



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

1

**SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIA: INSTALACIÓN DE CASETAS DE
DESINFECCIÓN DOTADAS CON PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS,
REQUERIDAS PARA HACER EL TRATAMIENTO DE AGUA, PARA CONSUMO
HUMANO, EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE PASTO.**

MARTHA CECILIA PAZOS PORTILLO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS
SAN JUAN DE PASTO NARIÑO
2023



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

2

**SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIA: INSTALACIÓN DE CASSETAS DE
DESINFECCIÓN DOTADAS CON PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS,
REQUERIDAS PARA HACER EL TRATAMIENTO DE AGUA, PARA CONSUMO
HUMANO, EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE PASTO.**

Martha Cecilia Pazos Portillo

**Trabajo de grado para obtener el Título de
Especialista en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas
con la modalidad sistematización de experiencias**

Director:
Elizabeth Carvajal Flórez
Ing. Ambiental- Ph.D

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS
NARIÑO SAN JUAN DE PASTO
2023

Agradecimientos

La autora expresa un sentido y sincero agradecimiento a: Dios, por dotarme de los dones del espíritu Santo como: el **entendimiento** para comprender lo que estaba estudiando, **paciencia** para saber esperar el momento más feliz de la vida que será cuando reciba mi título como especialista, **sabiduría** para sortear situaciones difíciles y no desvanecer en mi camino.

A la señora coordinadora Mercedes Castillo, quien aprobó esta propuesta de redactar el trabajo de grado, sobre la sistematización de experiencia de hacer tratamiento de agua destinada al consumo humano, por medio de la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos,

A la ingeniera Elizabeth Flórez directora de este trabajo de grado, quien me orientó y me dio la principal motivación de realizar este estudio, cambiar mi pensamiento sobre el concepto de cuencas hidrográficas y poder articular mi experiencia laboral con el conocimiento teórico.

A los docentes de la universidad Santo Tomás, que me orientaron en el proceso académico y me transmitieron sus conocimientos, permitiendo hacer realidad mi sueño de especializarme y tener un criterio técnico más sólido en el manejo y gestión integral del recurso hídrico.

Al ingeniero Mario Viteri, de la Secretaria de Gestión Ambiental del municipio de Pasto, quien autorizó para elaborar este documento, confió en cada una de mis capacidades laborales, dándome la oportunidad de ascender y aprender, afirmando que “en la vida se puede alcanzar muchas metas, y siempre tendremos la oportunidad de progresar y hacer un cambio desde nuestro conocimiento”.

A mi hijo Daniel Felipe Cerón Pazos, por enseñarme el valor de la paciencia, y a mi esposo Rome Cerón por todo el apoyo que me brindo desde el primer día que inicie este estudio.

DEDICATORIA

Dedico este triunfo a mi padre José Antonio Pazos Q,E,P,D quien me dejó la gran herencia del gusto por el estudio, y las enseñanzas de la vida “termina todo lo que inicias”

A todos los fontaneros (persona que cuida las cuencas, microcuencas y demás fuentes abastecedoras de agua) del municipio de Pasto que realizan el tratamiento de agua para el consumo humano, que tiene una gran responsabilidad social, en garantizar la calidad de agua para todo el municipio, ellos fueron quienes me enseñaron a identificar los diferentes tipos de fuentes, a su cuidado protección, recuperación y conservación y a identificar las necesidades prioritarias en el proceso de calidad de agua.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

4

Nota de aceptación

Firma del presidente

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, agosto 2023



TABLA DE CONTENIDO	PAG.
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	9
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	12
3.1. GENERAL	12
3.2. ESPECÍFICOS	12
4. MARCO REFERENCIAL	13
4.1 MARCO TEÓRICO	13
4.2 ANTECEDENTES	13
5. MARCO CONTEXTUAL	14
5.1 CALIDAD DE AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO	14
5.2 CALIDAD DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE PASTO	16
5.3 IDENTIFICACIÓN DE CUENCAS QUE ABASTECEN EL MUNICIPIO DE PASTO	16
5.4 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN Y LAS VEREDAS BENEFICIADA DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN DE LAS CASETAS DE DESINFECCIÓN DOTADAS CON PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS	19
5.5 MARCO CONCEPTUAL TRATAMIENTO DE AGUA CON CASETAS DE DESINFECCIÓN DOTADAS CON PANELES SOLARES	20
6. MARCO NORMATIVO	25
7. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA	27
7.1.1 Primer Momento Fase descriptiva	27
7.1.2 Punto de partida	27
7.1.3 Plan de sistematización	28



7.1.4	Recuperación del proceso vivido	28
7.1.5	Reflexión de fondo	28
7.1.6	Punto de llegada	29
7.1.7	Fase analítica	29
7.1.8	RESULTADOS FASE DESCRIPTIVA	29
7.1.9	Acueductos inviables sanitariamente	34
7.1.10	Acueductos con riesgo alto	36
7.1.11	Acueductos inviables leves	38
7.1.12	Modelo de encuesta a usuarios de acueducto que manifiestan el interés de mejorar las condiciones del agua.	40
8	RESULTADOS PARA LA FASE ANALÍTICA	47
8.1.1	estudio de radiación y brillo solar	47
8.1.2	estudio socio económico	50
8.1.3	Calculo Costo y Presupuesto en la compra de insumos Químicos aplicados con la bomba dosificadora.	50
8.1.4	Ventajas de la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares	50
8.1.5	Desventajas de la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares	50
8.1.6	Discusión Eficiencia de casetas de desinfección dotadas con paneles solares para hacer tratamiento de Agua	51
8.1.7	RESULTADOS DE LA RECUPERACIÓN DEL PROCESO VIVIDO	52
8.2	Disminución Enfermedades Gastrointestinales	53
9	RESULTADOS PARA EL PUNTO DE LLEGADA	54
9.1	Experiencias positivas	55
9.2	Experiencias negativas	56
9.3	Aspectos importantes encontrados con esta experiencia	57
9.4	RESULTADOS PLAN DE SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA	59
9.5	RESULTADOS PARA LA REFLEXIÓN DE FONDO	59
9.6	RESULTADOS PARA LOS PUNTOS DE LLEGADA	60

9.7 Conclusiones	60
9.8 Recomendaciones	62
9.9 Planteamiento como referencia que sirva de modelo para los sesenta y cuatro (64) municipios que integran al departamento de Nariño.	62
REFERENCIAS	63

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 1 División política departamento de Nariño	15
FIGURA N° 2 Cuenca Rio Pasto	17
FIGURA N° 3 Cuenca Lago Guamuéz	18
FIGURA N° 4 Cuenca rio Bobo	18
FIGURA N° 5 División política de los corregimientos del Municipio de Pasto	19
FIGURA N° 6 Bomba dosificadora	22
FIGURA N° 7 Tanque dosificador	22
FIGURA N° 8 Paneles solares fotovoltaicos	23
FIGURA N° 9 Circuito eléctrico del inversor	23
FIGURA N° 10 Muestra aleatoria del resultado de análisis de laboratorio vereda Dolores	35
FIGURA N° 11 Muestra aleatoria del resultado del análisis de laboratorio vereda Cabrera	37
FIGURA N° 12 Capacitación dirigida a la comunidad sobre la instalación de casetas	44
FIGURA N° 13 Capacitación administrativa en costos y presupuestos	45
FIGURA N° 14 Capacitación operativa en regulación de caudal	45
FIGURA N° 15 Capacitación técnica en el proceso de desinfección de agua	46
FIGURA N° 16 Antigua Caseta	47
FIGURA N° 17 Nueva Caseta dotada con Paneles	47
FIGURA N° 18 Grado de inclinación de los paneles solares	49
FIGURA N° 19 Verificación instalación	49
FIGURA N° 20 Dificultad instalación de paneles con la presencia de material vegetal Arbóreo	56

LISTA DE TABLAS

TABLA N° 1 Normatividad vigente para calidad de agua e instalación de paneles	24
TABLA N° 2 Reporte índice de riesgo de calidad de agua IRCA	29
TABLA N° 3 Reporte de juntas administradoras de acueductos legalizadas en Cámara de Comercio.	38
TABLA N° 4 Evaluación de Alternativas para el tratamiento de agua para el consumo humano.	52
TABLA N° 5 Acueductos beneficiados del proyecto de instalación de caseta de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos	53
TABLA N° 6 Reporte de casetas de desinfección en funcionamiento	62
TABLA N° 7 Comparación de Reporte de Enfermedades Gastrointestinales Presentadas en el Año 2019 y en el Año 2022.	63
TABLA N° 8 Matriz DOFA Para la implementación de paneles solares	67

RESUMEN

Este documento, es la descripción del proceso de sistematización de la experiencia adquirida con la instalación de casetas de desinfección de agua, que tienen como objetivo aplicar una solución acuosa entre cloro en una concentración del 1.5 ppm (partes por millón) y agua para eliminar la presencia de microorganismos presentes en las fuentes abastecedoras de los acueductos, y con esto mejorar la calidad de agua para el consumo humano; estas casetas, fueron dotadas con paneles solares fotovoltaicos, los cuales transforman la energía solar en energía eléctrica, por medio de un inversor, que alimenta con este fluido a la bomba dosificadora, que regula el goteo de la solución desinfectante en dosis óptimas y adecuadas, haciendo del tratamiento un proceso continuo, como una alternativa de solución implementada en la zona rural del municipio de Pasto.

Su presentación, tiene como propósito, evaluar y analizar la experiencia de haber implementado una energía renovable y sostenible, frente a la problemática del suministro de mala calidad de agua, destinada para el consumo humano, situación que se presenta en la zona rural del municipio de Pasto, identificada como una de las causas para la propagación de enfermedades gastrointestinales,

Para su redacción se tuvo en cuenta el escrito propuesto por Jara (2018), que hace énfasis en el proceso detallado de la experiencia adquirida por medio de la fase descriptiva, efectuada en cinco momentos, primero la identificación del punto de partida, segundo la organización del plan de sistematización, tercero la recuperación del proceso vivido, cuarto la realización de las reflexiones de fondo, y quinto la identificación de los puntos de llegada; el autor, resalta también la fase analítica, que se hace sobre la experiencia descrita, interpretando los resultados obtenidos, en el proceso de la sistematización. Haciendo alusión a la descripción, explicación y análisis de un proceso ya vivido, recopilando el aprendizaje que esto dejó, resaltando aspectos positivos y negativos, que permitan identificar las falencias, fortalezas, debilidades que, en futuras ocasiones, permita evitar los mismos errores.

Palabras claves: casetas de desinfección, paneles solares fotovoltaicos, bomba dosificadora, tratamiento, agua para el consumo humano.



ABSTRACT

This document is the description of the systematization process of the experience acquired with the installation of water disinfection booths, which have the objective of applying an aqueous solution between chlorine in a concentration of 1.5 ppm (parts per million) and water to eliminate the presence of microorganisms present in the supply sources of the aqueducts, and with this improve the quality of water for human consumption; These booths were equipped with photovoltaic solar panels, which transform solar energy into electrical energy, through an inverter, which feeds this fluid to the dosing pump, which regulates the dripping of the disinfectant solution in optimal and adequate doses. making the treatment a continuous process, as an alternative solution implemented in the rural area of the municipality of Pasto.

His presentation has the purpose of evaluating and analyzing the experience of having implemented a renewable and sustainable energy, facing the problem of poor quality water supply, intended for human consumption, a situation that occurs in the rural area of the municipality of Grass, identified as one of the causes for the spread of gastrointestinal diseases,

For its writing, the writing proposed by Jara (2018) was taken into account, which emphasizes the detailed process of the experience acquired through the descriptive phase, carried out in five moments, first the identification of the starting point, second the organization of the systematization plan, third, the recovery of the process lived, fourth, the realization of the substantive reflections, and fifth, the identification of the points of arrival; The author also highlights the analytical phase, which is done on the experience described, interpreting the results obtained, in the systematization process. Alluding to the description, explanation and analysis of a process already lived, compiling the learning that this left behind, highlighting positive and negative aspects, which allow the identification of shortcomings, strengths, weaknesses that, in future occasions, allows avoiding the same mistakes.

Keywords: disinfection booths, photovoltaic solar panels, dosing pump, treatment, water for human consumption.

INTRODUCCIÓN

El concepto de cuenca hidrográfica, tiene varias connotaciones, pero es importante reconocer que no solo es el líquido que atraviesa un área geográfica, sino también, es un indicador de ordenamiento territorial, donde se interrelacionan todos los componentes que hacen parte de una sociedad, un ecosistema, un hábitat y un nicho; (Zambrano 2001), el agua es la base fundamental para la sobrevivencia de la comunidad, y su acceso debe ser de calidad; lo que determina el uso para consumo humano, y garantiza la salubridad en las personas, sin embargo en la zona rural del municipio de Pasto del departamento de Nariño, se presenta la problemática del suministro de mala calidad de agua para el consumo humano, situación que determina la búsqueda de alternativas de solución que contribuyan en los procesos para hacer el tratamiento de agua; de esta manera, se buscó varias alternativas y después de múltiples evaluaciones, técnicas, jurídicas, sociales y económicas, se optó por la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos, que facilitan el tratamiento de agua, convirtiendo la energía solar en energía eléctrica con la que enciende la bomba dosificadora, regulando y controlando el goteo de la solución desinfectante de forma continua.

En este documento se describe el proceso vivido con la instalación de casetas, y los resultados adquiridos con esta nueva tecnología, la cual se implementó en ocho (8) de los diez y siete (17) corregimientos que integran al municipio de Pasto, con el fin de hacer una prueba piloto, que sirva como precedente a otros corregimientos y municipios que tengan la misma problemática, y se dé solución con el uso de otras fuentes de energía.

Su contenido está dividido en dos partes: la **primera** de ellas hace referencia a la **contextualización**, donde se indica la descripción del problema, la justificación para hacer este documento, la división política del municipio de Pasto, la **segunda** hace alusión a la metodología, la descripción y procedimiento empleado para la **Sistematización** de la experiencia.

En síntesis, este documento es resumen de la experiencia de hacer Tratamiento de Agua para el consumo Humano, instalando casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos. en la zona rural del Municipio de Pasto.



1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la zona rural del municipio de Pasto del departamento de Nariño, según resultados de laboratorio (Instituto Departamental de Salud, 2019) el agua tiene un alto contenido de contaminación microbiológica con presencia de bacterias de Coliformes totales, fecales, y E- Coli,, lo que determina la ***mala calidad de agua para el consumo humano***; debido a la carencia de tratamiento del agua distribuida por las juntas administradoras de acueductos rurales, por la inadecuada optimización de los acueductos, inexistencia de fluido eléctrico para instalar los equipos de laboratorio que facilite la toma de muestras y hacer el análisis en sitio, falta de recursos económicos para la compra de insumos químicos, falencias en la organización a nivel interno, y deficiente capacitación sobre los procesos de operación, mantenimiento y desinfección de agua, ausencia de asesoría frente a los diferentes usos y prioridades que se le dan al manejo integral del recurso hídrico.

Según el Ministerio de Salud y Protección Social, sugiere que: al ingerir agua sin tratamiento se atenta contra la salud de las personas, presentando enfermedades gastrointestinales como amebiasis, parasitosis, desnutrición, EDAS (Enfermedades diarreicas agudas,) Hepatitis A, Giardiasis, disentería amebiana (MINSALUD 2020). Visto como graves consecuencias en el desarrollo humano.



2. JUSTIFICACIÓN

El agua de uso doméstico, está reglamentada por la resolución 2115 de 2007, en la que hace énfasis a las características físicas, químicas y microbiológicas, que se deben analizar en el laboratorio, dando unos valores admisibles, para que sea apta para el consumo humano, sin embargo los resultados de análisis de laboratorio realizados al líquido suministrado en la zona rural del municipio de Pasto, presenta inconformidad, en especial en la parte microbiológica, puesto que se detecta la presencia de Coliformes y E-Coli, clasificando en riesgo alto para la salud pública; por esta razón se hizo necesario implementar una alternativa de solución que permita mejorar el proceso de purificación de agua, por medio de la instalación de casetas de desinfección de agua dotadas con paneles solares fotovoltaicos que generan 110 voltios, necesarios para encender la bomba dosificadora, controlada por un diafragma que regula el goteo de la solución desinfectante, haciendo que el tratamiento sea constante durante todo el día, garantizando la calidad del servicio, permitiendo que el agua vaya cambiando paulatinamente en sus características físicas, químicas y microbiológicas haciéndola apta para el consumo humano.

Con este documento, se pretende dar a conocer los beneficios que tiene la implementación de casetas de desinfección, dotadas con paneles solares fotovoltaicos, para hacer el tratamiento de agua, dado que permiten la disminución de gastos operacionales en el pago de energía eléctrica, contribuyendo a que la administración del acueducto sea auto sostenible, además los paneles solares funcionan muy bien en sitios retirados donde no hay fluido eléctrico, son económicos porque solo se instalan una sola vez y duran veinte años o más según mantenimiento y conservación que se hagan, motiva a la comunidad en la aplicación del desinfectante porque la bomba dosificadora, es una maquina inteligente que se apaga automáticamente una vez se acabe la solución con cloro.

Esta sistematización, se hace para promover el uso de energías renovables, que no afecten el medio natural, contribuyan a la disminución de gases de invernadero y de alguna manera, contribuyan en el desarrollo de la comunidad, permitiendo la eficiencia en los procesos en el uso del recurso hídrico, para este caso se empleó los paneles solares instalados en las casetas de desinfección, para mejorar la calidad de agua, eliminando virus, bacterias, hongos y demás microorganismos que afectan la salud de las personas, y con esto poder calificar esta experiencia como positiva en el mejoramiento de calidad de agua, eficiente al disminuir la presencia de bacterias que afectan la salud de las personas, necesaria en zonas rurales, donde hay escasos recursos monetarios, económica para las entidades que deseen referenciar esta experiencia, practica para las juntas administradoras de acueductos rurales por su fácil operación y mantenimiento.

OBJETIVOS

3.1 GENERAL:

Describir la experiencia de la instalación de casetas de desinfección, dotadas con paneles solares fotovoltaicos, como fuente principal para el funcionamiento de los diferentes dispositivos que se utilizan en un acueducto para hacer el tratamiento de agua.

3.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar aspectos positivos y negativos frente al uso de casetas de desinfección dotadas con paneles solares.
- ✓ Analizar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua tratada con el uso de casetas de desinfección dotadas con paneles solares, que será suministrada para el consumo humano.
- ✓ Proponer el uso de casetas de desinfección dotadas con paneles solares como alternativa para hacer el tratamiento de agua y dar una referencia que sirva de modelo para otros municipios.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEÓRICO: Esta sistematización se relaciona con algunos trabajos de grado encontrados a nivel municipal, nacional e internacional, teoría relacionada con la experiencia de hacer tratamiento de agua para el consumo humano con paneles solares.

4.2 Antecedentes

En la Universidad UNIMINUO de la ciudad de Pasto, se encontró el trabajo de grado que tiene estrecha relación con los objetivos propuestos en esta sistematización a continuación se presentan los hallazgos encontrados:

Juan, F. Benavides Perdomo, Cristhian, A. Villanueva (2021) de la universidad UNIMINUTO, sugieren en su trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos “Estudio de pre factibilidad para la generación de energía fotovoltaica en zona no interconectada del municipio de Alvarado.

Los autores argumentan, la viabilidad en el uso de paneles solares como alternativa de aprovechamiento para hacer la transformación de energía eléctrica, necesaria para el trabajo de elementos y dispositivos que funcionan con este tipo de energía, y resaltan los beneficios que este sistema presenta al bajar el costo de mantenimiento.

En su objetivo general, manifiestan hacer el estudio de la pre factibilidad para la generación de energía fotovoltaica y concluye que La Energía Renovable (ER) es una de las grandes soluciones a la problemática de la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por la utilización de diferentes tecnologías a base de combustibles fósiles. Estos GEI son los responsables directos del calentamiento global, lo que convierte a la ER en una herramienta poderosa que también logra disminuir el calentamiento global y sus desastrosos efectos en el medio ambiente y la humanidad.

Así mismo, al investigar los diferentes trabajos de grado a nivel nacional, se encontró referencia importante que hacen relación al uso de paneles solares para el tratamiento de agua, vemos por ejemplo en la Universidad Santo Tomas seccional Tunja facultad de Ingeniería Civil, se identificó la siguiente investigación

José, L. Pinzón. (2020) de la Universidad Santo Tomas seccional Tunja facultad de Ingeniería Civil, presenta su trabajo de grado, para optar por el título de ingeniero civil “construcción de una planta de tratamiento de agua potable a nivel de laboratorio con fines académicos abastecida con energía solar” donde afirma: que este sistema ofrece varias ventajas

especialmente en el costo, aunque al inicio puede ser una inversión alta pero a mediano plazo ya se refleja la economía y el ahorro en gastos operacionales.

De igual manera se continúa consultando trabajos relacionados a nivel internacional, y se encontró el trabajo de María, De L. Cordero O, de la universidad Cuenca del Ecuador presenta su monografía Como requisito para obtener el título de ingeniero civil “Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (fgas), 2 filtros lentos de arena (fla), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento.” 2011. donde afirma: que, para hacer tratamiento de potabilización, es necesario conocer previamente la composición, calidad y usos del agua, y así determinar los procesos que se aplicaran para que sea apta para el consumo humano si es el caso, dado que de las características encontradas se determina la cantidad, y tipo de sustancias químicas.

5. MARCO CONTEXTUAL

5.1 . Calidad de agua en el departamento de Nariño

El departamento de Nariño se compone de sesenta y cuatro municipios, (64) (**ver figura N° 1**) con doscientos treinta (230) corregimientos, agrupados en cuatro provincias: Pasto. Tumaco-Barbacoas. Obando (Secretaria de Planeación Departamental, 2019).

Presenta una geografía diversa y clima variado según las altitudes: caluroso en la planicie del Pacífico y frío en la parte montañosa, donde vive la mayor parte de la población, situación que se repite en sentido norte-sur. Se caracteriza por su complicada topografía con respecto a otras zonas de Colombia. El departamento es esencialmente agrícola y ganadero.

Está constituida por dos vertientes:

- La del Pacífico, que comprende los ríos Patía, Mayo, Guáitara, Juanambú, Pasto, Iscuandé, Mira y Mataje.
- La Amazónica, formada por los ríos Guamuéz, Churayaco, San Miguel, Patascoy, Afiladores y la Tola

Según el informe de Evaluación de Potencial de Crecimiento Verde, (Zambrano, 2018) la calidad del agua se evaluó según el Índice de Riesgo de Calidad del Agua IRCA elaborado por el Ministerio de Salud y Protección Social, el cual analiza los valores máximos aceptables de características fisicoquímicas y microbiológicas en muestras de agua de consumo tomadas en los puntos de la red de distribución de agua.

Todos los municipios del departamento presentan algún nivel de riesgo y por cada 10 municipios, 8 presentan riesgo alto en la calidad del agua suministrada. Así mismo, las mediciones de calidad de agua más recientes indican que solamente el 4,7 % de los municipios presenta agua con nivel calidad en riesgo bajo, mientras el 14,1% presenta riesgo medio, el 79,7% riesgo alto y el 1,6% es inviable sanitariamente. (IDS, 2018)

El municipio de Magüí y las zonas rurales de Olaya Herrera, Ricaurte y Chachagüí fueron clasificadas como inviables sanitariamente (Instituto Departamental de Salud, 2020).

Esta situación, debe ser monitoreada cuidadosamente, teniendo en cuenta que la calidad del líquido incide directamente en la salud de los habitantes, con particular impacto en poblaciones vulnerables como los infantes y los adultos mayores. En la práctica estas deficiencias se han materializado en fenómenos como el brote de enfermedad diarreica aguda presentado en la ciudad de Ipiales durante el 2017, que afectó alrededor del 85% de los barrios de la cabecera municipal (Instituto Nacional de Salud, 2017).

La cobertura del servicio de acueducto es del 83% “Pero no estamos mejorando en cuanto a la calidad del agua, *NO estamos consumiendo agua potable*” ...”, Trujillo (2019)

5.2.CALIDAD DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE PASTO

El municipio de Pasto, se caracteriza por presentar diversos afluentes y contar con suficiente cantidad de agua, sin embargo, es uno de los municipios de Colombia que no cuenta con agua apta para el consumo humano, puesto que, en los resultados de laboratorio, realizados por la secretaría de Salud Municipal, a los acueductos de la zona rural, indican que los parámetros físicos, químicos y microbiológicos evaluados, no cumplen con los requisitos establecidos en la resolución 2115 de 2017, con lo que se puede analizar que el consumo de esta agua, es un riesgo para la salud de las personas, de los 144 acueductos rurales evaluados solo 11 se encuentran sin riesgo y cumplen con los parámetros requeridos.

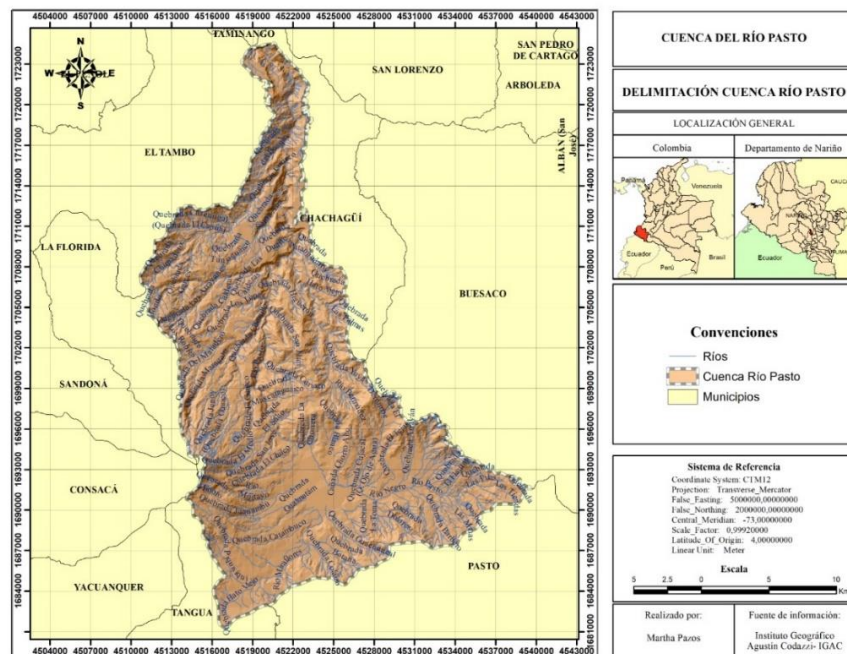
Según estudios del departamento administrativo nacional de estadística (DANE, 2020) indican que, en la zona rural, se encuentra mayor población infantil constituida entre los 0 a 10 años, lo que implica un mayor cuidado en el suministro de agua, por ser propensos a desarrollar enfermedades gastrointestinales de origen infeccioso, en esa medida es importante monitorear, controlar y vigilar la calidad de agua que suministran las juntas administradoras de los acueductos rurales.

5.3. IDENTIFICACIÓN DE CUENCAS QUE ABASTECEN EL MUNICIPIO DE PASTO

El municipio de Pasto, cuenta con tres cuencas: cuenca del río Pasto, (**ver figura N° 2**) cuenca del Lago Guamuéz o laguna de la Cocha (**ver figura N° 3**), cuenca del río Bobo, (**ver figura N°4**) que abastecen a los acueductos de los diez y siete (17) corregimientos y su ciento cuarenta y cuatro (144) acueductos rurales, de los cuales solo noventa (90) acueductos están legalizados Cámara de Comercio de Pasto, (2020).

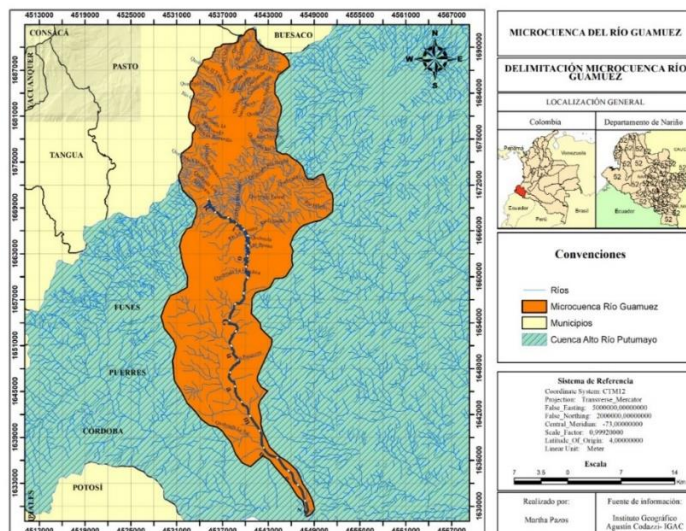
Para analizar la ubicación geográfica, donde se ejecutó el proyecto de la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos para hacer tratamiento de agua, se elaboró el respectivo mapa de zonificación de área, ubicando el río Pasto, identificado como una de las cuencas principales del municipio, que abastece a diez (10) acueductos veredales,

FIGURA N° 2. Cuenca **Rio Pasto** que abastece a diez (10) de los acueductos veredales, donde se instalaron paneles solares.



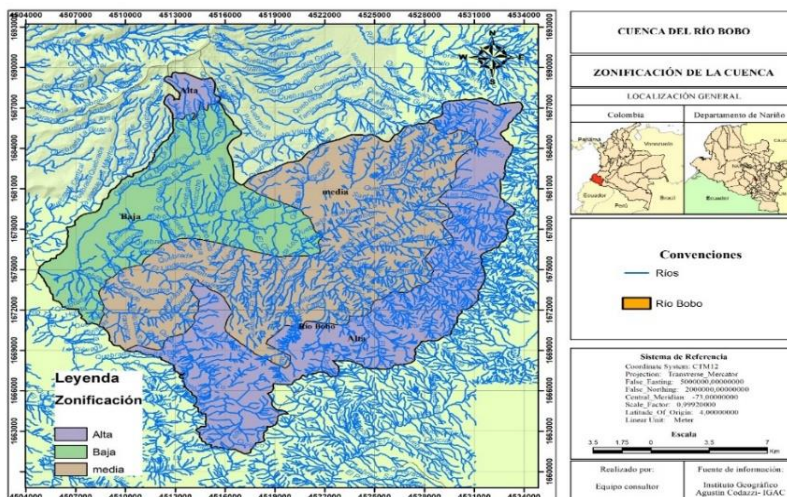
De igual manera, se elaboró el mapa de zonificación para identificar la segunda cuenca importante del municipio de Pasto, como la cuenca del lago Guamuéz o la Laguna de la Cocha, que también abastece otros diez (10) de acueductos veredales del municipio de Pasto, priorizados para realizar el tratamiento de agua (**Ver figura N° 3**).

FIGURA N° 3. Cuenca Lago Guamuéz abastecedora de diez (10) acueductos veredales, donde se instalaron paneles solares.



Finalmente se hizo la delimitación del área, identificando la tercera cuenca también del municipio de Pasto, como es la cuenca del río Bobo, que abastece diez (10) acueductos veredales, beneficiarios como se muestra en la **Figura N° 4**.

FIGURA N° 4. Cuenca **rio Bobo** abastecedora de diez acueductos veredales, donde se instalaron paneles solares.



FUENTE: tomado de Cartográfica Hidrográfica, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2019

Como parte de la contextualización se identificó la división política del municipio de Pasto con sus respectivos corregimientos, como se indica en la figura 5

FIGURA N° 5. División política de los corregimientos del Municipio de Pasto



Fuente Tomado de Secretaria de Planeación Municipal, 2018

5.4. CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN Y LAS VEREDAS BENEFICIADA DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN DE LAS CASETAS DE DESINFECCIÓN DOTADAS CON PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

El municipio de Pasto, está constituido por: diez y siete corregimientos, ciento sesenta y cuatro (164) veredas, Secretaria de Planeación Municipal, 2018. De las cuales ciento cuarenta y cuatro (144) Secretaría de Salud Municipal (2020) tienen acueducto propio, y se les toma la muestra para análisis de calidad de agua en el Instituto Departamental de Salud, sin embargo, la Secretaria de Gestión Ambiental de la Alcaldía municipal de Pasto, no cuenta con suficientes recursos para invertir en todos los sistemas de abastecimiento que pertenecen al municipio, en ese sentido se hace una selección de acueductos para realizar el respectivo diagnóstico y estudio técnico, para poder hacer la respectiva inversión, siendo así, en esta clasificación quedaron los siguientes sistemas de abastecimiento priorizados en la zona rural, específicamente en los corregimientos de: Catambuco en las veredas San Antonio Casanare, San Antonio Bermejil, San José de Catambuco, Bella vista sector Fátima San Antonio de Acuyuyo, Cubijan Alto Cubijan Bajo, corregimiento Socorro en las veredas bajo Casanare, socorro centro, socorro alto, corregimiento Santa Bárbara en las veredas las iglesias, Divino niño los Ángeles, Cerotal, Multiveredal Santa Bárbara centro, corregimiento El Encano en



las veredas Campo Alegre el Socorro, corregimiento Mapachico, en las veredas San Cayetano, los lirios, corregimiento Obonuco en las veredas San Felipe San Antonio de Obonuco, corregimiento La Caldera en la vereda Arrayan, corregimiento Cabrera en las veredas Cabrera, corregimiento Buesaquillo en las veredas Cujacal Centro, Buesaquillo centro, San José de Buesaquillo, San Antonio de Aranda, Pinar del río, Villa Nueva, según resultados de laboratorio (Instituto Departamental de Salud, 2019). Estos sectores presentan la problemática de consumir agua no apta para el consumo humano, dado que el agua tiene un alto contenido de contaminación microbiológica con presencia de bacterias de Coliformes totales, fecales, y E- Coli, bacterias que según estudios del Ministerio de Salud, afirman que estas bacterias son una de las causas de las enfermedades gastrointestinales como Amebiasis, Parasitosis, desnutrición, EDAS (Enfermedades diarreicas agudas,) Hepatitis A, Giardiasis, Disentería Amebiana; generadas por la falta de tratamiento y desinfección de agua.

Estas veredas cuentan, con acueducto propio y son administrados por las juntas administradoras de acueductos rurales, quienes no poseen recursos económicos para hacer el tratamiento de agua, con la adición de sustancias químicas y la compra de dispositivos costosos que permitan el proceso de desinfección de agua, dado que la cuota tarifaria por el servicio de acueducto es de 5000 pesos anuales, además las personas encargadas de hacer el tratamiento, no cuentan con la suficiente preparación académica para aplicar fórmulas matemáticas y químicas, por esta razón tienen “miedo” en la dosificación de cloro porque piensan que la comunidad se va a “intoxicar”, el trabajo de fontanería se adquiere de generación en generación, sin recibir capacitación técnica frente a la operación y mantenimiento de acueductos y proceso de desinfección de agua para el consumo humano.

5.5. MARCO CONCEPTUAL

TRATAMIENTO DE AGUA CON CASETAS DE DESINFECCIÓN DOTADAS CON PANELES SOLARES

El agua es uno de los pilares fundamentales para generar desarrollo, por esto es importante analizar ciertos conceptos que permiten enfocar el desarrollo de esta sistematización, donde se hace un énfasis al **Agua Destinada para el Consumo Humano**, la cual se denomina, agua que puede ser consumida por las personas sin ninguna restricción. El término se aplica al agua que cumple con las normas y parámetros de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales”. Cordero (2019). La cual debe ser **Agua Tratada**, lo que se define como aquella que ha sido sometida a varios procesos de potabilización, con el objetivo de eliminar impurezas, microorganismos, por medio de la aplicación de sustancias químicas, y



desarrollando actividades de captación, desarenación, aducción, floculación, sedimentación, filtración, almacenamiento y distribución.

Para evitar **Enfermedades Gastrointestinales** conocidas como aquellos malestares que atacan el estómago y los intestinos, generalmente son ocasionadas por bacterias, parásitos, virus presentes en el agua, dentro de los síntomas de dichas enfermedades está la diarrea y por consiguiente la deshidratación. Oviedo (2018).

Una manera para hacer el tratamiento de agua, y la desinfección es a través de la **Dosificación de cloro**, el cual es el proceso de inyectar al tanque de almacenamiento una solución entre agua y cloro con dosis óptimas utilizadas como antiséptico, que se realiza por medio de un dispositivo especial que regula el goteo, denominada **Bomba Dosificadora (ver figura N° 6)** el cual se conoce como el elemento eléctrico que aplica dosis de cloro reguladas y controladas, esta compuesto por un diafragma, perillas reguladoras de goteo, sonda plástica de polietileno con calibre 14, que tiene la principal función de hacer impulsos y disparos de la solución de hipoclorito de calcio disuelto, disuelto en un tanque dosificador (**ver figura N° 7**), que posteriormente es inyectado al tanque de almacenamiento para hacer de proceso de desinfección de agua.

D. Manuel Rodríguez (2021) Borja Dra, Beatriz Boada (2021), afirman que para el funcionamiento de las bombas dosificadoras, se necesita de la energía eléctrica de 110 voltios que se obtiene de los **Paneles Solares Fotovoltaicos, (ver figura N° 8)** que son baterías solares de autoconsumo, que permiten el uso de energía solar posterior a su generación, se instalan para la conversión de energía térmica en electricidad, son elaborados en Plancha de vidrio, estaño y otros materiales, que se coloca en un lugar despejado. Castañeda, y Bernal (2008). Este proceso se consigue con algunos materiales que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones; cuando quedan libres son capturados y el resultado es una corriente eléctrica (Sunedison, 2010). En el caso de la energía solar fotovoltaica las superficies, son células formadas por una o varias láminas de materiales semiconductores, en la mayoría de los casos silicio, y recubiertas por un vidrio transparente que deja pasar la radiación solar y minimiza las pérdidas.

Con los módulos fotovoltaicos, entre más intensa sea la luz solar, mayor será el flujo de electricidad, no siendo necesario un flujo de luz directa, la corriente se produce incluso en días nublados al amanecer y al anochecer por medio de un dispositivo eléctrico llamado “inversor” (**ver figura N° 9**). Posteriormente la energía eléctrica producida pasa por un “centro de transformación” se adapta la electricidad a las condiciones de intensidad y tensión de las líneas de transporte para su consumo.

Figura N° 6. Bomba dosificadora para aplicar solución de agua clorada y hacer tratamiento de agua para el consumo humano



Figura N° 7. tanque dosificador con sonda para hacer succión del desinfectante



Figura N° 8 paneles solares

fotovoltaicos



Figura N ° 9. Circuito eléctrico del inversor de energía solar a energía eléctrica



El agua para consumo humano, se clasifica según el riesgo, lo que establece el **Índice de riesgo de calidad de agua**, identificado como el porcentaje de riesgo en la salud de las personas, el cual va de (0 a 5) indica que el agua está sin riesgo, es apta para el consumo humano y solo se hace control y vigilancia por parte de la autoridad sanitaria , de (5.1 a 14) el agua presenta riesgo bajo, indica que el agua está en proceso de mejoramiento y los análisis de calidad de agua , no paso un parámetro físico como color o turbiedad , de (14,1 a 35), indica que el agua presenta riesgo medio y se informa a la junta administradora de acueducto, y a Secretaria de Gestión Ambiental para que inicie el proceso de capacitación instruyendo en operación , mantenimiento y procesos de desinfección de agua, de (35.1 a 80) indica que el agua es de alto riesgo su consumo, porque en el análisis de laboratorio no paso en la parte física y microbiológica, hay presencia de Coliformes y ausencia de cloro, y de



(80.1 a 100 puntos). Indica inviable sanitariamente lo que quiere decir que esta agua no cumple con ningún parámetro analizado, Res 2115 de 2007. En este sentido, vemos que el agua tiene incidencia directa en la salud de las personas,

En la zona rural, los parámetros que se evalúan son de acuerdo al número de habitantes de cada vereda, siendo así que cuando hay mil (1000) habitantes, entonces se evalúan doce parámetros como Color, Turbiedad, Ph, Cloro Libre residual, Alcalinidad, Dureza, Hierro, Nitritos, Cloruros, Conductividad, Coliformes Totales y E - Coli y se toman las muestras en mayor frecuencia seis (6) veces al año, con la suma de ese muestreo se saca un promedio asignando unos valores.



6. MARCO NORMATIVO

Tabla N° 1 Normatividad vigente para la calidad de agua e instalación de paneles solares.

DE LOS DERECHOS HUMANOS	DOCUMENTO OFICIAL Constitución Política de Colombia	Art 20. consagra que: “Toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable ,	Art, 49. La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado	ARTICULO 366. El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado.
DE LA CALIDAD DE AGUA	Resolución 2115 de 2007	Cap. IV de los instrumentos para garantizar la calidad de agua para el consumo humano	Art 13 índice de riesgo de calidad de agua	Art. 14 cálculo del IRCA
	Decreto 1575 de 2007	Art 3°. <i>Características del agua para consumo humano.</i> Las características físicas, químicas y microbiológicas, que puedan afectar directa o indirectamente la salud humana,	Art 6 De las responsabilidades de la superintendencia de servicios públicos, será la autoridad competente para imponer las respectivas sanciones	Art 9. De las responsabilidades de la persona prestadora de acueducto
	ley 99 de 1993	Ley General Ambiental de Colombia	en su principio 5 el agua para consumo	



			humano, prima sobre los otros usos”	
	Resolución 082 de 2009	Buenas prácticas de higiene en acueductos		
DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS	Ley 142 de 1994	Art 30 de la calidad de la prestación de servicios de acueducto		
	Ley 143 de 1994	por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética		
DE LA INSTALACIÓN DE PANELES	Ley 1715 de 2014	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.",		



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

29

--	--	--	--	--

7. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.

7.1.1. Primer Momento Fase descriptiva Para este primer momento Jara (2018). Sugiere haber participado en la experiencia y poseer registros y / o soportes de la experiencia, por lo tanto, para iniciar con la sistematización de la experiencia de la instalación de casetas de desinfección de agua dotadas con paneles solares, se toma el:

7.1.2. Punto de partida: fue en el año 2020, donde la autora de esta sistematización, se vincula laboralmente a la Secretaría de Gestión Ambiental de la Alcaldía Municipal de Pasto, al proyecto Agua Potable y Saneamiento Básico, cuyo objeto contractual hacer asesoría en el tratamiento y calidad de agua dirigido a las juntas administradoras de los acueductos rurales del municipio; para iniciar con esta labor, se revisa la información existente en la oficina, sin embargo, no se encontró ningún documento, o informe sobre la calidad de agua del sector rural, por lo que se hizo necesario buscar fuentes primarias y secundarias para conocer los índices de riesgo para la calidad de agua IRCA, para esto:

1. Se solicitó a Secretaria de Salud Municipal el primer reporte de la clasificación de los acueductos según el riesgo. **Ver tabla N° 2**
2. Luego se solicitó resultado de laboratorio con análisis físico, químico y microbiológico del agua, de las muestras tomas en el año 2019. **Ver figura N °10**
3. Posteriormente se busca la base de datos de los presidentes de los acueductos rurales. Ver tabla N° 3
4. Seguido a esto se efectúa un recorrido de reconocimiento a los componentes de los acueductos.
5. Por tratarse de acueductos privados, independientes constituidos como entidad sin ánimo de lucro, se hace una consulta a los presidentes de las juntas, si permiten la inversión económica en los acueductos por parte de la Secretaria de Gestión Ambiental del municipio de Pasto.
6. Se desarrolla una encuesta a la comunidad para saber si está interesada en mejorar las condiciones del agua.
7. Se hace la evaluación de alternativas de solución. **Ver tabla N° 4**

8. Una vez seleccionada la mejor opción, se realiza el estudio previo, indicando las especificaciones técnicas para hacer la contratación por licitación pública, del suministro de casetas de desinfección dotadas con paneles solares.
9. Se hace la instalación de las casetas de desinfección y posteriormente se realiza el análisis de laboratorio para identificar la eficiencia en eliminación de microorganismos que afectan la salud de las personas.
10. Una vez revisadas, evaluadas, y aprobadas las condiciones técnicas, se hace la entrega oficial a la comunidad quien firma y recibe a satisfacción.

7.1.3. Plan de sistematización: Continuando con el proceso de sistematizar la experiencia se organizó un plan de sistematización sugerido por Jara (2018). Respondiendo los interrogantes ¿Para qué se quiere sistematizar?, ¿Qué experiencias queremos sistematizar? ¿Qué aspectos centrales de la experiencia nos interesa más? ¿qué fuentes de información tenemos o necesitamos? ¿qué procedimientos vamos a seguir?

7.1.4. Recuperación del proceso vivido: Para este momento Jara (2018). Indica que es necesario la recopilación de la información y narrar el acontecimiento ya vivido, para este caso, una vez, recibido el reporte de Secretaria de Salud con el resultado de laboratorio de las muestras tomadas en el año 2019, a ciento cuarenta (144) acueductos rurales, se procede a clasificar la información e identificar cuantos y cuales acueductos rurales están con inconformidad con la resolución 2115 de 2007, en los aspectos microbiológicos.

Una vez identificados los acueductos que incumplen, se procede a buscar información sobre la base de datos de los presidentes de las juntas de acueducto, con el fin de programar una visita y escuchar la opinión de la misma comunidad frente al tratamiento y calidad de agua.

Fue un periodo de cambio de administración municipal, por lo que no se encontró la información pertinente, y debido a esto se acude a diferentes dependencias de la alcaldía en especial en Desarrollo Comunitario, que suministro la base de datos de las juntas de acción comunal quien a su vez fue el enlace para ubicar a las juntas administradoras de acueductos.

Con ellos se planteó comunicación vía telefónica y se programó la visita de inspección ocular, guiada por los fontaneros de cada acueducto con el objetivo de realizar un diagnóstico técnico e identificar las falencias en el proceso de potabilización de agua, desde la bocatoma hasta la red de distribución.

7.1.5. Reflexiones de fondo: Se analizó la causa de la falta de información en la Secretaría de Gestión Ambiental sobre el tratamiento y calidad de agua en la zona rural del municipio.

7.1.6. Punto de llegada: Son las conclusiones y recomendaciones que surgieron después de hacer la sistematización de la experiencia de la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares.

7.1.7. Fase analítica: En esta fase, la autora hace una interpretación sobre:

- ✓ El cálculo de brillo solar que se requiere para el funcionamiento de los paneles solares.
- ✓ Se conoce las condiciones socioeconómicas de la comunidad, para determinar el pago del servicio de acueducto, con esto se identifica los costos y presupuestos, para saber si el proyecto de instalar casetas de desinfección dotadas con paneles solares es sostenible, dado que se estudian varias alternativas de solución frente al problema de la presencia de microorganismos en el agua para consumo humano.
- ✓ Se hace un Análisis de las ventajas y desventajas de la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares.
- ✓ Se evalúa la efectividad de la caseta de desinfección dotada con los paneles solares en el tratamiento y calidad de agua, por medio del análisis de laboratorio.
- ✓ Se elabora una matriz de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas encontradas en la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares.

7.1.8. RESULTADOS FASE DESCRIPTIVA la experiencia de la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares, tuvo una duración de diez y ocho (18) meses, periodo que define el punto de partida desde el 2 de marzo de 2020, tiempo en que se hace el estudio previo hasta el 20 de septiembre de 2021 fecha que se hace la entrega oficial por parte de Secretaria de Gestión Ambiental, a los presidentes de las juntas administradoras de los treinta (30) acueductos veredales, beneficiados del proyecto **ver tabla 5**

Para desarrollar la sistematización, se tuvo en cuenta el reporte del Índice de Riego para la Calidad de Agua (IRCA) calculado por la Secretaría de Salud, de acuerdo a la resolución 2115 de 2007, sumando el número de muestras de agua tratada, analizadas en cada vereda. Durante el año 2019, como se indica en la tabla N° 2

Tabla N° 2. Reporte índice de riesgo de calidad de agua IRCA del muestreo de acueductos en el año 2019 para 144 acueductos del municipio de Pasto.

CORREGIMIENTO	ACUEDUCTO	AÑO 2019	
		IRCA	CLASIFICACIÓN
BUESAQUILLO	Buesaquillo	72,05	Alto
	Cujacal Alto La Merced Villa Julia	55,00	Alto
	Cujacal bajo	23,95	Medio
	Cujacal Centro	78,52	Alto
	Pejendino Reyes	77,76	Alto
	San José Buesaquillo	67,74	Alto
CABRERA	Buena vista – Cabrera	68,69	Alto
	Cabrera	65,90	Alto
	Duarte	77,23	Alto
CATAMBUCO	Alto Casanare	50,58	Alto
	Bella Vista Catambuco	21,39	Medio
	Botana - Juandayan	18,57	Medio
	Botana San Isidro	8,72	Bajo
	Botanilla La pila	8,82	Bajo
	Botanilla bella suiza	2,94	Sin Riesgo
	Campanero	68,88	Alto
	Chavez Alto	81,58	inviable sanitariamente
	Chavez Bajo	50,37	Alto
	Cruz De Amarillo	48,04	Alto
	Cubijan Alto	81,58	inviable sanitariamente
	Cubijan Bajo	81,58	inviable sanitariamente
	Fray Ezequiel Hueco	0,00	Sin Riesgo
	Fray Ezequiel La Joya	0,00	Sin Riesgo
	Guadalupe	50,37	Alto
	La Merced Aguas Calientes	49,94	Alto
	La Merced La Aserradora	64,91	Alto
	La Represa Rio Bobo	59,56	Alto
	La Victoria Catambuco	32,93	Medio
	Miraflores - Catambuco Centro	8,82	Bajo
	San Antonio De Acuyuyo	65,28	Alto
	San Antonio de Acuyuyo chorrera	43,77	Alto
	San Antonio De Casanare	50,58	Alto

	San Antonio de Casanare Sector Bermejál	72,41	Alto
	San Isidro	71,99	Alto
	San Jose	49,62	Alto
	San José Casanare	82,11	inviable sanitariamente
	San Jose - Catambuco Centro	0,00	Sin Riesgo
	Santa María	64,86	Alto
	Taminango - Catambuco Centro	2,94	Sin Riesgo
EL ENCANO	Campo Alegre	72,28	Alto
	Casapamba	55,93	Alto
	El Carrizo	74,57	Alto
	El Carrizo Sector La Cruz	80,28	inviable sanitariamente
	El Motilón	75,22	Alto
	El Puerto - El Socorro	56,18	Alto
	El Romerillo	77,62	Alto
	Encano Centro	73,65	Alto
	Las lajas – Motilon	53,58	Alto
	Mojondinoy	53,84	Alto
	San José del encano	67,74	Alto
	Santa Clara	81,21	inviable sanitariamente
	Santa Rosa	69,69	Alto
	Santa Rosa Alto	94,69	inviable sanitariamente
	Santa Teresita	76,12	Alto
EL SOCORRO	Alto Socorro	56,38	Alto
	El Socorro	52,34	Alto
	San Gabriel	68,77	Alto
GENOY	Bella Vista Genoy	85,94	inviable sanitariamente
	Castillo Loma	67,83	Alto
	Charguayaco	53,57	Alto
	Genoy	25,45	Medio
	La Cocha Genoy	68,56	Alto
	Pullito Pamba	9,55	Bajo
GUALMATAN	Gualmatan Alto	43,61	Alto
	Gualmatan Centro	8,04	Bajo
JAMONDINO	Jamondino	44,17	Alto
	condominio bella vista		
JONGOVITO	Jongovito	11,82	Bajo
	San Miguel de Jongovito	37,00	Alto

LA CALDERA	Alto Arrayan	76,38	Alto
	Alto Caldera	85,94	inviable sanitariamente
	Caldera Centro	76,38	Alto
	Pradera Bajo	76,38	Alto
	Padrera Bajo Nariño		
LA LAGUNA	Aguapamba	80,32	inviable sanitariamente
	Alto San Pedro	80,10	inviable sanitariamente
	La Laguna	74,35	Alto
	San Luis	90,76	inviable sanitariamente
MAPACHICO	Aticance	28,31	Medio
	Briceño alto	0,00	Sin Riesgo
	El Rosal – Mapachico	58,33	Alto
	Fontibón	67,96	Alto
	La Victoria Mapachico	31,93	Medio
	Los Lirios	55,61	Alto
	Payacanes La Esperanza	18,71	Medio
	La esperanza – Chilacuan	27,91	Medio
	San Cayetano	27,51	Medio
	San Francisco Briceño	36,71	Alto
	San Jose – Mapachico	28,31	Medio
	San Juan de Anganoy	75,91	Alto
	Santa Inés	50,75	Alto
	Villa María Mapachico	36,71	Alto
	Vista Hermosa	42,48	Alto
MOCONDINO	Cánchala	82,11	inviable sanitariamente
	Mocondino	73,44	Alto
	Puerres	81,52	inviable sanitariamente
MORASURCO	Bosques de Pinasaco	69,69	Alto
	Pinasaco	67,96	Alto
	Chachatoy	42,48	Alto
	Chachatoy Alto	47,60	Alto
	Daza	37,07	Alto
	Juanoy Alto	35,74	Alto
	La Josefina	42,48	Alto
	Tescual	77,52	Alto
	Tosohabit	81,11	inviable sanitariamente

OBONUCO	Obonuco	21,25	Medio
	Bella vista	25,11	Medio
	San Antonio de Obonuco	61,42	Alto
	San Felipe	76,39	Alto
SAN FERNANDO	Dolores	73,13	Alto
	San Fernando	30,14	Medio
SANTA BÁRBARA	Casanare Bajo	57,44	Alto
	Cerotal	82,27	inviable sanitariamente
	Divino niño	43,61	Alto
	El Carmen	50,08	Alto
	El tinto	91,09	inviable sanitariamente
	Encinas	58,32	Alto
	Jurado, Alto santa Bárbara, alto y bajo Casanare	78,23	Alto
	La esperanza	74,05	Alto
	Las Iglesias	35,61	Alto
	Las Iglesias Sector Santa Martha	50,58	Alto
	Los Angeles	49,33	Alto
	Santa Bárbara	61,34	Alto
TOTAL RURAL		79.6	Alto
SUB URBANO	Anganoy	52,17	Alto
	Aranda Pueblo	13,40	Bajo
	Arnulfo Guerrero	6,35	Bajo
	Calcedonia	26,87	Medio
	El Rosario	77,23	Alto
	Figueroa	90,32	inviable Sanitariamente
	Granada Iv Etapa	8,82	Bajo
	La Carolina Alto	76,04	Alto
	La Estrella	18,50	Medio
	La josefina	0,00	Sin Riesgo
	La Merced Aranda	89,87	inviable Sanitariamente
	Las Brisas	6,22	Bajo
	Los Robles	18,50	Medio
	Monserate	0,00	Sin Riesgo
	Pinar del rio	34,85	Medio
	Popular	25,22	Medio

	Rosal de Oriente	31,73	Medio
	San Antonio Callejón De Aranda	33,53	Medio
	Santa Isabel de armenia	0,00	Sin Riesgo
	Villa Nueva	46,44	Alto
	Villa Nueva Alto	74,85	Alto

Con este reporte, se puede identificar que prevalecen los acueductos con necesidad de mejorar la calidad de agua, sin embargo, debido a la carencia de recursos económicos por parte de la Secretaria de Gestión Ambiental, para beneficiar a todos los acueductos, hubo la necesidad de priorizarlos de acuerdo a la clasificación del IRCA de riesgo alto e inviable sanitariamente, para la salud pública, y el resultado de análisis de laboratorio, encontrando los siguientes hallazgos:

7.1.9. Acueductos Inviabiles sanitariamente los acueductos Cánchala, Puerres en el corregimiento de Mocondino , Dolores en el corregimiento de San Fernando, Cubijan Alto, Cubijan Bajo San José de Casanare, Chavéz en el Corregimiento de Catambuco, el Carrizo sector la Cruz, Santa Clara, Santa Rosa alto, en el corregimiento el Encano, Bella Vista en el corregimiento de Genoy, Alto Caldera en el corregimiento La Caldera, Agua Pamba, San Pedro, San Luis en el corregimiento La laguna, Tosohabit en el corregimiento de Morasurco, Cerotal en el corregimiento de Santa Bárbara, requieren de un tratamiento más avanzado por medio de Planta de Tratamiento, con Coagulante y otros insumos Químicos por que presentan alto contenido de Hierro, Color, Turbiedad, Coliformes y E. Coli, parámetros fuera del valor admisible de la resolución 2115 de 2007, normatividad para características físicas , químicas y microbiológicas del agua para consumo humano, con puntaje mayor a 45.

Figura N° 10. muestra aleatoria del resultado de análisis de laboratorio realizados por Secretaria de Salud Municipal en el Instituto Departamental de Salud. Vereda Dolores

INFORME DE RESULTADOS PARA MUESTRAS DE AGUA DEL LSP DE NARIÑO					
CÓDIGO: P-PSPSPO-16	VERSIÓN: 01				
FECHA: 2020-05-10					
Información asignada por el laboratorio					
Código del ítem de ensayo	7540-20				
Temperatura de la muestra a la hora de recepción	8 °C				
Fecha y hora de recepción en laboratorio	2020-05-27 10:40				
Fecha y hora inicio de análisis	2020-05-27 13:10				
Fecha del reporte	2020-05-28				
Información del cliente	Secretaría de Salud Municipal Sede Arangué, Dirección: Los Rosales II - San Juan de Pasto - Farcía - Colombia.				
Información suministrada por el cliente					
Tipo de Agua	Tratada				
Motivo	Control				
Fecha y hora de toma de muestra	2020-05-27 08:30				
Muestra tomada por	Camila Rodríguez				
Proceder	Junta Administradora de Acueducto Dolores				
Lugar, descripción, dirección, municipio del punto de toma de muestra	Venado Dolores, Grifo externo lavamanos vivienda familia Martínez, Fuente Quebrada Peder Blancas, Mpio. Pasto - Nariño				
Observaciones PQ= El valor del Cloro residual y pH lo reporta el Técnico, pH de color aparente 7,4 según a 25 °C TÉCNICO: Acosta/Ana María Haces Haces CC. 12573640 LAB= Muestra tomada en un tiempo menor a 3 horas hasta la recepción en LSP. El LSP no se responsabiliza del cumplimiento de las condiciones previas a la recepción de la muestra en cuanto a identificación, temperatura, acondicionamiento y transporte.					
Resultados de análisis					
ENSAYO-UNIDADES	MÉTODO	NORMA	RESULTADO	VALOR ADMISIBLE S/Res. 7115 de 2007	CONFORMIDAD
* Cloro Aparente - mg/l	Compendio VOLAN 210 B	Standard Methods ed 23	106	Máximo 15	NO CONFORME
Cloro Residual - mg Cl ₂ /l	Dibromotolueno	-	0,60	0,3 a 2,0	NO CONFORME
Potencial de Hidrogeno - pH	Calorimetría	-	7,2	6,5 a 9,0	CONFORME
* Turbiedad - UNT	Nebulómetro 2130 B	Standard Methods ed 23	3,2	Máximo 2	NO CONFORME
Alcalinidad Total - mg CaCO ₃ /l	Titulación 2320 B	Standard Methods ed 23	< 30	Máximo 200	CONFORME
* Dureza Total - mg CaCO ₃ /l	Titulación 2340 C	Standard Methods ed 23	28	Máximo 300	CONFORME
Hierro Total - mg Fe/l	Espectrofotométrico	-	0,67	Máximo 0,3	NO CONFORME
Nitrato - mg NO ₃ -N/l	Calorimetría	-	0,006	Máximo 0,1	CONFORME
* Cloruro - mg Cl ⁻ /l	Titulación 4520-C B	Standard Methods ed 23	< 7,5	Máximo 250	CONFORME
* Conductividad - µS/cm	Electrométrico 2550 A	Standard Methods ed 23	96	Máximo 1.000	CONFORME
* Coliformes totales - MPN/100 ml	Suscepto Definido 5222 B	Standard Methods ed 23	0,4	< 1	NO CONFORME
* Escherichia coli - MPN/100 ml	Suscepto Definido 5222 B	Standard Methods ed 23	< 1	< 1	CONFORME
CONDICIONES AMBIENTALES		Temperatura °C Humedad relativa %	20,7 70,4	Temperatura °C Humedad relativa %	20,8 70,5
El resultado es válido sólo para la muestra analizada. Este reporte no se puede copiar en forma parcial, únicamente en forma total y con autorización del Laboratorio de Salud Pública. Se marcan con * los ensayos requeridos bajo la norma ISO/IEC 17025:2005.					
ANALISTA DE PQ		ANALISTA DE NB		Aprobado: LIDER LSA	
RUTA: UBICACIÓN EN EL SITIO: CUBIERTA/Señalización/SPARCIONES/DOCUMENTOS/AGUAS/AGUAS DE SUMINISTRO/CONTROL					
FIN DEL REPORTE					
COMPROMETIDOS CON LA CALIDAD					
Pág 1 de 1					
1/06/2020					
Laboratorios de Salud Pública de Nariño C/ra. 24 No. 27 - 19/94 el Calvario, Teléfono : 721 52 39, Telefax : (2) 720 19 35 Pasto, Nariño, Colombia					

para lo cual se hizo mayor énfasis en el estudio socio - económico y analizar la sostenibilidad del acueducto por parte de las Juntas.

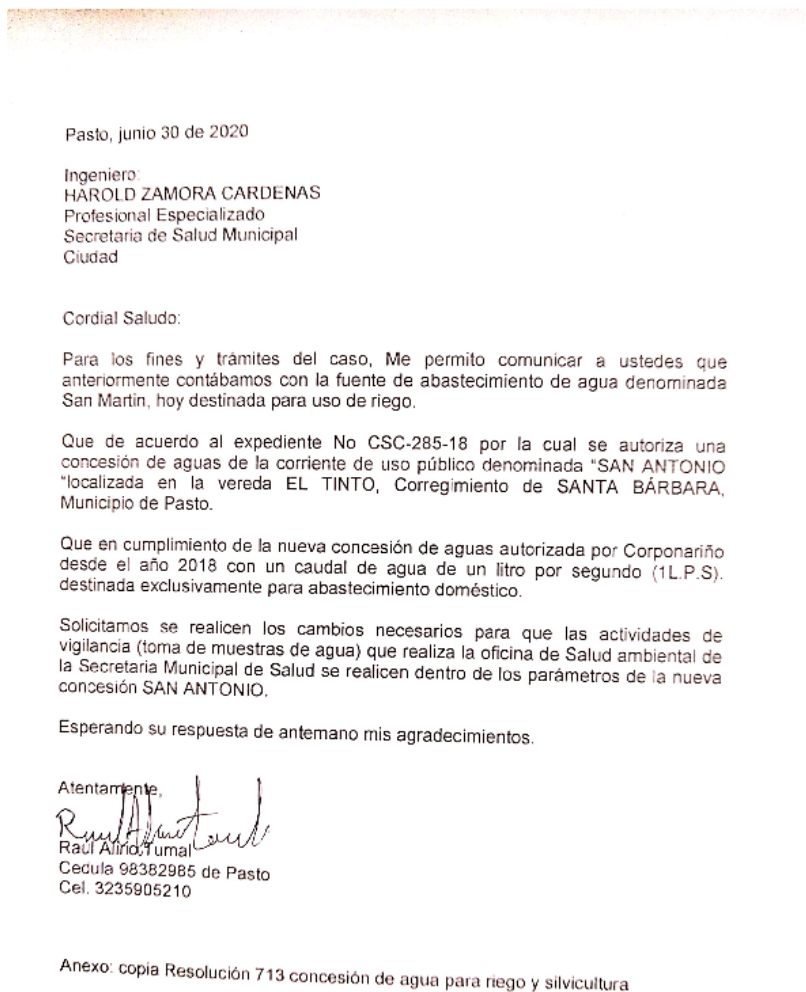
7.1.10. Acueductos con riesgo alto, Buesaquillo, Cujacal Alto, Cujacal Centro San José de Buesaquillo, Pejendino Reyes en el Corregimiento de Buesaquillo, Buenas vista, Cabrera, Duarte, en el corregimiento de Cabrera, Alto Casanare, Campanero, Chávez bajo cruz de amarillo, Guadalupe, la merced. aguas calientes, río Bobo, San Antonio de Acuyuyo, San Antonio Casanare, San Antonio Bermejál, San Isidro, San José, Campo Alegre, Casapamba El Carrizo El Carrizo Sector La Cruz, El Motilón. El Puerto - El Socorro, El Romerillo, Encano Centro, Las lajas – Motilón, Mojondinoy, San José del encano, Santa Clara, Santa Rosa, Santa Rosa Alto, Santa Teresita, Alto Socorro, El Socorro, San Gabriel, Bella Vista, Genoy, Castillo Loma Chaguayaco, La Cocha Genoy, Pullito Pamba, Gualmatan Alto, Gualmatan Centro, Jamondino, Jongovito San Miguel De Jongovito Alto Arrayan , Alto Caldera, Caldera Centro Pradera Bajo, fueron los acueductos que presentan alto contenido de Coliformes, E-Coli y baja dosificación de cloro.

Figura N° 11. muestra aleatoria del resultado del análisis de laboratorio, realizado por secretaria de salud en el Instituto Departamental de Salud para los acueductos con riesgo alto Vereda Cabrera.

INFORME DE RESULTADOS PARA MUESTRAS DE AGUA DEL LSP DE NARIÑO						
CÓDIGO: F-PSPSP01-19		VERSIÓN: 02		FECHA: 2020-03-10		
Información asignada por el laboratorio			Información suministrada por el cliente			
Código del ítem de ensayo	20-04-20	Tipo de Agua	Tratado			
Temperatura de la muestra a la hora de recepción	9 °C	Motivo	Control			
Fecha y hora de recepción en laboratorio	2020-03-09 16:52	Fecha y hora de toma de muestra	2020-03-08 10:00			
Fecha y hora inicio de análisis	2020-03-09 12:00	Muestra tomada por	García Rodríguez			
Fecha del reporte	2020-03-10	Prestador	Junta Administradora de Acueducto Cabrera			
Información del cliente	Secretaría de Salud Municipal, Sede Angarito, Dirección: Los Rosales 11 - San Juan de Huila, Nariño - Colombia.		Lugar, descripción, dirección, municipio del punto de toma de muestra: Vereda Cabrera, Grifo Interno Inmensuración vivienda familia Díaz, Finca Quetzale La Pila - Quetzale San Francisco, Mpio Pasto - Nariño			
Observaciones: PQ= El valor del Cloro residual y pH lo reporta el Titulador, pH de color amarillo: 7,8 uph a 25 °C. TECNICO= Acompañante: Rocio Henry Ortega CC: 12904102 LAB= Muestra tomada en un tiempo menor a 3 horas desde la recepción en LSP. El LSP no se responsabiliza del cumplimiento de las condiciones previas a la recepción de la muestra en cuanto a identificación, temperatura, almacenamiento y transporte. El Laboratorio de Salud Pública de Nariño emite la conformidad de sus resultados de acuerdo al documento guía G-LSPSPM						
Resultados de análisis						
ENSAYO-UNIDADES	MÉTODO	NORMA	RESULTADO	VALOR ADMISIBLE S/Pos, 2115 de 2007	CONFORMIDAD	
* Color Aparente - UC	Comparación visual 2010A	Standard Método ed 22	< 5	Máximo 15	CONFORME	
Cloro Residual - mg Cl ₂ /L	Colorimetría	-	0,02	0,3 a 2,0	NO CONFORME	
Potencial de Hidrogeno - apH	Colorimetría	-	7,2	6,5 a 8,0	CONFORME	
* Turbiedad - UNT	Nefelometría 2120 B	Standard Método ed 23	1,4	Máximo 2	CONFORME	
Alcalinidad Total - mg CaCO ₃ /L	Nefelometría 2300 B	Standard Método ed 23	46	Máximo 200	CONFORME	
* Dureza Total - mg CaCO ₃ /L	Nefelometría 2300 C	Standard Método ed 23	35	Máximo 300	CONFORME	
Hierro Total - mg Fe/L	Espectrofotometría	-	0,15	Máximo 0,3	CONFORME	
Molibdeno - mg Mo ₂ /L	Colorimetría	-	0,005	Máximo 0,2	CONFORME	
* Cloruro - mg Cl ⁻ /L	Titrimétrico 4500-Cl ⁻ B	Standard Método ed 22	< 7,5	Máximo 250	CONFORME	
* Conductividad - µS/cm	Electrometría 2510 B	Standard Método ed 22	88	Máximo 5000	CONFORME	
Sulfato - mg SO ₄ ²⁻ /L	Espectrofotometría	-	< 0,4	Máximo 250	CONFORME	
* Califorma total - NH ₄ 200 mL	Sulfato Definido 9203 B	Standard Método ed 23	1,0001	< 1	NO CONFORME	
* Bacterias col - NH ₄ 100 mL	Sulfato Definido 9203 A	Standard Método ed 23	70,9	< 1	NO CONFORME	
CONDICIONES AMBIENTALES		Fotoperíodo	Temperatura °C	34,9	Humedad relativa %	23,9
		Microbiología	Temperatura °C	23,6	Humedad relativa %	82,5
El resultado es válido solo para la muestra analizada. Este reporte no se puede copiar en forma parcial, únicamente en forma total y con autorización del Laboratorio de Salud Pública. Se rigen con * los lineamientos acreditados bajo la norma ISO/IEC 17025:2005. En el INSTITUTO DEPARTAMENTAL DE SALUD DE NARIÑO - LSP contamos con acreditación ONAC, vigente a la fecha, con número de acreditación 17-LAB-007, bajo la norma 17025:2005						
ANALISTA DE PQ		ANALISTA DE MR		Aprobó: LIDER LSP		
ESTA SECCIÓN DE E. SEFENA CUSAREDES@idsn.gov.co FIN DEL REPORTE CONFORME CON LA CALIDAD						
Pág 2 de 2 16/02/2020						
Gobernación de Nariño Instituto Departamental de Salud de Nariño ONAC ISO/IEC 17025:2005 17-LAB-007 MAC-MRA ISO 9001 ISO 14001 ISO 27001 ISO 45001 ISO 50001 ISO 9001 ISO 14001 ISO 27001 ISO 45001 ISO 50001 Laboratorio de Salud Pública de Nariño Cra. 24 No. 17-15 de el Calvario, Telefono: 721 32 39, Telefax: (02) 720 19 35 Pasto, Nariño, Colombia						

7.1.11. Acueductos Inviabiles Leves el acueducto el Tinto en el corregimiento Santa Bárbara, fue aquel acueducto que han cambiado el uso agua pasando de consumo humano a riego, (Ver Figura 12)pero no se ha informado a la autoridad sanitaria para que no siga tomando muestras.

FIGURA N 12. Carta de cambio de fuente abastecedora presentada por el presidente de la junta administradora de acueducto vereda el tinto corregimiento de Santa Bárbara.



Después de haber clasificado los acueductos, por el índice de riesgo de calidad de agua, la autora de esta sistematización continua en este proceso buscando información en cámara de comercio con el fin de identificar las juntas de acueducto que realmente están constituidas legalmente, lo que es un requisito indispensable para la asignación de recursos públicos se encontró que noventa acueductos cuentan con certificado de existencia actualizado, (ver tabla N° 3)

TABLA N° 3 Reporte de juntas administradoras de acueductos legalizadas en Cámara de Comercio.

CORREGIMIENTO	VEREDA	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	NIT	REPRESENTANTE LEGAL
1 BUESAQUILLO	La Alianza	Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado de Buesaquillo (Veredas Sn Francisco- la Huecada- La Alianza)	8140025501	FLORIBERTO MATABANCHOY
	Pejendino Reyes	Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado Pejendino Reyes	8140040991	VICENTE BERNARDO ARIAS
	Cujacal Alto La Merced Villa Julia	Asociación Junta Administradora de Acueducto la Merced Villa Julia - Cujacal Alto	9007740251	NELSON GONZALO MOLINA PAZ
	Cujacal Bajo	Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado Cujacal Bajo	8140008600	MERCEDES TARAPUES
	Cujacal Centro	Asociación de Usuarios del Acueducto Cujacal Centro Fuente la Toma	9000074959	MARINO MIGUEL CARDENAS
		Asociación de Acueducto y Alcantarillado Cujacal Centro	8140051161	SIGFREDO MERCHANCANO
	San José	Junta Administradora de Acueducto de la Vereda San	8140048046	WILLIAN JOSA

		Jose Corregimiento de Buesaquillo		
2 CABRERA	Cabrera Centro	Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado - Corregimiento de Cabrera	8140057572	FERNANDO JOSA
	Buenavista	Asociación Junta Administradora de Acueducto Vereda Buena Vista	9005585975	LUIS BAYARDO VELÁSQUEZ
	Duarte	Asociación Junta de Acueducto Vereda Duarte	En trámite de Constitución	WILSON ABADÍA
3 CATAMBUCO	Catambuco centro: Miraflores, san José, Tamunango	Junta Administradora del Acueducto de Catambuco	8140066941	HUMBERTO YELA
	Bella vista	Junta Administradora de Acueducto Fuente Azul de la vereda Bella Vista	9001019335	CARLOS ALBERTO DE LA CRUZ
	Botana	Junta Administradora del Acueducto de Botana	8140052881	EMILIO RODRIGO ARGOTY
	Botanilla	Asociación Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado de Botanilla	9000688051	MAURICIO ORTEGA
	Campanero	Asociación Junta Administradora del Acueducto Bella Vista - El Campanero	9005859134	MIGUEL BENAVIDES

	Asociación de Acueducto Nuestra señora de Fátima Vereda Campanero	9013156057	HERMES ORLANDO BOTINA
San José y Alto Casanare	Asociación Junta Administradora de Acueducto San Jose y Alto Casanare	9004011471	LUIS LEONARDO ANDRADE
	Junta Administradora de Acueducto la Macarena	9003925512	LUIS PINCHAO
Cruz de Amarillo	Asociación administradora de Acueducto y Saneamiento Básico multiveredal Divino Niño	9010228428	FABER DELGADO
Cubijan Alto	Junta de Administradora del acueducto de la vereda Cubijan Alto	9011284691	NIDIA ALEXANDRA ÑAÑEZ
Cubijan Bajo	Junta Administradora del Acueducto Cubijan Bajo	8140042212	LUIS MOLINA
Fray Ezequiel	Junta Administradora de Acueducto Rural Fray Ezequiel	9003629714	JAIRO MUÑOZ ESPINOZA
Guadalupe	Asociación Junta Administradora de Acueducto Guadalupe	9007797543	ADRIANA ROJAS
La Merced Catambuco	Junta Administradora de Acueducto vereda la Merced	9001819953	LUIS GONZALO BASTIDAS ESPAÑA

	La Victoria Catambuco	Asociación Junta Administradora de Acueducto Agua Cristalina - La Victoria	9007024254	JOSE IGNACIO QUENAN
	San Antonio de Acuyuyo	Junta Administradora de Acueducto San Antonio de Acuyuyo	9000247084	JANETH MONCAYO
	San Antonio de Casanare	Junta Administradora de Acueducto Bermejál-vereda San Antonio Casanare	9011925541	HOOVER JAMER JOJOA GELPUD
		Junta Administradora de Agua potable vereda San Antonio Casanare	8305036966	SERVIO ANTONIO GELPUD
	San Jose de Catambuco	Junta Administradora de Acueducto San Jose y Alto Casanare	9004011471	LEONARDO ANDRADE
		Junta Administradora de acueducto la Pascana	9010196190	MARÍA ELIZA PABÓN
4 EL ENCANO	Campo Alegre	asociación de Acueducto y Alcantarillado Vereda Campo Alegre	9012994614	SEGUNDO JURADO
	Encano Centro, Bella vista, el puerto y san José	Asociación Comunitaria de servicio de Agua y Saneamiento Básico del Corregimiento del Encano- ACSABEN	9001007341	SILVIO LOPEZ ARTEAGA
	Las palmas	Acueducto Interveredal de las palmas Corregimiento del Encano	9000233071	BRAULIO HIDALGO

	Santa Rosa	Asociación Acueducto Agroforestal Rio Negro de la Vereda Santa Rosa	9009019352	LUIS FELIPE JOJOA
5 EL SOCORRO	El Socorro alto	Asociación Administradora de Aguas del Socorro-ASOAFRA	9007604269	FERNANDO CRIOLLO POTOSI
	El Socorro centro	Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado el Socorro Centro	8140072190	WILSON ERNEY POTOSÍ
	El Carmen	Junta Administradora del Acueducto Vereda el Carmen	9001540235	HERMES JUVENCIO CASTILLO
	Casanare Bajo	Junta Administradora de Acueducto Aguas - Bajo Casanare	9004175798	HUMBERTO JEIPUD
	San Gabriel	Junta Administradora de Acueducto Vereda San Gabriel Sector el Morro	9012648401	JOSE OLVER POTOSI
6 GENOY	Pullito Pamba	Junta Administradora de Acueducto Pullito Pamba	9006130781	EDMUNDO GUERRERO ALVARADO
		Junta Administradora de Acueducto el Saladillo	9012917391	LUIS EDMUNDO GUERRERO

7 GUALMATAN	Gualmatan Alto	Junta Administradora de Acueducto Gualmatan Alto	9004288356	IRMA LUCIA BOTINA
	Gualmatan Centro	Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado Gualmatan Centro	8140037724	EUDORO MIRAMAG BURBANO
	Vocacional	Junta Administradora de Acueducto Vereda Vocacional	9012995074	JULIO MAIGUAL ERASO
8 JAMONDINO	Jamondino Centro	Junta Administradora de Acueducto de Jamondino	8140024692	RAFAEL BURBANO
	Sta Helena	Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado Vereda Santa Elena	9010568725	LUCILA ORTEGA
9 JONGOVITO	San Miguel de Jongovito	Asociación Junta Administradora de Acueducto San Miguel de Jongovito	EN TRAMITE DE CONSTITUCIÓN	ANIBAL VIVAS
	Jongovito centro, San Pedro, San Francisco, Chuquimarca, Josefina, Cruz Loma, Armenia	Asociación de Usuarios de Acueducto y Alcantarillado de Jongovito	8140057153	HUMBERTO CRIOLLO JOJOA

10 LA CALDERA	Caldera del Centro, Los Arrayanes., Alto Caldera, Villa Campiña y San Antonio	Junta Administradora de Acueducto de la Caldera - Arrayanes- San Antonio	8140058610	FRANCISCO BENITO GONZALEZ
	Pradera Bajo	Junta Administradora de Acueducto los Robles y la Gemela	9003475962	IDELBER FRANCO LOPEZ
11 LA LAGUNA	El Barbero	Junta Administradora de Acueducto Alejandria - El Barbero	9011314289	
		Asociación de Usuarios del sistema de Acueducto AUSA vereda el Barbero	9001181785	ELIFINCIO BONILLA JOSA
	La laguna Centro y la Playa	Asociación Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado la Laguna Centro - La Playa y Alto San Pedro	9000918830	LUIS ORLANDO JOJOA
	Alto San Pedro	Asociacion de Acueducto Alto San Pedro- El Barbero	8001293668	PASTOR JOJOA ESPINOZA

12 MAPACHICO	Aguapamba	Asociación Comunitaria para prestación de servicios de Agua Y saneamiento Básico - Vereda Aguapamba-ACOPSAS	9000200666	BELISARIO BOTINA JOJOA
	San Luis	Junta Administradora de Acueducto Vereda San Luis	9002427372	LILIANA ARTEAGA
	Los Lirios	Asociación Junta Administradora de Acueducto Vereda los Lirios	9012348087	MARCO CANDO
	El Rosal	Junta Administradora de Acueducto del Rosal	9000258016	MARÍA HORTENSIA CRIOLLO
	San Cayetano	Asociación Junta Administradora de Acueducto San Cayetano	9005962641	MANUEL MESÍAS CUASQUER
	San Francisco Briseño	Junta Administradora de Acueducto San Francisco Briceño	8305082579	SEGUNDO E LIBERTO MATABANCHOY
	San Juan de Anganoy	Junta Administradora de Acueducto San Juan de Anganoy	9001022522	EDGAR RAMÓN MORALES
13 MOCONDINO	Mocondino Centro	Junta Administradora de Acueducto Vereda Mocondino	9002826771	DAVID JOJOA

	Cánchala	Junta Administradora de Acueducto Cánchala	9000302318	PILAR ORTEGA
	Puerres	Asociación Junta Administradora del Acueducto Vereda Puerres	9000364906	FABIO PUERRES
	Alto Cánchala	Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado Alto Cánchala	9011144262	CLAUDIA DÁVILA
	Dolores	Asociación comunitaria de Acueducto vereda Dolores Centro- Dolores Reten y Camino Real	8140059658	LUIS ANIBAL ERASO
14 MORASURCO	Bosque de Pinasaco	Asociación Administradora de Acueducto Daza - Bosques de Pinasaco	9008643884	GUILLERMO CERÓN
	Pinasaco	asociación Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado Pinasaco y Chachatoy	9003068361	MARÍA CONSTANZA BERNAL
	Chachatoy Bajo	asociación Acueducto Tosoaby Chachatoy	9010727471	FRANCISCO GUERRA
	Chachatoy Alto	Asociación Junta Administradora de Acueducto Vereda Chachatoy Alto	9003869614	GIOMAR MARION

	Daza	Asociación Junta Administradora de Acueducto Vereda Daza	9003168703	GRACIELA DEL CARMEN GETIAL
	Juanoy	Asociación Junta Administradora de Acueducto - Juanoy Alto - Juanoy Bajo y San Antonio de Juanoy	9000092976	JOSE ESPAÑA CUATUSMAL
	La Josefina	Asociación Junta de Administradora del Acueducto el Higuerón - la josefina	9004045247	NATALIA MUÑOZ
	San Juan Alto	Junta Administradora de Acueducto Vereda San Juan Alto- Corregimiento de Morasurco	8140062931	JAIRO GARCIA
	San Antonio de Aranda	Junta Administradora de Acueducto San Antonio de Aranda	9012749031	FANNY RONER ORTEGA
	Tescual	Asociación Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado Tescual	9010964802	ROSA INES CASTRO
	Tosoabi	Asociación Junta Administradora de Acueducto la Cabaña Vereda Tosoabi	9005397497	FRANCISCO ARGOTI MIRAMAG
15 OBONUCO	Obonuco Centro	Asociación de Usuarios del servicio de Acueducto y Alcantarillado de Obonuco	8140065373	JOSE BUESAQUILLO

	San Antonio	Asociación Junta Administradora de Acueducto Vereda San Antonio	9004182331	AURA NELLY POTOSI
	San Felipe	Junta Administradora del Acueducto Y Alcantarillado de la vereda San Felipe	9003061561	MARIA ISABEL ESTRADA
16 SAN FERNANDO	San Fernando Centro	Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado San Fernando	9001526228	CLAUDIA BOTINA
		Asociación comunitaria de Acueducto vereda Dolores Centro- Dolores Reten y Camino Real	8140059658	LUIS ANIBAL ERASO
17 SANTA BÁRBARA	Cerotal	Junta de Acueducto fuente de Agua Clara	9004596700	RODRIGO MAIGUAL
	Concepción Alto	Junta Administradora de Acueducto Rural- Agua es Vida	9008886273	RIGOBERTO RIVERA
	Divino Niño	Junta Administradora de Acueducto Divino Niño	9010228428	SILVIO DE LA CRUZ
	Las Encinas	Asociación Junta de Acueducto Fuente Pan de Azúcar	9004090912	CAMPO ELÍAS CÚCHALA
	Jurado	Junta Administradora de Acueducto de la vereda Jurado	8140066404	JAIRO OMERO LÓPEZ

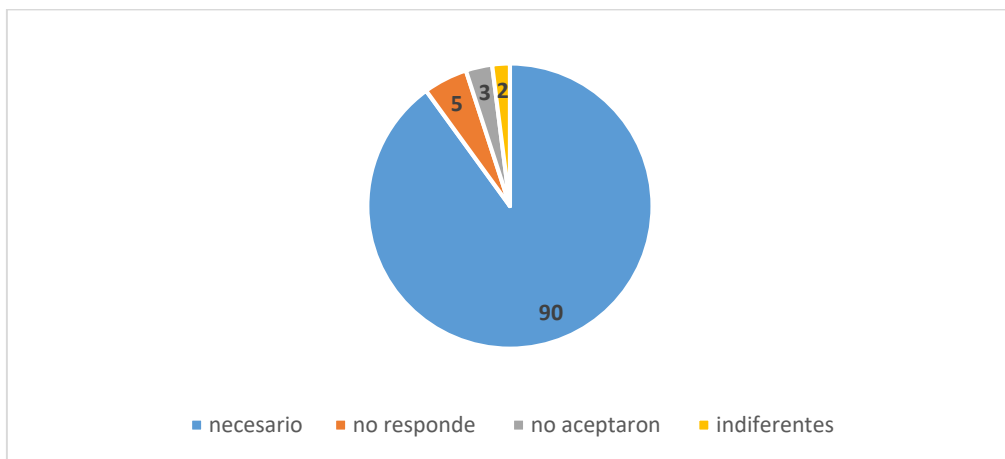
	Las iglesias	Asociación Junta Administradora de Acueducto Defensores del Agua	9004472018	
		Asociación Junta de Acueducto Santa Martha	9011327288	HÉCTOR CASTILLO
		Asociación Junta Administradora de Acueducto las iglesias	9012334216	FRANCISCO ROJAS
		Asociación Junta Administradora de Acueducto vereda las iglesias	9001331423	EZEQUIEL CADENA
	Los Angeles	Asociación Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado Vereda Los Angeles	9003890345	ELMER ORLANDO POTOSI
	Santa Bárbara	Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado Santa Bárbara Centro	9000233048	EDGAR TORRES ROSERO

Con esos acueductos se procedió a programar una visita en campo, con el fin de entrar en conversaciones con la junta administradora de cada uno de los acueductos e informarles la situación encontrada en el reporte y resultado emitido por Secretaria de Salud, dando a conocer las condiciones del agua suministrada para el consumo humano, se socializa la normatividad vigente, para las características del agua, la importancia de hacer tratamiento, y se les consulta si estaban de acuerdo en que la Secretaria de Gestión Ambiental, haga la respectiva inversión en los acueductos.

Luego se hace un recorrido a los componentes del acueducto, desde la bocatoma, hasta la red de distribución con el objetivo de identificar el estado, funcionamiento y vida útil de cada uno de ellos.

Posteriormente, se efectuó una encuesta, con seis (6) preguntas, dirigida a la comunidad de las veredas identificadas con la problemática de mala calidad de agua, para saber si les interesaba mejorar las condiciones de la calidad de agua recibida. Se realizaron 100 encuestas, como resultado se obtuvo que 90 indican que es necesario y muy útil hacer el tratamiento del agua para el consumo humano, por medio de la adición de cloro, 5, no respondieron, 3 no aceptaron, 2 fueron indiferentes. Como se muestra en la **gráfica N ° 1**

Gráfica N 1. Encuesta a personas interesadas en mejorar la calidad de agua.



7.1.12. Modelo de encuesta a usuarios de acueducto que manifiestan el interés de mejorar las condiciones del agua.

FECHA: _____
NOMBRE: _____
EDAD: _____
GENERO _____
PROFESIÓN/ OFICIO _____
VEREDA: _____
CORREGIMIENTO: _____

CUESTIONARIO

1. ¿Considera que es necesario mejorar la calidad de agua suministrada por la junta administradora de acueducto?
2. ¿En alguna ocasión sus hijos se han enfermado por tomar agua?
3. ¿Se siente satisfecho con el actual servicio de acueducto que recibe?
4. La tarifa que usted paga por el servicio de acueducto, es suficiente para mejorar la calidad de agua.
5. ¿Está de acuerdo que en su vereda se instalen nuevas tecnologías para hacer el tratamiento de agua para el consumo humano?
6. ¿Qué opina sobre hacer tratamiento de agua con casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos?

Elaborada por: Martha Pazos estudiante Especialización en gestión integral de cuencas hidrográficas 2020

Encuesta a Usuarios de acueducto que manifiestan el interés en mejorar las condiciones de la calidad de agua

FECHA: 10 de octubre de 2020
NOMBRE: Hermógenes Jojoa
EDAD: 48 años
GENERO Masculino
PROFESIÓN/ OFICIO Agricultor
VEREDA: San Antonio de Acuyuyo
CORREGIMIENTO: Catambuco

RESPUESTA

1. Considero que, si es necesario mejorar la calidad de agua, eso ayuda a mejorar las condiciones de vida de la comunidad presente en la vereda, y podemos abrir restaurantes y nuevos negocios para ofrecer a los turistas, y con eso se mejor la economía y el desarrollo de la comunidad.
2. Si los niños si se han enfermado por tomar agua y los medicamentos son muy costosos, además han perdido muchas clases por presentar vomito o diarrea
3. No me siento satisfecho con el actual servicio de acueducto, porque el agua sale sucia con olor a tierra y la junta administradora no garantiza el tratamiento, ojalá si se pueda instalar las nuevas casetas con paneles solares porque es un bien para toda la comunidad.
4. Como está el servicio de acueducto Actualmente, creo que la tarifa que pagamos solo es por que llegue el agua a las casas, pero no hay tratamiento, pienso que deberían instalar las casetas con paneles solares para que la junta administradora se organice y saque un presupuesto más acorde donde garantice el tratamiento con el cloro y nos cobre lo justo para tomar apta para el consumo humano.
5. Si estoy de acuerdo que en la vereda se instalen nuevas tecnologías para hacer el tratamiento de agua, porque nuestro acueducto está muy viejo, sucio y el agua también sale sucia.
6. Me parece muy bueno que instalen esas casetas con paneles solares porque así la junta administradora hace adecuadamente el tratamiento y no nos cobran tanto por la conexión de energía.

En cuanto se conoció la opinión y el interés tanto de la comunidad, como de las juntas administradoras, frente al mejoramiento de la calidad de agua; para sistematizar esta experiencia, se procede a realizar una evaluación a las posibles alternativas planteadas por 6 profesionales como 2 ingenieros ambientales sanitarios, 2 administradores de empresas, 2 técnicos en agua y saneamiento básico, para elegir a aquella que represente viabilidad, factibilidad y sostenibilidad financiera, técnica, ambiental y se planteó la siguiente lluvia de ideas a la que se dio un puntaje de aprobación, cuyo resultado se muestra en la tabla número 4.

Tabla N° 4. Evaluación de Alternativas para el tratamiento de agua para el consumo humano.

Alternativa	Puntaje	Justificación de la Evaluación
Instalación de redes eléctricas	1	No realiza tratamiento de agua
Instalación de plantas de tratamiento	3	Es efectiva pero es muy costosa y los acueductos no son sostenibles
Optimización de los componentes del acueducto	3	Es viable pero no se puede elaborar un solo proyecto, dado que cada componente tiene un costo diferente desde el diseño
Hacer tratamiento con agroquímicos	0	Los agroquímicos no son elementos propios para hacer tratamiento de agua.
Suspensión del tratamiento	0	No es la mejor opción porque se trata de mejorar la calidad de agua y hacer un tratamiento.
Instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos	5	Es económico, se puede hacer un proyecto para todos los acueductos, es sostenible y garantiza la continuidad en el tratamiento.

En la tabla, se puede observar las diferentes alternativas que se planteó para dar solución al problema del suministro de mala calidad de agua para el consumo humano, en la cual se dio más puntuación a la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos, porque garantiza el proceso de desinfección de agua, fue la opción más acorde con la identificación del problema, se pudo observar que la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares permiten la sostenibilidad porque disminuyen gastos operacionales que sirven para invertir en mejoras del acueducto.

Después se hizo la priorización de los acueductos que serán beneficiados del proyecto, los cuales se muestran en la respectiva tabla (**ver tabla N° 5**).

TABLA N° 5. Acueductos beneficiados del proyecto de instalación de caseta de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos y número de casetas instaladas.

Corregimiento	Vereda	Total casetas instaladas
Catambuco,	San Antonio Casanare,	7
	San Antonio Bermejál,	
	San José de Catambuco,	
	Bella vista sector Fátima	
	San Antonio de Acuyuyo,	
	Cubijan Alto	
	Cubijan Bajo	
Socorro	bajo Casanare, socorro centro socorro alto	3
Santa Bárbara	las iglesias, Divino niño, los Ángeles, Cerotal, Santa Bárbara centro, Multiveredal	6
el Encano	el Socorro, Campo Alegre	2
Mapachico,	los Lirios, San Cayetano	2
Obonuco	San Felipe, San Antonio de Obonuco	2
La Caldera	Arrayan	1
Cabrera	Cabrera	1
Buesaquillo	Cujacal Centro, Buesaquillo Centro, San Jose de Buesaquillo	3
Sub urbano	San Antonio de Aranda, pinar del río, villa nueva	3
Total		30

Con ánimo de dar cumplimiento al objeto contractual, con el que la autora de esta sistematización fue contratada en Secretaria de Gestión Ambiental, simultáneamente se va desarrollando actividades que implican la instalación de las casetas de desinfección, como: en campo se efectúa un ciclo de capacitación en el área administrativa, financiera, técnica y operativa, dirigida a las juntas administradoras de los acueductos anteriormente mencionados, (**ver figuras N° 12, 13, 14,15, 16 y 17**) con el fin de dar participación y socializar de la implementación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares, para hacer el tratamiento de agua y hacer el estudio socio económico para determinar la auto sostenibilidad del acueducto, y en la oficina se va realizando el estudio previo de este proyecto, estableciendo las condiciones técnicas que deben cumplir los contratistas de la obra, al momento de la entrega.

Figura N° 12. Capacitación dirigida a la comunidad sobre la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos para hacer tratamiento al agua para consumo humano.



En la figura se muestra la socialización que se realizó a la comunidad, sobre el proyecto de instalación de casetas de desinfección de agua dotadas con paneles solares, para indicar este proceso, se toma como ejemplo a la vereda la Josefina del corregimiento de Morasurco, beneficiadas del proyecto.

Figura N° 13. Capacitación administrativa en costos y presupuestos.



En la figura se indica las reuniones que se realizaron con la comunidad del sector rural, para el documento se pone como ejemplo a la vereda San Antonio Casanare, en el corregimiento de Catambuco, una de las veredas beneficiadas del proyecto

Con este ciclo de capacitaciones, se hace un énfasis en el uso eficiente y ahorro de agua, para evitar el desperdicio, instruyendo en la regulación del caudal de entrada, con el objetivo de conocer la cantidad de agua que será tratada con la solución desinfectante, dado que la dosificación de cloro es directamente proporcional, si hay más agua se aplicara más cloro y

si hay menos agua se aplicara menos cloro. Conociendo el caudal a tratar se ahorrará insumos y no habrá escasez de agua ayudando a conservar la fuente abastecedora del acueducto.

Figura N° 14. Capacitación operativa en regulación de caudal de entrada al tanque de almacenamiento



En la figura se indica los procesos, efectuados para regular el agua realizados en las diferentes veredas beneficiadas del proyecto, como ejemplo se muestra el proceso realizado en la vereda San Cayetano en el corregimiento de Mapachico.

FIGURA N° 15. Capacitación técnica en el proceso de desinfección de agua con la adición de cloro.



En esta capacitación, se instruye sobre la fórmula para disolver el cloro granulado en un tanque de 250 litros de agua, se indica los perjuicios que tiene en la salud de las personas, una sobre carga de cloro, se indica al fontanero, el proceso de tomar muestras en la red y garantizar el tratamiento del agua. la fotografía corresponde a la vereda El Socorro corregimiento el Encano

Se explica la importancia de hacer continuo mantenimiento, y registrar cada una de las actividades realizadas en el acueducto, con el fin de eliminar partículas adheridas a los pisos y paredes, lo que generan malos olores, color y turbiedad en el agua, (Ver Figura 16 y 17

Figura N° 16. Antigua Caseta



Figura N° 17. Nueva Caseta dotada con Paneles



8 RESULTADOS PARA LA FASE ANALÍTICA:

8.1.1 Estudio de radiación y brillo solar

Entre estos resultados, se puede ubicar al estudio previo que la oficina de la Secretaría de Gestión Ambiental, plantea para las condiciones técnicas, para la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares donde se realiza un estudio de radiación y brillo solar, para determinar la cantidad de paneles necesarios y la capacidad que tienen para cargar las baterías que alimentan la bomba dosificadora, identificar también la posición dirección y el grado de inclinación que se instalaran los paneles solares, para esto se hizo un ensayo sobre el cálculo de la intensidad del sol, determinando el fotoperiodo de la siguiente manera:

A partir de los valores diarios medios de radiación directa y difusa, se pueden obtener valores horarios medios de radiación directa y difusa, gracias a unos factores de conversión puestos de manifiesto por Lui y Jordan. (2015) Estos factores se expresan de la siguiente forma:

$$a) \quad r_d = \frac{\pi}{T} \left[\frac{\cos \varpi - \cos \varpi_s}{\varpi_s \times \cos \varpi_s - \sin \varpi_s} \right]$$

$$r_{\varepsilon} = \frac{\pi}{T} \left[(a + b \cdot \cos \varpi) \times \left(\frac{\cos \varpi - \cos \varpi_s}{\varpi_s \times \cos \varpi_s - \sin \varpi_s} \right) \right]$$

Siendo T la longitud del día, y dado que los datos son tomados en intervalos de diez minutos, T = 144)

Los motivos por los que se ha elegido una escala temporal de diez minutos son que dicha escala genera un buen compromiso entre resolución y tiempo de cálculo y que coincide con el período de almacenamiento recomendado por el JRC de los parámetros registrados en la monitorización analítica de los SFCR.

Efectos del Angulo de Incidencia:

La transmisión de los materiales depende del ángulo de incidencia de la radiación, por lo que la eficiencia de éstos se ve afectada por la posición relativa de su superficie con respecto del Sol. A cada ángulo de incidencia se asocia una cierta pérdida por reflexión.

También, la suciedad y la baja eficiencia de los módulos con bajas irradiación son causas de la reducción de la irradiación directa y difusa que incide sobre el módulo fotovoltaico, debido a las pérdidas por Fresnel.

Esta reducción viene cuantificada por el factor de transmitancia definido:

$$F_T = 1 - 0.0663 \cdot \theta_s^2 + 0.0882 \cdot \theta_s^3 - 0.194 \cdot \theta_s^4$$

Y el coeficiente de anisotropía que se define como:

$$k_2 = \frac{B_{10}(\beta, \alpha)}{B_0 \cdot \varepsilon_0 \cdot \cos \theta_{zs}}$$

Así las componentes de la radiación se ven modificadas de la manera siguiente:

$$B(\beta, \alpha) = 6 \times F_T \frac{B_{10}(0)}{\cos \theta_{zs}} \times \max(0, \cos \theta_s)$$

$$D(\beta, \alpha) = 6 \times D_{10}(0) \cdot \left[0.856 \cdot (1 - k_2) \cdot \frac{(1 + \cos \beta)}{2} + F_T(\theta_s) \times \frac{k_2}{\cos \theta_{zs}} \cdot \max(0, \cos \theta_s) \right]$$

$$b) \quad R(\beta, \alpha) = 6 \times G_{10}(0) \cdot 0.856 \cdot (1 - \cos \beta) \cdot \frac{\rho}{2}$$

Para finalizar decir que el valor 0,856 cuantifica las pérdidas por suciedad y baja eficiencia en la irradiación difusa y de albedo

Se concluyó que:

La mayor radiación que tiene el día es a las 10 am

en cada caseta de desinfección es necesario instalar dos paneles solares con una capacidad de 110 voltios, se debe instalar los paneles en una inclinación de 10 grados ver **Figura N° 18**

FIGURA N° 18 grado de inclinación de los paneles solares fotovoltaicos instalados sobre la caseta de desinfección de Agua



Figura N° 19. verificación instalación adecuada de paneles solares



8.1.2 Estudio socio económico

Por tratarse de una tecnología novedosa, y dada la carencia de recursos económicos que la comunidad presenta, se ve la necesidad de hacer un estudio socio económico, para conocer la capacidad del sostenimiento del acueducto y analizar si las juntas administradoras de acueductos están dispuesta a cubrir gastos de operación, mantenimiento y proceso de desinfección de agua. y se determinó que la mayor dificultad está en la frecuencia del recaudo, dado que se realiza de forma anual por valor de 5000 mil pesos, lo que indica claramente que este costo no alcanza para la compra de insumos químicos ni el pago al fontanero, razón por lo cual no se realiza el tratamiento de agua, después de hacer el cálculo respectivo se concluyó que es necesario subir la tarifa a 15.000 pesos de acuerdo al número de usuarios y el uso que se le dé al recurso hídrico, como uso oficial escuelas y colegios, uso comercial en los establecimientos comerciales como restaurantes, así mismo será el costo, como lo establece la ley 142 de 1994, para servicios público, lo que permitirá hacer proyecciones de compra de insumos y pago al fontanero, para garantizar así la continuidad en el tratamiento y se lograra la sostenibilidad del acueducto.

8.1.3 Calculo Costo y Presupuesto en la compra de insumos Químicos aplicados con la bomba dosificadora.

Con el uso de la bomba dosificadora y los paneles solares el consumo de cloro se regula y se puede llevar un registro

Haciendo la siguiente relación

Se aplica 5 kilos de cloro para 5 días en un tanque dosificador de 250 litros

una caneca de cloro de 45 kilos tiene una duración de 2 meses y 1 una semana lo que indica que en el año solo deben comprar 6 canecas de cloro.

Una caneca cuesta 580 mil x 6 = 3.480.000 al año

En un goteo de 35 ml / min solución del desinfectante

Permitiendo así que el acueducto sea auto sostenible y pueda establecer una tarifa adecuada al consumo de cloro. Según el número de usuarios de cada acueducto.

Con la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos se pudo analizar que este proceso presenta **ventajas y desventajas**, con este documento se pudo analizar que estas tecnologías son: eficientes para el tratamiento de agua y tienen como

8.1.4. Ventajas de la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares

- ✓ Garantizan la continuidad en el tratamiento de agua,
- ✓ Permiten el ahorro de pago de energía eléctrica,
- ✓ No presenta índices de contaminación a la atmosfera o cualquier elemento de la naturaleza especialmente el agua,
- ✓ No genera efectos invernadero,

- ✓ Es favorable para los sitios más retirados de la zona urbana de cualquier municipio,
- ✓ Reduce gastos de mantenimiento,
- ✓ Permite al fontanero hacer el tratamiento de desinfección de agua de una manera más rápida y controlada, haciendo del agua apta para el consumo humano dentro de los parámetros establecidos en la resolución 2115 de 2007,
- ✓ Tiene 20 años de duración siempre y cuando se haga el mantenimiento oportuno al panel, y se realice adecuadamente el funcionamiento,
- ✓ Motiva a las juntas administradoras en la compra continua del cloro, para poder hacer la solución desinfectante y aplicar al agua para distribuirla a la comunidad.

De la misma manera, se pudo observar que estas tecnologías también tienen

8.1.5. Desventajas de la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares

entre ella podemos analizar:

- Los fusibles de las bombas dosificadoras tienden a quemarse, por una inadecuada manipulación, como hacer mal el proceso de encendido y apagado.
- Requieren de otro dispositivo como el temporizador para controlar el goteo en horas de la noche, que debe comprar la junta administradora de acueductos, para que no se desperdicie la solución desinfectante y genere pérdidas económicas.
- En caso de dañarse ninguna persona diferente a quien lo instalo puede repararlo porque se pierde la garantía, establecida para 5 años.
- El rendimiento depende de las condiciones climáticas.
- No se pueden instalar con la presencia del sistema arbóreo, dado que hacen sombra (**ver figura N°20**) y hace que las baterías no logren cargarse en su totalidad, haciendo que la bomba dosificadora se apague y tarde mucho tiempo para volver a cargarse.

8.1.6. Discusión Eficiencia de casetas de desinfección dotadas con paneles solares para hacer tratamiento de Agua

Una vez instalada las casetas de desinfección, dotadas con paneles Solares, para hacer tratamiento al agua para el Consumo Humano, en las zona rural del Municipio de Pasto, frente a otras alternativas, se analiza el grado de eficiencia, dado que el 88 %, (Secretaría de Gestión Ambiental, 2021), afirma que si son eficientes, mientras que el 12 % restante (Secretaría de Salud municipal, 2021), sostiene que el tratamiento de agua se ve afectado, dado que está sujeto a las condiciones del clima, a la capacitación técnica que haya recibido el personal encargado en hacer la preparación de la sustancia desinfectante, para aplicarla al agua que será distribuida a la comunidad, del mantenimiento que se realice para evitar que los paneles cierren el paso de la luz y haga que no se carguen correctamente las baterías.

Es una tecnología novedosa ayuda en las labores de desinfección de agua, disminuye gastos en el pago de energía eléctrica, pero en algunas zonas es necesario hacer una inversión adicional para hacer el respectivo cierre de la estructura donde se encuentre porque la instalación de estos dispositivos es costosa. y se debe evitar hurtos y daños que se puedan presentar por la misma comunidad.

8.1.7 Resultados de la Recuperación del proceso vivido Una vez realizado el estudio previo, la Secretaría de Gestión Ambiental, sube a la plataforma de SECOP II, la licitación pública, para que los oferentes presenten la documentación que fue revisada por los abogados, para que puedan ejercer el proyecto.

Después de haber elegido al contratista de la obra, *Consortio obras 2021*, después de seis meses, finalmente se procede a realizar la instalación de las casetas de desinfección dotadas con paneles solares.

Como parte del proceso de supervisión de la obra, el consorcio, hizo la prueba de funcionamiento, revisando fugas, presión, estanqueidad, y en conjunto con la junta administradora del acueducto, y la autora de esta sistematización, se efectuó la caracterización y análisis físico, químico y microbiológico del agua, para lo cual se tomó una serie de muestras, en tiempo de lluvia y en tiempo seco, se las llevó al laboratorio certificado por el Instituto Departamental de Salud, donde emitió un concepto sanitario favorable para la calidad de agua destinada al consumo humano, una vez recibido el resultado, se hizo la comparación sobre el índice de riesgo de calidad de agua IRCA, antes de la instalación de casetas y después de su instalación, determinando que si hay mejoramiento de la calidad de agua.

Luego de tres (meses) de la puesta en marcha, para evaluar el proceso de desinfección de agua con las casetas dotadas con paneles solares, se solicitó a las juntas administradoras la respectiva información sobre el funcionamiento. **(ver tabla 6).**

TABLA N° 6. Reporte de casetas de desinfección en funcionamiento

Año	Numero de casetas con panel solar entregadas	Numero de veredas que aceptan el proyecto	Número de veredas que rechazan el proyecto	Numero de casetas con panel solar en funcionamiento	Numero de casetas con panel solar sin funcionamiento	Numero de acueductos mejorados en el IRCA con paneles
2020	15	12	3	11	4	12
2021	15	14	1	15	0	13
Total	30	26	4	26	4	25

En la tabla se puede identificar la cantidad exacta de casetas dotadas con paneles solares fotovoltaicos con su respectiva distribución así:

Se entregaron 30 casetas dotadas con paneles solares fotovoltaicos y bomba dosificadora

- ✓ 26 casetas se encuentran en funcionamiento
- ✓ 4 casetas se encuentran sin funcionamiento
- ✓ 25 acueductos mejoraron el IRCA

Luego de cuatro meses, la autora de este documento, para completar la información solicito a la empresa de Salud Pasto Salud, un reporte sobre las enfermedades gastrointestinales que en la zona rural se habían presentado, en el tiempo anterior de ejecución del proyecto, de instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos.

8.2 Disminución Enfermedades Gastrointestinales presentadas en la zona rural, cuyas causas eran el consumo de agua sin tratamiento, con la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares estas se redujeron **ver tabla N°7**

“no se reportó ningún caso por brote de EDA por consumo de agua en el primer semestre del 2022. Meza (2022), lo que evidencia la efectividad de los paneles solares frente al mejoramiento de la calidad de agua, y el bienestar de la comunidad del sector rural del municipio de Pasto.

TABLA N° 7. Comparación de Reporte de Enfermedades Gastrointestinales Presentadas en el Año 2019 y en el Año 2022.

Principales Causas	Enfermedades Gastrointestinales Motivos de Consulta	Casos 2019	Casos 2022
Agua Sin Tratamiento	Diarrea y Gastroenteritis de Presunto Origen Infeccioso	1188	0
	Otras Colitis Y Gastroenteritis No Infecciosas Especificadas	149	0
	Diarrea funcional	60	0
	otras enteritis virales	55	0
	Infección intestinal viral sin otra especificación	51	0
	Colitis y gastroenteritis no infecciosas no especificadas	29	0
Mala Higiene En Piscinas	Micosis No Especificada	25	28
Alergia A Alimentos	Colitis y Gastroenteritis Alérgicas y Dietéticas	9	14
Resfriado Común	Tuberculosis de los Intestinos El Peritoneo y los Ganglios Mesentéricos	8	4
Mala Manipulación de Alimentos	Disentería Amebiana Aguda	7	5
	Otras	28	30

FUENTE: Reporte epidemiológico, Pasto Salud ESE, 2022

En la tabla se puede observar que la enfermedad más predominante en el año 2019, fue diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso con 1188 casos, cuya causa fue el consumo de agua sin tratamiento, en el año 2022 esta enfermedad ya no fue motivo de consulta por lo que no se registró ningún caso.

Otra enfermedad predominante fue otras colitis y gastroenteritis no infecciosas especificadas, con 149 casos registrados en 2019, causados por el consumo de agua sin tratamiento, mientras en el 2022, esta enfermedad tampoco fue motivo de consulta por lo que no se registraron casos, puesto que la comunidad del sector rural ya realiza tratamiento al agua para consumo humano.

9 RESULTADOS PARA EL PUNTO DE LLEGADA

En esta experiencia, al principio hubo inconvenientes con las juntas administradoras de acueducto, porque tenían limitaciones frente a las inversiones que la Secretaria de Gestión Ambiental, efectuaría en los acueductos porque tenían la creencia que se les quitaría el acueducto o se privatizaría, no creían que era posible mejorar la calidad de agua porque decían “el agua está limpia y no necesita desinfección” pero se indicó el proceso de desinfección de agua, realizada con la bomba dosificadora cargada con paneles solares fotovoltaicos, y cambio la forma de pensar, aceptando el proyecto.

Con la sistematización de esta experiencia, de la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos, lo que se pudo lograr fue:

- Identificar los acueductos veredales con falencias en el tratamiento
- Conocer exactamente las causas del problema del suministro de mala calidad de agua para consumo humano.
- Analizar las diferentes alternativas para hacer tratamiento de agua, dando una calificación a cada una de ellas para establecer los lineamientos y elegir la opción más adecuada, resaltando que la alternativa que se elija será destinada a la población rural. (ver tabla N°3)
- Consultar a las juntas administradoras de acueductos rurales si estarían interesadas en que la Secretaria de Gestión Ambiental invierta en los sistemas de abastecimiento.
- Capacitar a las juntas sobre operación mantenimiento y de acueducto y el proceso de desinfección de agua con cloro granulado.

9.1 Experiencias positivas

Con la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos, la comunidad se motivó para hacer tratamiento de agua, con la solución desinfectante usando el hipoclorito de calcio, dado que comprobaron que el cloro es medido en dosificaciones mínimas, a un goteo de 35 ml/ minuto, medido en una probeta de 100 ml, que esa solución debe mezclarse en el tanque de almacenamiento de 200 M3, que no afectara la salud de las personas, porque el sistema funciona con la bomba dosificadora.

Así mismo la comunidad se motivó por aprender el uso y manejo de la nueva tecnología por ser novedosa y de fácil manejo, permitiendo con esto que las juntas administradoras puedan generar trabajo en la fontanería a varios jóvenes de la misma localidad, y garanticen que el agua se apta para el consumo humano, porque el tratamiento será continuo.

Con estas casetas, en los resultados de muestras de agua tomadas por secretaria de Salud, ya reportaba la presencia de cloro, la disminución de contaminación biológica de Coliformes y

E-Coli, bacterias que afectan la salud Publica mejorando así el índice de riesgo para la calidad de agua IRCA.

Hubo buena aceptación del proyecto por parte de la comunidad, porque vieron el cambio en las características físicas del agua, porque la junta administradora ya lava con más frecuencia la infraestructura retirando lodos acumulados, haciendo que el agua se clarifique y se pueda hacer el proceso de potabilización.

Ayudan a economizar gastos operacionales en el pago de energía eléctrica, porque ya se puede registrar el consumo de cloro, dado que permite controlar el goteo y saber cuánto dura una carga de solución desinfectante, y la junta administradora así puede realizar un costo y presupuesto para establecer una tarifa plena a los usuarios.

9.2 Experiencias negativas

Tuvo varios inconvenientes con el encendido y apagado de la bomba dosificadora.

Los fontaneros se olvidan del panel solar instalado en el techo de la caseta y no le realizan mantenimiento, lo que impide el paso de la luz evitando que las baterías se carguen.

Los fontaneros no retiran la presencia de aire en las sondas lo que impide la succión de la solución desinfectante.

Hay dificultad en el manejo de la sustancia química desinfectante, "cloro granulado" con una concentración del 70%, dado que hay que prepararlo previamente para bajarle la concentración, y lamentablemente esto se convierte en cal y tapa la sonda por donde pasa el líquido para ser inyectado al tanque de almacenamiento, lo que el tratamiento de agua es suspendido temporalmente.

Los fontaneros no cuentan con la suficiente capacitación técnica en la aplicación de fórmulas para el cálculo exacto de la cantidad de cloro que deben disolver, en el tanque dosificador por su bajo grado de escolaridad.

Se analiza que el funcionamiento de los paneles está directamente relacionado con las condiciones climáticas, y que el proceso de desinfección no es tan efectivo si no hay radiación y brillo solar, y en las peores condiciones climáticas los paneles se empañan y no se cargan correctamente por lo que la bomba dosificadora deja de funcionar.

Por ser una tecnología nueva, la comunidad piensa que la bomba dosificadora es auto suficiente y reemplaza el trabajo del fontanero, y creen que ya no es necesario contratar a alguien para que haga el tratamiento.

Hay dificultad en la instalación de paneles solares cuando hay presencia de material vegetal arbóreo, porque hace mucha sombra, y bajo los árboles se genera un micro clima de humedad, por lo que los paneles solares no alcanzan a tomar la suficiente radiación solar y las celdas fotovoltaicas no almacenan suficiente energía solar, haciendo difícil el proceso de inversión de energía. **(ver figura 20)**

Figura N° 20. dificultad instalación de paneles con la presencia de material vegetal Arbóreo. Fotografía de la vereda la josefina corregimiento de Morasurco,



Otra desventaja es la reposición de algunos accesorios, se torna difícil porque no se encuentran en la ciudad de Pasto, hay que solicitarlos directamente al fabricante, en la ciudad de Medellín y Bogotá lo que es perjudicial porque no hay material disponible y tarda mucho tiempo, en la respuesta.

Otra desventaja encontrada es que no hay garantía el mantenimiento por parte del contratista que instala los paneles solares, por lo que queda la incertidumbre que pasará el día que falle el sistema fotovoltaico.

9.3 Aspectos importantes encontrados con esta experiencia

Como parte de los resultados encontrados en la experiencia de hacer tratamiento con las casetas de desinfección dotadas con paneles solares, se evidencio los aspectos importantes que se presentan en la matriz DOFA **(Ver tabla 8)** y se detallan a continuación:

Debilidades; está sujeto a las condiciones del clima, corriendo el riesgo que no funcionen en tiempo de lluvia porque se empañan y evitan el paso de la luz, los accesorios pequeños como

el fusible se puede quemar en corto tiempo y encontrar su repuesto se torna una tarea complicada, y de mucho tiempo.

Oportunidades: es una tecnología novedosa que permite afianzar los conocimientos por medio de las continuas capacitaciones, a largo plazo son económicas, ayudan a disminuir el calentamiento global.

Fortalezas: permite que los acueductos sean sostenibles y se ahorre el pago de energía eléctrica, permiten que el tratamiento de agua sea continuo en dosis y concentraciones más exactas, son favorables para instalarse en sitios retirados

Amenazas: que se presenten hurtos por parte de la comunidad dado que quedan expuestas al libre acceso, aun no se conoce el comportamiento de los paneles solares en horas de la noche.

TABLA N° 8 Matriz DOFA Para la implementación de paneles solares

Debilidades	Oportunidades
✓ Solo funcionan con buena radiación solar ✓ Tienden a dañarse fácilmente con la caída de un rayo ✓ Los repuestos no se consiguen fácilmente ✓	• Pueden servir como ejemplo para instalar en otros municipios • Es una tecnología novedosa amigable con el ambiente • Permite capacitarse más sobre el uso y mantenimiento de dispositivos • Permite la aceptación por parte de la comunidad.
Fortalezas	Amenazas
➤ Ayudan ahorrar gasto de energía eléctrica ➤ La dosificación de cloro es más exacta ➤ Las instalaciones se realizan a un bajo costo. ➤ Es favorable para sitios aislados donde no hay energía eléctrica	✚ Que se presenten hurtos ✚ Que haya varios proveedores y modifiquen las condiciones del normal funcionamiento ✚ Queda la incertidumbre de saber qué pasa con el tratamiento de agua en horas de la noche

Una vez, fueron instaladas las casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos, el diario oficial del municipio Diario del Sur, realiza una entrevista a la comunidad redactando la noticia: en el municipio de Pasto se mejora los acueductos rurales por medio de la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares, así el municipio avanza en el mejoramiento de agua y saneamiento básico

9.4 RESULTADOS PLAN DE SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA

En la elaboración de este documento, se pudo dar respuesta a lo que en realidad se quiere sistematizar, para este caso se decidió sistematizar la experiencia adquirida con la instalación de casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos, lo cual se hizo para promover el uso de energías renovables que no afecten el medio natural, disminuyan el efecto invernadero y contribuyan en el desarrollo de una comunidad, haciendo énfasis al tratamiento de agua para el consumo humano, resaltado la importancia de aplicar la solución desinfectante por medio de una dosis óptima regulada por la bomba dosificadora, que permitieron mejorar la calidad de agua para el consumo humano, en la zona rural del municipio de Pasto, para esta sistematización se hizo necesaria la información oficial emitida por las dependencias de Secretaría de Salud Municipal, Secretaria de Desarrollo Comunitario, Cámara de Comercio de Pasto, Instituto Departamental de Salud, ESE Pasto Salud,

9.5 RESULTADOS PARA LA REFLEXIÓN DE FONDO

Como resultado del análisis de la falta de información en la Secretaría de Gestión Ambiental del municipio de Pasto, sobre el tratamiento y calidad de agua en la zona rural del municipio, se parte de un gran interrogante, siendo la Secretaría de Gestión Ambiental la autoridad competente para llevar el proceso de trazabilidad e identificación de proyectos para mejorar la calidad de agua del municipio de Pasto, ¿porque no cuenta con información importante sobre las actividades realizadas en esa dependencia sobre el mejoramiento de calidad de agua?.

A esta pregunta se obtuvo: que la falta de información se debe a la carencia de procesos de empalme que se debe hacer, cada vez que haya cambio de administración, dado que los funcionarios trabajan en computadores portátiles personales de forma individual, lo que implica que se lleven la información una vez terminen el contrato, no dejan registros ni evidencias del trabajo realizado, ni tampoco dejan actualizada la base de datos con los contactos de los nuevos presidentes de las juntas de acueducto, solo se encuentra listados de asistencia de talleres o reuniones que se hayan efectuado, pero en realidad no suministran ningún tipo de información, todas estas acciones hace que se pierda el proceso del mejoramiento de la calidad de agua, no se dé continuidad en el seguimiento a las juntas

administradoras de los acueductos, lo que afecta directamente en el manejo de recursos públicos, y las obras que se entregan pueden llegar hacer un “elefante blanco”.

No se da cumplimiento a la responsabilidad de supervisión, dado que no se realizan reuniones para evaluar las falencias y revisar los avances que se tenga sobre el cumplimiento de las actividades asignadas a los funcionarios, solo se firma los documentos financieros para hacer el respectivo pago de cuentas, y solo se entrega un informe ejecutivo sobre las actividades y metas alcanzadas, pero no se profundiza sobre cada proceso

Se analizó también que la falta de información se da, porque no hay una persona encargada del archivo, que maneje las tablas de retención documental y esté depurando los documentos que hayan cumplido su ciclo.

9.6 RESULTADOS PARA LOS PUNTOS DE LLEGADA

9.7. Conclusiones.

Dentro de esta sistematización de experiencias se puede concluir que:

El trabajo realizado es un aporte importante para el desarrollo del municipio. porque permitió identificar una de las problemáticas que amerita mayor atención dentro del plan de ordenamiento territorial, como es el agua para consumo humano.

- Es posible tratar aguas no potables por medio de tecnologías solares, pero debe estudiarse inicialmente el tipo de contaminantes que se encuentra en las aguas para saber elegir el tipo de colector apropiado de tratarla.
- Los sistemas de potabilización de agua con energía solar permiten a poblaciones alejadas de las redes convencionales de agua, obtener agua tratada potable con un consumo energético bajo.
- Los equipos de tratamiento de agua, pueden ofrecer diferentes posibilidades, según el costo de implementación, la temperatura o la eficiencia; los equipos de potabilización basados en tecnología solar, pese a sus restricciones con respecto a las variaciones que se pueden presentar en el transcurso de un día, pueden permitir que una comunidad costera obtenga agua potable a partir de agua salina y en zonas desérticas donde la radiación solar es alta y la cantidad y calidad del agua es deficiente.
- Sistemas de potabilización de agua con energía solar en diferentes lugares del planeta muestran la gran versatilidad de esta tecnología.

- Si se desarrollan equipos más eficientes utilizando superconductores de calor, se pueden obtener mejores resultados al transferir de forma efectiva la radiación solar al fluido para hacerlo cambiar de fase.
- La tecnología debe estar al servicio de las comunidades para ayudar a mejorar su calidad de vida. Esto hace parte de la responsabilidad social de la ciencia y la tecnología.
- El tratamiento de agua para el consumo humano tiene mejores resultados con paneles solares, por garantizar la continuidad de la dosificación de cloro, en concentraciones más exactas.
- Con los paneles solares, se hace el proceso de desinfección de agua en menos tiempo, dado que la bomba dosificadora ya está regulada a un goteo específico

Frente a la evaluación de la efectividad de los paneles solares se puede concluir que

- En comparación con otras alternativas, para hacer tratamiento de agua, se puede decir que tienen un alto grado de efectividad, porque, si mejoran las condiciones del agua para el consumo humano, aunque hay algunas deficiencias que, a largo plazo, esa efectividad cambie y no se obtenga los mismos resultados en el tratamiento.
- Los paneles solares para hacer el tratamiento de agua en las zonas rurales, son buenos, y efectivos tienen muchas ventajas, que favorecen el suministro de la calidad de agua, ayudan a regular la dosificación de cloro, y dar continuidad en el tratamiento, y cada vez va mejorando la clasificación del IRCA (índice de riesgo de calidad de agua) del municipio de Pasto, pasando de riesgo inviable a riesgo medio o bajo.

Ante plantear esta alternativa para hacer tratamiento de agua con el uso de paneles solares fotovoltaicos, como referencia a otros municipios; con el resultado de la sistematización de esta experiencia se puede decir que:

- ✓ la implementación casetas de desinfección dotadas con paneles solares y bomba dosificadora, es factible, viable y sostenible para hacer tratamiento de agua en zonas retiradas,
- ✓ Son acciones que promueven el desarrollo y el ordenamiento territorial.
- ✓ positiva en el mejoramiento de calidad de agua,
- ✓ eficiente al disminuir la presencia de bacterias que afectan la salud de las personas,
- ✓ necesaria en zonas rurales, donde hay escasos recursos monetarios,

- ✓ económica para las entidades que deseen referenciar esta experiencia, practica para las juntas administradoras de acueductos rurales por su fácil operación y mantenimiento.
- ✓ Las instalaciones de casetas de desinfección dotadas con paneles solares son muy efectivos para mejorar la calidad de agua solo en la parte microbiológica, por lo que se hace necesario implementar alternativas para mejorar los demás parámetros físicos y químicos analizados en las muestras para el consumo humano.

9.8. Recomendaciones

A las juntas administradoras de acueductos, se recomienda siempre leer el manual de operaciones de los paneles solares y la bomba dosificadora, para determinar la forma y frecuencia de hacer mantenimiento, para evitar daños en el funcionamiento.

A los fontaneros de los acueductos rurales se recomienda buscar asesoría en el manejo de sustancias químicas, porque de eso depende el tratamiento de agua, que se debe realizar con o sin paneles solares.

A las entidades encargadas de velar por la calidad de agua, se recomienda antes de hacer grandes inversiones, hacer primero el estudio socio económico de las juntas administradoras para garantizar que el acueducto sea auto sostenible,

A los contratistas de la ejecución de estos proyectos, tengan sus bodegas en la ciudad, donde se ejecuta para poder garantizar la reposición de elementos y / o equipos sin que se afecte la continuidad del tratamiento.

A los proveedores de sustancias químicas traten de establecer algún tipo de descuento, u ofertas para conservar los clientes dado que con este proyecto se incrementa la demanda.

9.9. Planteamiento como referencia que sirva de modelo para los sesenta y cuatro (64) municipios que integran al departamento de Nariño.

Para los acueductos veredales de otros municipios, se recomienda esta alternativa de hacer tratamiento con casetas de desinfección dotadas con paneles solares fotovoltaicos, dado que garantiza su efectividad y se mejora la calidad de agua para el consumo humano, aunque tenga algunas desventajas y dificultades, pero en realidad es un buen proyecto , se puede calificar esta experiencia como positiva en el mejoramiento de calidad de agua, eficiente al disminuir la presencia de bacterias que afectan la salud de las personas, necesaria en zonas rurales, donde hay escasos recursos monetarios, económica para las entidades que deseen

referenciar esta experiencia, practica para las juntas administradoras de acueductos rurales por su fácil operación y mantenimiento.

Con esta alternativa, se da un mejor manejo en el recurso hídrico porque se controla los reboses, y así se hace uso eficiente y ahorro de agua.

Se facilita el trabajo al fontanero quien está motivado en hacer bien el proceso de desinfección.

Se activa la economía porque ya se pueden establecer sitios turísticos
Se inicia el proceso de ordenamiento territorial donde prima el agua para el consumo humano.

10. REFERENCIAS

Bastidas, C. (2018) revista desarrollo departamental de Nariño, Pag.15

Benavides, P. V. (2021) trabajo de grado “estudio de pre factibilidad para la generación de energía fotovoltaica en zona no interconectada del municipio de Alvarado universidad UNIMINUTO, **pág. 55** Pasto- Nariño abril 2021.

<https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/14077/1/1.%20Trabajo%20de%20Grado.pdf>

Castañeda, M. I. Bernal, M. M. (2008) “Establecer la Demanda de Cloro en el Acueducto Tribunas Córcega de la Ciudad de Pereira”

Cordero, O. M. (2011) monografía previa a la obtención del título de ingeniero civil “Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (fgas), 2 filtros lentos de arena (fla), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento. Universidad Cuenca en el Ecuador.”.

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/747>

Guerrero, J. C. (2018). Ingeniero Mecánico de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Gobernación de Nariño

Instituto Geográfico Agustín Codazzi Regional Nariño, 2019

Oviedo, A. G. (2018). Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México

Patiño, M, (2022), Alcaldía Municipal de Santiago de Cali.

Pinzón, G. José Luis (2020). trabajo de grado construcción de una planta de tratamiento de agua potable a nivel de laboratorio con fines académicos abastecida con energía solar. universidad santo tomas seccional Tunja facultad de ingeniería civil Tunja 2020, pág. 13, Tunja Boyacá.

<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30356>

Rodríguez, J. P. Miranda, C. A. García, J. C. García-U. (2017) Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Trujillo, E. (2018) directora IDS, entrevista diario del Sur

Constitución Política de Colombia 1991, 20 de julio de 1991

Ley 99 de 1993, Ley General Ambiental de Colombia principio 5, diciembre 22 1993

Ley 142 de 1994, julio 11 de 1994, servicios públicos domiciliarios

Ley 143 de 1994, julio 11 de 1994. por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética.

Ley 1715 de 2014, mayo 13. Por medio de la cual se regula la integración de las Energías Renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.",

Decreto 1575 de 2007, 9 de mayo de 2007, Calidad de Agua para el Consumo Humano.

Resolución 2115 de 2007, 22 junio 2007. Características físicas, químicas y microbiológicas del agua para Consumo humano.

Resolución 082 de 2022, 24 de marzo de 2022, Buenas Prácticas de Higiene y Saneamiento en los Acueductos