



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

Proyecto de Investigación, previo a la  
obtención del título de Ingeniera  
Ambiental

**Título del Proyecto de Investigación:**

**“PLAN DE SEGURIDAD HÍDRICA DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE  
AGUA POTABLE RECINTO “AGUAS BLANCAS”, CANTÓN BUENA FE,  
PROVINCIA DE LOS RÍOS, AÑO 2022”**

**Autora:**

**Fernanda Lisseth Bazurto Marcillo**

**Directora del Proyecto de Investigación:**

**Ing. Cecilia Carolina Tay Hing Cajas MSc.**

**Quevedo – Los Ríos - Ecuador**

**2022**

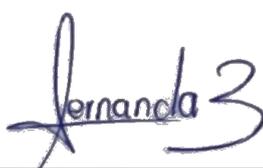




## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Fernanda Lisseth Bazarro Marcillo**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. 

**Fernanda Lisseth Bazarro Marcillo**  
C.C. # 2300542913



## CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, **Ing. Carolina Tay Hing Cajas MSc.**, docente de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, certifica que la estudiante **Fernanda Lisseth Bazurto Marcillo**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**PLAN DE SEGURIDAD HÍDRICA DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE RECINTO “AGUAS BLANCAS, CANTÓN BUENA FE, PROVINCIA DE LOS RÍOS, AÑO 2022”**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Firmado electrónicamente por:  
**CECILIA  
CAROLINA TAY  
HING CAJAS**

---

**Ing. Carolina Tay Hing Cajas MSc.**  
**DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

La suscrita, **Ing. Carolina Tay Hing Cajas MSc.**, mediante el presente cumpro en presentar a usted, el informe del Proyecto de Investigación titulado “**PLAN DE SEGURIDAD HÍDRICA DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE RECINTO “AGUAS BLANCAS, CANTÓN BUENA FE, PROVINCIA DE LOS RÍOS, AÑO 2022”**”, presentado por la estudiante **Srta. Fernanda Lisseth Bazarro Marcillo**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental, que fue revisado bajo mi dirección según Resolución Centésima Décima Tercera del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, de fecha 31 de enero del 2022 desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y que cumple con el requerimiento de análisis de URKUND, el cual mostro 8% de similitud.



### Document Information

Analyzed document	Fernanda_Bazarro_Proyecto de investigación.docx (D142595536)
Submitted	8/2/2022 5:21:00 AM
Submitted by	
Submitter email	fernanda.bazarro2017@uteq.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	ctayhing.uteq@analysis.urkund.com



Firmado electrónicamente por:  
**CECILIA  
CAROLINA TAY  
HING CAJAS**

**Ing. Carolina Tay Hing Cajas MSc.**

**DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Plan de Seguridad hídrica de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos, año 2022”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Ambiental.

Aprobado por:



Firmado electrónicamente por:  
**JULIO CESAR  
PAZMINO  
RODRIGUEZ**

---

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Julio Pazmiño Rodríguez MSc.



Firmado electrónicamente por:  
**NORMA MARIA  
GUERRERO CHUEZ**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Norma Guerrero Chuez MSc.



Firmado electrónicamente por:  
**ANGEL JOEL  
YEPEZ ROSADO**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Ángel Joel Yépez MSc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR  
2022

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi profundo agradecimiento primeramente a Dios por permitirme poder culminar con éxitos mi carrera; ya que, sus fuerzas me mantuvieron de pie, su sabiduría me ayudo hacer todas las cosas bien y su paz me llenó para no preocuparme y seguir a pesar de las tensiones, estrés y grandes responsabilidades que se me presentaron en la vida.

A mis padres y hermanos por ser ese apoyo incondicional en los momentos difíciles cuando todo parecía imposible de lograr, su motivación, dedicación y confianza en mí me ayudaron a esforzarme cada día más para llenarlos de felicidad y orgullo.

De la misma manera, doy gracias a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por abrirme las puertas al éxito y formarme en una gran profesional, a cada una de las autoridades y docentes que impartieron sus conocimientos y en especial a mi Directora del proyecto de investigación Ing. Carolina Tay Hing que junto a la Ing. Norma Guerrero dedicaron su mayor tiempo en todo este proceso formativo.

**Fernanda Lisseth Bazurto Marcillo**

## **DEDICATORIA**

Este gran logro obtenido se lo dedico primeramente a Dios ese ser tan poderoso que me enseñó que solamente confiando en él las cosas imposibles puedo hacerlas posibles.

A mis padres César Bzurto y Maritza Marcillo quienes con su amor, cariño y comprensión me impulsaron a cumplir mis sueños confiando y creyendo en mis expectativas, por inculcarme valores y principios morales y espirituales, los mismos que fueron parte de toda mi carrera profesional.

A mis hermanos Mónica Bzurto y Luis Zambrano por sus consejos y paciencia en momentos difíciles enseñándome y demostrándome que la clave del éxito es la constancia y perseverancia.

**Fernanda Lisseth Bzurto Marcillo**

## **RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES**

En la actualidad las Juntas Administradoras de agua potable rurales no distribuyen sus aguas a la comunidad de manera segura y accesible por la falta de apoyo de las autoridades competentes en la implementación de un correcto Plan de seguridad del agua; debido a esto, el presente estudio tuvo como finalidad evaluar la seguridad hídrica en la Junta administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, cantón Buena Fe con el propósito de diseñar un PSA; la metodología propuesta indicó que se empleó una lista de verificación de los sistemas de abastecimiento, entrevistas y encuestas para medir el grado de satisfacción organizacional, también se analizaron parámetros físicos-químicos con la intención de verificar el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes y por último se identificaron riesgos y peligros existentes en el suministro de agua, los cuales se enumeraron y clasificaron de acuerdo con la matriz de la OMS. Como resultado, se obtuvo que los parámetros de turbidez, coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno (DBO) excedieron los límites máximos permisibles de las normativas representadas en el estudio en todas las etapas del sistema de abastecimiento; por otra parte, se identificaron más de 10 eventos peligrosos, lo cual las etapas con mayor número de eventos fueron captación y almacenamiento y a su vez representaron riesgos muy altos: infiltración de arena por falta de protección y acumulación de sedimentos en el tanque, motivo que permitió realizar acciones correctivas; como por ejemplo: construcción de plancha de concreto como cubierta del pozo para evitar la contaminación física-química y microbiológica del servicio suministrado; debido a que, el servicio básico de agua potable es indispensable y optimiza la calidad de vida de la sociedad.

**Palabras claves:** calidad del agua, límites máximos permisibles, índice de calidad NSF

## **ABSTRACT AND KEYWORDS**

At present, the Rural Drinking Water Management Boards do not distribute their water to the community in a safe and accessible manner due to the lack of support from the competent authorities in the implementation of a correct Water Safety Plan; due to this, the purpose of this study was to evaluate the water security in the Drinking Water Management Board “Aguas Blancas” Buena Fe canton with the purpose of designing a PSA; the proposed methodology indicated that a checklist of supply systems, interviews and surveys were used to measure the degree of organizational satisfaction, physical-chemical parameters were also analyzed with the intention of verifying compliance with current environmental regulations and finally risks and dangers existing in the water supply were identified, which were listed and classified according to the WHO matrix. As a result, it was found that the parameters of turbidity, fecal coliforms and biochemical oxygen demand (BOD) exceeded the maximum permissible limits of the regulations represented in the study in all stages of the supply system; on the other hand, more than 10 dangerous events were identified, of which the stages with the highest number of events were collection and storage, which in turn represented very high risks: infiltration of sand due to lack of protection and accumulation of sediments in the tank, reason that allowed to carry out corrective actions; such as: construction of a concrete plate as a cover for the well to avoid physical-chemical and microbiological contamination of the service provided; because the basic service of drinking water is essential and optimizes the quality of life of society.

**Keywords:** water quality, maximum permissible limits, NSF quality index

## TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES .....	viii
ABSTRACT AND KEYWORDS .....	ix
CÓDIGO DUBLIN .....	xvii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1    Problematización.....	4
1.1.1    Planteamiento del problema. ....	4
1.1.2    Formulación del problema.....	5
1.1.3    Sistematización del problema.....	6
1.2    Objetivos.....	6
1.2.1    Objetivo General.....	6
1.2.2    Objetivos Específicos. ....	6
1.3    Justificación. ....	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
2.1    Marco conceptual.....	9
2.1.1    Abastecimiento de agua potable.....	9

2.1.2	Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP).....	9
2.1.3	Gobernanza del agua. ....	9
2.1.4	Etapas del sistema de abastecimiento de agua potable.....	9
2.1.5	Calidad del agua. ....	11
2.1.6	Parámetros físicos-químicos.....	11
2.1.7	Parámetros microbiológicos. ....	14
2.1.8	Seguridad hídrica.....	14
2.1.9	Plan de Seguridad del agua.....	14
2.1.10	Índices de calidad del agua.....	14
2.1.11	Análisis de varianza (ANOVA).....	15
2.1.12	Software estadístico SPSS.....	15
2.2	Marco referencial.....	16
CAPÍTULO III .....		19
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		19
3.1	Localización.....	20
3.2	Tipo de investigación.....	21
3.2.1	Diagnóstica. ....	21
3.2.2	Descriptiva.....	21
3.2.3	Exploratoria. ....	21
3.3	Método de investigación.....	21
3.3.1	Observación directa. ....	21
3.3.2	Método deductivo.....	22
3.3.3	Método inductivo.....	22
3.3.4	Método analítico.....	22
3.4	Fuentes de recopilación de información.....	22
3.4.1	Primarias.....	22
3.4.2	Secundarias.....	23

3.5	Diseño de la investigación. ....	23
3.5.1	Diagnóstico de la situación actual de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.....	23
3.5.2	Caracterización mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas".....	26
3.5.3	Propuesta de un Plan de Seguridad del agua en la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas". ....	33
3.6	Instrumentos de investigación.....	33
3.6.1	Lista de verificación (checklist). ....	33
3.6.2	Entrevistas. ....	34
3.6.3	Encuestas. ....	34
3.7	Tratamiento de datos.....	34
3.8	Recursos humanos y materiales. ....	35
CAPÍTULO IV .....		37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		37
4.1	Diagnóstico de la situación actual de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.....	38
4.1.1	Evaluación del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”. ....	38
4.1.2	Entrevista al encargado de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas. ....	44
4.1.3	Percepción ciudadana del servicio de agua potable. ....	46
4.2	Caracterización mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas”..	61
4.2.1	Comparación de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos con la normativa ambiental. ....	61
4.2.2	Análisis de varianza de los parámetros físicos-químicos y el índice ICA NSF..	64

4.2.3 Análisis multivariado de los parámetros físicos-químicos del sistema de agua potable.....	66
4.2.4 Evaluación de riesgos.....	68
4.3 Propuesta del Plan de Seguridad del agua en la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas”.....	77
4.3.1 Título de la propuesta.....	77
4.3.2 Justificación.....	77
4.3.3 Fundamentación.....	78
4.3.4 Objetivos.....	78
4.3.5 Importancia.....	79
4.3.6 Ubicación sectorial y física.....	79
4.3.7 Factibilidad.....	80
4.3.8 Plan de trabajo.....	83
4.3.9 Actividades.....	85
4.4 Discusión.....	109
CAPITULO V .....	114
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	114
5.1 Conclusiones.....	115
5.2 Recomendaciones.....	116
CAPÍTULO VI.....	118
BIBLIOGRAFÍA.....	118
CAPÍTULO VII.....	128
ANEXOS .....	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”-----	20
Figura 2 Puntos para la elaboración de un Plan de Seguridad del agua-----	33
Figura 3 Presión del agua en los hogares de los usuarios-----	52
Figura 4 Horario en el que se provee el servicio de agua-----	53
Figura 5 Valor que se abona por el servicio de agua -----	54
Figura 6 Abastecimiento del agua para los usuarios-----	55
Figura 7 Olor del agua que consumen los usuarios -----	56
Figura 8 Sabor del agua que consumen los usuarios -----	57
Figura 9 Color del agua que consumen los usuarios-----	58
Figura 10 Clorificación para el tratamiento del agua potable-----	59
Figura 11 Método diferente para el tratamiento del agua potable-----	60
Figura 12 Diagrama de flujo del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” -----	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de diagnóstico de las actividades de los sistemas de abastecimiento de la Junta Administradora Recinto “Aguas Blancas”-----	24
Tabla 2 Variables de primer y segundo nivel para analizar las organizaciones comunitarias de agua potable (CBDWO)-----	24
Tabla 3 Cuadro comparativo de resultados obtenidos con las normativas de calidad de agua -----	27
Tabla 4 Parámetros del índice NSF-QWI-----	28
Tabla 5 Criterios de calidad de agua Índice NSF-WQI -----	29
Tabla 6 Análisis FODA de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”-----	30
Tabla 7 Método semicuantitativo basado en la matriz de riesgos -----	31
Tabla 8 Puntuación y clasificación del riesgo-----	32
Tabla 9 Recursos humanos y materiales -----	35
Tabla 10-----	38
Tabla 11 Determinación de Comunalidades -----	47

Tabla 12	Análisis de la varianza total explicada -----	49
Tabla 13	Matriz de componente rotado -----	50
Tabla 14	Comparación de los resultados obtenidos con las normativas ambientales vigentes en la etapa de captación-----	61
Tabla 15	Comparación de los resultados obtenidos con las normativas ambientales vigentes en la etapa de almacenamiento -----	62
Tabla 16	Comparación de los resultados obtenidos con las normativas ambientales en la etapa de consumo-----	63
Tabla 17	Análisis de varianza (ANOVA) de las variables estudiadas -----	65
Tabla 18	Matriz de comunalidades (Método de extracción) -----	66
Tabla 19	Varianza total explicada -----	67
Tabla 20	Matriz de componente rotado -----	68
Tabla 21	Identificación de peligros presentes en cada etapa del sistema de abastecimiento -----	70
Tabla 22	Resultado de la evaluación de peligros y la clasificación de riesgos usando un método semicuantitativo -----	72
Tabla 23	Plan de trabajo de la propuesta de un Plan de Seguridad del agua en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”-----	83
Tabla 24	Equipo Técnico del PSA de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” -----	86
Tabla 25	Puntos críticos de control y medidas de control con respecto a los peligros identificados en el sistema de abastecimiento -----	91
Tabla 26	Medidas y responsabilidades de un plan de mejora o modernización de la calidad del agua para consumo -----	95
Tabla 27	Cronograma de plan de acción-----	103

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1	Lista de verificación del diagnóstico de las actividades de los sistemas de abastecimiento de la Junta Administradora Recinto “Aguas Blancas” -----	129
Anexo 2	Preguntas para entrevistar al operador-----	130
Anexo 3	Preguntas para encuestar a los usuarios -----	132
Anexo 4	Matriz FODA de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” -----	136

Anexo 5 Proforma de costos de recursos para la implementación del Plan de Seguridad del Agua -----	137
Anexo 6 Encuestas aplicadas a los usuarios de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”-----	138
Anexo 7 Toma de muestra de agua en la etapa de captación en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” -----	140
Anexo 8 Toma de muestra de agua en la etapa de almacenamiento en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”-----	141
Anexo 9 Toma de muestra de agua en la etapa de consumo en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” -----	142
Anexo 10 Análisis de pH y temperatura en la etapa de captación en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” -----	143
Anexo 11 Análisis de pH y temperatura en la etapa de almacenamiento en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.....	143
Anexo 12 Análisis de pH y temperatura en la etapa de consumo en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” -----	144
Anexo 13 Análisis de nitrato y nitrito en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” -----	144
Anexo 14 Análisis de fosfato y coliformes fecales en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”-----	145
Anexo 15 Análisis de oxígeno disuelto, conductividad, salinidad y sólidos disueltos totales en el multiparamétrico "AZ-86031" -----	145
Anexo 16 Análisis de la dureza en el medidor portátil "YD300A" y de la turbidez en el medidor portátil “TB100” -----	146
Anexo 17 Resultados de los análisis físicos-químicos y microbiológicos realizados en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” -----	146
Anexo 18 Cotización de parámetros físico-químicos y microbiológicos-----	147

## CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Plan de Seguridad hídrica de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos, año 2022”		
Autora:	<u>Bazurto Marcillo, Fernanda Lisseth</u>		
Palabras clave:	calidad del agua	límites máximos permisibles	índice de calidad NSF
Fecha de publicación:	Diciembre 2022		
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2022.		
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p><b>Resumen.-</b> Las Juntas Administradoras de agua potable rurales no distribuyen sus aguas a la comunidad de manera segura y accesible, el presente estudio tuvo como finalidad evaluar la seguridad hídrica en la Junta administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, cantón Buena Fe; donde se empleó una lista de verificación de los sistemas de abastecimiento, entrevistas y encuestas, también se analizaron parámetros físico-químicos y microbiológicos y por último se identificaron riesgos y peligros existentes en el suministro de agua. Donde se obtuvo que parámetros de turbidez, coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno (DBO) excedieron los límites máximos permisibles en todas las etapas del sistema; por otra parte, se identificaron más de 10 eventos peligrosos, cuyo mayor número estaban en captación y almacenamiento.</p> <p><b>Abstract.-</b> The Rural Drinking Water Management Boards do not distribute their water to the community in a safe and accessible manner. The purpose of this study was to evaluate water security in the Drinking Water Management Board “Aguas Blancas” Campus, Buena Fe canton; where a verification list of the supply systems, interviews and surveys were used, physical-chemical and microbiological parameters were also analyzed and finally risks and dangers existing in the water supply were identified. Where it was obtained that parameters of turbidity, fecal coliforms and biochemical oxygen demand (BOD) exceeded the maximum permissible limits in all the stages of the system; On the other hand, more than 10 dangerous events were identified, the largest number of which were in collection and storage.</p>		
Descripción:	165 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162		
URI:			

## **Introducción.**

El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un abastecimiento satisfactorio, suficiente, seguro y accesible; es por eso que, la importancia fundamental de obtener agua limpia también se prioriza en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) número seis, donde el indicador del ODS 6.1 se centra en “la proporción de población que utiliza servicios de agua potable gestionados de forma segura” [1]; no obstante, al concluir la era de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en 2015, aproximadamente 2.400 millones de personas aún no utilizaban suministros de saneamiento mejorados y 663 millones no tenían acceso a fuentes mejoradas de agua potable [2]; sin embargo, actualmente 4.200 millones carecen de sistemas de saneamiento seguros y otros 2.200 millones de personas aún están privadas de acceso al agua potable [3].

Por consiguiente, la contaminación del agua potable es un problema relativamente existente y cada día aumenta como resultado del crecimiento demográfico y urbanístico [4]. Por tal razón, las poblaciones que dependen de suministros de agua inseguros o poco confiables a menudo están expuestas a patógenos asociados al agua; lo cual, alrededor de 1,9 millones de personas en todo el mundo dependen del agua potable contaminada con heces [5]; por tal motivo, se estima que el agua potable inadecuada causa 502.000 muertes por año debido a enfermedades diarreicas [6]. Con respecto a esta problemática, la seguridad del agua potable es extremadamente importante tanto para garantizar la salud de los consumidores como para el correcto funcionamiento del ecosistema [7].

Dado que el agua es el principal factor de subsistencia, los sectores públicos latinoamericanos desempeñaron una función central para aumentar el acceso al agua y al saneamiento, sobre todo el de las poblaciones rurales [8]. Tal es el motivo que, en toda América Latina, es común ver organizaciones comunitarias que brindan servicios de agua potable y saneamiento a áreas rurales aisladas; puesto que, existen alrededor de 80.000 organizaciones comunitarias del agua en la región que brindan este servicio a más de 40 millones de habitantes; pero, sin embargo, casi 35 millones de personas carecen de acceso a agua potable y 104 millones de personas carecen de saneamiento mejorado [9].

En el caso de Ecuador, la cobertura de agua potable ha aumentado en los últimos años; motivo por el cual, se dispone de abundante cantidad de este recurso pero distribuido de manera irregular; como consecuencia de aquello, en las comunidades rurales existe una baja calidad e ineficiencia en el servicio y a su vez una inadecuada recuperación de costos [3]; dicha información se evidencia estadísticamente, en el año 2019, donde se tiene que el promedio del indicador de cobertura del servicio de agua potable en el área urbana a nivel nacional es del 83,70%; por lo tanto, solamente el 16,30 % de la población rural tiene acceso al servicio de agua potable [10]. A nivel cantonal, según datos estadísticos de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo en el año 2014, el cantón Buena Fe contaba con una cobertura de agua potable del 71,1% [11]; en cambio, en el año 2019, el cantón Buena Fe ascendió estadísticamente la cobertura del servicio del agua potable en un 84,64% [10].

En la actualidad el cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos carece de estudios enfocados en la calidad del agua; por tal razón el proyecto de investigación se basa en evaluar la seguridad hídrica en la Junta administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, dado que la junta en estudio no presta un buen servicio de agua potable; como consecuencia de aquello, se genera una serie de inconformidades en los habitantes por la falta de calidad de propiedades organolépticas en las aguas suministradas, además se evidencian posibles riesgos y peligros en cada etapa del sistema de abastecimiento, los cuales serán evaluados con el fin de conocer el nivel cuantitativo de impacto y repercusión en la eficiencia y eficacia del suministro, logrando así elaborar una propuesta de Plan de Seguridad del agua con la finalidad de mejorar el sistema desde la etapa de captación hasta el consumidor.

## **CAPÍTULO I**

# **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Problemática.**

### **1.1.1 Planteamiento del problema.**

En Ecuador el 70,1% de los hogares tenían acceso a servicios de agua gestionados de forma segura en 2016 y la diferencia entre las zonas urbanas (79,1%) y rurales (51,4%) era de 27,7%; mientras que, en 2019 el 67,8% de los hogares tienen acceso a servicios de agua gestionados de forma segura lo que constituye una disminución no significativa desde el punto de vista estadístico, la diferencia entre lo urbano (76,9%) y lo rural (48,5%) era de 28,4% [1]; pese a aquello, a medianos rasgos se puede considerar que el principal problema de seguridad hídrica radica en las zonas rurales [2]. Por otra parte, es importante mencionar que el alto riesgo de enfermedades está asociado con la desnutrición, el hacinamiento y el escaso acceso a agua potable y saneamiento; de modo similar, las epidemias ocurren en áreas con malas instalaciones de agua y saneamiento, poca infraestructura básica y alta densidad de población [3].

En las zonas rurales la prestación del servicio de agua potable se genera por medio de pequeñas organizaciones comunitarias, donde, la calidad de la prestación del servicio está altamente fragmentada y deteriorada en todo el Ecuador; tal situación, requiere una fuerte capacidad de monitoreo y regulación para asegurar que la calidad de los servicios cumpla con los estándares nacionales de agua potable y saneamiento [1]. Como solución a esta problemática, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Asociación Internacional del Agua (IWA) promueven un enfoque de gestión preventiva de riesgos para proporcionar agua potable a través de Planes de seguridad del agua (PSA), cuyo objetivo es prevenir la contaminación durante el almacenamiento, distribución y manipulación del agua potable [4].

A pesar de que, el cantón Buena Fe tiene una buena cobertura de agua potable correspondiente al 84,64% y posee un sinnúmero de Juntas de agua potable [5]; no obstante, en la zona rural se evidencia una mala calidad de agua para consumo humano por la presencia de pozos sépticos cercanos a la etapa de captación y por el poco control sanitario en las redes de distribución; dando como consecuencia, que la población se vea afectada en su salud por enfermedades causadas por microorganismos patógenos, tales como infecciones gastrointestinales [6].

### **1.1.1.1 Diagnóstico.**

Debido a la información obtenida estadísticamente sobre la baja calidad del agua potable en las zonas rurales a nivel nacional, donde casi la tercera parte de la población (29,9%) no tiene acceso a agua segura; ya que, el 25,7% de los hogares rurales no cuenta con un procesamiento de potabilización en las aguas suministradas [7] surge la necesidad de indagar exhaustivamente sobre esta problemática; debido a que, el grado de insatisfacción de los usuarios por el suministro de agua cada vez asciende. En conformidad a la inspección en las juntas de agua potable en el cantón Buena Fe, se comprueba la constatare preocupación por la seguridad y calidad del agua; ya que, no existe una adecuada gestión de peligros y riesgos en los sistemas de abastecimiento; dado que, el equipo técnico y administrativo no está apto para el cumplimiento de esta gestión.

### **1.1.1.2 Pronóstico.**

Los escasos estudios de medidas que permitan mejorar el sistema de abastecimiento por medio de la aplicación de un Plan de Seguridad hídrica en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” influirá negativamente en la cantidad y seguridad del agua distribuida a los usuarios; debido a la ineficiencia de la organización directiva y comunitaria; y a su vez, se presentarán altos riesgos y peligros asociados a la salud de los consumidores, provocando enfermedades bacteriológicas como: malestares gastrointestinales, fiebres entéricas (tifoidea y paratifoidea), cólera y diarrea; más aún, si no se mantiene un adecuado control en los sistemas de abastecimiento de agua, especialmente en la etapa de desinfección; la misma que, actualmente no se encuentra en funcionamiento.

### **1.1.2 Formulación del problema.**

¿La evaluación de la seguridad hídrica mejorará las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”?

### **1.1.3 Sistematización del problema.**

¿Las condiciones actuales de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” influirán en la calidad y cantidad de agua suministrada a los usuarios?

¿El análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos determinará los posibles riesgos y peligros en los sistemas de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”?

¿La implementación de un Plan de Seguridad hídrica asegurará el uso eficiente del agua por parte de los usuarios en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”?

## **1.2 Objetivos.**

### **1.2.1 Objetivo General.**

Evaluar la seguridad hídrica en la Junta administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos, año 2022.

### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

- Diagnosticar la situación actual de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.
- Caracterizar mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas".
- Proponer un Plan de Seguridad del agua en la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas".

### **1.3 Justificación.**

El máximo beneficio para la salud de la población se obtiene cuando los servicios de agua potable funcionan correctos y permanentemente. El abastecimiento del agua constituye una condición muy significativa dentro de la vida cotidiana del ser humano, es importante abastecerse de agua potable y a su vez esta debe cumplir con las condiciones químicas, físicas y microbiológicas volviéndola apta para el consumo humano; por lo cual, es necesario realizar una serie de procedimientos, los mismos que ayudarán ajustar las condiciones iniciales desde su origen hasta el consumo.

Las Juntas de agua potable son organizaciones sociales sin fines de lucro que tienen por finalidad prestar sus servicios a la comunidad; donde, la mayoría nacen del esfuerzo de grupos y asociaciones interesados en incrementar los niveles del servicio y el acceso seguro del recurso hídrico; para aquello, es esencial contar con un PSA, ya que, es una metodología que permite identificar y evaluar los peligros y riesgos asociados a las diferentes etapas del sistema de agua, es decir desde la cuenca hasta el consumidor. La implementación de PSA en las juntas de agua potable, permiten mejorar las condiciones físicas y químicas del sistema de abastecimiento de agua y regula la cantidad de agua distribuida a los usuarios.

La presente investigación se basa en un estudio realizado en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, fundado en un análisis enfocado directamente en la evaluación de posibles falencias, riesgos y peligros en el sistema de abastecimiento de agua, con la finalidad de poder determinar acciones de mejora. Por otro lado, la contribución de este proyecto de investigación, ayudará a cumplir con el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 6 “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos en América Latina y el Caribe”.

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1 Marco conceptual.**

### **2.1.1 Abastecimiento de agua potable.**

Es el servicio de agua potable administrado de manera segura, con instalaciones disponibles y eficientes y libre de contaminación. Además, un servicio de agua potable útil y gestionado de forma segura no se puede garantizar basándose únicamente en las pruebas de calidad del agua. En cambio, la forma más eficaz de garantizar la seguridad del servicio de agua es adoptar un marco de gestión sistemático y preventivo [8].

### **2.1.2 Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP).**

Las Juntas Administradoras de Agua Potable son organizaciones comunitarias, sin fines de lucro, que tienen la finalidad de prestar el servicio público de agua potable, así como en su caso, el de saneamiento. Su accionar se fundamenta en criterios de eficiencia económica, sostenibilidad del recurso hídrico, calidad en la prestación de los servicios y equidad en el reparto del agua [9].

### **2.1.3 Gobernanza del agua.**

La gobernanza del agua se define por los sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que existen y que afectan directa o indirectamente el uso, el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos y la prestación de servicios de agua en los diferentes niveles de la sociedad [10].

### **2.1.4 Etapas del sistema de abastecimiento de agua potable.**

#### **2.1.4.1 Captación.**

Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para abastecer a la población. Pueden ser una o varias, el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere. Para definir cuál será la fuente de captación

a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico [11].

#### **2.1.4.2 Almacenamiento.**

Palau y Guevara afirman que: “El almacenamiento es el lugar donde se almacena el agua potabilizada para el suministro de la población” y este puede ser: elevado, superficial, semienterrado y enterrado [12].

#### **2.1.4.3 Desinfección.**

Este paso consiste en agregar al agua gas cloro o pastillas de hipoclorito de sodio o calcio; cuya finalidad principal es la de matar a las bacterias que están en ella, a este proceso se le conoce también con el nombre de desinfección [11].

#### **2.1.4.4 Distribución.**

Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicios o de distribución hasta la toma domiciliaria y a los hidrantes públicos. La finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, industrial, comercial y para otras condiciones como incendios, etcétera [13].

#### **2.1.4.5 Consumo**

La parte del suministro de agua potable que se utiliza sin considerar las pérdidas, se conoce como consumo y se expresa en m<sup>3</sup> /día o l/h/día. El consumo se valora de acuerdo al tipo de usuario y se divide según su uso en: doméstico y no-doméstico, éstos a su vez se subdividen según las clases socioeconómicas de la población [12].

### **2.1.5 Calidad del agua.**

La calidad del agua es un contribuyente importante que afecta a todos los aspectos de los ecosistemas y el bienestar humano, si no se encuentra en buenas condiciones, sin embargo, es una herramienta importante para determinar la pobreza humana, la riqueza y los niveles de educación [14].

### **2.1.6 Parámetros físicos-químicos.**

Los parámetros fisicoquímicos proporcionan amplia información de la naturaleza de las especies químicas del agua así como de sus propiedades físicas y su análisis permite evaluar rápidamente la calidad del recurso acuático [15].

#### **2.1.6.1 Oxígeno Disuelto.**

El oxígeno disuelto hace referencia a la cantidad de oxígeno gaseoso se encuentra en un sistema. La evaluación del oxígeno disuelto (OD) es una característica importante en todos los estudios ecológicos relacionados con la contaminación del agua [16].

#### **2.1.6.2 pH.**

El pH se define como la intensidad del carácter ácido o básico de una solución a una temperatura determinada. El pH es el logaritmo negativo del hidrógeno concentración de iones ( $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ ) [17].

#### **2.1.6.3 DBO.**

La demanda bioquímica de oxígeno puede definirse como el oxígeno necesario para que el microorganismo realice la descomposición biológica de los sólidos disueltos o la materia orgánica en las aguas residuales en condiciones aeróbicas [17].

#### **2.1.6.4 Temperatura.**

Las variaciones de este parámetro en las corrientes de agua generan un cambio en el ambiente de desarrollo de la fauna y la flora presente en él; elevan el potencial tóxico de ciertas sustancias disueltas en el agua y originan la disminución del oxígeno disuelto, lo que conduce a condiciones anaeróbicas de la corriente [18].

#### **2.1.6.5 Fosfato Total.**

Los compuestos de fosfatos totales en el agua estimulan el crecimiento de algas y otras formas de vida acuática fotosintética, lo que conduce a la eutrofización acelerada de cuerpos de agua. Por consiguiente, una mayor cantidad de fosfato representa altas cargas contaminantes y causa la eutrofización del cuerpo acuático [19].

#### **2.1.6.6 Nitrato y nitrito.**

El nitrato y el nitrito son iones naturales que forman parte del ciclo del nitrógeno. La presencia de nitrato en el agua potable indica una contaminación antigua siempre y cuando que no haya nitritos. Por otra parte, el exceso de concentración de nitrato y nitrito provoca enfermedades [20].

#### **2.1.6.7 Turbiedad.**

La turbidez es la turbidez del agua causada por una variedad de partículas y es otro parámetro clave en el análisis del agua potable. También está relacionado con el contenido de organismos que causan enfermedades en el agua, que pueden provenir de la escorrentía del suelo [21].

#### **2.1.6.8 Sólidos Totales.**

Los sólidos disueltos totales (TDS) son los sólidos presentes en el agua en forma disuelta. El TDS es un parámetro muy significativo que describe los componentes químicos del agua

y puede considerarse como una relación edáfica general que contribuye a la productividad dentro del cuerpo de agua [16].

#### **2.1.6.9 Conductividad eléctrica.**

La conductividad eléctrica es la capacidad de cualquier medio, el agua en este caso, de transportar una corriente eléctrica. La presencia de sólidos disueltos como calcio, cloruro y magnesio en muestras de agua transporta la corriente eléctrica a través del agua [21].

#### **2.1.6.10 Cloruros.**

Los cloruros son productos químicos con aplicaciones generalizadas debido a sus propiedades antimicrobianas de amplio espectro contra bacterias, hongos y virus [22].

#### **2.1.6.11 Dureza.**

La dureza es un indicador de la entrada de minerales a las aguas subterráneas, es decir está relacionada con la presencia esencialmente de sales de magnesio y calcio disueltos en el agua. A su vez, la dureza permanente se debe a la presencia de elementos como el magnesio o el sulfato de calcio y el cloruro que no precipitan por el calor de la ebullición [23].

#### **2.1.6.12 Salinidad.**

La salinidad es la medida de la concentración de sales disueltas (solubles) en el agua de todas fuentes, y se puede medir por un rango de parámetros (incluyendo fracciones de sólidos disueltos, total disuelto sólidos, cloruro, conductividad eléctrica, salinidad) y unidades (incluyendo ppm, mg L<sup>-1</sup>, μS cm<sup>-1</sup>, dS m<sup>-1</sup>) [24].

### **2.1.7 Parámetros microbiológicos.**

Se considera como un indicador que sirve para evaluar el riesgo potencial que poseen las aguas que están expuestas a la contaminación de microorganismos que afectan la salud de las personas [20].

#### **2.1.7.1 Coliformes fecales.**

Los coliformes fecales son microorganismos relativamente inofensivos que viven en gran número en los intestinos de los animales de sangre fría y caliente. La presencia de coliformes fecales en el medio acuático indica que el agua ha sido contaminada con materia fecal del hombre u otros animales [20].

### **2.1.8 Seguridad hídrica.**

La seguridad hídrica implica proteger y vivir con el ciclo del agua confiando en esquemas de ingeniería responsable, desarrollando conciencia y preparación ante los riesgos, en combinación con un marco legal coordinado, implementando políticas y gobernanza efectiva dirigida a una mejor gestión del agua [25].

### **2.1.9 Plan de Seguridad del agua.**

Un PSA es una herramienta importante para la toma de decisiones por parte de las empresas de servicios de agua, mejorando su gestión administrativa, financiera, organizativa y operativa [26].

### **2.1.10 Índices de calidad del agua.**

Los índices de calidad del agua tienen como objetivo dar un valor único a la calidad del agua de una fuente, reduciendo una gran cantidad de parámetros a una expresión más simple y permitiendo una fácil interpretación de los datos de monitoreo [27].

### **2.1.10.1 Índice NSF-WQI.**

El índice de calidad del agua NSF propuesto por Brown en 1973, está constituido por ocho variables fisicoquímicas y un elemento biótico: los coliformes fecales [28]; donde la evaluación del mismo se realiza a partir de técnicas multiplicativas y ponderadas. Esto asigna un peso específico a cada una de las variables, según la importancia que tenga para la vida acuática y el ambiente [29].

### **2.1.11 Análisis de varianza (ANOVA).**

ANOVA examina los diferentes efectos (generalmente llamados fuentes de variación) operando simultáneamente en una respuesta para decidir qué efectos son estadísticamente significativos y estimar su contribución a la variabilidad de la respuesta. ANOVA analiza el comportamiento de un conjunto de métricas dependientes variables por la combinación de variables categóricas independientes (o factores) [30].

### **2.1.12 Software estadístico SPSS.**

Statistical Product and Service Solutions (SPSS), software estadístico desarrollado por SPSS Company of America, tiene las capacidades de estadísticas básicas y avanzadas. Mediante el estudio de las razones comunes y especiales las variables cambian, es decir que el análisis factorial simplifica las estructuras de las variables. Por tal motivo, es un método estadístico multivariado derivado de la psicología educativa [31].

### **2.1.13 Análisis FODA**

Un análisis FODA es un método de planificación estructurado que se utiliza para evaluar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas involucradas en un proyecto o en una empresa [32].

## 2.2 Marco referencial.

De acuerdo al estudio de Kanyesigye et al., publicado en el año 2019 titulado “*Estado del desarrollo del plan de seguridad del agua e implementación en Uganda*”, cuyo objetivo fue evaluar el estado de Plan de seguridad del agua (PSA) de 20 sistemas de suministro de agua potable en Uganda, centrándose en la experiencia de la Corporación Nacional de Agua y Alcantarillado (NWSC), consistió en una revisión de la documentación de los 20 sistemas, 42 entrevistas, un enfoque de discusión en grupo y cuatro visitas de campo, lo cual la mayoría de los PSA se centraron en la evaluación del sistema y mejora a través de auditorías externas e internas, pero no incluyó el monitoreo, la verificación y la gestión del PSA. Como resultado se reveló que, a pesar de que los PSA se introdujeron en Uganda hace más de 15 años gradualmente desarrollados e implementados posteriormente, el nivel de su implementación se mantuvo bajo. Solo tres de los suministros obtuvieron un puntaje de auditoría promedio, cuatro obtuvieron un puntaje por debajo del promedio y 13 necesitaban prioridad atención [33].

Conforme al estudio de Muoio et al., expuesto en el 2020 titulado “*Desarrollo e implementación de un plan de seguridad del agua para el sistema de abastecimiento de agua potable de Florencia, Italia*”, tuvo como objetivo la implementación de un plan de seguridad del agua potable con la finalidad de mejorar la gestión y el control del sistema. Para ello, la investigación fue realizada mediante un enfoque integral, aplicando el método cuantitativo y cualitativo mediante la realización de inspecciones en el sitio, evaluación de listas de verificación y determinación de análisis físicos-químicos, dando como resultado la identificación de más de 70 eventos peligrosos incluida la contaminación del agua de origen, fallas de tratamiento y sedimentación en tanques de almacenamiento lo cual las etapas con mayor porcentaje de eventos peligrosos fueron la captación y tratamiento, motivo que permitió efectuar acciones correctivas en los distintos sistemas de abastecimiento; una de ellas es la instalación de una estación de alerta temprana para pronosticar los cambios en la calidad del agua de la fuente con la finalidad de mejorar el suministro de agua potable [34].

Según el estudio realizado por String et al., difundido en el 2020 titulado *“Investigación operativa sobre planes de seguridad del agua gestionados por comunidades rurales: resultados de estudios de caso de implementaciones en India, República Democrática del Congo, Fiji y Vanuatu”*, tuvo como objetivo determinar la eficiencia de la implementación de los PSA particularmente para los suministros administrados por la comunidad, cuya metodología aplicada fue un protocolo de métodos mixtos que evaluó: la calidad de la implementación del PSA, la gestión del PSA a través de entrevistas con informantes clave (KII), las características del hogar y recolección de muestras, lo cual se obtuvo como resultado 256 KII, 816 encuestas de hogares y 1099 muestras de calidad del agua, de la misma manera se identificó que las implementaciones de los PSA en los cuatro países son incompletas con pequeñas mejoras en las operaciones de abastecimiento de agua y ninguna mejora microbiológica documentada en la calidad del agua de los PSA [35].

El estudio realizado por Razmjou et al., en el 2019 titulado *“Evaluación de riesgos de la seguridad del sistema de suministro de agua basada en el plan de seguridad del agua de la OMS: estudio de caso Semnan, Irán”*, planteo como objetivo identificar los puntos vulnerables en el sistema de suministro de agua de Semnan con base en los Planes de seguridad del agua (WSP) en 2018, la metodología propuesta indica que se realizó una lista de verificación, la misma que fue completada por el personal de expertos, también se identificaron los peligros existen en los suministros de agua, los cuales se enumeraron y clasificaron de acuerdo con la matriz de la OMS según la opinión de los expertos de los miembros del equipo. Como resultado, se obtuvieron 4 peligros de alto riesgo para superficie de cuenca, 8 de alto riesgo y 1 de muy alto riesgo para acueductos, 5 de alto riesgo para tanques de almacenamiento y 2 de alto riesgo para consumo, del mismo modo los eventos peligrosos más importantes fueron: infraestructura vieja, tuberías viejas, y, en consecuencia de aquello, retención de la presión del agua en el punto de los usuarios afectando a su vez la calidad y salubridad del agua. [36].

Con respecto al estudio elaborado por Ye et al., en el 2015 titulado “*Evaluación de riesgos y plan de seguridad del agua: estudio de caso en Beijing, China*”, tuvo por objetivo proporcionar una guía metodológica para la aplicación real de planes de seguridad de agua mediante la elección de dos servicios públicos de agua rurales típicos en Beijing, China, donde se identificaron peligros y eventos peligrosos aplicando la evaluación de riesgos para los sistemas de suministro de agua rural, a través de métodos semicuantitativo, análisis físicos-químicos y microbiológicos. Como resultado, se obtuvo que, de los 27 parámetros evaluados, 5 fueron evaluados como de riesgo medio, 18 de alto riesgo y 2 de muy alto riesgo. Por otra parte, los principales factores de riesgo que afectan la seguridad del agua se identificaron en las fuentes, proceso y sistemas de desinfección del agua, por ello las principales medidas de control a considerar fueron fortalecer la protección de las fuentes de agua, monitorear los procesos de tratamiento de agua, establecer mecanismos de emergencia y mejorar la entrada de productos químicos, mostrando así que los PSA se puede aplicar de manera factible a la gestión de un suministro de agua rural [37].

## **CAPÍTULO III**

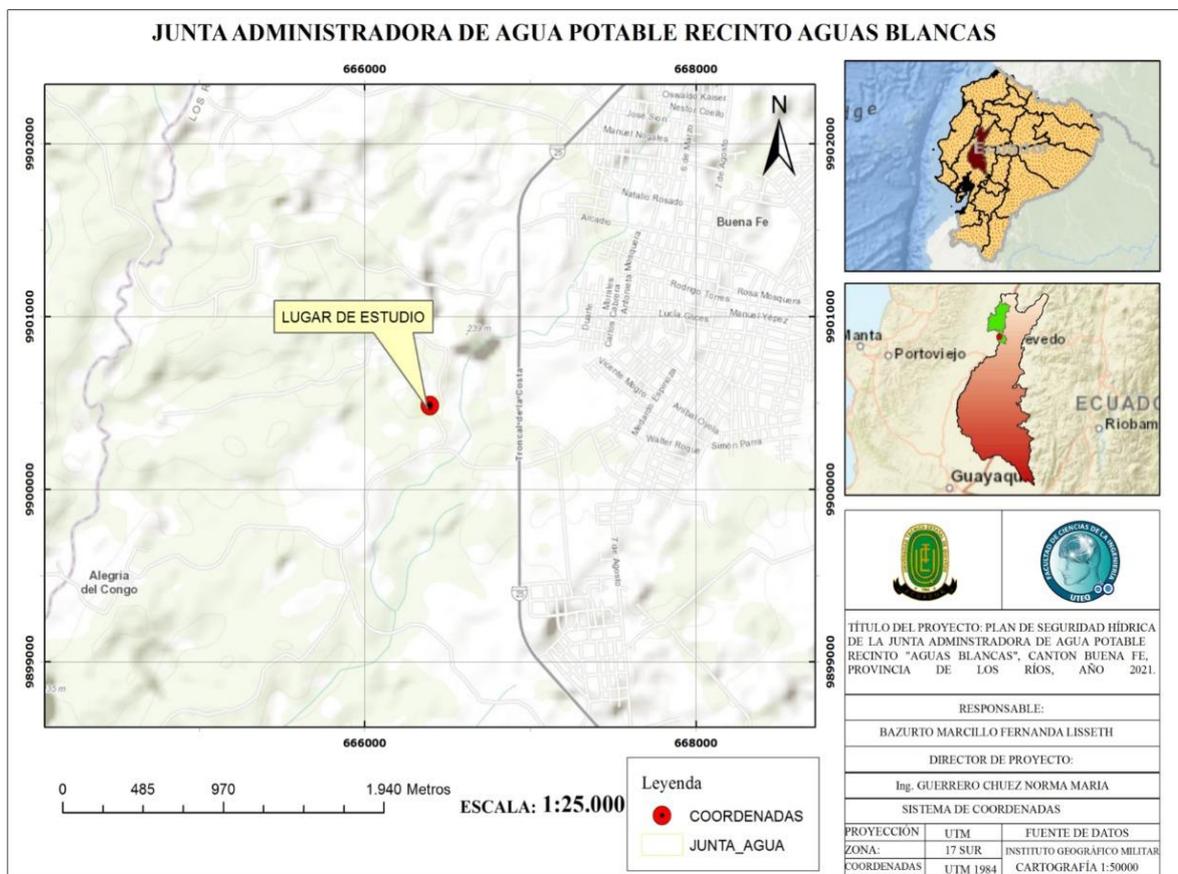
# **MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1 Localización.

La investigación se desarrolló en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, la cual ocupa una superficie de 400 m<sup>2</sup> y abastece de agua potable aproximadamente a 63 familias, se encuentra ubicada en el km ½, vía Recinto Alegría del Congo, perteneciente al cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos entre las coordenadas geográficas S 0°40'24.6265” y W 79°28'14.8836” (Figura 1).

Figura 1

Mapa de ubicación de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”



ELABORADO: AUTORA

### **3.2 Tipo de investigación.**

#### **3.2.1 Diagnóstica.**

Para dar cumplimiento a este tipo de investigación se efectuó la observación directa en cada una de las etapas del sistema de abastecimiento de agua potable, además se realizó una entrevista al operador de la Junta Administradora de agua potable, la cual se complementó con información obtenida de las encuestas a los usuarios con la finalidad de conocer la percepción ciudadana sobre el servicio del agua potable.

#### **3.2.2 Descriptiva.**

Mediante la aplicación de este tipo de investigación se logró describir todo lo observado en la fase anterior, donde la información descripta permitió identificar los problemas relacionados a la cantidad, calidad y administración de la junta de agua potable.

#### **3.2.3 Exploratoria.**

Con este método se llevó a cabo la etapa de campo que consiste en la recolección de muestras de agua en cada una de las etapas del sistema de abastecimiento de agua potable, para la determinación de análisis físicos químicos y microbiológicos; por otra parte, dado el caso que no existe mucha información sobre el tema en estudio se realiza la segunda etapa de revisión literaria sobre el tema, a través de artículos y revistas científicas.

### **3.3 Método de investigación.**

#### **3.3.1 Observación directa.**

En el diagnóstico que se estableció sobre la evaluación de cada una de las etapas del sistema de abastecimiento de agua potable, se aplicó la observación directa en la etapa de campo mediante una lista de cumplimientos e incumplimientos de actividades (checklist) propuestas en cada etapa del sistema de la Junta Administradora de agua potable Recinto

“Aguas Blancas”, para la identificación de posibles problemas suscitados en cada una de ellas.

### **3.3.2 Método deductivo.**

Mediante la aplicación de análisis físicos-químicos y microbiológicos y la identificación de los posibles riesgos y peligrosos existentes en las etapas de captación, almacenamiento y consumo se determinó la calidad del agua que distribuye la junta para poder así obtener conclusiones generales a partir de las específicas.

### **3.3.3 Método inductivo.**

En este método se utilizó el razonamiento para obtener las conclusiones validas, y acertadas sobre la evaluación de la calidad del agua en la junta, la misma que permitirá determinar si el servicio de agua para el consumo de los usuarios es apto o no y por ende se podrá diseñar un plan de seguridad del agua para el mejoramiento de este suministro.

### **3.3.4 Método analítico.**

La aplicación de este método sirvió para realizar los análisis estadísticos correspondientes a cada uno de los objetivos de la investigación y a su vez permitió interpretar y analizar de una forma más sencilla cada una de las tablas y figuras obtenidas en el método estadístico.

## **3.4 Fuentes de recopilación de información.**

### **3.4.1 Primarias.**

La información primaria se la obtuvo por medio de la observación directa, llevando a cabo una lista de cumplimiento de actividades en cada una de las etapas de los sistemas de abastecimiento de agua potable, además se aplicó una entrevista al Sr. Clelio Yela Operador de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” y a su vez se realizaron encuestas a los usuarios de los sectores Aguas Blancas, La Corona, y vía la variante de Aguas

Blancas y por último mediante la toma de muestras de agua en las etapas de captación, almacenamiento y consumo se evaluó la calidad de agua potable.

### **3.4.2 Secundarias.**

Las fuentes secundarias se obtuvieron mediante el aporte de artículos y revistas científicas de alto impacto indexadas a scopus y web of side, así mismo se consideraron libros y documentos normativos.

## **3.5 Diseño de la investigación.**

La investigación presentó un diseño no experimental que para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos se plantearon las siguientes metodologías:

### **3.5.1 Diagnóstico de la situación actual de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas.**

#### **3.5.1.1 Evaluación del sistema de abastecimiento.**

El diagnóstico del estado actual de los sistemas de abastecimiento se lo ejecutó a través del método de observación directa mediante una lista de verificación (checklist), la misma que permitió evaluar los cumplimientos (C), no cumplimientos (NC) y los no aplica (NA) de las condiciones de los sistemas de agua potable desde la captación hasta el consumo (Tabla 1), la cual permitió conocer de manera rápida el estado funcional de los mismos. El recorrido en la etapa por el campo fue dirigido por el operador de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.

Tabla 1

*Matriz de diagnóstico de las actividades de los sistemas de abastecimiento de la Junta Administradora Recinto “Aguas Blancas”*

ETAPAS	N°	ACTIVIDADES	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
			C	NC	NA	

**FUENTE: FUENTES, L (2017) [38]**

**ELABORADO: AUTORA**

### 3.5.1.2 Aplicación de entrevista al responsable de la Junta Administradora de agua potable.

Posteriormente, se aplicó la entrevista al responsable de la junta (Anexo 2), con la finalidad de conocer actualmente sobre la organización comunitaria en el lugar de estudio, considerando para aquello las siguientes variables evidenciadas en (Tabla 2) [39].

Tabla 2

*Variables de primer y segundo nivel para analizar las organizaciones comunitarias de agua potable (CBDWO)*

<b>Entornos sociales, económicos y políticos (S)</b>	<b>Sistema de recursos (RS)</b>	<b>Sistema de gobernanza (GS)</b>
S1: Desarrollo económico	RS1: Claridad de los límites del sistema	GS1: Tipo de organización
S2: Tendencias demográficas	RS2: Características de la infraestructura	GS2: Responsabilidad
S3: Políticas gubernamentales de agua	RS3: Ubicación	GS3: Sistema de derechos de propiedad
	RS4: Escasez, suministro relativo de agua (stock)	GS4: Reglas operativas
		GS5: Reglas de elección colectiva

	RS5: Tipo de fuente de agua RS6: Características de la cuenca	GS6: Normas constitucionales
<b>Unidades de recursos (RU)</b>	<b>Usuarios (U)</b>	<b>Interacciones (I)</b>
RU1: Tasa de crecimiento o reposición de agua	U1: Número de beneficiarios	I1: Problemas de motivación
RU2: Distribución espacial y temporal del agua	U2: Atributos socioeconómicos U3: Historia de uso U4: Capital humano U5: Capital social U6: Prominencia	I2: Enfoque impulsado por la demanda
<b>Resultados (O)</b>	<b>Ecosistemas relacionados (ECO)</b>	
O1: Estado de la infraestructura	ECO1: Patrones de contaminación	
O2: Satisfacción del consumidor	ECO2: Fluye dentro y fuera del SES focal	
O3: Salud financiera		

**FUENTE: MADRIGAL R., ALPÍZAR F., SCHLÜTER A.,( 2011) [39]**

**ELABORADO: AUTORA**

### **3.5.1.3 Percepción ciudadana.**

La información obtenida de la situación actual del sistema de abastecimiento, se complementó con la percepción ciudadana, mediante la elaboración de una encuesta (Anexo 3) aplicando la escala de Likert, con la finalidad de conocer la satisfacción de los usuarios con respecto a la calidad del agua que llega a sus hogares. Por lo tanto, para la realización de la encuesta se consideraron los siguientes indicadores: continuidad del servicio, satisfacción de la calidad del agua, ausencia de enfermedades causadas por beber agua del

grifo, percepción del trabajo realizado por el comité de la Junta de agua potable [39]. Por otra parte, la realización de la encuesta se la realizó a los 63 usuarios activos de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, y por ser una cantidad considerable no se aplicó la fórmula de la muestra de población [40].

#### **3.5.1.4 Aplicación de software estadístico SPSS.**

Por consiguiente, utilizando el software estadístico SPSS se aplicó el método “Alfa de Cronbach” para verificar la confiabilidad de la escala de Likert utilizada en la encuesta, por ende, se seleccionaron los valores superiores a 0,7 los mismos que demostraron que son altamente confiables [40]. Por último, el análisis de componentes principales (ACP) permitió analizar los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta, y a su vez, mostró las diferencias entre grupos de preguntas, indicando qué preguntas son las más significativas [41].

### **3.5.2 Caracterización mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas".**

#### **3.5.2.1 Toma de muestras de aguas.**

Dentro de la fase de campo se realizaron 8 visitas a la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” y se recolectaron muestras de agua en las etapas: inicial (captación), intermedia (almacenamiento) y final (consumo) logrando así obtener un total de 24 muestras de agua. Una vez obtenidos los resultados estos fueron comparados con los criterios de la OMS y las normativas Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo I del Libro VI de TULSMA, INEN 1108 (Tabla 3).

Tabla 3

*Cuadro comparativo de resultados obtenidos con las normativas de calidad de agua*

Parámetros	Unidades	Resultados obtenidos								Límites máximos permisibles			Cumplimiento	
		Semanas								OMS	Acuerdo Ministerial 097A	EPA		INEN 1108
		1	2	3	4	5	6	7	8					

**FUENTE: OMS, 2009., INEN 1108., ACUERDO MINISTERIAL 097 A**

**ELABORADO: AUTORA**

La determinación de los parámetros físicos-químicos conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), salinidad (ppt), sólidos disueltos totales (ppm), oxígeno disuelto (mg/l) se obtuvo mediante la utilización del equipo portátil "AZ-86031"; mientras que, pH y temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) se midieron in situ con el medidor portátil "OHAUS ST20".

Por consiguiente, se utilizaron kits químicos (Hanna Instruments) para la realización de pruebas de cloruros (HI 3815), fosfatos (HI 3833), nitratos (HI 3874) y nitritos (HI 3873); además, el medidor portátil "YD300A" se usó para medir la dureza del agua, el medidor portátil de Hanna Instruments "HI 98193" midió la DBO. Por otra parte, el medidor portátil "TB-100" analizó la turbidez del agua, y finalmente los coliformes fecales fueron determinados mediante un kit de prueba de coliformes cualitativos (Innovating Science IS 5031) [42].

### **3.5.2.2 Aplicación del Índice NSF-WQI en las tomas de muestras de agua.**

El Índice de calidad del agua NSF fue planteado por Brown, en 1970 y estructurado en base al índice de Horton y al método Delphi [43]; este índice calculó la calidad del agua en base a 9 parámetros con su puntuación de peso correspondiente, los cuales a continuación se pueden presenciar (Tabla 4). Sin embargo, el parámetro de coliformes fecales no fue considerado dentro de la aplicación de NSF-WQI, ya que es un parámetro cualitativo y cabe

recalcar que para la evaluación del índice se necesitan resultados cuantitativos; por tal razón, se realizó la corrección de pesos con los demás parámetros.

Tabla 4

*Parámetros del índice NSF-QWI*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>PUNTAJE DE PESO</b>
DO	0.17
pH	0.11
DBO	0.11
Temperatura	0.10
Fosfato Total	0.10
Nitrato	0.10
Turbiedad	0.08
Sólidos totales	0.07
Coliformes fecales	0.16
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>

**FUENTE: EFFENDI H., ROMANTO., WARDIATNO Y., (2015) [44]**

**ELABORADO: AUTORA**

### 3.5.2.2.1 Cálculo del Índice NSF-WQI

El cálculo del índice NSF-WQI se lo realizó a través de una suma lineal ponderada, donde el resultado de su aplicación debe reflejar un número entre 0 y 100, dado que 0 significa que la calidad del agua está en muy malas condiciones y 100 significa que el agua está en excelentes condiciones [44]. A continuación, se representa la ecuación del cálculo del índice anteriormente mencionado:

$$WQI = \sum_{i=1}^n SI_i W_i$$

Donde:

**WQI:** índice de Calidad de Agua

**SI:** Subíndice del Parámetro i

**W:** Factor de Ponderación para el Subíndice i.

### 3.5.2.2.2 Puntuación de los criterios del Índice de calidad del agua NSF.

Los resultados obtenidos en la aplicación de la ecuación del índice NSF-WQI, se analizaron y por ende se evaluó la calidad del agua según los criterios establecidos (Tabla 5).

Tabla 5

*Criterios de calidad de agua Índice NSF-WQI*

<b>Puntuación NSF-WQI</b>	<b>Criterios</b>
0.25	Muy mala
26-50	Mala
51-70	Regular
71-90	Buena
91-100	Excelente

**FUENTE: EFFENDI H., ROMANTO., WARDIATNO Y., (2015) [44]**

**ELABORADO: AUTORA**

### 3.5.2.3 Determinación de diferencias entre los puntos de captación, almacenamiento y consumo.

Para la determinación de las diferencias de los parámetros físicos químicos e índice de la calidad del agua entre los diferentes puntos de muestra (captación, almacenamiento y consumo) dentro de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) no paramétrico, empleando un diseño respectivamente al azar (DCA), a su vez, para la identificación de las diferencias estadísticas entre los tratamientos se empleó el test estadístico Kruskal Wallis y finalmente con la prueba de separación de medias de Dunn se conocieron los grupos homogéneos. Por otra parte, para establecer los parámetros físicos-químicos de mayor relevancia se aplicaron análisis de componentes principales y exploratorio factorial.

### 3.5.2.4 Análisis FODA del sitio en estudio.

Dentro de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, se desarrolló la matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) en función del lugar interno o externo del sitio en estudio (Anexo 4). El entorno interno evaluó las fortalezas y debilidades de la junta en su capacidad para implementar un PSA, mientras que las condiciones externas midieron las oportunidades y amenazas del PSA propuesto para la agencia administrativa de la junta [8].

Tabla 6

*Análisis FODA de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”*

ANÁLISIS FODA- JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE RECINTO "AGUAS BLANCAS"		
	FORTALEZAS	DEBILIDADES
FACTORES INTERNOS		

	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<b>FACTORES EXTERNOS</b>		

**FUENTE: DE SOUZA E.V., COSTA DA SILVA MA (2014) [45]**

**ELABORADO: AUTORA**

### 3.5.2.5 Establecimiento del método semicuantitativo en la evaluación de riesgos.

Para evaluar los posibles riesgos y peligros existentes en los puntos de muestreo de la Junta Administradora de agua potable se aplicó el método semicuantitativo el mismo que estimó la probabilidad y consecuencia del riesgo, además también se estableció el método cualitativo que corresponde a la opinión del equipo de PSA sobre el sistema de abastecimiento de agua. Por ende, se presenta a continuación el método semicuantitativo basado en una matriz de riesgo (Tabla 7).

Tabla 7

*Método semicuantitativo basado en la matriz de riesgos*

<b>PROBABILIDAD</b>	Casi siempre / Una vez al día - Clasificación : 5
	Probable / Una vez por semana - Clasificación : 4
	Moderada / Una vez al mes- Clasificación : 3

Improbable / Una vez al año - Clasificación : 2					
Excepcional / Una vez cada 5 años - Clasificación : 1	Efecto nulo o insignificant e - Clasificación : 1	Efecto en el cumplimient o leve - Clasificación : 2	Efecto organoléptico moderado - Clasificación: 3	Efecto reglamentari o grave - Clasificación : 4	Efecto catastrófico en la salud pública - Clasificación: 5
<b>CONSECUENCIA</b>					

**FUENTE: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, (2009) [46]**

**ELABORADO: AUTORA**

Una vez calificada la matriz de evaluación de riesgos y obtenidas las puntuaciones se identificó el nivel al que pertenecen dichos riesgos (Tabla 8), los mismos que se documentaron y se sometieron a exámenes periódicos dentro del PSA, con el objetivo de evitar cualquier incidente dentro de la Junta Administradora de agua potable.

Tabla 8

*Puntuación y clasificación del riesgo*

Puntuación del riesgo	<b>&lt;6</b>	<b>6-9</b>	<b>10-15</b>	<b>&gt;15</b>
Clasificación del riesgo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

**FUENTE: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, (2009) [46]**

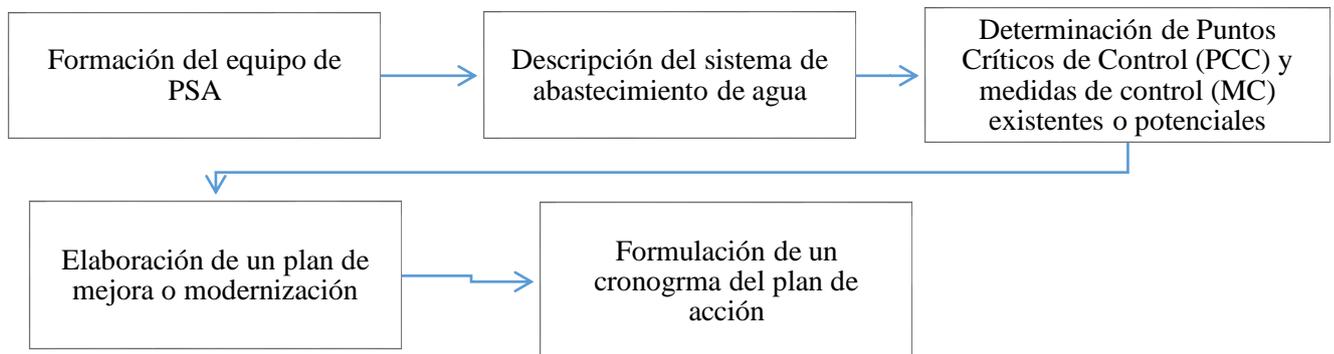
**ELABORADO: AUTORA**

### 3.5.3 Propuesta de un Plan de Seguridad del agua en la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas".

La propuesta de un PSA se estableció una vez obtenido los resultados de los objetivos anteriores, y se la llevó a cabo a través del manual establecido por la OMS (2009), donde plantea medidas que ayuden a mejorar las condiciones actuales del sistema de abastecimiento en las Juntas de agua potable; de tal modo, el manual consta de los siguientes puntos (Figura 2):

Figura 2

*Puntos para la elaboración de un Plan de Seguridad del agua*



**FUENTE: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, (2009) [46]**

**ELABORADO: AUTORA**

## 3.6 Instrumentos de investigación.

### 3.6.1 Lista de verificación (checklist).

El checklist o también conocido como lista de verificación fue una herramienta importante para la identificación de los cumplimientos e incumplimientos de los aspectos identificados en cada una de las etapas del sistema de abastecimiento de agua potable.

### **3.6.2 Entrevistas.**

La entrevista fue un instrumento de investigación crucial, donde por medio del encargado de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, se pudo llegar a obtener más información con respecto a la administración, operación y organización dentro de la junta.

### **3.6.3 Encuestas.**

Este instrumento fue de gran importancia, ya que permitió conocer la percepción ciudadana con respecto al grado de satisfacción que poseen sobre la cantidad y calidad del servicio de agua potable que le provee la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.

## **3.7 Tratamiento de datos.**

Los tratamientos utilizados para la ejecución del proyecto de investigación se detallan a continuación:

- Mediante el programa de Excel se logró corregir los pesos de los ocho parámetros físico-químicos, dado que, los coliformes fecales no fueron tomados en cuenta para la realización del índice NSF, en vista de que este parámetro se lo analizó mediante presencia y ausencia.
- El mapa de estudio se lo obtuvo por medio del software ArcMap; mientras que, la aplicación del software estadístico IBM SPSS Statistics 22 permitió verificar el grado de confiabilidad del cuestionario de las encuestas aplicadas a los usuarios mediante la prueba de Alfa de Cronbach y análisis de componentes principales determinado las preguntas de mayor importancia para el estudio.
- Para el desarrollo del Índice de calidad del agua NSF, se utilizó una hoja de cálculo de Excel con la finalidad de determinar las diferencias significativas entre los

parámetros físico-químicos en cada una de las etapas de sistema de abastecimiento del área de estudio.

### 3.8 Recursos humanos y materiales.

Para la ejecución del proceso del proyecto de investigación se detalla a continuación un listado de los elementos utilizados en la investigación.

Tabla 9

*Recursos humanos y materiales*

<b>RECURSOS HUMANOS</b>	<b>CAMPO</b>	<b>OFICINA</b>	<b>SOTWARE</b>	<b>LABORATORIO</b>
Ing. Norma Guerrero Directora del Proyecto	GPS	Internet	ArcMap 10.8	Kits químicos de análisis de parámetros (Hanna instruments)
Ing. Carolina Tay Hing Tutora del Proyecto	Cámara fotográfica	Computadora	SPSS V.22	Kit de medición (Innovating Science/pruebas coliformes cualitativos)
Ing. Carlos Nieto Colaborador del Proyecto	Cuaderno para apuntes	Impresora	Microsoft Excel	Medidor portátil AZ Instrument “AZ-86031”
Ing. Ximena Cervantes Coordinadora de la Carrera	Frascos de vidrio de 473 ml	Flash Memory		Medidor portátil Ionómetro “YD300A”
Sr. Clelio Yela Operador de la Junta	Hielera	Hoja A4		Medidor portátil Graigar “TB-100”

<b>RECURSOS HUMANOS</b>	<b>CAMPO</b>	<b>OFICINA</b>	<b>SOTWARE</b>	<b>LABORATORIO</b>
	Agua destilada			Medidor portátil Hanna Instruments “HI 98193”
				Medidor portátil “OHAUS ST20”

**ELABORADO: AUTORA**

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1 Diagnóstico de la situación actual de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.

Mediante la observación directa y aplicación de encuestas en cada uno de los sectores de la Junta administradora de agua potable “Aguas Blancas”, se constató la deficiencia del servicio de agua potable y a su vez la baja calidad del agua suministrada a los habitantes, lo cual ha ocasionado que algunos de los usuarios usen pozos profundos y/o artesanos como medio de abastecimiento para sus hogares.

### 4.1.1 Evaluación del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.

Una vez evaluada la matriz de cumplimiento de las actividades de los sistemas de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas por el método de observación directa, en la Tabla 10 se pudo determinar que de 21 actividades, la junta cumple correctamente 15 actividades, entre las más representativas están: monitoreos periódicos en la captación del agua, clorificación en las aguas y eficiente equipo organizacional, mientras que 6 actividades no se cumplen efectivamente: falta de cobertura externa del pozo, deficiencia de tratamiento de filtración y ausencia de mantenimientos en las tuberías de distribución.

Tabla 10

*Resultados del cumplimiento de las actividades de las etapas de los sistemas de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”*

Etapas	N°	Actividades	Cumplimiento			Observaciones
			C	NC	NA	
Captación	1	Existe una buena condición del	X			Si se cumple con esta actividad, actualmente la bomba sumergible con una potencia de 5

Etapas	N°	Actividades	Cumplimiento			Observaciones
			C	NC	NA	
Almacenamiento		estado actual de la bomba sumergible				HP funciona y trabaja correctamente.
	2	Se realizan monitoreos periódicamente de la calidad del agua	X			Dentro del pozo subterráneo si se realizan evaluaciones periódicas del agua (cada 2 años), con la finalidad de conocer si el agua se encuentra en buenas condiciones para su suministro. Recientemente se realizó un monitoreo por parte del Municipio del cantón Buena Fe.
	3	Existe una buena cobertura del pozo que evite la infiltración de arena internamente		X		El color inapropiado del agua ocurre debido a la falta de una buena cobertura del pozo, en este caso en el suelo no existe una gran cantidad de grava (pequeñas rocas que impiden la infiltración de arena) alrededor del pozo, lo que produce que exista turbidez en el agua.
	4	La profundidad del pozo es la indicada para el suficiente abastecimiento de agua	X			La profundidad del pozo es de 100 m, el mismo que permite abastecer a los 63 usuarios activos que actualmente posee la junta.
	5	Se realiza cada mes la limpieza y desinfección en el tanque de almacenamiento	X			Efectivamente si se cumple con esta actividad, dado que el operador de la junta realiza la limpieza y desinfección del pozo cada 15 días.

Etapas	N°	Actividades	Cumplimiento			Observaciones
			C	NC	NA	
Tratamiento	6	Se realizan mantenimientos en las redes ascendentes		X		No se cumple con esta actividad, las tuberías que conectan al tanque de almacenamiento no reciben los mantenimientos adecuados, por lo que actualmente se encuentran sucias.
	7	Actualmente en las tuberías y tanque de almacenamiento no existen fugas o perforaciones	X			Actualmente tanto las tuberías como el tanque de almacenamiento se encuentran en buenas condiciones, sin ninguna presencia de fuga o perforaciones.
	8	El material del tanque es resistente y adecuado para el almacenamiento del agua	X			Evidentemente el tanque de almacenamiento tiene un material resistente (cemento) y a su vez la superficie total está recubierta de cerámica.
	9	Realizan el tratamiento de clorificación en sus aguas para prevenir riesgos a la salud	X			El 22 de diciembre de 2021 se evidenció que el personal operativo si realizaba la respectiva clorificación de las aguas, sin embargo, el 28 de enero de 2022 este tratamiento se suspendió por fallas técnicas en el clorificador.
10	La dosificación del cloro es la adecuada para el consumo humano, respetando los	X			Antes del 28 de enero del 2022, se realizaba efectivamente el tratamiento de clorificación y se daba el debido cumplimiento a los estándares especificados	

Etapas	N°	Actividades	Cumplimiento			Observaciones
			C	NC	NA	
		estándares de concentración según la OMS, $\geq 0,5$ mg/l y como cantidad mínima 0,2 mg/l				según la OMS, donde la dosificación es de 2mg /l.
	11	Realizan el tratamiento de filtración para evitar partículas suspendidas en el agua	X			Dentro de la Junta Administradora de agua potable no se realiza el proceso de filtración, por tal razón es que existe la presencia de partículas suspendidas en las aguas.
	12	El clorificador se encuentra en buenas condiciones y apto para llevar a cabo el proceso de clorificación		X		En el 22 de diciembre de 2021 esta actividad no se cumplía a su totalidad dado que el clorificador que se encontraba en funcionamiento no estaba en buen estado y a su vez no abastecía para todo el sistema, por ende, el color, olor y el sabor de las aguas no variaban. Pese aquello, el 28 de enero de 2022 el clorificador se deterioró por completo, lo cual ya no se cumple con esta actividad.
<b>Distribución</b>	13	La pendiente del terreno favorece la distribución del agua	X			La pendiente del terreno si favorece cabalmente la distribución del agua en los sectores aldeanos a la Junta Administradora de agua potable.

Etapas	N°	Actividades	Cumplimiento			Observaciones
			C	NC	NA	
Consumo	14	Dentro de cada sección de red de distribución existe una válvula de desfogue	X			De acuerdo a la observación directa se pudo identificar que si existen válvulas de desfogue en la etapa de captación y red de distribución para expulsar toda impureza del agua previamente hacer distribuida a los usuarios.
	15	Cada usuario cuenta con su propio medidor	X			En la Junta Administradora de agua potable cada usuario cuenta con su propio medidor, para el control del agua por metros cúbicos.
	16	El usuario consume agua sin hervir previamente		X		Los usuarios hierven sus aguas previamente hacer ingeridas evitando así la presencia de enfermedades gastrointestinales, que estás puedan provocarles por el mal estado que se encuentran las aguas.
	17	Existe una buena presión en el agua que llega a los usuarios	X			La presión del agua es suficiente para la realización de las actividades de los usuarios.
Organización	18	La directiva realiza reuniones con sus usuarios	X			La directiva de la junta si ejecuta indudablemente las reuniones con sus usuarios, es por eso que cada uno de ellos se encuentran informados correctamente de todo lo que sucede dentro de la junta, hace 10 semanas atrás se

Etapas	N°	Actividades	Cumplimiento			Observaciones
			C	NC	NA	
						realizó una reunión con todos los usuarios.
	19	Los pagos de los usuarios son puntualmente		X		Esta actividad no se cumple, dado que existen algunos usuarios que se retrasan en sus pagos por la falta de recursos financieros.
	20	La directiva cumple correctamente con sus funciones asignadas	X			Si se cumple, cada uno de los integrantes de la directiva ejerce correctamente su labor.
	21	La directiva toma en cuenta las opiniones de los usuarios para la mejora del servicio	X			Las opiniones e ideas por parte de los usuarios, se realizan a diario y son de gran relevancia para llevar a cabo estrategias de mejora en el servicio del agua potable.

C: Cumplimiento; NC: No cumplimiento; NA: No aplica.

**ELABORADO: AUTORA**

#### **4.1.2 Entrevista al encargado de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas.”**

La entrevista realizada al señor Clelio Jacinto Yela Criollo operador de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” se detalla a continuación:

La Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” está en funcionamiento desde hace 12 años aproximadamente, se construyó con la colaboración del GAD municipal Buena Fe, tiene una superficie total de 400 metros cuadrados y el servicio de agua que brinda abastece a tres sectores cercanos: Aguas Blancas, La Corona y vía la variante de Aguas Blancas. En la actualidad con la construcción del nuevo pozo existen inconvenientes en la calidad del agua; de tal manera, las tuberías que conectan al tanque de almacenamiento se encuentran con impurezas; por este motivo, todos los días se abre la válvula de desfogue en el lapso de media hora, acción que se realizará por alrededor de 2 meses, con el propósito de enviar agua limpia al tanque de almacenamiento que hasta ahora se encuentra en óptimas condiciones para recibir el agua de captación.

Por otra parte, actualmente el pozo posee 100 m de profundidad y 4 metros de radio el mismo que tiene 2 meses en funcionamiento dado que el pozo anterior que operaba en la junta se dañó; cabe recalcar, que el mantenimiento del pozo profundo se realiza cada 2 años. Con respecto al tanque de almacenamiento, es de cemento cubierto internamente con cerámica tiene una capacidad máxima de 20000 L. El operador es el encargado de limpiar el tanque cada 15 días. A más de eso el 22 de diciembre de 2021 el operador mencionó que la junta realizaba el proceso de desinfección del agua; sin embargo, el clorificador se encontraba en mal estado, motivo por el cual el 28 de enero de 2022 se suspendió el proceso de clorificación porque el clorificador se dañó totalmente.

La junta actualmente distribuye agua potable a 63 usuarios activos (20 en el sector La Corona, 14 en el sector la vía la variante de Aguas Blancas y 29 en el sector Aguas Blancas), los mismos que reciben  $10 m^3$  con un valor mensual de \$4, en caso de consumir

más agua que el volumen fijado, los usuarios cancelan un valor adicional. En el sector La Corona pueden abastecerse de estas aguas, máximo 100 usuarios más, mientras que en los otros dos sectores se torna difícil poder abastecer más usuarios.

El estado de las tuberías es normal, la tubería que va a la profundidad del pozo es de metal, sin embargo las tuberías que conectan el suministro de agua para los usuarios son de plástico, en el sector Aguas Blancas y vía la variante de Aguas Blancas las tuberías tienen un diámetro de 40 cm y 30 cm, respectivamente y no han sido modificadas desde su instalación ni han tenido ningún mantenimiento, en cambio hace 4 años atrás en el sector La Corona se implementaron tuberías con diámetro de 60 cm.

Por otro lado, dentro de la junta no ha existido ausencia de suministro de agua; no obstante, hace 1 año atrás hubo un recorte en el servicio, por tal razón se proporcionaba este líquido solamente en la mañana, la junta se encuentra conectada a una fuente subterránea, el pozo se llena en 3 horas y el agua cambia de color en épocas lluviosas. El suministro de agua potable es repartido a los tres sectores, tres veces al día (mañana, tarde y noche); pese aquello, existen quejas por parte de los usuarios del sector la vía la variante de Aguas Blancas que el suministro es insuficiente para la realización de sus actividades.

Con respecto a los monitoreos periódicos sobre la gestión y calidad del agua, el Ministerio del ambiente, agua y transición ecológica (MAATE) no ha realizado visitas a la junta; por el contrario, el GAD Municipal de Buena Fe recientemente realizó una evaluación sobre la calidad del suministro del agua; sin embargo, los análisis realizados en el mes de diciembre de 2021 no han sido socializados con el operador de la junta hasta el 8 de marzo de 2022.

Por otra parte, el operador de la junta fue capacitado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) previamente a ejercer su cargo, uno de los problemas dentro de la junta es que la organización comunitaria junto a la operacional no ha establecido estrategias para evitar la contaminación del agua. La junta en estos momentos no cuenta con un capital para solventar algún problema técnico si se llegase a presentar,

debido a que recientemente se generaron gastos, el último mantenimiento realizado en el tanque de almacenamiento fue hace 15 días, cabe recalcar que en las tuberías nunca se ha realizado alguna limpieza.

La gestión administrativa y operacional de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas se encuentra conformada por el presidente (realiza gestiones), secretaria (genera registros), tesorera (cobra el suministro de agua), vocal 1 y vocal 2 (toman decisiones presidenciales). La directiva de la junta realizaba reuniones con los usuarios cada mes, pero como consecuencia de la propagación del COVID las reuniones fueron suspendidas hasta previo aviso.

### **4.1.3 Percepción ciudadana del servicio de agua potable.**

#### **4.1.3.1 Análisis de la prueba de Alfa de Cronbach.**

Como resultado del análisis de la prueba de Alfa de Cronbach con respecto al cuestionario de 22 preguntas propuestas para la encuesta a los usuarios (Anexo 3), se obtuvo una fiabilidad inicial de 0,803; sin embargo para alcanzar un Alfa de Cronbach que se aproxime más a 1 se eliminó la pregunta con menor variabilidad en sus respuestas, pregunta 11 (relación del consumo de agua de mala calidad con la producción de enfermedades), logrando un incremento de fiabilidad de 0,827; por lo que se cumplió con el criterio de confiabilidad mayor a 0,7.

#### **4.1.3.2 Análisis de componentes principales.**

El valor de la prueba de Medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue de 0,683 (bajo), este resultado se obtuvo por la falta de variabilidad en las respuestas de los encuestados; sin embargo, la significancia de la prueba de esfericidad de Bartlett fue significativa; mostrando así que efectivamente se puede realizar el análisis factorial de los componentes principales, ya que se cumple la significancia ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.1.3.3 Método de extracción: análisis de componentes principales.

Con respecto a la Tabla 11 acerca de las comunalidades, se puede apreciar que, una vez realizado la reducción de variables con relación a las 22 preguntas de la encuesta, hubo una disminución de 13 preguntas (1,2, 6, 9,11, 12, 13,14, 15, 16,17, 20,21) (Anexo 3), las mismas que tenían un valor inferior a 0,7 por lo que se obtuvo un total de 9 preguntas para luego ser analizadas. Cabe recalcar que 6 preguntas están en el rango de 0,70 a 0,78, y solamente 3 son mayores a 0,80.

Tabla 11

#### *Determinación de Comunalidades*

<b>Preguntas</b>	<b>Inicial</b>	<b>Extracción</b>
3. ¿El agua que consume alguna vez presentó un olor fuera de lo normal?	1,000	,770
4. ¿El agua que consume alguna vez presentó un color fuera de lo normal?	1,000	,843
5. ¿El agua que consume alguna vez presentó un sabor fuera de lo normal?	1,000	,782
7. ¿Cree usted que es importante la clorificación para el tratamiento del agua potable?	1,000	,735
8. ¿Le gustaría a usted que la Junta Administradora de agua potable disponga de	1,000	,826

otro método para el  
tratamiento de sus aguas?

10. ¿Cree usted que con la presión que llega el agua a su hogar es suficiente?	1,000	,700
18. ¿Está satisfecho con el horario en el que se provee el servicio de agua?	1,000	,827
19. ¿Está de acuerdo con el valor que se abona por el servicio de agua?	1,000	,757
22. ¿Cree usted que el abastecimiento del agua es igual para todos los usuarios?	1,000	,775

**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

La Tabla 12 muestra el porcentaje acumulado de la varianza total una vez determinado el análisis de componente principal, la misma que se obtuvo con 4 componentes principales el 77,947%, donde el primer y segundo componente obtuvieron las varianzas más altas y significativas para el estudio de 31,57% y 18,04% respectivamente, y los componentes tres y cuatro indicaron varianzas de 14,46% y 13,87%, los demás valores representados en la matriz poseen una variabilidad mínima; por esta razón, se escogieron los cuatros primeros componentes.

Tabla 12

*Análisis de la varianza total explicada*

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3,107	34,522	34,522	3,107	34,522	34,522	2,841	31,567	31,567
2	1,485	16,505	51,027	1,485	16,505	51,027	1,624	18,045	49,612
3	1,289	14,320	65,347	1,289	14,320	65,347	1,302	14,462	64,074
4	1,134	12,600	77,947	1,134	12,600	77,947	1,249	13,873	<b>77,947</b>
5	,671	7,456	85,403						
6	,429	4,771	90,174						
7	,357	3,972	94,146						
8	,294	3,270	97,416						
9	,233	2,584	100,000						

Número color rojo: varianza total acumulada del estudio

**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

Mediante el método de rotación: Varimax con normalización Kaiser, se obtuvo la matriz de componentes de rotado (Tabla 13), la misma que indica la agrupación de las 9 preguntas en los 4 componentes principales que se obtuvieron en el análisis de la varianza total: componente 1 conformado por 4 preguntas que hacen mención sobre la cantidad y servicio que brinda la Junta administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, los componentes 2 y 3 compuestos por 3 preguntas guardan relación con la calidad del agua y por último el componente 4 conformado por 2 preguntas que se relacionan con al tratamiento del agua potable.

Tabla 13

*Matriz de componente rotado*

Preguntas	Componente			
	1	2	3	4
3. ¿El agua que consume alguna vez presentó un olor fuera de lo normal?	-,001	<b>,818</b>	,303	-,098
4. ¿El agua que consume alguna vez presentó un color fuera de lo normal?	-,129	,074	<b>,900</b>	-,102
5. ¿El agua que consume alguna vez presentó un sabor fuera de lo normal?	,203	<b>,809</b>	-,290	,050
7. ¿Cree usted que es importante la clorificación para el	,392	-,150	,437	<b>,606</b>

tratamiento del agua potable?

8. ¿Le gustaría a usted que la Junta Administradora de agua potable disponga de otro método para el tratamiento de sus aguas?	-,111	,047	-,213	<b>,875</b>
10. ¿Cree usted que con la presión que llega el agua a su hogar es suficiente?	<b>,815</b>	,108	-,154	-,005
18. ¿Está satisfecho con el horario en el que se provee el servicio de agua?	<b>,888</b>	,001	,061	,186
19. ¿Está de acuerdo con el valor que se abona por el servicio de agua?	<b>,667</b>	,502	,196	,151
22. ¿Cree usted que el abastecimiento del agua es igual para todos los usuarios?	<b>,848</b>	,086	-,116	-,186

Números color rojo: valores más altos de cada componente; componente 1: cantidad y servicio del agua; componente 2 y 3: calidad del agua; componente 4: tratamiento del agua.

**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

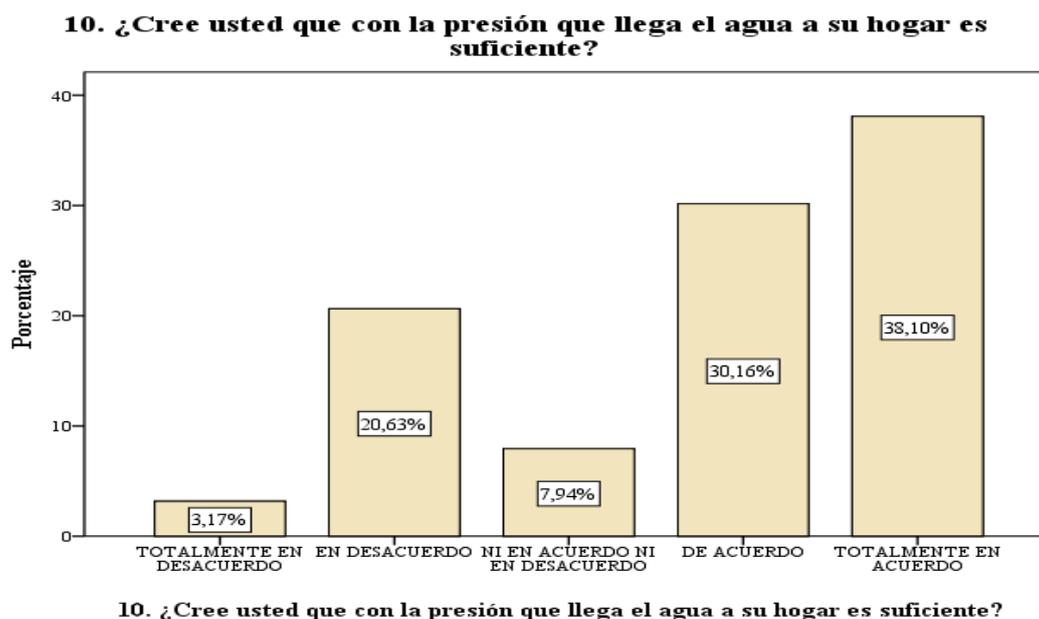
#### 4.1.3.4 Resultados de la aplicación de encuestas a los usuarios de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas.

##### 4.1.3.4.1 Componente 1: Cantidad y servicio del agua potable.

La Figura 3 muestra que el 68,26% de los usuarios pertenecientes a los sectores Aguas Blancas y La Corona indicaron que están entre de acuerdo y totalmente de acuerdo con la presión que llega el agua a sus hogares y esto se debe a que las tuberías que se encuentran conectadas a las redes de distribución tienen un diámetro de 60 cm, lo cual facilita el mayor ingreso de las aguas para los usuarios y a su vez les permite satisfacer sus actividades cotidianas. Por otra parte, los usuarios del sector la vía la variante de Aguas Blancas con un 23,8% manifestaron estar entre en desacuerdo y totalmente en desacuerdo dado el caso que la presión del agua es muy baja y esto ocurre porque las tuberías de distribución tienen un diámetro inferior de 60 cm.

Figura 3

*Presión del agua en los hogares de los usuarios*



FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22

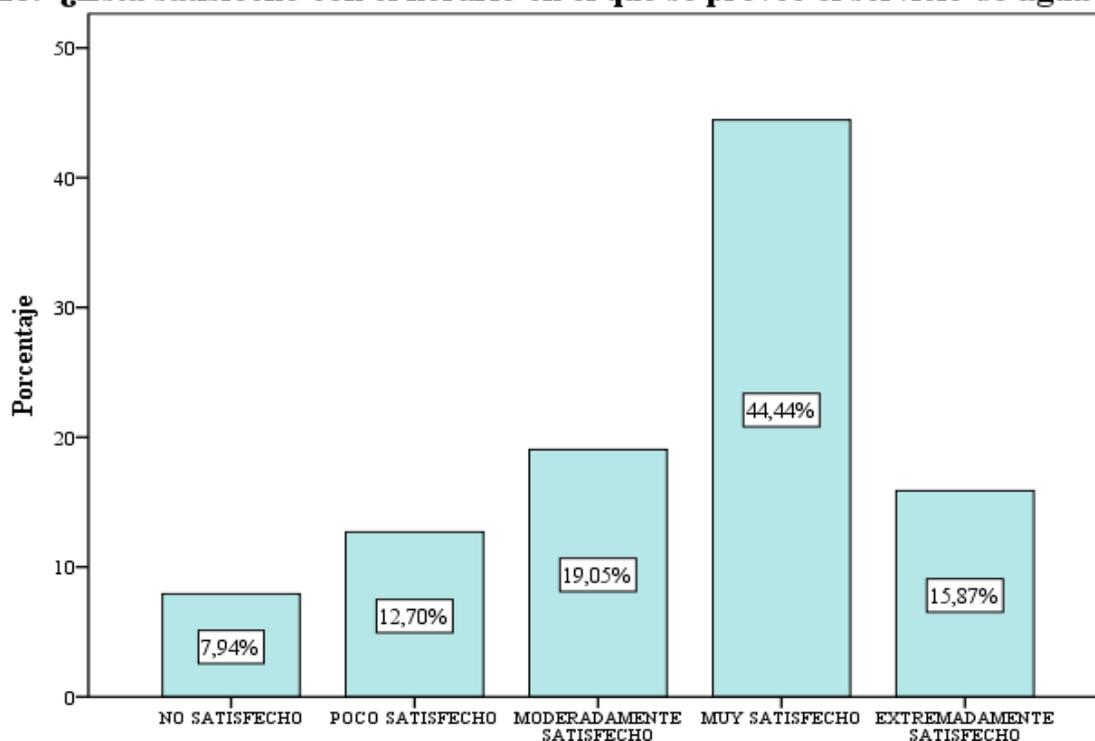
ELABORADO: AUTORA

En la Figura 4 los habitantes de Aguas Blancas y La Corona señalaron estar satisfechos con el horario de suministro del agua (60,31%); ya que el servicio es permanente, es decir, los usuarios reciben agua (mañana, tarde y noche). Mientras el sector de la vía la variante de Aguas Blancas, a pesar de recibir el servicio de agua potable en ese mismo horario, señalan con un 20,64 % no estar satisfechos debido a problemas con las tuberías.

Figura 4

*Horario en el que se provee el servicio de agua*

**18. ¿Está satisfecho con el horario en el que se provee el servicio de agua?**



**18. ¿Está satisfecho con el horario en el que se provee el servicio de agua?**

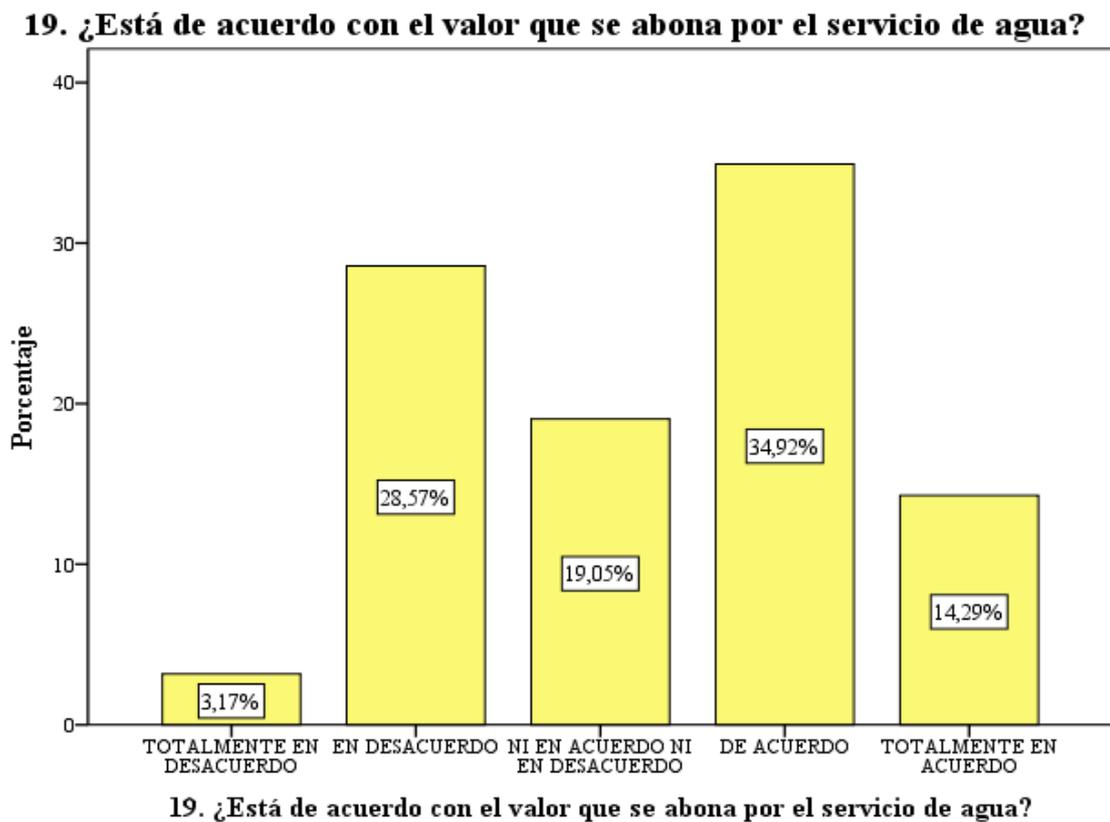
**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

Conforme a los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los usuarios en los tres sectores de la Junta Administradora de agua potable “Recinto Aguas”, se denota en la Figura 5 que la diferencia de porcentajes es muy estrecha, ya que el 49,21% de los encuestados señalan que están de acuerdo y totalmente de acuerdo con el valor que se abona por el servicio de agua potable que es de \$4 dólares al mes por cada 10 m<sup>3</sup>, seguidamente el 31,74% expresan que están en desacuerdo y totalmente en desacuerdo con este valor, ya que el uso del agua limitaba ciertas actividades cotidianas, debido a que si se pasan de los metros cúbicos establecidos por la junta deberían cancelar un valor adicional.

Figura 5

*Valor que se abona por el servicio de agua*



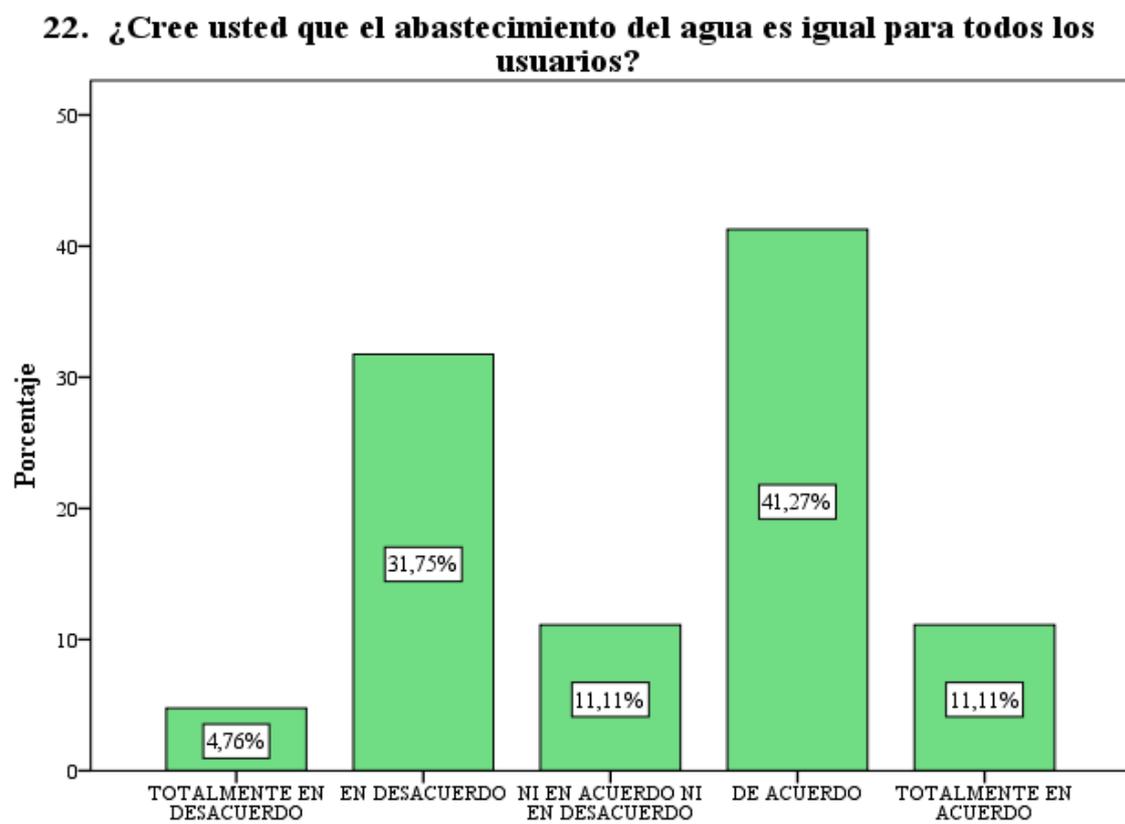
**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

La figura 6 muestra que el 52,38% de los encuestados creen que existe un mismo abastecimiento para todos los usuarios, sin embargo, el 36,51% de los usuarios están entre en desacuerdo y totalmente desacuerdo sobre un abastecimiento igualitario, ya que, los habitantes del sector La Corona suponen que los usuarios de los otros sectores no poseen suficiente abastecimiento de agua.

Figura 6

*Abastecimiento del agua para los usuarios*



**22. ¿Cree usted que el abastecimiento del agua es igual para todos los usuarios?**

**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

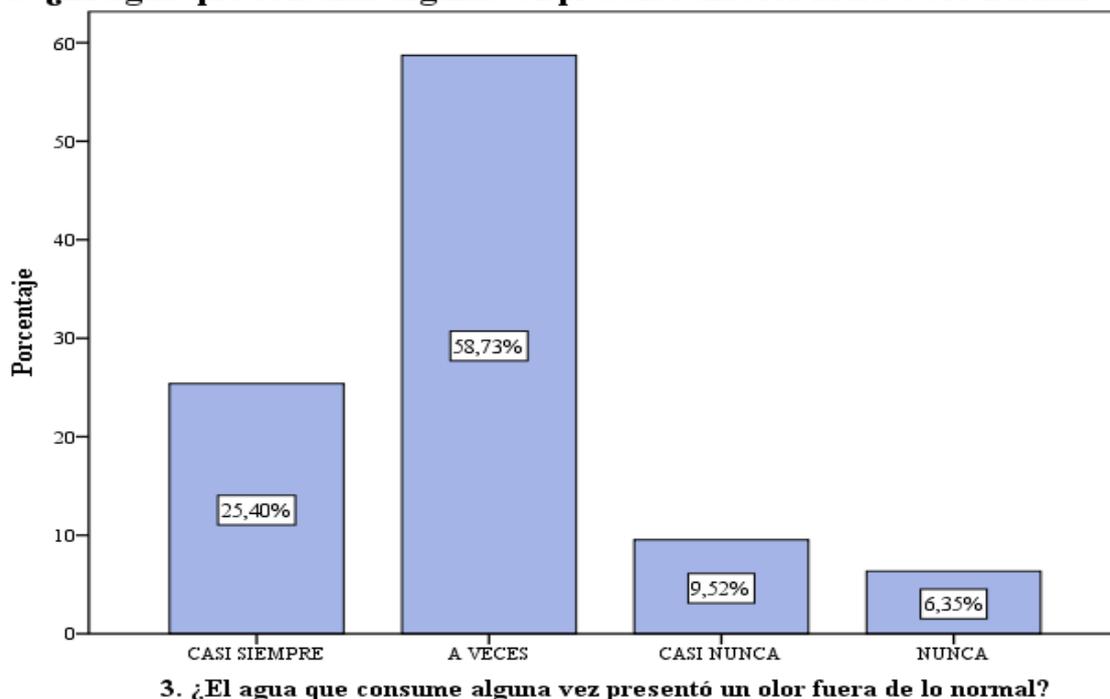
#### 4.1.3.4.2 Componente 2 y 3: Calidad del agua potable.

La figura 7 señala que el 58,73% de los usuarios mencionan tener a veces molestias con respecto al mal olor que perciben en las aguas, debido a la perforación del nuevo pozo de agua de captación realizado hace 2 meses se percibe el agua con sabor parecido al lodo. Además, existen criterios de usuarios donde aclaran que el olor es momentáneo e impredecible lo cual dificulta el cumplimiento de las actividades cotidianas, mientras solo el 6,35% confirma que nunca ha presentado anomalías el servicio que adquieren a diario.

Figura 7

*Olor del agua que consumen los usuarios*

#### 3. ¿El agua que consume alguna vez presentó un olor fuera de lo normal?



**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

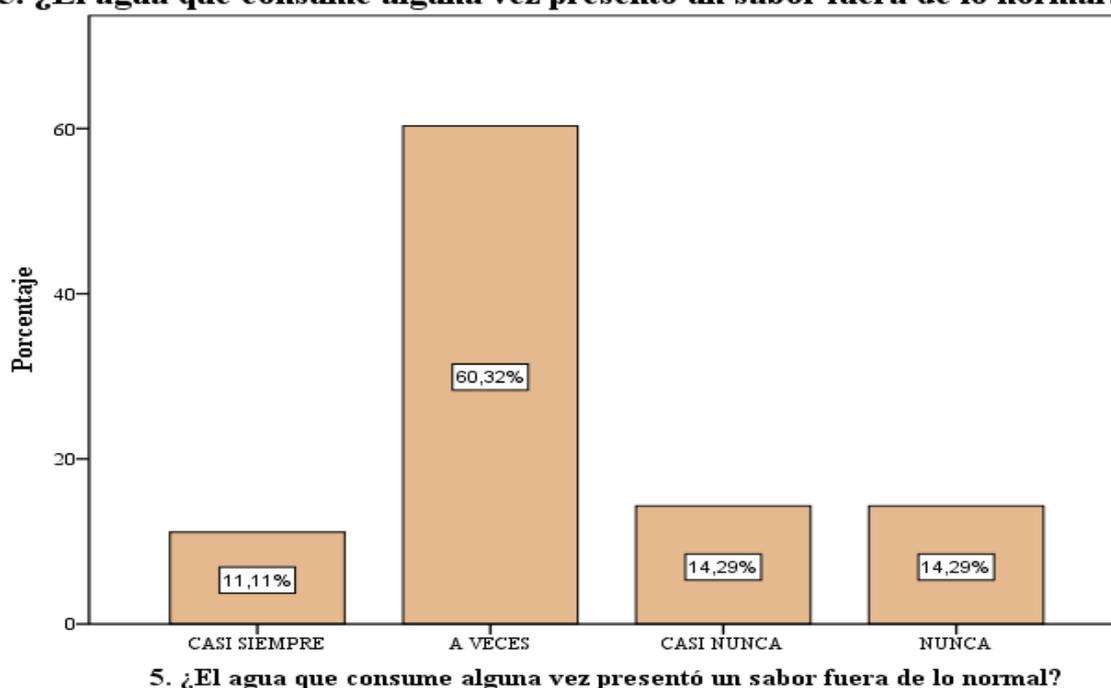
La figura 8 indica como un 60,32% de los usuarios encuestados afirman tener a veces inconvenientes con el sabor del servicio adquirido dado que la mayoría de los usuarios encuestados mencionaban que antes de consumir el agua pasaba por un proceso de

cocción, mientras que otros indicaban que no bebían de este recurso por lo que compraban agua embotellada para su suministro, del mismo modo el 28,58% representa a los usuarios que señalaron entre casi nunca y nunca el agua presentó un sabor fuera de lo normal pero esta respuesta se dio en base a que ellos no consumían estas aguas porque llegaban en mala calidad.

Figura 8

*Sabor del agua que consumen los usuarios*

**5. ¿El agua que consume alguna vez presentó un sabor fuera de lo normal?**



**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

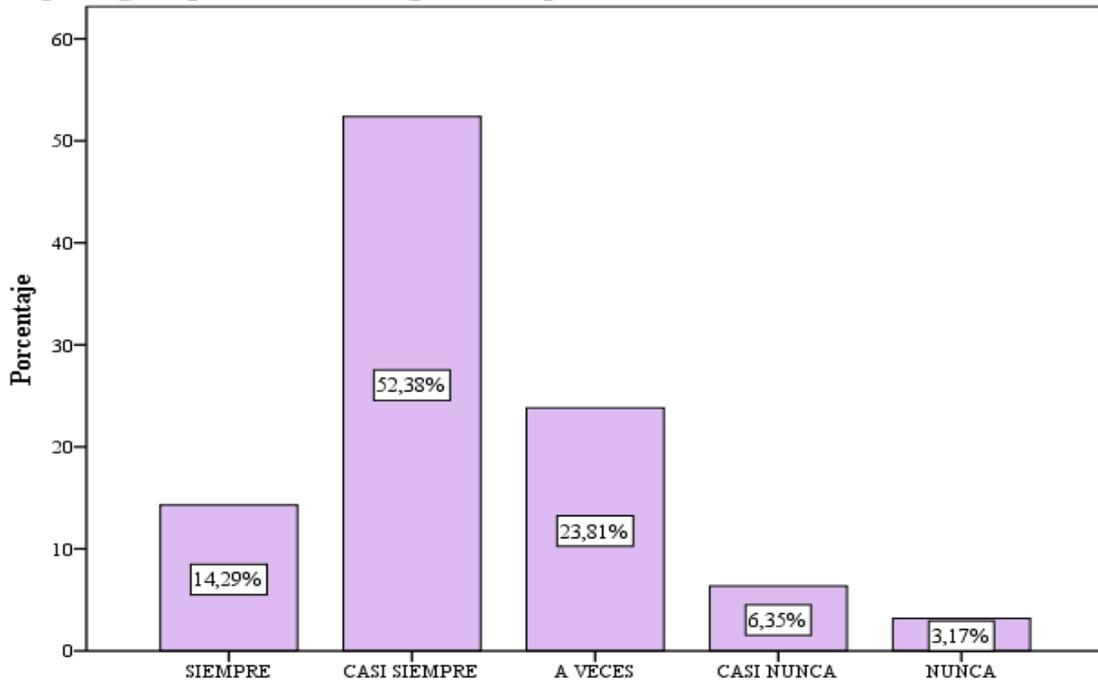
Según los datos obtenidos en la encuesta, la Figura 9 indica que la mayor cantidad de usuarios con un porcentaje de 66,67% hace mención que siempre y casi siempre existen colores extraños en las aguas de suministro, como consecuencia de aquello la primera opción es la construcción del nuevo pozo de captación que al no estar bien limpio puede acarrear impurezas y la segunda opción tiene que ver con las tuberías que trasportan el agua hacia los hogares dado que el agua que sale desde el tanque de almacenamiento es

la misma ,en otras palabras el problema posiblemente se presenta en las tuberías ya que estas presentan un tiempo extenso de vida y no se sabe con exactitud cuáles son las condiciones actuales de las mismas. Por otro lado, el 9,52% de los usuarios indicaron que no han recibido agua con un color fuera de lo normal.

Figura 9

*Color del agua que consumen los usuarios*

**4. ¿El agua que consume alguna vez presentó un color fuera de lo normal?**



**4. ¿El agua que consume alguna vez presentó un color fuera de lo normal?**

**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

**4.1.3.4.3 Componente 4: Tratamiento del agua potable.**

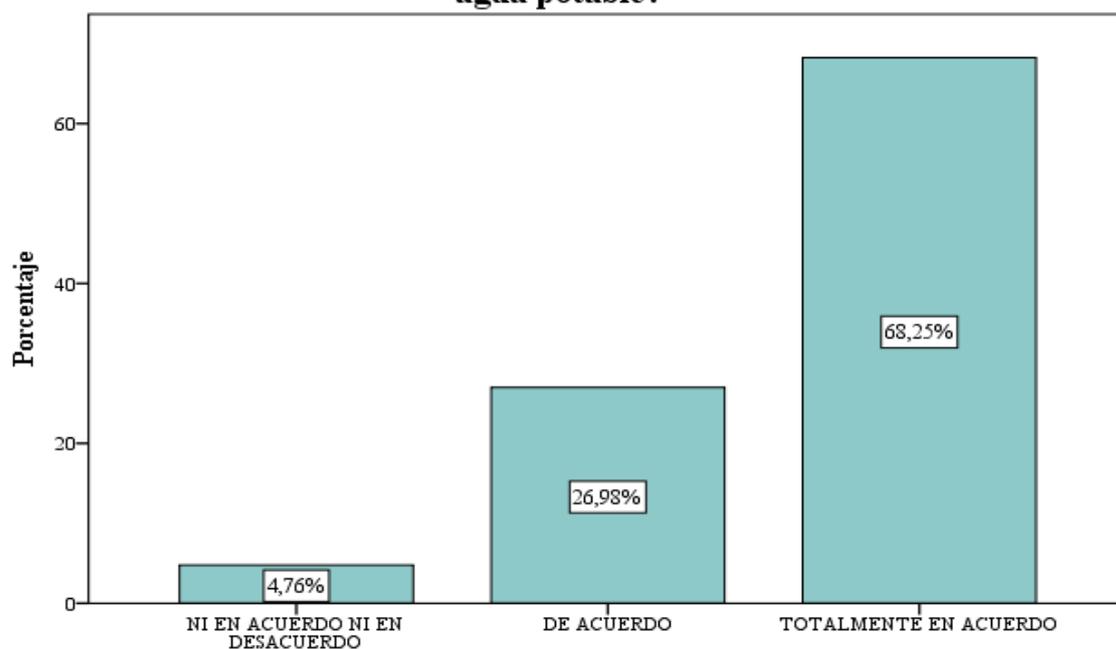
Según la Figura 10 la mayoría de los encuestados (94,23%) señalaron estar entre totalmente en acuerdo y de acuerdo que se realice el proceso de clorificación como tratamiento del agua potable dado el caso que creen firmemente que es necesario utilizar cloro en el agua para su consumo, ya que manifestaron que este en gran parte ayuda a

contrarrestar la existencia de microorganismos así como también disminuir las enfermedades que se pueden presentar por el consumo, pese aquello un porcentaje menor 4,76% indicaron que no es necesario este tratamiento, por lo que creen que los productos químicos pueden ser perjudiciales para la salud humana.

Figura 10

*Clorificación para el tratamiento del agua potable*

**7. ¿Cree usted que es importante la clorificación para el tratamiento del agua potable?**



**7. ¿Cree usted que es importante la clorificación para el tratamiento del agua potable?**

**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

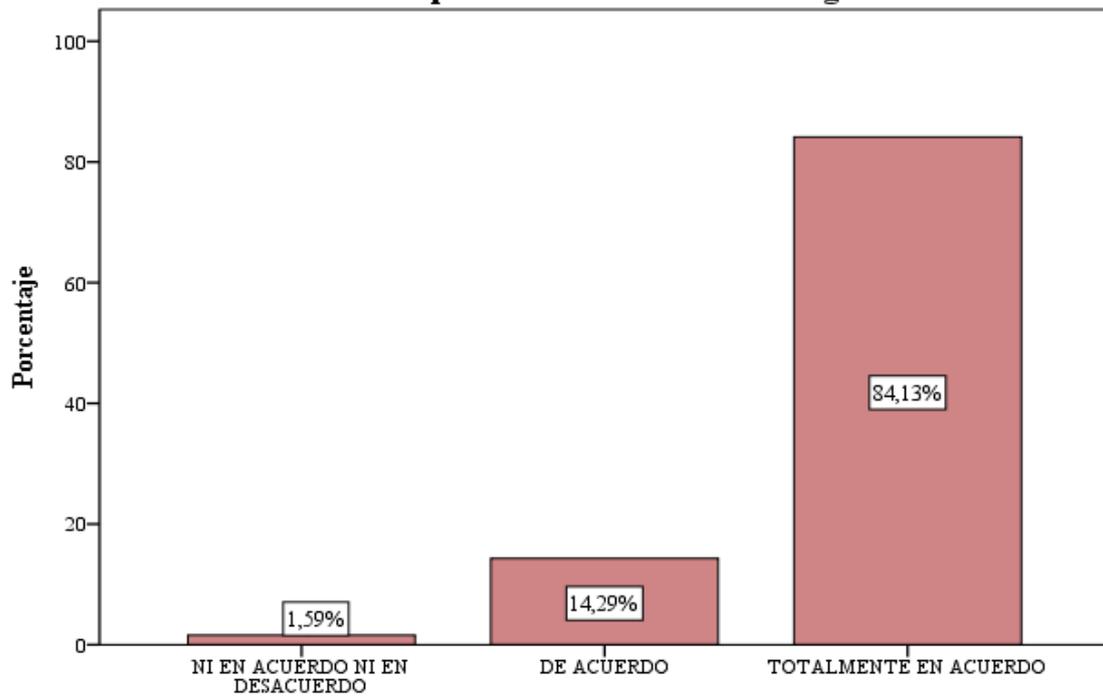
Según en la Figura 11 la mayor parte de los usuarios (98,42%) manifestaron estar entre totalmente en acuerdo y de acuerdo que la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” proponga y disponga de otro método de tratamiento para sus aguas, es por eso que a pesar que la junta realiza la clorificación no es suficiente para alcanzar la satisfacción de los usuarios, por tal razón es indispensable que se manejen otros

tratamientos para la mejora de las aguas suministradas, por el contrario solo un 1,59% señalaron estar ni en acuerdo ni en desacuerdo.

Figura 11

*Método diferente para el tratamiento del agua potable*

**8. ¿Le gustaría a usted que la Junta Administradora de agua potable disponga de otro método para el tratamiento de sus aguas?**



**8. ¿Le gustaría a usted que la Junta Administradora de agua potable disponga de otro método para el tratamiento de sus aguas?**

**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

## 4.2 Caracterización mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas".

### 4.2.1 Comparación de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos con la normativa ambiental.

Los resultados de los análisis realizados en la etapa de captación y la comparación con las normativas ambientales vigentes Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo I del Libro VI de TULSMA, INEN 1108 y los criterios de la OMS se muestran en la tabla 14, donde se observa que los parámetros que exceden los límites máximos permisibles sugeridos por la OMS son fosfatos (1 mg/l) y turbidez (5 NTU); de la misma manera, la demanda bioquímica de oxígeno (<2 mg/l) excede los límites permisibles en contraste con el Acuerdo Ministerial 097 A.

Tabla 14

*Comparación de los resultados obtenidos con las normativas ambientales vigentes en la etapa de captación*

Parámetros	Promedio	NORMATIVAS			
		Acuerdo Ministerial 097 A	OMS	Anexo I del Libro VI de TULSMA	INEN 1108
pH	6,24	6-9			
Temperatura (°C)	25,93				
Nitrato (mg/l)	10,00	50	50		
Nitrito (mg/l)	0,10	0,2	3		
Cloruro (mg/l)	8,63		250		
Fosfato (mg/l)	1,63		1		
Conductividad (uS)	168,28		250		
Oxígeno Disuelto (%)	2,79				
Salinidad (ppt)	0,09			0,5	

Sólidos Disueltos Totales (ppm)	84,41		1000
Dureza (mg/l)	3,61		500
Turbidez (NTU)	25,58	100	5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	2,6	<2	

Promedio: Medias de Dunn; OMS: Organización Mundial de la Salud; TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente; INEC: Instituto Ecuatoriano de Normalización; Número color rojo: exceden los límites máximos permisibles

### ELABORADO: AUTORA

En la etapa de almacenamiento se constata que el parámetro de la turbidez excede los 5 NTU de la OMS e INEN 1108, siendo así la única variable que incumple con los límites máximos permisibles de las normativas mencionadas anteriormente. No obstante, el pH, temperatura, nitrato, nitrito, cloruro, fosfato, conductividad, oxígeno disuelto, salinidad, dureza, sólidos disueltos totales, dureza y DBO se encuentran dentro de los valores propuestos por las normativas consideradas en el análisis (Tabla 15).

Tabla 15

*Comparación de los resultados obtenidos con las normativas ambientales vigentes en la etapa de almacenamiento*

Parámetros	Promedio	NORMATIVAS			
		Acuerdo Ministerial 097 A	OMS	Anexo I del Libro VI de TULSMA	INEN 1108
pH	6,33				7
Temperatura (°C)	26,13				
Nitrato (mg/l)	10		50		
Nitrito (mg/l)	0,10		3		
Cloruro (mg/l)	7,88		250		
Fosfato (mg/l)	1,50				
Conductividad (uS)	167,55		250		

Oxígeno Disuelto (mg/l)	3,04		
Salinidad (ppt)	0,09		
Sólidos Disueltos Totales (ppm)	83,88	1000	
Dureza (mg/l)	2,96	500	
Turbidez (NTU)	<b>11,31</b>	5	5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	3,02	-	

Promedio: Medias de Dunn; OMS: Organización Mundial de la Salud; TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente; INEC: Instituto Ecuatoriano de Normalización; Número color rojo: exceden los límites máximos permisibles

### ELABORADO: AUTORA

En la tabla 16 se observa los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del agua de los puntos de consumo y los rangos máximos permisibles para los 13 parámetros considerados. La turbidez sobrepasa el valor considerado por la OMS e INEN 1108 (5 NTU), sin embargo no supera el límite permisible del Anexo I del Libro VI de TULSMA. La demanda bioquímica de oxígeno contiene mayor concentración que lo estipulado por el Anexo I del Libro VI de TULSMA (<2 mg/l). Cabe recalcar, que en la etapa de consumo de los 13 parámetros solo 2 no cumplen con las normativas ambientales. Por otra parte, se manifiesta que el parámetro de coliformes fecales fue evaluado de forma cualitativa en las tres etapas, dando como resultado la presencia de coliformes en el agua.

Tabla 16

*Comparación de los resultados obtenidos con las normativas ambientales en la etapa de consumo*

Parámetros	Promedio	NORMATIVAS			
		Acuerdo Ministerial 097 A	OMS	Anexo I del Libro VI de TULSMA	INEN 1108
pH	6,39			6-9	7
Temperatura (°C)	26,18			23-28	

Nitrato (mg/l)	10	50	10	50
Nitrito (mg/l)	0,10	3	1	0,2
Cloruro (mg/l)	7,25	250	250	
Fosfato (mg/l)	1,38			
Conductividad (uS)	166,4	250		
Oxígeno Disuelto (mg/l)	2,99		6	
Salinidad (ppt)	0,09			
Sólidos Disueltos Totales (ppm)	83,38	1000	1000	
Dureza (mg/l)	2,64	500	500	
Turbidez (NTU)	6,58	5	100	5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	2,82		2	

Promedio: Medias de Dunn; OMS: Organización Mundial de la Salud; TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente; INEC: Instituto Ecuatoriano de Normalización; Número color rojo: exceden los límites máximos permisibles

#### **ELABORADO: AUTORA**

### **4.2.2 Análisis de varianza de los parámetros físicos-químicos y el índice ICA NSF.**

En el estudio se analizaron 13 parámetros físicos-químicos y el Índice ICA NSF, de los cuales 11 no mostraron diferencias estadísticas significativas; pese a que, el factor de probabilidad fue mayor o igual a 0,05; no obstante, los sólidos disueltos totales, cloruros, temperatura y nitratos fueron los parámetros con los valores de los promedios más altos. Por otra parte, 3 parámetros (pH, conductividad y turbidez) tuvieron diferencias significativas, siendo así, que el parámetro con mayor diferencia significativa en las tres etapas fue la turbidez con  $p=0,00$ , y la etapa con las mayores valorizaciones de los parámetros citados en la Tabla 17 fue captación seguidamente de almacenamiento y consumo.

Por consiguiente, el índice ICA NSF mostró diferencias significativas con respecto a la calidad del agua ( $p=0,03$ ), puesto que, en la etapa de captación se obtuvo una agua de

mala calidad con un valor de 50,13 y esto se vio reflejado especialmente por la alta concentración de turbidez y fosfatos de las aguas subterráneas; mientras que, en almacenamiento y usuarios la calidad del agua fue regular, ya que, se encontraban en el rango 51-70, según como lo establece los criterios del propio índice, por lo que se considera que en estas etapas existe la presencia de partículas sólidas pero en menor escala; a causa de, la realización de monitoreos por parte del operador.

Tabla 17

*Análisis de varianza (ANOVA) de las variables estudiadas*

Parámetros	Captación	Almacenamiento	Consumo	p
pH	6,24b	6,33b	6,39a	0,02*
Temperatura (°C)	25,93a	26,13a	26,18a	0,31
Nitrato (mg/l)	10,00a	10,00a	10,00a	--
Nitrito (mg/l)	0,10a	0,10a	0,10a	--
Cloruro (mg/l)	8,63a	7,88a	7,25a	0,89
Fosfato (mg/l)	1,63a	1,50a	1,38a	0,62
Conductividad (uS)	168,28a	167,55b	166,40b	0,04*
Oxígeno Disuelto (mg/l)	33,55a	37,34a	36,59a	0,52
Salinidad (ppt)	0,09a	0,09a	0,09a	--
Sólidos Disueltos Totales (ppm)	84,41a	83,88a	83,38a	0,07
Dureza (mg/l)	3,61a	2,96a	2,64a	0,07
Turbidez (NTU)	25,58a	11,31b	6,58c	0,00*
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	2,60a	3,02a	2,82a	0,11
Índice ICA NSF	50,13b	53,38b	54,50a	0,03*
	MALA	REGULAR	REGULAR	

p: probabilidad estadística; \*: indica una diferencia significativa  $p \leq 0,05$ ; MALA, REGULAR: Criterios de puntuación del índice NSF

**ELABORADO: AUTORA**

### 4.2.3 Análisis multivariado de los parámetros físicos-químicos del sistema de agua potable.

#### 4.2.3.1 Análisis de componentes principales

En el análisis de componente principal la prueba KMO señalo una relación de las variables de 0,614; mientras que, la prueba de esfericidad de Bartlett se mostró altamente significativa ( $p=0,000$ ). Con respecto, a la matriz de comunalidades se aplicó el criterio de eliminación de variables  $>0,7$ ; extrayendo las variables de Conductividad, OD y DBO y manteniendo las variables mostradas en la Tabla 18.

Tabla 18

*Matriz de comunalidades (Método de extracción)*

Variables	Inicial	Extracción
pH	1,000	,847
Temperatura (°C)	1,000	,794
Cloruro (mg/l)	1,000	,750
Conductividad (uS)	1,000	,903
Sólidos Disueltos Totales (ppm)	1,000	,819
Dureza (mg/l)	1,000	,780
Turbidez (NTU)	1,000	,844

**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

La Tabla 19 muestra la composición de 3 componentes con una varianza total explicada de 81,945%, el primer componente obtuvo un porcentaje de 35,42% del total de la varianza, mientras que el segundo y tercer componente no tuvieron tanta variabilidad con 23,32 y 23,20% respectivamente.

Tabla 19

*Varianza total explicada*

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,624	37,480	37,480	2,624	37,480	37,480	2,479	35,420	35,420
2	1,910	27,279	64,759	1,910	27,279	64,759	1,633	23,324	58,744
3	1,203	17,186	81,945	1,203	17,186	81,945	1,624	23,201	<b>81,945</b>
4	,457	6,525	88,470						
5	,402	5,741	94,211						
6	,265	3,785	97,996						
7	,140	2,004	100,000						

Número color rojo: varianza total acumulada del estudio

**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

La matriz de componente rotados (Tabla 20) muestra que el primer componente obtuvo correlaciones positivas entre los parámetros de cloruro, conductividad y sólidos disueltos totales mostrando una relación directamente proporcional; ya que, a mayor concentración de cloruros y sales disueltas mayor conductividad eléctrica. Por el contrario, el segundo y tercer componente estuvieron representado por correlaciones negativas; debido a que, a menor turbidez, mayor concentración de pH y del mismo modo a mayor dureza, menor temperatura en el agua potable.

Tabla 20

*Matriz de componente rotado*

Variables	Componente		
	1	2	3
pH	,160	<b>,904</b>	,068
Temperatura (°C)	,115	,106	<b>-,877</b>
Cloruro (mg/l)	<b>,800</b>	,325	,060
Conductividad (uS)	<b>,946</b>	-,082	,035
Sólidos Disueltos Totales (ppm)	<b>,890</b>	-,140	,087
Dureza (mg/l)	,261	-,047	<b>,842</b>
Turbidez (NTU)	,211	<b>-,819</b>	,358

Números color rojo: valores más altos de cada componente

**FUENTE: IBM SPSS STATISTIC 22**

**ELABORADO: AUTORA**

#### **4.2.4 Evaluación de riesgos.**

##### **4.2.4.1 Identificación de peligros.**

Para la determinación de los peligros es imprescindible identificar los agentes físicos, químicos y microbiológicos que puedan perjudicar los procesos del sistema de agua potable y afectar a la salud de los usuarios que se abastecen del agua distribuida por la Junta Administradora de Agua Potable Recinto “Aguas Blancas”. Para la evaluación de riesgos se realizó una identificación de peligros en cada etapa del sistema (Tabla 21).

La tabla 21 muestra los peligros identificados en cada etapa del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, se establece que el peligro identificado puede variar dependiendo el nivel del riesgo, en la etapa de captación la ausencia de un revestimiento alrededor del pozo en época lluviosa incide en la presencia de infiltración de arena y sustancias químicas tóxicas de actividades agrícolas, del mismo modo sucede con la presencia de pozos sépticos aledaños estos favorecen a la contaminación del agua subterránea. En almacenamiento, el escaso mantenimiento en el tanque permite los posibles riesgos de acumulación de sedimentos y crecimiento

microbiano. En el tratamiento, el estado deficiente de los equipos y la falta de desinfección y filtración influyen negativamente en la calidad del agua. La distribución se da normalmente, sin embargo, existe deterioro y pocos mantenimientos regulares en las tuberías de distribución, por tal razón los consumidores reciben el suministro de agua cruda y a su vez turbia, con olor y sabor desagradable.

Tabla 21

*Identificación de peligros presentes en cada etapa del sistema de abastecimiento*

<b>Etapas</b>	<b>Evento peligroso</b>	<b>Peligros asociados</b>
<b>Captación</b>	Actividades agrícolas	Mezclas de plaguicidas en el suelo
	Ausencia de revestimiento alrededor del pozo	Infiltración de arena en el subsuelo
	Presencia de pozos sépticos aledaños	Contaminación fecal en la fuente de agua
	Corrosión del metal en la tubería de succión del pozo	Apariencia de color y olor por el desprendimiento de hierro y manganeso
<b>Almacenamiento</b>	Crecimiento de biofilm microbianas en la pared del tanque	Presencia de contaminación microbiológica: hongos y mohos
	Acumulación de sedimentos en el fondo del tanque	Contaminación físico-químico
	Ausencia de techo en el tanque de almacenamiento	Entrada de posibles patógenos al agua por la defecación de las aves
	Falta de desinfección y filtración del agua	Contaminación físico-químico y microbiológico

<b>Etapas</b>	<b>Evento peligroso</b>	<b>Peligros asociados</b>
<b>Tratamiento</b>	Equipos en mal estado	Alteración de la calidad del agua por procesos de tratamientos incompletos
<b>Distribución</b>	Posibles rupturas por el deterioro de las tuberías	Contaminación físico-químico y microbiológico
	Carencia de mantenimientos regulares en las tuberías	Contaminación físico-químico y microbiológico
<b>Consumo</b>	Reservorios de almacenamiento de agua sin cubierta	Presencia de patógenos: contaminantes microbiológicos
	Aguas en malas condiciones	Propiedades físicas-químicas de baja calidad

**ELABORADO: AUTORA**

En la tabla 22 se determinan los eventos que generan riesgos y peligros identificados en cada etapa del proceso de abastecimiento influyendo en la calidad del agua que les proporciona la junta a la población de los sectores Aguas Blancas, variante de Aguas Blancas y La Corona, obteniendo como resultado que en la etapa de captación el evento que genera un riesgo muy alto con puntuación de 20 es la infiltración de arena debido a la ausencia de revestimiento alrededor del pozo provocando la turbidez en este líquido, en la etapa de almacenamiento con una puntuación de 20 la acumulación de sedimentos en el fondo del tanque es un riesgo muy alto, ya que la presencia de lodos y sedimentos acumulados incide negativamente en la calidad del agua, modifica los parámetros fisicoquímicos del agua y a su vez afecta la salud del consumidor, en la etapa de

tratamiento la falta de desinfección y filtración del agua es el riesgo más alto identificado con una puntuación de 25 amenazando la salud del consumidor por ingerir agua cruda, en la etapa de distribución el riesgo más alto con 20 puntos es la carencia de mantenimientos periódicos en las tuberías que transportan el agua a los usuarios ocasionando posibles riesgos a su salud por la mala calidad de agua que consumen y por último en la etapa de consumo el riesgo alto con 20 puntos fue la mala calidad de agua que reciben en sus hogares.

Tabla 22

*Resultado de la evaluación de peligros y la clasificación de riesgos usando un método semicuantitativo*

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
	Mezclas de plaguicidas procedentes de las actividades agrícolas.	Químico	2	3	6	Medio	La posible infiltración de altas concentraciones de sustancias químicas tóxicas (nitrato, nitrito y fosfato) puede afectar la calidad del agua subterránea y a su vez a la salud de los consumidores.
	Infiltración de arena por la ausencia de revestimiento alrededor del pozo.	Físico	5	4	20	Muy alto	La porción de lodo, arena y sustancias que se acumulan en la parte superficial, puede contaminar el agua subterránea

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Evento peligroso</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
							tornándola turbia y no apta para el consumo.
<b>Captación</b>	Contaminación fecal en la fuente de agua por la presencia de pozos sépticos aledaños.	Microbiológico	3	5	15	Alto	Posibles enfermedades causadas por bacterias entéricas (Escherichia coli) del contaminante fecal.
	Corrosión de metal en la tubería de succión del pozo.	Físico y Químico	3	4	12	Alto	La tubería de succión del pozo posiblemente se vería afectada por la corrosión del material predominante debido a la carencia de mantenimientos y cambios afectando a la salud humana por las altas concentraciones de hierro y magnesio desprendido.
	Crecimiento de biofilm microbianas en la pared del tanque.	Microbiológico	3	4	12	Alto	La presencia de mohos y biofilm microbiano modifica las propiedades cristalinas del agua volviéndola no

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
							apta para consumo humano, que puede generar afectaciones a la salud.
<b>Almacena miento</b>	Acumulación de sedimentos en el fondo del tanque.	Físico y Químico	5	4	20	Muy Alto	La presencia de lodos y sedimentos acumulados incide negativamente en la calidad del agua, modifica los parámetros físico-químicos del agua.
	La ausencia de techo permite la entrada de posibles patógenos al agua por la defecación de las aves.	Microbiológico	2	4	8	Medio	Exposición total a factores contaminantes (orinas o heces de aves) aumentando el riesgo de enfermedades por agentes patógenos como Salmonella y Campylobacter.
<b>Tratamiento</b>	Falta de desinfección y filtración del agua.	Físico y Microbiológico	4	5	20	Muy alto	La falta de clorificación en el agua aumenta la contaminación y microorganismos patógenos amenazando la salud del consumidor, y a su vez si no se realiza un proceso de filtración existirá la presencia de las partículas en suspensión.

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
	Equipos en mal estado.	Físico	4	3	12	Alto	Los equipos agraviados influyen negativamente en las propiedades organolépticas (color, olor y el sabor) del agua, ya que éstas no van a variar por falta de un proceso de desinfección y por ende los consumidores están en riesgos por consumir aguas sin tratar.
	Posibles rupturas por el deterioro de las tuberías.	Físico y Microbiológico	2	3	6	Medio	Las fugas causan una gran pérdida de agua y aumentan el riesgo de contaminación microbiana debido a la infiltración de agua contaminada en la red de distribución.
<b>Distribución</b>	Carencia de mantenimientos regulares en las tuberías.	Físico, Químico y Microbiológico	5	4	20	Muy alto	Aumento de contaminación por microorganismos y tierra que se mezclan con el agua y se transporta a los consumidores.
<b>Consumo</b>	Reservorios de almacenamiento de agua sin cubierta.	Microbiológico	3	3	9	Alto	Posible efecto a la salud humana a largo plazo, por la presencia de microorganismos.

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Evento peligroso</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Fundamento</b>
	Aguas en malas condiciones.	Físico	5	4	20	Muy alto	Los consumidores reciben aguas con color, olor y sabor desagradable, por lo que no es apta al consumo humano ya que puede generar afectaciones a la salud.

**ELABORADO: AUTORA**

## **4.3 Propuesta del Plan de Seguridad del agua en la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas".**

### **4.3.1 Título de la propuesta.**

Propuesta de un plan de seguridad del agua en la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas", con el fin de mejorar los procesos en cada una de las etapas del sistema de abastecimiento.

### **4.3.2 Justificación.**

Según Ye. et al (2015) mencionan que un suministro confiable y de alta calidad de agua potable segura es la base de una sociedad saludable y su desarrollo económico, sin embargo en la actualidad existen muchas carencias en la prestación del servicio de agua potable especialmente en zonas rurales debido a la falta de apoyo de políticas administrativas y operacionales, por tal motivo surge la necesidad de que las comunidades se organicen en Juntas Administradoras rurales de agua potable, donde la mayoría nacen del esfuerzo de grupos y asociaciones interesados por mejorar la falta del líquido vital [37].

Del mismo modo, se hace mención que el servicio de agua potable administrado de manera segura es la forma más eficaz de garantizar la seguridad del servicio de agua a la comunidad, el mismo que se logra adoptando un marco de gestión sistemático y preventivo conocido como Plan de Seguridad del agua (PSA) cuya metodología permite identificar y evaluar los peligros y riesgos asociados a las diferentes etapas del sistema de agua, es decir desde la cuenca hasta el consumidor, para después analizar los puntos críticos de control y proponer medidas de control con la única finalidad de elaborar un plan de mejoramiento del sistema de abastecimiento que la junta en estudio posee.

### **4.3.3 Fundamentación.**

Las políticas administrativas en muchos países no promueven la creación de instituciones apropiadas para gestionar y mejorar el suministro de agua; es por eso que a nivel mundial en las áreas rurales el acceso al agua potable de una fuente segura o mejorada sigue siendo excesivamente bajo. En consecuencia de aquello, las organizaciones comunitarias de agua potable pueden considerarse un pilar de las estructuras de gobernanza descentralizadas para la gestión del agua en las zonas rurales; ya que son organizaciones sociales sin fines de lucro que tienen por finalidad prestar sus servicios en la comunidad, cuyo objetivo es incrementar los niveles del servicio y el acceso al recurso hídrico [47].

De acuerdo a Li et al (2020), la Organización Mundial de la Salud promueve un marco integral de gestión de riesgos del agua potable desde 2004 a través del uso del Plan de seguridad del agua (PSA). Un PSA es un enfoque sistemático de gestión de riesgos que abarca todos los pasos del suministro de agua desde la fuente hasta el consumidor, el mismo que proporciona un medio para identificar sistemáticamente peligros potenciales, evaluar peligros potenciales en función de la probabilidad y la gravedad del peligro, y fortalecer o crear sistemas de gestión de riesgos para mitigar mejor los posibles riesgos para el suministro de agua y/o calidad [8].

### **4.3.4 Objetivos.**

#### **4.3.4.1 Objetivo General.**

Proponer un Plan de Seguridad del agua en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, con el fin de mejorar los procesos en cada una de las etapas del sistema de abastecimiento.

#### **4.3.4.2 Objetivos Específicos.**

- Esquematizar cada una de las etapas del sistema de abastecimiento en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.
- Determinar los puntos críticos de control y medidas de control en base a los peligros identificados en el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.
- Elaborar un plan de mejora para las etapas del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.

#### **4.3.5 Importancia.**

Según Gunnarsdottir et al (2012) en su artículo “Beneficios de los planes de seguridad del agua: microbiología, cumplimiento y salud pública” mencionan que la metodología PSA es la más completa como propuesta para un estudio de calidad del agua, ya que abarca todo el sistema de agua desde la captación hasta el consumidor con el objetivo de prevenir la contaminación en cada etapa y garantizar la seguridad del agua potable; en contraste de los enfoques convencionales que se enfocan principalmente en asegurar que el agua potable cumpla estándares gubernamentales para parámetros biológicos y químicos con pruebas de punto final [48].

#### **4.3.6 Ubicación sectorial y física.**

El Plan de Seguridad del agua se desarrollará en base a los riesgos y peligros identificados en cada etapa del sistema de abastecimiento en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, con la finalidad de garantizar la seguridad del servicio del agua a la comunidad, las cuales dependen de estas para satisfacer sus necesidades.

### **4.3.7 Factibilidad.**

La propuesta será factible debido a que una vez elaborado la directiva de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” podrá considerarlo dentro de sus actividades para que de esta forma a un mediano plazo sea ejecutado con ayuda financiera del GAD Municipal- Buena Fe y el apoyo técnico del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

#### **4.3.7.1 Factibilidad Social.**

Garantizar la seguridad del servicio del agua potable permitirá el grado de aceptación y apoyo de la comunidad y autoridades involucradas en las actividades del PSA de tal modo que se cumplirá a la perfección todos los objetivos planteados.

#### **4.3.7.2 Factibilidad Legal.**

Conforme a lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador en el Registro Oficial. N° 449, del lunes 20 de octubre de 2008. En el Título II Derecho del Buen Vivir. Sección Primera, Agua y Alimentación, en el Art. 12.- *El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.* Mientras que, en el Capítulo quinto de los Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas en el Art. 318.- *El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias [49].*

El Plan Nacional para el Buen Vivir (2017-2021). Objetivos del Buen Vivir, el Objetivo 6 pretende tal como lo establece en la política 6.3 *“Fomentar en zonas rurales el acceso a servicios de salud, educación, agua segura y saneamiento básico, pertinentes y de calidad”* [50].

El Código Orgánico de Organización Territorial, manifiesta lo siguiente: En el Capítulo VI del artículo 137.- Ejercicio de las Competencias Constitucionales: *“Los servicios públicos de abastecimiento de agua potable serán prestados en la forma prevista en la Constitución y la ley. Se fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y lo comunitario.* En el artículo 146.- Ejercicio de las competencias de promoción de la organización ciudadana y vigilancia de la ejecución de obras y calidad de los servicios públicos: *“Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales, promoverán la organización de recintos, comunidades, comités barriales, organizaciones ciudadanas y demás asentamientos rurales en todos los ejes temáticos de interés comunitario; y establecerán niveles de coordinación con las juntas administradoras de agua potable”* [51].

Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua en el apartado *“Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico”* en los siguientes numerales establece que 5.1.1.1 *Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como: a) Bebida y preparación de alimentos para consumo, b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.* 5.1.1.2 *Esta Norma aplica la selección de aguas captadas para consumo humano y su uso doméstico, para lo cual se deberá cumplir con los criterios establecidos e indicados en la Tabla 1 de la Norma.* 5.1.1.3 *De ser necesario para alcanzar los límites establecidos en la Norma INEN para agua potable se deben implementar procesos de tratamientos adecuados y que permitan alcanzar eficiencias óptimas, con la finalidad de garantizar agua de calidad para consumo humano* [52].

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua en el Capítulo II “Uso y aprovechamiento del agua subterránea y acuífero” hace mención que, en el efecto, la Autoridad Única del Agua requerirá de quien solicita su uso o aprovechamiento, la presentación de los estudios pertinentes que justifiquen el cumplimiento de las indicadas condiciones cuyo detalle y parámetro se establecerán en el Reglamento de esta Ley. Art 118.- *Corresponsabilidad en la conservación del agua subterránea: Los sistemas comunitarios, juntas de agua potable, juntas de riego y los usuarios del agua son corresponsables con el Estado de protección, conservación y manejo del agua subterránea* [53].

La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y Caribe, el Objetivo 6 “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”, hace mención según las metas 6.2 “*De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos*”. 6.3 “*De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial*” [54].

### 4.3.8 Plan de trabajo.

Para una mejor planificación, ordenanza y sistematización es indispensable la realización de un plan de trabajo el mismo que ayudará a tener una visión general del trabajo a elaborar: La tabla 23 presenta un plan de trabajo estructurado de la siguiente manera: objetivos, metas, actividades, costos y responsables.

Tabla 23

*Plan de trabajo de la propuesta de un Plan de Seguridad del agua en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”*

<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Localización</b>	<b>Actividades Propuestas</b>	<b>Meta</b>	<b>costos (USD)</b>	<b>Responsable</b>
Propuesta de un Plan de Seguridad del agua en la Junta Administradora de agua potable Recinto	Establecer las actividades propuestas en el PSA para la Junta Administradora de agua potable Recinto	Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, cantón Buena Fe, provincia Los Ríos	Esquematizar cada una de las etapas del sistema de abastecimiento en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.	Para el 2023, identificar aproximadamente el 100% de las deficiencias existentes en el sistema de abastecimiento de agua potable.	5.000	Directiva de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” conjuntamente el MAATE, entes

<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Localización</b>	<b>Actividades Propuestas</b>	<b>Meta</b>	<b>costos (USD)</b>	<b>Responsable</b>
“Aguas Blancas”	“Aguas Blancas”, 2022		Determinar los puntos críticos de control y medidas de control en base a los peligros identificados en el sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.	Para el 2023, verificar que las medidas de control establecidas sean eficaces para los peligros identificados.		reguladores de la calidad del agua y GAD Municipal-cantón Buena Fe.
			Elaborar un plan de mejora para las etapas del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.	Para el 2025, elaborar el plan de mejora optimizando proceso en las etapas del sistema de abastecimiento de agua potable.		
			Formular un cronograma de plan de acción para reducir o eliminar los	Para el 2027, validar el formulario		

Proyecto	Objetivos	Localización	Actividades Propuestas	Meta	costos (USD)	Responsable
			peligros existentes en las etapas del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.	cronograma del plan de acción aplicado a la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”.		

**ELABORADO: AUTORA**

### **4.3.9 Actividades.**

#### **4.3.9.1 Formación del equipo del PSA.**

En la conformación del equipo de trabajo para el diseño del Plan de Seguridad del Agua dentro de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” es indispensable que el PSA cuente con profesionales altamente capacitados aptos para desempeñar íntegramente cada función designada en cada una de las etapas del sistema de abastecimiento y a su vez identificar los posibles riesgos y peligros relacionados con la seguridad del agua en el suministro. El equipo del PSA estará conformado por las siguientes entidades:

Tabla 24

*Equipo Técnico del PSA de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”*

<b>N°</b>	<b>Nombre y apellido</b>	<b>Entidad</b>	<b>Cargo</b>	<b>Función en el equipo</b>	<b>Información de contacto</b>
<b>1</b>	Srta. Fernanda Bazarro Marcillo	UTEQ	Técnico de la UTEQ	Equipo técnico responsable de la elaboración del PSA	0939445836
<b>2</b>	Sr. William Chávez Solís	JAAP Recinto “Aguas Blancas”	Presidente	Responsable de relaciones con autoridades reguladoras y de control	0969847608
<b>3</b>	Sra. Zenobia Piedrahita Montoya	JAAP Recinto “Aguas Blancas”	Secretaria	Responsable de llevar el orden en los registros sobre los procesos	0999399323
<b>4</b>	Sra. Diana Yela Criollo	JAAP Recinto “Aguas Blancas”	Tesorera	Responsable de pagos de los procesos	0993274602
<b>5</b>	Sr. José Vidal Zambrano	JAAP Recinto “Aguas Blancas”	Vocal 1	Responsable de servicios de apoyo al proceso	-
<b>6</b>	Sra. Nelli Criollo Núñez	JAAP Recinto “Aguas Blancas”	Vocal 2	Responsable de servicios de apoyo al proceso	0982759401
<b>7</b>	Sr. Clelio Yela Criollo	JAAP Recinto “Aguas Blancas”	Operador	Oficial de operaciones en los procesos	0969386616
<b>8</b>	Ing. Carolina Tay Hing Cajas	UTEQ	Técnico de la UTEQ	Identificadora de peligros y riesgos en los procesos	0939953278
<b>9</b>	Dr. Eduardo Mendoza Palma	GAD Municipal-Buena Fe	Alcalde	Responsable de seguimiento y control del PSA	-

N°	Nombre y apellido	Entidad	Cargo	Función en el equipo	Información de contacto
10	Ing. Gustavo Manrique Miranda	MAATE	Ministro del Ambiente	Responsable del seguimiento y control del PSA	-
	Ing. Guillermo Rosero Bustamante	GAD Municipal-Buena Fe	Responsable de Gestión Ambiental	Responsable de seguimiento y control del PSA	0993099206

**ELABORADO: AUTORA**

#### 4.3.9.2 Descripción del sistema de abastecimiento de agua.

Mediante la elaboración de un diagrama de flujo se detallará cada uno de los componentes del sistema de suministro de agua, el mismo que permitirá determinar qué puntos del sistema son vulnerables a eventos peligrosos y los tipos de peligros relevantes para definir el proceso de evaluación de riesgos existentes.

La Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” está estructurada por 5 etapas bien descritas y definidas como se presenta en la Figura 12, donde la primera etapa es la captación, la misma que posee para las aguas subterráneas un pozo profundo de 100m, a la vez contiene una bomba sumergible de 5HP de potencia y una tubería de metal para la succión del agua que es transportada a la etapa de almacenamiento y almacenada en un solo tanque de cemento recubierto internamente con cerámica cuya capacidad es de 20000 L.

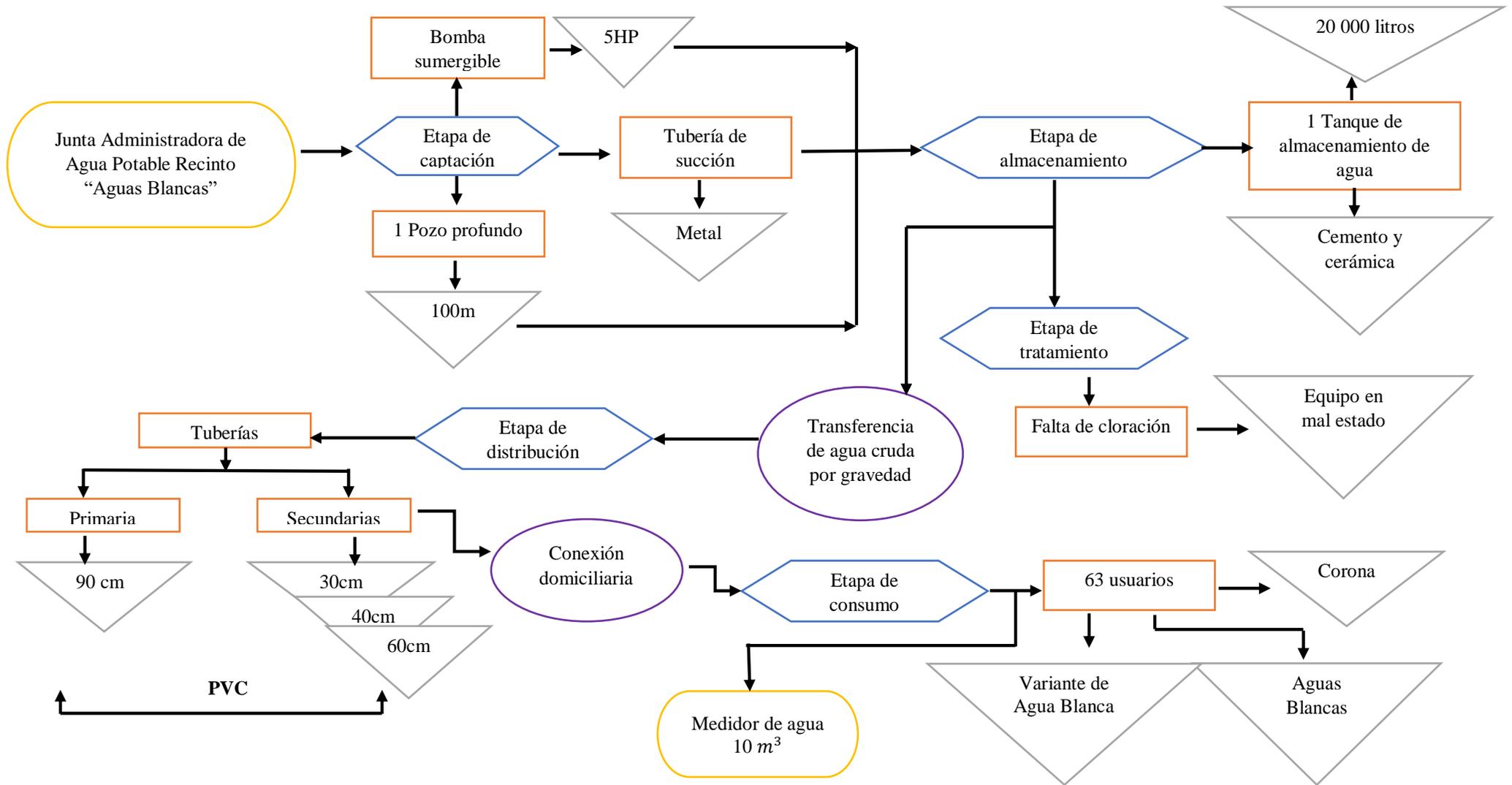
En la etapa de tratamiento la Junta Administradora de agua potable no realiza la clorificación porque los equipos (clorificador) se encuentran en mal estado; por esta razón, existe una transferencia por gravedad de agua cruda hacia la etapa de distribución, la cual contiene una tubería primaria de 90 cm de diámetro y secundarias con diámetros

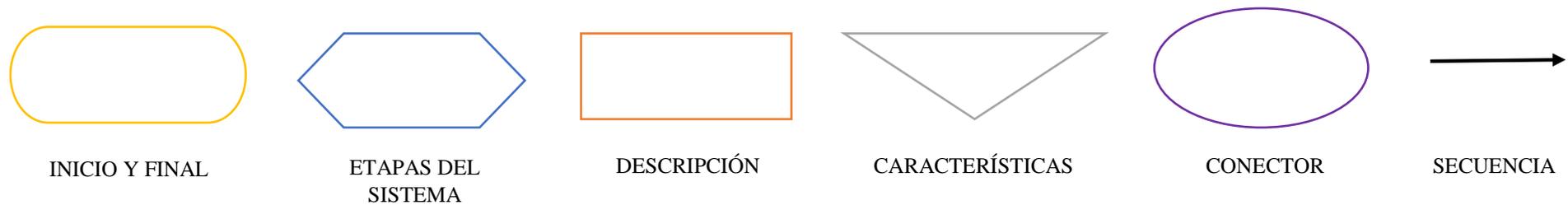
de 30, 40 y 60 cm, cabe recalcar que todas las tuberías de la red de distribución son de PVC.

Finalmente, en la etapa de consumo el servicio de agua potable es repartido a los 63 usuarios activos de los sectores La Corona, Aguas Blancas y variante de Aguas Blancas, donde cada usuario recibe  $10 m^3$  con un valor mensual de \$4, si se sobrepasan la cantidad correspondiente tienen la obligación de cancelar lo que consume.

Figura 12

Diagrama de flujo del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas"





**ELABORADO: AUTORA**

#### **4.3.9.3 Determinación de Puntos Críticos de Control (PCC) y medidas de control (MC) existentes o potenciales.**

Los peligros identificados en cada proceso poseen un factor crítico que se puede controlar reduciendo o eliminando las consecuencias a futuro, aplicando una medida de control. En la Tabla 25 se detalla todas las medidas de control a considerar para lograr agua potable de excelente calidad; de tal manera de acuerdo a los peligros ya establecidos en cada etapa del proceso de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” (Tabla 21), las medidas de control en mayor parte son la erradicación de cultivos agrícolas mínimo a 100m de la fuente y construcción de plancha de concreto como cubierta del pozo (captación), monitoreo del estado del tanque pese a las condiciones climáticas que se presenta día a día y construcción del sistema cerrado de techado que proteja el tanque de la defecación de las aves (almacenamiento). Implementación de un sistema de filtrado para la reducción de partículas sedimentarias en el agua almacenada (tratamiento) y monitoreo de las condiciones físicas de las tuberías de distribución y monitoreos de parámetros físico-químicos como color, turbidez y coliformes fecales (distribución y consumo).

Tabla 25

*Puntos críticos de control y medidas de control con respecto a los peligros identificados en el sistema de abastecimiento*

<b>Etapas</b>	<b>Evento peligroso</b>	<b>Peligro identificado</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Punto crítico de control</b>	<b>Medida de control</b>
<b>Captación</b>	Mezclas de plaguicidas procedentes de las actividades agrícolas	de Infiltración de altas concentraciones de sustancias químicas tóxicas	Medio	Sustancias químicas tóxicas por la utilización de herbicidas, plaguicidas y fungicidas	Erradicación de cultivos agrícolas a 100m de la fuente de captación.
	Ausencia de revestimiento alrededor del pozo	de Incremento de la turbidez en las aguas subterráneas por la infiltración de lodo y arena	Muy alto	Color y Turbidez	Construcción de plancha de concreto como cubierta del pozo.
	Presencia de numerosos pozos sépticos aledaños	de Contaminación por bacterias entéricas productoras de enfermedades	Alto	Coliformes fecales	Implementación de pozos sépticos biodigestores a 30 m de la captación del pozo.
	Corrosión en la tubería principal del pozo	de Contaminación por la corrosión de metal en la	Alto	Altas concentraciones de hierro y magnesio desprendido	Realizar mantenimientos anuales a la tubería principal de metal.

<b>Etapas</b>	<b>Evento peligroso</b>	<b>Peligro identificado</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Punto crítico de control</b>	<b>Medida de control</b>
		tubería de captación principal			
	Crecimiento de biofilm microbiana	Aumento de contaminación por biofilm microbiano en la pared del tanque	Alto	Alta incidencia de hongos y mohos (biofilm microbiano)	Realizar mantenimiento de limpieza periódica al tanque de almacenamiento.
<b>Almacenamiento</b>	Acumulación de sedimentos en la parte baja del tanque	Enfermedades por ingerir aguas con alto porcentaje de sedimentos	Muy Alto	Presencia de lodos y sedimentos acumulados	Inspecciones del tanque para evaluar la calidad del agua.
	Introducción de patógenos por ausencia de cubierta de tanque	Enfermedades causadas por los patógenos que ingresan al tanque por falta de cubierta (orina, heces fecales o microorganismos)	Medio	Presencia de agentes patógenos en el agua almacenada	Construir un sistema cerrado (techado) que proteja la parte superior del tanque.
	Falta de desinfección y filtración del agua	Aumento de enfermedades por	Muy alto	Turbiedad y mal olor-color en el agua	Implementación de un sistema de filtrado.

<b>Etapas</b>	<b>Evento peligroso</b>	<b>Peligro identificado</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Punto crítico de control</b>	<b>Medida de control</b>
		irregular proceso de desinfección y filtración			
<b>Tratamiento</b>	Equipos en mal estado	Alteración de la calidad del agua por procesos de tratamientos incompletos	Alto	Equipos de cloración averiados con bajo rendimiento	Inspecciones de equipos de cloración para cambio o mantenimiento.
	Posibles rupturas por deterioro de tuberías	Contaminación y pérdida de agua por rupturas bajo tierra	Medio	Tuberías en mal estado, rotura y fugas	Realizar de manera periódica chequeos a los sistemas de distribución.
<b>Distribución</b>	Escasos mantenimientos en tuberías	Alteración de la calidad de agua por la ruptura de tuberías bajo tierra	Muy alto	Presencia de contaminantes al mezclarse con tierra	Mantenimiento de las redes de distribución de forma anual.
	Reservorios de agua sin cubierta	Crecimiento de microorganismos y aumento de enfermedades por infección	Alto	Presencia de patógenos (microbios)	Inspecciones de tanques reservorios en hogares de los consumidores para la eliminación de la vida microbiana.

<b>Etapas</b>	<b>Evento peligroso</b>	<b>Peligro identificado</b>	<b>Clasificación del riesgo</b>	<b>Punto crítico de control</b>	<b>Medida de control</b>
<b>Consumo</b>	Propiedades físicas-químicas de baja calidad	Enfermedades causadas por infecciones tras ingerir agua contaminada	Muy alto	Mal olor, color y sabor	Monitoreo de parámetros físico-químicos como color, turbidez y coliformes fecales de la calidad del agua en los hogares de los consumidores.

**ELABORADO: AUTORA**

#### **4.3.9.4 Elaboración de un plan de mejora o modernización.**

La implementación de un plan de mejora establece las medidas alternas o de cambio tomadas para mejorar la situación que atraviesa una organización con respecto al contexto estudiado. En la siguiente matriz (Tabla 26) se define la medida de acuerdo al peligro encontrado, el fundamento o criterio para considerarlo un peligro, a la vez se establece las alternativas de mejora para cada medida con su respectivo responsable para dar cumplimiento de la medida (Jefe de operación, Técnico ambiental y Químico de calidad de agua). Además, se especifica que la mayor parte de las medidas a considerar dentro de la junta de agua potable son a mediano plazo.

Tabla 26

*Medidas y responsabilidades de un plan de mejora o modernización de la calidad del agua para consumo*

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Importancia</b>	<b>Tiempo</b>
Erradicación de cultivos agrícolas a 100m de la fuente de captación.	En el recorrido por la fase de campo se pudo observar que a los alrededores de la junta existe un sinnúmero de plantaciones agrícolas, motivo por el cual se han detectado diversos agroquímicos contaminantes del agua. No se sabe con exactitud que estos riesgos estén controlados.	Reunión con los agricultores y negociación de programa de incentivos.	-Técnico Ambiental -Oficial de enlace de la cuenca de captación o cuenca hidrográfica	Deseable	Mediano plazo
Construcción de plataforma de concreto como cubierta del pozo.	En el proceso de la evaluación de riesgo se identificó la ausencia de revestimiento alrededor del	Recabar suficientes recursos económicos para la ejecución del revestimiento del pozo	-Técnico Ambiental -Departamento de obras públicas del GAD	Prioritario	Corto plazo

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Importancia</b>	<b>Tiempo</b>
	pozo permitiendo la infiltración de arena en el agua. No se sabe con exactitud que estos riesgos estén controlados.	por parte del Departamento de obras públicas.	municipal del cantón Buena Fe		
Implementación de pozos sépticos biodigestores a 30 m de la captación del pozo.	En el monitoreo por el campo se evidenciaron pozos sépticos cercanos al sistema de captación por la presencia de viviendas aledañas y es probable que es el agua esté contaminada por agentes patógenos: Escherichia coli. No se sabe con exactitud que estos riesgos estén controlados.	Requerir a un tribunal de planificación pública la eliminación de los pozos sépticos que se encuentran más cercanos al sistema de captación e implementar pozos biodigestores los mismos que reducen la contaminación microbiológica.	-Jefe de operación en captación  -Técnico especializado en instalación, mantenimiento y tratamiento de pozos sépticos	Deseable	Mediano plazo
Realizar mantenimientos	La evaluación de riesgos permitió identificar que la	Monitoreo de calidad de parámetros del agua y	-Jefe de operación en captación	Prioritario	Mediano plazo

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Importancia</b>	<b>Tiempo</b>
anuales a la tubería principal de metal.	tubería de succión del pozo posiblemente se vería afectada por la corrosión del metal debido a la falta de mantenimientos y cambios. No se sabe con exactitud que estos riesgos estén controlados.	presión de llegada a los consumidores para verificar si existen problemas en redes de distribución.	-Técnico Ambiental		
Inspecciones del tanque para evaluar la calidad del agua.	En el recorrido por el campo se presenció la existencia de biofilm microbiano y la acumulación de sedimentos en la parte externa del tanque de almacenamiento. No se sabe con exactitud que estos riesgos estén controlados.	Realizar mantenimiento de limpieza periódica al tanque de almacenamiento. Según CARE 2012, menciona que la frecuencia del mantenimiento depende de la calidad del agua y de las condiciones del ambiente, sin embargo es	-Operador	Prioritario	Corto plazo

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Importancia</b>	<b>Tiempo</b>
		recomendable hacerlo cada mes [55].			
Construir un sistema cerrado (techado) que proteja la parte superior del tanque.	Se evidenció la ausencia de techo en la etapa de almacenamiento permitiendo la entrada de posibles patógenos como: Salmonella y Campylobacter por la exposición total a factores contaminantes (orinas o heces de aves). No se sabe con exactitud que estos riesgos estén controlados.	Petición al GAD por parte de las autoridades de la JAAP para adquisición de materiales de buena calidad y la ejecución de la obra por el Departamento de obras públicas.	-Técnico Ambiental - Departamento de obras públicas del GAD municipal del cantón Buena Fe	Deseable	Mediano plazo
Implementación de un sistema de filtrado	En la fase de recorrido se identificó que las aguas almacenadas en el tanque no poseen un proceso de	Requerir al GAD Municipal la implementación de un	-Especialista en el tratamiento del agua	Prioritario	Mediano plazo

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Importancia</b>	<b>Tiempo</b>
	filtrado, por tal razón existe la presencia de numerosas partículas suspendidas en el recurso. No se sabe con exactitud que estos riesgos estén controlados.	proceso de filtración dentro de la junta. Informes de resultados de la implementación.			
Inspecciones de equipos de desinfección cambio mantenimiento.	de El clorificador que antes se encontraba en funcionamiento y no estaba en buen estado y a su vez no abastecía para todo el sistema, desde el 28 de enero de 2021 se dañó y dejó de funcionar, motivo por el cual las aguas suministradas no reciben proceso de clorificación. No se sabe con exactitud que	de contar con tecnologías y equipos apropiados y sostenibles (clorificador) de acuerdo a la calidad del agua considerando a su vez un buen funcionamiento.	-Especialista en tratamiento del agua	Prioritario	Mediano plazo

Medida de control	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsabilidades	Importancia	Tiempo
Realizar de manera periódica chequeos a los sistemas de distribución.	<p>estos riesgos estén controlados.</p> <p>En la evaluación de riesgo se determinó que las fugas causan una gran pérdida de agua y aumentan el riesgo de contaminación microbiana debido a la infiltración de agua contaminada en la red de distribución. No se sabe con exactitud que estos riesgos estén controlados.</p>	<p>Identificar las zonas frágiles a roturas de la tubería, realizar chequeos de manera mensual para verificar su estado.</p> <p>Mantenimiento del sistema de distribución del agua. Según USAID, 2016 hace mención que al menos una vez por mes se debe dar mantenimiento las tuberías para eliminar sedimentos acumulados [56].</p>	<p>-Químico especialista en calidad del agua</p> <p>-Operador</p>	Prioritario	Corto plazo

<b>Medida de control</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Plan de mejora específico</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Importancia</b>	<b>Tiempo</b>
Mantenimiento de las redes de distribución de forma anual.	La falta de mantenimientos en las redes de distribución provoca la contaminación por microorganismos y tierra que se mezclan con el agua y se transporta a los consumidores. No se sabe con exactitud que estos riesgos estén controlados.	Realizar desinfección en las redes de distribución.	-Técnico Ambiental - Servicio técnico especializado en el mantenimiento de las tuberías	Prioritario	Mediano plazo
Inspecciones de tanques reservorios en hogares de los consumidores.	Dado que el consumidor almacena sus aguas en reservorios sin cubiertas corren el riesgo de un efecto negativo a la salud humana a largo plazo, por la presencia de microorganismos. No se sabe	Mantenimiento de los consumidores en la limpieza de cisternas de manera periódica. Dosificación de cloro adecuada para la eliminación de patógenos.	-Técnico Ambiental -Operador	Prioritario	Corto plazo

Medida de control	Fundamento	Plan de mejora específico	Responsabilidades	Importancia	Tiempo
	con exactitud que estos riesgos estén controlados.				
Monitoreo de parámetros físicos-químicos (color, turbidez y coliformes fecales) de la calidad del agua en los hogares de los consumidores.	El recorrido por la fase del campo mostró que los consumidores reciben aguas con color, olor y sabor desagradable, por lo que no es apta al consumo humano ya que puede generar afectaciones a la salud. No se sabe con exactitud que estos riesgos estén controlados.	Monitorear anualmente la calidad del agua en los puntos de consumo de los hogares.	-Químico especialista en calidad del agua	Prioritario	Mediano plazo

**ELABORADO: AUTORA**

#### 4.3.9.5 Formulación de un cronograma del plan de acción.

La finalidad de estructurar el plan de acción es presentar los peligros, medidas, responsables de las mismas en espacio, tiempo y recursos económicos de los cuales se necesita para cubrir falencias de la JAAP en todas sus fases. En la Tabla 27 se muestran los peligros identificados en cada fase, cual es la medida a implementarse, el tiempo y responsable de dar cumplimiento a la medida y el presupuesto de herramientas y mano de obra adquirida. La acción correctiva de implementar un proceso de filtración dentro de la junta como un sistema de tratamiento de agua (Sistema de Ósmosis Inversa (filtración de agua)) es la de mayor presupuesto US\$ 3500 incluyendo mano de obra por parte del especialista en tratamiento de agua.

Tabla 27

*Cronograma de plan de acción*

<b>Etapas ¿Dónde?</b>	<b>Peligros identificados</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Cuándo?</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>Inversión Requerida US \$</b>	<b>Fuente financiera</b>
	Filtración de altas concentraciones de sustancias químicas tóxicas.	Erradicación de cultivos agrícolas a 100 m de la fuente de captación. Según MAE en el año 2017, recomienda cada seis meses inspeccionar	Cada 3 años	-Técnico Ambiental -Oficial de enlace de la cuenca de captación o	50,00	Donación por parte de entidades públicas

<b>Etapas ¿Dónde?</b>	<b>Peligros identificados</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Cuándo?</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>Inversión Requerida US \$</b>	<b>Fuente financiera</b>
<b>Captación</b>		el área de influencia del pozo para evitar contaminación, un ejemplo práctico es asegurarse que cada 2-3 años no existan cultivos cerca de los 50-100 m de la boca del pozo [57].		cuenca hidrográfica		
	Incremento de la turbidez en las aguas subterráneas por la infiltración de lodo y arena.	Construcción de plancha de concreto como cubierta del pozo.	En época de verano evitando las lluvias	-Técnico Ambiental -Departamento de obras públicas del GAD municipal del cantón Buena Fe	38,00	Recursos propios o Donación por parte de entidades públicas
	Contaminación por bacterias entéricas productoras de enfermedades.	Implementación de pozos sépticos a 30 m de la captación del pozo.	En época de verano evitando las lluvias	-Jefe de operación en captación  -Técnico especializado en	472,50	Donaciones por parte de entidades públicas

<b>Etapas ¿Dónde?</b>	<b>Peligros identificados</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Cuándo?</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>Inversión Requerida US \$</b>	<b>Fuente financiera</b>
				instalación, mantenimiento y tratamiento de pozos sépticos		
	Contaminación por la corrosión de metal en la tubería de captación principal.	Realizar mantenimientos anuales a la tubería principal de metal.	Cada año	-Jefe de operación en captación -Técnico Ambiental	89,00	Donaciones por parte de entidades públicas
	Aumento de contaminación por biofilm microbiano en la pared del tanque.	Realizar mantenimiento de limpieza periódica al tanque de almacenamiento.	Mensual	-Operador	200,00	Donaciones por parte de entidades públicas Recursos propios
	Enfermedades por ingerir aguas con alto porcentaje de sedimentos.	Inspecciones del tanque para evaluar la calidad del agua.	Mensual	-Técnico Ambiental -Departamento de obras públicas del	25,00	Recursos propios

<b>Etapas ¿Dónde?</b>	<b>Peligros identificados</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Cuándo?</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>Inversión Requerida US \$</b>	<b>Fuente financiera</b>
<b>Almacenamiento</b>				GAD municipal del cantón Buena Fe		
	Enfermedades causadas por los patógenos que ingresan al tanque por falta de cubierta (orina, heces fecales o microorganismos).	Construir un sistema cerrado (techado) que proteja la parte superior del tanque.	En época de verano evitando las lluvias	-Especialista en tratamiento del agua	43,00	Recursos propios o donaciones por parte de entidades públicas
	Aumento de enfermedades por irregular proceso de desinfección y filtración.	Implementación de un sistema de filtrado.	En época de verano evitando las lluvias	-Especialista en tratamiento del agua	3.500	Donaciones por parte de entidades públicas
<b>Tratamiento</b>	Alteración de la calidad del agua por procesos de	Inspecciones de equipos de desinfección para	Cada año	-Químico especialista en calidad del agua -Operador	25,00	Donaciones por parte de entidades públicas

<b>Etapas ¿Dónde?</b>	<b>Peligros identificados</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Cuándo?</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>Inversión Requerida US \$</b>	<b>Fuente financiera</b>
	tratamientos incompletos.	cambio o mantenimiento.				
	Contaminación y pérdida de agua por rupturas bajo tierra.	Realizar de manera periódica chequeos a los sistemas de distribución.	Cada 6 meses	-Técnico Ambiental - Servicio técnico de manteamiento en tuberías	25,00	GAD Municipal-cantón Buena Fe
<b>Distribución</b>	Alteración de la calidad de agua por la ruptura de tuberías bajo tierra.	Mantenimiento de las redes de distribución de forma anual.	Cada año	-Técnico Ambiental -Operador	33,00	GAD Municipal-cantón Buena Fe
	Crecimiento de microorganismos y aumento de enfermedades por infección.	Inspecciones de tanques reservorios en hogares de los consumidores.	Cada 3 meses	-Químico especialista en calidad del agua	25,00	Recursos propios
<b>Consumo</b>	Enfermedades causadas por infeccionas	Monitoreo de parámetros físicos-químicos (color,	Cada año	-Químico especialista en calidad del agua	30,00	Fondos propios

<b>Etapas ¿Dónde?</b>	<b>Peligros identificados</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Cuándo?</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>Inversión Requerida US \$</b>	<b>Fuente financiera</b>
	ingerir agua contaminada.	turbidez y coliformes fecales) de la calidad del agua en los hogares de los consumidores.				

**ELABORADO: AUTORA**

#### 4.4 Discusión.

En el diagnóstico del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” se evidenció que las redes de distribución no poseen ningún tipo de limpieza y mantenimiento por la falta de recursos de la directiva administrativa y operacional. De igual manera, Venkata *et al.*, 2015 determinaron que la red de distribución de las comunidades rurales de Ghana carecen de mantenimientos, porque no existen monitores y controles por parte de entidades públicas o privadas [58]. A diferencia de, Cervantes *et al.*, 2017 quienes mostraron que las infraestructuras del sistema de agua en Ciénega de Chapala, Michoacán, México, en especial las tuberías de la red de distribución que transporta el agua a los usuarios reciben mantenimientos y reparaciones de fugas en la red, dado que, poseen los recursos necesarios y suficientes para la realización de estas actividades [59]. En relación, Lane *et al.*, 2022 indicaron que el mantenimiento de las tuberías casi siempre representa el área con la mayor cantidad de peligros y que los enfoques alternativos para el financiamiento y la gestión del mantenimiento serán importantes para mitigar el riesgo y garantizar agua potable segura [60].

Más del 60% de los usuarios se mostraron satisfechos con la cantidad de agua que llega a sus hogares, dado que, los diámetros de las tuberías facilitan el traslado y velocidad del agua. Del mismo modo, Márquez (2017) indicó que 84,7% de las organizaciones rurales de agua potable en Xalapa-México consideraron que el nivel de cantidad del agua potable que reciben es suficiente para que sus actividades no sean interrumpidas, lo cual está vinculado a que las tuberías se encuentran en buenas condiciones, es decir, sin la presencia de fugas o pérdida de agua [61], estos casos se asemejan con el estudio realizado por Hinojosa (2018) donde señaló que la mayoría de las comunidades andinas rurales en Cotacachi-Ecuador (72,7%) estaban satisfechas con la cantidad de agua potable que poseen en sus hogares, considerando como principal factor contribuyente la potencialidad de la bomba del pozo al momento de distribuir el recurso [62]. En efecto, Madrigal *et al.*, 2013 mencionó que el tamaño, potencialidad y condición de la infraestructura de un suministro de agua potable influye en el nivel de cantidad de agua en los hogares [47].

Según el estudio realizado la mayoría de los usuarios mostraron inconformidad con respecto a la calidad del agua por la alta presencia de colores extraños, debido a, la falta de protección en el pozo; este resultado concuerda a lo señalado por Moncada et al., 2021 quienes indicaron que 58 viviendas en Villapinzon-Colombia se sentían inconformes con el alto grado de turbidez que percibían en las aguas, dado que, no se realizaba un proceso de filtración [63]; del mismo modo Ortiz et al., 2019 mostraron que 46,7% de las familias en Vueltas- El Salvador indicaron que recibían sus aguas lodosas, terrosas y turbias; motivo por el cual, no existían controles en la calidad del agua [64]. Por el contrario, el estudio realizado por Morales (2020) señaló que la mayoría de los habitantes de una comunidad rural en Patagonia- Argentina con un 79% consideraron la calidad del agua óptima para el consumo humano, ya que, sus propiedades organolépticas eran favorables [65]. Efectivamente, Valenzuela et al., 2012 señaló que la calidad del agua puede variar con gran rapidez, ejemplificando, en momentos de lluvia puede aumentar la turbidez y contaminación microbiana en aguas de origen [66].

Dentro de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” los consumidores mencionaron que la clorificación es un tratamiento necesario para las aguas, dado que, ayuda a contrarrestar la existencia de algunos microorganismos patógenos. No obstante, este método de desinfección no era suficiente, debido que, el agua poseía propiedades organolépticas de baja calidad; por tal razón, es indispensable otros tipos de tratamientos para la mejora del recurso. Este resultado corrobora a lo investigado por Ashbol (2015) quien reportó que en los sistemas de agua comunitarios rurales de EE.UU el cloro no era un desinfectante de agua potable efectivo contra los patógenos cultivados por amebas, motivo por el cual, existía inconformidad en los hogares [67]. De la misma forma, Torres et al., 2017 señaló que a diferencia de la clorificación los procesos de clarificación (coagulación-floculación) garantizaron la remoción de partículas en suspensión y turbiedad en las comunidades rurales colombianas [68]. En efecto, Ashbol en el año 2015 indicó que si se utilizan sistemas de distribución y/o desinfección de bajo rendimiento aparecen los virus entéricos que dan lugar a altos niveles de infección en los seres humanos [67].

En relación a los parámetros físicos-químicos analizados se obtuvo que la turbidez excedió los límites máximos permisibles para agua de consumo en las tres etapas del sistema de abastecimiento, dado que, no existían tratamientos de filtración y potabilización en el recurso. Estos resultados coinciden a lo reportado por Batista et al., 2020 quienes indicaron que la turbidez fue superior a 5 NTU en casi todos los puntos del sistema tanto en época lluviosa como seca, similar al estudio no se realizaban tratamiento de desinfección en las aguas [69]. Por el contrario, Morales et al., 2019 concluyeron que en los tres puntos de muestreo de la red de distribución de agua potable en la Comunidad El Comején, Masaya (Nicaragua) el análisis del parámetro de turbidez estaba dentro de los límites máximos permisibles según la OMS. En consecuencia, Mena et al., 2018 indicaron que las posibles fuentes de contaminación de aguas subterráneas están asociadas a las características geomorfológicas de la zona, así como a factores hidrometeorológicos y antropogénicos como la falta de alcantarillado, animales cerca de los pozos, falta de protección y el uso de agroquímicos [70].

Con respecto a los parámetros microbiológicos se notó una alta concentración de coliformes fecales en las aguas suministradas, lo cual puede ser atribuido a un sinnúmero de pozos sépticos alrededor de la junta en estudio. En relación, Leite et al., 2018 señalaron que en las aguas subterráneas del Sur de Brasil existió la presencia de coliformes fecales en la mayoría de los meses estudiados, donde manifestaron que los resultados indicaron que el agua podría verse afectada por la fuga de tanques sépticos asociada con las aguas residuales y la salida de los campos agrícolas [71]. Similarmente, Rivas et al., 2020 mostraron que las fuentes de agua potable de agua subterránea en comunidades rurales de la Costa de Chile fueron encontradas contaminadas con coliformes fecales que estaban presentes en todo el sistema, afirmando que la actividad humana es probablemente el factor principal que contribuye a el deterioro de la calidad del agua. Al respecto, Weiis et al., 2016 detectaron que los desechos fecales de animales y humanos son una de las principales causas de contaminación de pozos y consigo contraen enfermedades a la salud humana [72].

La Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” según el índice de calidad del agua NSF con un rango entre 51-70 dio como resultado un sistema de suministro de agua regular; motivo por el cual, el agua no se encontraba en buenas condiciones física-químicas y microbiológicas, por ende, no está completamente apta para el consumo ya que puede acarrear enfermedades a los usuarios. A diferencia de, Rivas et al., 2020 señalaron que el ICA-NSF mostró que la calidad del agua en la comunidades rurales de la Cordillera de la Costa de Chile varía de buena a excelente; dado que, poseen un correcto Plan de Seguridad del Agua [73]. Por su parte, Silva et al., 2021 en su estudio sobre la determinación del índice NSF en agua subterránea de una cuenca semiárida brasileña, el 9,1% de los pozos monitoreados tendrían agua de mala calidad, el 36,4% agua de buena calidad y el 54,4% agua de calidad regular [74].

En el sistema de abastecimiento de agua potable se evidenciaron diversos peligros los cuales significaron un alto nivel de riesgos en el estudio, siendo así que la ausencia de un revestimiento alrededor del pozo de captación se evaluó como un riesgo muy alto, dado a que por la falta de una protección física surge un incremento de la turbidez en las aguas subterráneas por la infiltración de lodo y arena volviéndola no apta para el consumo humano, de acuerdo con Gaviria et al., 2020, en su estudio de riesgo asociado a la infraestructura hídrica en zonas rurales de Costa Rica, señalan que las captaciones de agua subterráneas no tienen protección física para evitar la contaminación por la circulación de partículas sólidas en suspensión en el agua captada, por lo que este peligro fue clasificado como alto riesgo [75]. Por otra parte, la falta de clorificación y filtración como tratamientos primarios también fue uno de los riesgos más altos debido a la falta de mecanismos operativos dando lugar al aumento de microorganismos patógenos y la turbidez en el agua amenazando a su vez la salud del consumidor; de manera semejante el estudio realizado por Rinehold et al., 2011 mostraron que los procesos de tratamiento (clorificación, clarificación y filtración) no funcionaron de manera óptima debido a la falta de capacitación de los operadores y las limitaciones financieras por lo que se consideró como un riesgo alto en la etapa de tratamiento de las aguas [76].

La propuesta del Plan de Seguridad del agua integró las etapas metodológicas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), con la finalidad de mejorar la gestión administrativa, financiera, organizacional y operativa del área de estudio, por tal motivo una vez evaluados los riesgos se establecieron medidas de control para cada peligro descrito considerando, por lo que, el suministro de agua potable en este Recinto no es seguro, ya que los 14 peligros existentes por estar entre medios, altos y muy altos requirieron de una medida de control y a su vez de medidas de mejoras por si no se lograban optimizar las anteriores; dicho resultado concuerda con lo mencionado por Seghezzi et al., 2013 en el estudio de la mejora de la evaluación de riesgos y estrategias de reducción de riesgos en el Plan de Seguridad Hídrica (PSA) de Salta, Argentina donde señalaron que el más del 60% de las situaciones peligrosas identificadas requirieron medidas de control para reducir el riesgo por debajo de un límite aceptable [77]. En efecto, Pérez-Vidal en el año 2020 claramente señaló que se necesitaban programas de mejora y apoyo al PSA para optimizar las medidas de control y acciones correctivas existentes y evaluar otras nuevas para reducir los niveles de riesgo [26].

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones.

El test estadístico con respecto a la percepción ciudadana sobre el servicio de agua potable de la junta en estudio se lo obtuvo mediante la aplicación del programa SPSS-22, dando como resultado la fiabilidad de las pruebas de Alfa de Conbrach, Medida Kaiser-Meyer y Olkin y la significancia de la prueba de esfericidad de Bartlett, las cuales permitieron que con una varianza mayor a 70% se logre formar 4 componentes principales relacionando la cantidad, seguridad, calidad y tratamiento de las aguas suministradas a la comunidad.

El análisis de los resultados obtenidos en el diagnóstico de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” presentó falencias a escala mayor en captación por la regular cobertura del pozo, en almacenamiento por la ausencia de sedimentos en el tanque, y en tratamiento por carencia de proceso de cloración y filtrado. De acuerdo a la percepción social el servicio potable reflejó un alto nivel de conformidad con el servicio repartido; no obstante, estas aguas mostraron una elevada concentración de turbidez, causa esencial de incomodidad en los usuarios por lo que prefieren abastecerse desde otras fuentes (botellones de agua, pozos profundos y/o artesanos) para el cumplimiento de sus actividades cotidianas.

Con respecto a la caracterización físico-química y microbiológica se mostró la deficiente aplicación de tratamientos adecuados en el sistema de abastecimiento de agua potable; por tal motivo la turbidez sobrepasó los límites máximos permisibles establecidos en las normas vigentes INEN 1108 y los criterios de la OMS en las tres etapas: captación, almacenamiento y consumo; de igual modo, la demanda bioquímica de oxígeno contenía una mayor concentración que lo estipulado por el Acuerdo Ministerial 097 A y Anexo I del Libro VI de TULSMA en captación y consumo respectivamente, es decir existe una correlación positiva entre los dos parámetros mencionados, puesto que mayor materia orgánica en el agua (turbidez), mayor será la demanda bioquímica de oxígeno. Lo que corresponde a los resultados de los índices de calidad del agua se identificó “mala calidad” para captación, “mediana calidad” para almacenamiento y consumo, determinando así la falta de tratamiento en las aguas suministradas.

En la evaluación de peligros y riesgos del PSA, la calidad del sistema de agua potable señaló puntos deficientes en todas las etapas del mismo; ya que, los peligros estaban presentes desde la etapa de captación hasta el consumidor, siendo así la infiltración de arena, sedimentos existentes en el tanque de almacenamiento, falta de clorificación y filtración como proceso de tratamiento, y escaso mantenimiento en las tuberías de distribución del agua, los peligros más altos en el sitio de estudio. Por tal razón, la evaluación de riesgo cumplió su papel como instrumento de apoyo para asegurar la calidad del agua, permitiendo identificar los eventos peligrosos dentro del sistema de abastecimiento de agua y estimar a su vez los riesgos asociados.

La propuesta del Plan de Seguridad del agua permitió determinar puntos críticos de control existentes en el sistema de abastecimiento y a su vez las principales medidas de control a considerar fueron fortalecer la cubierta del pozo mediante la construcción de una plancha de concreto, realizar inspecciones periódicas al tanque de almacenamiento para evaluar la calidad del agua, monitorear anualmente parámetros físicos-químicos para una mejor calidad del agua (clorificación) y mantener limpias las redes de distribución de forma anual; no obstante, se propusieron medidas de mejora que podrían reducir en un futuro un porcentaje mayor los niveles de riesgo de los eventos peligrosos identificados.

## **5.2 Recomendaciones.**

Reactivar el funcionamiento del proceso de clorificación e incrementar el proceso de filtración como tratamientos principales en las aguas suministradas, para así proveer a la población un recurso vital de buena calidad.

Realizar cada año los análisis de los parámetros físicos- químicos y microbiológicos en los sistemas de abastecimiento de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” con la finalidad de determinar si la calidad de las aguas se mantiene o se mejora.

Concientizar a la población en el adecuado manejo y desinfección del agua en el interior de sus hogares, con el propósito de preservar dicho recurso y a su vez prevenir a la comunidad de cualquier enfermedad causada por la contaminación del agua.

Es recomendable que la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” establezca una proyección de demanda de consumo de agua dentro de 10 años, con el objetivo de fortalecer y mejorar las infraestructuras de los procesos de cada fase del sistema de abastecimiento.

Una vez elaborada la propuesta del Plan de Seguridad del agua se recomienda a la directiva de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas” conjuntamente con el GAD Municipal- Buena Fe considerar dentro de sus actividades la ejecución de la propuesta en un mediano plazo para mejorar la calidad del suministro.

## **CAPÍTULO VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] L. Moreno, M. Pozo, K. Vancraeynest, R. Bain, J. C. Palacios, and F. Jácome, “Integrating water-quality analysis in national household surveys: water and sanitation sector learnings of Ecuador,” *npj Clean Water*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2020, doi: 10.1038/s41545-020-0070-x.
- [2] S. Chaturvedi and P. N. Dave, “Removal of iron for safe drinking water,” *Desalination*, vol. 303, pp. 1–11, 2012, doi: 10.1016/j.desal.2012.07.003.
- [3] C. L. Fischer Walker *et al.*, “Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea,” *Lancet*, vol. 381, no. 9875, pp. 1405–1416, 2013, doi: 10.1016/S0140-6736(13)60222-6.
- [4] Y. Y. Omar, A. Parker, J. A. Smith, and S. J. T. Pollard, “Risk management for drinking water safety in low and middle income countries - cultural influences on water safety plan (WSP) implementation in urban water utilities,” *Sci. Total Environ.*, vol. 576, pp. 895–906, 2017, doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.10.131.
- [5] ARCA, “Prestadores Públicos de los servicios de agua potable y saneamiento en el Ecuador,” p. 70, 2019, [Online]. Available: [http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/07/Boletin-Estadistico-APS\\_jul21\\_fnl.pdf](http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/07/Boletin-Estadistico-APS_jul21_fnl.pdf).
- [6] Y. Bello, D. Donaire, J. Boza, M. Intriago, C. Laje, and J. Mera, “El consumo de agua no potabilizada y su efecto en la salud de los habitantes del cantón Buena Fe,” *Rev. Caribeña Ciencias Soc.*, no. Septiembre, pp. 1–13, 2016, [Online]. Available: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2016/09/agua.html>.
- [7] UNICEF, “La falta de higiene, agua segura y saneamiento es una de las principales causas de la desnutrición crónica,” 2021, [Online]. Available: [https://www.unicef.org/ecuador/sites/unicef.org.ecuador/files/2021-05/Ecuador\\_DCI\\_Agua\\_Saneamiento-001.pdf](https://www.unicef.org/ecuador/sites/unicef.org.ecuador/files/2021-05/Ecuador_DCI_Agua_Saneamiento-001.pdf).
- [8] H. Li *et al.*, “Implementation of water safety plans in China: 2004–2018,” *Int. J. Hyg. Environ. Health*, vol. 223, no. 1, pp. 106–115, 2020, doi: 10.1016/j.ijheh.2019.10.001.
- [9] SENAGUA, “Reglamento de la Ley Organica de Recursos Híricos, Uso y Aprovechamiento del Agua,” *Regist. Of. 483*, no. 740, pp. 1–45, 2015, [Online]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2018/05/Reglamento-Ley-Recursos-Hidricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf.

- [10] C. Pahl-Wostl, M. Palmer, and K. Richards, “Enhancing water security for the benefits of humans and nature-the role of governance,” *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, vol. 5, no. 6, pp. 676–684, 2013, doi: 10.1016/j.cosust.2013.10.018.
- [11] C. Xalapa, “Sistemas De Agua Potable y alcantarillado sanitario,” 2013, [Online]. Available: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>.
- [12] M. Plúas, “Calidad de agua de consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución y consumo en la parroquia venus del río Quevedo del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos,” 2015.
- [13] L. F. Sandoval, J. R. R. Zurvia-flores, and A. Bruno, “Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México,” *Ing. Hidráulica y Ambient.*, vol. 34, no. 1, pp. 112–126, 2013, [Online]. Available: <https://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/143/142>.
- [14] R. Das Kangabam, S. D. Bhoominathan, S. Kanagaraj, and M. Govindaraju, “Development of a water quality index (WQI) for the Loktak Lake in India,” *Appl. Water Sci.*, vol. 7, no. 6, pp. 2907–2918, 2017, doi: 10.1007/s13201-017-0579-4.
- [15] R. P. González-Dávila, R. Ventura-Houle, F. R. De-la-Garza-Requena, and L. Heyer-Rodríguez, “Caracterización fisicoquímica del agua de la laguna La Vega Escondida, Tampico, Tamaulipas-México,” *Tecnol. y ciencias del agua*, vol. 10, no. 1, pp. 01–29, 2019, doi: 10.24850/j-tyca-2019-01-01.
- [16] M. Chughtai, S. Mustafa, and M. Mumtaz, “Study of Physicochemical Parameters of Rainwater : A Case Study of Karachi , Pakistan,” *Am. J. Anal. Chem.*, vol. 5, pp. 235–242, 2014, doi: <http://dx.doi.org/10.4236/ajac.2014.54029>.
- [17] U. Qureshimatva, R. Maurya, S. Gamit, R. Patel, and H. Solanki, “Determination of Physico-Chemical Parameters and Water Quality Index (Wqi) of Chandlodia Lake, Ahmedabad, Gujarat, India,” *J Env. Anal Toxicol*, vol. 5, no. 4, pp. 2–6, 2015, doi: 10.4172/2161-0525.1000288.
- [18] C. A. Sierra Ramirez, *Calidad del Agua. Evaluación y diagnóstico*, vol. 53, no. 9.

2011.

- [19] G. Matta, S. Srivastava, R. R. Pandey, and K. K. Saini, “Assessment of physicochemical characteristics of Ganga Canal water quality in Uttarakhand,” *Environ. Dev. Sustain.*, 2015, doi: 10.1007/s10668-015-9735-x.
- [20] M. Kumar and A. Puri, “A review of permissible limits of drinking water,” *Indian J. Occup. Environ. Med.*, vol. 16, no. 1, pp. 40–44, 2012, doi: 10.4103/0019-5278.99696.
- [21] N. Rahmanian *et al.*, “Analysis of Physiochemical Parameters to Evaluate the Drinking Water Quality in the State of Perak , Malaysia,” *J. Chem.*, pp. 1–10, 2015, doi: <https://doi.org/10.1155/2015/716125>.
- [22] B. Merchel and I. Tagkopoulos, “Benzalkonium Chlorides: Uses, Regulatory Status, and Microbial Resistance,” *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 85, no. 13, pp. 1–13, 2019, [Online]. Available: <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/AEM.00377-19>.
- [23] A. A. Mohammadi *et al.*, “Temporal and spatial variation of chemical parameter concentration in drinking water resources of Bandar-e Gaz City using geographic information system,” *Desalin. Water Treat.*, vol. 68, pp. 170–176, 2017, doi: 10.5004/dwt.2017.20341.
- [24] J. Thorslund and M. T. H. van Vliet, “A global dataset of surface water and groundwater salinity measurements from 1980–2019,” *Sci. Data*, vol. 7, no. 1, pp. 1–11, 2020, doi: 10.1038/s41597-020-0562-z.
- [25] J. J. Bogardi *et al.*, “Water security for a planet under pressure: Interconnected challenges of a changing world call for sustainable solutions,” *Curr. Opin. EI. Bogardi JJ, Dudgeon D, Lawford R, Flinkerbusch E, Meyn A, Pahl-Wostl C, al. Water Secur. a planet under Press. Interconnected challenges a Chang. world call Sustain. Solut. Curr Opin Env. Sustain. 2012*, vol. 4, no. 1, pp. 35–43, 2012, doi: 10.1016/j.cosust.2011.12.002.
- [26] A. Pérez-Vidal, J. C. Escobar-Rivera, and P. Torres-Lozada, “Development and implementation of a water-safety plan for drinking-water supply system of Cali, Colombia,” *Int. J. Hyg. Environ. Health*, vol. 224, no. September, p. 113422, 2020, doi: 10.1016/j.ijheh.2019.113422.

- [27] M. Custodio, “A Review of Water Quality Indices Used to Assess the Health Status of High Mountain Wetlands,” *Open J. Ecol.*, vol. 09, no. 03, pp. 66–83, 2019, doi: 10.4236/oje.2019.93007.
- [28] V. González, O. Caicedo, and N. Aguirre, “Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP en la quebrada La Ayurá, Antioquia, Colombia,” *Gestión y Ambient.*, vol. 16, no. 1, pp. 97–107, 2013, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169427489003.pdf>.
- [29] J. T. Silva *et al.*, “Calidad química del agua subterránea y superficial en la cuenca del Río Duero, Michoacán,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. 4, no. 5, pp. 127–146, 2013, [Online]. Available: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222013000500009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222013000500009&script=sci_arttext).
- [30] S. O. González, C. A. Almeida, M. Calderón, M. A. Mallea, and P. González, “Assessment of the water self-purification capacity on a river affected by organic pollution: application of chemometrics in spatial and temporal variations,” *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 21, no. 18, pp. 10583–10593, 2014, doi: 10.1007/s11356-014-3098-y.
- [31] H. Chen, “The Application of SPSS Factor Analysis in the Evaluation of Corporate Social Responsibility,” *J. Softw.*, vol. 7, no. 6, pp. 1258–1264, 2012, doi: 10.4304/jsw.7.6.1258-1264.
- [32] B. Igliński, “Hydro energy in Poland: the history, current state, potential, SWOT analysis, environmental aspects,” *Int. J. Energy Water Resour.*, vol. 3, no. 1, pp. 61–72, 2019, doi: 10.1007/s42108-019-00008-w.
- [33] C. Kanyesigye, S. J. Marks, J. Nakanjako, F. Kansime, and G. Ferrero, “Status of water safety plan development and implementation in Uganda,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 16, no. 21, pp. 1–17, 2019, doi: 10.3390/ijerph16214096.
- [34] R. Muoio, L. Rossi, D. Santianni, C. Caretti, C. Lubello, and E. Ferretti, “Development and implementation of a water safety plan for the drinking water supply system of Florence, Italy,” *Environ. Eng. Manag. J.*, vol. 19, no. 10, pp. 1813–1822, 2020, doi: 10.30638/eemj.2020.173.
- [35] G. M. String, R. I. Singleton, P. N. Mirindi, and D. S. Lantagne, “Operational research on rural, community-managed Water Safety Plans: Case study results

- from implementations in India, DRC, Fiji, and Vanuatu,” *Water Res.*, vol. 170, no. 1, pp. 1–47, 2020, doi: 10.1016/j.watres.2019.115288.
- [36] V. Razmju, K. Moeinian, and A. Rahmani, “Risk assessment of water supply system safety based on whos water safety plan: Case study semnan, iran,” *Desalin. Water Treat.*, vol. 164, pp. 162–170, 2019, doi: 10.5004/dwt.2019.24484.
- [37] B. Ye, Y. Chen, Y. Li, H. Li, L. Yang, and W. Wang, “Risk assessment and water safety plan: Case study in Beijing, China,” *J. Water Health*, vol. 13, no. 2, pp. 510–521, 2015, doi: 10.2166/wh.2014.101.
- [38] L. Fuente, “Modelo de Evaluación Integral Sostenible para los Sistemas de Bombeo Fotovoltaicos en Comunidades Rurales : El Limón y El Lagartillo Sustainable Integral Evaluation Model for Photovoltaic Pumping Systems in Rural Communities : El Limón and El Lagartillo,” *Rev. Científica FAREM-Estelí. Medio Ambient. Tecnol. y Desarro. Hum.*, pp. 64–81, 2017, [Online]. Available: <https://www.camjol.info/index.php/FAREM/article/view/3486/3239>.
- [39] R. Madrigal, F. Alpízar, and A. Schlüter, “Determinants of Performance of Community-Based Drinking Water Organizations,” *World Dev.*, vol. 39, no. 9, pp. 1663–1675, 2011, doi: 10.1016/j.worlddev.2011.02.011.
- [40] H. C. W. de Vet, L. B. Mokkink, D. G. Mosmuller, and C. B. Terwee, “Spearman–Brown prophecy formula and Cronbach’s alpha: different faces of reliability and opportunities for new applications,” *J. Clin. Epidemiol.*, vol. 85, pp. 45–49, 2017, doi: 10.1016/j.jclinepi.2017.01.013.
- [41] S. M. Hasan, A. A. Akram, and M. Jeuland, “Awareness of coping costs and willingness to pay for urban drinking water service: Evidence from Lahore, Pakistan,” *Util. Policy*, vol. 71, no. October 2020, p. 101246, 2021, doi: 10.1016/j.jup.2021.101246.
- [42] L. B. Madsen, C. Lévêque, J. J. Omiste, and H. Miyagi, “CHAPTER 11: Time-dependent Restricted-active-space Self-consistent-field Theory for Electron Dynamics on the Attosecond Timescale,” in *RSC Theoretical and Computational Chemistry Series*, vol. 2018-Janua, no. 13, 2018, pp. 386–423.
- [43] M. Farias and S. Guazhambo, *Evaluación de la calidad de agua, mediante la aplicación del índice de calidad del agua NSF en la microcuenca del Guarango*,

*parroquia Quingeo – Cuenca – Azuay*. 2015.

- [44] H. Effendi, Romanto, and Y. Wardiatno, “Water Quality Status of Ciambulawung River, Banten Province, Based on Pollution Index and NSF-WQI,” *Procedia Environ. Sci.*, vol. 24, pp. 228–237, 2015, doi: 10.1016/j.proenv.2015.03.030.
- [45] E. V. De Souza and M. A. Costa Da Silva, “Management system for improving the efficiency of use water systems water supply,” *Procedia Eng.*, vol. 70, pp. 458–466, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.02.051.
- [46] OMS, “Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua,” *Int. Water Assoc.*, p. 116, 2009, [Online]. Available: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789243562636\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789243562636_spa.pdf).
- [47] R. Madrigal-Ballesteros, F. Alpízar, and A. Schlüter, “Public perceptions of the performance of community-based drinking water organizations in Costa Rica,” *Water Resour. Rural Dev.*, vol. 1–2, pp. 43–56, 2013, doi: 10.1016/j.wrr.2013.10.001.
- [48] M. J. Gunnarsdottir, S. M. Gardarsson, M. Elliott, G. Sigmundsdottir, and J. Bartram, “Benefits of Water Safety Plans: Microbiology, Compliance, and Public Health,” *Environmental Sci. Technol.*, vol. 46, p. 7782–7789, 2012, doi: [dx.doi.org/10.1021/es300372h](https://doi.org/10.1021/es300372h).
- [49] Constitución de la República del Ecuador, “Registro Oficial No. 449,” pp. 1–87, 2018, [Online]. Available: [https://www.emov.gob.ec/sites/default/files/transparencia\\_2018/a2.1.pdf](https://www.emov.gob.ec/sites/default/files/transparencia_2018/a2.1.pdf).
- [50] SENPLADES, “Plan Nacional del Buen Vivir 2017-2021,” *Educ. Res.*, vol. 1, pp. 1–159, 2017, [Online]. Available: <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf>.
- [51] Asamblea Nacional, “Código Orgánico de Organización Territorial Descentralizado, COOTAD,” 2010. <https://www.cpeccs.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/cootad.pdf>.
- [52] Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, “Registro Oficial

- N°384,” p. 184, 2015, [Online]. Available: [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015\\_0.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf).
- [53] Ley Orgánica de Recursos Hídricos usos y aprovechamiento del agua, “Registro Oficial Suplemento 305,” p. 68, 2014, [Online]. Available: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12114/623>.
- [54] CEPAL, *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. 2018.
- [55] CARE, “Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable,” *Care*, vol. 5, p. 126, 2012, [Online]. Available: <https://biblioteca.avina.net/biblioteca/operacion-y-mantenimiento-de-sistemas-de-agua-potable-modulo-5/>.
- [56] USAID, “Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad,” 2016, [Online]. Available: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-continental/materiales-de-construccion/usaid-2016-manual-operacion-y-mantenimiento-de-agua-por-gravedad/17364363>.
- [57] MAE, “Manual de operación y mantenimiento en los sistemas de agua rurales,” 2017, [Online]. Available: <http://www.anesapa.org/data/files/04MANOpeManSAPrural.pdf>.
- [58] P. Bazaanah and M. Dakurah, “Comparative analysis of the performance of rope-pumps and standardized handpumps water systems in rural communities of the northern and upper east regions of Ghana,” *Groundw. Sustain. Dev.*, vol. 13, no. December 2020, p. 100563, 2021, doi: 10.1016/j.gsd.2021.100563.
- [59] A. Cervantes, M. Velázquez, and J. L. Pimentel, “Gobierno y administración local del agua potable en la Ciénega de Chapala, Michoacán, México,” *Tecnol. y ciencias del agua*, vol. 08, no. 1, pp. 65–80, 2017, doi: 10.24850/j-tyca-2017-01-05.
- [60] K. Lane, M. Fuller, T. Dymont, and G. Gagnon, “Co-development of a risk assessment tool for use in First Nations water supply systems: A key step to water safety plan implementation,” *Int. J. Hyg. Environ. Health*, vol. 240, p. 113916, 125

2022, doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113916.

- [61] M. Ortega Márquez and O. Márquez Fernández, “Percepción social del servicio de agua potable en el municipio de Xalapa, Veracruz,” *Rev. Mex. Opinión Pública*, vol. 23, no. 23, p. 41, 2017, doi: 10.22201/fcpys.24484911e.2017.23.58515.
- [62] L. Hinojosa, “Exploring water security and water demand determinants in rural areas. The case of canton Cotacachi in Ecuador,” *Water Resour. Rural Dev.*, vol. 10, pp. 22–32, 2017, doi: 10.1016/j.wrr.2018.09.001.
- [63] J. L. M. Barragán, L. D. I. Cuesta, and M. S. R. Susa, “Quantitative microbial risk assessment to estimate the public health risk from exposure to enterotoxigenic *E. coli* in drinking water in the rural area of Villapinzon, Colombia,” *Microb. Risk Anal.*, vol. 18, p. 100173, 2021, doi: 10.1016/j.mran.2021.100173.
- [64] A. S. Ortiz-Gómez, J. F. Nuñez-Espinoza, and W. G. Mejía-Castillo, *The social perception of drinking water quality and management in the municipality of Las Vueltas, Chalatenango, El Salvador*, vol. 10, no. 3. 2019.
- [65] D. Morales, S. Molaes, L. Epele, A. Ladio, P. Manzo, and G. Alday, “An interdisciplinary approach to perception of water quality for human consumption in a Mapuche community of arid Patagonia, Argentina,” *Sci. Total Environ.*, vol. 720, p. 137508, 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137508.
- [66] E. Valenzuela, R. Godoy, L. Almonacid, and M. Barrientos, “Microbiological quality of water in livestock area of southern Chile and its possible implications on human health,” *Rev. Chil. Infectol.*, vol. 29, no. 6, pp. 628–634, 2012, doi: 10.4067/S0716-10182012000700007.
- [67] N. J. Ashbolt, “Microbial Contamination of Drinking Water and Human Health from Community Water Systems,” *Curr. Environ. Heal. reports*, vol. 2, no. 1, pp. 95–106, 2015, doi: 10.1007/s40572-014-0037-5.
- [68] C. A. Torres-Parra, C. A. García-Ubaque, J. C. García-Ubaque, M. C. García-Vaca, and R. Pacheco-García, “Agua segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtración,” *Rev. Salud Pública*, vol. 19, no. 4, pp. 453–459, 2017, doi: 10.15446/rsap.v19n4.56039.
- [69] I. F. B. Vieira *et al.*, “Water security assessment of groundwater quality in an

- anthropized rural area from the atlantic forest biome in Brazil,” *Water (Switzerland)*, vol. 12, no. 3, pp. 1–18, 2020, doi: 10.3390/w12030623.
- [70] L. Mena-Rivera and J. Quirós-Vega, “Assessment of drinking water suitability in low income rural areas: a case study in Sixaola, Costa Rica,” *J. Water Health*, vol. 16, no. 3, pp. 403–413, 2018, doi: 10.2166/wh.2018.203.
- [71] N. K. Leite *et al.*, “Hydrochemistry of shallow groundwater and springs used for potable supply in Southern Brazil,” *Environ. Earth Sci.*, vol. 77, no. 3, pp. 1–17, 2018, doi: 10.1007/s12665-018-7254-4.
- [72] P. Weiss, T. G. Aw, G. R. Urquhart, M. R. Galeano, and J. B. Rose, “Well water quality in rural Nicaragua using a low-cost bacterial test and microbial source tracking,” *J. Water Health*, vol. 14, no. 2, pp. 199–207, 2016, doi: 10.2166/wh.2015.075.
- [73] Y. Rivas *et al.*, “Water availability, quality, and use in rural communities of the Chilean Coastal Range,” *J. Soil Water Conserv.*, vol. 75, no. 1, pp. 75–90, 2020, doi: 10.2489/JSWC.75.1.75.
- [74] M. I. Silva *et al.*, “Assessment of groundwater quality in a Brazilian semiarid basin using an integration of GIS, water quality index and multivariate statistical techniques,” *J. Hydrol.*, vol. 598, 2021, doi: 10.1016/j.jhydrol.2021.126346.
- [75] L. Gaviria-Montoya, M. Pino-Gómez, and S. M. Soto-Córdoba, “Risk associated with the water infrastructure in rural water suppliers in Turrialba Cartago, Costa Rica,” *Sustain. Water Resour. Manag.*, vol. 6, no. 4, 2020, doi: 10.1007/s40899-020-00410-x.
- [76] A. Rinehold, L. Corrales, E. Medlin, and R. J. Gelting, “Water safety plan demonstration projects in latin america and the Caribbean: Lessons from the field,” *Water Sci. Technol. Water Supply*, vol. 11, no. 3, pp. 297–308, 2011, doi: 10.2166/ws.2011.050.
- [77] L. Seghezzo, M. L. G. D’Andrea, M. A. Iribarnegaray, V. I. Liberal, A. Fleitas, and J. L. Bonifacio, “Improved risk assessment and risk reduction strategies in the Water Safety Plan (WSP) of Salta, Argentina,” *Water Sci. Technol. Water Supply*, vol. 13, no. 4, pp. 1080–1089, 2013, doi: 10.2166/ws.2013.087.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

Anexo 1

*Lista de verificación del diagnóstico de las actividades de los sistemas de abastecimiento de la Junta Administradora Recinto “Aguas Blancas”*

	Etapas	N°	Actividades	Cumplimiento			Observaciones
				C	NC	NA	
<b>Captación</b>		1	¿Existe una buena condición del estado actual de la bomba sumergible?				
		2	¿Se realizan monitoreos periódicamente de la calidad del agua?				
		3	Existe una buena cobertura del pozo que evite la filtración de arena internamente				
		4	La profundidad del pozo es la indicada para el suficiente abastecimiento de agua				
<b>Almacenamiento</b>		5	Se realiza cada mes la limpieza y desinfección en el tanque de almacenamiento				
		6	Se realizan mantenimientos en las redes ascendentes				
		7	Se presencian fugas o perforaciones en las tuberías y tanque de almacenamiento				
		8	El material del tanque es resistente y adecuado para el almacenamiento del agua				
<b>Tratamiento</b>		9	Realizan el tratamiento de clorificación en sus aguas para prevenir riesgos a la salud				
		10	La dosificación del cloro es la adecuada para el consumo humano, respetando los estándares de concentración según la OMS, $\geq 0,5$ mg/l y como cantidad mínima 0,2 mg/l				
		11	Realizan el tratamiento de filtración para evitar				

		partículas suspendidas en el agua
<b>Distribución</b>	12	El clorificador se encuentra en buenas condiciones y apto para llevar a cabo el proceso de clorificación
	13	Cada usuario cuenta con su propio medidor
	14	El usuario consume agua sin hervir previamente
	15	La pendiente del terreno favorece la distribución del agua
	16	Dentro de cada sección de red de distribución existe una válvula de desfogue
<b>Organización</b>	17	La directiva realiza reuniones con sus usuarios
	18	Los pagos de los usuarios son puntualmente
	19	La directiva cumple correctamente con sus funciones asignadas
	20	La directiva toma en cuenta las opiniones de los usuarios para la mejora del servicio

## Anexo 2

### *Preguntas para entrevistar al operador*



**Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Facultad de Ciencias de la Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Ambiental**



**Tema:**

**Plan de Seguridad hídrica de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos, año 2021.**

**Nombre de la junta**

**Nombre del operador**

**Cargo**

**PREGUNTAS**

---

1. ¿En qué condiciones se encuentran actualmente las tuberías y el tanque de almacenamiento?
  2. ¿Cada qué tiempo se realizan mantenimientos en la Junta Administradora de agua potable?
  3. Dentro de la Junta Administradora de agua potable ¿Cuánto es la capacidad máxima del tanque de almacenamiento?
  4. ¿Los usuarios cuanta cantidad de agua en metros cúbicos reciben al mes?
  5. ¿En la Junta Administradora de agua potable que usted opera realizan algún tipo de tratamiento para sus aguas?
  6. ¿Actualmente cuántos usuarios activos tiene la Junta Administradora de agua potable?, y ¿Cuántos usuarios máximo podrían abastecerse de estas aguas?
  7. Las tuberías y tanque de almacenamiento que dispone la Junta Administradora de agua potable, ¿De qué material son?
  8. ¿Dentro de la Junta Administradora de agua potable ha existido ausencia del suministro agua? ¿Qué tiempo duró?
  9. ¿Tiene alguna diferencia el agua con respecto a las estaciones del año?
  10. ¿Qué tipo de fuente de agua se encuentra conectada Junta Administradora de agua potable?
  11. ¿Conoce usted cuánto tiempo se tarda en secar y llenar el pozo?
  12. ¿En cuántas jornadas se distribuye el agua dentro de la Junta Administradora de agua potable?
  13. ¿El Ministerio del ambiente, agua y transición ecológica realiza monitoreos periódicamente sobre la gestión y calidad del agua en la Junta Administradora de agua potable?
  14. ¿El GAD Municipal de Buena Fe realiza monitoreos periódicamente sobre la gestión y calidad del agua en la Junta Administradora de agua potable?
  15. ¿Cuánto es el valor que se cobra por el suministro de agua potable?
  16. ¿Cuánto tiempo tarda el agua del tanque de almacenamiento en llegar al usuario?
  17. ¿Durante cuánto tiempo la Junta Administradora de agua potable distribuye agua a los usuarios?
-

- 
18. Si se llegase a presentar algún problema técnico ¿La Junta Administradora de agua potable cuenta con un capital humano que lo solvente?
  19. ¿Actualmente existen quejas por parte de los usuarios sobre el suministro de agua potable?
  20. ¿Fue capacitado previo a desempeñar sus funciones como operador de la Junta Administradora de agua potable?
  21. ¿La organización comunitaria junto a la operacional han establecido estrategias que eviten la contaminación del agua a corto y largo plazo?
  22. ¿Cuántos pozos existen actualmente en la Junta Administradora de agua potable?  
¿Cuál es su profundidad?
  23. ¿El municipio aportó económicamente para la construcción de la Junta Administradora de agua potable?
  24. ¿Conoce exactamente sobre la cantidad de tuberías principales y secundarias existente en Junta Administradora de agua potable? ¿Cuánto es diámetro de cada una de ella?
  25. ¿Cuándo fue el último mantenimiento que se le dio a las tuberías y el tanque de almacenamiento?
  26. ¿Han existido fugas de agua en las tuberías o tanque de almacenamiento?
  27. ¿Cómo se encuentra establecida la directiva de la Junta Administradora de agua potable? ¿La directiva de la junta realiza correctamente sus funciones asignadas?
  28. ¿Cada cuánto tiempo la directiva realiza reuniones participativas con los usuarios?
- 

### Anexo 3

#### *Preguntas para encuestar a los usuarios*

---



**Universidad Técnica Estatal de Quevedo**  
**Facultad de Ciencias de la Ingeniería**  
**Carrera de Ingeniería Ambiental**



**Tema:**

**Plan de Seguridad hídrica de la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”, cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos, año 2021.**

---

**Cantidad de  
personas de  
vivienda**

---

**Nivel de estudio**

---

---

**Género**

---

**Edad**

---

**PREGUNTAS**

---

1. ¿El suministro de agua que la Junta Administradora de agua potable le provee es suficiente para la realización de sus actividades cotidianas?

Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
--------------------------------------	----------------------	---------------------------------------	-------------------	-----------------------------------

---

2. ¿El operador le comunica a sus usuarios antes que se realicen ciertos mantenimientos en la Junta Administradora de agua potable?

Nunca (1)/(no)	Casi nunca (2)	A veces (3)	Casi siempre (4)	Siempre (5)/(si)
-------------------	-------------------	-------------	---------------------	------------------

---

3. ¿El agua que consume alguna vez presentó un olor fuera de lo normal?

Nunca (5)/(no)	Casi nunca (4)	A veces (3)	Casi siempre (2)	Siempre (1)/(si)
-------------------	-------------------	----------------	---------------------	---------------------

---

4. ¿El agua que consume alguna vez presentó un color fuera de lo normal?

Nunca (5)/(no)	Casi nunca (4)	A veces (3)	Casi siempre (2)	Siempre (1)/(si)
-------------------	-------------------	----------------	---------------------	---------------------

---

5. ¿El agua que consume alguna vez presentó un sabor fuera de lo normal?

Nunca (5)/(no)	Casi nunca (4)	A veces (3)	Casi siempre (2)	Siempre (1)/(si)
-------------------	-------------------	----------------	---------------------	---------------------

---

6. ¿Considera usted que el agua que consume es apta para su salud?

Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
--------------------------------------	----------------------	---------------------------------------	-------------------	-----------------------------------

---

7. ¿Cree usted que es importante la clorificación para el tratamiento del agua potable?

Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
--------------------------------------	----------------------	---------------------------------------	----------------	--------------------------------

---

8. ¿Le gustaría a usted que la Junta Administradora de agua potable disponga de otro método para el tratamiento de sus aguas?

---

Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
9. ¿Considera usted que el agua proveniente de los pozos tiene buena calidad?				
Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
10. ¿Cree usted que con la presión que llega el agua a su hogar es suficiente?				
Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
11. ¿Cree usted que al momento de consumir agua de mala calidad, puede causarle enfermedades?				
Totalmente en desacuerdo (5)/(no)	En desacuerdo (4)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (2)	Totalmente de acuerdo (1)/(si)
12. ¿Cree usted que con un mejor sistema de tratamiento se puede prevenir infecciones por consumir agua contaminada?				
Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
13. ¿Cree usted necesaria la implementación del proceso de cloración en el agua para la reducción de agentes infecciosos que afectan su salud?				
Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
14. ¿Considera usted que al realizarse estudios, ayudará a determinar si la calidad del agua es apta para el consumo y de esta forma prevenir enfermedades?				
Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
15. ¿Cree usted que al consumir el agua que le proporciona la junta podría adquirir alguna enfermedad?				
Totalmente en desacuerdo (5)/(no)	En desacuerdo (4)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (2)	Totalmente de acuerdo (1)/(si)

16. ¿Está de acuerdo que dentro de la Junta Administradora de agua potable se realicen monitoreos periódicamente del agua con la finalidad de prevenir riesgos a la salud?				
Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
17. ¿Le gustaría recibir capacitaciones sobre los riesgos para la salud al consumir agua de mala calidad?				
Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
18. ¿Está satisfecho con el horario en el que se provee el servicio de agua?				
No satisfecho (1)/(no)	Poco satisfecho (2)	Moderadamente satisfecho (3)	Muy satisfecho (4)	Extremadamente satisfecho (5)/(si)
19. ¿Está de acuerdo con el valor que se abona por el servicio de agua?				
Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)
20. ¿El servicio de agua potable que provee la junta es permanente?				
Nunca (1)/(no)	Casi nunca (2)	A veces (3)	Casi siempre (4)	Siempre (5)/(si)
21. ¿Los directivos de la junta realizan reuniones participativas con la comunidad?				
Nunca (1)/(no)	Casi nunca (2)	A veces (3)	Casi siempre (4)	Siempre (5)/(si)
22. ¿Cree usted que el abastecimiento del agua es igual para todos los usuarios?				
Totalmente en desacuerdo (1)/(no)	En desacuerdo (2)	Ni en acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)/(si)



Anexo 5

Proforma de costos de recursos para la implementación del Plan de Seguridad del Agua

<b>ETAPAS</b>	<b>MEDIDAS</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO</b>	<b>FUENTE</b>
<b>CAPTA CIÓN</b>	Erradicación de cultivos agrícolas a 100m de la fuente de captación.	Maquinaria pesada (Pala cargadora) (x hora)	50,00	Ing. Guillermo Rosero (Técnico Ambiental)
	Construcción de plataforma de concreto como cubierta del pozo.	Cemento (unidad) Arena (1 metro) Ripio (1 metro)	8,00 20,00 10,00	Mercado libre
	Implementación de pozos sépticos biodigestores a 30 m de la captación del pozo.	Tanque Séptico Biodigestor 600 t Marca Rotoplast	472,50	Mercado libre
	Realizar mantenimientos anuales a la tubería principal de metal.	Pintura anticorrosiva (caneca/unidad)	89,00	Mercado libre
<b>ALMAC ENAMIE NTO</b>	Realizar mantenimiento de limpieza periódica al tanque de almacenamiento.	Bicarbonato de sodio Hidrolavadora a presión	13,00 187,00	Mercado libre
	Inspecciones del tanque para evaluar la calidad del agua.	Cronograma de visitas para la inspección (Remuneración de la inspección)	25,00	Ing. Guillermo Rosero (Técnico Ambiental)
	Construir un sistema cerrado (techado) que proteja la parte superior del tanque.	Hoja de zinc (unidad) Correa metálica (unidad) Tornillos (libras)	8,00 30,00 5,00	Mercado libre
<b>TRATA MIENMT O</b>	Implementación de un sistema de filtrado	Sistema de Ósmosis Inversa (filtración de agua)	3.500	Mercado libre
	Inspecciones de equipos de desinfección para cambio o mantenimiento.	Cronograma de visitas para la inspección (Remuneración de la inspección)	25,00	Ing. Guillermo Rosero (Técnico Ambiental)
	Mantenimiento de las redes de distribución de forma anual.	Vinagre blanco o Bicarbonato de sodio	20,00 13,00	Mercado libre

<b>DISTRIBUCIÓN</b>	Realizar de manera periódica chequeos a los sistemas de distribución.	Cronograma de visitas para la inspección (Remuneración de la inspección)	25,00	Ing. Guillermo Rosero (Técnico Ambiental)
	Inspecciones de tanques reservorios en hogares de los consumidores.	Cronograma de visitas para la inspección (Remuneración de la inspección)	25,00	Ing. Guillermo Rosero (Técnico Ambiental)
<b>CONSUMO</b>	Monitoreo de parámetros físico-químicos (color, turbidez y coliformes fecales) de la calidad del agua en los hogares de los consumidores.	Cotización de parámetros	10,00	Laboratorio LASA (02) 229-8018 ambiental@laboratoriolasacom
		Color (Unidades de color) Turbidez (F.T.U.) Coliformes fecales (NMP/100ml)	5,00 15,00	

#### Anexo 6

*Encuestas aplicadas a los usuarios de la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas"*





Anexo 7

*Toma de muestra de agua en la etapa de captación en la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas"*



Anexo 8

*Toma de muestra de agua en la etapa de almacenamiento en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”*



Anexo 9

*Toma de muestra de agua en la etapa de consumo en la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas"*



Anexo 10

*Análisis de pH y temperatura en la etapa de captación en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”*



Anexo 11

*Análisis de pH y temperatura en la etapa de almacenamiento en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”*



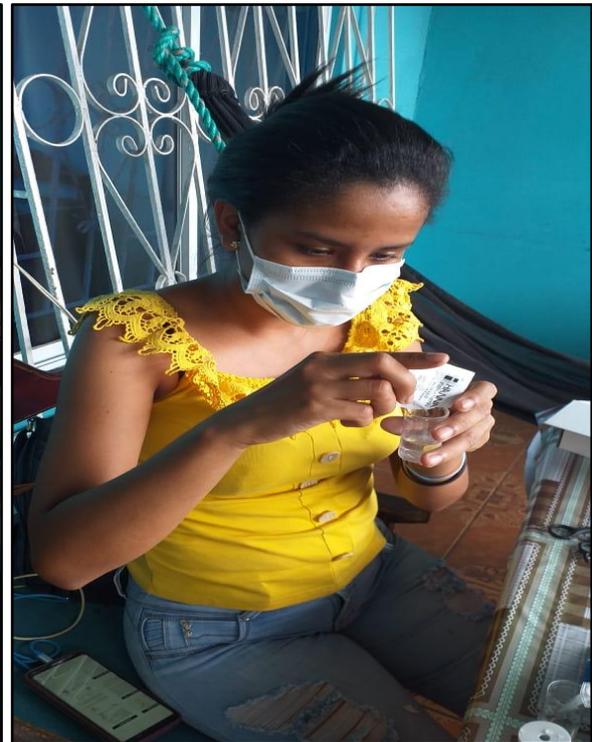
Anexo 12

*Análisis de pH y temperatura en la etapa de consumo en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”*



Anexo 13

*Análisis de nitrato y nitrito en la Junta Administradora de agua potable Recinto “Aguas Blancas”*



Anexo 14

Análisis de fosfato y coliformes fecales en la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas"



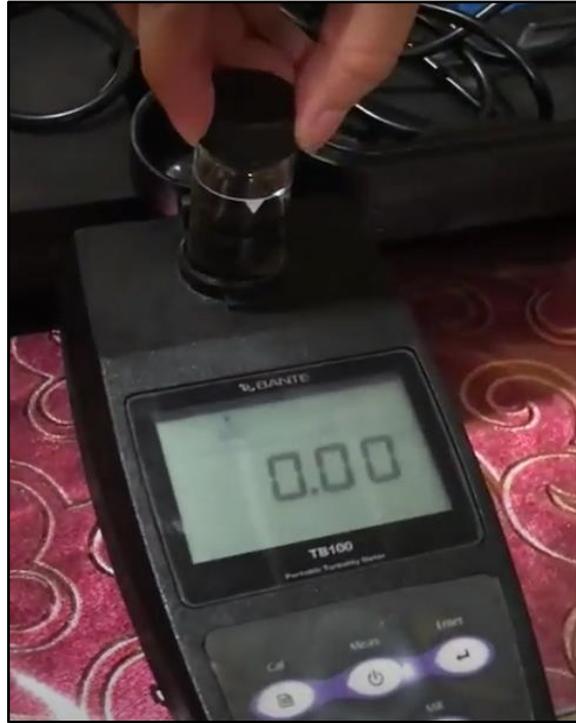
Anexo 15

Análisis de oxígeno disuelto, conductividad, salinidad y sólidos disueltos totales en el multiparamétrico "AZ-86031"



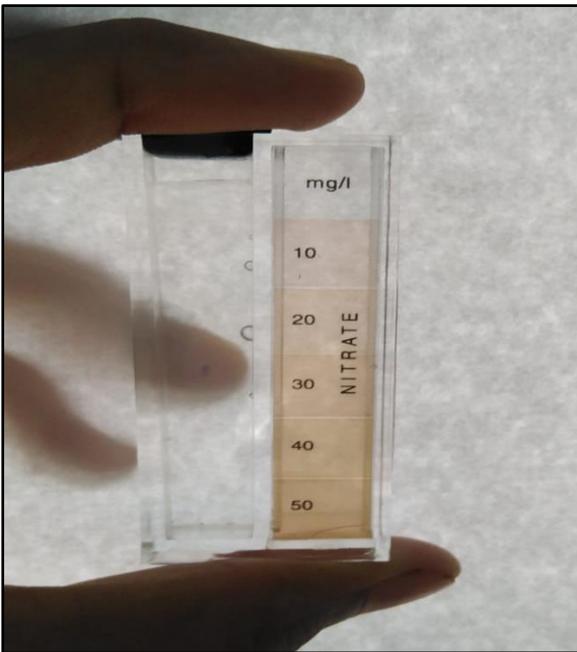
Anexo 16

Análisis de la dureza en el medidor portátil "YD300A" y de la turbidez en el medidor portátil "TB100"

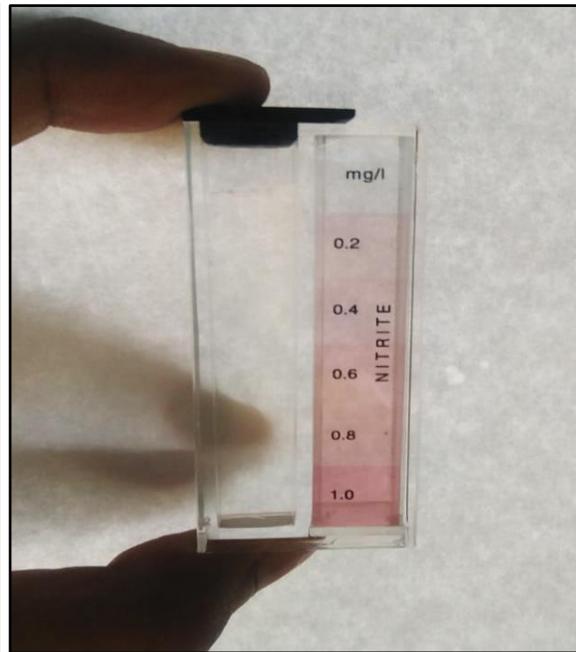


Anexo 17

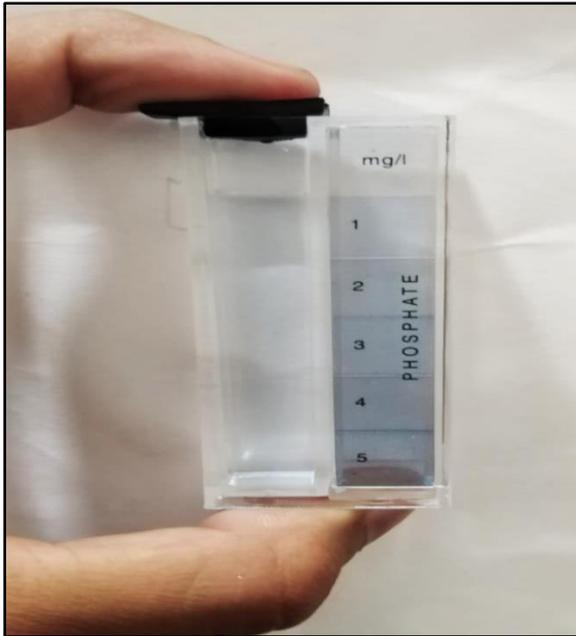
Resultados de los análisis físicos-químicos y microbiológicos realizados en la Junta Administradora de agua potable Recinto "Aguas Blancas"



Resultado del análisis del nitrato



Resultado del análisis del nitrito



Resultado del análisis del fosfato



Resultado del análisis de los coliformes Fecales

## Anexo 18

### Cotización de parámetros físico-químicos y microbiológicos


**LABORATORIO LASA**

**COTIZACION N° C(CP). 22-1117**

---

DM Quito, 15 de agosto de 2022

Estimados

Srta. Fernanda Bazurto  
 Correo: fernanda.bazurto2017@uteq.edu.ec

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
 Presente.-

En atención a su requerimiento nos permitimos detallar precios y condiciones de trabajo para el / los análisis FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO de:

ÍTEM 1	AGUA NATURAL					
Parámetro	Unidades	Método de Referencia	Precio Unitario \$	No. De Muestras	No. De Muestras	Costo Total \$
COLIFORMES FECALES * (b)	NMP/100ml	PEE-LASA-MB-27 APHA 9221F Ed. 23, 2017 NMP	15,00	1	1	15,00
Color	Unidades de color	PEELASA.FQ.14; APHA, ED. 23, 2017 2120 C; Espectrofotometría	10,00	1	1	10,00
Turbidez (a)	F.T.U.	PEELASAFQ.08; APHA ED. 23, 2017 2130 B; Nefelometría	5,00	1	1	5,00
<b>SUBTOTAL/MUESTRA</b>			<b>30,00 +IVA</b>	<b>SUBTOTAL/MUESTRAS</b>		<b>30,00 +IVA</b>
<i>Los valores no incluyen IVA</i>				<i>Los valores no incluyen IVA</i>		

