impactos ambientales. A pesar de los desafíos asociados con su implementación, la adopción de prácticas autosustentables puede contribuir significativamente a la resiliencia y la eficiencia de los sistemas de agua, especialmente en zonas rurales.

Para lograr una autosustentabilidad efectiva, es fundamental una combinación de tecnologías adecuadas, participación comunitaria y apoyo institucional.

Componentes de un Sistema de Agua Potable

Los sistemas de agua potable son infraestructuras fundamentales para la salud pública y el bienestar, ya que aseguran el suministro de agua segura y potable a las comunidades. Estos sistemas son complejos y constan de varios componentes que trabajan de manera integrada para captar, tratar y distribuir agua. Cada componente juega un papel crucial en la garantía de la calidad del agua y en la eficiencia del

sistema en general. Este trabajo proporciona una descripción detallada de los principales componentes de un sistema de agua potable, incluyendo los elementos de captación, tratamiento y distribución.

Componentes de Captación.

La captación es el primer paso en un sistema de agua potable y se refiere al proceso de recolección de agua de fuentes naturales o artificiales. Los principales componentes de captación incluyen:

Fuentes de Agua: Las fuentes pueden ser superficiales (ríos, lagos, embalses) o subterráneas (acuíferos). La selección de la fuente depende de factores como la disponibilidad de agua, la calidad del agua y la demanda (Baird & Cann, 2019).

Obras de Captación: Estas incluyen estructuras como represas, embalses y pozos. Las represas y embalses se utilizan para almacenar y regular el flujo de agua superficial, mientras que los pozos se perforan para extraer agua de acuíferos subterráneos (Mays, 2011).

Sistema de Recolección: Comprende tuberías, canales y sistemas de bombeo que transportan el agua desde la fuente hasta las instalaciones de tratamiento. La eficiencia del sistema de recolección es crucial para minimizar pérdidas y garantizar un suministro constante (Perry, 2018).

Componentes de Tratamiento.

El tratamiento del agua es esencial para eliminar contaminantes y asegurar que el agua cumpla con los estándares de calidad. Los componentes de tratamiento incluyen:

Pretratamiento: Consiste en la eliminación de partículas grandes y sólidos suspendidos. Los métodos comunes son la sedimentación, la filtración y la coagulación-floculación. Los sedimentos y materiales grandes se eliminan en etapas iniciales para facilitar el tratamiento posterior (Huisman & Wood, 2018).

Tratamiento Primario: Incluye la desinfección y la eliminación de contaminantes biológicos y químicos. La desinfección puede realizarse mediante cloración, ozonización o radiación ultravioleta (UV). La cloración es el método más utilizado debido a su eficacia y bajo costo (Gordon, 2019).

Tratamiento Secundario: Se enfoca en la eliminación de contaminantes más finos y la mejora de la calidad del agua. Este proceso puede incluir la filtración avanzada y el tratamiento con carbón activado, que ayuda a remover compuestos orgánicos y químicos (Tchobanoglous et al., 2014).

Tratamiento Terciario: Se utiliza en sistemas que requieren un alto nivel de pureza. Puede incluir técnicas como la ósmosis inversa y la nanofiltración para eliminar contaminantes a nivel molecular y asegurar que el agua cumpla con los estándares más estrictos (Sperling, 2018).

Componentes de Distribución.

La distribución del agua es el proceso final que lleva el agua tratada a los consumidores. Los componentes de distribución incluyen:

Red de Tuberías: Las tuberías de distribución transportan el agua desde la planta de tratamiento hasta los hogares y negocios. El diseño de la red de tuberías debe considerar factores como la presión del agua, el flujo y la resistencia a la corrosión (AWWA, 2016).

Estaciones de Bombeo: Se utilizan para mantener la presión en la red de distribución y garantizar que el agua llegue a todas las áreas del sistema. Las estaciones de bombeo pueden ser necesarias en terrenos inclinados o en sistemas de gran extensión (Caron, 2018).

Tanques de Almacenamiento: Los tanques de almacenamiento ayudan a regular el suministro de agua y proporcionar una reserva para periodos de alta demanda o emergencias. Estos tanques pueden ser elevados o subterráneos, dependiendo de la topografía y el diseño del sistema (Snyder, 2019).

Válvulas y Equipos de Control: Las válvulas y otros equipos de control regulan el flujo de agua, gestionan la presión y aseguran la operación eficiente del

sistema. Incluyen válvulas de cierre, válvulas de presión y medidores de flujo (Mays, 2011).

Un sistema de agua potable es una infraestructura compleja que requiere una integración efectiva de diversos componentes para garantizar un suministro seguro y eficiente. La captación, el tratamiento y la distribución son fases interdependientes que deben ser diseñadas y gestionadas cuidadosamente para asegurar la calidad del agua y la satisfacción de la demanda.

Cada componente, desde las fuentes de agua y las instalaciones de tratamiento hasta la red de distribución y los equipos de control, juega un papel fundamental en el funcionamiento general del sistema. La comprensión detallada de estos componentes es esencial para la planificación, operación y mantenimiento eficaz de los sistemas de agua

Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable en Zonas Rurales

La provisión de agua potable es un componente esencial para el desarrollo y la salud en comunidades rurales. Sin embargo, la operación y el mantenimiento de los sistemas de agua potable en estas áreas presentan desafíos únicos debido a factores como la dispersión geográfica, la limitada disponibilidad de recursos y la capacidad técnica reducida. Este trabajo explora los aspectos clave de la operación y el mantenimiento de sistemas de agua potable en zonas rurales, destacando los desafíos y estrategias para garantizar un suministro continuo y seguro.

Aspectos de la Operación de Sistemas de Agua Potable en Zonas Rurales

La operación de sistemas de agua potable en zonas rurales implica varias actividades cruciales para asegurar el suministro continuo de agua potable. Estas actividades incluyen la gestión de las fuentes de agua, la supervisión del tratamiento y la gestión de la distribución.

Gestión de las Fuentes de Agua: En áreas rurales, las fuentes de agua pueden incluir ríos, lagos, embalses y acuíferos subterráneos. La gestión efectiva de estas fuentes es esencial para garantizar un suministro constante. Esto implica la

regulación de la extracción de agua, la protección de las fuentes contra la contaminación y la evaluación periódica de la disponibilidad de agua (Mays, 2011).

Supervisión del Tratamiento: El tratamiento del agua es vital para eliminar contaminantes y garantizar que el agua cumpla con los estándares de calidad. En zonas rurales, el tratamiento puede ser menos complejo que en áreas urbanas debido a recursos limitados. Sin embargo, es crucial que el sistema de tratamiento funcione correctamente para evitar problemas de salud. La supervisión regular y la implementación de controles de calidad son fundamentales para el éxito del tratamiento (Gordon, 2019).

Gestión de la Distribución: La distribución del agua en zonas rurales puede enfrentar desafíos debido a la infraestructura limitada y la dispersión de la población. La operación efectiva requiere una planificación cuidadosa de la red de tuberías, la gestión de las estaciones de bombeo y la monitorización del sistema para detectar y reparar fugas (AWWA, 2016).

Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable en Zonas Rurales

El mantenimiento de sistemas de agua potable es esencial para garantizar su funcionamiento continuo y eficiente. En zonas rurales, el mantenimiento enfrenta desafíos específicos relacionados con la disponibilidad de recursos, la capacitación técnica y el acceso a repuestos.

Mantenimiento Preventivo: El mantenimiento preventivo incluye actividades programadas para prevenir fallos y asegurar el funcionamiento óptimo del sistema. Esto puede incluir la limpieza regular de las instalaciones de tratamiento, la inspección de la infraestructura de distribución y la calibración de equipos. El mantenimiento preventivo ayuda a reducir la frecuencia y la gravedad de las fallas (Huisman & Wood, 2018).

Mantenimiento Correctivo: El mantenimiento correctivo se realiza en respuesta a fallos o problemas que afectan el funcionamiento del sistema. En zonas rurales, las reparaciones pueden ser complicadas debido a la falta de recursos y la disponibilidad limitada de personal técnico. Las estrategias efectivas incluyen la

formación de personal local y el establecimiento de protocolos claros para la reparación y la reposición de equipos (Perry, 2018).

Capacitación y Educación: La capacitación del personal local es esencial para el mantenimiento efectivo de los sistemas de agua. En muchas áreas rurales, el personal puede carecer de formación técnica específica, lo que puede afectar la capacidad para realizar el mantenimiento adecuado. Programas de capacitación y educación ayudan a mejorar las habilidades del personal y asegurar que se sigan las mejores prácticas (Caron, 2018).

Acceso a Repuestos y Recursos: La disponibilidad de repuestos y recursos es un desafío crítico en el mantenimiento de sistemas de agua en zonas rurales. Los retrasos en la obtención de repuestos pueden afectar la rapidez con la que se pueden realizar las reparaciones. Establecer cadenas de suministro eficientes y crear inventarios de repuestos esenciales son estrategias importantes para minimizar el tiempo de inactividad del sistema (Snyder, 2019).

Desafíos y estrategias para la operación y mantenimiento

La operación y el mantenimiento de sistemas de agua potable en zonas rurales enfrentan varios desafíos, incluyendo la falta de recursos financieros, la limitada disponibilidad de personal capacitado y las dificultades logísticas.

Recursos Financieros: Las limitaciones presupuestarias pueden restringir la capacidad para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo. La obtención de fondos para la mejora de la infraestructura y la capacitación del personal es crucial para superar estas limitaciones (Tchobanoglous et al., 2014).

Capacitación del Personal: La falta de capacitación técnica puede afectar la eficiencia de las operaciones y el mantenimiento. Las estrategias para abordar este problema incluyen la implementación de programas de formación continua y el apoyo de organizaciones no gubernamentales que ofrecen asistencia técnica y financiera (Gómez & Sánchez, 2019).

Logística y Acceso: Las dificultades logísticas, como el transporte de equipos y repuestos a áreas remotas, pueden retrasar las reparaciones y el mantenimiento.

Crear redes de distribución efectivas y utilizar tecnología para monitorear y gestionar el sistema a distancia puede ayudar a mitigar estos desafíos (Baird & Cann, 2019).

La operación y el mantenimiento de sistemas de agua potable en zonas rurales son procesos complejos que requieren una planificación y gestión cuidadosas. Asegurar un suministro continuo de agua potable en estas áreas implica superar desafíos significativos relacionados con la disponibilidad de recursos, la capacitación del personal y las dificultades logísticas. Implementar estrategias efectivas para la gestión de fuentes de agua, el tratamiento y la distribución, así como para el mantenimiento preventivo y correctivo, es esencial para garantizar la sostenibilidad y eficiencia de los sistemas de agua potable en zonas rurales.

Evaluación de la operación autosustentable de sistemas de agua potable para zonas rurales.

La autosustentabilidad en sistemas de agua potable es crucial para garantizar un suministro continuo y fiable, especialmente en zonas rurales donde los recursos pueden ser limitados. Evaluar la operación autosustentable de estos sistemas implica analizar su capacidad para operar de manera independiente, eficiente y sostenible, minimizando la necesidad de apoyo externo y maximizando el uso eficiente de los recursos disponibles. Este trabajo explora los criterios y métodos para la evaluación de la autosustentabilidad de sistemas de agua potable en áreas rurales, destacando su importancia para el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida.

Criterios de Evaluación de la Autosustentabilidad

La evaluación de la autosustentabilidad de sistemas de agua potable en zonas rurales se basa en varios criterios clave, que incluyen la eficiencia operativa, la capacidad de mantenimiento, la calidad del agua y la participación comunitaria.

Eficiencia Operativa: La eficiencia operativa se refiere a la capacidad del sistema para funcionar de manera efectiva con los recursos disponibles. Esto incluye la gestión eficiente de la captación, el tratamiento y la distribución del agua. Un sistema autosustentable debe optimizar el uso de energía y minimizar el desperdicio de agua, garantizando que el suministro sea constante y fiable (Mays, 2011).

Capacidad de Mantenimiento: La autosustentabilidad también depende de la capacidad para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema. Esto implica la disponibilidad de repuestos, la formación del personal y la implementación de prácticas de mantenimiento efectivas. Un sistema autosustentable debe ser capaz de mantener su funcionamiento con recursos locales y técnicos limitados (Perry, 2018).

Calidad del Agua: La calidad del agua es un aspecto crucial de la autosustentabilidad. El sistema debe garantizar que el agua suministrada cumpla con los estándares de seguridad y calidad. Esto requiere una vigilancia continua del tratamiento del agua y la capacidad para abordar cualquier problema de contaminación (Gordon, 2019).

Participación Comunitaria: La participación activa de la comunidad es fundamental para la autosustentabilidad. La educación y el compromiso de los usuarios locales en la gestión y mantenimiento del sistema ayudan a asegurar que las prácticas sostenibles sean adoptadas y mantenidas a lo largo del tiempo (Gómez & Sánchez, 2019).

Métodos de Evaluación.

Para evaluar la operación autosustentable de sistemas de agua potable en zonas rurales, se utilizan diversos métodos que permiten medir el desempeño del sistema en relación con los criterios establecidos.

Análisis de Indicadores de Desempeño: Se utilizan indicadores clave para medir la eficiencia operativa, como el consumo de energía por unidad de agua tratada, las tasas de pérdida de agua y la frecuencia de fallos en el sistema. Estos indicadores proporcionan una visión cuantitativa del desempeño del sistema y ayudan a identificar áreas de mejora (Tchobanoglous et al., 2014).

Auditorías de Mantenimiento: Las auditorías periódicas permiten evaluar la capacidad de mantenimiento del sistema. Estas auditorías examinan la eficacia de las prácticas de mantenimiento, la disponibilidad de repuestos y la capacitación del personal. Los resultados de las auditorías ayudan a identificar deficiencias y áreas que requieren atención para mejorar la autosustentabilidad (Caron, 2018).

Monitoreo de la Calidad del Agua: El monitoreo regular de la calidad del agua es esencial para garantizar que el agua cumpla con los estándares de seguridad. Las pruebas de calidad del agua incluyen análisis microbiológicos y químicos para detectar contaminantes y evaluar la eficacia del tratamiento (Huisman & Wood, 2018).

Encuestas y Participación Comunitaria: Realizar encuestas y reunir retroalimentación de la comunidad ayuda a evaluar el nivel de participación y el grado de aceptación del sistema. La retroalimentación de los usuarios puede proporcionar información valiosa sobre problemas operativos, necesidades de capacitación y la efectividad de las prácticas de gestión (Snyder, 2019).

La evaluación de la operación autosustentable de sistemas de agua potable en zonas rurales es fundamental para garantizar que estos sistemas puedan operar de manera eficiente y continua con recursos limitados. Los criterios de eficiencia operativa, capacidad de mantenimiento, calidad del agua y participación comunitaria son esenciales para medir la autosustentabilidad. Los métodos de evaluación, incluyendo el análisis de indicadores de desempeño, auditorías de mantenimiento, monitoreo de la calidad del agua y encuestas comunitarias, proporcionan herramientas clave para realizar una evaluación completa y efectiva. Implementar y mantener prácticas autosustentables en sistemas de agua potable es crucial para mejorar la resiliencia y la sostenibilidad de estos sistemas en áreas rurales.

Marco conceptual

El marco conceptual presentado ofrece una comprensión integral de los elementos necesarios para evaluar la operación autosustentable de sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo. La autosustentabilidad abarca la eficiencia operativa, la capacidad de mantenimiento, la calidad del agua y la participación comunitaria. Evaluar estos aspectos es fundamental para garantizar que los sistemas de agua potable en zonas rurales puedan operar de manera continua y eficiente, mejorando la calidad de vida y promoviendo el desarrollo sostenible.

Autosustentabilidad en sistemas de agua potable: La autosustentabilidad en sistemas de agua potable se refiere a la capacidad de un sistema para operar de manera independiente y continua, minimizando la dependencia de recursos externos y optimizando el uso de los recursos disponibles. La autosustentabilidad implica no

solo la eficiencia en la operación y el mantenimiento, sino también la capacidad de adaptación y la resiliencia frente a desafíos futuros (Mays, 2011).

La autosustentabilidad es un concepto multidimensional que abarca aspectos técnicos, financieros y sociales. Técnicamente, un sistema autosustentable debe ser capaz de mantener un suministro continuo de agua potable mediante la gestión eficiente de sus recursos, infraestructura y operaciones. Financiera y socialmente, implica que el sistema debe contar con un modelo de financiamiento y una participación comunitaria que garantice su viabilidad a largo plazo (Caron, 2018).

Criterios de autosustentabilidad: Los criterios para evaluar la autosustentabilidad incluyen la eficiencia operativa, la capacidad de mantenimiento, la calidad del agua, y la participación y capacitación comunitaria. Estos criterios aseguran que el sistema no solo funcione correctamente en el presente, sino que también sea capaz de adaptarse a cambios y desafíos futuros (Gordon, 2019).

Los sistemas de agua potable en zonas rurales tienen características y desafíos particulares que influyen en su operación y sostenibilidad. Estas características incluyen la dispersión geográfica de las poblaciones, la limitada infraestructura y los recursos financieros (Perry, 2018).

Componentes del sistema: Un sistema de agua potable típicamente consta de tres componentes principales: captación, tratamiento y distribución. Cada uno de estos componentes debe ser gestionado adecuadamente para garantizar un suministro eficiente y seguro (AWWA, 2016).

La captación se refiere al proceso de obtención del agua desde fuentes naturales como ríos, lagos o acuíferos. En zonas rurales, la captación puede enfrentarse a desafíos como la variabilidad en la disponibilidad de agua y la contaminación de las fuentes (Mays, 2011).

El tratamiento del agua es crucial para eliminar contaminantes y asegurar que el agua cumpla con los estándares de calidad. En zonas rurales, el tratamiento puede ser menos complejo debido a la disponibilidad limitada de recursos, pero aún debe ser eficaz para garantizar la seguridad del agua (Huisman & Wood, 2018).

La distribución del agua en zonas rurales puede ser complicada debido a la falta de infraestructura adecuada. Las redes de distribución deben ser diseñadas y mantenidas para minimizar pérdidas y garantizar un suministro confiable a todas las áreas servidas (AWWA, 2016).

Evaluación de la operación autosustentable: La evaluación de la operación autosustentable implica analizar cómo los sistemas de agua potable en zonas rurales cumplen con los criterios de autosustentabilidad. Este proceso incluye la revisión de indicadores de desempeño, auditorías de mantenimiento y monitoreo de la calidad del agua.

Los indicadores de desempeño son métricas utilizadas para medir la eficiencia y efectividad de un sistema de agua potable. Estos pueden incluir el consumo de energía por unidad de agua tratada, las tasas de pérdida de agua y la frecuencia de fallos en el sistema (Tchobanoglous et al., 2014).

Las auditorías de mantenimiento son evaluaciones periódicas que revisan la capacidad del sistema para realizar mantenimiento preventivo y correctivo. Estas auditorías ayudan a identificar áreas que requieren mejoras y aseguran que el sistema pueda mantenerse en funcionamiento con recursos limitados (Caron, 2018).

El monitoreo continuo de la calidad del agua es esencial para garantizar que el agua suministrada sea segura para el consumo. Esto implica realizar pruebas regulares para detectar contaminantes y evaluar la eficacia de los procesos de tratamiento (Gordon, 2019).

Desafíos en la zona rural de Babahoyo: La zona rural de Babahoyo enfrenta desafíos específicos en la operación autosustentable de sus sistemas de agua potable. Estos desafíos incluyen la falta de infraestructura adecuada, la variabilidad en la disponibilidad de recursos hídricos y la limitada capacidad técnica y financiera.

Infraestructura y recursos financieros: La infraestructura en zonas rurales suele ser insuficiente para satisfacer las necesidades de la población. La falta de recursos financieros limita la capacidad para invertir en mejoras y mantenimiento, lo que puede afectar la autosustentabilidad del sistema (García & Fernández, 2020).

Capacitación y participación comunitaria: La capacitación del personal y la participación de la comunidad son cruciales para el éxito de los sistemas de agua potable. La falta de formación técnica y el bajo nivel de involucramiento comunitario pueden limitar la efectividad del sistema y su capacidad para operar de manera autosustentable (Perry, 2018).

Marco Legal.

El marco legal para la operación autosustentable de sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo está sustentado en una serie de leyes y regulaciones que buscan garantizar el acceso al agua potable, la protección de los recursos hídricos y la calidad del suministro. La Constitución, la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, el Reglamento de dicha ley, la Ley Orgánica de Salud y el Plan Nacional para el Agua Potable y Saneamiento proporcionan un marco integral para la gestión y evaluación de los sistemas de agua potable, estableciendo los principios y requisitos necesarios para asegurar su operación autosustentable.

Contexto legal del agua potable en Ecuador

En Ecuador, la regulación del agua potable está fundamentada en un marco legal que busca garantizar el acceso al agua potable para todos sus residentes, la protección de los recursos hídricos y la sostenibilidad de los sistemas de suministro. Este marco legal está compuesto por una serie de leyes, normas y regulaciones que establecen los principios y requisitos para la gestión y operación de los sistemas de agua potable, incluyendo aquellos en zonas rurales como la de Babahoyo.

Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador de 2008 establece el acceso al agua potable como un derecho fundamental. El Artículo 12 de la Constitución señala que "todas las personas tienen derecho al agua para consumo humano" y que el Estado es responsable de garantizar este derecho (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008). Esta disposición establece el marco general para la gestión y provisión de agua potable en todo el país, incluyendo las zonas rurales.

Ley Orgánica de recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua.

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua (Ley No. 377) regula el uso y la administración de los recursos hídricos en Ecuador. Esta ley establece los principios para la gestión sostenible del agua, incluyendo la planificación y el control del uso del agua, así como la protección de las fuentes hídricas (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

Principios Generales

La Ley establece principios clave como la gestión integrada de los recursos hídricos, el derecho al agua, y la participación de la comunidad en la toma de decisiones relacionadas con el agua. Estos principios son fundamentales para asegurar que los sistemas de agua potable, especialmente en zonas rurales, operen de manera autosustentable (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

Regulación y Control

La ley otorga a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) la responsabilidad de regular y controlar el uso de los recursos hídricos. La ANA supervisa las concesiones de agua, realiza evaluaciones de impacto ambiental y asegura el cumplimiento de las normativas relacionadas con el uso y aprovechamiento del agua (ANA, 2020).

Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, uso y aprovechamiento del agua.

El Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua establece las normas técnicas y procedimientos para la implementación de la Ley. Este reglamento detalla los requisitos para la obtención de permisos, el monitoreo de la calidad del agua y la gestión de las infraestructuras de agua (Reglamento No. 111, 2015).

Permisos y concesiones.

El reglamento exige que los sistemas de agua potable obtengan permisos y concesiones para el uso de recursos hídricos. Estos permisos son necesarios para

asegurar que el uso del agua sea compatible con los objetivos de conservación y sostenibilidad (Reglamento No. 111, 2015).

Monitoreo y Control de Calidad

El reglamento establece requisitos para el monitoreo y control de la calidad del agua, incluyendo la realización de pruebas periódicas para asegurar que el agua cumple con los estándares de potabilidad. Los sistemas de agua potable deben cumplir con estos requisitos para garantizar la seguridad del suministro (Reglamento No. 111, 2015).

Ley Orgánica de Salud

La Ley Orgánica de Salud (Ley No. 67) regula aspectos relacionados con la salud pública, incluyendo el suministro de agua potable. Esta ley establece los estándares para la calidad del agua y los requisitos para el tratamiento y distribución del agua potable (Asamblea Nacional del Ecuador, 2006).

Normas de calidad del agua

La ley establece normas específicas para la calidad del agua potable, que deben ser cumplidas por todos los sistemas de suministro de agua. Estas normas están diseñadas para proteger la salud de la población y prevenir enfermedades relacionadas con el agua (Asamblea Nacional del Ecuador, 2006).

Responsabilidades de las entidades de agua

La ley asigna responsabilidades a las entidades encargadas del suministro de agua para asegurar que cumplan con los estándares de calidad y realicen las acciones necesarias para proteger la salud pública. Esto incluye la implementación de medidas para el tratamiento y desinfección del agua (Asamblea Nacional del Ecuador, 2006).

Plan Nacional para el agua potable y saneamiento

El Plan Nacional para el Agua Potable y Saneamiento es una estrategia gubernamental que establece objetivos y acciones para mejorar el acceso y la calidad del agua potable en el país. Este plan incluye iniciativas específicas para zonas

rurales, buscando mejorar la infraestructura y los servicios de agua (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019).

El plan establece objetivos y metas para la expansión de la cobertura de agua potable y la mejora de la calidad del suministro en zonas rurales. Esto incluye la implementación de proyectos para la construcción y rehabilitación de infraestructuras de agua potable (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019).

El plan prevé mecanismos de financiamiento y apoyo para las comunidades rurales en la mejora de sus sistemas de agua potable. Esto incluye subvenciones, préstamos y asistencia técnica para asegurar la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019).

CAPITULO 3: METODOLOGIA

Enfoque de la Investigación

El Enfoque metodológico escogido para esta investigación es de carácter mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. Los métodos cuantitativos permitirán evaluar la operación autosustentable mediante indicadores medibles, mientras que los cualitativos ayudarán a comprender las percepciones y experiencias de los usuarios.

Alcance.

El alcance se refiere a los límites y la extensión del estudio. En nuestro caso, nos enfocaremos en la evaluación de sistemas de agua potable cercanos al casco Urbano de Babahoyo, analizando su autosustentabilidad.

Tipo de Investigación

Descriptiva: Se identifican las necesidades de la población por un mejor sistema de agua potable desde la propuesta hasta la validación del plan concreto.

Bibliográfica: Para conseguir información acerca del tema se revisó diversas fuentes bibliográficas como: libros, revistas y otros documentos específicos a la presente investigación, y así justificar la investigación efectuada. De esta manera el presente trabajo, se sustentará en la recolección de la información referente a planes de desarrollo de agua potable que sirvan para el desarrollo de esta investigación.

Técnica e instrumentos para obtener los datos.

- Encuesta

Población.

“Un grupo o universo como conjunto de unidades de investigación se refiere a las personas, instituciones, documentos, hechos, etc. con los que se relaciona la investigación y para las cuales las conclusiones alcanzadas son válidas”. (Muñoz,1983, pág.184).

La población considerada en la investigación respecto a la cantidad de recintos existentes en el cantón Babahoyo corresponde a los habitantes de zonas rurales cercanas conocidos como San Agustín y San José; ambos recintos que se encuentran unidos cuentan con una extensión territorial de 21,80 Ha. Estos habitantes representan el 1,30 % de la población total del cantón; la cual es considerada como joven en vista que la mayoría de sus pobladores presentan edades menores a 20 años (INEC, 2022).

Para poder determinar si el análisis comparativo entre comunidades que tengan sistemas de agua potable similares, para ello se determinará una muestra para someterla luego a interrogantes y entrevistas, bajo los siguientes parámetros:

N Universo

p Varianza de la población (0.25)

N-1 Corrección o margen de error

Z Nivel de confianza (95% = 1.96)

E Error muestral (4%)

n Muestra

Muestra.

Las familias que habitan en los recintos tomados de muestra en la zona rural del Cantón Babahoyo según el último registro son de 290.

En este sentido el tamaño de muestra se puede calcular en base a los siguientes conceptos y fórmulas:

$$n = \frac{N\sigma^2 * Z^2\sigma}{e^2(N - 1) + \sigma^2 Z^2\sigma}$$

$$n = \frac{1200 * 0,5^2 * 1,96^2}{0,05^2(1200 - 1) + 0,5^2 * 1,96^2}$$

$$n = \frac{1151,48}{3,96}$$

$$n = 290,77$$

Población (n) = 290

Nivel de confianza = 95%

Z = 1,96

probabilidad (p) = 0,10

q= 0,90 error 5%

Muestra 11,00

Por lo que, la muestra obtenida es de 11,00 con un nivel de confianza de 1,96 y un margen de error del 5%. Se aplicará por tanto 11 instrumentos de recolección de información que representan una muestra significativa para conocer la realidad del problema sujeto de esta investigación.

Presentación y análisis de resultados

Pregunta 1. ¿Cuál es la frecuencia de fallos en el sistema de agua potable en la zona rural de Babahoyo?

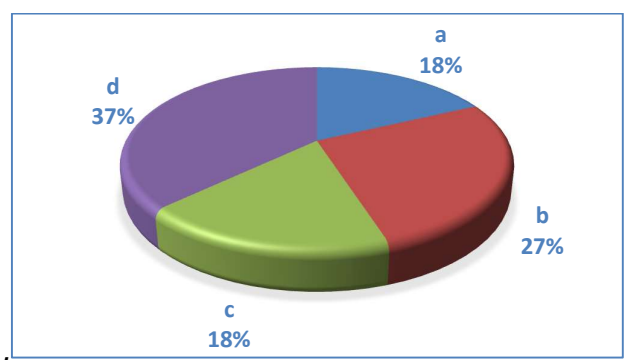
Tabla 1

Frecuencia de fallos del sistema de AA.PP.

PREGUNTAS	RESPUESTAS	PORCENTAJE
a) Alto	2	18%
b) Medio	3	27%
c) Bajo	2	18%
d) Nunca	4	37%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Izurieta (2024)

Gráfico 1
Frecuencia de fallos del sistema de AA.PP.



Elaborado por: Izurieta, (2024)

Análisis

La mayoría de los encuestados (37%) percibe una frecuencia de fallos en el sistema de Agua alta, indicando la necesidad de mejorar la fiabilidad del sistema. Este dato indica una gran insatisfacción en la comunidad, lo que refuerza la necesidad de un plan autosustentable para la mejora del agua potable.

Pregunta 2: ¿Qué tan efectivas son las estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo implementadas actualmente?

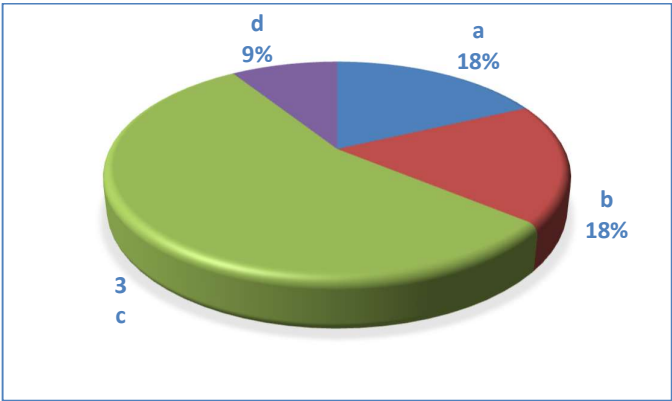
Tabla 2
Estrategia de mantenimiento de agua potable

PREGUNTAS	RESPUESTAS	PORCENTAJE
a) Muy buenas	2	18%
b) Buenas	2	18%
c) Malas	6	55%
d) Muy malas	1	9%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Izurieta (2024)

Gráfico 2

Estrategia de mantenimiento del sistema de agua potable



Elaborado por: Izurieta (2024)

Análisis

El mayor porcentaje de los encuestados, un 55% de los encuestados considera que las estrategias de mantenimiento malas, sugiriendo que las prácticas actuales son generalmente inadecuadas, necesitan imperativamente un ajuste en sus estrategias, los habitantes coinciden que al aplicársele un plan que ayude a ser autosustentable tendrían mayor tranquilidad.

Pregunta 3: ¿Cuál es el nivel de satisfacción de los usuarios con respecto a la calidad del agua potable suministrada?

Tabla 3

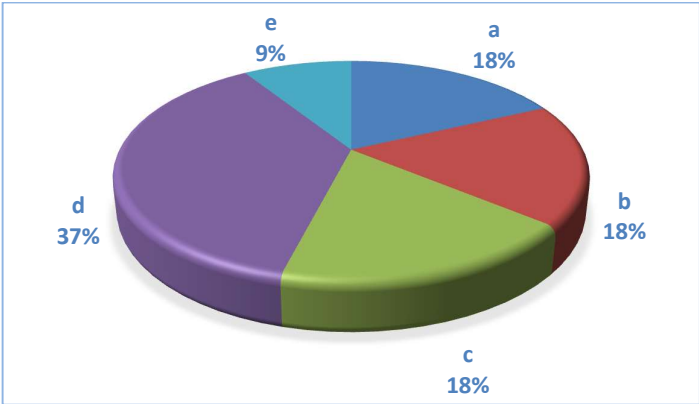
Nivel de satisfacción de calidad de agua suministrada

ALTERNATIVA	RESPUESTAS	PORCENTAJE
a) Alto	2	18%
b) Medio	2	18%
c) Neutral	2	18%
d) Bajo	4	37%
e) Muy Bajo	1	9%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Izurieta (2024)

Gráfico 3

Nivel de satisfacción de calidad del agua suministrada



Elaborado por: Izurieta (2024)

Análisis

La mayoría de las personas que respondieron las preguntas en un 37% está insatisfecha, lo que indica un claramente que hay que mejorar potencialmente la calidad del agua a través de la utilización de un plan autosustentable el que influiría en el desarrollo de la comunidad.

Pregunta 4: ¿Cómo perciben los usuarios la disponibilidad y continuidad del suministro de agua?

Tabla 4

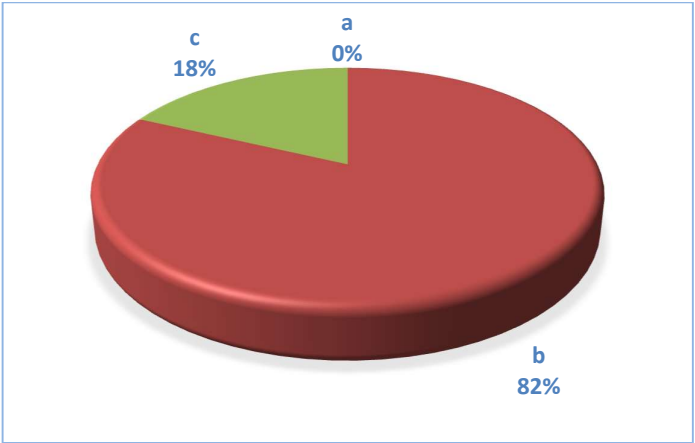
Continuidad del servicio de agua potable

ALTERNATIVA	RESPUESTAS	PORCENTAJE
a) Constante	0	9%
b) Por Horas	9	82%
c) Variable	2	18%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Izurieta (2024)

Gráfico 4

Continuidad del servicio de agua potable



Elaborado por: Izurieta (2024)

Análisis

Al analizar las respuestas podemos interpretar que el 82% de los usuarios percibe una disponibilidad y continuidad por horas, lo cual es negativo, las personas se adaptarían muy fácilmente a un plan de mejora continua.

Pregunta 5: ¿Qué tan adecuadas son las tecnologías utilizadas en los sistemas de agua potable?

Tabla 5

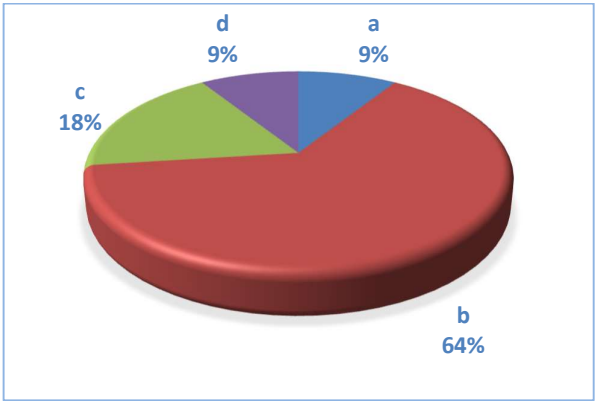
Tecnologías utilizadas en los sistemas de agua potable

ALTERNATIVA	RESPUESTAS	PORCENTAJE
a) Excelentes	1	9%
b) Buenas	7	64%
c) Malas	2	18%
d) Muy malas	1	9%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Izurieta (2024)

Gráfico 5

Tecnologías utilizadas en el sistema de agua potable



Elaborado por: Izurieta (2024)

Análisis

De acuerdo a estos resultados la percepción de las tecnologías utilizadas es buena, con un 64%. Esto indica que la tecnología puede ser adecuada, pero podría beneficiarse de actualizaciones o mejoras.

Pregunta 6: ¿Cuál es el nivel de adaptación social asociado con la mejora del sistema de agua potable?

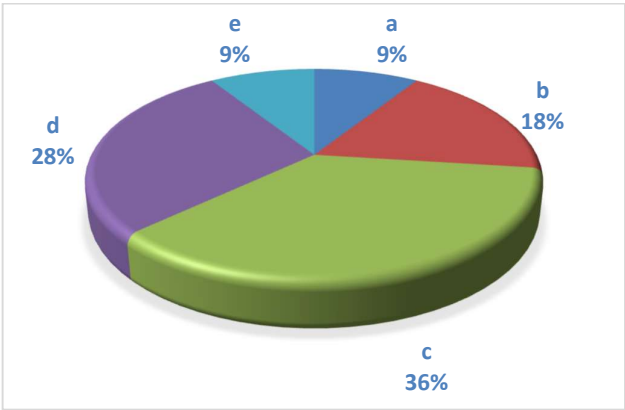
Tabla 6

Adaptabilidad social

ALTERNATIVA	RESPUESTAS	PORCENTAJE
a) Muy difícil de adaptar	1	9%
b) Difícil de adaptar	2	18%
c) Neutral	4	36%
d) Fácil de adaptar	3	27%
e) Muy fácil de adaptar	1	9%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Izurieta (2024)

Gráfico 6
Adaptabilidad social



Elaborado por: Izurieta (2024)

Análisis

Al analizar las respuestas podemos interpretar que un 36% se mantiene neutral respecto a la adaptabilidad de las mejoras a implementar, lo que podría señalar la necesidad de prácticas más sostenibles, al principio los moradores van a presentar resistencia a la implementación de un plan moderno sobre todo los moradores de menor conocimiento por la desconfianza que genera lo nuevo.

Pregunta 7: ¿Qué tan accesibles son los recursos y materiales necesarios para realizar el mantenimiento del sistema de agua?

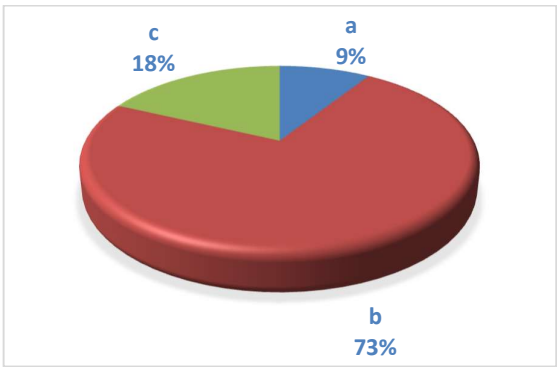
Tabla 7
Accesibilidad de materiales y recursos

ALTERNATIVA	RESPUESTAS	PORCENTAJE
a) Muy accesibles	1	9%
b) Accesibles	9	73%
c) Poco accesibles	2	18%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Izurieta (2024)

Gráfico 7

Accesibilidad de materiales y recursos



Elaborado por Izurieta (2024)

Análisis

De acuerdo a estos resultados la percepción es mayormente positiva, con un 73% considerando el acceso moderado a alto, aunque se debe vigilar la gestión continua para que estos mantenimientos se puedan efectuar.

Pregunta 8: ¿Cuál es el nivel de formación y capacitación del personal encargado del mantenimiento?

Tabla 8

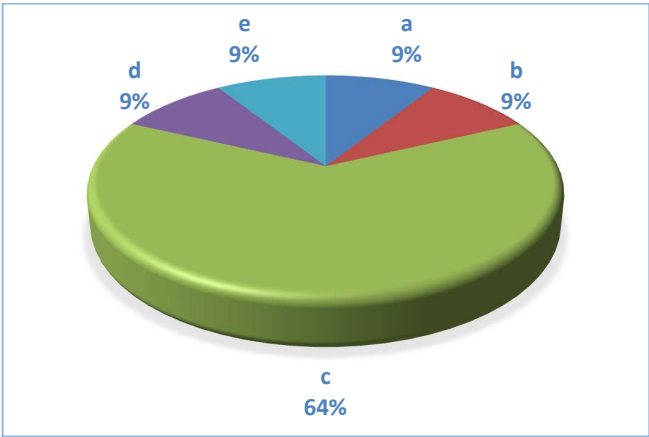
Nivel de formación de personal encargado de sistemas

ALTERNATIVA	RESPUESTAS	PORCENTAJE
a) Alto	1	9%
b) Medio	1	9%
c) Bajo	8	64%
d) Muy bajo	1	9%
e) Necesitan ayuda Externa	1	9%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Izurieta (2024)

Gráfico 8

Nivel de formación de personal encargado de sistemas



Elaborado por: Izurieta (2024)

Análisis

La mayoría de las personas que respondieron las preguntas creen que la formación del personal técnico y administrativo de las Juntas de Agua potable de la zona rural es baja, indicando la necesidad imperiosa de más mejorar la formación de sus funcionarios.

Pregunta 9: ¿Qué nivel de participación tiene la comunidad en la gestión del sistema de agua?

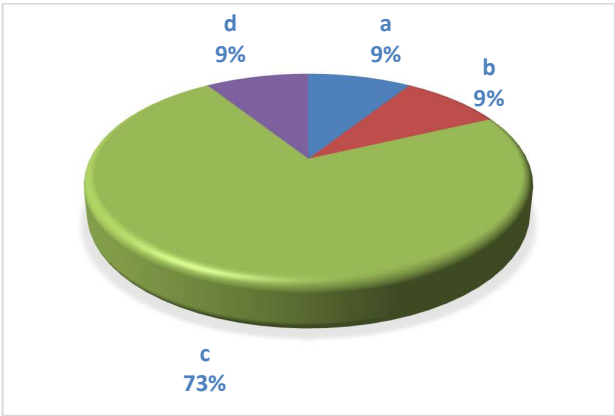
Tabla 9

Participación comunitaria

ALTERNATIVA	RESPUESTAS	PORCENTAJE
a) Alto	1	9%
b) Medio	1	9%
c) Bajo	8	64%
d) Nada	1	36%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Izurieta (2024)

Gráfico 9
Participación comunitaria



Elaborado por: Izurieta (2024)

Análisis

El mayor porcentaje de los encuestadas consideran que la participación comunitaria es baja por un 73% de los encuestados, sugiriendo que hay no existe una buena socialización del estado de las juntas de agua, pero que esto aún se puede mejorar.

Pregunta 10 ¿Cómo se gestionan y monitorean los costos operativos del sistema de agua potable?

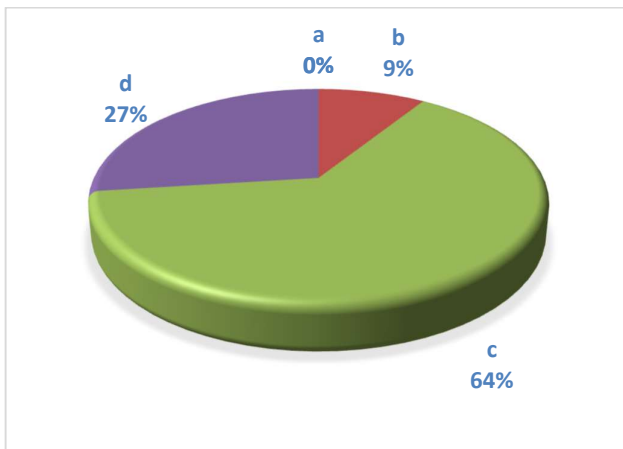
Tabla 10
Monitoreo de costos operativos

ALTERNATIVA	RESPUESTAS	PORCENTAJE
a) Muy ineficaz	0	0%
b) Ineficaz	1	9%
c) Neutral	7	64%
d) Eficaz	2	18%
e) Muy eficaz	0	0%
TOTAL	11	100%

Elaborado por: Izurieta (2024)

Gráfico 10

Monitoreo de costos operativos



Elaborado por: Izurieta (2024)

Análisis

Las personas indicaron en su mayoría en un 64% se mantiene en estado neutral referente a nuestra interrogante, lo que indica falta de gestión comunicativa razonable entre los administradores y la comunidad, preocupante para el desarrollo y confianza del sistema de agua.

CAPITULO 4: INFORME TECNICO

Introducción

El acceso al agua potable es un derecho humano fundamental reconocido por la Constitución de la República del Ecuador (2008). Sin embargo, en zonas rurales, como en Babahoyo, los sistemas de agua potable enfrentan diversos desafíos que limitan su capacidad para proveer este servicio de manera eficiente y sustentable. La operación autosustentable de los sistemas de agua potable en estas áreas es crucial para garantizar un suministro continuo, de calidad, y adaptado a las necesidades de la población rural.

La sostenibilidad de los sistemas de agua potable no solo depende de la infraestructura física, sino también de factores técnicos, financieros, sociales y ambientales. La capacidad de los sistemas para operar sin comprometer la disponibilidad de recursos para generaciones futuras requiere un enfoque integral que involucre el uso eficiente de los recursos hídricos, la participación activa de las comunidades y una adecuada gestión financiera.

En la zona rural de Babahoyo, el acceso al agua potable en realidad es bueno, en algunos casos es limitado ya que muchas comunidades dependen de sistemas rudimentarios o infraestructuras que con el pasar de los años ya se encuentran en mal estado, lo que afecta la continuidad del servicio y la calidad del agua suministrada. La situación se agrava por la falta de inversión en el mantenimiento y renovación de los sistemas, así como por la débil participación comunitaria en su gestión. Esto plantea serias preocupaciones sobre la capacidad de los sistemas actuales para ser autosustentables a largo plazo.

Este informe técnico tiene como objetivo principal evaluar la operación de los sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo, con un enfoque en su autosustentabilidad. A través de un diagnóstico detallado de la infraestructura, el análisis financiero y la participación comunitaria, se identificarán las áreas críticas que requieren intervención y se propondrán estrategias para mejorar la sostenibilidad de estos sistemas.

De esta manera, se busca proporcionar un marco técnico que contribuya a la mejora continua de los sistemas de agua potable, garantizando así un servicio más equitativo y sostenible para las comunidades rurales.

Ubicación

Figura 1

Ubicación de la ciudad de Babahoyo



Fuente: Revista del Municipio de Babahoyo (2024)

Planteamiento del Problema

El acceso al agua potable es esencial para el desarrollo socioeconómico y la salud pública de cualquier comunidad. En la zona rural de Babahoyo, situada en la provincia de Los Ríos, Ecuador, este acceso enfrenta múltiples desafíos que comprometen la calidad de vida de sus habitantes. A pesar de los esfuerzos realizados por autoridades locales y organizaciones no gubernamentales, persisten deficiencias significativas en la operación y sostenibilidad de los sistemas de agua potable (AA.PP.), lo que limita su efectividad y continuidad.

Objetivos de informe

Objetivo general.

Proponer mejoras y estrategias para garantizar la autosustentabilidad a largo plazo

Objetivo Específicos.

Evaluar la infraestructura actual de los sistemas de agua potable.

Analizar la autosustentabilidad desde el punto de vista técnico, financiero y comunitario.

Deficiencias en la infraestructura de los sistemas de agua potable.

La infraestructura existente para el suministro de agua en las áreas rurales de Babahoyo es, en muchos casos, insuficiente y obsoleta. Los pozos profundos que por lo general son los acuíferos de captación tienen varios años de haber sido construidos y ya necesitan o se les realice un mantenimiento correctivo o se busquen nuevas opciones para la explotación del líquido vital.

Las redes de distribución presentan altas tasas de pérdidas por fugas y roturas, lo que reduce la disponibilidad de agua para la población. Además, en su mayoría presentan casos de incrustaciones en sus paredes internas, producto de la presencia de hierro y manganeso, minerales que a pesar de no ser nocivos para la salud se encuentran en el subsuelo con mucha frecuencia y al no tener un sistema de retención en estos sistemas de la zona rural, hace que estos minerales se incrusten en las paredes de las tuberías, ocasionando reducción de diámetros y por consecuencia pérdida de presión en cada uno de los hogares de la zona rural.

Es importante también mencionar que, los sistemas de captación y tratamiento de agua en su mayoría carecen de la capacidad necesaria para satisfacer la demanda creciente, ya que estos son diseñados por lo general solo para satisfacer peticiones de índole momentánea.

Contaminación de Fuentes Hídricas

La calidad del agua suministrada es otro problema crítico. Diversas actividades agrícolas e industriales en la región han contribuido a la contaminación de fuentes hídricas, incrementando los niveles de contaminantes como pesticidas, fertilizantes y desechos orgánicos. Esta contaminación no solo afecta la potabilidad del agua en fuentes superficiales, sino que también al momento de infiltrarse al subsuelo, afectan a los acuíferos subterráneos, representando un riesgo para la salud pública, aumentando la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua (Cuero, 2019).

Limitada Capacidad Financiera y Técnica

La operación autosustentable de los sistemas de agua potable requiere de recursos financieros adecuados y de personal técnico capacitado.

En la zona rural de Babahoyo, existen varios factores que afectan la capacidad financiera y técnica de los organismos que lideran estos sistemas como lo son:

La falta de financiamiento externo: Esta limita la capacidad para realizar inversiones en infraestructura y mantenimiento.

Escasez de personal técnico especializado: Esto dificulta la gestión eficiente de los sistemas, afectando su rendimiento y sostenibilidad a largo plazo (Vásquez et al., 2021).

Baja Participación Comunitaria: La sostenibilidad de los sistemas de agua potable también depende de la participación activa de la comunidad. En muchas comunidades rurales de Babahoyo, con nuestra investigación hemos podido evidenciar que existe una falta de involucramiento y compromiso por parte de los habitantes en la gestión y mantenimiento de los sistemas de agua. Esta falta de participación se traduce en una menor responsabilidad hacia el cuidado de la infraestructura y en la escasa implementación de prácticas de uso eficiente del agua (Robalino, 2018).

Impacto Socioeconómico y en la Salud Pública: Las deficiencias en el suministro de agua potable tienen repercusiones directas en el desarrollo económico y la salud de la población rural. La falta de agua segura limita las actividades agrícolas, reduciendo la productividad y los ingresos de las familias. Además, la exposición a

agua con presencia excesiva de minerales incrementa los riesgos de enfermedades, lo que a su vez eleva los costos de atención médica y disminuye la calidad de vida de los habitantes (Vásquez et al., 2021).

Falta de Políticas Públicas Adecuadas: Aunque existen normativas y planes nacionales dirigidos a mejorar el acceso y la calidad del agua potable, su implementación en la zona rural de Babahoyo ha sido limitada. La falta de coordinación entre las distintas entidades gubernamentales y la ausencia de mecanismos efectivos de monitoreo y evaluación han impedido el logro de los objetivos planteados, perpetuando las deficiencias en la operación de los sistemas de agua potable (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019).

La evaluación de la operación autosustentable de los sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo es esencial para identificar las barreras existentes y proponer soluciones efectivas. Las deficiencias en la infraestructura, la contaminación de las fuentes hídricas, la limitada capacidad financiera y técnica, la baja participación comunitaria, el impacto socioeconómico y en la salud pública, así como la falta de políticas públicas adecuadas, son factores que interrelacionados agravan la problemática del acceso al agua potable en la región.

Abordar estos desafíos requiere un enfoque integral que combine mejoras técnicas, fortalecimiento institucional, y promoción de la participación comunitaria para garantizar la sostenibilidad de los sistemas de agua potable a largo plazo.

Análisis de la Operación Actual de los Sistemas de Agua Potable

Diagnóstico de la Infraestructura

En esta sección, se presentan datos sobre el estado actual de la infraestructura de los sistemas de captación, tratamiento y distribución de agua en la zona rural de Babahoyo. Esto incluye un análisis de la antigüedad de los equipos, su capacidad y eficiencia.

Tabla 11

Diagnóstico de infraestructura por comunidad

COMUNIDAD	FUENTE DE AGUA	CAPACIDAD DE CAPTACIÓN (L/S)	ESTADO GENERAL DEL SISTEMA	EFICIENCIA DE DISTRIBUCIÓN (%)
Rcto. San Agustín	Pozo Profundo	25	malo	50
Rcto. San José	Pozo Profundo		malo	50

Elaborado por: Izurieta (2024)

Evaluación Financiera

Se analiza el costo operativo de los sistemas de agua, considerando tanto los costos de operación y mantenimiento (O&M) como las fuentes de financiación disponibles

Para realizar una evaluación financiera adecuada en el Informe Técnico de la **Evaluación de la Operación Autosustentable de Sistemas de Agua Potable para la Zona Rural de Babahoyo**, es importante definir los parámetros clave que permitan analizar la viabilidad económica de estos sistemas. A continuación, se detallan los principales parámetros financieros que deben ser considerados:

Costos de Operación y Mantenimiento (O&M)

Este es uno de los parámetros fundamentales para la evaluación financiera. Los costos de operación y mantenimiento de un sistema de agua potable incluyen los gastos recurrentes necesarios para mantener la infraestructura y asegurar la continuidad del servicio. Estos costos suelen incluir:

Costos de energía: Gastos asociados al bombeo y distribución de agua.

Costo de personal: Sueldos de los operadores, técnicos y personal administrativo.

Mantenimiento preventivo y correctivo: Gastos asociados a la reparación de equipos, reemplazo de piezas y mejoras técnicas.

Insumos para el tratamiento del agua: Productos químicos (cloro, floculantes, etc.) y otros materiales necesarios para garantizar la calidad del agua.

Gastos administrativos: Costos generales relacionados con la gestión del sistema, como facturación, recolección de tarifas y otros gastos operativos.

Ingresos Generados por el Sistema

Los ingresos obtenidos por el sistema provienen principalmente de las tarifas que los usuarios pagan por el servicio de agua. Para evaluar si los ingresos son suficientes para cubrir los costos operativos y de mantenimiento, se debe analizar:

Estructura tarifaria: Determinar si la tarifa actual es suficiente para cubrir los costos de operación y si está ajustada a la capacidad de pago de la población.

Cobertura de pago: El porcentaje de usuarios que paga puntualmente sus tarifas.

Mecanismos de recaudación: Eficiencia en la recolección de pagos y si existen mecanismos para reducir la morosidad.

Subsidios y Apoyos Financieros

En zonas rurales, los sistemas de agua potable pueden depender en parte de subsidios gubernamentales o de organismos no gubernamentales para financiar su operación y mantenimiento. Los subsidios pueden ser:

Subsidios directos: Fondos entregados por el gobierno o instituciones para cubrir parte de los costos operativos.

Subsidios cruzados: Tarifas diferenciadas que permiten que los usuarios con mayores recursos paguen más, subvencionando a los usuarios de bajos ingresos.

Apoyo de organizaciones internacionales o ONGs: Financiamiento externo que contribuya a la operación del sistema o a proyectos de expansión o mejora.

Inversión en Infraestructura.

La inversión en infraestructura es clave para garantizar la sostenibilidad del sistema de agua potable. Este parámetro evalúa la necesidad de inversión a largo plazo para garantizar la renovación y modernización de los equipos y la red de distribución. **Incluye:**

Reparación y reposición de equipos: Costos futuros para reemplazar equipos antiguos, como bombas, tuberías, y plantas de tratamiento.

Ampliación de la red de distribución: Evaluar si se requiere expandir la cobertura para atender a una población creciente.

Proyectos de mejora: Implementación de tecnologías más eficientes, como sistemas de medición, reducción de pérdidas de agua, etc.

Financiamiento a Largo Plazo

Es importante analizar la capacidad del sistema de agua para acceder a fuentes de financiamiento a largo plazo, como préstamos o créditos. Los parámetros relacionados con el financiamiento incluyen:

Capacidad de endeudamiento: Evaluar si el sistema tiene la capacidad de tomar préstamos y devolverlos sin comprometer su sostenibilidad.

Tasa de interés y términos del financiamiento: Condiciones bajo las cuales se podrían obtener fondos adicionales para la mejora o expansión del sistema.

Tasa de Recuperación de Costos

La tasa de recuperación de costos mide qué porcentaje de los costos totales del sistema (incluyendo costos de operación, mantenimiento e inversión) es cubierto por los ingresos generados. Este parámetro es clave para evaluar la autosustentabilidad financiera:

Tasa de recuperación total: Ingresos generados a través de tarifas frente a los costos totales del sistema.

Tasa de recuperación operativa: Ingresos generados que cubren los costos operativos y de mantenimiento.

Evaluación del Riesgo Financiero

En la evaluación financiera es importante considerar el riesgo asociado con la operación del sistema de agua potable, tales como:

Riesgo de fluctuaciones en costos de energía: Variaciones en el precio de la energía que impacten los costos operativos.

Riesgo de morosidad: Alta proporción de usuarios que no paguen sus tarifas.

Riesgo de dependencia de subsidios: Si el sistema depende en gran medida de subsidios externos, puede volverse insostenible si estos subsidios se reducen o desaparecen.

Proyección Financiera.

Es fundamental realizar proyecciones financieras para los próximos 5 a 10 años como mínimo, considerando:

Proyecciones de ingresos: Basadas en el crecimiento poblacional, cambios en tarifas y cobertura, estos cambios deben establecerse se ejecuten para cada 3 años como máximo.

Proyecciones de costos: Estimaciones sobre el aumento en los costos de operación, mantenimiento y renovación de infraestructura.

Análisis de escenarios: Proyección bajo diferentes escenarios de crecimiento, tarifa, y financiación.

Relación Costo-Beneficio

Este análisis mide si los beneficios económicos, sociales y ambientales generados por el sistema de agua superan los costos de operación y mantenimiento. Este parámetro puede incluir:

Beneficios directos: Mejora de la calidad del agua, reducción de enfermedades relacionadas con el agua y ahorro de costos para la comunidad.

Beneficios indirectos: Impactos positivos en la productividad local, salud pública, y bienestar comunitario.

Tabla 12

Costos generales de operación y mantenimiento

Concepto	Costo anual USD	
Energía Eléctrica	\$	6.000,00
Insumos	\$	3.600,00
Mantenimientos Preventivos	\$	2.000,00
Mantenimientos Correctivos	\$	2.000,00
Personal Técnico	\$	6.000,00
Personal Administrativo	\$	6.000,00
Costos de oficina	\$	1.800,00
Total de pagos	\$	27.400,00

Elaborado por: Izurieta (2024)

Tabla 13

Ingresos y financiamiento

Concepto	Costo anual USD	
Recaudación de Tarifas	\$	29.400,00
Subsidios	\$	2.000,00
Gubernamentales		
ONG	\$	2.000,00
Total de ingresos	\$	33.400,00

Elaborado por: Izurieta (2024)

Estos parámetros proporcionan una visión clara sobre la salud financiera que podría tener un sistema de agua potable, al tener una tarifa de cobro de agua por vivienda de 5,00 USD y con cierta ayuda por medio subsidios o ayudas

internacionales, permitiendo tomar decisiones informadas sobre su operación y sostenibilidad a largo plazo.

Fortalecimiento de la participación comunitaria

Capacitación y empoderamiento de la comunidad.

Capacitar a la comunidad en la operación y mantenimiento básico del sistema de agua potable. Las juntas administradoras de los sistemas de agua se encargan de forma empírica de gestionar el sistema localmente, asegurando la participación directa de los beneficiarios.

Fomentar la educación ambiental para que la población rural de Babahoyo valore el uso eficiente del agua y se comprometa a proteger las fuentes hídricas y no exista el desperdicio del líquido vital.

Participación en la toma de decisiones.

Establecer mecanismos participativos para que la comunidad forme parte de la toma de decisiones sobre las tarifas, inversiones en infraestructura y el manejo del recurso hídrico, promoviendo la transparencia y el sentido de pertenencia.

Programas de socialización y educación comunitaria.

Desarrollar campañas de educación sobre el uso responsable del agua y la importancia del pago de tarifas, subrayando la relación entre el uso adecuado del sistema y la sostenibilidad a largo plazo.

Fomentar actividades comunitarias que promuevan la conservación de las fuentes hídricas, como reforestación y control de la contaminación en las áreas circundantes.

Gestión integrada de recursos hídricos.

Protección de fuentes hídricas.

Implementar programas para la protección y conservación de las fuentes de agua que abastecen a los sistemas rurales. Esto incluye la gestión adecuada de las cuencas hidrográficas, la reforestación de zonas clave y la reducción de actividades agrícolas o industriales que puedan contaminar o agotar los recursos hídricos.

Promover prácticas agrícolas sostenibles en las comunidades para reducir el impacto sobre los cuerpos de agua, disminuyendo el uso de pesticidas y fertilizantes que pueden contaminar las fuentes.

Optimización del uso del agua

Fomentar el uso eficiente del agua mediante la instalación de sistemas de micro medición y la promoción de tecnologías que reduzcan el consumo inadecuado en el hogar.

Implementar sistemas de captación de agua de lluvia para complementar el abastecimiento en áreas rurales, reduciendo la dependencia exclusiva de los sistemas de agua potable convencionales.

Planificación de contingencias.

Desarrollar un plan de contingencia ante sequías o emergencias que garantice el suministro de agua potable en situaciones críticas. Esto podría incluir la creación de reservas de agua o la implementación de planes de racionamiento temporal en caso de escasez.

Innovación y uso de tecnologías sostenibles.

Energía renovable.

Considerar el uso de energías renovables (como energía solar o eólica) para el bombeo y tratamiento del agua, reduciendo así los costos operativos relacionados con el consumo de energía eléctrica convencional y mejorando la autosustentabilidad del sistema.

Implementar sistemas de bombeo solar en áreas rurales remotas donde el acceso a la red eléctrica sea limitado, lo que garantizaría un suministro constante de agua sin interrupciones por falta de energía.

Monitoreo del consumo.

Instalar medidores de agua para monitorear el consumo de cada usuario y reducir el desperdicio, así como identificar fugas en el sistema de distribución. Esto fomentará una cultura de pago por uso y ayudará a optimizar la gestión financiera.

Estrategias para la operación autosustentable de los sistemas de agua potable (AA.PP.) en la zona rural de Babahoyo

Para garantizar la operación autosustentable de los sistemas de agua potable (AA.PP.) en la zona rural de Babahoyo, es esencial implementar una serie de mejoras y estrategias que aborden las áreas clave de operación, mantenimiento, participación comunitaria, financiamiento y gestión de los recursos hídricos. Estas estrategias deben enfocarse en mejorar la eficiencia operativa, garantizar la sostenibilidad financiera, promover la participación comunitaria y preservar los recursos naturales. A continuación, se proponen varias acciones y recomendaciones:

Optimización de la infraestructura y mantenimiento

Mantenimiento preventivo y correctivo

Establecer un plan de mantenimiento preventivo que contemple la revisión periódica de los componentes críticos del sistema de agua (bombas, tuberías, válvulas, etc.). Esto evitará costosas reparaciones emergentes y prolongará la vida útil de los equipos.

Crear un sistema de inventario de repuestos para garantizar la disponibilidad de componentes clave y evitar interrupciones prolongadas en el servicio cuando se presenten fallas.

Actualización y modernización de la infraestructura.

Implementar tecnologías más eficientes y sostenibles, como bombas de bajo consumo energético, sistemas de tratamiento más efectivos y redes de distribución optimizadas. Esto reducirá los costos operativos y mejorará la calidad del servicio.

Identificar las zonas con mayores problemas de pérdidas de agua e implementar programas de reducción de fugas mediante la instalación de equipos de monitoreo y reparación de tuberías.

Sistemas de monitoreo y control

Implementar sistemas de telemetría y monitoreo remoto que permitan supervisar en tiempo real el funcionamiento de las bombas, niveles de almacenamiento, y caudales de entrada y salida. Esto ayudará a anticipar problemas y reducir costos de mantenimiento.

Realizar auditorías periódicas para evaluar el estado de la red de distribución, las plantas de tratamiento y la infraestructura en general, asegurando que se realicen las intervenciones necesarias.

Gestión financiera sostenible.

Estructura tarifaria justa y sostenible.

Revisar y ajustar la estructura tarifaria de manera que los usuarios puedan pagar tarifas justas que reflejen el costo real de operación y mantenimiento del sistema, asegurando al mismo tiempo que las tarifas sean accesibles para las familias de bajos ingresos.

Implementar un sistema de tarifas escalonadas que permita cobrar más a los usuarios que consumen mayores volúmenes de agua, generando así ingresos adicionales y promoviendo el uso eficiente del recurso.

Mecanismos de cobro eficientes

Modernizar el sistema de recaudación para garantizar que el proceso de pago sea más eficiente y reducir la morosidad. Esto podría incluir la adopción de sistemas electrónicos de pago, tales como aplicaciones móviles o transferencias bancarias.

Establecer incentivos para el pago puntual de tarifas, como descuentos o bonificaciones, y aplicar sanciones para usuarios morosos, promoviendo así una cultura de responsabilidad.

Diversificación de fuentes de financiamiento

Buscar fondos de cooperación internacional y apoyos gubernamentales para financiar proyectos de expansión o mejora de la infraestructura, sobre todo para la implementación de tecnologías de eficiencia hídrica y energética.

Involucrar al sector privado mediante alianzas público-privadas (APP) que aporten financiamiento y conocimientos técnicos, a cambio de participar en la gestión de ciertos componentes del sistema.

CONCLUSIONES

La evaluación de los sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo revela que la infraestructura existente presenta deficiencias significativas, desde su captación, red de distribución, así como en los distintos equipos conformantes de estos sistemas. Estas carencias afectan negativamente la continuidad del servicio y la calidad del agua suministrada a las comunidades rurales. Las fallas en el mantenimiento y la obsolescencia de la infraestructura son factores clave que comprometen la sostenibilidad de estos sistemas a largo plazo.

El análisis mostró que la mayoría de los sistemas de agua potable carecen de un plan de mantenimiento preventivo bien estructurado, lo que resulta en interrupciones frecuentes del servicio y elevados costos de mantenimientos correctivos. La ausencia de personal capacitado para realizar el mantenimiento regular, agrava el problema, ya que los sistemas se deterioran rápidamente, reduciendo su vida útil y aumentando la vulnerabilidad ante fallas técnicas.

La autosustentabilidad financiera de los sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo está en riesgo debido a la insuficiencia de los ingresos generados por las tarifas de agua. La estructura tarifaria actual no cubre los costos de operación y mantenimiento, lo que obliga a depender de subsidios y apoyo externo. Además, la morosidad entre los usuarios y la falta de mecanismos de recaudación eficientes incrementan el déficit financiero de los sistemas, comprometiendo su viabilidad a largo plazo.

El involucramiento de la comunidad en la gestión de los sistemas de agua potable es limitado. La falta de capacitación y empoderamiento de los usuarios reduce su compromiso con el pago de tarifas y el mantenimiento de la infraestructura. La creación de comités de agua que gestionen localmente los sistemas y la educación sobre la importancia del uso adecuado del agua son necesarias para asegurar una mayor corresponsabilidad y sostenibilidad social.

Las fuentes de agua en la zona rural de Babahoyo son en su mayoría subterráneas y presentan una calidad aceptable para el abastecimiento, aunque están expuestas a la presencia de hierro y manganeso que son minerales que producen incrustaciones en las paredes internas de las tuberías, disminuyendo caudal y

presión, aparte siempre existe la posibilidad que exista la disminución de caudales durante las temporadas secas, ya que los niveles de los acuíferos subterráneos bajan también sus niveles. La falta de medidas de conservación y protección de estas fuentes amenaza la sostenibilidad a largo plazo del suministro de agua potable. Es necesario implementar acciones de reforestación y protección de cuencas hidrográficas para garantizar la disponibilidad de agua en el futuro.

La implementación de tecnologías sostenibles, como bombas solares y sistemas de tratamiento más eficientes, puede reducir significativamente los costos operativos y mejorar la autosuficiencia de los sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo.

Las energías renovables presentan una opción viable para zonas rurales con acceso limitado a la red eléctrica, permitiendo una operación continua y más económica.

Estas conclusiones son fundamentales para asegurar que los sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo puedan operar de manera autosustentable, garantizando el acceso continuo al agua potable para las generaciones actuales y futuras.

RECOMENDACIONES

Es fundamental que los sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo cuenten con un plan de mantenimiento preventivo que asegure la revisión periódica y el reemplazo de componentes críticos como bombas, válvulas, y redes de distribución. Este plan debe estar acompañado de la capacitación técnica del personal local encargado de la operación del sistema, lo que permitirá prolongar la vida útil de la infraestructura y reducir los costos asociados a reparaciones emergentes.

Establecer una estructura tarifaria sostenible y equitativa para asegurar la autosustentabilidad financiera, se recomienda revisar la estructura tarifaria actual, estableciendo tarifas que cubran los costos de operación y mantenimiento, sin dejar de ser accesibles para los usuarios. Una opción es implementar tarifas escalonadas, en las que aquellos que consumen mayores volúmenes de agua paguen tarifas más altas. Además, se deben fortalecer los mecanismos de recaudación, como el uso de tecnologías para pagos electrónicos, a fin de reducir la morosidad.

Fomentar la creación de comités de agua comunitarios permitirá una mayor corresponsabilidad de los usuarios en la gestión del sistema. Estos comités deben ser capacitados en el manejo y operación básica de los sistemas, así como en la toma de decisiones relacionadas con el uso eficiente del agua. La participación activa de la comunidad contribuirá a la sostenibilidad social del sistema, promoviendo el compromiso en el pago de tarifas y el cuidado de la infraestructura.

Se recomienda la introducción de tecnologías sostenibles, como bombas solares, sistemas de tratamiento eficientes y redes de distribución optimizadas, que reduzcan los costos operativos y minimicen el impacto ambiental. Las energías renovables, como la energía solar, pueden ser una opción viable en zonas rurales con acceso limitado a la red eléctrica, lo que garantizará un suministro continuo de agua con menores costos a largo plazo.

Es prioritario proteger y conservar las fuentes de agua que abastecen a las comunidades rurales. Se recomienda implementar programas de conservación de cuencas hidrográficas, incluyendo la reforestación y el control de actividades agrícolas e industriales que puedan comprometer la calidad y cantidad del agua disponible.

Además, se deben fortalecer las acciones de monitoreo y control de la contaminación para evitar la degradación de las fuentes de agua.

La instalación de medidores de agua permitirá tener un control más efectivo del consumo de los usuarios y fomentar el uso eficiente del recurso. Esto facilitará la identificación de pérdidas y fugas en la red, reduciendo el desperdicio de agua y optimizando la gestión del sistema. Asimismo, se debe capacitar a la población en el uso responsable del agua, promoviendo una cultura de ahorro y conservación.

Se recomienda explorar nuevas fuentes de financiamiento, como fondos de cooperación internacional y alianzas público-privadas, que puedan contribuir con recursos para la mejora de los sistemas de agua potable. Estos fondos pueden destinarse a la modernización de la infraestructura, la adquisición de tecnologías sostenibles y la capacitación del personal encargado de la operación y mantenimiento.

Es esencial diseñar planes de contingencia que contemplen acciones para enfrentar situaciones críticas, como sequías, fallas técnicas o emergencias naturales que puedan interrumpir el suministro de agua. Estos planes deben incluir medidas temporales como el racionamiento de agua y la utilización de fuentes alternativas, asegurando que las comunidades tengan acceso continuo al agua potable durante las contingencias.

Estas recomendaciones son cruciales para asegurar la operación autosustentable de los sistemas de agua potable en la zona rural de Babahoyo. La implementación de un enfoque integral que combine mejoras técnicas, financieras y sociales garantizará que los sistemas sean capaces de satisfacer las necesidades de agua de las comunidades de manera eficiente y sostenible a largo plazo.

Referencias Bibliográficas

- Barber, C. P., Cochrane, M. A., Souza Jr., C. M., & Laurance, W. F. (2014). Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation*, 203-209.
- Cabrera-Barbecho, F., & Sarmiento, J. P. (2023). Exploring technical efficiency in water supply: Evidence from Ecuador
- Canteiro, M., Córdova-Tapia, F., & Brazeiro, A. (2018). Tourism impact assessment: A tool to evaluate the environmental impacts of touristic activities in Natural Protected Areas. *Tourism Management Perspectives*, 220-227.
- Čičković, M. (2016). Influence of Human Behaviour on Geometric Road Design. *6th Transport Research Arena*, 4364-4373. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146516303647>
- Davey, N., Dunstall, S., & Halgamuge, S. (2017, abril). *Optimal road design through ecologically sensitive areas considering animal migration dynamics*. Obtenido de sciencedirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X17300566>
- García Ramírez, Y., Zárate, B., Segarra, S., & González, J. (2017, octubre). *Variación Diaria y Horaria de la Velocidad de Operación en Carreteras Rurales de Dos Carriles en el Cantón Loja*. Obtenido de scielo: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v40n1/2477-8990-rpolit-40-01-00045.pdf>
- Herrador Martínez, R. (2015, febrero 5). *Análisis del comportamiento, en condiciones de uso de tráfico real, de firmes contruidos con capas de material procedente de residuos de construcción y demolición*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de Granada: <http://digibug.ugr.es/handle/10481/39893>
- INAMHI. (2001). *Anuario Meteorológico 1997*. Quito.

- Ioannidou, D., Meylan, G., Sonnemann, G., & Habert, G. (2017). Is gravel becoming scarce? Evaluating the local criticality of construction. *Resources, Conservation & Recycling*, 25–33.
- Jiménez, P. d. (2016, abril). *Significancia de la seguridad vial en un desarrollo sostenible. Análisis del escenario multirriesgo*. Obtenido de Repositorio institucional de la Universidad Católica de Murcia:
<http://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/2159/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Liu, Y. J., Hu, J. M., Wang, T. W., Cai, C. F., Li, Z. X., & Zhang, Y. (2015). Effects of vegetation cover and road-concentrated flow on fillslope. *Catena*.
- Lopez Lambas, M. E., & Ricci, S. (2014, diciembre 19). *Planning and Management of Mobility in Natural Protected Areas*. Obtenido de ScienceDirect:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814063149>
- Mallick, R., Radzicki, M., Zaumanis, M., & Frank, R. (2014). Use of system dynamics for proper conservation and recycling of aggregates for sustainable road construction. *Resources, Conservation and Recycling*, 61-73.
- Moreno Álvarez, J. P. (2018, enero). *Estudio comparativo de sostenibilidad en carreteras mexicanas*. Obtenido de UPCommons. Portal de acceso abierto al conocimiento de la Universidad Politecnica de Cataluña:
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/118139/TFM_JavierPe%C3%81rez.pdf
- Onofa Guayasamín, S. Á. (2017). *Propuesta metodológica para la gestión de áreas protegidas en el Ecuador*. Obtenido de Repositorio institucional Universidad de Extremadura:
http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/6472/TDUEx_2017_Onofa_Guayasamin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Posada Henao, J. J., Cadavid Agudelo, S., & Castro Gómez, L. (2014). Consistencia en el diseño: predicción de la velocidad de operación en carreteras. *Ingeniería solidaria*, 10(17), 39-47.

- Puodziukas, V., Svarpliene, A., & Braga, A. (2016). Measures for sustainable development of road network. *6th. de Transport Research Arena*, 965 – 972.
- Rivadeneira-Núñez, G. (2013). Los sentidos y las representaciones de la práctica comunitaria en juntas de agua... Manglaralto (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana.
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas. (s.f.). *Area Nacioal de Recreación Parque Lago*. Obtenido de Áreas Protegidas:
<http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/%C3%A1rea-nacional-de-recreaci%C3%B3n-parque-lago>
- Szeto, W. Y., Jiang, Y., Wang, D. W., & Sumalee, A. (2015). A Sustainable Road Network Design Problem with Land Use Transportation Interaction over Time. *Networks and Spatial Economics*, 791–822.
- Tarimo, M., Wondimua, P., Odecka, J., Lohnea, J., & Lædrea, O. (1917, noviembre). *Sustainable roads in Serengeti National Park: - gravel roads construction and maintenance*. Obtenido de ScienceDirect:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050917322366>
- Trenouth, W. R., Gharabaghi, B., & Farghaly, H. (2017). Enhanced roadside drainage system for environmentally sensitive areas. *Science of the Total Environment*, 613-622.
- Tverijonaite, E., Ólafsdóttir, R., & Thorsteinsson, T. (2018). Accessibility of protected areas and visitor behaviour: A case study from. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 1–10.
- Vandanjon, P.-O., Vinot, E., Cerezo, V., Coiret, A., Dauvergne, M., & Bouteldja, M. (2019). *Longitudinal profile optimization for roads within an eco-design framework*. Obtenido de science direct:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920918306655>
- Xie, Y. (2019). *Protected Area*. Obtenido de Science Direct:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012409548910586X>