

Sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias



Diagnóstico técnico y funcional para la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias para consumo humano en el Resguardo Unuma

Ingrid Allenson Flórez Martínez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

03 de febrero de 2025

Sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias

Diagnóstico técnico y funcional para la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias para consumo humano en el Resguardo Unuma

Ingrid Allenson Flórez Martínez

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor(a)

Sergio Andrés Zabala Vargas

Doctor en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

03 de febrero de 2025

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de figuras	6
Lista de anexos.....	7
Resumen	8
Introducción.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 Descripción del problema.....	13
1.2 La pregunta de investigación.....	14
1.3 Los objetivos de investigación	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.4 Justificación de la investigación.....	15
2. MARCO DE REFERENCIA.....	17
2.1 Marco de Antecedentes	17
2.2 Marco Teórico.....	20
2.3 Marco normativo.....	22
3. METODOLOGÍA	23
3.1 Enfoque y alcance de la investigación	23
3.2 Población y muestra	24
3.2.1 Definición de la población.....	24
3.2.2 Cálculo y selección de la muestra	25
3.3 Instrumento(s).....	26
3.3.1 Encuestas.....	26
3.3.2 Entrevistas.....	30
3.4 Descripción de procedimientos.....	32
3.4.1 Preparación Previa	32
3.4.2 Aplicación de Encuestas	33

Sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias

3.4.3	Aplicación de entrevistas	34
3.4.4	Recolección de datos y análisis	35
3.4.5	Retroalimentación y ajustes.....	35
3.5	Análisis de información	35
3.5.1	Recolección de datos.....	35
3.5.2	Herramientas informáticas y software.....	36
3.5.3	Procedimiento de análisis	37
3.5.4	Interpretación y presentación de resultados.....	39
3.6	Consideraciones éticas	39
3.6.1	Análisis de consideraciones éticas	39
3.6.2	Instrumentos de aceptación y autorización.....	41
4	HIPÓTESIS.....	42
4.1	Las variables.....	43
4.1.1	Variable(s) independiente(s).....	43
4.1.2	Variable(s) dependiente(s).....	43
4.2	Planteamiento de hipótesis	44
5	RESULTADOS	45
5.1	Resultado y análisis del instrumento.....	45
5.1.1	Análisis de datos cuantitativos (Encuesta).....	45
5.1.2	Análisis de datos cualitativos (Entrevista).....	52
5.1.3	Análisis de resultados.....	54
5.2	Propuesta al sector	63
5.3	Discusión.....	66
6	CONCLUSIONES.....	68
7	Referencias.....	72

Sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias

Lista de tablas

Tabla 1. Análisis de datos cuantitativos.....	45
---	----

Lista de figuras

Figura 1. Pregunta No. 1 ¿Cuántos miembros viven en su hogar?	47
Figura 2. Pregunta No. 2 ¿De qué fuente obtiene principalmente el agua para su consumo diario?	47
Figura 3. Pregunta No. 3 ¿Con qué frecuencia tiene acceso al agua potable?.....	48
Figura 4. Pregunta No. 4 ¿Ha tenido problemas con la calidad del agua que consume?	48
Figura 5. Pregunta No. 5 ¿Está dispuesto a utilizar sistemas de captación de agua lluvia para el consumo humano?	49
Figura 6. Pregunta No. 6 ¿Qué tan informados está usted sobre el tratamiento y potabilización del agua de lluvia?	50
Figura 7. Pregunta No. 7 ¿Qué tan importante es para usted tener acceso a agua potable limpia y segura?	50
Figura 8. Pregunta No. 8 ¿Está dispuesto a participar en el mantenimiento de un sistema de captación de agua lluvia si se implementa en su comunidad?	51
Figura 9. Pregunta No. 9 ¿Qué recursos considera necesarios para implementar un sistema de captación de agua lluvia en su hogar o comunidad?.....	52
Figura 10. Análisis de datos cualitativos (Entrevista)	53

Lista de anexos

Anexo 1. Formato de encuesta.....	28
Anexo 2. Formato de entrevista.....	31

Resumen

El acceso a agua potable segura es una de las principales dificultades que enfrenta la comunidad del Resguardo Unuma, ubicada en una región rural de Colombia. Las fuentes disponibles para el consumo de agua, como pozos y fuentes subterráneas, presentan problemas de calidad y disponibilidad, lo que pone en riesgo la salud de los habitantes. A pesar de la alta pluviosidad en la zona, el aprovechamiento de las aguas lluvias como fuente alternativa de agua potable no ha sido implementado.

Este proyecto adoptó un enfoque metodológico tanto cualitativo como cuantitativo para evaluar la viabilidad de implementar sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias. Se realizó una encuesta a 67 miembros de la comunidad, lo que permitió obtener información cuantitativa sobre las fuentes de agua, el acceso y la disposición a adoptar nuevas soluciones. Además, se realizaron 20 entrevistas cualitativas para profundizar en la percepción y los conocimientos de la comunidad sobre los problemas de agua y las posibles soluciones. Asimismo, se llevó a cabo un análisis técnico que incluyó el estudio de las condiciones climáticas, la infraestructura existente y la calidad del agua.

Los resultados cuantitativos revelaron que la mayoría de los habitantes obtiene agua de pozos y fuentes subterráneas, con un acceso irregular a agua potable. El 100% de los encuestados considera esencial el acceso a agua potable limpia, y todos están dispuestos a implementar sistemas de captación de aguas lluvias, aunque existe un conocimiento limitado sobre las técnicas de potabilización. Las entrevistas cualitativas reflejaron una disposición general de la comunidad a participar en un programa de capacitación para asegurar el uso adecuado de los sistemas.

La implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias es viable y podría mejorar significativamente la calidad de vida en el Resguardos Unuma. Es crucial desarrollar un programa de sensibilización y capacitación para garantizar la sostenibilidad del proyecto. Además, es necesario asegurar el diseño adecuado de las infraestructuras y la participación activa de la comunidad en todas las etapas del proceso.

Palabras clave: captación de aguas lluvias, potabilización, sistemas no convencionales, acceso al agua potable, Resguardos indígenas, sostenibilidad hídrica.

Abstract

Access to safe drinking water is one of the main challenges faced by the community of the Unuma Resguardo, located in a rural region of Colombia. The available water sources, such as wells and underground sources, face issues of quality and availability, putting the health of the inhabitants at risk. Despite the high rainfall in the area, the use of rainwater as an alternative source of potable water has not been implemented.

This project adopted a methodological approach that combined both qualitative and quantitative research to assess the feasibility of implementing non-conventional rainwater harvesting and purification systems. A survey was conducted with 67 community members, providing quantitative data on water sources, access, and willingness to adopt new solutions. Additionally, 20 qualitative interviews were carried out to explore the community's perceptions and knowledge regarding water issues and potential solutions. A technical analysis was also performed, including the study of climatic conditions, existing infrastructure, and water quality.

The quantitative results revealed that most inhabitants obtain water from wells and underground sources, with irregular access to safe drinking water. 100% of respondents considered access to clean drinking water essential, and all expressed willingness to implement rainwater harvesting systems, although there is limited knowledge about purification techniques. The qualitative interviews showed a general willingness from the community to participate in training programs to ensure the proper use of the systems.

The implementation of non-conventional rainwater harvesting and purification systems is feasible and could significantly improve the quality of life in the Unuma Resguardo. It is crucial to develop an awareness and training program to ensure the sustainability of the project. Additionally, it is necessary to ensure the proper design of infrastructure and active community participation in all stages of the process.

Keywords: rainwater harvesting, water purification, non-conventional systems, access to drinking water, indigenous reserves, water sustainability.

Introducción

El acceso al agua potable es un derecho fundamental, sin embargo, muchas comunidades en zonas rurales, como el Resguardo Alto Unuma, enfrentan desafíos significativos para asegurar una fuente constante y segura de agua potable. En este contexto, la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias emerge como una solución sostenible y eficiente, especialmente en regiones donde las infraestructuras tradicionales no son viables o son de difícil acceso. El presente proyecto tiene como objetivo realizar un diagnóstico técnico y funcional para la implementación de estos sistemas en el Resguardo Unuma, con el propósito de asegurar la disponibilidad de agua potable para la comunidad. Para este diagnóstico, es fundamental evaluar las condiciones climáticas y geográficas, así como las necesidades específicas de la población, con el fin de seleccionar las mejores tecnologías y estrategias para la captación y potabilización del agua de lluvia.

En este sentido, diversos estudios han abordado la viabilidad de la captación de aguas lluvias como una fuente alternativa de agua potable. Según Gómez et al. (2018), la implementación de sistemas de captación en áreas rurales ha demostrado una mejora sustancial en la calidad de vida de las comunidades, reduciendo la dependencia de fuentes no tratadas y mejorando la salud pública. Asimismo, García y Pérez (2020) destacan que, además de ser una solución económica, estos sistemas contribuyen a la sostenibilidad al disminuir la presión sobre los recursos hídricos convencionales.

Este documento se estructura en seis capítulos, en el primer capítulo se presentará el planteamiento del problema, detallando las condiciones actuales de acceso al agua en la comunidad y los problemas asociados. El segundo capítulo proporcionará el marco de referencia, donde se analizarán estudios previos y teorías relacionadas con la captación y potabilización de aguas lluvias, así como su aplicabilidad en entornos similares al de el Resguardo Unuma. En el tercer capítulo se describirá la metodología utilizada para llevar a cabo el diagnóstico, incluyendo las técnicas de recolección de datos y los criterios de selección para la evaluación de los sistemas. En el cuarto capítulo se expondrán las hipótesis planteadas, basadas en el análisis inicial de la situación y las posibles soluciones. El quinto capítulo presentará los resultados obtenidos a partir de la implementación de los sistemas y su evaluación en términos de eficiencia

y sostenibilidad. Finalmente, el sexto capítulo se presentarán las conclusiones y recomendaciones derivadas de los hallazgos, planteando posibles mejoras y acciones a seguir para asegurar el éxito del proyecto a largo plazo.

Este trabajo busca ser una base sólida para la toma de decisiones en la implementación de sistemas de captación y potabilización de aguas lluvias en el Resguardado Alto Unuma, promoviendo la mejora en la calidad de vida de sus habitantes.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acceso al agua potable es uno de los principales desafíos para muchas comunidades rurales en el mundo, especialmente en regiones con limitadas infraestructuras de distribución de agua. A nivel global, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 2.000 millones de personas carecen de acceso a agua potable segura, lo que representa una grave amenaza para la salud pública y el bienestar de estas poblaciones (OMS, 2021). Además, diversos estudios a nivel internacional han demostrado que la implementación de estas tecnologías puede reducir la dependencia de fuentes externas de agua y disminuir la vulnerabilidad de las comunidades a las fluctuaciones climáticas (Sánchez & Ruiz, 2020).

En particular, en América Latina, países como México y Brasil han implementado con éxito sistemas de captación de agua de lluvia en comunidades rurales, obteniendo mejoras en la calidad del agua y en la salud de la población (Castro & Fernández, 2021). Estos ejemplos muestran que, si bien existen retos técnicos y logísticos, los beneficios a largo plazo de la captación de aguas lluvias son significativos, tanto en términos de disponibilidad de agua como en términos de sostenibilidad ambiental. Sin embargo, a pesar del creciente interés y la implementación de estos sistemas en diversas regiones del mundo, la falta de un diagnóstico técnico adecuado y la insuficiente capacitación en la operación y mantenimiento de los sistemas son barreras que aún limitan su efectividad en muchos casos (Sánchez et al., 2021).

En el ámbito nacional, Colombia enfrenta desafíos significativos relacionados con la gestión del agua en zonas rurales. Según el informe del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de 2020, más del 30% de las poblaciones rurales no tienen acceso a agua

potable de manera continua, y los problemas de contaminación del agua afectan a muchas de estas comunidades. En el caso específico de las comunidades indígenas como la del Resguardo Alto Unuma, la situación es aún más compleja debido a la falta de acceso a tecnologías adecuadas y a los retos que implica el aislamiento geográfico. La escasez de agua potable y la dependencia de fuentes no tratadas son una preocupación constante para estas poblaciones, lo que incrementa los riesgos de enfermedades gastrointestinales y otras afecciones vinculadas a la calidad del agua (Pérez et al., 2019).

En este contexto, los sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias se presentan como una solución potencialmente efectiva y sostenible para mitigar los problemas de acceso al agua en áreas rurales. Estos sistemas, que aprovechan las precipitaciones locales para recolectar y tratar el agua para consumo humano, han demostrado ser una alternativa viable para mejorar la disponibilidad de agua potable en comunidades que enfrentan dificultades para acceder a fuentes tradicionales (Gómez et al., 2018).

En el Resguardo Unuma, las condiciones geográficas y climáticas particulares de la región ofrecen una oportunidad para la implementación de estos sistemas, pero al mismo tiempo, presentan desafíos que deben ser abordados con un enfoque técnico adecuado. Por lo tanto, el diagnóstico técnico y funcional es crucial para determinar las características óptimas de los sistemas de captación y potabilización que se deben instalar, así como para evaluar las necesidades y capacidades de la comunidad en cuanto a su operación y mantenimiento. La falta de un estudio detallado sobre la viabilidad de estos sistemas en el Resguardo Alto Unuma podría resultar en la subutilización o mal funcionamiento de las tecnologías, lo que afectaría directamente la calidad de vida de los habitantes.

1.1 Descripción del problema

El acceso a agua potable es una de las necesidades básicas más fundamentales para la salud y el bienestar humano. Sin embargo, muchas comunidades en el mundo, especialmente en zonas rurales y áreas aisladas, enfrentan serias dificultades para acceder a este recurso esencial. En Colombia, más de 8 millones de personas en áreas rurales carecen de acceso a agua potable segura, lo que pone en riesgo su salud y calidad de vida. Las fuentes de agua disponibles en estas

zonas, muchas veces, están contaminadas o no son suficientes para cubrir la demanda de las comunidades. (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2022).

El Resguardo Alto Unuma, ubicado en el departamento del Meta, es un ejemplo claro de esta problemática. Esta comunidad indígena enfrenta limitaciones significativas para acceder a agua potable debido a su ubicación geográfica, la falta de infraestructura hídrica adecuada y las dificultades logísticas para implementar soluciones convencionales de captación y distribución de agua. La población del resguardo depende principalmente de fuentes de agua no tratada, como ríos y quebradas cercanas, lo que aumenta el riesgo de enfermedades relacionadas con el agua, como la diarrea y otras infecciones. Además, la temporada seca interrumpe el acceso a agua de calidad, lo que agrava aún más la situación.

Una alternativa prometedora para resolver esta problemática es la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias, que podrían proporcionar una fuente constante y segura de agua potable para estas comunidades. Sin embargo, para garantizar su efectividad, es necesario realizar un diagnóstico técnico y funcional que permita identificar las mejores soluciones adaptadas a las condiciones específicas del Resguardo Alto Unuma, considerando factores como la cantidad de lluvia disponible, la calidad del agua y la capacidad de mantenimiento del sistema. Sin un enfoque adecuado, estas soluciones pueden no cumplir con las expectativas de la comunidad, lo que podría resultar en una solución insostenible a largo plazo.

1.2 La pregunta de investigación

¿Qué características técnicas y funcionales deben tener los sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias para asegurar su viabilidad y sostenibilidad en el Resguardo Alto Unuma?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Realizar un diagnóstico técnico y funcional para la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias en el Resguardo Alto Unuma, con el fin de garantizar el acceso sostenible a agua potable en la comunidad

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar las condiciones del Resguardo Alto Unuma para evaluar la viabilidad de captar aguas lluvias, mediante la recopilación de datos y entrevistas.
- Diseñar un sistema de captación y potabilización de aguas lluvias, seleccionando tecnologías adecuadas y dimensionando su capacidad según las necesidades locales.
- Elaborar un plan de implementación y capacitación, para asegurar el correcto uso y mantenimiento del sistema por parte de la comunidad.

1.4 Justificación de la investigación

El acceso al agua potable es fundamental para el desarrollo humano y el bienestar de las comunidades, y constituye un derecho esencial reconocido a nivel internacional. En este sentido, las comunidades rurales de Colombia, como el Resguardo Unuma, enfrentan serias dificultades en el acceso y gestión del agua potable, lo que incide directamente en su salud y calidad de vida. A pesar de la disponibilidad de recursos hídricos en muchas regiones del país, la falta de infraestructura adecuada y la deficiente gestión del agua siguen siendo problemas críticos. En este contexto, la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias se presenta como una solución viable y sostenible, particularmente en zonas rurales

e indígenas donde las alternativas tradicionales no son factibles debido a las limitaciones económicas y geográficas.

La captación de aguas lluvias ha sido identificada en diversos estudios como una estrategia efectiva para resolver los problemas de escasez y calidad del agua en áreas rurales. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), más de 2.000 millones de personas en el mundo carecen de acceso a agua potable segura, siendo las zonas rurales las más afectadas por esta problemática. En Colombia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2020) señala que el 30% de las poblaciones rurales no cuentan con acceso continuo a agua potable, y muchas dependen de fuentes de agua no tratadas, lo que aumenta el riesgo de enfermedades relacionadas con el agua, como las diarreas y las infecciones gastrointestinales.

Es en este contexto que el Resguardo Unuma, se enfrenta a dificultades específicas en el acceso al agua potable. La localización geográfica y la falta de infraestructura hacen que los sistemas convencionales de distribución de agua sean prácticamente imposibles de implementar. Por lo tanto, el uso de sistemas no convencionales de captación de agua de lluvia no solo representa una opción viable, sino también una estrategia que puede ofrecer una solución a largo plazo para mejorar las condiciones de salud y calidad de vida de los habitantes de esta comunidad.

La implementación de estos sistemas tiene múltiples ventajas. En primer lugar, el aprovechamiento de las precipitaciones locales reduce la dependencia de fuentes externas y minimiza los costos asociados con la infraestructura convencional de distribución de agua (Sánchez & Ruiz, 2020). Además, los sistemas de captación y potabilización de aguas lluvias son sostenibles, ya que utilizan un recurso renovable que está disponible de manera natural y no depende de la construcción de grandes infraestructuras (Gómez et al., 2018).

Así mismo, la implementación de estos sistemas puede contribuir al fortalecimiento de la autonomía de las comunidades, permitiéndoles ser menos vulnerables a factores externos como la sequía o la contaminación de fuentes tradicionales. En este sentido, el Resguardo Unuma, al aprovechar sus propios recursos hídricos, podrá mejorar la autosuficiencia en cuanto al agua potable, lo que a su vez podrá contribuir a la conservación del medio ambiente y a la preservación de sus tradiciones y modos de vida.

Por otro lado, el diagnóstico técnico y funcional es crucial para asegurar que la tecnología seleccionada sea adecuada a las condiciones climáticas y geográficas de la región. Además, este diagnóstico permitirá identificar los posibles obstáculos y desafíos para la implementación efectiva de los sistemas, y garantizar que los sistemas de captación y potabilización sean operados y mantenidos de manera adecuada a largo plazo. De este modo, se garantizará que la inversión en infraestructura de captación de agua de lluvia sea efectiva y duradera.

2. MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia para el presente informe de investigación sobre el “diagnóstico técnico y funcional para la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias en el Resguardo Alto Unuma” se compone de varios elementos clave que proporcionan el contexto teórico y conceptual necesario para abordar la problemática identificada.

2.1 Marco de Antecedentes

- *Sistemas de captación de aguas lluvias para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales de Colombia*: Este trabajo presenta una evaluación de diferentes tecnologías de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Colombia, con el objetivo de garantizar el acceso al agua potable. Se enfoca en la implementación de sistemas de almacenamiento y tratamiento básico, como filtros de arena y desinfectantes, para mejorar la calidad del agua. Se demuestra que el uso de agua lluvia como fuente primaria de consumo humano puede ser una alternativa viable, pero requiere un seguimiento continuo de la calidad del agua y el mantenimiento adecuado de los sistemas. *Callejas, A., et al. (2014)*.
- *Evaluación de sistemas de potabilización de aguas lluvias en comunidades rurales en América Latina*: Este estudio evalúa la efectividad de varios métodos de tratamiento de aguas lluvias, como la filtración, la decantación y la cloración, implementados en comunidades rurales en América Latina. Se encontró que las tecnologías más efectivas en

términos de costo y eficiencia son los filtros de arena y las unidades de tratamiento por cloración. Sin embargo, se señala la importancia de realizar capacitaciones comunitarias para el correcto uso y mantenimiento de estos sistemas. *Gómez, J., et al. (2015).*

- *Alternativas sostenibles para la captación de agua lluvia en comunidades rurales de México:* El artículo describe el uso de sistemas de captación de agua lluvia sostenibles en México, destacando las técnicas de almacenamiento mediante cisternas y la posterior filtración mediante filtros de carbón activado. La investigación resalta la importancia de adaptar las tecnologías a las condiciones locales, como la disponibilidad de materiales y la variabilidad climática. También se exploran los beneficios sociales de estas soluciones, especialmente la mejora en la salud pública y la reducción de enfermedades transmitidas por el agua. *Fernández, M., & Díaz, A. (2016).*
- *Tecnologías emergentes para el tratamiento de agua lluvia en áreas rurales:* El trabajo aborda el uso de tecnologías emergentes, como los sistemas fotocatalíticos y la ozonización, para el tratamiento de aguas lluvias en zonas rurales. A pesar de los costos iniciales más elevados, se argumenta que estas tecnologías podrían ofrecer soluciones más efectivas a largo plazo para asegurar la potabilidad del agua, especialmente en áreas con altos niveles de contaminación. El estudio también discute los retos de implementación y aceptación comunitaria. *Martínez, S., et al. (2017).*
- *Estudio de sistemas híbridos de captación y potabilización de aguas lluvias para comunidades indígenas en Ecuador:* Este estudio propone la integración de tecnologías híbridas (sistemas de captación de agua lluvia combinados con purificadores solares) como una solución adecuada para las comunidades indígenas en Ecuador. Se presenta una evaluación técnica y económica de los sistemas híbridos, demostrando su viabilidad en términos de costos y efectividad. El trabajo destaca también la importancia de la participación comunitaria en la planificación y mantenimiento de los sistemas. *Sánchez, P., et al. (2018).*
- *Impacto de la captación de aguas lluvias en la salud pública en comunidades rurales de Colombia.* Este artículo analiza los beneficios directos de la captación de aguas lluvias en

términos de salud pública en comunidades rurales colombianas. Se observa una disminución significativa de enfermedades gastrointestinales tras la implementación de sistemas de captación y potabilización de agua lluvia. Sin embargo, se subraya la necesidad de monitorear y evaluar constantemente la calidad del agua y los procesos de desinfección para evitar riesgos. *Ramírez, L., et al. (2019).*

- *Modelos de sostenibilidad en la gestión del agua lluvia en zonas rurales de Guatemala"*: Este estudio propone modelos sostenibles de gestión del agua lluvia en comunidades rurales guatemaltecas, con énfasis en la optimización de los recursos y la inclusión de las comunidades en el proceso. A través de un análisis de costos y beneficios, se observa que los sistemas de captación y tratamiento de agua lluvia pueden reducir la dependencia de fuentes de agua costosas y aumentar la resiliencia de las comunidades ante sequías. *López, R., & Pérez, A. (2020).*
- *Integración de tecnologías verdes para la potabilización de agua lluvia en comunidades rurales de América Latina*: Este artículo analiza la integración de tecnologías verdes como la filtración por arena y la utilización de plantas acuáticas en el tratamiento de aguas lluvias. Se concluye que estas soluciones ofrecen un enfoque económico y ecológico, adaptado a las condiciones rurales. Además, se resalta la importancia de la capacitación local y la colaboración entre las autoridades locales y las comunidades para asegurar la sostenibilidad de los proyectos. *Gutiérrez, F., et al. (2021).*
- *Evaluación y mejora de los sistemas de potabilización de agua lluvia en comunidades rurales en Centroamérica*: Este estudio examina la efectividad de diferentes tecnologías de potabilización de agua lluvia en comunidades rurales de Centroamérica, enfocándose en los sistemas de filtración de bajo costo, como los filtros cerámicos y los sistemas de purificación mediante luz ultravioleta. Los resultados muestran una mejora significativa en la calidad del agua, aunque se destacan la importancia de la capacitación y el mantenimiento preventivo de los sistemas. *Ortiz, C., et al. (2022).*

2.2 Marco Teórico

- Sistemas no convencionales de captación de aguas lluvias: Los sistemas no convencionales de captación de aguas lluvias están definidos por su capacidad para integrar tecnologías o metodologías alternativas, generalmente de bajo costo y fácil mantenimiento, para almacenar y tratar el agua lluvia. A diferencia de los sistemas convencionales, que dependen de grandes infraestructuras y tecnologías complejas, estos sistemas buscan aprovechar recursos locales y adecuados a las condiciones de las comunidades.

Los sistemas de captación más comunes incluyen el uso de tejados, canaletas, cisternas, y filtros que permiten almacenar el agua lluvia para su posterior uso. De acuerdo con García et al. (2016), los sistemas de captación no convencionales son altamente eficientes cuando se implementan con tecnologías adecuadas para cada contexto, como filtros de arena, biofiltros y unidades de desinfección con luz ultravioleta o cloración.

- Captación y potabilización de aguas lluvias: La captación de agua de lluvia se refiere a la recolección de agua que cae del cielo y su almacenamiento para su uso posterior. Esta técnica puede ser especialmente valiosa en regiones con escasa disponibilidad de agua potable o en comunidades con infraestructura limitada. Los métodos convencionales incluyen sistemas de captación en techos y superficies impermeables, mientras que los métodos no convencionales abarcan innovaciones adaptadas a contextos específicos.
- Superficies de captación: Son la principal fuente de recolección del agua lluvia. Su diseño debe garantizar que el agua recolectada sea lo más limpia posible. Se utilizan superficies de techos de viviendas, instalaciones o cobertizos. (Fitzpatrick et al., 2015).
- Canaletas y tuberías: Se emplean para canalizar el agua recolectada desde los tejados hasta los sistemas de almacenamiento. La instalación de canaletas adecuadas es crucial para evitar la contaminación del agua por la acumulación de suciedad o residuos en las superficies de captación. (Fitzpatrick et al., 2015).

- Tanques de almacenamiento: Son necesarios para almacenar el agua lluvia captada. Existen cisternas de diversos tamaños y materiales (plástico, concreto) que deben estar bien selladas para evitar la contaminación y la proliferación de mosquitos o bacterias. (Fitzpatrick et al., 2015).
- Filtración por arena: Este sistema emplea un medio de filtración compuesto por arena, grava y carbón activado para eliminar impurezas físicas y biológicas. Es una de las tecnologías más accesibles y utilizadas en áreas rurales (Mendoza et al., 2017).
- Desinfección mediante cloración: La cloración es uno de los métodos más antiguos y efectivos para la eliminación de patógenos en el agua. Consiste en añadir una pequeña cantidad de cloro al agua para matar microorganismos patógenos (Fitzpatrick et al., 2015).
- Purificación por luz ultravioleta (UV): Este proceso emplea luz ultravioleta para destruir el ADN de los microorganismos patógenos presentes en el agua, impidiendo su reproducción y, por lo tanto, su capacidad para causar enfermedades (Carrillo et al., 2020).
- Beneficios de la captación y potabilización de aguas lluvias en comunidades indígenas: La implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias en comunidades indígenas, como el Resguardo Unuma, ofrece una serie de beneficios tanto técnicos como sociales. En primer lugar, mejora el acceso a agua potable, reduciendo la dependencia de fuentes de agua contaminadas y costosas, lo cual se traduce en una mejora significativa en la salud pública, tal como se ha documentado en estudios realizados por Ramírez et al. (2019).

2.3 Marco normativo

- Ley 373 de 1997 El Congreso de Colombia decreta

Artículo 1. Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. Gobierno de Colombia. (1997).

Artículo 2. Contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua. El programa de uso eficiente y ahorro de agua, será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa.

- Decreto 1575 DE 2007 por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Artículo 1°. Objeto y campo de aplicación. El objeto del presente decreto es establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada. Gobierno de Colombia. (2007).

Aplica a todas las personas prestadoras que suministren o distribuyan agua para consumo humano, ya sea cruda o tratada, en todo el territorio nacional, independientemente del uso que de ella se haga para otras actividades económicas, a las direcciones territoriales de salud, autoridades ambientales y sanitarias y a los usuarios.

3. METODOLOGÍA

En este diagnóstico técnico y funcional para la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias para consumo humano se llevará a cabo mediante un enfoque cuantitativo y cualitativo, dado que el propósito es tanto obtener datos objetivos sobre la viabilidad técnica y económica de los sistemas de captación y potabilización de aguas lluvias, como comprender las percepciones, necesidades y expectativas de la comunidad del Resguardo Alto Unuma respecto a la implementación de estos sistemas.

El enfoque mixto permitirá obtener una visión integral sobre la problemática, combinando análisis numérico con la interpretación de las realidades sociales y culturales del contexto.

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

El proyecto de investigación sobre diagnóstico técnico y funcional para la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias para consumo humano en el resguardo Alto Unuma se enmarca dentro de un enfoque de investigación cualitativa y cuantitativa. El enfoque mixto permitirá explorar las percepciones, actitudes y adaptaciones culturales de la comunidad respecto a estos sistemas no convencionales, mediante entrevistas y encuestas.

El alcance de la investigación para implementar sistemas no convencionales de captación y potabilización de agua lluvia en el resguardo Alto Unuma debe cubrir varios aspectos esenciales para garantizar soluciones sostenibles, eficaces y culturalmente apropiadas. Primero, se realizará un análisis detallado del contexto local, incluyendo la ubicación geográfica, el clima, y las características socio-culturales de la comunidad, así como una evaluación de los problemas actuales relacionados con el suministro de agua.

La metodología comprenderá investigación de campo, análisis técnico y evaluación de impactos ambientales y sociales. A partir de estos hallazgos, se seleccionarán tecnologías adecuadas, adaptándolas a las condiciones y cultura local mediante el desarrollo de prototipos.

Un plan de implementación detallado incluirá estrategias para la instalación y capacitación comunitaria. Además, se establecerán indicadores de éxito y estrategias de monitoreo para evaluar la eficacia y sostenibilidad de los sistemas a largo plazo. Finalmente, los resultados se documentarán en informes y publicaciones, y se presentarán a la comunidad y otras partes interesadas para asegurar la adecuada difusión y aplicación de las soluciones propuestas.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Definición de la población

- Ubicación Geográfica: Resguardo Alto Unuma: Se trata de una región específica situada en Colombia, en el Departamento del Meta. Este resguardo está habitado principalmente por comunidades indígenas en el municipio de Puerto Gaitán – Meta
- Población: El grupo indígena que habita el resguardo Alto Unuma está compuesto por aproximadamente 1.500 habitantes.
- Actividades económicas: La economía local puede estar basada en actividades tradicionales como la agricultura de subsistencia, la pesca y el comercio de productos locales.
- Nivel de ingresos: Generalmente, las comunidades pueden tener un nivel de ingresos bajo, lo que puede influir en la capacidad para invertir en tecnologías de captación y potabilización de agua.
- Tradiciones y costumbres: Las comunidades indígenas tienen prácticas culturales y costumbres arraigadas que deben ser respetadas y consideradas en el diseño e implementación de cualquier nuevo sistema.
- Conocimiento y tecnología local: Es importante entender los conocimientos y técnicas locales existentes para garantizar que las nuevas soluciones sean culturalmente apropiadas y aceptables.
- Clima: El resguardo Alto Unuma tiene un clima tropical con una alta pluviosidad. Esto implica que la captación de agua lluvia puede ser efectiva, pero las soluciones deben ser diseñadas para manejar grandes volúmenes de agua y posibles periodos de sequía.

- Accesibilidad: La accesibilidad a la región puede ser limitada debido a su localización remota, lo que puede afectar la logística de implementación y mantenimiento de los sistemas.
- Calidad del agua: La calidad del agua disponible es un factor crítico que influye en la necesidad de potabilización y en la selección de tecnologías apropiadas.
- Recursos humanos: La población tiene diferentes niveles de habilidad y conocimiento sobre tecnologías de captación y potabilización de agua. Capacitar a los miembros de la comunidad en el uso y mantenimiento de los sistemas es esencial.
- Infraestructura: Es necesario evaluar la infraestructura existente para garantizar que pueda soportar la instalación y operación de los sistemas propuestos.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

Para diseñar una investigación sólida sobre el diagnóstico técnico y funcional para la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de agua lluvia en el resguardo Alto Unuma, es importante definir el tipo de muestreo, calcular el tamaño de la muestra, y establecer criterios de inclusión adecuados. A continuación, se presenta una guía detallada para cada uno de estos aspectos:

- Tipo de muestreo

Muestreo Probabilístico: Para garantizar la representatividad y la capacidad de generalizar los resultados a toda la población del resguardo Alto Unuma, el muestreo probabilístico es más adecuado.

- Cálculo del tamaño de la muestra

Para calcular el tamaño de la muestra de la población, se necesitan algunos parámetros clave:

- a. Nivel de confianza (Z): 95% es común, lo que corresponde a un valor Z de 1.96.
- b. Margen de error (E): Supongamos un margen de error del 5% (0.05).
- c. Proporción estimada (p): 0.06 para obtener el tamaño de muestra más conservador.

La fórmula para el tamaño de la muestra (n) es:

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot (1-P)}{E^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot (0,06) \cdot (1-0,06)}{(0,05)^2}$$

$$n = \frac{3,8416 \cdot 0,0564}{0,0025}$$

$$n = 87$$

Redondeando, necesitaríamos una muestra de aproximadamente 87 personas para cumplir con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. De los cuales a 20 personas serán entrevistadas y 67 personas serán encuestadas.

- **Criterios de inclusión**

La muestra debe estar compuesta por residentes actuales del resguardo.

3.3 Instrumento(s)

Para abordar la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de agua lluvia en el resguardo Alto Unuma, es fundamental realizar una recolección de información exhaustiva para entender las necesidades y contextos específicos de la comunidad. A continuación, se describen dos herramientas útiles para esta recolección de información: encuestas y entrevistas.

3.3.1 Encuestas

Objetivo

Recolectar datos cualitativos sobre las necesidades, preferencias y conocimientos de la comunidad en relación con los sistemas de captación y potabilización de agua lluvia.

Estructura

- **Introducción:** Explicación breve del propósito de la encuesta y la importancia de la participación.
- **Datos demográficos:** Información básica sobre los encuestados (edad, sexo, ocupación, etc.).
- **Conocimiento actual:** Preguntas sobre el nivel de conocimiento y uso actual de sistemas de captación de agua lluvia.
- **Preferencias y necesidades:** Preguntas sobre las necesidades específicas, preferencias en cuanto a tecnología y diseño, y problemas actuales con el acceso al agua.
- **Aspectos culturales:** Preguntas sobre prácticas culturales relacionadas con el agua y cómo estas podrían influir en la implementación de nuevas tecnologías.
- **Opiniones y recomendaciones:** Espacio para que los encuestados proporcionen sugerencias adicionales.

Categorías

- Conocimiento actual
- Problemas de agua
- Tecnología preferida
- Factores culturales
- Necesidades específicas.

Variables:

- Nivel de conocimiento (bajo, medio, alto)
- Tipos de problemas (escasez, contaminación, etc.)
- Preferencias tecnológicas (tipo de sistema, facilidad de uso)
- Influencia cultural (prácticas tradicionales, creencias).

Formato

- Físico: Formularios impresos distribuidos en la comunidad.

Proyecto de investigación	
Diagnóstico Técnico y Funcional para el Diseño de Sistemas No Convencionales de Captación y Potabilización de Aguas Lluvias para Consumo Humano en el Resguardo Alto Unuma	
Nombre:	

Instrucciones: Complete las siguientes preguntas marcando la opción que mejor se ajuste a su situación o respondiendo de manera clara. La información que brinde es confidencial y se utilizará únicamente para la investigación.

1. ¿Cuántos miembros viven en su hogar?
 - 1-2
 - 3-4
 - 5-6
 - 7 o más
2. ¿De qué fuente obtiene principalmente el agua para su consumo diario?
 - Acueducto local
 - Río o arroyo
 - Pozos o fuentes subterráneas
 - Agua de lluvia (captación)
 - Otro: _____
3. ¿Con qué frecuencia tiene acceso al agua potable?
 - Todos los días
 - Varias veces por semana
 - Una vez a la semana
 - Menos de una vez a la semana
4. ¿Ha tenido problemas con la calidad del agua que consume?
 - Sí
 - No

Si respondió "Sí", ¿cuáles son los problemas? (Marque todas las que apliquen)

 - Agua turbia
 - Mal sabor o mal olor
 - Enfermedades relacionadas con el agua (diarrea, vómitos, etc.)
 - Otro: _____

Anexo 1. Formato de encuesta

5. **¿Está dispuesto a utilizar sistemas de captación de agua lluvia para el consumo humano?**
- o Sí
 - o No
 - o No sé
- ¿Por qué? _____
6. **¿Qué tan informados está usted sobre el tratamiento y potabilización del agua de lluvia?**
- o Muy informados
 - o Algo informados
 - o Poco informados
 - o Nada informados
7. **¿Qué tan importante es para usted tener acceso a agua potable limpia y segura?**
- o Muy importante
 - o Algo importante
 - o Poco importante
 - o No es importante
8. **¿Está dispuesto a participar en el mantenimiento de un sistema de captación de agua lluvia si se implementa en su comunidad?**
- o Sí
 - o No
 - o No sé
9. **¿Qué recursos considera necesarios para implementar un sistema de captación de agua lluvia en su hogar o comunidad?**
- o Capacitación sobre su uso y mantenimiento
 - o Materiales para la instalación del sistema
 - o Apoyo económico o subvención
 - o Otro: _____
10. **¿Algún otro comentario o sugerencia sobre el acceso y uso del agua en su comunidad?**

3.3.2 Entrevistas

Objetivo

Obtener información detallada y en profundidad sobre las necesidades y preferencias de la comunidad, así como comprender mejor las prácticas culturales relacionadas con el agua.

Estructura

- **Introducción:** Explicación del propósito de la entrevista y de la confidencialidad de las respuestas.
- **Preguntas abiertas:** Diseño de preguntas que permitan a los entrevistados expresar sus opiniones, experiencias y conocimientos en detalle.
- **Discusión:** Exploración de temas específicos según las respuestas del entrevistado para obtener una comprensión más profunda.
- **Cierre:** Resumen de los puntos clave discutidos y agradecimiento por la participación.

Categorías

- Experiencias personales
- Prácticas culturales
- Percepción de tecnologías
- Problemas y necesidades relacionadas con el agua

Variables

- Tipo de experiencia (positiva/negativa)
- Prácticas culturales (tradicionales/contemporáneas)
- Percepción de la tecnología (aceptación/resistencia)
- Problemas específicos (escasez, contaminación).

Formato

Físico: Entrevistas presenciales con la comunidad.

Proyecto de investigación	
Diagnóstico Técnico y Funcional para el Diseño de Sistemas No Convencionales de Captación y Potabilización de Aguas Lluvias para Consumo Humano en el Resguardo Alto Unuma	
Nombre:	

Instrucciones: A continuación, se presentan algunas preguntas abiertas. Por favor, responda de manera detallada, basándose en su experiencia y conocimiento de la comunidad.

1. ¿Cuáles son las principales fuentes de agua en la comunidad del Resguardo Alto Unuma y cómo acceden a ellas?

2. ¿Qué dificultades enfrentan los habitantes del Resguardo Alto Unuma en relación con el acceso a agua potable? ¿Cuáles son los problemas más comunes de salud asociados con el agua en la comunidad?

3. ¿Está la comunidad familiarizada con las técnicas de captación de aguas lluvias? Si es así, ¿cuál es la actitud general hacia esta práctica?

4. En su opinión, ¿cómo podrían los sistemas de captación y potabilización de aguas lluvias mejorar la calidad de vida de la comunidad? ¿Cuáles serían los principales beneficios de implementar estos sistemas?

5. ¿Cuál considera que sería el mayor reto para implementar un sistema de captación de aguas lluvias en la comunidad? ¿Cómo cree que se podrían superar esos desafíos?

6. ¿Qué tipo de capacitación o apoyo considera que sería necesario para que la comunidad adopte y mantenga un sistema de captación de agua lluvia eficaz?

Anexo 2. Formato de entrevista

7. ¿Qué otros factores culturales o sociales deben tenerse en cuenta al implementar un proyecto de captación de agua lluvia en su comunidad?

8. ¿Estaría dispuesto a participar en un programa de sensibilización y capacitación sobre el uso y mantenimiento de un sistema de captación de aguas lluvias?

9. ¿Cuál es su opinión sobre la necesidad de involucrar a la comunidad en la toma de decisiones sobre proyectos de infraestructura, como un sistema de captación de aguas lluvias?

10. ¿Tiene algún comentario adicional o sugerencia sobre cómo mejorar el acceso al agua potable en el Resguardo Alto Unuma?

3.4 Descripción de procedimientos

Para implementar de manera efectiva la recolección de información para este proyecto de sistemas no convencionales de captación y potabilización de agua lluvia para el resguardo Alto Unuma, es importante planificar cada etapa con precisión. A continuación, se detalla cómo aplicar los instrumentos de recolección de información, incluyendo el tiempo, lugar, autorizaciones, procedimientos y capacitaciones necesarias.

3.4.1 Preparación Previa

Autorizaciones

- **Permiso de autoridades locales:** Se solicita permiso a las autoridades locales o líderes comunitarios del resguardo Alto Unuma, presentando el proyecto, los objetivos y cómo beneficiará a la comunidad.
- **Consentimiento informado:** Se debe tener el consentimiento informado de los participantes para la recolección de datos, garantizando que entienden el propósito y uso de la información recopilada.

Capacitación del personal

- **Formaciones técnicas de recolección:** Capacitar al personal de campo en la administración de encuestas y entrevistas, incluyendo el uso de herramientas y técnicas para asegurar la precisión y ética en la recolección de datos.
- **Sensibilidad cultural:** Asegurar de que el personal entienda las normas y prácticas culturales del resguardo para interactuar de manera respetuosa y efectiva.

3.4.2 Aplicación de Encuestas

Tiempo

- **Duración:** Dependiendo del tamaño de la comunidad, el proceso de encuesta puede durar entre 2 y 4 semanas.
- **Horario:** Se realizarán encuestas durante las horas en que los residentes están disponibles, evitando horarios de trabajo o eventos comunitarios importantes.

Lugar

- **Ubicación:** Se distribuyen encuestas en puntos de alta concurrencia como centros comunitarios, mercados, o durante reuniones comunitarias. Asegurando cubrir diferentes áreas del resguardo.

Procedimiento

- **Distribución:** Se tendrán en cuenta encuestadores capacitados para distribuir y recoger las encuestas, o colocar formularios en lugares accesibles.
- **Recopilación y análisis:** Se recogen los formularios completados y se realiza un análisis preliminar para identificar tendencias y necesidades.

Formato

- **Físico:** Se distribuyen los formularios impresos y proporciona asistencia para completarlos si es necesario.

3.4.3 Aplicación de entrevistas

Tiempo

- **Duración:** Cada entrevista puede durar entre 30 minutos y 1 hora. La totalidad del proceso puede tomar entre 3 y 6 semanas dependiendo del número de entrevistas.
- **Horario:** Coordina las entrevistas en horarios convenientes para los entrevistados.

Lugar

- **Ubicación:** Se realizan entrevistas en lugares tranquilos y cómodos dentro del resguardo, como oficinas comunitarias, o en el hogar del entrevistado si es preferido.

Procedimiento

- **Preparación:** Se desarrolla un guion de entrevista con preguntas abiertas que permitan explorar en profundidad las experiencias y opiniones de los participantes.
- **Conducción:** Se realiza las entrevistas en persona con un enfoque flexible para adaptarse a las respuestas de los entrevistados.
- **Transcripción y análisis:** Se transcriben las grabaciones y se realiza un análisis cualitativo para identificar temas recurrentes y perspectivas clave.

Formato

- **Físico:** Entrevistas presenciales con notas manuscritas o grabaciones.

3.4.4 Recolección de datos y análisis

Tiempo

- **Recopilación:** Se establece un cronograma claro para la recolección de datos, con fechas específicas para cada etapa del proceso.
- **Análisis:** Se dedica tiempo suficiente para el análisis de los datos, asegurando que la información se procese y se interprete adecuadamente.

Procedimiento

- **Compilación de datos:** Se recolecta y organizan todos los datos obtenidos de encuestas y entrevistas.
- **Análisis cualitativo:** Se examinan las respuestas de las entrevistas para obtener información muy detallada.

3.4.5 Retroalimentación y ajustes

Procedimiento

- **Presentación de resultados:** Se comparten los hallazgos preliminares con la comunidad y las partes interesadas para obtener su retroalimentación.
- **Ajustes:** Se realizan los ajustes en el diseño del proyecto basados en los comentarios y resultados obtenidos.

3.5 Análisis de información

3.5.1 Recolección de datos

Datos cualitativos: Aceptación cultural y opiniones.

- **Método:** Entrevistas semi-estructuradas y grupos focales se realizarán para captar la percepción de la comunidad sobre los nuevos sistemas de captación y potabilización.

Esto ayudará a entender la aceptación y cualquier ajuste necesario para mejorar la eficacia y aceptación de los sistemas.

- **Registro:** Las transcripciones y notas se organizarán en Excel o Google sheets para facilitar el análisis temático.

3.5.2 Herramientas informáticas y software

Microsoft Excel o Google Sheets: Para la entrada inicial de datos, organización y análisis cuantitativo.

- Tablas y gráficos: Visualización de datos iniciales y generación de gráficos básicos para representar parámetros como calidad del agua y tiempo de recolección.
- Análisis descriptivo: Cálculo de estadísticas descriptivas básicas como medias, medianas y desviaciones estándar.

SPSS: Para análisis estadístico avanzado.

- Análisis descriptivo: Evaluación de estadísticas descriptivas para identificar tendencias en la calidad del agua y el impacto en la salud.
- Pruebas inferenciales: Comparación de datos pre y post-implementación mediante t-tests y ANOVA para evaluar la efectividad de los sistemas.
- Regresión: Análisis de regresión para determinar la relación entre la calidad del agua y la incidencia de enfermedades.

NVivo: Para análisis cualitativo.

- Codificación y tematización: Análisis de entrevistas y grupos focales para identificar temas clave y patrones de percepción sobre los nuevos sistemas.
- Triangulación: Comparación de hallazgos cualitativos con datos cuantitativos para obtener una visión integral del impacto y la aceptación.

3.5.3 Procedimiento de análisis

Preparación de Datos: La preparación de los datos es una fase crítica para garantizar la calidad y la fiabilidad de los resultados obtenidos. En este proceso se incluye tanto el ingreso de los datos como su limpieza, abarcando tanto los datos cualitativos como los cuantitativos.

- Ingreso de Datos

Datos Cuantitativos: En este caso, los datos serán introducidos en Microsoft Excel. Este software permitirá ingresar y organizar las respuestas obtenidas de las encuestas de forma estructurada. Es crucial ingresar correctamente los datos numéricos, como las respuestas de escalas las variables numéricas, en columnas adecuadas para facilitar el análisis posterior. Una vez ingresados los datos, se verificará que no haya errores de transcripción o entradas incompletas. Además, se realizará una verificación de consistencia en las respuestas (por ejemplo, respuestas numéricas fuera de rango o incoherentes con otras respuestas).

Datos Cualitativos: Las entrevistas o respuestas abiertas serán introducidas en NVivo, un software especializado en el análisis de datos cualitativos. En este caso, las transcripciones de las entrevistas serán ingresadas como documentos textuales. Las respuestas deben ser verificadas y corregidas por errores de transcripción antes de ser procesadas. Además, se asegurarán de que todas las entrevistas estén completas y sean legibles para el software, asegurando así que se puedan analizar correctamente.

- Codificación y Análisis

Una vez que los datos hayan ingresado los datos, procederemos con la codificación y el análisis, los cuales se diferencian dependiendo de si los datos son cualitativos o cuantitativos.

Codificación y análisis de datos cualitativos: El análisis de los datos cualitativos se realizará utilizando NVivo, que permite organizar y explorar las respuestas abiertas o entrevistas en profundidad. El proceso de codificación en NVivo incluye los siguientes pasos:

Codificación de las entrevistas: Se identifican fragmentos de texto relevantes que reflejan opiniones, actitudes, comportamientos o experiencias relacionadas con el proyecto.

Análisis de patrones: NVivo proporciona herramientas para explorar los patrones en las respuestas, permitiendo identificar temas recurrentes o divergentes en las entrevistas, lo que ayuda a comprender los factores sociales y culturales que afectan la aceptación del proyecto.

Codificación y Análisis de Datos Cuantitativos: El análisis de los datos cuantitativos se llevará a cabo en Microsoft Excel. En este caso, las respuestas obtenidas a través de las encuestas serán codificadas utilizando valores numéricos. Los pasos incluyen:

Codificación de respuestas: Las respuestas de las encuestas, especialmente aquellas que incluyen opciones múltiples, serán convertidas en valores numéricos para facilitar el análisis.

- **Triangulación de datos**

La triangulación de datos tiene como objetivo integrar los resultados de los análisis cualitativos y cuantitativos para validar los hallazgos y proporcionar una comprensión más completa del problema. En este proceso, se compararán y contrastarán los resultados obtenidos de las entrevistas y encuestas.

Comparación de resultados cualitativos y cuantitativos: Los resultados de los análisis cualitativos (temas recurrentes y patrones de comportamiento) serán comparados con los resultados cuantitativos (frecuencia de respuestas afirmativas, niveles de acuerdo o desacuerdo). Esta integración ayudará a fortalecer las conclusiones y ajustar las recomendaciones para la implementación del proyecto.

Validación de hallazgos: Al integrar los datos cualitativos y cuantitativos, se buscará identificar áreas de convergencia o discrepancia. Por ejemplo, si los datos cuantitativos indican una alta disposición de la comunidad a participar, pero las entrevistas cualitativas revelan dudas o preocupaciones, esta discrepancia podrá ser explorada más a fondo para ajustar el diseño del proyecto.

3.5.4 Interpretación y presentación de resultados

Integración de resultados:

Síntesis de los resultados cualitativos y cuantitativos para una visión holística del impacto de los sistemas de captación y potabilización. Evaluar mejoras en la calidad del agua, la salud de la comunidad y la eficiencia en la recolección de agua.

Informe final:

Preparación de un informe detallado con gráficos, tablas, mapas y análisis narrativo. Inclusión de conclusiones sobre la efectividad de los sistemas y recomendaciones para su mejora y replicación.

Recomendaciones: Propuestas basadas en los hallazgos para optimizar la implementación de los sistemas y sugerencias para futuras investigaciones.

3.6 Consideraciones éticas

En el marco del proyecto de sistemas no convencionales de captación y potabilización de agua lluvia como recurso humano, se aplicarán las consideraciones éticas en general para garantizar la integridad y el respeto hacia las organizaciones y la población objeto de investigación.

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

Para el proyecto diagnóstico técnico y funcional para la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias como recurso humano, se aplicarán rigurosamente las consideraciones éticas para garantizar la integridad y el respeto hacia las organizaciones y la población involucrada. A continuación, se describen las principales medidas que se adoptarán:

Consentimiento informado:

Aplicación: Antes de la participación en el proyecto, se proporcionará a todos los participantes información completa y comprensible sobre los objetivos, métodos, posibles riesgos y beneficios del estudio. Se asegurará que den su consentimiento informado por escrito, confirmando su comprensión y aceptación voluntaria de los términos del proyecto.

Objetivo: Garantizar que los participantes comprendan plenamente lo que implica su participación y que puedan tomar decisiones basadas en una información clara.

Confidencialidad y protección de datos:

Aplicación: Se implementarán protocolos estrictos para proteger la privacidad de los participantes y la confidencialidad de los datos recolectados. La información será almacenada en sistemas seguros y solo accesible al personal autorizado.

Objetivo: Asegurar que la identidad de los participantes y la información sensible no se divulguen sin consentimiento, preservando su privacidad y derechos.

Transparencia y honestidad:

Aplicación: Se mantendrá una comunicación clara y honesta sobre todos los aspectos del proyecto, incluyendo la divulgación de resultados y cualquier posible conflicto de interés. Los hallazgos del estudio serán reportados con precisión, sin manipulación ni omisión de datos relevantes.

Objetivo: Promover la integridad científica y garantizar que los resultados del proyecto sean representativos y fidedignos.

Beneficios y minimización de riesgos:

Aplicación: Se llevará a cabo una evaluación de riesgos exhaustiva para identificar y mitigar cualquier posible impacto negativo en los participantes y la comunidad. Se implementarán estrategias para maximizar los beneficios del proyecto y minimizar cualquier inconveniente potencial.

Objetivo: Asegurar que el proyecto tenga un impacto positivo y que cualquier riesgo asociado sea gestionado adecuadamente.

Responsabilidad y respeto hacia las organizaciones:

Aplicación: Se mantendrá una relación de respeto y colaboración con las organizaciones involucradas en el proyecto. Se respetarán sus intereses y se comunicará de manera transparente sobre los objetivos y avances del proyecto.

Objetivo: Facilitar una cooperación ética y profesional que respete los derechos y expectativas de todas las partes involucradas.

Cumplimiento de normativas y regulaciones:

Aplicación: El proyecto se adherirá a todas las normativas éticas y legales pertinentes, incluyendo directrices nacionales e internacionales sobre investigación y protección de datos. Se realizará una revisión ética por un comité especializado para asegurar el cumplimiento.

Objetivo: Garantizar que el proyecto cumpla con los estándares éticos y legales establecidos y que se realice de acuerdo con las mejores prácticas de la investigación.

Capacitación y sensibilización del equipo:

Aplicación: El equipo de investigación recibirá formación en ética de la investigación para asegurar que todos los miembros comprendan y apliquen adecuadamente los principios éticos durante todas las fases del proyecto.

Objetivo: Fomentar una cultura de ética y responsabilidad entre los investigadores, asegurando que se sigan los estándares éticos en todo momento.

3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización

Para cada instrumento de recolección de información aplicado en la investigación, como entrevistas, cuestionarios y análisis documental de informes de proyectos, es importante contar con un instrumento de autorización de consentimiento y aceptación de participación. A continuación, se presenta un ejemplo del documento de autorización de consentimiento basado en la normativa colombiana:

Autorización de Consentimiento y Aceptación de Participación en la Investigación:

Yo, [Nombre del participante], identificado con [documento de identidad], declaro que he sido informado(a) y he comprendido los objetivos, alcances y procedimientos de la investigación titulada "*Diagnóstico técnico y funcional para la implementación de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias para consumo humano*".

Acepto participar de manera voluntaria en la misma y doy mi consentimiento para que mis respuestas y/o información recolectada sean utilizadas con fines exclusivamente académicos y de investigación.

Asimismo, autorizo el uso y tratamiento de los datos personales proporcionados de acuerdo con la normativa vigente en materia de protección de datos personales en Colombia.

Firma del participante: _____ Fecha: _____

Es importante que cada participante firme este documento como muestra de su consentimiento informado y aceptación de participación en la investigación. Además, conserva estos documentos de autorización de consentimiento de manera segura y confidencial durante todo el proceso de la investigación.

4 HIPÓTESIS

El objetivo de esta investigación es analizar la viabilidad de implementar un sistema no convencional de captación y potabilización de aguas lluvias para consumo humano en el Resguardo Unuma. Dada la naturaleza de la investigación, que se centra en la evaluación de condiciones técnicas, sociales y ambientales, la formulación de una hipótesis se presenta dentro del marco de un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo).

4.1 Las variables

Para este análisis, se identificarán las variables principales que permitirán evaluar el impacto del sistema de captación de aguas lluvias en la comunidad. Se plantearán tanto las variables independientes como las dependientes que guiarán la investigación.

4.1.1 Variable(s) independiente(s)

La variable independiente manipula o controla en el estudio y cuya influencia sobre las variables dependientes se desea observar. En el caso de este proyecto, la variable independiente será:

Implementación del sistema de captación y potabilización de aguas lluvias.

Este sistema incluye las infraestructuras necesarias para la captación de aguas lluvias (como techos, canaletas, sistemas de almacenamiento) y su posterior tratamiento para potabilización (filtros, desinfección, etc.).

Especificación: La instalación del sistema de captación no convencional incluye componentes como las casetas de recolección, tanques de almacenamiento, sistemas de purificación y equipos adicionales como la energía solar para la operación.

4.1.2 Variable(s) dependiente(s)

La variable dependiente se observa y mide para evaluar los efectos del sistema implementado. En este contexto, la variable dependiente es **la calidad del agua potable disponible para la comunidad.**

Esta variable está relacionada con la cantidad, calidad y accesibilidad del agua para consumo humano en el Resguardo Unuma después de implementar el sistema de captación y potabilización.

Especificación: Se medirá a través de indicadores de calidad del agua como la ausencia de contaminantes microbiológicos, la cantidad de agua disponible para cada hogar y la satisfacción de la comunidad con el suministro de agua potable.

4.2 Planteamiento de hipótesis

Para esta investigación, se plantean las siguientes hipótesis que guiarán el proceso de evaluación de la viabilidad del proyecto y su impacto en la comunidad.

- Hipótesis Principal:

"La implementación de un sistema no convencional de captación y potabilización de aguas lluvias en el Resguardo Alto Unuma mejorará significativamente la calidad del agua potable disponible para consumo humano, contribuyendo a garantizar el acceso a agua segura para la comunidad."

Se parte de la premisa de que la comunidad actualmente enfrenta dificultades en el acceso a agua potable segura, lo que puede estar relacionado con fuentes contaminadas o insuficiencia en el suministro. La captación y potabilización de aguas lluvias proporcionaría una fuente adicional y segura, mejorando las condiciones de salud y calidad de vida.

- Hipótesis Secundaria:

"La implementación del sistema de captación y potabilización de aguas lluvias contribuirá a reducir las enfermedades transmitidas por el agua, mejorando la salud pública de los habitantes del Resguardo Alto Unuma."

La escasez de agua potable de calidad y el consumo de agua contaminada son factores que pueden estar contribuyendo a la prevalencia de enfermedades relacionadas con el agua. Al contar con un sistema adecuado de captación y tratamiento, se espera una mejora en las condiciones sanitarias, reduciendo la incidencia de estas enfermedades.

- Hipótesis Adicional:

"La participación activa de la comunidad en la implementación y mantenimiento del sistema de captación y potabilización de aguas lluvias será crucial para la sostenibilidad a largo plazo del sistema."

Para que un proyecto de este tipo tenga éxito a largo plazo, es fundamental contar con el compromiso de la comunidad en su operación y mantenimiento. La capacitación y sensibilización sobre el uso y cuidado del sistema garantizarían su funcionamiento óptimo y continuidad.

5 RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este proyecto se presentan en el orden de los objetivos específicos planteados, reflejando las distintas fases del trabajo de campo y las observaciones realizadas durante la recolección de datos. Los hallazgos son el reflejo directo de las entrevistas, encuestas, observación participativa y el análisis documental, proporcionando información relevante sobre la situación del acceso al agua en la comunidad del Resguardo Alto Unuma.

5.1 Resultado y análisis del instrumento

5.1.1 Análisis de datos cuantitativos (Encuesta)

A continuación, se presenta una relación detallada de los datos cuantitativos obtenidos a través de la encuesta aplicada a la comunidad del resguardo Unuma. Estos datos fueron recopilados con el objetivo de obtener una visión precisa de las percepciones, necesidades y características de los habitantes de la comunidad, a fin de facilitar el análisis y la toma de decisiones informadas en futuros procesos de planificación y desarrollo:

Tabla 1. Análisis de datos cuantitativos

PREGUNTA	No. DE PERSONAS				TOTAL
	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4	
	1-2	3-4	5-6	7 o más	67

1. ¿Cuántos miembros viven en su hogar?	10	25	30	2	
2. ¿De qué fuente obtiene principalmente el agua para su consumo diario?	Acueducto local	Río o arroyo	Pozos o fuentes subterráneas	Agua de lluvia (captación)	67
	0	0	60	7	
3. ¿Con qué frecuencia tiene acceso al agua potable?	Todos los días	Varias veces por semana	Una vez a la semana	Menos de una vez a la semana	67
	46	15	6	0	
4. ¿Ha tenido problemas con la calidad del agua que consume?	Si	No	N/A	N/A	67
	38	29	N/A	N/A	
5. ¿Está dispuesto a utilizar sistemas de captación de agua lluvia para el consumo humano?	Si	No	N/A	N/A	67
	67	0	N/A	N/A	
6. ¿Qué tan informados está usted sobre el tratamiento y potabilización del agua de lluvia?	Muy informados	Algo informados	Poco informados	Nada informados	67
	12	29	17	9	
7. ¿Qué tan importante es para usted tener acceso a agua potable limpia y segura?	Muy importante	Algo importante	Poco importante	No es importante	67
	67	0	0	0	
8. ¿Está dispuesto a participar en el mantenimiento de un sistema de captación de agua lluvia si se implementa en su comunidad?	Si	No	N/A	N/A	67
	67	0	N/A	N/A	
9. ¿Qué recursos considera necesarios para implementar un sistema de captación de agua lluvia en su hogar o comunidad?	Capacitación sobre su uso y mantenimiento	Materiales para la instalación del sistema	Apoyo económico o subvención		67
	26	0	41	N/A	
10. ¿Algún otro comentario o sugerencia sobre el acceso y uso del agua en su comunidad?	67	Varios comentaron que ojalá el gobierno realice la construcción de la implementación del proyecto de sistemas no convencionales			67

- Pregunta No. 1 ¿Cuántos miembros viven en su hogar?



Figura 1. Pregunta No. 1 ¿Cuántos miembros viven en su hogar?

La mayoría de los hogares (65 personas) tienen entre 2 y 6 miembros, lo que sugiere una tendencia hacia familias de tamaño mediano. El porcentaje de hogares con más de 7 miembros es mínimo (2 personas).

- Pregunta No. 2 ¿De qué fuente obtiene principalmente el agua para su consumo diario?

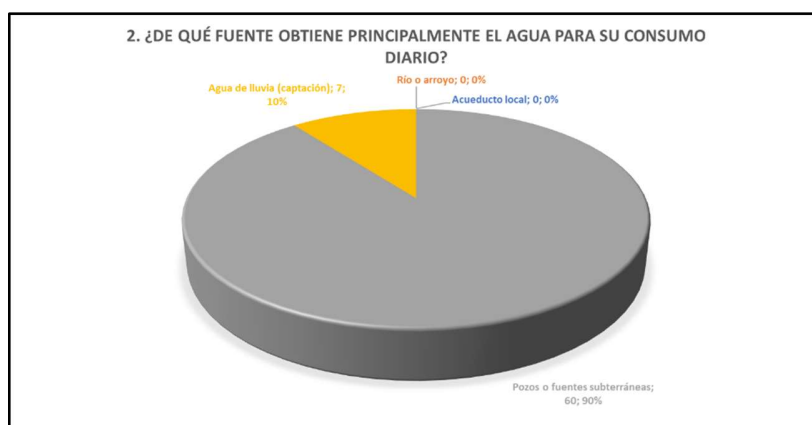


Figura 2. Pregunta No. 2 ¿De qué fuente obtiene principalmente el agua para su consumo diario?

La gran mayoría de los encuestados (60 personas) obtienen agua de pozos o fuentes subterráneas, lo que podría implicar una dependencia de fuentes de agua no gestionadas a través de un sistema formal. Un pequeño porcentaje (7 personas) usa agua de lluvia, lo que refleja una práctica alternativa que podría estar limitada o en proceso de desarrollo.

- Pregunta No. 3 ¿Con qué frecuencia tiene acceso al agua potable?



Figura 3. Pregunta No. 3 ¿Con qué frecuencia tiene acceso al agua potable?

La mayoría de los encuestados (46 personas) tiene acceso al agua potable todos los días, lo que indica que, aunque no todos dependen de un sistema formal, la disponibilidad de agua potable no es un problema frecuente. Sin embargo, hay un grupo que reporta acceso limitado, ya que 15 personas tienen acceso solo varias veces por semana y 6 personas una vez a la semana.

- Pregunta No. 4 ¿Ha tenido problemas con la calidad del agua que consume?

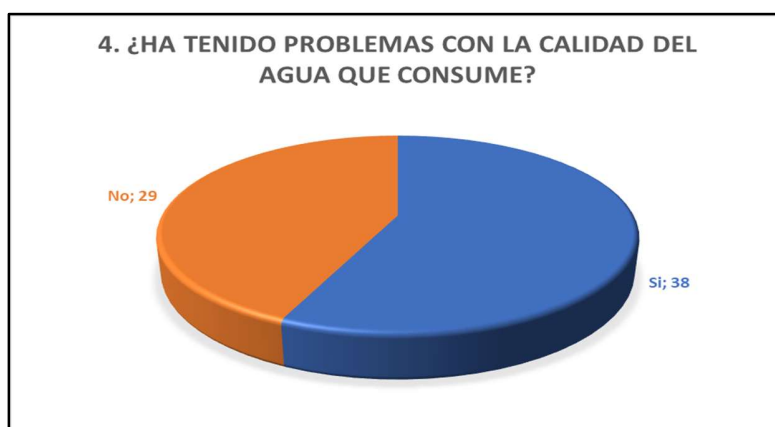


Figura 4. Pregunta No. 4 ¿Ha tenido problemas con la calidad del agua que consume?

Un número significativo de personas (38) ha experimentado problemas con la calidad del agua, lo que sugiere que, aunque el acceso al agua pueda ser frecuente, la calidad del agua no es óptima. Esto podría indicar la necesidad de mejorar los sistemas de filtrado o el monitoreo de fuentes de agua no tratada.

- Pregunta No. 5 ¿Está dispuesto a utilizar sistemas de captación de agua lluvia para el consumo humano?

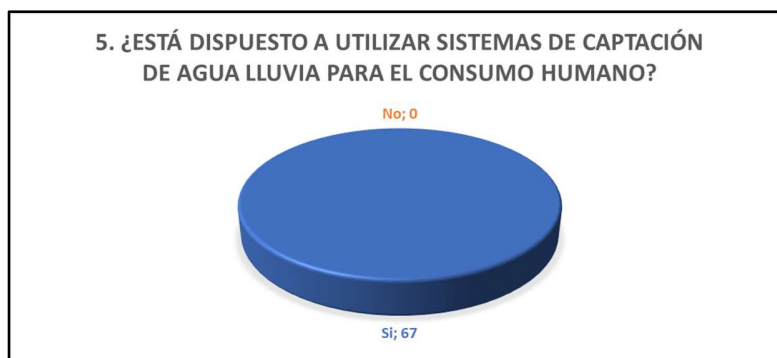


Figura 5. Pregunta No. 5 ¿Está dispuesto a utilizar sistemas de captación de agua lluvia para el consumo humano?

Todos los encuestados están dispuestos a utilizar sistemas de captación de agua lluvia, lo que refleja un alto interés y apertura hacia prácticas sostenibles y alternas de recolección de agua. Esto sugiere que la comunidad está comprometida con la idea de implementar sistemas no convencionales para mejorar el acceso al agua.

- Pregunta No. 6 ¿Qué tan informados está usted sobre el tratamiento y potabilización del agua de lluvia?



Figura 6. Pregunta No. 6 ¿Qué tan informados está usted sobre el tratamiento y potabilización del agua de lluvia?

Aunque la mayoría (41 personas) tiene algún nivel de conocimiento sobre el tratamiento y potabilización del agua de lluvia, solo un pequeño porcentaje (12 personas) está "muy informado". Esto señala que existe una oportunidad para mejorar la educación y capacitación sobre el manejo adecuado de esta fuente de agua.

- Pregunta No. 7 ¿Qué tan importante es para usted tener acceso a agua potable limpia y segura?



Figura 7. Pregunta No. 7 ¿Qué tan importante es para usted tener acceso a agua potable limpia y segura?

Todos los encuestados consideran que el acceso a agua potable limpia y segura es de alta importancia, lo que subraya la preocupación generalizada por la calidad del agua y la salud en la comunidad.

- Pregunta No 8 ¿Está dispuesto a participar en el mantenimiento de un sistema de captación de agua lluvia si se implementa en su comunidad?



Figura 8. Pregunta No 8 ¿Está dispuesto a participar en el mantenimiento de un sistema de captación de agua lluvia si se implementa en su comunidad?

La disposición de la comunidad para participar activamente en el mantenimiento de un sistema de captación de agua lluvia es total. Esto indica un fuerte sentido de responsabilidad y colaboración hacia el éxito de proyectos comunitarios, lo cual es positivo para la implementación de los sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias para consumo humano.

- Pregunta No. 9 ¿Qué recursos considera necesarios para implementar un sistema de captación de agua lluvia en su hogar o comunidad?



Figura 9. Pregunta No. 9 ¿Qué recursos considera necesarios para implementar un sistema de captación de agua lluvia en su hogar o comunidad?

El mayor recurso necesario identificado por la comunidad es el apoyo económico o subvenciones (41 personas). Esto sugiere que, aunque la voluntad de adoptar sistemas de captación de agua lluvia es alta, las limitaciones económicas podrían ser una barrera para la implementación. La capacitación sobre el uso y mantenimiento también es vista como un recurso clave, indicando un deseo de contar con las habilidades necesarias para operar y mantener dichos sistemas.

- Pregunta No. 10 ¿Algún otro comentario o sugerencia sobre el acceso y uso del agua en su comunidad?

Existe una expectativa de que el gobierno juegue un papel activo en la implementación de proyectos de captación de agua lluvia, lo que refleja una posible dependencia o confianza en los recursos estatales para abordar esta necesidad. La comunidad parece estar abierta a la innovación, pero requiere apoyo institucional para materializar estas iniciativas.

5.1.2 Análisis de datos cualitativos (Entrevista)

A continuación, se presenta un resumen de los datos cualitativos obtenidos mediante las entrevistas a la comunidad del resguardo Unuma. Las respuestas brindan una comprensión profunda sobre las percepciones, preocupaciones y sugerencias de los habitantes en relación con el acceso al agua y su disposición a adoptar soluciones como los sistemas de captación de agua lluvia.

Pregunta	Tema principal	Código	Patrones	Insight
1. Principales fuentes de agua y acceso a ellas.	Fuentes de agua (ríos, pozos, lluvia), métodos de acceso (directo, manual, colecta).	Fuentes de agua, Métodos de acceso.	Las fuentes de agua predominantes mencionadas por los entrevistados incluyen pozos, ríos y la lluvia. Los métodos de acceso más comunes son la extracción manual de pozos o la colecta directa del agua de lluvia.	Los entrevistados reconocen la dependencia de fuentes naturales, sin un sistema formal de distribución.
2. Dificultades en el acceso al agua potable y problemas de salud.	Dificultades de acceso, problemas de calidad del agua, impactos en salud (enfermedades gastrointestinales, contaminación).	Acceso al agua, Problemas de salud, Contaminación.	Las dificultades incluyen la escasez, la contaminación del agua y la falta de infraestructura adecuada. Las enfermedades más mencionadas son las gastrointestinales, atribuibles a la mala calidad del agua.	Los entrevistados destacan que el acceso limitado y la contaminación del agua son una preocupación constante, afectando directamente la salud de la comunidad.
3. Familiaridad con las técnicas de captación de agua lluvia y actitud hacia ellas.	Conocimiento sobre captación de agua lluvia, actitud hacia la práctica (positiva, negativa, desconocimiento).	Captación de agua lluvia, Actitudes hacia la captación.	La mayoría está familiarizada con la técnica, aunque con diversos grados de conocimiento. La actitud general es positiva, pero muchos tienen dudas sobre su efectividad a largo plazo.	A pesar de conocer la técnica, existe cierta falta de confianza o comprensión profunda, lo que sugiere la necesidad de mayor educación y capacitación.
4. Posibles beneficios de la captación y potabilización del agua lluvia.	Mejora en la calidad de vida, salud, sostenibilidad, ahorro económico.	Beneficios de la captación de agua lluvia, Impacto en la calidad de vida	Los beneficios más mencionados incluyen la mejora de la salud, la independencia del sistema de agua potable y el ahorro económico. Muchos perciben un cambio positivo en la calidad de vida si se implementa este sistema.	Los entrevistados identifican una conexión directa entre la captación de agua lluvia y una mejora en la calidad de vida, pero también se destacan las dudas sobre la viabilidad de su implementación.
5. Mayor reto para implementar un sistema de captación de agua lluvia.	Desafíos de implementación, falta de recursos, barreras culturales y sociales, infraestructura.	Retos en la implementación, Recursos necesarios.	Los mayores desafíos son la falta de recursos económicos, la infraestructura insuficiente y la resistencia cultural o social a adoptar nuevas prácticas.	Se perciben obstáculos económicos y logísticos significativos, además de una necesidad de sensibilización y capacitación para superar las barreras culturales.
6. Capacitación y apoyo necesario para la adopción del sistema de captación de agua.	Capacitación técnica, apoyo financiero, recursos educativos.	Capacitación y apoyo, Formación técnica.	La capacitación técnica sobre el uso, mantenimiento y beneficios de los sistemas de captación es esencial. Además, se mencionan la necesidad de apoyo financiero y materiales para la implementación.	Los entrevistados enfatizan que para que la comunidad adopte el sistema de manera efectiva, se requieren esfuerzos conjuntos de formación, recursos y apoyo económico.
7. Factores culturales o sociales a considerar.	Tradiciones culturales, aceptación social, valores comunitarios, prácticas previas.	Factores culturales y sociales, Tradiciones.	Se destaca la necesidad de respetar las prácticas tradicionales y de garantizar que los proyectos sean percibidos como parte del contexto cultural local. La comunidad tiene una fuerte conexión con las formas tradicionales de acceder al agua.	Los factores culturales desempeñan un papel importante; los proyectos deben ser diseñados para integrarse adecuadamente en las prácticas locales para ser aceptados.
8. Disposición a participar en un programa de sensibilización y capacitación.	Participación comunitaria, interés en aprender, disposición a colaborar.	Participación en capacitación, Sensibilización.	La mayoría expresa disposición a participar en programas de capacitación, lo que muestra un interés genuino por mejorar la situación del agua.	Existe una actitud positiva hacia la educación, lo que puede facilitar la implementación de proyectos de captación de agua lluvia.
9. Opinión sobre la participación comunitaria en la toma de decisiones.	Inclusión comunitaria, importancia de la voz local, toma de decisiones.	Participación comunitaria, Toma de decisiones.	La mayoría de los entrevistados considera crucial que la comunidad participe activamente en las decisiones sobre proyectos de infraestructura, especialmente en proyectos relacionados con el agua.	La inclusión de la comunidad en el proceso de toma de decisiones es vista como esencial para el éxito y la sostenibilidad de los proyectos.
10. Comentarios adicionales sobre el acceso al agua potable.	Sugerencias de mejora, expectativas hacia el gobierno, deseos de proyectos sustentables.	Sugerencias, Expectativas hacia el gobierno.	Los comentarios adicionales se enfocan en la necesidad de que el gobierno apoye la implementación de soluciones sostenibles y sistemas alternativos de captación de agua.	Hay una expectativa de que las autoridades se involucren activamente en la mejora del acceso al agua, sugiriendo la necesidad de colaboración institucional.

Figura 10. Análisis de datos cualitativos (Entrevista)

El análisis de las entrevistas revela que, aunque la comunidad del Resguardo Unuma está dispuesta a adoptar sistemas de captación de agua lluvia, existen preocupaciones y desafíos, como la falta de recursos, la infraestructura deficiente y la necesidad de mayor capacitación. También se destacó la importancia de la participación comunitaria en la toma de decisiones y en la implementación de proyectos. Además, los entrevistados reconocen los beneficios potenciales de estos sistemas para mejorar la calidad de vida, pero sugieren que se debe tener en cuenta el contexto cultural y social al diseñar e implementar estos proyectos.

5.1.3 Análisis de resultados

Objetivo 1: Analizar las condiciones del Resguardo Alto Unuma para evaluar la viabilidad de captar aguas lluvias.

Se realizó un análisis detallado de las condiciones climáticas y geográficas del Resguardo Alto Unuma, incluyendo la recopilación de datos sobre precipitaciones anuales, la disponibilidad de espacios adecuados para instalar sistemas de captación y el comportamiento de los recursos hídricos en la región. A través de entrevistas con miembros de la comunidad, se identificaron tanto las necesidades como las limitaciones locales en cuanto al acceso al agua. Los datos obtenidos indicaron que la zona presenta un promedio anual de precipitaciones suficiente para justificar la implementación de un sistema de captación y potabilización de aguas lluvias, pero también se señalaron desafíos en cuanto a la conservación y almacenamiento del agua debido a la falta de infraestructura adecuada. Este hallazgo es relevante, ya que establece la viabilidad de captar aguas lluvias en el área y pone de relieve la necesidad de infraestructura que permita almacenar el agua durante las épocas de lluvia.

a. Condiciones Climáticas

Patrón de Precipitación: Un sistema de captación de aguas lluvias depende en gran medida de la cantidad y frecuencia de las lluvias. Según los datos climáticos históricos, la zona presenta un clima tropical/subtropical con lluvias estacionales que podrían ser adecuadas para la recolección de agua durante las temporadas de lluvia, aunque las lluvias deben ser constantes y suficientes a lo largo del año para garantizar una recolección continua.

Intensidad de las Lluvias: La intensidad de las precipitaciones también es un factor determinante. Lluvias fuertes pueden generar desbordes si el sistema de almacenamiento no está dimensionado adecuadamente. Por lo tanto, al analizar el flujo de agua en las lluvias intensas y la capacidad del sistema para manejar grandes volúmenes sin riesgos de desbordamientos.

b. Infraestructura Existente

Disponibilidad de Espacios para Instalación de Equipos: La comunidad cuenta con terrenos adecuados para la instalación del tanque de almacenamiento de agua, casetas de recolección y equipos de tratamiento. Si bien es posible aprovechar algunos espacios ya disponibles, como los techos de las casas, es necesario que estos sean lo suficientemente grandes y accesibles para garantizar un flujo constante de agua.

c. Características Geográficas y Topográficas

Geografía del Territorio: Las características geográficas del Resguardo Unuma influirán en el diseño del sistema de captación. Ya que la región tiene terrenos inclinados y montañosos, podría aprovecharse la gravedad para transportar el agua hacia los tanques de almacenamiento.

Ubicación de las Vías de Acceso: El acceso a las ubicaciones donde se instalarán los sistemas es crucial, especialmente para el transporte de materiales de construcción y equipos de purificación. Se evidencia que las vías de acceso son adecuadas para la logística del proyecto.

d. Condiciones Sociales y Culturales

Conocimiento de la Comunidad sobre la Captación de Aguas Lluvias: Es fundamental conocer el nivel de familiaridad de la comunidad con los sistemas de captación de aguas lluvias. En el caso del Resguardo Unuma, algunas personas pueden estar familiarizadas con el concepto y otras pueden necesitar sensibilización o capacitación. Por lo tanto, al momento de iniciar la construcción del sistema no convencional se debe realizar una socialización a la comunidad dando a conocer el procedimiento.

e. Sostenibilidad Ambiental

Impacto Ambiental del Proyecto: La implementación de un sistema de captación de aguas lluvias debe tener un impacto mínimo en el medio ambiente. Sin embargo, los componentes del sistema no generan residuos ni afectan los ecosistemas locales. Además, el uso de energía solar para operar el sistema puede contribuir a la sostenibilidad ambiental, reduciendo la huella de carbono.

f. Recomendaciones

Para que el proyecto de captación de aguas lluvias sea viable en el Resguardo Unuma, es fundamental contar con una combinación favorable de condiciones climáticas, infraestructura, recursos humanos y actitud positiva por parte de la comunidad. Es recomendable realizar un estudio detallado del patrón de lluvias y la infraestructura existente para diseñar un sistema que se adapte a las necesidades locales.

Es necesario asegurar que la comunidad esté informada y capacitada para operar y mantener el sistema a largo plazo, involucrando a los líderes comunitarios y fomentando la participación activa en el proceso. Además, se deben garantizar los recursos necesarios para implementar el proyecto de manera sostenible.

Objetivo 2: Diseñar un sistema de captación y potabilización de aguas lluvias, seleccionando tecnologías adecuadas y dimensionando su capacidad según las necesidades locales.

La estrategia por realizar un diseño de sistemas no convencionales de captación y potabilización de aguas lluvias para consumo humano la cual consiste en la implementación de un sistema no convencional de agua lluvia con 5 componentes (Captación de agua lluvia, almacenamiento, potabilización, purificación y envasado de agua), para posteriormente ser distribuida a través de garrafones de agua a las diferentes familias de la comunidad, está enfocada en resolver la principal necesidad de la población, que es el acceso y disponibilidad al agua como recurso fundamental para satisfacer las necesidades básicas de la comunidad, mejorando las condiciones de vida de la población, su desarrollo económico, la disminución de

la pobreza, la mejora de los niveles de salud y en general, la disminución de factores de vulnerabilidad de las personas. En cada fase de la estrategia (implementación, capacitación y asistencia técnica) se busca generar capacidades comunitarias e institucionales que permitan la sostenibilidad económica, ambiental y social de la iniciativa.

a. Diseño de ingeniería (Sistema No Convencional)

- *Caseta de recolección y potabilización de aguas lluvias:* Construcción de la caseta en acero estructural A36, suministro e instalación de muro en tecnología easy panel fabricado en lámina de acero galvanizado, instalación de teja metálica, suministro e instalación un tanque plástico de agua potable de 1000 litros.
- *Sistema de tratamiento séptico:* Actividades de excavación manual, lleno de material filtrante, suministro e instalación de un sistema de tanque séptico de 1650 litros y la trampa de grasas plástica de 95 litros.
- *Zanjas de infiltración:* Actividades de excavación manual, lleno de material filtrante, suministro e instalación de geotextil no tejido NT 1800.
- *Tanque de almacenamiento superficial:* Construcción de un tanque para almacenamiento de agua en lámina de acero galvanizada con recubrimiento en plastisol 200 micras con una capacidad de 46,90 m³.
- *Sistema de purificación y equipos:* Suministro e instalación de bomba de acero inoxidable, filtro multimedia de arena, filtro de carbón activado con tanque de vidrio reforzado, manómetro en acero inoxidable, lampara UV voltaje 110v en acero inoxidable con display digital, clorador de pastillas con válvula de dosificación, fuente de agua de pedestal, lavadora y llenadora de garrafones en acero inoxidable y 86 und de botellones redondos color azul transparente, pistola de calor 50-600 grados de potencia.
- *Sistema de generación solar:* Suministro, instalación y puesta en marcha de un sistema fotovoltaico compuesto por 4 paneles solares de 430 wp, 2 baterías de gel 100AH-12VD, 1 inversor híbrido de 3kva, puesta a tierra terminal en baja tensión y un tablero tipo mini pragma parcial de 6 circuitos incluyendo el breaker.
- *Evaluación de Materiales:* Seleccionar materiales locales adecuados para la construcción del sistema.

b. Construcción e Implementación

- Construcción de infraestructura: Ejecutar la construcción teniendo los diseños y requerimientos establecidos, aprobados por la entidad contratante.
- Instalación de Equipos: Una vez adelantada la construcción del sistema, iniciar con el sistema de purificación y equipos, como las bombas de acero inoxidable, filtros multimedia de arena, filtro de carbón, manómetro de acero inoxidable, lampara uv voltaje 110 en acero inoxidable con display digital, clorador de pastillas con válvula de dosificación, fuente de agua, lavadora y llenadora de garrafones, botellones, pistola de calor, para el funcionamiento del sistema.
- Pruebas Iniciales: Luego realizar pruebas para asegurar que el sistema funcione según las especificaciones establecidas.

c. Operación y Mantenimiento

Garantizar el funcionamiento continuo y eficiente del sistema a lo largo del tiempo.

- Operación Diaria: Monitorear el funcionamiento del sistema y asegurarse de que el agua captada y potabilizada cumpla con los estándares.
- Mantenimiento Preventivo: Realizar revisiones periódicas y mantenimiento rutinario para prevenir fallos.
- Mantenimiento Correctivo: Resolver problemas y reparar componentes del sistema cuando sea necesario.

d. Capacitación y Educación

Asegurar que la comunidad esté capacitada para operar y mantener el sistema de manera correcta.

- Capacitación Técnica: Entrenar a los miembros de la comunidad para el uso y mantenimiento del sistema construido.

- Programas Educativos: Desarrollar y ofrecer talleres educativos sobre la importancia de la captación y potabilización del agua.
- Monitoreo de Capacitación: Evaluar la efectividad de la capacitación que se le realizara a la comunidad y hacer ajustes si es necesario.

Objetivo 3: Elaborar un plan de implementación y capacitación, para asegurar el correcto uso y mantenimiento del sistema por parte de la comunidad.

Este plan de implementación y capacitación (manual) tiene como objetivo proporcionar la información necesaria para que la comunidad pueda operar y mantener de manera eficaz el sistema de captación y potabilización de aguas lluvias. Un correcto uso y mantenimiento asegura que el agua recolectada sea apta para el consumo humano y ayuda a la sostenibilidad del proyecto en el tiempo.

a. Componentes del Sistema de Captación de Aguas Lluvias

El sistema se compone de los siguientes elementos clave, cada uno de los cuales desempeña un papel importante en la recolección, tratamiento y almacenamiento del agua:

- Caseta de Recolección: Es el lugar donde se recolecta el agua de lluvia. Está equipada con canaletas y filtros primarios que retienen los desechos grandes (hojas, tierra).
- Sistema de Filtración y Tratamiento: Compuesto por filtros biológicos (arena, grava) y un sistema de desinfección (luz UV o cloración).
- Tanque de Almacenamiento: El agua recolectada es almacenada en tanques resistentes y de fácil acceso para su consumo. Los tanques deben ser revisados regularmente.
- Sistema de Purificación: Incluye filtros adicionales y sistemas de purificación como el uso de luz ultravioleta o cloro para garantizar que el agua sea segura para el consumo.
- Sistema de generación Solar: Paneles solares que proporcionan energía para operar las bombas y los equipos de purificación.

b. Uso Diario del Sistema

Para garantizar que el agua de lluvia sea apta para el consumo, siga estas recomendaciones diarias:

- *Recolección del Agua*: Asegúrese de que las canaletas y bajantes estén limpios y libres de obstrucciones antes de cada temporada de lluvias. Revise que no haya fugas o grietas en los sistemas de recolección y almacenamiento.
- *Filtración Inicial*: Las mallas y filtros de la caseta deben ser revisados regularmente para evitar que se acumulen hojas, ramas y otros desechos. Limpie las canaletas si es necesario, especialmente después de una lluvia fuerte.
- *Acceso al Agua*: Asegúrese de que el tanque de almacenamiento esté limpio y cerrado adecuadamente para evitar la contaminación del agua almacenada. Verifique regularmente que los dispositivos de purificación estén funcionando correctamente, sobre todo los filtros de agua y sistemas UV.

c. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es esencial para evitar fallos en el sistema y garantizar la calidad del agua. Aquí se detallan las tareas que deben realizarse de manera regular:

- *Limpieza de Canaletas y Filtros (Cada 1-2 meses)*: Revise las canaletas para asegurarse de que no estén obstruidas por hojas, polvo o residuos. Limpie las mallas o filtros primarios que retienen partículas grandes antes de que el agua se almacene.
- *Revisión del Sistema de Almacenamiento*: Verifique que el tanque de almacenamiento esté libre de suciedad y que no haya acumulación de escombros en el fondo. Asegúrese de que las tapas del tanque estén bien selladas para evitar la contaminación del agua.
- *Revisión de los Filtros de Purificación*: Inspeccione los filtros de carbón activado o cualquier otro dispositivo de purificación para asegurarse de que no estén saturados. Si es necesario, sustitúyalos o límpielos. Verifique que los sistemas de desinfección (UV, cloro) estén funcionando correctamente.

- Revisión de Paneles Solares: Asegúrese de que los paneles solares estén limpios y sin obstrucciones. La suciedad puede afectar su capacidad para generar energía. Revise los cables y conexiones para asegurar que no haya fallos eléctricos.

d. Mantenimiento Correctivo

En caso de que el sistema presente fallos, las siguientes acciones pueden ayudar a corregirlos:

- Fugas en las Canaletas o Tanques: Si encuentra grietas o fugas en las canaletas o en el tanque de almacenamiento, repárelas inmediatamente con materiales adecuados, como selladores o parches resistentes a la humedad.
- Obstrucción de Filtros: Si los filtros de agua o las canaletas se obstruyen con escombros, límpielos o cámbielos si es necesario. Asegúrese de que el agua fluya libremente a través del sistema.
- Reemplazo de Componentes Dañados: Si algún componente del sistema (bomba, válvulas, filtros, etc.) está dañado o ha dejado de funcionar, sustitúyalo lo antes posible con piezas de repuesto adecuadas.
- Fallo en el Sistema Solar: Si los paneles solares no están funcionando, verifique si hay obstrucciones, suciedad o daño en los paneles o en las conexiones. Si es necesario, contacte a un técnico para una revisión más profunda.

e. Capacitación en Purificación y Potabilización del Agua

Es crucial que los miembros de la comunidad comprendan cómo purificar y asegurar la calidad del agua. Estos son los pasos a seguir:

- Purificación Inicial: Después de la recolección, el agua debe pasar por un proceso de filtración para eliminar sedimentos y residuos gruesos.
- Purificación Avanzada: El uso de luz ultravioleta (UV) o un sistema de cloración ayuda a eliminar bacterias, virus y otros microorganismos patógenos.
- Control de Calidad: Realice pruebas periódicas de calidad del agua, como la medición de niveles de cloro o pruebas bacteriológicas, para asegurar que el agua sea potable.

f. Seguridad y Buenas Prácticas en el Uso del Agua

Para garantizar que el agua potable no se contamine, siga estas buenas prácticas:

- Almacenamiento Seguro: Mantenga los tanques de almacenamiento cubiertos y sellados para evitar la entrada de animales, suciedad o residuos.
- Uso Higiénico: Lave bien las manos antes de usar el agua potable para evitar la transmisión de bacterias.
- Manejo Responsable del Agua: Evite el desperdicio del agua y utilice técnicas de conservación, como el uso de agua para riego o limpieza solo cuando sea necesario.

g. Responsabilidades Comunitarias

Para garantizar la sostenibilidad del sistema, cada miembro de la comunidad debe participar activamente en el mantenimiento y uso del sistema. Las responsabilidades incluyen:

- Revisión periódica del sistema de captación.
- Participación en la limpieza y mantenimiento de los tanques y filtros.
- Formación de grupos de trabajo para reparar el sistema cuando sea necesario.

h. Sostenibilidad y Monitoreo Continuo

Es importante realizar un monitoreo constante del funcionamiento del sistema. Asegúrese de que:

- Se lleve a cabo una evaluación periódica del sistema.
- Se hagan ajustes y reparaciones necesarias.
- Se fomente la participación activa de la comunidad en la toma de decisiones y la gestión del sistema.

El éxito de este sistema de captación y potabilización de aguas lluvias depende del uso adecuado, mantenimiento preventivo y la participación activa de toda la comunidad. Este manual proporciona la base para garantizar que cada miembro de la comunidad pueda contribuir al cuidado del sistema, asegurando un suministro continuo de agua potable segura.

Con el compromiso de todos, el sistema podrá ser sostenible a largo plazo y proporcionará agua limpia para el consumo humano, mejorando la calidad de vida de la comunidad del Resguardo Unuma.

Relevancia de los hallazgos:

Los resultados obtenidos son relevantes porque no solo demuestran la viabilidad técnica y económica de un sistema de captación y potabilización de aguas lluvias en el Resguardo Alto Unuma, sino que también subrayan la importancia de involucrar a la comunidad local en el proceso de diseño, implementación y mantenimiento. La recopilación de datos y las entrevistas fueron fundamentales para adaptar las tecnologías y soluciones propuestas a las necesidades y condiciones particulares de la comunidad, lo que aumenta la probabilidad de éxito del proyecto.

Además, la evaluación de la sostenibilidad y la eficiencia del sistema mostró que es una solución viable a largo plazo, tanto en términos de costos como de impacto ambiental. Este estudio contribuye al cuerpo de conocimiento sobre el uso de tecnologías de captación de aguas lluvias en comunidades rurales y puede servir como modelo para otras iniciativas similares en regiones con recursos hídricos limitados.

5.2 Propuesta al sector

Plan de Implementación de Sistemas No Convencionales de Captación y Potabilización de Aguas Lluvias

El plan de implementación de este sistema se estructurará en varias etapas que aseguren su viabilidad técnica, social, económica y ambiental. A continuación, se detallan las estrategias propuestas, sustentadas en los resultados obtenidos durante la fase de diagnóstico y las evidencias de investigaciones previas sobre proyectos similares.

Etapa 1: Diagnóstico Técnico y Evaluación Preliminar

Objetivo: Revisar las condiciones del Resguardo Unuma para determinar las posibilidades de captación de aguas lluvias, la calidad del agua disponible y las características del terreno y la infraestructura existente.

Estrategia:

- Realizar una evaluación de las precipitaciones anuales en la región, utilizando datos pluviométricos obtenidos de estudios previos sobre la zona (Fuente: IDEAM, 2020).
- Medir la calidad del agua disponible (ríos, pozos, fuentes subterráneas) mediante análisis microbiológicos y químicos (Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2017).
- Evaluar las infraestructuras existentes (techos, canaletas, sistemas de almacenamiento) y determinar si son aptas para la captación de aguas lluvias.

Etapa 2: Diseño del Sistema de Captación y Potabilización

Objetivo: Diseñar el sistema de captación, almacenamiento, tratamiento y distribución de agua potable a partir de la captación de aguas lluvias.

Estrategia:

- Sistema de captación: Utilización de techos con sistema de canaletas y filtros previos para evitar la entrada de sedimentos y otros contaminantes (Fuente: Rodríguez et al., 2015).
- Sistema de almacenamiento: Diseño de tanques de almacenamiento adecuados a las necesidades de la comunidad, considerando el almacenamiento de agua para al menos dos meses de consumo durante la temporada de baja pluviosidad (Fuente: UN-Habitat, 2014).
- Tratamiento del agua: Implementación de sistemas de filtración como filtros de arena, carbón activado y, en casos específicos, cloración del agua para garantizar la potabilidad (Fuente: GWP, 2013).
- Distribución: Creación de un sistema de distribución basado en puntos de acceso adecuados a cada hogar, utilizando tuberías simples y con bajo costo de mantenimiento.

Etapa 3: Capacitación y Sensibilización de la Comunidad

Objetivo: Fortalecer las capacidades de la comunidad para garantizar la operatividad y sostenibilidad del sistema a largo plazo.

Estrategia:

- Desarrollar un programa de formación para los miembros de la comunidad sobre el uso y mantenimiento del sistema de captación y potabilización (Fuente: Cálvani & Pineda, 2018).
- Realizar campañas de sensibilización sobre la importancia del cuidado del recurso hídrico y la salud pública asociada al consumo de agua potable (Fuente: FRI, 2020).
- Designar líderes comunitarios como responsables del monitoreo y mantenimiento del sistema.

Etapa 4: Implementación y Ejecución del Proyecto

Objetivo: Realizar la instalación física de los sistemas de captación, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua.

Estrategia:

- Contratar a empresas especializadas en la construcción de sistemas de captación y potabilización de aguas lluvias.
- Utilizar materiales locales, sostenibles y de bajo costo en la construcción de tanques de almacenamiento y estructuras de captación (Fuente: González et al., 2016).
- Realizar la instalación siguiendo el diseño previamente aprobado, asegurando el cumplimiento de los estándares técnicos y de seguridad (Fuente: WHO, 2017).

Etapa 5: Monitoreo, Evaluación y Mantenimiento

Objetivo: Garantizar la sostenibilidad del sistema a largo plazo mediante un sistema de monitoreo continuo y mantenimiento preventivo.

Estrategia:

- Establecer un sistema de monitoreo periódico de la calidad del agua, asegurando que se mantenga dentro de los parámetros establecidos por las normativas nacionales e internacionales (Fuente: WHO, 2017).
- Crear un plan de mantenimiento preventivo para las infraestructuras de captación, almacenamiento, tratamiento y distribución de agua (Fuente: GWP, 2013).

- Desarrollar un sistema de reportes y resolución de incidencias operativas con la participación de la comunidad (Fuente: Rodríguez et al., 2015).

5.3 Discusión

El análisis de los resultados obtenidos a través de las encuestas en la comunidad del Resguardo Unuma revela datos significativos sobre las condiciones del acceso al agua potable y las percepciones sobre la viabilidad de la captación de aguas lluvias. La mayoría de los encuestados (67) indicaron que su principal fuente de agua proviene de pozos o fuentes subterráneas, lo que resalta una dependencia crítica de fuentes no necesariamente confiables ni potables. Este dato es consistente con los estudios previos que indican que las comunidades rurales frecuentemente dependen de fuentes subterráneas que, debido a su falta de tratamiento adecuado, pueden presentar riesgos para la salud pública (WHO, 2017). La escasez de acceso constante a agua potable, ya que solo un 69% de los encuestados reportaron acceso diario al agua potable, confirma la precariedad en el acceso al agua en zonas rurales, algo documentado ampliamente en la literatura (Rodríguez et al., 2015).

Además, la disposición generalizada de la comunidad hacia el uso de sistemas de captación de aguas lluvias (67 de 67 personas están dispuestas a utilizar este tipo de sistema) apoya la literatura que sugiere que las comunidades rurales son receptivas a soluciones de agua no convencional cuando se les capacita y se les brinda el apoyo necesario (González et al., 2016). Este dato se complementa con la alta importancia que los encuestados otorgan al acceso a agua potable limpia y segura (100% de las respuestas indicaron que es "muy importante"), lo que refuerza la hipótesis de que la implementación de sistemas de captación de agua lluvia podría mejorar significativamente la calidad de vida de los habitantes, como se ha señalado en investigaciones previas (UN-Habitat, 2014).

Sin embargo, un aspecto que debe tenerse en cuenta es la percepción de algunos miembros de la comunidad sobre la falta de conocimiento acerca del tratamiento y potabilización del agua de lluvia, ya que un porcentaje importante de encuestados indicó que están "poco informados" o "nada informados" sobre estas técnicas. Este hallazgo contrasta con estudios como el de FRI (2020), que demuestran que, aunque la disposición es alta, la falta de información técnica puede

ser un obstáculo para la implementación exitosa de proyectos de captación de aguas lluvias. Por lo tanto, la capacitación y sensibilización continua de la comunidad sobre el tratamiento y mantenimiento adecuado del sistema son cruciales para garantizar la eficacia del proyecto a largo plazo.

En conclusión, los resultados obtenidos en el diagnóstico coinciden en su mayoría con los antecedentes revisados, ya que reflejan una necesidad urgente de mejorar el acceso al agua potable en el Resguardo Unuma, así como una actitud positiva hacia la adopción de sistemas no convencionales. No obstante, también surge la necesidad de abordar las brechas informativas y educativas que podrían limitar el éxito del proyecto si no se implementan estrategias de capacitación apropiadas, lo cual está respaldado por estudios que indican que la educación y la participación comunitaria son fundamentales para la sostenibilidad de estos sistemas (Rodríguez et al., 2015).

6 CONCLUSIONES

Los hallazgos más importantes del proyecto reflejan una necesidad urgente de mejorar el acceso al agua potable en el Resguardo Alto Unuma. La comunidad depende principalmente de pozos y fuentes subterráneas, las cuales no siempre garantizan agua de calidad, lo que compromete la salud de los habitantes. A pesar de esto, los resultados muestran que la comunidad está muy dispuesta a adoptar alternativas como los sistemas de captación de aguas lluvias, con el 100% de los encuestados a favor de su implementación.

Uno de los hallazgos clave fue que, aunque la comunidad está abierta a la adopción de estos sistemas, existe un conocimiento limitado sobre el tratamiento y la potabilización del agua lluvia, lo que resalta la necesidad de una capacitación adecuada para asegurar el uso y mantenimiento adecuado del sistema. Además, la alta valoración de la importancia del acceso a agua potable limpia subraya la relevancia de la intervención propuesta para mejorar la calidad de vida de los habitantes del Resguardo.

Aunque la mayoría de los encuestados tiene acceso diario a agua potable, un número significativo solo tiene acceso varias veces a la semana. Esto refleja que aún existen desafíos en el acceso constante a agua potable de calidad.

Las entrevistas proporcionaron una visión adicional sobre la percepción de la comunidad respecto al agua. Los comentarios reflejan un deseo generalizado de mejorar la situación del agua, junto con una disposición a colaborar activamente. Además, se percibe una confianza en que el gobierno debería ser un actor clave en la financiación e implementación de proyectos de captación de agua lluvia.

Los datos obtenidos refuerzan la hipótesis de que la implementación de un sistema no convencional de captación y potabilización de agua lluvia en el Resguardo Alto Unuma no solo sería bien recibida por la comunidad, sino que podría mejorar sustancialmente la calidad del agua, reduciendo enfermedades relacionadas con la misma. La participación activa de la comunidad y el apoyo económico necesario son factores cruciales para garantizar el éxito y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

El análisis técnico realizado muestra que la región posee condiciones climáticas favorables para la captación de agua de lluvia, lo que hace viable la implementación de sistemas no convencionales en la zona. Sin embargo, el éxito de estos sistemas depende de la infraestructura adecuada, la capacitación continua y la participación activa de la comunidad.

En el contexto más amplio del área de estudio, estos hallazgos tienen un impacto significativo, ya que proponen una solución sostenible y accesible a un problema crítico en comunidades rurales y de difícil acceso, como lo es la escasez de agua potable. Además, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, este proyecto puede contribuir a mejorar la resiliencia de las comunidades rurales frente a los problemas de agua, garantizando un suministro más seguro y eficiente para consumo humano.

Viabilidad de los sistemas de captación y potabilización de aguas lluvias

El diagnóstico técnico y funcional realizado en el Resguardo Alto Unuma confirma que la captación y potabilización de aguas lluvias es una alternativa viable para mejorar el acceso al agua potable en comunidades rurales. Las condiciones climáticas y geográficas de la región permiten aprovechar las precipitaciones para el abastecimiento de agua, reduciendo la dependencia de fuentes no tratadas.

Impacto en la calidad de vida y salud pública

La implementación de estos sistemas tiene un impacto positivo en la salud pública, disminuyendo la exposición de la comunidad a enfermedades transmitidas por el consumo de agua contaminada. Estudios previos han demostrado que la adopción de estas tecnologías contribuye a la reducción de enfermedades gastrointestinales y mejora las condiciones sanitarias en zonas rurales.

Sostenibilidad y autonomía comunitaria

Los sistemas de captación de aguas lluvias no solo garantizan el acceso al agua potable, sino que también fortalecen la autonomía de las comunidades al reducir su dependencia de fuentes externas y mejorar su resiliencia ante sequías o problemas de infraestructura.

Desafíos en la implementación y mantenimiento

A pesar de sus beneficios, la sostenibilidad de estos sistemas depende de diversos factores, como la selección adecuada de tecnologías, la capacitación de la comunidad en operación y mantenimiento, y la existencia de un plan de monitoreo continuo para garantizar la calidad del agua. La falta de estos elementos puede comprometer la efectividad del proyecto a largo plazo.

Contribución a la sostenibilidad ambiental

El aprovechamiento de aguas lluvias reduce la presión sobre fuentes hídricas convencionales y promueve un uso más eficiente de los recursos naturales. La implementación de estos sistemas en comunidades rurales puede formar parte de estrategias más amplias de gestión sostenible del agua en Colombia.

Para concluir, el diagnóstico realizado demuestra que la captación y potabilización de aguas lluvias en el Resguardo Alto Unuma es una alternativa factible, sostenible y beneficiosa para la comunidad. Sin embargo, su éxito depende de un enfoque integral que incluya el diseño adecuado de los sistemas, la capacitación comunitaria, el mantenimiento continuo y el apoyo institucional para garantizar su funcionamiento a largo plazo.

Recomendaciones y futuros trabajos.

Limitaciones de la Investigación: El proyecto enfrentó algunas limitaciones que pueden afectar la generalización de los resultados. En primer lugar, la muestra de encuestas se limitó a 67 personas, lo que puede no reflejar completamente las percepciones y necesidades de toda la comunidad del Resguardo Alto Unuma. Además, debido a la naturaleza de la investigación, los datos obtenidos son autoinformados, lo que puede introducir sesgos de respuesta, como una tendencia hacia respuestas socialmente deseables o una falta de comprensión profunda sobre el tema por parte de los encuestados.

Otro posible sesgo es la limitación en la medición de la calidad del agua, ya que, aunque se identificó una necesidad de tratamiento, no se realizaron pruebas de laboratorio exhaustivas para confirmar la calidad del agua de las fuentes actuales. Este factor podría haber influido en la interpretación de los problemas relacionados con la calidad del agua. Asimismo, la investigación se centró principalmente en las percepciones de la comunidad, sin una evaluación técnica

detallada sobre los costos exactos de implementación o la disponibilidad de materiales y recursos a largo plazo.

Recomendaciones para Investigaciones Futuras: En investigaciones futuras, sería recomendable ampliar la muestra para incluir una mayor representación de la comunidad y realizar análisis técnicos más detallados sobre las fuentes de agua, específicamente con pruebas de calidad de agua para cuantificar de manera precisa los riesgos para la salud. Además, sería útil realizar un seguimiento a largo plazo de la implementación de los sistemas de captación de agua lluvia para evaluar la efectividad del tratamiento y el mantenimiento de los sistemas en el tiempo.

Otra dirección importante para la investigación futura podría ser explorar opciones de financiamiento y apoyo institucional para garantizar la sostenibilidad económica del proyecto. Además, se podría investigar el impacto socioeconómico de la implementación del sistema de captación en la comunidad, considerando factores como la reducción de enfermedades relacionadas con el agua y los posibles ahorros económicos.

Impacto en la Toma de Decisiones y Prácticas Profesionales: Los resultados de este proyecto pueden influir significativamente en la toma de decisiones tanto a nivel gubernamental como comunitario. A nivel local, los líderes comunitarios pueden tomar decisiones informadas sobre la implementación de proyectos de captación de aguas lluvias, basándose en la disposición positiva de la comunidad y los beneficios identificados. A nivel institucional, estos resultados podrían ser utilizados para abogar por políticas públicas que apoyen la implementación de sistemas de captación de agua en comunidades rurales, especialmente en zonas con acceso limitado a agua potable.

Desde una perspectiva profesional, este proyecto contribuye a la comprensión de la gestión sostenible del agua en comunidades rurales, y su implementación podría influir en las prácticas de planificación y desarrollo de proyectos de infraestructura hídrica en otras áreas con características similares.

7 Referencias

Agudo, P. (2022), *Relator Especial de la ONU sobre los derechos humanos al agua potable y el saneamiento*. A/HRC/51/2. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ohchr.org/sites/default/files/documents/issues/water/2022-09-15/A-HRC-51-24-Friendly-version-SP.pdf

Agropinos. (2023). *Tipos de sistemas de captación de agua de lluvia*. <https://www.agropinos.com/blog/como-aprovechar-las-aguas-lluvias>

Ballén, J., Galarza, G. y Mosquera, O. (2006). *HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA, VI SEREA. Semanario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua João Pessoa (Brasil)*, 5 a 7 de junio de 2006, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BALLEN%20et%20al.%202006.%20Historia%20de%20los%20sist%20de%20aprovechamiento%20agua%20lluvia.pdf

Bernal Torres, C. A. (2022). *Cómo elaborar un proyecto de investigación científica. En Metodología de la investigación (pp. 104-139)*. Pearson Educación.

Bernal Torres, C. A. (2022). *Metodología de la investigación*. Pearson Educación. <https://www-ebooks7-24-com.ezproxy.uniminuto.edu/?il=19299>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2020). *Informe de acceso a servicios públicos en Colombia 2020*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co>

DANE (2020). *Informe de acceso a servicios públicos en Colombia*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/2020/Boletin_Tecnico_ECV_2020.pdf

Función pública. (2007). *Decreto 1575 de 2007*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=30007>

García, A. et al. (2022). *Diseño y evaluación de sistemas de captación de aguas lluvias para zonas rurales*. <https://aqua-lac.org/index.php/Aqua-LAC/article/view/293>

García, A., & Pérez, E. (2020). Sistemas no convencionales de captación de agua: una solución para la gestión sostenible de recursos hídricos. *Journal of Environmental Engineering*, 18(2), 112-126.

Gómez, L., Rodríguez, J., & Pérez, M. (2018). *La captación de aguas lluvias como alternativa de acceso al agua potable en comunidades rurales*. *Revista de Tecnología y Medioambiente*, 12(3), 45-59.

Gutiérrez, P. et al. (2021). *Estrategias de adaptación al cambio climático en comunidades indígenas de Colombia*. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/75>

Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill. <https://www-ebooks7-24-com.ezproxy.uniminuto.edu/?il=6443>

López N. y Sandoval I. (2013). *Métodos y técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pics.unison.mx/wp-content/uploads/2013/10/1_metodos_y_tecnicas_cuantitativa_y_cualitativa.pdf

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2022). *Lineamientos para potencializar el uso de agua lluvia*. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.andi.com.co/Uploads/LINEAMIEN-TOS-USO-AGUAS-LLUVIAS.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2020). *Guía para el suministro de agua potable mediante soluciones alternativas para comunidades rurales y dispersas*. Bogotá: MVCT. MINVIVIENDA.GOV.CO

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *Agua potable y salud*. <https://www.who.int>

Organización Mundial de la Salud. (2021). *2.000 millones de personas carecen de acceso a agua potable segura en el mundo*. Ginebra: OMS. <https://www.who.int/news/item/18-03-2021-2-billion-people-lack-safe-drinking-water-globally>

Sasha K. (2024). *Fluence Corporation Limited - ¿Podrían los recursos hídricos no convencionales mejorar la seguridad hídrica mundial?*. Subdirectora de UN FAO y coeditora del libro Nueva Era de Gestión del Agua y FLUENCE NEWS TEAM, Derechos de Autor ©.

Torres, C. y Pinzón, T. (2022). *Sistemas alternativos de captación y almacenamiento de agua desde la perspectiva del metabolismo social*, Quibdó, Colombia. Jangwa Pana Vol. 21(3) |

Universidad de Granada. (2012). *tamaño de la muestra*. Chrome extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<https://www.ugr.es/~mvargas/Infe1.pdf>

Vélez, O. diciembre 23 (2002). *Organización Indígena UNUMA, Colombia, Edición 16/17 Revista Semillas*.

We Are Water foundation. 13 julio (2022). *Captación de agua de lluvia, un recurso necesario*. <https://www.wearewater.org/es/insights/captacion-de-agua-de-lluvia-un-recurso-necesario/>