



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

GESTIÓN PARA EL USO ADECUADO DEL AGUA RESIDUAL DESPUÉS DEL PROCESO DE PURIFICACIÓN EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA “TANNIC”

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR(ES):

**Ante Ayala Leonel Alejandro
Ante Ramírez Lennin Josué**

TUTOR:

Ing. Esteban Salgado MSc.

Latacunga, agosto 2024



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los postulantes, ANTE AYALA LEONEL ALEJANDRO y ANTE RAMÍREZ LENNIN JOSUÉ, declaran ser autores del presente Proyecto de Investigación: **GESTIÓN PARA EL USO ADECUADO DEL AGUA RESIDUAL DESPUÉS DEL PROCESO DE PURIFICACIÓN EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA “TANNIC”** siendo el ingeniero Esteban Alexander Salgado, MSc, tutor del presente trabajo; se excluye expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, se certifica que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de exclusiva autoría.

Latacunga, agosto 2024.

AUTORES

Ante Ayala Leonel Alejandro
C.C.: 0504013574

Ante Ramirez Lennin Josué
C.C.: 0550121602



AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“GESTIÓN PARA EL USO ADECUADO DEL AGUA RESIDUAL DESPUÉS DEL PROCESO DE PURIFICACIÓN EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA “TANNIC”, de los señores ANTE AYALA LEONEL ALEJANDRO y ANTE RAMÍREZ LENNIN JOSUÉ, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2024.

TUTOR

Ing. Esteban Salgado, MSc.

C.C.: 0503404493



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: ANTE AYALA LEONEL ALEJANDRO y ANTE RAMÍREZ LENNIN JOSUÉ con el título de Proyecto de Investigación: "GESTIÓN PARA EL USO ADECUADO DEL AGUA RESIDUAL DESPUÉS DEL PROCESO DE PURIFICACIÓN EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA "TANNIC", han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación Final del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2024.

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Edison Patricio Salazar Cueva, Mg

C.C.: 050184317-1

Lector 2

Ing. Diego Paúl Monga Sánchez, Mg.

C.C.: 050356996-4

Lector 3

PhD. Jonathan Alexander Ruiz Carrillo

C.C.: 070332382-4

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este proyecto y que, de una manera u otra, me han apoyado durante todo este proceso. A mi tutor de tesis, Ing. Esteban Salgado MsC, por su paciencia, orientación y apoyo constante. Su conocimiento y experiencia han sido fundamentales para la realización de este trabajo.

Agradezco a mi familia por ser mi mayor fuente de inspiración y apoyo. A mis padres, Neptalí Ante y Yolanda Ramírez, por su amor incondicional, comprensión y por haber creído en mí desde el principio.

Quiero agradecer también a mis compañeros de estudios y amigos, quienes me brindaron apoyo emocional y compartieron conmigo este arduo camino. Su compañía y colaboración fueron esenciales para superar los desafíos que se presentaron.

Finalmente, expreso mi gratitud a la empresa TANNIC y a sus trabajadores por permitir la realización de este estudio en sus instalaciones, y por su valiosa colaboración en la recopilación de datos y la implementación de las soluciones propuestas.

Lennin A.

AGRADECIMIENTO

Dedico este trabajo a mi familia, que con su amor y apoyo incondicional han sido mi mayor fortaleza durante este camino. A ellos, que siempre han creído en mí y me han impulsado a superar cada desafío, este logro es para ustedes.

Dedico también esta tesis a todos aquellos que me acompañaron en este proceso, brindándome su aliento y confianza cuando más lo necesitaba. Su compañía y comprensión han sido fundamentales para llegar hasta aquí.

A todos los que, de una manera u otra, han sido parte de este viaje, les agradezco profundamente y les dedico este esfuerzo con todo mi corazón.

Leonel A.

DEDICATORIA

A Dios, fuente de amor y sabiduría, que me bendijo con:

Unos padres que creyeron en mí, me guiaron con sabiduría y me enseñaron el valor de la perseverancia.

Hermanos que me apoyaron con consejos sabios y me rodearon con su amor incondicional.

Sobrinos que iluminan mi vida con su presencia y me llenan de alegría.

Y un hijo que me inspiró a seguir adelante, que Dios puso en mi camino y me motivó a completar este trabajo. Su presencia en mi vida ha sido un regalo invaluable.

Agradezco a Dios por esta familia que me ha sido dada, por su amor, apoyo y presencia constante en mi vida.

Que esta tesis sea un fruto de su fe, amor y sacrificio.

Dedico este trabajo a mi familia, con todo mi amor y gratitud. Y especialmente a mi hijo, con un amor inmenso, gracias por ser mi motivación y alegría.

Lennin A.

DEDICATORIA

A Dios, fuente de amor y sabiduría, que me bendijo con:

Unos padres que creyeron en mí, me guiaron con sabiduría y me enseñaron el valor de la perseverancia.

Hermanos que me apoyaron con consejos sabios y me rodearon con su amor incondicional.

Sobrinos que iluminan mi vida con su presencia y me llenan de alegría.

Y un hijo que me inspiró a seguir adelante, que Dios puso en mi camino y me motivó a completar este trabajo. Su presencia en mi vida ha sido un regalo invaluable.

Agradezco a Dios por esta familia que me ha sido dada, por su amor, apoyo y presencia constante en mi vida.

Que esta tesis sea un fruto de su fe, amor y sacrificio.

Dedico este trabajo a mi familia, con todo mi amor y gratitud. Y especialmente a mi hijo, con un amor inmenso, gracias por ser mi motivación y alegría.

Leonel A.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “GESTIÓN PARA EL USO ADECUADO DEL AGUA RESIDUAL DESPUÉS DEL PROCESO DE PURIFICACIÓN EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA “TANNIC”

Autores:

Ante Ayala Leonel Alejandro

Ante Ramírez Lennin Josué

RESUMEN

El proyecto se enfocó considerando como problemática central la contaminación del agua producto de las actividades industriales y cotidianas del hombre. Las aguas residuales son producto de estas actividades, y las industrias deben gestionar de forma adecuada estos residuos. En la investigación se analiza en específico el proceso gestión de aguas residuales de purificación de la empresa embotelladora “TANNIC”, pues, la empresa mantiene un desperdicio considerable de agua alrededor del 50% se desperdicia y cae al alcantarillado; producto del proceso de purificación de ósmosis inversa. Para esto se establece como objetivo gestionar el agua residual después del proceso de purificación; establecer las características fisicoquímicas del agua y determinar alternativas para la reutilización de este recurso, así como estimación de costos por medio de un presupuesto de la propuesta. En la metodología se plantea una investigación basada en el método científico por medio de una investigación de campo para recolectar dos muestras, tanto las del agua purificada, como las de agua de rechazo. Estas muestras poseen características fisicoquímicas y microbiológicas aptas para el consumo humano establecido en INEN 1108:2011 Y 1108:2014. Como alternativa se propone un nuevo ciclo de filtrado, almacenando el agua de rechazo y utilizándolo para embotellarse nuevamente, para esto será necesario adquirir un tanque de almacenamiento de acero inoxidable, tuberías de acero, válvulas y bombas. Como resultado, se plantea reutilizar Aprox 2500ml de agua volver a comercializarse, lo que permitirá a la empresa obtener nuevos réditos económicos.

Palabras clave: Gestión, Purificación de agua, ósmosis inversa, agua residual

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: “MANAGEMENT FOR THE PROPER USE OF WASTEWATER AFTER THE PURIFICATION PROCESS IN THE “TANNIC” BOTTLING COMPANY”

Authors:

Ante Ayala Leonel Alejandro

Ante Ramírez Lennin Josué

ABSTRACT

The project focused on considering water pollution as a central problem because of industrial and daily human activities. Wastewater is a product of these activities, and industries must effectively manage this waste. The research specifically analyzes the wastewater management process of the bottling company “TANNIC,” since the company maintains a considerable waste of water, around 50% wasted and falls into the sewer, a product of the reverse osmosis purification process. For this, the objective established is to manage the wastewater after the purification process; establish the physicochemical characteristics of water and determine alternatives for the reuse of this resource as well as cost estimation through a proposal budget. The research methodology proposed is scientific, using field research to collect two samples, both purified water and rejection water. These samples have physicochemical and microbiological characteristics suitable for human consumption, as established in INEN 1108:2011 and 1108:2014. As an alternative, a new filtering cycle was suggested, storing the rejected water, and using it to bottle it again. For this, it will be necessary to purchase a stainless-steel storage tank, steel pipes, valves, and pumps. As a result, 2500 ml of water can be reused, which allows the company to obtain new economic returns.

Keywords: Management, Water purification, reverse osmosis, wastewater.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“GESTIÓN PARA EL USO ADECUADO DEL AGUA RESIDUAL DESPUÉS DEL PROCESO DE PURIFICACIÓN EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA “TANNIC”** presentado por: **Ante Ayala Leonel Alejandro y Ante Ramírez Lennin Josué**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2024

Atentamente,



Mg. Bolívar Maximiliano Cevallos

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CI: 0910821669



**CENTRO
DE IDIOMAS**

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	ix
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xi
ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	i
INFORMACIÓN GENERAL	1
1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 EL PROBLEMA	4
1.1.1 Situación Problemática.....	4
1.1.2 Formulación del Problema.....	4
1.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	5
1.2.1 Objeto de Estudio	5
1.3 BENEFICIARIOS	5
1.3.1 Beneficiarios Directos:	5
1.3.2 Beneficiarios Indirectos:.....	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	6
1.5 HIPÓTESIS	6
1.6 OBJETIVOS.....	7
1.6.1 Objetivo General.....	7
1.6.2 Objetivos Específicos	7
1.7 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .	7
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.1 ANTECEDENTES	8
2.1.1 Internacionales.....	8
2.1.2 Nacionales	8

2.1.3	Locales.....	9
2.2	Impacto ambiental y contaminación del Agua	10
2.2.1	Contaminación del agua	10
2.3	Consumo de agua en la actualidad	11
2.4	Agua embotellada.....	12
2.4.1	Consumo de agua embotellada.....	12
2.4.2	Tipología de las aguas embotelladas en Ecuador.....	13
2.5	Regulación de control y vigilancia sanitaria en Ecuador	14
2.6	Aguas Residuales.....	16
2.6.1	Tipos de tratamiento de aguas residuales	17
2.6.2	Normativas para tratamiento de aguas residuales en Ecuador	18
2.6.3	Tratamientos de Aguas Residuales en Embotelladoras.....	19
2.7	Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano.....	20
2.7.1	Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-2014	20
2.7.2	Normas de dureza de agua según la Organización Mundial de la Salud.....	21
2.7.3	Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente	22
2.8	Análisis de exámenes de agua	23
2.9	Procesos de purificación de agua.....	24
2.9.1	Sistema de ósmosis inversa.....	25
2.9.2	Ósmosis inversa bajo rechazo	26
2.9.3	Filtro de zeolita.....	27
2.9.4	Filtro de carbón activo.....	27
2.10	Cálculo de eficiencia	28
3	METODOLOGÍA.....	28
3.1	Métodos de investigación	28
3.1.1	Método Científico.....	28
3.1.2	Método Deductivo	29
3.2	Tipo de investigación	29
3.2.1	Investigación bibliográfica	29
3.2.2	Investigación de campo	29
3.2.3	Investigación Exploratoria.....	29
3.3	Técnicas de investigación.....	29
3.3.1	La observación.....	29
3.3.2	Entrevista no estructurada	30

3.3.3	Pruebas de laboratorio	30
3.3.4	Diagrama de procesos.....	30
4	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	30
4.1	Datos generales de la empresa TANNIC.....	30
4.1.1	Situación actual de la empresa.....	30
4.1.2	Ubicación de la empresa.....	32
4.1.3	Estructura Organizacional de la empresa y layout	33
4.1.4	Obtención del Agua	34
4.1.5	Diagramas de flujo de proceso de Aguas de manantial purificada envasada sin gas “TANNIC”	35
4.1.6	Maquinarias	36
4.1.7	Presentaciones de productos que ofrece la empresa.....	38
4.2	Toma de muestras de la calidad de Agua	39
4.2.1	Tabla comparativa de análisis realizados y la normativa de agua vigente	40
4.2.2	Análisis microbiológico.....	44
4.3	Propuesta y alternativa de reutilización de agua residual.....	44
4.4	Cálculo de la Eficiencia.....	45
4.4.1	Construcción y componentes para un sistema de gestión de agua	45
4.4.2	Costos y presupuesto	48
4.5	Estudio financiero.....	49
4.5.1	Tasa media de rendimiento (TMR)	49
4.5.2	Amortización del capital financiado.....	50
4.5.3	Presupuesto de Ingresos	50
4.5.4	Interpretación del Valor Actual Neto (VAN).....	51
4.5.5	Cálculo del TIR	52
4.5.6	Periodo de recuperación de la Inversión.....	52
5	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):	53
5.1.1	Impactos técnicos	53
5.1.2	Impactos sociales.....	53
5.1.3	Impactos ambientales	53
5.1.4	Impactos económicos	54
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
6.1	CONCLUSIONES	55
6.2	RECOMENDACIONES	56

7	BIBLIOGRAFÍA.....	57
---	-------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Beneficiarios	5
Tabla 1-2. Sistema de Tareas del Plan de Titulación	7
Tabla 2-1 Parámetros de purificación del agua [21, p. 19].....	12
Tabla 2-2. Tipología de botellas en Ecuador [24]	13
Tabla 2-3. Recursos Públicos [25, p. 9].....	15
Tabla 2-4. Clasificación de las aguas residuales [12, p. 14].....	16
Tabla 2-5. Métodos de tratamiento de agua residual [29]	18
Tabla 2-6. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas [33]	20
Tabla 2-7. Sustancias orgánicas [33].....	21
Tabla 2-8. Requisitos Microbiológicos [33].....	21
Tabla 2-9. Clasificación de } aguas según el grado de dureza. [31] [34] [33].....	22
Tabla 2-10. Normas de agua embotellada de consumo humano según TULSMA	22
Tabla 2-11. El agua purificada debe cumplir con los requisitos físicos químicos	23
Tabla 2-12. Osmosis inversa bajo rechazo	26
Tabla 4-1 Maquinaria de “TANNIC”	36
Tabla 4-2. Maquinaria de la empresa TANNIC	37
Tabla 4-3. Productos que ofrece la empresa.....	38
Tabla 4-4. Elaboración de Análisis de muestras [35].....	40
Tabla 4-5. Análisis Comparativo muestra 283 de agua potable	41
Tabla 4-6. Muestra 284 de Agua de rechazo	42
Tabla 4-7. Análisis Comparativo entre las dos muestras.....	43
Tabla 4-8. Análisis microbiológico	44
Tabla 4-9. Lista de insumos para propuesta	47
Tabla 4-10. Costo de Insumos	48
Tabla 4-11. Costo de Soldadura	48
Tabla 4-12. Costo de Mano de Obra.....	49
Tabla 4-13. Costo Total	49
Tabla 4-14. Tasa de rendimiento	49
Tabla 4-15. Amortización del crédito.....	50
Tabla 4-16. Ventas estimadas del año 2023	50
Tabla 4-17. Flujo de Caja	51
Tabla 4-18. VAN	51

Tabla 4-19. Calculo del TIR.....	52
Tabla 4-20. Periodo de recuperación.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Tipología de la empresa TANNIC.....	14
Figura 2-2. Tratamiento de Aguas residuales [29]	17
Figura 2-3. Proceso de purificación de Agua embotellada [36]	24
Figura 2-4 ósmosis Inversa [38]	26
Figura 2-5 Filtro de Zeolita [40].....	27
Figura 2-6 Filtro de Carbono [40]	27
Figura 4-1 Entrevista a Mauricio Quinatoa	31
Figura 4-2 Logotipo de la empresa.....	32
Figura 4-3 Ubicación de la Empresa TANNIC	33
Figura 4-4. Estructura Organizacional.....	33
Figura 4-5. Layout de la empresa	34
Figura 4-6 Tanque de almacenamiento Primario	34
Figura 4-7. Diagrama de procesos	35
Figura 4-8. Toma de muestras del agua residual después del proceso de purificación.....	39
Figura 4-9. Toma de muestras agua de proceso	39
Figura 4-10 Comparativa de las muestras	43
Figura 4-11. Diagrama de propuesta de reutilización y purificación de agua residual	45

INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto

“Gestión para el uso adecuado del agua residual después del proceso de purificación en la empresa embotelladora “Tannic”

Fecha de inicio: Noviembre de 2023

Fecha de finalización: Marzo de 2024

Lugar de ejecución: Empresa “Tannic” parroquia Tanicuchi, cantón
Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Industrial

Equipo de Trabajo

Tutor del proyecto de investigación:

Nombre: Ing. Msc. Esteban Alexander Salgado Gallo .

Celular: 0983771473

Cédula de Ciudadanía: 0503404493

Correo electrónico: esteban.salgado4493@utc.edu.ec

Coordinador uno del proyecto de investigación:

Nombre: Lennin Josué Ante Ramírez

Celular: 0988181621

Cédula de Ciudadanía: 0550121602

Correo electrónico: Lenin.ante1602@utc.edu.ec

Dirección: Antonia Vela y Oscar Efrén Reyes La Matriz Latacunga

Coordinador dos del proyecto de investigación

Nombre: Leonel Alejandro Ante Ayala

Celular: 0884768299

Cédula de Ciudadanía: 0504013574

Correo electrónico: Leonel.ante3574@utc.edu.ec

Dirección: Simón Bolívar y José De San Martín La Matriz Latacunga

Área de conocimiento:

- Ingeniería, Industria y Construcción. (07-UNESCO, Manual del usuario SNIESE)

Subárea de conocimiento:

- Fabricación y procesos. (072-UNESCO, Manual del usuario SNIESE)

Subárea específica de conocimiento:

- Procesamiento de alimentos. (0721-UNESCO, Manual del usuario SNIESE)

Línea de investigación:

De acuerdo con lo establecido por el Departamento de Investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, línea 6: Procesos Industriales.

Sublíneas de investigación de la carrera:

De acuerdo con lo establecido por el Departamento de Investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, línea 6: Procesos Industriales.

Sublíneas de investigación de la carrera:

- Producción para el desarrollo sostenible.

1 INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua se ha convertido en una problemática que ha desencadenado una disminución considerable de agua dulce para el consumo humano. Según Organización Mundial de la salud, para el año 2021 “2000 millones de personas vivían en países con escasez de agua, mientras que al menos 1700 millones de personas tomaban agua para consumo de fuentes contaminadas con heces” [1].

Las cifras son alarmantes, las fuentes hídricas suelen estar contaminadas por productos químicos como nitratos, fluoruros, entre otros. Esto produce en las personas enfermedades como infecciones estomacales, enfermedades diarreicas, cólera, disentería, poliomielitis, entre otras.

La provincia de Cotopaxi posee varios recursos hídricos en la zona, gracias a sus páramos que son conocidos como áreas de cargas hídricas. La principal fuente de agua se encuentra en el volcán Cotopaxi que también posee cuencas de agua que producen ríos, entre ellos: Cutuchi, el río San Pedro, el río Pita, el río Pedregal, el río Tamboyacu y el río Tambo [2].

El volcán Cotopaxi es capaz de proveer de agua a más de 10 000 personas, así como 30 litros de agua por segundo que salen de las vertientes, sin contar que gracias al desarrollo de las cuencas y ríos se han producido distintos ojos de agua [3].

La parroquia San Lorenzo de Tanicuchi perteneciente a la provincia de Cotopaxi posee agua de dos fuentes, el volcán Cotopaxi y los nevados Ilinizas. Esta parroquia utiliza vertientes de agua por medio de tratamientos encargados por las juntas de agua, entre ellas la junta de aguas de Pastocalle y la junta de aguas de Rioblanco. La parroquia es una zona Industrial, se destaca la agronomía, como es la producción de flores, brócoli, maíz, alfalfa, avena y la ganadería; en este sector se encuentran distintas empresas que usan el recurso hídrico en su producción. Estas empresas necesitan un sistema adecuado de gestión de aguas residuales; las empresas en varias ocasiones no reutilizan el agua, sino que la desechan en el alcantarillado público sin procesos adecuados de purificación.

Esta parroquia posee distintos ojos de agua que se originan de la acumulación de agua y su deshielo en las profundidades de la tierra que se almacenan en acuíferos; en distintas investigaciones se encontraron en Tanicuchi 11 vertientes y 17 pozos y ojos de agua. Estos pozos de agua nacen en su mayoría del río Cutuchi y de vertientes del Iliniza [4]. En la investigación se analiza a la empresa "TANNIC" que se dedica a la producción de agua embotellada, las problemáticas que la empresa posee se detallan en el siguiente apartado.

1.1 EL PROBLEMA

1.1.1 Situación Problemática

Actualmente, "TANNIC" enfrenta un problema importante: el uso ineficiente del agua y la generación de grandes volúmenes de aguas residuales sin el tratamiento adecuado. Se estima que alrededor del 50 % del agua utilizada en sus procesos se desperdicia debido a la falta de tecnologías de reutilización y eficiencia en el uso del agua.

Este desperdicio no solo tiene implicaciones ambientales negativas, como la contaminación de cuerpos de agua y la reducción de la disponibilidad de agua dulce, sino que también representa un costo económico significativo para la empresa, afectando su competitividad y rentabilidad.

Como problemática central se encuentra la disposición final de agua residual; esta cae directamente al alcantarillado, por lo que estas se contaminan con otras aguas que se reciben en el mismo, mezclándose con las aguas residuales domésticas del sector.

Según INEC acerca del desecho adecuado del agua: En la actualidad solo el 42,9 % de los GADM realizan un control del agua residual que se encuentra dispuesta en los ríos, el 27,6 % lo descarga en quebradas, y hay un incremento en la disposición del agua en suelos” [5].

El proceso de purificación de agua en "TANNIC" es fundamental para la producción de sus productos, pero conlleva un alto consumo de agua y la generación de grandes volúmenes de aguas residuales desperdiciadas causando efectos ambientales.

"TANNIC" enfrenta presiones externas, como regulaciones ambientales más estrictas y una creciente demanda de responsabilidad social por parte de los consumidores, que requieren que la empresa adopte prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

La empresa carece de propuestas de gestión razón por la cual no existe documentos de registro de flujos de trabajo, registro de actividades, desorganización de sus espacios de trabajo y del mantenimiento de la planta de tratamiento de agua no se encuentran registros ni exámenes que se realicen de la calidad de agua que se expende y que se desecha por parte de la empresa.

1.1.2 Formulación del Problema

¿Cómo el diseño de una gestión para el uso adecuado del agua residual en la empresa embotelladora "TANNIC", permitirá la mejora del manejo de los recursos hídricos, reduciendo el desperdicio de agua de sus operaciones?

1.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

1.2.1 Objeto de Estudio

El objeto de estudio de esta tesis se basa en el agua residual de la empresa embotelladora "TANNIC".

Campo de Acción: El campo de acción de esta tesis se centra en la gestión de recursos hídricos de la embotelladora "TANNIC".

1.3 BENEFICIARIOS

1.3.1 Beneficiarios Directos:

Empresa "TANNIC": La implementación de un sistema integrado de gestión del agua permitirá a "TANNIC" mejorar la eficiencia en el consumo de agua, reducir costos operativos y cumplir con las normativas ambientales, mejorando así su competitividad y sostenibilidad a largo plazo, como se visualiza en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1. Beneficiarios

Empleados	Número
Gerente	1
Técnico de producción	2
Vendedores	2
Choferes	2
Total	7 personas

Nota. Empresa Tannic 2024

1.3.2 Beneficiarios Indirectos:

- **Comunidad Local:** La comunidad local se beneficiará de una menor contaminación de los cuerpos de agua y una mejor disponibilidad de recursos hídricos, lo que contribuirá a su salud y bienestar.
- **Clientes y Consumidores:** Los clientes y consumidores de "TANNIC" se beneficiarán de productos que son fabricados de manera más sostenible, lo que puede mejorar la imagen y la confianza en la marca.
- **Futuros estudiantes de ingeniería industrial:** El proyecto de investigación se convierte en un referente técnico para proyectos de investigación futuros.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La gestión de aguas residuales permite reutilizar el agua que se utilizó en los diferentes procesos y actividades industriales, domésticos, agropecuarios, entre otros. Para recuperar su calidad, y utilizar el recurso hídrico de la mejor manera [6].

Se debe considerar que es importante manejar el agua residual, ya que es una obligación de las empresas poseer una planta de tratamiento para controlar sus desperdicios de agua, o contar con un sistema de gestión de agua residual adecuado. Es importante mencionar que el 73,8 % de los GADM urbanos cuentan con plantas de tratamientos de sus aguas residuales, mientras que el 22,6 % no realizan tratamientos [5].

En el caso de estudio, la empresa embotelladora "TANNIC", de la parroquia Tanicuchí, debe de implementar un proceso de gestión de agua residual adecuado. Este proceso es importante para una productora de agua purificada, pues en la actualidad, presenta falencias en torno a su gestión de residuos hídricos.

El proyecto es factible, se cuenta con el apoyo del gerente de la empresa, y los investigadores cuentan con recursos económicos, técnicos, bibliográficos para efectuar un estudio sistemático de la empresa y proponer soluciones a las problemáticas encontradas.

En primera instancia, se procedió a la recopilación de muestras de agua representativas del postratamiento. Acto seguido, se llevó a cabo un exhaustivo análisis fisicoquímico para determinar diversos parámetros tales como el pH, la DBO, los sólidos totales y la presencia de metales pesados. Asimismo, se llevaron a cabo pruebas microbiológicas minuciosas con el fin de detectar la existencia de bacterias u otros microorganismos.

Con base en los resultados obtenidos de dichas indagaciones, se evaluó la calidad del agua comparándola con las normativas y estándares vigentes. Finalmente, se elaboró una alternativa para un reúso seguro del agua residual, tomando en cuenta su composición y los usos potenciales a los que podría destinarse.

1.5 HIPÓTESIS

HP: Si la empresa embotelladora "TANNIC" implementa una adecuada gestión del agua residual, se podrá reutilizar hasta el 70 % del agua generada en sus procesos de producción, mejorando la eficiencia hídrica de la empresa.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

Gestionar el uso adecuado del agua residual después del proceso de purificación de la empresa embotelladora "TANNIC", para la mejora de la eficiencia hídrica.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual generada después el proceso de purificación en la empresa, determinando alternativas para su reúso.
- Proponer alternativas para la reutilización del agua residual que surge por el sistema de purificación empleado por la empresa "TANNIC".
- Presupuestar la alternativa de gestión de agua residual de la propuesta determinando el tiempo de retorno de la inversión.

1.7 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1-2. Sistema de Tareas del Plan de Titulación

Objetivos Específicos	Actividades (Tareas)	Resultados Esperados	Técnicas, medios e Instrumentos
Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual generada después el proceso de purificación en la empresa, determinando alternativas para su reúso.	Recolección de muestras de agua de rechazo en diferentes puntos del proceso de purificación.	Muestras representativas del agua de rechazo.	<ul style="list-style-type: none">• Muestreo sistemático.• Frascos estériles, equipos de muestreo.
	Análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras recolectadas.	Datos detallados sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de rechazo.	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de laboratorio.• Laboratorio de análisis, kits de prueba microbiológica.
Proponer alternativas para reutilizar el agua residual que surge por el sistema de purificación empleado por la empresa "TANNIC".	Revisión de literatura sobre tecnologías de reutilización de agua en la industria.	Compilación de posibles alternativas de reutilización del agua.	<ul style="list-style-type: none">• Revisión bibliográfica, análisis documental.• Bases de datos científicas, artículos técnicos.
Presupuestar la alternativa de gestión de agua residual de la propuesta, determinando el tiempo de retorno de la inversión.	Identificación de materiales necesarios para cumplir con la alternativa de solución	Lista de materiales	<ul style="list-style-type: none">• Tablas de presupuesto
	Estudio de costos	Presupuesto Desarrollo de un diagrama de la alternativa	<ul style="list-style-type: none">• Anexos de precios actualizados

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Internacionales

- En el distrito de Xalapa de la ciudad de México se plantea el tema: “Gestión de calidad para la empresa purificadora y embotelladora de agua Hernández Vicenteño” donde se realizó en primera instancia un estudio de las propiedades del agua para revisar los estándares de calidad, luego se estableció un estudio mercado para los clientes, sobre los precios, sabor y calidad que estos perciben del agua. Con estos resultados se estableció procedimientos normativos sintetizados en un manual de uso [7].
- En la Argentina, el tema: “Tratamiento de Aguas residuales” se analizó el problema de las aguas residuales industriales y la normativa que específicamente refiere al tratamiento de las aguas residuales industriales, se identificando tres opciones de tratamiento, a las que se dedican distintos capítulos: el servicio público de agua y cloaca; el tratamiento in situ por el propio industrial, y el tratamiento por un tercero, empresa u operador de residuos peligrosos. Se analizó que las aguas residuales no puedan ser volcadas a la red cloacal y se consideró el caso del río Matanza Riachuelo, contaminado por el vuelco de efluentes industriales sin tratamiento [8].
- En Colombia el artículo científico “Aguas embotelladas: metabolismo social, discursos y desigualdades asociadas al agua en Bogotá, Colombia” se analizó como el agua desde la perspectiva mercantil puede afectar una población, desde la ecología política del agua embotellada, se evidenció a las aguas envasadas, como una mercancía del sistema alimentario porque se puede surtir de este elemento a moradores que no lo poseen; sin embargo, su higiene, sostenibilidad y gestión es un problema de responsabilidad empresarial [9].

2.1.2 Nacionales

- En la ciudad de Santa Elena en la parroquia de la libertad se plantea el proyecto de “Plan de manejo de residuos para minimizar el impacto ambiental en la empresa Hermosal S.A.” donde se analizó por medio de un enfoque con diseño experimental analizar todas las etapas actuales de los procesos que ejecuta la empresa donde se destacó como problemática un escaso manejo de las normativas ambientales vigentes como lo fue NTE INEN NTE INEN 2841:2014, NTE INEN 2266:2013, Acuerdo ministerial 061

(TULSMA), NTE INEN-ISO 3864-1:2013, NTE INEN 2288:2000 Y la guía de buenas prácticas para el etiquetado y manejo de residuos y desechos peligrosos o especiales. Para esto se realizó un plan de capacitación acerca del manejo de residuos después de haber clasificado y caracterizado los mismos [10].

- En Quito se plantea el “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales”. Para esto se basó en cumplir con la Ordenanza Municipal N.º 0138, se seleccionó alternativas de ponderación por medio de un muestreo in situ de los volúmenes y caudales de los vertidos generados, y del análisis de la matriz de Vicente Conesa, como resultado, se determinó que el tratamiento filtración en combinación con el ozono es la necesaria y debe ser diseñado y dimensionada esto permitirá tratar el agua contaminada con una reducción con valores entre el 88 % y el 99 %.
- En Manta la investigación acerca de la “Gestión de aguas residuales como medida de adaptación al cambio climático en Manta, Ecuador 2015-2021” uso una metodología adoptada con Sistemas Dinámicos, donde a través diagrama de bucles se hace un mapeo de las variables que intervienen en el sistema de gestión del recurso hídrico se propuso luego la incorporación de medidas como la construcción de infraestructura, así como del control de los afluentes industriales, se propone la incorporación de la ISO 50001.

2.1.3 Locales

- En torno a los antecedentes locales se puede evidenciar proyectos acerca de la gestión de calidad. En la ciudad de Latacunga el caso de estudio de la empresa AKTAR en esta se plantea “Diseñar un Sistema de Gestión de Calidad para el mejoramiento continuo” donde se realizó una guía aplicando la metodología de las 5 “S” en torno a todas las áreas de trabajo especialmente al área de recursos humano y la comercialización del producto con un plan de monitoreo de cada 6 meses y utilizando ISO 9001:2015 [11].
- En la investigación “Propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la industria Láctea Pastolac”. Se encontró derrame de fuga de grasa y leche en tanques, pasteurizadores, tinajas de cuajo, suelos y paredes, y una concentración de sal superior al 5 %, esto finaliza en ríos aledaños al sector o mediante canales de regadío que pasa junto a esta industria causando problemas a los usuarios debido a los malos olores que afectan su salud, lo que se pretende lograr con este estudio es dar una alternativa para solucionar los problemas anteriormente mencionados mediante la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir el impacto ambiental donde se realizó un presupuesto y una lista de materiales para la construcción de la propuesta [12].

2.2 Impacto ambiental y contaminación del Agua

Anualmente, se producen 380 000 millones de m³ de aguas residuales por todo el mundo; este volumen se incrementa hasta los 470 000 millones de m³ al final de 2030 y alcance los 574 billones de m³ en el 2050” [13, p. 1].

Además, es de suma importancia proteger los recursos naturales, sobre todo a favor de la sociedad [14]. Ha sido evidente el deterioro ambiental, además de la presencia de agentes nocivos en los cuerpos de agua como resultados contaminantes debido a las irresponsabilidades y acciones negativas del ser humano [15].

La contaminación en el agua surge debido a la presencia de desechos orgánicos, productos químicos y residuos clorados. A causa del crecimiento de la población a nivel global ya analizado anteriormente, eliminar estos contaminantes emergentes altamente tóxicos se vuelve cada vez más complicado, teniendo como resultado la emergencia de sustancias cuyos efectos en la calidad ambiental no son reconocidos, debido a su alteración molecular que las hace indistinguibles y difíciles de eliminar.

Por otro lado, para [14] la mayor preocupación está en que estos componentes químicos afectan a la protección ambiental y a los recursos naturales, debido a esto, los gobiernos generan normativas que las industrias deben cumplir por el beneficio ambiental.

La garantía para la correcta sostenibilidad de los Recursos Naturales es la gestión ambiental por medio de una serie de instrumentos que se encuentran dirigidos a la prevención y mitigación de las problemáticas ambientales ocasionadas por las actividades de las industrias [14].

La contaminación de los recursos hídricos es un problema cada vez más grave, debido a que estos se usan como receptores finales de efluentes domésticos e industriales. Los desechos que se concentran en los ríos, sequías, y en mares se encuentran compuestos por distintas concentraciones de basura, insumos industriales que afecta la vida acuática, por lo tanto, se mueren los peces por disminución del oxígeno disuelto y el agua se convierte en no apta para el consumo [16]. El impacto ambiental es producto, por lo tanto, de la contaminación del agua. Esto se analiza a continuación.

2.2.1 Contaminación del agua

La contaminación del agua se basa en la acumulación de sustancias que se generan por residuos de plantas, animales, tierra y elementos externos producidos por el hombre como basura y desechos tóxicos. El 26 % de la población mundial carece de agua potable y en 2023 alrededor

de dos mil millones de personas no cuentan con acceso al agua potable y 3,600 millones carecen de acceso a un sistema de saneamiento y almacenamiento [17].

El agua comprende uno de los elementos de vital importancia para el desarrollo de las comunidades. La mayor problemática ambiental es la contaminación del debido a la cantidad de residuos sólidos y líquidos que se generan en grandes empresas. Las consecuencias de la contaminación perjudican al ecosistema y por ende al ser humano.

Si bien la industria ha producido un aumento significativo de trabajo, tecnología y adelantos, también ha traído consigo un incremento de contaminación provocado por el hombre, al utilizar pesticidas, químicos, fármacos, nitratos, fosfatos, plásticos, entre otros. El 72 % de las fuentes de agua se encuentran contaminadas, lo que produce enfermedades en la población, debido a las alteraciones químicas y biológicas de este recurso natural [p.94].

En este proyecto se aborda un plan para el mantenimiento basado en procesos claros, donde la reutilización de las aguas residuales ha dado un cambio relevante a varias empresas hídricas. Para esto ha sido necesario establecer reguladores y controladores de calidad de agua.

2.3 Consumo de agua en la actualidad

El consumo del agua ha ido en aumento con el crecimiento de la población a nivel mundial, siendo así que la demanda de este servicio vital para el ser humano sea cada vez mayor cada año. [18], aclaran que el agua es uno de los recursos no renovables e indispensables para la vida de los seres vivos.

Las Naciones Unidas mencionan que 800 millones de personas solo tienen acceso a 50 litros de agua al día. Lo que no permite llevar a cabo las actividades necesarias para tener una vida óptima y de calidad. Una persona puede consumir normalmente 136 litros de agua, al ducharse se pierden 5 litros por minuto, de la misma forma la descarga de inodoros, mientras que lavar un carro puede gastar 250 litros [19].

En Ecuador las cifras existen provincias que sobrepasan el promedio estándar de consumo de agua por persona, siendo éstas capaz de llegar a un 40 % más de consumo. Este es el caso de las provincias de Pichincha, Los Ríos, Napo y Tungurahua, sin embargo, esta agua no solo se desperdicia, sino que después de utilizarse no se realiza un correcto proceso de purificación.

En la Ciudad de Quito, por ejemplo, “En la capital, cada persona gasta en promedio 140,7 litros de agua al día, aunque la cantidad llega a 250 litros durante el verano” [20]. En muchos casos los niveles de agua se racionan y hay provincias donde sus parroquias experimentan escasez

del líquido vital. Se puede destacar el costo de consumo del líquido vital en Ecuador, donde los 10 m³ de consumo para todos los consumidores de la categoría residencial. El costo del metro cúbico en promedio es de \$ 0,38 en el sector domiciliario.

2.4 Agua embotellada

Es agua purificada usada generalmente para el consumo humano, es especial para su hidratación y en presentaciones grandes se utilizan para la preparación de alimentos. Esta agua debe de someterse a procesos de purificación.

La Organización Mundial de la Salud (2004) el agua potable no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud, puede consumirse de forma diaria, y no altera las alergias o la sensibilidad de las personas. [21]. Para establecer la calidad de agua en torno a la variable purificación existen parámetros que se deben considerar a analizarse, estos se detallan a continuación en la Tabla 2-1

Tabla 2-1 Parámetros de purificación del agua [21, p. 19].

PARÁMETROS	CONCEPTO
Análisis Químicos	Permite identificar la alcalinidad del agua
Análisis Físicos	Se establece que residuos sólidos pueden modificar el aspecto del agua como lo es el color, Olor, sabor entre otros.
Análisis Microbiológicos	Se analizan elementos coliformes bacterias, fecales, algas patógenos y protozoos

Estos elementos permiten determinar las características de calidad del agua, pero se debe de recordar que los procesos de purificación del agua dependen mucho de los lugares donde se obtiene el agua, y es necesario realizar un proceso de purificación que sea más estricto.

2.4.1 Consumo de agua embotellada

El agua puede ser una mercancía de la cual se puede obtener réditos económicos. El agua embotellada se considera un recurso seguro para consumir este recurso, alrededor de un millón de botellas se consumen cada minuto. Los países que se encuentran en los primeros lugares de la lista son: Singapur, Australia, Malta, Luxemburgo. Una de las razones más evidentes que se ha constatado para sustentar este incremento en el consumo de agua embotellada, se arraiga a la ineficiencia de los servicios de agua potable.

Ecuador para el 2023 se establece entre los 30 países en consumir agua embotellada, cada ecuatoriano puede comprar 134 botellas de 500 ml cada año, esto demuestra que varias localidades de Ecuador no cuentan con un recurso hídrico limpio, además existen

aproximadamente 985 empresas purificadoras de agua embotellada [22]. En Ecuador el consumo de agua embotellada se ha incrementado sobre todo en las provincias que se ubican las regiones de la Costa y la Amazonia, esto sucede debido a la falta de confianza en los servicios de agua potable que brindan las autoridades locales. [18].

Además, se afirman que el consumo de agua embotellada, al ser considerado como un elemento de gran sustento para la hidratación del ser humano, ha sido más demandada en los últimos años. Esta industria ha crecido en un 73 % desde el 2010 al 2020 [22]. Este consumo ha provocado que las empresas embotelladoras generen un incremento en su producción de hasta el 12 % cada año, una cantidad que se duplica cada seis años.

2.4.2 Tipología de las aguas embotelladas en Ecuador.

La FDA o la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos se encuentra aliado con Ecuador para regularizar las normas y estándares de calidad en torno a alimentos y medicamentos, algunos sé estos beneficios son los programas de verificación y auditorías para beneficiar a la ciudadanía con productos de calidad.

Este organismo clasifica el agua embotellada en distintas tipologías, que se mencionan a continuación en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Tipología de botellas en Ecuador [24]

TIPOLOGÍA DE AGUA	CONCEPTOS
Agua de manantial	Esta agua proviene de acuíferos los mismos que se encuentran en capas de roca y arcilla. Este fluye de manera natural y debe extraerse a través de un proceso de perforación hacia la superficie, se parecen al agua de poso, pero poseen más minerales.
Agua mineral	Proviene de fuetes subterráneos contiene por lo menos 250 partes por millón de sólidos totales disueltos. Estos componentes no deben de añadirse en el proceso de purificación, sino que deben poseer naturalmente el agua en su composición normal.
Agua de pozo	Se encuentra un acuífero subterráneo, de un poso perforado en el suelo, este se extrae del suelo mediante una bomba de agua.
Aguas de llave	Varios municipios pueden proveer de agua potable por medio de grifos que debe purificarse antes de embotellarse.

Los tipos de botellas de aguas permiten identificar el agua que se tratara en la investigación ya que, la empresa “TANNIC” se considera una empresa de agua de manantial, como se observa en la publicidad de sus redes sociales, como lo muestra la Figura 2-1.



Figura 2-1. Tipología de la empresa TANNIC

Un manantial, venero, naciente o surgencia es un punto de salida natural de agua subterránea que fluye hacia la parte superior de la corteza terrestre. Se debe considerar que las aguas de manantial se encuentran dentro de la purificación de aguas de consumo humano, y esta debe de cumplir normas de calidad. Esto se menciona a continuación. Su correcta administración es fundamental; estas fuentes de agua pueden ser permanente o temporales.

2.5 Regulación de control y vigilancia sanitaria en Ecuador

Se conoce que, actualmente en Ecuador, la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), es quien regula y controla los productos que son para el consumo humano. [18].

ARCSA, es una agencia reconocida internacionalmente este organismo técnico es el encargado de regular la vigilancia de control sanitario, el control del agua potable, la emisión de permisos de funcionamiento de distintas empresas que producen, importan, exportan, comercializan, expendan, los productos de consumo. Su misión y objetivo pretende garantizar la salud de la población para esto pretende regular y controlar la calidad, seguridad, eficacia e inocuidad de los productos que se usan para el consumo humano; así como, las condiciones higiénico-sanitarias de los establecimientos sujetos a vigilancia y control sanitario en su ámbito de acción [23].

La normativa de calidad adecuada según [24], consideran que la gestión de calidad debe acogerse según la Norma ISO-9001, la cual se enfoca en la gestión de riesgos y dispone de

cinco requisitos que las empresas deben cumplir: el primero es un sistema de gestión de la calidad, responsabilidad de la dirección, gestión de los recursos, mejoramiento de la productividad, medición, análisis y mejora [24]. Estos aspectos son necesarios aplicar para la producción exitosa y el alcance de los valores.

Otro ente que regula el uso del agua son los GADs Municipales, que cooperan con el saneamiento y cuidado del agua. Lo que permite que el agua potable se encuentre correctamente distribuido, además los moradores pueden pedir servicios públicos orientados a este recurso como alcantarillado y tratamiento de agua. Esto se detalla a continuación en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3. Recursos Públicos [25, p. 9]

RECURSOS PÚBLICOS	CONCEPTO
Agua potable	El agua es considerada de consumo humano, este se debe determinar por medio del estudio físico, químico y microbiológico
Alcantarillado	Se basa en el proceso de recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales
Alcantarillado sanitario, pluvial	El alcantarillado sanitario se basa en las aguas residuales domésticas, y el pluvial permite el desalojo de agua de lluvia, lo que permite menos inundaciones.
Agua residual	Esta recoger contaminantes de la atmósfera o el suelo y se arrastran hasta las aguas receptoras, como ríos, alcantarillado, entre otras.
Plantas de tratamiento de agua cruda	Transformarla a través de procesos físicos — químicos en agua para consumo humano.
Planta de tratamiento de agua residual	Es un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es que a través de los equipamientos elimina o reduce la contaminación o las características no deseables de las aguas residuales.

Nota: Definiciones. Normativa para la Evaluación de los Servicios Públicos de Agua Potable.

Mientras que la normativa que regula los factores orientados al agua potable es la Norma INEN 1108: “Norma técnica ecuatoriana que establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano, se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros” [25].

INEC en sus registros afirman que existen 14 fuentes de agua, entre las que se encuentran lagos, ríos, arroyos, pozo, manantiales que deben tratar el agua para lograr que estas sean de consumo también en 2019, se calculó que existe 1.184 fuentes de agua cruda registradas, el 45 % son fuentes superficiales y el 55 % son fuentes subterráneas, entre las principales fuentes están pozos profundos, vertientes, quebradas, ríos y arroyos [25].

2.6 Aguas Residuales

Las aguas residuales, generalmente se producen en las grandes industrias, aunque muchas de estas generan aguas residuales bastante contaminadas, [26] existe una caracterización por los tipos de aguas residuales que [14] las dividen basándose en las actividades domésticas, comerciales, industriales y agropecuarias, que a su vez influyen en contaminantes físicos, químicos o biológicos, produciendo un daño a la salud ambiental y humana.

Una definición más precisa sobre los tipos de aguas residuales, se encuentra en la Ley de Gestión Ambiental y el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (2013), donde se considera al agua residual como el desecho líquido generado tras distintos procesos industriales; el agua residual municipal, por su parte, terminan siendo desechos líquidos extraídos de las viviendas, negocios públicos, centros educativos, de comerciantes o locales industriales, además de las aguas superficiales, freáticas o fluviales que ingresan a las alcantarillas y finalmente las aguas residuales tratadas dadas al ser descargadas en un receptor bajo las normas de control y calidad.

El alto porcentaje de factores contaminantes generados por las aguas residuales recalcan la importancia de brindar un mantenimiento adecuado con la aplicación de sistemas para el debido tratamiento y reducir el efecto ambiental provocado por estos contaminantes [27]. En las regiones de extrema escasez de agua, la creciente presión sobre las fuentes naturales de agua dulce ha llevado a usar aguas no convencionales tales como: la recuperación de aguas residuales industriales y municipales para diferentes usos industriales, agrícolas y domésticos como se menciona en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4. Clasificación de las aguas residuales [12, p. 14]

TIPOS DE AGUAS RESIDUALES	CONCEPTO
Aguas residuales domésticas	Estas aguas residuales se encuentran contaminadas de elementos como: heces fecales, orina, detergente, jabón, grasas, materia orgánica producto del lavado de platos o ropa.
Aguas blancas	Son aguas que se originan de la lluvia, el riego, la limpieza de vehículos. Por lo general deben de ser administradas por separado, pero no en todas las ciudades se mantiene estos sistemas de alcantarillado separados.
Aguas residuales Industriales	Contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal.
Aguas residuales agrícolas	Son aguas que proceden de las labores agrícolas, son conocidas como aguas de riego y pueden presentarse con o sin tratamiento previo.

[27] Mencionan que el tema de las aguas residuales es importante de tratar, pues, facilita la búsqueda de alternativas para disminuir el incremento contaminante que se generan en el agua por las actividades humanas, tomando como un método fundamental el tratamiento de las aguas residuales. [28] por otro lado, propone que las ciudades costeras deben implementar plantas de purificación de agua, pues son las más contaminantes al desechar las aguas residuales al mar y ríos.

Estas aguas residuales con altas concentraciones de hidrógeno son difíciles de tratar biológicamente y pueden ser letales para los microorganismos. Con el tiempo, el olor de las aguas residuales aumenta y pueden volverse anaeróbicas, liberando gases malolientes que indican la presencia de sustancias peligrosas en el agua, por ello es imposible distribuirla para el consumo humano y causa estragos altamente contaminantes.

2.6.1 Tipos de tratamiento de aguas residuales

Existe un esquema general para el tratamiento de aguas residuales sin importar el tipo de agua residual, sea este doméstico o industrial, el proceso es el mismo. Los procesos utilizados para el tratamiento de agua pueden ser anaerobios, es decir, sin la presencia de oxígeno; aerobios o mixtos, como se muestra en la Figura 2-2.

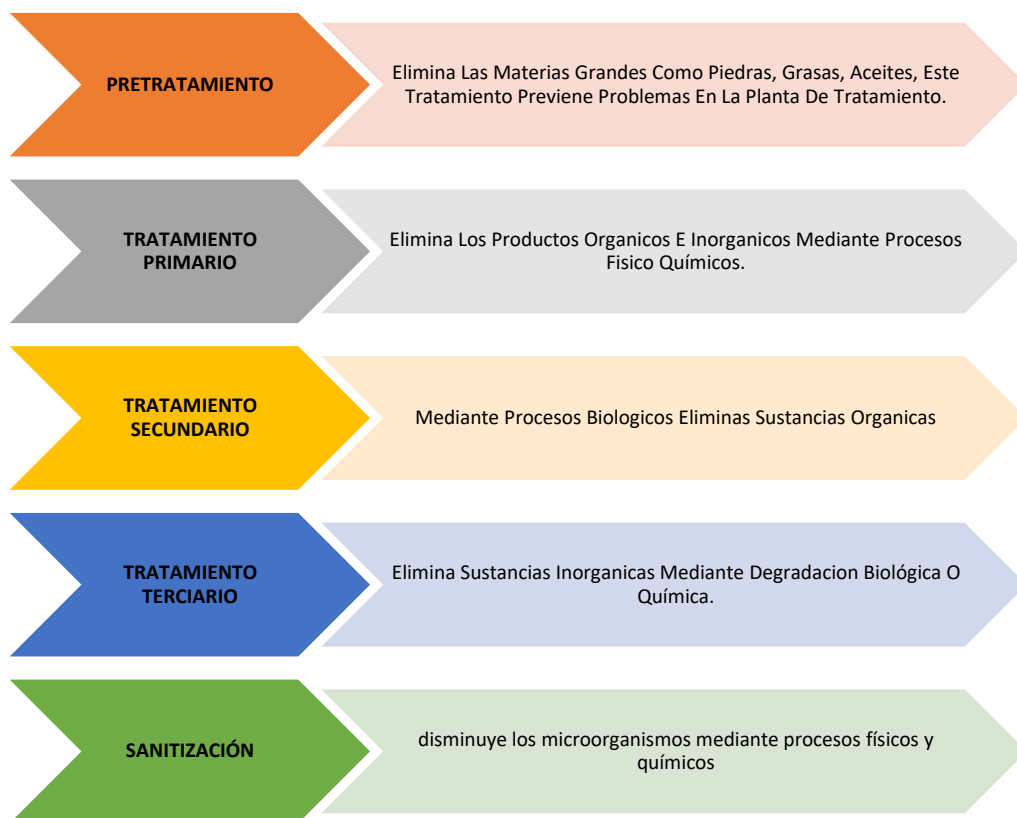


Figura 2-2. Tratamiento de Aguas residuales [29]

El tratamiento de agua, por lo tanto, utiliza diferentes procesos y etapas donde se desinfecta el agua con elementos químicos como Cloro, Ozono, luz ultravioleta, entre otros elementos.

Estos procesos se mencionan en la siguiente Tabla 2-5.

Tabla 2-5. Métodos de tratamiento de agua residual [29]

MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	CARACTERÍSTICAS
Desinfección por cloración	El cloro es una sustancia muy poderosa, se utiliza para purificar el agua, este es capaz de actuar como oxidante y puede eliminar o ayudar a eliminar algunas sustancias químicas como el manganeso.
Ozonización	Este facilita la oxidación de compuestos químicos orgánicos, por lo general se aplican en los procesos primarios de purificación del agua, este proceso es capaz de descomponer elementos como plaguicidas y otras sustancias orgánicas, además evita el crecimiento bacteriano.
Procesos de desinfección	Estos procesos usan en varias ocasiones radiación UV para mejorar la carga bacteriológica, además del yodo y el bromo, elementos pesados en el agua.
Filtración	Filtros usados de forma rápida por procesos de gravedad, siendo estos dispuestos en forma horizontal, aplicados a presión o filtros lentos de arena.
Aireación	Sirve para eliminar gases causados por compuestos volátiles que proporcionan un alto grado de transferencia de masa.
Carbón Activo	El carbón activado se utiliza para la eliminación de plaguicidas y compuestos que alteran el sabor y olor del agua, su fórmula es en polvo (CAP) o en forma granular (CAG).
Ionización del agua	Se puede utilizar el intercambio catiónico (entre iones con carga positiva) para eliminar ciertos metales pesados.
Membrana	Los procesos de membrana más reconocidos para el tratamiento del agua son la ósmosis inversa, ultrafiltración, microfiltración y nanofiltración.

Se usan filtro de carbón activo que permiten la división molecular del agua, estos absorben olores y colores. Los filtros de arena, por ejemplo, atrapan contaminantes por medio de la filtración de cuna corteza gruesa. Mientras que los procesos aeróbicos permiten que el agua se encuentre purificada por medio del ozono y el almacenamiento del recurso.

2.6.2 Normativas para tratamiento de aguas residuales en Ecuador

La mayor razón para mantener el ciclo y desarrollo en los ecosistemas en todo el mundo es la cantidad de agua, considerando que este recurso conforma el 0.5 % solo de agua dulce, ubicada en cuerpos como de agua tales como: lagos, ríos, reservas y el agua de lluvia, que son aptos para el uso humano [15].

Con el avance de las innovaciones tecnológicas, se han implementado ciertos regímenes legales para mantener este porcentaje de agua. Para esto las industrias han tenido que adaptarse [14] las empresas han entrado en un complejo acoplamiento por el surgimiento de leyes que implementan medidas de seguridad, multas y exigencias legales en beneficio a la conservación de los recursos no renovables que son de importancia mantener, sobre todo tras conocer el corto porcentaje de agua que existe en el planeta. Además, [30] considera y señala que es importante prohibir a las empresas la reutilización de las aguas residuales que no mantienen un seguimiento y tratamiento adecuado.

La aplicación de las normas dictadas para las plantas purificadoras, embotelladoras permiten que los productos generados mantengan calidad impecable y seguro para el consumidor. Los reglamentos para el cuidado del agua son distintos para cada país; en Ecuador el gobierno del 2015 ha generado un reglamento denominado: Ley de Recurso Hídricos, Usos y Aprovechamientos del agua [31].

El análisis de este documento reconoce que, dentro del marco legal en Ecuador, se resalta la importancia del aseguramiento ambiental a nivel nacional. Donde el Art. 6 aclara que los servicios administrativos que proveen de agua potable bajo el saneamiento ambiental que dicta la ley, tendrán participación con los gobiernos autónomos y descentralizados para brindar ayuda en el suministro de agua potable y el tratamiento de aguas residuales [32].

2.6.3 Tratamientos de Aguas Residuales en Embotelladoras.

Las empresas de bebidas carbonatadas y no carbonatadas como el caso de las aguas embotelladas a nivel centroamericano, latinoamericano y nacional, llevan consigo una responsabilidad fundamental para el bienestar ambiental y humanitario, porque el impacto ocasionado por las emisiones de residuos sólidos y líquidos son una preocupación no solo por el hecho del desperdicio hídrico, sino también, porque son recursos que pueden ser tratados y reutilizados para minimizar el uso de materia prima [14].

La administración de aguas residuales se fundamenta en una aplicación de técnicas físicas, químicas y biológicas que permiten eliminar los componentes de las aguas residuales. A menudo, este sistema contiene una larga y multifacética cadena de componentes interconectados, tales como tuberías, bombas, instalaciones de tratamiento [16].

El tratamiento de las aguas residuales al provenir de varios sectores productivos causa un gran y significativo impacto a favor del ambiente [16] afirma que principalmente las empresas del sector producción buscan día a día poder mejorar la calidad de su producción y minimizar sus

residuos [16]. Se considera que las plantas deben incrementar su tratamiento de aguas residuales, pues según con nuevos sistemas que permitan la mejora de estos procesos de purificación, manteniendo conexiones legales y manteniendo las normas de sanidad según dicta la ley.

2.7 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano.

Los límites permisibles se encuentran dentro de distintas normas técnicas que permiten la correcta gestión ambiental. En estas se encuentran criterios de calidad de agua por medio de cuadros de parámetros en torno a contaminantes, partículas orgánicas e inorgánicas que miden los límites permisibles para el consumo del agua, esto se menciona a continuación:

2.7.1 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-2014

Esta normativa refleja las consideraciones necesarias, para agua potable, por medio del Límite máximo, partiendo de un conocimiento tecnológico donde se analiza los límites en torno a parámetros microbiológicos [33]. El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación en la Tabla 2-6.

Tabla 2-6. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas [33]

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor		no objetable
Sabor		no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ₂	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

Esta tabla muestra los requerimientos físicos y químicos del agua para consumo humano en cuanto a metales pesados, nitritos, nitratos, turbiedad. Como lo menciona la Tabla 2-7. Estos límites son máximos y son clasificados por la absorción de cada material al agua.

Tabla 2-7. Sustancias orgánicas [33]

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP Benzo [a] pireno	mg/l	0,0007
Hidrocarburos:		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2 dicloroetano	mg/l	0,03
cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrilamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2 dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4 dioxano	mg/l	0,05
ácido nitrilotriacético	mg/l	0,2

El agua pura para consumo humano debe cumplir con los siguientes requisitos que se aprecian en la Tabla 2-8.

Tabla 2-8. Requisitos Microbiológicos [33]

PARÁMETRO	MÁXIMO
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1,1 * < 1 **
Cryptosporidium, número de ooquistes/ litro	Ausencia
Giardia, número de quistes/ litro	Ausencia

* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm³ ó 10 tubos de 10 cm³ ninguno es positivo.

** < 1 significa que no se observan colonias.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Sexta revisión 2020-04

2.7.2 Normas de dureza de agua según la Organización Mundial de la Salud

En la actualidad existen algunas normas que no han sido acogidas por el Ecuador, pero que OMS establece en torno a la pureza del agua, entre estas se encuentra la caracterización del

agua respecto a su contenido de dureza, siendo una de las más utilizadas la de la Organización Mundial de Salud (OMS) esquematizada en el siguiente orden como muestra en la Tabla 2-9.

Tabla 2-9. Clasificación de aguas según el grado de dureza. [31] [34] [33]

Caco3 Y Mg. (MGL)	TIPO DE AGUA
0 – 60	Blanda
61 – 120	Moderadamente dura
121 – 180	Dura
>180	Muy dura

2.7.3 Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente

TULSMA, En su libro VI en el Anexo 1. Acerca de la norma de calidad ambiental y de descarga de Efluentes: Establece los límites máximos permisibles para aguas de para consumo humano y uso doméstico que son embotelladas, como se observa en la Tabla 2-10.

Tabla 2-10. Normas de agua embotellada de consumo humano según TULSMA

PARÁMETRO	LÍMITE MÁXIMO	UNIDAD
Antimonio	0,005	mg/l
Arsénico	0,01	mg/l (calculado como As total)
Bario	0,7	mg/l
Borato	5,0	mg/l (calculado como B total)
Cadmio	0,003	mg/l
Cromo	0,05	mg/l (calculado como Cr total)
Cobre	1	mg/l
Cianuro	0,07	mg/l (calculado como CN- total)
Fluoruro	1,5	mg/l
Plomo	0,01	mg/l
Manganeso	0,4	mg/l
Mercurio	0,001	mg/l
Níquel	0,02	mg/l
Nitrato	50	mg/l
Nitrito	0,1	mg/l
Selenio	0,01	mg/l

Estas aguas son purificadas y deben de ser cumplir con los requisitos debe cumplir con los parámetros físicos, químicos y microbiológico con respecto a su color, pH y sólidos totales esto se detalla a continuación en la Tabla 2-11.

Tabla 2-11. El agua purificada debe cumplir con los requisitos físicos químicos

REQUISITOS	MÍNIMO	MÁXIMO
Color expresado en unidades de color verdadero (UTC)	--	5
Turbiedad expresada en unidades nefelométricas de turbiedad NTU	--	3
Sólidos totales disueltos expresados en mgl:		
- Agua purificada envasada	--	500
- Agua purificada mineralizada envasada	250	1 000
pH a 20°C		
- no carbonatada	6,5	8,5
- carbonatada	4,0	8,5
- proceso de ósmosis y destilación	5,0	7,0
Cloro libre residual, mgl	0,0	0,0
Dureza, CaCO ₃ , mgl	-	300
Olor y sabor	inobjetable.	

2.8 Análisis de exámenes de agua

Se deben llevar a cabo pruebas de pH y de sólidos disueltos totales (TDS) en el agua potable. Estas pruebas son similares a las realizadas por un médico al tratar la temperatura: son pruebas generales que proporcionan un índice de calidad del agua potable. Todos los análisis de agua se realizan en un laboratorio certificado. Hay que tener en cuenta los resultados de los análisis de agua no deben de provenir de cualquier laboratorio [35].

Además de que las pruebas se deben de obtener por medio de los recipientes desinfectados adecuados y dejarse en los laboratorios. Estos resultados deben compararse con las normas técnicas de cada país para establecer su purificación y calidad de agua.

Los análisis para medir la calidad de agua pueden ser los mismos para aguas residuales, potables, purificadas y aguas de proceso HPLC. Estos se basan en establecer las características físicas, químicas, microbiológicas del agua. Estas se basan en las normativas y legislaciones con base al cumplimiento normativo que permite cumplir con las regulaciones ambientales y de salud, es esencial seguir estas normativas establecidas por expertos para evitar sanciones legales.

El análisis de agua es una herramienta esencial para asegurar la calidad del agua que consumimos y utilizamos en nuestras actividades cotidianas. Protege la salud pública, el entorno natural y la administración adecuada de las organizaciones. Toma medidas para asegurarte de que el agua que usas cumpla con los estándares necesarios y ayude a todos.

2.9 Procesos de purificación de agua.

Hoy en día, existen formas y procesos en el tratamiento de las aguas para su purificación, para el tratamiento de purificación de las aguas residuales, es importante considerar el siguiente sistema: Almacenamiento, purificación y evacuación. La importancia en la implementación de estos sistemas asegura la recuperación de nutrientes, energía, compuestos orgánicos e inorgánicos que contiene el agua.

Además, las aguas residuales deben obtener tratamientos: primarios, donde se remueven los compuestos orgánicos suspendidos y se reduce hasta el 40 % del DBO; secundarios: donde se lleva a cabo los tratamientos enfocados en la oxidación con la biofiltración. Aireación y estancamiento, pretendiendo alcanzar aproximadamente 30 mg/L de DBO; y finalmente los terciarios, en donde se remueven los fosfatos y nitratos.

Los procesos de purificación en las aguas residuales residen en receptor el agua y almacenarla; mantener la higiene constante en estos depósitos de almacenamiento aplicar los procesos pertinentes para eliminar restos de arena y polvo con los filtros de sedimento, además de eliminar residuos de cloro a través del filtro de carbón [24].

Para la eliminación de más contaminantes químicos orgánicos, el agua debe atravesar el proceso de Ósmosis inversa, como se observa en la Figura 2-3.

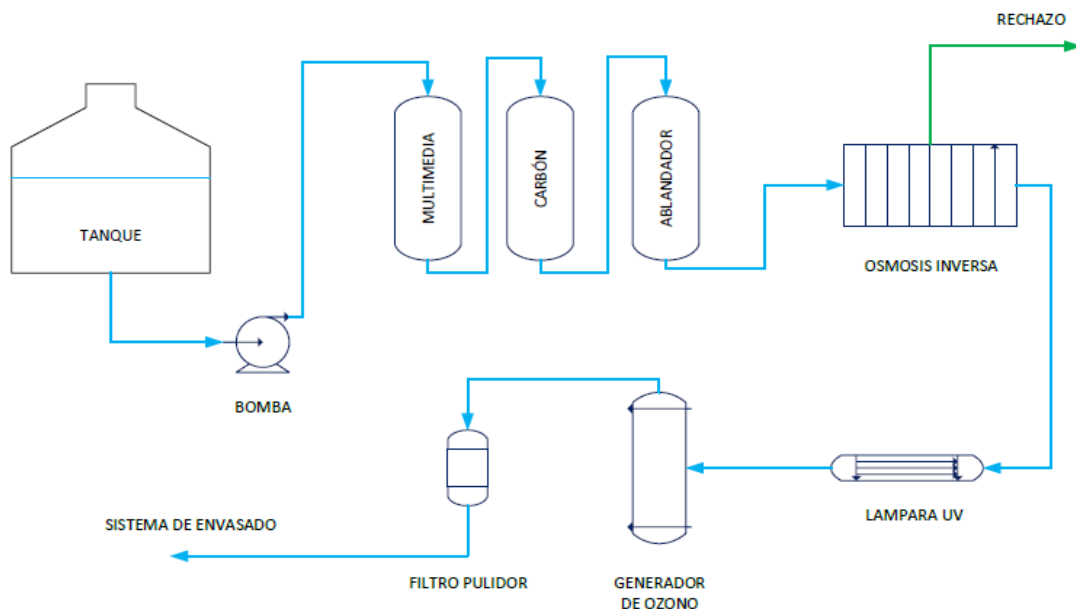


Figura 2-3. Proceso de purificación de Agua embotellada [36]

Este proceso se encarga de separar los componentes para dejarlo libre de bacterias y posteriormente se almacena en tanques de polietileno que, con ayuda de luz ultravioleta se logra

esterilizar antes de pasarla por un filtro pulidor que retiene pequeños componentes impuros antes de llevar el agua al contenedor o envase para la comercialización.

2.9.1 Sistema de ósmosis inversa.

La ósmosis se considera un fenómeno bajo un método de solvencia para mantener un equilibrio iónico; es un proceso natural bajo presión osmótica, donde la permeabilidad de la membrana permite que los residuos queden detrás y sean separados del agua.

Este proceso de extracción de agua es adecuado para aguas urbanas y aguas subterráneas. En términos generales, las aguas subterráneas tienen una forma de tratarse, en primer lugar, mediante el sistema de ósmosis inversa y los filtros de carbón activado, lo que provoca una disminución en los parámetros microbiológicos y fisicoquímicas, mediante la utilización de tecnología para eliminar metales, sedimentos y microorganismos [37].

Al momento de realizar el proceso de ósmosis inversa son los siguientes:

- **El pH** del agua afecta cuán soluble son algunos de los compuestos que están presentes en el agua [28].
- **Temperatura:** está directamente relacionada con la viscosidad del agua, y con la capacidad de disolución que tendrá. A mayor temperatura del agua menor la viscosidad y mayor la capacidad disolutiva, hasta un punto, ya que las membranas están hechas de polímeros que pueden sufrir alteraciones a altas temperaturas [28].
- **La viscosidad del agua** depende en gran parte de la temperatura y de los elementos disueltos en ella, a mayor viscosidad la presión de operación deberá incrementar y así la energía usada será mayor; Solubilidad máxima, en aguas con concentraciones altas de un compuesto, el porcentaje de eficiencia se ve limitado por este, ya que el agua alcanzará el punto de solubilidad máximo de ese compuesto a un porcentaje debajo de recuperación [28].

El sistema apto para la purificación del agua permite remover la mayor parte de los sólidos ya sean orgánicos o inorgánicos en un 99 % junto con los materiales sólidos y microorganismos, el proceso de purificación se maneja de forma continua; usa tecnología simple sin necesidad de mantenimiento; es modular por lo que no requiere de mucho espacio [26]. Sobre esto, [28], recalca el beneficio y simplicidad en la aplicación del sistema de osmosis, sobre todo porque el funcionamiento de este sistema de ósmosis inversa es simple y se basa en la presión” [28].

2.9.2 Ósmosis inversa bajo rechazo

El proceso de ósmosis inversa (OI) se reduce el caudal a través de una membrana semipermeable y se ejerce una fuerza de empuje superior a la presión osmótica en dirección opuesta al proceso de ósmosis [38]. La siguiente Figura 2-4, se muestra de forma visual cómo funciona el proceso de osmosis inversa.

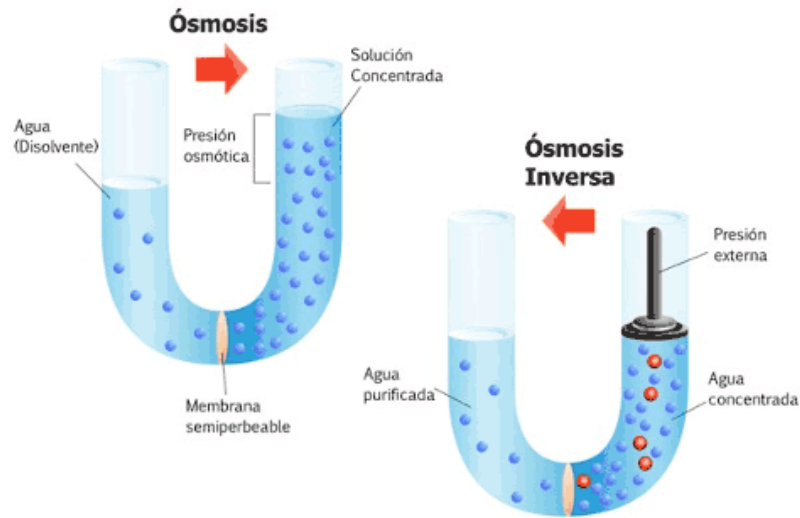


Figura 2-4 ósmosis Inversa [38]

Este proceso se especifica en la siguiente Tabla 2-12:

Tabla 2-12. Osmosis inversa bajo rechazo

PROCESO	CARACTERÍSTICAS
Ósmosis Inversa	Es un método de filtración y tratamiento que surge en la década de 1950. Este consiste en usar una membrana semipermeable que remueve los materiales, iones y partículas de mayor tamaño encontradas en el agua.
Cómo actúa	El agua fluye de lado más concentrado (más contaminado) de las membranas al menos concentrado (menos contaminado) para proporcionar agua limpia.
Qué elimina	<p>Elimina compuestos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fluoruro, sal, sedimentos, minerales • Cloro, arsénico, compuestos orgánicos volátiles (cov), herbicidas, pesticidas • Otros sólidos disueltos.
Cómo funciona	Consta de una membrana compuesta por poros pequeños que blanquean los contaminantes, pero permite que las moléculas de agua fluyan a través de ellos
Tamaño de los poros de las membranas	Su tamaño nominal varía entre aprox. 0,1 y 0,001 micrómetros.

El proceso de osmosis inversa en el proceso más utilizado en los procesos de purificación de agua embotellada, y es el que se utiliza en la empresa TANNIC.

2.9.3 Filtro de zeolita

Son usados para los procesos de purificación del agua, estos pueden ser naturales, o artificiales, sin embargo, ambas poseen distintas áreas porosas capaces de absorber moléculas que contaminan el agua Figura 2-5.

Zeolitas naturales en los procesos de remoción de amonio y fósforo se presenta como una alternativa prometedora, además son una excelente alternativa como materiales absorbentes de bajo costo para metales pesados [39].



Figura 2-5 Filtro de Zeolita [40]

Estos filtros garantizan la eliminación de microorganismos y garantizan la purificación del agua. Las características de estos filtros se centran en la Retención de sedimentos y partículas entre 1, 5 y 8 micras. Además de la remoción de sólidos suspendidos. Este filtro también permite un ahorro del agua durante el proceso de purificación.

2.9.4 Filtro de carbón activo

Este filtro tiene su proceso de absorción de sustancias orgánicas, además de aromas, sabores, olores, sin embargo, estos filtros deben de remplazarse cuando cumplen con su vida útil. En la Figura 2-6.



Figura 2-6 Filtro de Carbono [40]

El proceso se centra en la retención y atracción de las moléculas de átomos que se quedan en el filtro, permitiendo que el agua pase purificándose. Además, este filtro permite la eliminación de cloro, de materia orgánica y de los olores.

2.10 Cálculo de eficiencia

La eficiencia del agua se basa en reducir el desperdicio de agua. Se calcula cuánta agua se necesita para un propósito específico y cuánto uso se le da. La eficacia del agua se diferencia de la preservación del agua, en la que se enfoca en reducir los desechos, no en limitar el uso [41], Esto se evidencia en la ecuación [2-1].

Para calcular la eficiencia de los recursos se establece la siguiente fórmula:

$$eh = \frac{\text{Salida de Agua Actual}}{\text{Entrada de Agua Actual}} * 100 \quad [2-1]$$

Para lograr una adecuada eficiencia se deben de considerar algunos factores entre los que se encuentran:

Reducción de costos: La presencia de agua en los procesos industriales también implica una menor demanda de energía para bombear, calentar y tratar el agua. Esto significa ahorros significativos en los costes de energía y agua para las empresas.

Cumplimiento normativo: Muchos países tienen estrictas regulaciones acerca del uso y la descarga de agua por parte de las empresas. Mejorar la eficiencia hídrica ayuda a cumplir con estas regulaciones. En el peor de los casos, también puede evitar multas y sanciones.

3 METODOLOGÍA

3.1 Métodos de investigación

El trabajo de investigación se enfocó en el análisis de la estructura actual de la empresa, su calidad de agua y la gestión que se pretende recomendar en torno al agua que se desecha luego del proceso de embotellado. Como método de investigación se utiliza el método científico, pues, es el camino correcto para una investigación de carácter social.

3.1.1 Método Científico

Este método permite seguir sistemas lógicos para analizar procesos de producción antes, durante y después para establecer soluciones, en el caso de la investigación este método permite experimentar y comprobar cuál es la mejor propuesta para la reutilización del agua.

3.1.2 Método Deductivo

Este método se desarrolla por medio de conceptos generales y los desenvuelve hasta que se establecen los particulares y se identifican todos los procesos de una investigación. En este caso se procede por medio de este método un análisis del proceso de embotellamiento para establecer problemáticas a resolver.

3.2 Tipo de investigación

3.2.1 Investigación bibliográfica

La información bibliográfica se realiza al establecer antecedentes investigativos del sector, se puede establecer referencias bibliográficas actuales por medio de la investigación en artículos científicos. Además, se establece con esta investigación un registro de las normas técnicas de agua potable ARCA para determinar los elementos físicos y químicos del agua que son admisibles, y establecer propuestas para su reutilización.

3.2.2 Investigación de campo

La investigación de campo permite conocer la situación actual de la empresa, esta se realiza al visitar la empresa “TANNIC”, en este punto se realiza la toma de muestra de agua y se establece un registro del funcionamiento de la empresa.

3.2.3 Investigación Exploratoria

Esta investigación establece el porqué de una situación o de un problema que no está correctamente definido. Esta investigación permite enfocar y priorizar las problemáticas para solucionarlas en orden lógico y sistemático. En el proyecto este tipo de investigación facilita la creación de procesos y la gestión adecuada para controlar o reutilizar el agua residual de la empresa “TANNIC”.

3.3 Técnicas de investigación

3.3.1 La observación

La técnica de observación permite a los investigadores recopilar datos por medio de registros fotográficos de los procesos de embotellado del agua, así como registrar que es lo que sucede con el agua luego del proceso de embotellado y previa a este proceso. De este modo se detectan anomalías que necesitan de soluciones prácticas considerando el sistema actual de purificación, los costos y la utilidad práctica.

3.3.2 Entrevista no estructurada

Esta técnica se enfoca en que el entrevistador no tiene una lista predeterminada de preguntas. El enfoque de la entrevista, el entrevistador se prepara e interroga directamente al entrevistado. Esta se basa en una conversación fluida que permite obtener información de primera mano basándose en el objetivo central de la investigación, que es conocer el proceso de purificación del agua y las causas del desperdicio.

3.3.3 Pruebas de laboratorio

Las pruebas de laboratorio en la investigación permiten realizar tomas de muestras de agua para establecer características físicas, químicas, microbiológicas de la producción de agua de la empresa “TANNIC”. Estas pruebas permiten realizar comparaciones con los parámetros nacionales.

3.3.4 Diagrama de procesos

Estos diagramas son representaciones lineales que establecen un proceso, en el caso de estudio se caracteriza la producción de botellas de agua “TANNIC”. Estos diagramas sirven para establecer una secuencia lógica de procesos.

4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Datos generales de la empresa TANNIC

Para establecer los procesos generales de la empresa se llevó a cabo una entrevista que permite sintetizar los siguientes resultados preliminares de la empresa. Esta entrevista se realizó con la supervisión del representante legal Mario Guido Valladares y al técnico de producción Mauricio Quinatoa que se encuentra laborando 5 años en la empresa. Esta entrevista no estructurada facilita el análisis técnico de la situación actual de la empresa TANNIC.

4.1.1 Situación actual de la empresa

TANNIC, es una microempresa embotelladora de agua que ha dedicado cuatro años de servicio a la parroquia de Tanicuchi, provincia de Cotopaxi; se enfoca en brindar servicios en la purificación de agua para el beneficio y satisfacción del ser humano, teniendo como objetivo abastecer y distribuir agua purificada a áreas, tanto, urbanas como rurales, bajo la implementación de procesos de: tratamiento, desinfección, envasado y comercialización de este recurso vital con compromiso de calidad para generar confianza y transparencia a cada persona.

Esta empresa resalta por el cumplimiento en la oferta de productos y precios de calidad, se destaca en la excelencia al servicio satisfaciendo las expectativas del cliente con agilidad, eficiencia, compromiso, lealtad y con políticas que garantice una relación permanente y estrecha con los clientes.

El servicio de embotellado llega a ser un proceso complejo para alcanzar los estándares necesarios bajo profesionalidad, por ello se debe implementar bien cada proceso bajo el estricto control de higiene, seguridad y contaminación. TANNIC ha mostrado eficiencia en la aplicación de cada uno de estos puntos clave para el embotellamiento, sin embargo, el último ha sido un factor de preocupación para la microempresa.

Aunque el servicio en la purificación del agua y el proceso de embotellamiento es adecuado y cumple los regímenes de sanidad bajo las políticas empresariales y el aseguramiento de calidad, el nivel de contaminación se ha convertido en un tema importante a tratar, puesto que, al existir el incremento en la producción y consumo de agua embotellada, la preocupación empresarial por la sostenibilidad ambiental se tambalea.

Es importante aplicar y mantener las normas en las plantas embotelladoras de agua para que el servicio a ofertar mantenga calidad o, de lo contrario, los consumidores no tendrán la confianza de adquirir los productos de la empresa y lo verán como una amenaza para su consumo.

En la Figura 4-1 se puede apreciar la entrevista que se ejecutó 10 de julio al señor Mauricio Quinatoa, la misma que permite identificar la situación actual de la empresa.



Figura 4-1 Entrevista a Mauricio Quinatoa

Los datos que se abordaron en la entrevista se basaron en la información actual de la empresa, su funcionamiento y maquinarias, esto se detalla en los siguientes apartados.

- **Misión:** Ser una embotelladora de excelencia bajo la garantía de RyR para ofrecer agua pura de las vertientes del Cotopaxi, compartiendo con la comunidad agua saludable de manera sostenible.
- **Visión:** Llegar a ser una empresa líder en el mercado de agua embotellada a nivel nacional, logrando generar ingresos y puestos de trabajo y ser un referente nacional en 2030.
- **Logotipo de la empresa:** Esta se muestra en Figura 4-2. Se encuentra conformado por unas vertientes y montañas haciendo referencia al agua de manantial.



Figura 4-2 Logotipo de la empresa

El logotipo de la empresa hace referencias a la naturaleza, al relieve de la parroquia de Tanicuchi en especial de los Ilinizas, y las vertientes de agua.

4.1.2 Ubicación de la empresa

Actualmente, la empresa TANNIC se ubica en la parroquia Tanicuchi, en el cantón Latacunga, en la provincia de Cotopaxi. Esta se encuentra en vía Tanicuchi la Avelina, a 200 metros del cementerio central de Tanicuchi.

La ubicación actual de la empresa con vista satelital se muestra en la siguiente Figura 4-3



Figura 4-3 Ubicación de la Empresa TANNIC

La ubicación de la empresa permite establecer los beneficiarios indirectos que es la colectividad, en especial Tanicuchi, y sus moradores que adquieren este producto directamente de los camiones y vendedores.

4.1.3 Estructura Organizacional de la empresa y layout

Toda empresa cuenta con una estructura organizacional; es importante que se definan los distintos niveles de la organización con la finalidad de conocer sus responsabilidades, relaciones y funciones dentro de la empresa con lo muestra la Figura 4-4.

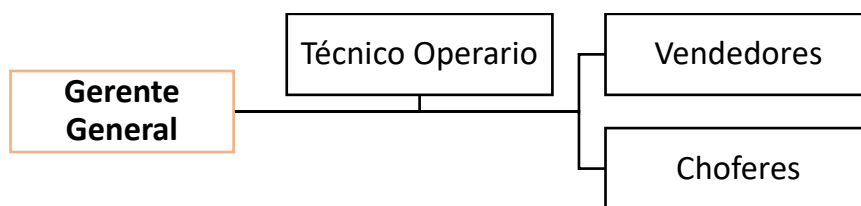


Figura 4-4. Estructura Organizacional

La empresa se encuentra estructurada de forma organizacional con un gerente general que se encuentra capaz de proveer de información a los investigadores. En la investigación de campo, se logró recopilar información con respecto a la distribución del área de trabajo, donde se determina los espacios, habitaciones y ubicaciones de las actividades laborales. En estas se encuentra el laboratorio, almacenamiento, la administración, Área de preparación y etiquetado; así como la zona de carga; como se puede ver en la siguiente Figura 4-5.

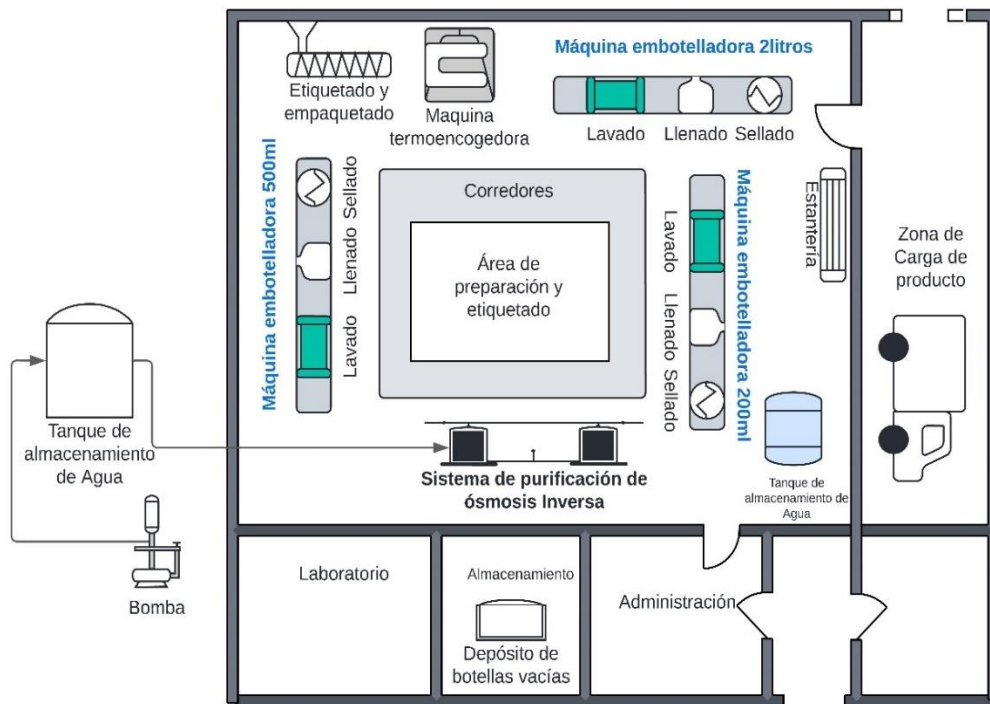


Figura 4-5. Layout de la empresa

4.1.4 Obtención del Agua

La empresa posee en su predial un ojo de agua, un manantial que se encuentra de forma subterránea y emerge agua de forma espontánea. Esta se almacena en un tanque con capacidad de 5000 ml, (marca Plastigama). Esto se muestra en Figura 4-6.



Figura 4-6 Tanque de almacenamiento Primario

El tanque cuenta con un cimienta de 50 cm para suspender el tanque del piso y recolecta en primer lugar por medio de una bomba que posee una tubería de 98 metros de largo y de ancho 6 cm con un material PVC. Mientras que el tanque de almacenamiento primario se establece una tubería de 3 m de largo y un ancho de 6 cm, con un material PVC.

4.1.5 Diagramas de flujo de proceso de Aguas de manantial purificada envasada sin gas “TANNIC”

El diagrama de flujo permite definir el tipo de maquinaria que posee la empresa, este se detalla a continuación Figura 4-7.

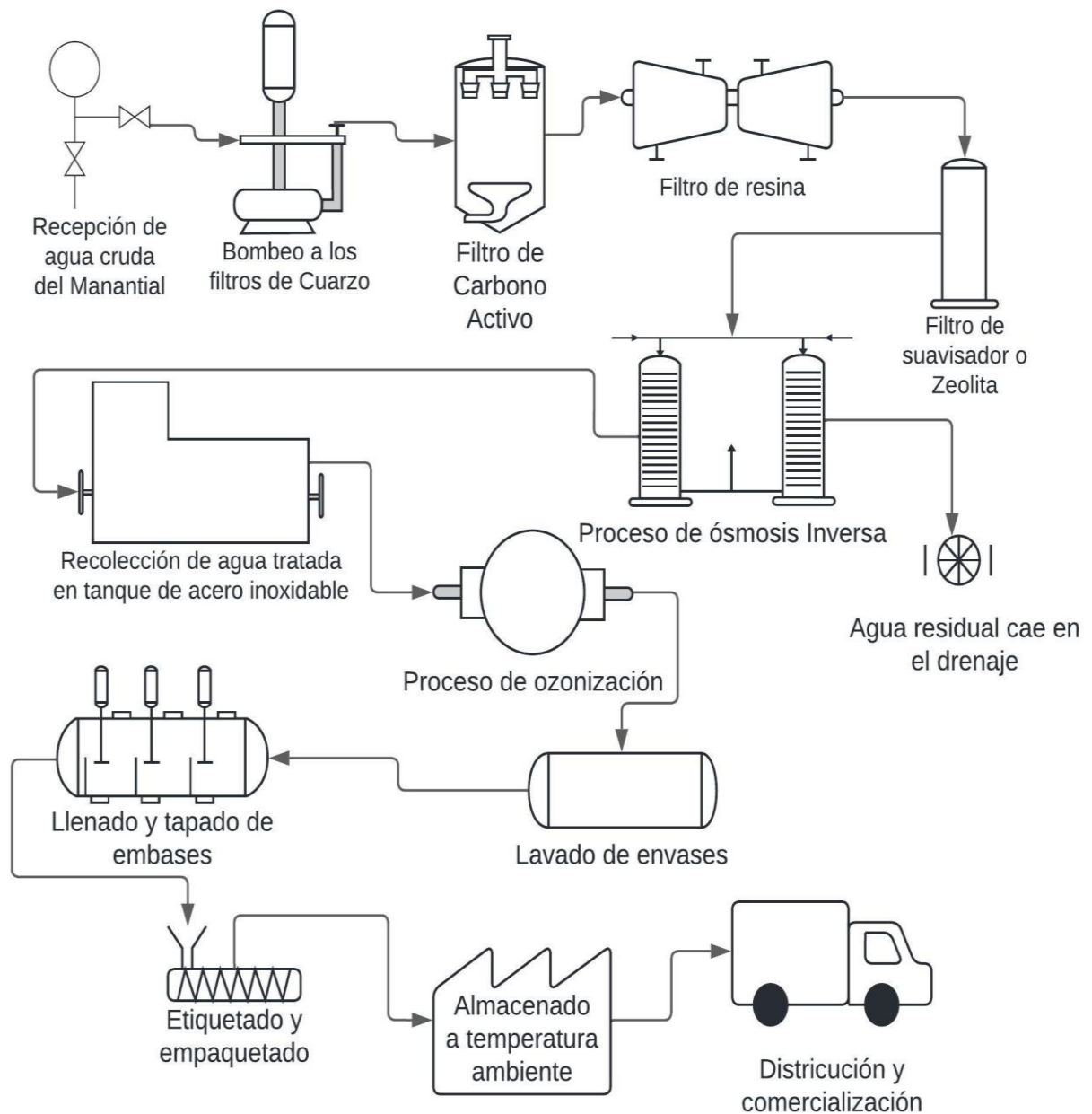


Figura 4-7. Diagrama de procesos

El diagrama establece un proceso simplificado de cómo funciona la empresa TANNIC y como realiza las actividades desde la captación del agua, su purificación, embotellado, etiquetado, almacenamiento y distribución y comercialización.

4.1.6 Maquinarias

En la Tabla 4-1 se establece un total de 19 máquinas que permiten no solo purificar el agua, sino, también, empaquetar y embotellar el agua. En la investigación de campo se comprobó que la mayoría de estas máquinas son de acero inoxidable, pero deben darse mantenimiento como limpieza y desinfección para conservar el estado puro del agua.

A continuación, se establece un listado de la maquinaria en la siguiente tabla.

Tabla 4-1 Maquinaria de “TANNIC”

MAQUINARIA	NÚMERO	DESCRIPCIÓN
Bombas	7	2 bombas de extracción
		2 bombas trifásicas pertenecientes a las membranas de la ósmosis
		3 bombas auto cebantes de chorro pertenecientes a la máquina embotelladora de 20 L.
Tanques de Almacenamiento	2	1 tanque de Almacenamiento de plástico marca plastigama de 5000 L. (tanque primario)
		1 tanque de Almacenamiento de Acero inoxidable de 5000 L. (tanque secundario)
Filtros para ósmosis	3	Filtro de Carbón activado
		Filtro de Resina
		Filtro de Zeolita
Sistemas de Purificación por Membrana	3	Sistemas de Purificación por Membrana
Sistemas de Embotellado por máquinas	2	1 máquina Embotelladora de 600 ml, 250 ml, y 1 L.
		1 máquina Embotelladora de 20 L.
Etiquetado	2	1 máquina Termoencogedora
		1 máquina Etiquetadora

Al analizar las maquinarias de la empresa y su utilidad práctica se pudo determinar que la pérdida de agua se produce en la máquina de ozonificación inversa dentro de la maquinaria de filtros.

Esto se logró identificar gracias al proceso de observación directa para esto se realizó un registro fotográfico de las maquinas lo que permite construir un layout de la empresa, además de la ayuda de la entrevista no estructurada; se basó en una conversación con el técnico de producción, Quinatoa quien explicó todo el proceso producción de la empresa. Esta información muestra la realidad de la empresa. Como se muestra en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2. Maquinaria de la empresa TANNIC






MAQUINARIA	FOTOGRAFÍAS	MAQUINARIA	FOTOGRAFÍAS
Tanque de almacenamiento primario		Máquina termo encogedora	
Sistema de purificación		Máquina etiquetadora	
Tanque de almacenamiento secundario (agua purificada)		Máquina selladora	
Máquina embotelladora 600 ml, 250 ml		Sistema de inyección de ozono	
Máquina embotelladora 20l.		Máquina de ósmosis inversa	

Se realiza un listado de los productos que ofrece la empresa, y sus cantidades aproximadas de embotellado para calcular el total de agua utilizado en un día de producción por botella. Esto se detalla en el siguiente apartado.

4.1.7 Presentaciones de productos que ofrece la empresa

La empresa Agua “TANNIC” produce cinco productos, utilizando la combinación de secuencias de procesos físicos mecánicos como el sistema de inyección de ozono y sistema de purificación por filtrado se obtiene el agua purificada; señalando que el producto para la comercialización posee cinco presentaciones diferentes: la de 20 litros, 4 litros, 1 litro, 250 ml, y 600 ml como lo muestra Tabla 4-3.

Tabla 4-3. Productos que ofrece la empresa

PRESENTACIONES	PRODUCCIÓN DIARIA	REGISTRO FOTOGRÁFICO	PRECIOS DE VENTA AL POR MAYOR
20 litros.	60 botellas diarias aprox.		La paca cuesta 4.50 \$ vienen cuatro unidades
4 litros	30 botellas diarias aprox.		La paca cuesta 3.20 \$ vienen cuatro unidades
1 litro	200 botellas diarias aprox.		La paca cuesta 3.50 \$ vienen 9 unidades
250 ml	400 botellas diarias aprox.		La paca cuesta 2 \$ y viene 12 unidades
600 ml	400 botellas diarias aprox.		La paca cuesta 3.50 viene en 15 unidades

Los envases serán de plástico transparente a excepción de la presentación de 20 litros que posee una botella de color azulado, con tapa de rosca y la etiqueta con la leyenda, debidamente normalizado. No poseen presentación de agua con gas. Los costos de PVP no se encuentran establecidos, la empresa tampoco posee costos de producción.

4.2 Toma de muestras de la calidad de Agua

Luego de conocer todo el proceso de purificación del agua, se procede a tomar muestras de agua para ser analizadas y tomar decisiones con respecto a la reutilización de agua que se desecha al finalizar el proceso de embotellado como se observa en Figura 4-8



Figura 4-8. Toma de muestras del agua residual después del proceso de purificación

El agua residual es el agua que ha pasado por el mismo proceso de purificación, pero que no es embotellada, esto sucede por el proceso de osmosis inversa que la maquina realiza, en donde se usan dos litros de agua donde uno se rechaza y uno se purifica, como se pudo apreciar en la investigación bibliográfica de la función de osmosis inversa; esto, por la capacidad que poseen las máquinas, por lo que 2500 litros son rechazados y se convierten en aguas residuales que se disponen en el sistema de alcantarillado.

Se debe de especificar que el agua de alcantarillado de la parroquia Tanicuchi se contamina con las aguas residuales domésticas, y hervidas de la zona donde esta agua se contamina, como se puede apreciar en la Figura 4-9.



Figura 4-9. Toma de muestras agua de proceso

Las muestras se tomaron el 10 de junio y se procedieron a evaluar por medio de dos muestras la primera directamente de la máquina de embotellado. Y la segunda se tomó del agua residual y se procede a efectuar un análisis fisicoquímico de las propiedades del agua. En la Tabla 4-4 se procedió a efectuar el estudio en el Municipio de Latacunga.

En torno a esto se analiza el Art. 7 de la Ley Orgánica de Transparencia y el Acceso a la Información Pública – LOTAIP, los municipios deben informar:

d) Los servicios que ofrece y las formas de acceder a ellos, horarios de atención y demás indicaciones necesarias, para que la ciudadanía pueda ejercer sus derechos y cumplir sus obligaciones. Por lo que se procedió a realizar los analices cumpliendo los parámetros del Municipio de Latacunga.

Tabla 4-4. Elaboración de Análisis de muestras [35]

DENOMINACIÓN DEL SERVICIO	CÓMO ACCEDER AL SERVICIO	REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DEL SERVICIO	PROCEDIMIENTO INTERNO QUE SIGUE EL SERVICIO	COSTO
Elaboración de Análisis microbiológicos	Planta de Tratamiento Loma de Alcoceres, ubicada en San Martín, vía a Santa Marianita	Muestra respectiva de agua (una poma de 4 litros)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las Muestras los recibe el encargado de laboratorio en la Planta de tratamiento. 2. Elaboración del análisis. 3. El análisis es enviado como informe las oficinas de DIMAPAL 4. Cuando viene el interesado, se entrega el informe. 	<p>40 \$ el análisis fisicoquímico.</p> <p>16 \$ análisis bacteriológico.</p>

Los exámenes se entregaron una semana después de la toma de datos el 16 de julio del 2024. En torno a los resultados, el director de agua potable y saneamiento informaron acerca del análisis microbiológico, se determinó que la muestra 188 (muestra de agua purificada) y 189 (muestra de agua de rechazo) son aptas para el consumo humano, esta no posee coliformes fecales. Este análisis se coloca en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

4.2.1 Tabla comparativa de análisis realizados y la normativa de agua vigente

El análisis comparativo del agua se realiza con los resultados obtenidos en el análisis físico químico del laboratorio “Loma de Alcoceres” para determinar si se encuentra dentro de los límites permisibles como se observa en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5. Análisis Comparativo muestra 283 de agua potable

Análisis realizados por:		Dirección de agua potable y saneamiento		
Planta de tratamiento		Agua potable "Loma de Alcoceres"		
Tipos de análisis		Análisis Físico Químico del Agua		
Muestra	283	Número de la muestra 321	Agua purificada	La Matriz Latacunga
PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	VALORES OBTENIDOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE PARA CONSUMO HUMANO	RESULTADOS GENERALES
PARÁMETROS FÍSICOS				
Color	Pt.Co	0,43	15	Dentro del límite
Turbiedad	NTU	0,25	5	Dentro del límite
Ph		7,4	Agua no carbonatada 6,5- 8,5 ⁺⁺	Dentro del limite
Conductividad	uhs/cm	8,59	NE	NE
Alcalinidad	mg/l	8	NE	NE
Dureza	mg/l	32	300 mg/L*	Dentro del límite
PARÁMETROS INORGÁNICOS				
Calcio	mg/l	2,8	400-500	Dentro del límite
Sulfatos	mg/l	2	200-250 ⁺⁺	Dentro del límite
Nitratos	mg/l	1,1	50	Dentro del límite
Nitritos	mg/l	0,009	3	Dentro del límite
Magnesio	mg/l	0,97	125,0 mg/L	Dentro del límite
Carbonatos	mg/l	0	0,25*	Dentro del límite
Bicarbonatos	mg/l	8	NE	NE
Dureza Carbonatada	mg/l	8	0-60 mg/L, "blanda" 61-120 mg/L "moderadamente dura", 121-180 mg/L "dura" >180 mg/L "muy Dura"	Blanda OMS (2004)
Dureza no carbonatada	mg/l	24	NE	No establecido en la norma ni acuerdo ministerial.
Sólidos disueltos totales	mg/l	3,6	500	Dentro del límite
Hierro	mg/l	0,05	0,1*	Límite admisible
Manganeso	mg/l	0,3	0,4	Dentro del límite
Fosfatos	mg/l	0,76	NE	NE
Níquel	mg/l	0,004	0,07	Dentro del límite
Cobalto	mg/l	0,004	0,5	Dentro del límite

Nota: Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 1108:2014 Quinta Revisión 2014-1, Agua Potable. Requisitos.

* Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.

⁺⁺ Norma Técnica Ecuatoriana Inen 1108: 2011. NE: No establecido en la norma ni acuerdo ministerial

Primero se muestran los análisis físicos luego los análisis inorgánicos o químicos del agua y por último se establecen los microbiológicos. Para esto se dividen las muestras primero se detalla la muestra 283 que es la muestra tomada del agua purificada como se observa en Tabla 4-6.

Tabla 4-6. Muestra 284 de Agua de rechazo

Análisis realizados por:		Dirección de agua potable y saneamiento			
Planta de tratamiento		Agua potable "Loma de Alcoceres"			
Tipos de análisis		Análisis Físico Químico del Agua			
Muestra	284	Número de la muestra	322	Agua de rechazo	La Matriz Latacunga
PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	VALORES OBTENIDOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE PARA CONSUMO HUMANO	RESULTADOS GENERALES	
PARÁMETROS FÍSICOS					
Color	Pt.Co	0,62	15	Dentro del límite	
Turbiedad	NTU	0,40	5	Dentro del límite	
Ph		7,6	Agua no carbonatada 6,5- 8,5 ⁺⁺	Dentro del límite	
Conductividad	uhs/cm	546	NE	NE	
Alcalinidad	mg/l	212	NE	NE	
Dureza	mg/l	64	300 mg/L*	Dentro del límite	
PARÁMETROS INORGÁNICOS					
Calcio	mg/l	7,2	400-500	Dentro del límite	
Sulfatos	mg/l	5	200-250 ⁺⁺	Dentro del límite	
Nitratos	mg/l	1,7	50	Dentro del límite	
Nitritos	mg/l	0,011	3	Dentro del límite	
Magnesio	mg/l	1,71	125,0 mg/L ⁺⁺	Dentro del límite	
Carbonatos	mg/l	0	0,25*	Dentro del límite	
Bicarbonatos	mg/l	212	NE	NE	
Dureza Carbonatada	mg/l	64	0-60 mg/L, "blanda" 61-120 mg/L "moderadamente dura", 121-180 mg/L "dura" >180 mg/L "muy Dura"	Moderadamente dura OMS (2004)	
Dureza no carbonatada	mg/l	0	NE	No establecido en la norma ni acuerdo ministerial.	
Sólidos disueltos totales	mg/l	264	500	Dentro del límite	
Hierro	mg/l	0,08	0,1*	Límite admisible	
Manganeso	mg/l	0,4	0,4	Dentro del límite	
Fosfatos	mg/l	0,85	NE	NE	
Níquel	mg/l	0,003	0,07	Dentro del límite	
Cobalto	mg/l	0,007	0,5*	Dentro del límite	

Nota: Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 1108:2014 Quinta Revisión 2014-1, Agua Potable. Requisitos.

* Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.

⁺⁺ Norma Técnica Ecuatoriana Inen 1108: 2011. NE: No establecido en la norma ni acuerdo ministerial

Se puede apreciar que existe una leve variación en los resultados entre las dos muestras, lo que aumenta es la conductividad del agua y su alcalinidad, sin embargo, sigue dentro de los límites considerados como agua purificada, la alcalinidad y conductividad pueden bajar al pasar nuevamente por el proceso de osmosis esto provoca que el agua sea un poco más pesada por el excedente de carbonos y níquel. Estos valores se colocan en la siguiente Tabla 4-7.

Tabla 4-7. Análisis Comparativo entre las dos muestras

PARÁMETROS ANALIZADOS	NÚMERO DE LA MUESTRA 321 AGUA PURIFICADA	NÚMERO DE LA MUESTRA 322 AGUA DE RECHAZO	LÍMITES MÁXIMOS	UNIDADES
Color	0,43	0,62	15	Pt.Co
Turbiedad	0,25	0,4	5	NTU
Ph	7,4	7,6	8,5	-
Conductividad	8,59	546	0	uhs/cm
Alcalinidad	8	212	0	mg/l
Dureza	32	64	300	mg/l
Calcio	2,8	7,2	0	mg/l
Sulfatos	2	5	500	mg/l
Nitratos	1,1	1,7	250	mg/l
Nitritos	0,009	0,011	50	mg/l
Magnesio	0,97	1,71	3	mg/l
Carbonatos	0	0	125	mg/l
Bicarbonatos	8	212	0,25	mg/l
Dureza Carbonatada	8	64	0	mg/l
Dureza no carbonatada	24	0	0	mg/l
Sólidos disueltos totales	3,6	264	500	mg/l
Hierro	0,05	0,08	0,1	mg/l
Manganeso	0,3	0,4	0,4	mg/l
Fosfatos	0,76	0,85	0	mg/l
Níquel	0,004	0,003	0,07	mg/l
Cobalto	0,004	0,007	0,5	mg/l

En la siguiente Figura 4-10 se puede apreciar los niveles de las muestras y sus variaciones en torno a las dos muestras, tanto la de agua residual como la purificada.

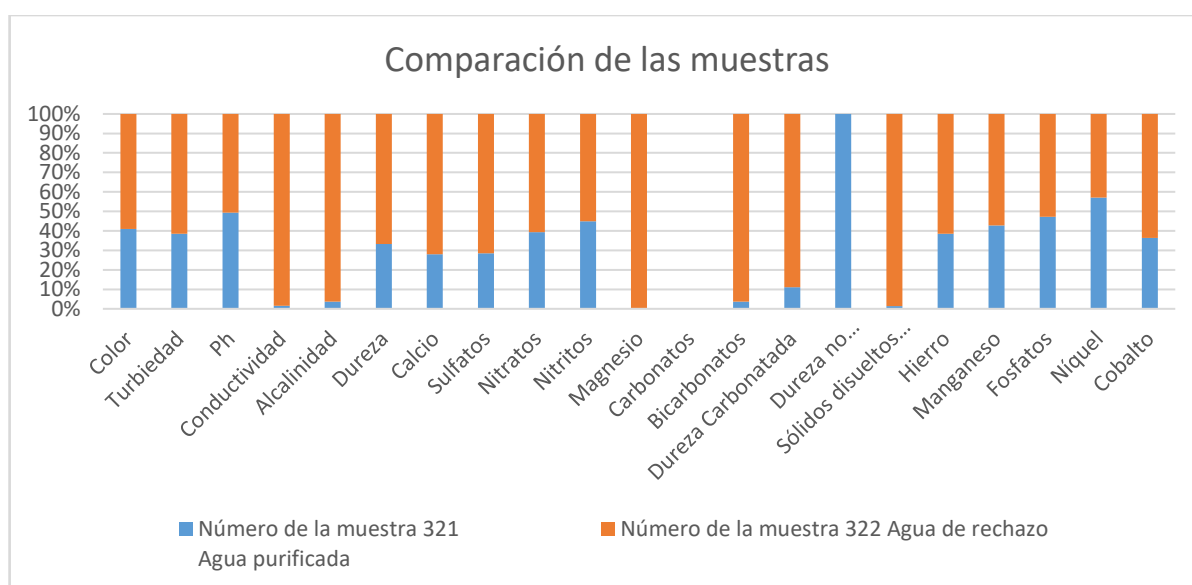


Figura 4-10 Comparativa de las muestras

4.2.2 Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se detalla en la Tabla 4-8, estos análisis se comparan de la misma forma con las normativas vigentes.

Tabla 4-8. Análisis microbiológico

PARÁMETRO	MÁXIMO	NÚMERO DE LA MUESTRA 321 AGUA PURIFICADA	NÚMERO DE LA MUESTRA 322 AGUA DE RECHAZO	LIMITES
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1,1 * < 1 **	0	0	Dentro de los límites
Cryptosporidium, número de ooquistes/ litro	Ausencia	0	0	Dentro de los límites
Giardia, número de quistes/ litro	Ausencia	0	0	Dentro de los límites
Cloro	----	----	----	NE

* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm³ ó 10 tubos de 10 cm³ ninguno es positivo.

** < 1 significa que no se observan colonias.

En esta tabla se puede apreciar la ausencia de coliformes fecales, giardia y residuos de cloro lo que nos muestra que es una muestra libre de estos organismos y cumple con los límites permisibles.

4.3 Propuesta y alternativa de reutilización de agua residual

Para la propuesta se ha planteado volver a utilizar el agua de rechazo por medio de un segundo proceso de purificación, como se aprecia en la Figura 4-11 donde se toma el agua residual en un nuevo tanque (07-TKR-002) para esto se procederá a purificar esta agua por medio de dos filtros el de zeolita (08-ZT-002) y el de papel (09-FPF-002) de esta forma el agua será purificada y podrá embotellarse en cualquier presentación.

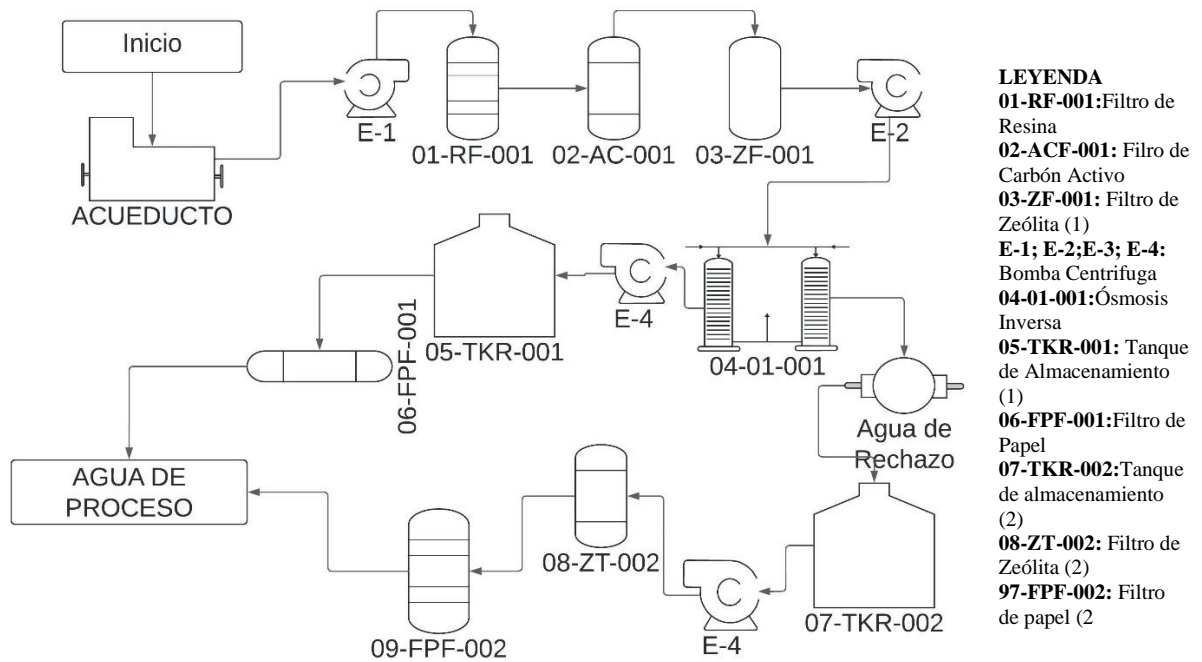


Figura 4-11. Diagrama de propuesta de reutilización y purificación de agua residual

El diagrama propuesto muestra como un segundo sistema de purificación con el agua residual permite ahorrar y no botar el agua a la alcantarilla, si no almacenarla en un nuevo tanque.

4.4 Cálculo de la Eficiencia

La eficiencia de la propuesta se establece con la siguiente formula:

$$eh = \frac{\text{Salida de Agua Actual}}{\text{Entrada de Agua Actual}} * 100 \quad [4 \ 1]$$

$$eh = \frac{2500}{5000} * 100 = 50\%$$

Estimación

$$eh = \frac{\text{Salida de Agua Nueva}}{\text{Entrada de Agua Nueva}} * 100 \quad [4 \ 1]$$

$$eh = \frac{(2500 + 2000)}{5000} * 100 = 90\% \quad [4-1]$$





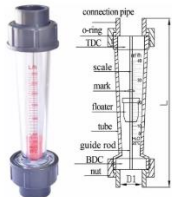



4.4.1 Construcción y componentes para un sistema de gestión de agua

La movilización del agua tiene un proceso de bombeo que permite no solo la extracción del agua sino también de su purificación por medio de un sistema de filtrado. Es importante establecer todos los componentes que puede tener este proceso como lo son:

- **Tuberías:** La calidad de las tuberías es significativa, aunque su costo aumenta su durabilidad y resistencia, permite realizar menos mantenimientos causados por fugas, trizadas o quiebres. Sin embargo, se debe considerar de los materiales que se encuentran disponibles en el mercado se considera además las instalaciones si estas se realizaran dentro de la tierra y si se producen corrosión.
- **Las bombas:** El caso de la bomba debe ser la adecuada para captar el agua del ojo de agua, el bombeo sirve para el transporte del agua de un canal a otro, o de una tubería a otra. Además, las bombas permiten vaciar los tanques o nuevas áreas de tratamiento.
- **Las válvulas:** Las válvulas permiten regular el flujo de agua y realizar conexiones. En la propuesta se establece la válvula de bola, como un controlador de apertura y cierra de agua. Este se analiza como mecanismo regulador que se abre mediante un giro de eje, este se conecta a las tuberías.
- **Los codos:** Los codos de acero inoxidable permiten un cambio de fluido estos pueden ser de 45°C, 90°C y 180 °C. Estos permiten contar la presión del agua para cambiar su dirección a otra tubería, o reservorio.
- **Filtro de zeolita:** Este permite la filtración del agua, además retiene 5 y 10 micras; este filtro permite en la propuesta ablandar la absorción de materiales pesados como calcio, cloro, hierro, níquel, magnesio; además de disminuir la alcalinidad del agua.
- **Filtro Pulidor:** Este filtro va a retener impurezas de 5 micras o menos este filtro es ideal ya que se combina de forma adecuada con el de osmosis inversa. Este filtro se puede usar después del filtro zeolita
- **Medidor:** Medidor de caudal flujo de agua, son instrumentos que controlan el flujo y volumen de un líquido.
- **Tanques de almacenamiento:** Permite almacenar el agua por medio de un tanque de acero inoxidable para disponer ahí el agua residual.

Estos materiales se detallan a continuación con sus precios y características en la Tabla 4-9. Estos elementos se detallan para que otros investigadores de proyectos afines puedan adquirir los insumos mencionados

Tabla 4-9. Lista de insumos para propuesta

MATERIAL	ESPECIFICACIÓN	NÚMEROS	COSTO UNIDAD	COSTO TOTAL	REPRESENTACIÓN
Tanque de almacenamiento	De acero inoxidable tipo 316 con capacidad de 2,500 litros con una forma cilíndrica vertical.	1	2,200	2,200	
Filtro de zeolita activada	Presión máxima 150 psi. Material de construcción: fibra de vidrio y carcasa interior de polietileno de alta densidad. Temperatura: 150° f. Conexión de entrada y salida: para válvulas con base de 4. Medidas: 18 de diámetro y 65 de altura. Certificación: NSF.	1	420 \$	420\$	
Filtro pulidor de agua	kit cartucho + carcasa carcasa: 20x2.5' in-out: 3/4' cartucho pulidor: 20x2.5' polipropileno espuma	1	cartucho: 11.20 \$ carcasa: 44.80 \$	56,00\$	
Tuberías de acero inoxidable	304; espesor de la pared 40 Diámetro 4cm con longitud de 15 m	15m (49.2126 pies).	12,50	625,16\$	
Medidor de flujo rotámetro	Medidor de caudal flujo de agua 10-100 l/h 1/2npt Marca : DARHOR	1	120 \$	120 \$	
Válvula	Material de Acero Inoxidable. Marca: LOZOME Acabado exterior de cobre. Válvula de bola	1	22,88	22,88\$	
Codos	Codos de acero inoxidable de 90 grados	2	10 \$	20\$	
Bomba centrifuga	Electrobomba centrifuga jet Capacidad: 0,6hp, Tamaño : 1" x 1" 220v 50hz Material : hierro fundido. Tipo : bomba de agua de inyección	1	76\$	76\$	

4.4.2 Costos y presupuesto

El presupuesto de la propuesta se detalla a continuación en diferentes tablas, el costo de los insumos, soldadura, mano de obra y el total como se observa en la Tabla 4-10, Tabla 4-11, Tabla 4-12, Tabla 4-13.

4.4.2.1 Costo de Insumos

Los insumos son los materiales que se ocuparan en la construcción de la propuesta, estos se detallan a continuación:

Tabla 4-10. Costo de Insumos

INSUMOS	UNIDADES	COSTO INDIVIDUAL	COSTO
Tanque de almacenamiento	1	2,200	2,200
Filtro de zeolita activada	1	420 \$	420\$
Zeomedia	2 bolsas cambio cada 6 meses	5 \$ x bolsa	10 \$
Filtro pulidor de agua	1	cartucho: 11.20 carcasa: 44.80 \$	56,00\$
Tuberías de acero inoxidable	15m (49.2126 pies).	12,50	625,16\$
Medidor de flujo rotámetro	1	120 \$	120 \$
Válvula	1	22,88	22,88\$
Codos	2	10 \$	20\$
Bomba centrifuga	1	76\$	76\$
SUB TOTAL			3550.04 \$

4.4.2.2 Costos de soldadura

Los costos de construcción de tuberías, y soldaduras y el tanque se establecen a continuación

Tabla 4-11. Costo de Soldadura

MATERIAL	UNIDADES	COSTO
Soldadura de acero inoxidable 308L	Electrodo 1 paqu. 10 unid	15 \$
Alquiler de máquina para soldar	10 \$ x dia total días :4 días	40 \$
Bridas	1 paqu x 6 und.	8 \$
EPP	Kit Casco y Guantes	20 \$
SUBTOTAL		83 \$

4.4.2.3 Costos de Mano de Obra

En la mano de Obra se establece el costo de transporte, alimentación de dos trabajadores, más los gastos adicionales por prevención del proyecto.

Tabla 4-12. Costo de Mano de Obra

# Trabajadores	2	Costo/diario:20 \$ Se incluye alimentación y transporte	Días/trab: 4	160 \$
Gastos adicionales	2 % del total	76
TOTAL				236 \$

4.4.2.4 Costo total

Tabla 4-13. Costo Total

Insumos y Materiales	3550.04 \$
Costos de soldadura	83 \$
Costos de Mano de Obra	236 \$
Total	3869.04 \$

El costo total de la propuesta del proyecto se estima en 3869.04\$.

4.5 Estudio financiero

El proyecto analiza a continuación datos básicos sobre la inversión del dinero en tono a su adquisición de capital, el retorno de la inversión el VAN y el TIR; estos datos se analizan a continuación.

4.5.1 Tasa media de rendimiento (TMR)

La tasa mínima de rendimiento (TMR) es el porcentaje que determina no solo el VAN si la inversión requerida, para esto se considerando los indicadores del Banco Central del Ecuador que se encuentran disponibles en su sitio web y son indispensables para las pymes y microempresas. Los datos que se van a considerar son los del mes de junio y julio del 2024; estos datos son los siguientes: la tasa activa del 11,12%, tasa pasiva 8,37%, la inflación 1,6% y riesgo país 1363 puntos como se aprecia en la Tabla 4-14.

Tabla 4-14. Tasa de rendimiento

Descripción	Valor	Participación de inversión	Tasa pasiva y activa	Tasa ponderada
Capital Propio	2.000\$	0,50%	8,37%	0,0418
Capital Financiado	2.000\$	0,50%	11,12%	0,0556
Total	4.000\$	1,00	19,49%	0,0974
Inflación		0,016	Jun-24	
Costo de oportunidad		0,0653	jun-24	
Riesgo País		0.1363	jun-24	
TRM=		(1+kp) ((1+inf.)(1+Rpais) - 1)		
TRM=		0,147523596		
TRM=		14,75		

4.5.2 Amortización del capital financiado.

Para el cálculo de la tabla de amortización se toma como base una tasa de interés del 11,12% establecida por el Banco Pichincha para el crédito a solicitar de un total de \$2000 a continuación, se da a conocer las cuotas a cubrir cada año, por 3 años que se considera para un proyecto de inversión, como se aprecia en la Tabla 4-15.

Tabla 4-15. Amortización del crédito

Año	Capital	Intereses	Valor que pagar	Capital Pendiente
0	\$2.000,00	11,12%	667,20	\$2.667,20
1	\$ 666,00	\$ 222,40	888,40	1.778,80
2	\$ 666,00	\$ 222,40	888,40	890,40
3	\$ 668,00	\$ 222,40	890,40	0,00

Estos valores se deben considerar debido al capital que tendrá que disponer la empresa lo recomendable es no usar todo el capital, sino usar una inversión del 50% del banco para no descapitalizar la empresa.

4.5.3 Presupuesto de Ingresos

Para el presupuesto de ingresos es necesario establecer las ventas del último año y su gasto de producción, para esto se tomó en cuenta los datos estimados que proporciono el dueño de la empresa esto permite conocer el flujo de caja que tiene la empresa, como se puede observar en la Tabla 4-16.

Tabla 4-16. Ventas estimadas del año 2023

PV X PACAS	UNI. EN PACAS	TOTAL PACA	VENTAS EN UN MES	VENTAS EN UN AÑO	GASTO DE PRODUC. POR UNIDAD	GASTO DE PRODUC. POR PACA	GASTO DE PRODUC. PACA AL MES	GASTO ANUAL
\$ 4,50	4	60	\$ 270,00	3.240,00	\$ 0,35	\$ 1,40	\$ 84,00	\$ 1.008,00
\$ 3,20	4	30	\$ 96,00	1.152,00	\$ 0,24	\$ 0,96	\$ 28,80	\$ 345,60
\$ 3,50	9	90	\$ 315,00	3.780,00	\$ 0,26	\$ 2,34	\$ 210,60	\$ 2.527,20
\$2,00	12	270	\$ 540,00	6.480,00	\$ 0,16	\$ 1,92	\$ 518,40	\$ 6.220,80
\$3,50	15	215	\$ 752,50	9.030,00	\$ 0,10	\$ 1,50	\$ 322,50	\$ 3.870,00
Totales			\$1.973,50	\$23.682,00	Totales		\$ 1.164,30	\$ 13.971,60

Esta tabla se puede apreciar que las ventas son altas y el producto es rentable al no tener un alto costo de producción, el flujo de caja se obtiene de la resta de las ganancias y la inversión; obteniendo un valor neto, como se observa en la Tabla 4-17.

Tabla 4-17. Flujo de Caja

AÑO	VENTAS APROXIMADAS	GASTOS	UTILIDADES
2023	\$ 23.682,00	\$13.971,60	\$ 9.710,40
2024	\$ 24.060,91	\$14.195,15	\$ 9.865,77
2025	\$ 24.445,89	\$14.422,27	\$ 10.023,62
Total, Utilidades			\$ 29.599,79

Para el año 2026 se obtendrá una utilidad de 29.599,79 dólares, por lo que el proyecto es viable.

4.5.4 Interpretación del Valor Actual Neto (VAN)

El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, lo cual para el cálculo de este indicador se utilizará la fórmula de actualización [4 3].

$$1/(1+i)^t \quad [4-2]$$

Donde “i” será el tipo de interés y “t” será el periodo de tiempo que ha transcurrido. Juntamente con la tasa de rendimiento medio (TRM) que es del 14,74% se obtiene los factores de actualización para los tres periodos. Estos valores se analizan en la Tabla 4-18. VAN.

Formula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad [4-3]$$

Para calcular el VAN se necesitan las siguientes variables:

- La inversión inicial a realizar (I_0),= 4.667,20
- Los flujos de caja futuros sean positivos o negativos (F_t)= valores netos
- La tasa de descuento o el tipo de interés mínimo esperado (k)= 14,74%

Considerando los datos:

$$VAN = \sum (\text{Flujo de caja } t) / (1 + \text{Tipo de interés})^t - \text{Inversión inicial} \quad [4-4]$$

Tabla 4-18. VAN

AÑOS	FLUJOS DE CAJA	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN	FLUJOS NETOS DE CAJA
0	-4.667,20		-4.667,20
1	\$ 9.710,40	0,871535646	\$ 8.462,96
2	\$ 9.865,77	0,759574382	\$ 7.493,78
3	\$ 10.023,62	0,661996149	\$ 6.635,60
VAN			17.925,14

El VAN dio positivo, esto indica que la inversión genera valor, ya que el valor actual de los flujos de caja futuros es mayor que el valor actual de la inversión inicial.

Hay que recordar que la propuesta es económica, y eficiente.

4.5.5 Cálculo del TIR

Para esto el VAN debe de establecerse en 0 (cero), se considera la siguiente Ecuación (4,3) como se observa en la Tabla 4-19.

Se obtiene lo siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = \frac{F1}{(1+TIR)} + \frac{F2}{(1+TIR)^2} + \frac{F3}{(1+TIR)^2} \dots = 0 \quad [4-5]$$

Donde:

- **Ft:** Son los flujos de dinero en cada periodo: flujos de tir
- **I0:** es la inversión realiza en el momento inicial (t = 0)
- **n:** Es el número de periodos de tiempo.

Tabla 4-19. Cálculo del TIR

AÑOS	FLUJOS DE CAJA	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN	FLUJOS NETOS DE CAJA	FLUJOS DE TIR
0	4667,20		-4.667,2	-4.667,2
1	9710,40	0,871535646	8.463,0	\$1.247,44
2	9865,77	0,759574382	7.493,8	\$2.371,98
3	10023,62	0,661996149	6.635,6	\$3.388,02
VAN			17.925,14	\$7.007,44
VAN	\$17.925,14			
TIR	20%			

El TIR se calculó con la formula automatizada de EXEL con un valor del 20%, lo que, refuerza el criterio de conveniencia obtenido con el VAN, por ser una tasa positiva. Esto, comprueba la viabilidad del proyecto, pues el retorno sería superior al interés nominal planteado del 14,74%.

4.5.6 Periodo de recuperación de la Inversión.

Este es un indicador que revela con precisión el tiempo se va a recuperar el total de la inversión, lo que permite valorar si el proyecto es viable o no, como se ve en la Tabla 4-20.

Tabla 4-20. Periodo de recuperación

AÑOS	FLUJOS DE CAJA	ACUMULADOS
0	-4667,20	
1	9710,40	9710,40
2	9865,77	19576,17
3	10023,62	29599,79
PER=	-5042,20	
PER=	5 MESES CON 20 DÍAS	

El proyecto puede recuperar su inversión en los primeros 5 meses con 20 días, a partir de su inversión por lo que el proyecto es viable, hay que considerar que se coloca en la inversión no solo el costo de la propuesta, sino también intereses de un préstamo y del interés del capital propio por lo que es viable.

5 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):

5.1.1 Impactos técnicos

La propuesta permite realizar un estudio para la gestión de aguas residuales; se procede a realizar distintos diagramas de flujo; así como distintos análisis de laboratorio que deben ser tratados de forma técnica por medio de diferentes normas INEN. Este proyecto se convierte en un referente técnico para estudiantes de ingeniería industrial e ingeniería ambiental, este documento muestra la importancia de cumplir con normas de calidad en productos de consumo humano como son las bebidas envasadas y el agua purificada.

5.1.2 Impactos sociales

El proyecto benéfico a la colectividad al evitar que las aguas residuales inunden las sequias y el alcantarillado debido a la cantidad de agua que se solía desperdiciar. La empresa TANNIC es una empresa nueva en la industria de agua embotellada, que necesita implementar de forma adecuada su gestión en torno a la reutilización de agua residual, de esta forma podrá generar nuevos ingresos y por lo tanto nuevas fuentes de trabajo para beneficio de los moradores de Tanicuchi.

5.1.3 Impactos ambientales

El desperdicio del recurso hídrico en una zona que posee no solo industria agrícola, ganadera si no también lechera es crítico en Tanicuchi el recurso hídrico es valioso, y debe de ser valorado por lo que la propuesta plantea salvaguardar el recurso para su futura reutilización

disminuyendo el impacto ambiental de la empresa, generando una consunta verde en la empresa. Esta agua no solo se podrá expender, sino que también permitirá que el sistema de osmosis inversa no desperdicie tanta agua en su proceso de purificación.

5.1.4 Impactos económicos

La empresa al reutilizar el agua residual para establecer un nuevo ciclo de purificación y embotellar otro ciclo de agua obtendrá réditos económicos, pues, la materia prima se reutiliza, dando una vida más larga al ojo de agua. Sin embargo, se debe de recalcar que la empresa puede realizar nuevos proyectos de apoyo como lo es un estudio técnico de factibilidad en negocios donde se establezca los valores de costo de producción, la productividad anual y otros datos que no posee la empresa.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El agua de la empresa “TANNIC” se encuentra apta para el consumo humano y puede reutilizarse. Esto se determinó gracias a la identificación de las características fisicoquímicas del agua a través de la investigación de campo donde se procedió a tomar dos muestras de agua la primera de agua residual y la segunda del agua purificada; estas se examinaron conforme a los lineamientos del Municipio de Latacunga, se elaboraron exámenes en el laboratorio de agua potable “Loma de Alcoceres” y se revisó y comparó con las Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 - 2011 y 1108 - 2014 quinta revisión 2014-1, demás del acuerdo ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI.
- Se diseñó un nuevo ciclo de purificación de agua en el que se utiliza el agua residual procedente del proceso de ósmosis inversa, esto permite embotellar y comercializar el agua residual, pasando por el proceso de purificación y manteniéndose oxigenada para utilizarse para consumo humano. El proceso de ósmosis inversa siempre conduce a un desperdicio, por lo que en este tanque se almacenará el recurso hídrico y se podrá usar por medio de un sistema de bombeo, para ocupar aproximadamente 2500 ml/l de agua almacenada en el tanque de reserva.
- El costo de ejecución de la propuesta es de 3869.04\$, para esto se consideró el costo de materiales, el costo de mano de obra, el costo de alimentación y transporte. Los materiales necesarios para su ejecución son: tanque de almacenamiento, filtro de zeolita, Zeomedia, tuberías de acero inoxidable, válvulas y codos, entre otros productos. En este presupuesto se detallaron las características y utilidad de los materiales, luego del análisis financiero se determinó un retorno de inversión de 5 meses con 20 días.

6.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar las normas Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 - 2011 y 1108 – 2014 para la toma de muestra en el caso de que la investigación requiera de más de cinco tomas de datos, pues estas normativas varían a las que dictan los Municipios.
- Estandarizar los procesos de purificación del agua y mantener su correcta evaluación técnica y mantenimiento; debido a que este recurso es de consumo humano y debe mantener normas de calidad y estar siempre oxigenada para utilizarse. De esta forma embotellar y comercializar un producto de agua de manantial seguro para la colectividad; y proporcionar una nueva oportunidad de reutilización del agua.
- Implementar un estudio de mercado, un plan de negocios, estudio de marketing, costos de producción, estudio de seguridad Industrial, manuales de procedimientos, para que la empresa “TANNIC” pueda determinar sus costos de producción, el pvc (precio de venta al público), el capital de inversión, tiempos de recuperación, manuales de funcionamiento y seguridad; debido a que la empresa no posee estos datos de forma técnica, para un óptimo funcionamiento de la empresa.

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. M. d. I. Salud, «Who.int.es,» OMS. 2024, 2023 Septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
- [2] Barbosa, Sara y V. Bustillos, Diseño de un fondo Ambiental para la protección del agua, zonas de almacenamiento y recarga hídrica en la parroquia Cotopaxi, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2020.
- [3] El Comercio , «Grupo EL COMERCIO,» <https://www.elcomercio.com/>, 23 enero 2023. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/erupcion-volcan-cotopaxi-contaminacion-agua.html>.
- [4] D. S. Viteri, Caracterización del movimiento del flujo subterráneo en la uenca alta del río Cutuchi provincia de Cotopaxi, Quito : Escuela Politécnica Nacional , 2022.
- [5] INEC, «Registro de Gestión de Agua Potable y Alcantarillado 2017,» GAD, Municipales, 2017. [En línea]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2017/Agua_potable_alcantarillado-2017/PRESENTACION_AGUA_2017.pdf.
- [6] K. Morán y M. Montoya, Propuesta de gestión de manejo de Aguas Residuales: Caso planta de tratamiento Las Esclusas, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2022.
- [7] S. R. Salas, Sistema de Gestión de la calidad para la empresa purificadora y embotelladora de agua Hernández Vicentuno, México: Universidad Veracruzana, 2015.
- [8] N. Torchia, El tratamiento de las aguas residuales industriales, régimen jurídico argentino, Zaragoza-Argentina : Universidad de Zaragoza, 2014.
- [9] A. Castelblanco, Aguas embotelladas: Metabolismo social, discursos y desigualdades asociadas al agua en Bogotá, Colombia, Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, 2023.

- [10] J. Zambrana, Diseño de un plan de manejo de seriduos para minimizar el impacto ambiental en la empresa Hermosal S.A, Salinas, Ecuador : Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- [11] C. Caza y L. Chilig, Diseño de un sistema de Gestión de la calidad para el mejoramiento continuo de la empresa AKTAR CONSULTORESSO S.A, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2024.
- [12] A. Iza y A. Moposita, Propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la industria láctea Pastolac, Latacunga - Ecuador : Universidad Técnica de Cotopaxi, 2019.
- [13] G. Guerra, O. Brown, B. Melo, A. Hernández, M. Martínez y E.Almeida, «Reutilización de agua residual urbana depurada de una laguna de estabilización con fines de riego,» *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias [online]*, vol. 32, n° 4, pp. 1-6, 2023.
- [14] D. Alfaro y J. Munguía, Auditoría ambiental de la gestión de residuos sólidos y líquidos en la empresa embotelladora X de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, Mangua, Nicaragua 2022-2023, Managua: Universidad de Ciencias Comerciales UCC Sede Managua, 2023.
- [15] A. Ortega y N. Sánchez, «Tratamientos avanzados para la potabilización de aguas residuales,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 31, n° 2, pp. 121-134, 2021.
- [16] D. Vargas, Uso de microorganismos eficientes para el tratamiento de aguas residuales provenientes de una embotelladora de bebidas carbonatadas y jugos en Sachaca – Arequipa 2020, Arequipa- Colombia : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2020.
- [17] J. Garay, «En 2023, el 26% de la población mundial carece de agua potable,» WIRED, 22 marzo 2023. [En línea]. Available: <https://es.wired.com/articulos/una-cuarta-parte-de-la-poblacion-mundial-carece-de-agua-potable#:~:text=marzo%20de%202023-,En%202023%2C%20el%2026%25%20de%20>
- [18] E. García, J. Chavéz, H. Loor y R. Córdova, «Plantas purificadoras, realidad del agua

embotellada en Ecuador,» *Dialnet*, vol. 6, n° 3, pp. 692-705, 2020.

- [19] Aqueae., «El consumo de agua por persona al día,» Fundación Aqueae, 22 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.fundacionaqueae.org/sabes-cuanta-agua-consumes-a-diario/#:~:text=Una%20persona%20consume%20una%20media,utilizan%205%20litros%20por%20minuto..>
- [20] G. Coba, «Así puede calcular cuánta agua potable consume al día,» *Primicias*, 28 Junio 2024. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/calculadora-consumo-agua-potable/>.
- [21] J. Timana, Estudio para la instalación de una planta embotelladora de agua purificada en ciudad de Talara Piura, Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Monroviejo, 2018.
- [22] A. Isabel, «Ecuador está entre los 30 países que más consumen agua embotellada,» <https://youtopiaecuador.com/>, 22 Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://youtopiaecuador.com/ecuador-agua-embotellada-consumo/>.
- [23] Ministerio de Salud Pública, «Instructivos y formularios de permisos de funcionamiento, Arcsa –,» Ministerio de Salud Pública., 2024. [En línea]. Available: <https://www.salud.gob.ec/instructivos-y-formularios-de-permisos-de-funcionamiento-arcsa/>.
- [24] O. Aldaz, F. Pozo y J. Almeida, «Empresas envasadoras de agua y su gestión de calidad en Santo Domingo de los Tsáchilas. Ecuador,» *Universidad Y Sociedad*, vol. 14, n° 55, pp. 158-165, 2022.
- [25] R. d. G. d. A. P. Alcantarillado, *Gestión de Agua Potable y Saneamiento*, Quito: Agencia de Regulación de Contro de Agua, 2019.
- [26] D. Benítez Suárez y G. d. Duarte Céspedes, *Propuesta para el aprovechamiento del agua de rechazo de un sistema de ósmosis inversa utilizada en una empresa de refrigerantes automotrices ubicada en el municipio de Zipaquirá, Cundinamarca.*, Bogotá: Universidad de La Salle, 2020.
- [27] H. Carrasco y A. Pedro, *Propuesta de Diseño de Humedales Artificiales para la*

Purificación de Aguas Residuales Provenientes de las Letrinas del Caserío Sumidero 2020, Lima- Perú: Universidad César Vallejo, 2020.

- [28] R. Porras, Instalación de una planta de transformación de agua residual doméstica en agua potable, LLambayeque – Perú: Universidad Nacional Pedro Luis Gallo, 2019.
- [29] I. Sánchez y T. Matsumoto, Técnicas y métodos de tratamiento para diferentes tipos de aguas residuales, Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2018.
- [30] F. Paucar y P. Iturregui, «Los desafíos de la reutilización de las aguas residuales en el Perú»,» *South Sustainability*, , vol. 1, n° 1, pp. 1-11, (2020)..
- [31] Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento, «Reglamento Ley recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua,» Registro Oficial Suplemento 305, Quito- Ecuador , 2015.
- [32] R. O. 570, Incisos primero sustituido y tercero reformado por artículo 2 de Decreto Ejecutivo No. 740, Quito- Ecuador : Ley de recursos Hídricos, 2015.
- [33] I. E. d. N. INEN, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN, 1108, Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2014.
- [34] F. La Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos, «Agua embotellada por todas partes: cómo mantener su inocuidad,» FDA, 4 abril 2022. [En línea]. Available: FDA. <https://www.fda.gov/consumers/articulos-para-el-consumidor-en-espanol/agua-embotellada-por-todas-partes-como-mantener-su-inocuidad>.
- [35] Municipio de Latacunga, «www.latacunga.gob.ec,» 2024. [En línea]. Available: https://www.latacunga.gob.ec/images/pdf/Lotaip/2019/jun/literal_d.pdf .
- [36] Yantime, «Planta purificadora de agua de mesa en Perú,» 2017. [En línea]. Available: <https://essence.pe/planta-purificadora-de-agua/>.
- [37] C. Almazo, J. Montero y C. Rodriguez, Diseño de un plan para la conservación y optimización de microacueductos con sistema de osmosis inversa perteneciente al municipio de Urbina., Riohacha- La Guajira : Universidad de la Guajira , 2021.
- [38] Carbotecnia, «¿Qué es la ósmosis inversa?,» [En línea]. Available:

<https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/osmosis-inversa/que-es-la-osmosis-inversa-purificador/>.

- [39] D. Pérez, Análisis de Zeolita como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de Autos, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [40] WATPRO S.A. Equipos para Tratamiento y Purificación de Agua, «Filtros de Lecho Profundo,» Filtro Zeolita para la Filtración Industrial del Agua, 3 Abril 2023. [En línea]. Available: <https://filtrosypurificadoresdeagua.com/producto/filtro-zeolita-para-la-filtracion-industrial-del-agua/>.
- [41] Telwesa, «Eficiencia hídrica, un reto que debemos alcanzar,» 2024. [En línea]. Available: <https://telwesa.com/eficiencia-hidrica-reto/>.
- [42] j. Morales y K. Loor, Diseño de biofiltros para eliminación de contaminantes de aguas residuales de la comunidad Ballgán, Ecuador, Ballagán: Revista Científica ECOCIENCIA, 2023.
- [43] D. Suárez, R. A. y De La Nuez, «Modelo dinámico y simulación de sistemas de ósmosis inversa,» *XLIV Jornadas de Automática 2023*, vol. 1, nº 1, pp. 483-488, 2023.