



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL**

TEMA:

“FILTRACIÓN DEL AGUA DE LA COMUNIDAD SAN LUIS DE PATALANGA
EN EL CANTÓN OTAVALO DE LA PROVINCIA DE IMBABURA UTILIZANDO
MATERIALES TEXTILES ALGODÓN-CARBÓN ACTIVADO Y LANA-YODO Y
DETERMINAR SI EL PROCESO OTORGA LAS CONDICIONES PARA QUE SEA
CONSIDERADA AGUA DE CONSUMO HUMANO”

AUTOR:

CARLOS ENRIQUE MEJÍA SÁNCHEZ

DIRECTOR:

MSc. WILSON ADRIAN HERRERA VILLARREAL

IBARRA – ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica Del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004394720
APELLIDOS Y NOMBRES:	MEJÍA SÁNCHEZ CARLOS ENRIQUE
DIRECCIÓN:	Imbabura, Otavalo, Patalanga, vía a San José de Punje
EMAIL:	carlmejia1993@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	0983605526

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“FILTRACIÓN DEL AGUA DE LA COMUNIDAD SAN LUIS DE PATALANGA EN EL CANTÓN OTAVALO DE LA PROVINCIA DE IMBABURA UTILIZANDO MATERIALES TEXTILES ALGODÓN-CARBÓN ACTIVADO Y LANA-YODO Y DETERMINAR SI EL PROCESO OTORGA LAS CONDICIONES PARA QUE SEA CONSIDERADA AGUA DE CONSUMO HUMANO”
AUTOR(ES):	Mejía Sánchez Carlos Enrique
FECHA:	13/07/2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE SE OPTA:	Ingeniería Textil
ASESOR/DIRECTOR:	MSc. Wilson Adrián Herrera Villareal

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de julio del 2023.

EL AUTOR:



.....

Carlos Enrique Mejía Sánchez

C.I.: 1004394720



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Yo MSc. Wilson Herrera director del Trabajo de Grado desarrollado por el Sr. Carlos Enrique Mejía Sánchez

CERTIFICO

Que el proyecto de tesis previo a la obtención del título de INGENIERÍA TEXTIL, con el tema: “FILTRACIÓN DEL AGUA DE LA COMUNIDAD SAN LUIS DE PATALANGA EN EL CANTÓN OTAVALO DE LA PROVINCIA DE IMBABURA UTILIZANDO MATERIALES TEXTILES ALGODÓN-CARBÓN ACTIVADO Y LANA-YODO Y DETERMINAR SI EL PROCESO OTORGA LAS CONDICIONES PARA QUE SEA CONSIDERADA AGUA DE CONSUMO HUMANO”, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 13 de julio del 2023.



firmado electrónicamente por:
**WILSON ADRIAN
HERRERA VILLARREAL**

.....
ING. WILSON ADRIÁN HERRERA VILLARREAL MSC.

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Con todo mi corazón dedico mi tesis a mi madre, María Acensiona Sánchez, pues sin ella mi paso por la universidad no habría sido posible. Su bendición cada día de mi vida me ha protegido y me lleva por el sendero de del amor por la vida y la superación personal. Por eso y más, le ofrendo mi trabajo y todo mi esfuerzo y dedicación por toda su paciencia y amor incondicional madre mía, la amo.

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero brindar mi agradecimiento a mi universidad, gracias a la Carrera de Textiles, gracias haberme permitido ser parte de los textileros del país, gracias a todas las personas que me ayudaron directa o indirectamente en la realización del presente estudio, gracias a todos los docentes quienes fueron los pilares en los momentos más críticos de mi formación, gracias por los sermones, por palabras de aliento y motivación, fueron ustedes responsables de realizar su aporte académico, moral y ético en mi persona; aporte que se vería reflejado en la culminación de mi estadía en la universidad. Gracias a mis padres por estar ahí en los momentos de mayor presión, fueron mi principal motivación durante mi paso por la universidad, gracias a Dios, que siempre me dio calma y sabiduría para continuar esforzándome a pesar de las adversidades.

Este momento, para mi inolvidable espero sea uno de mis deseos cumplidos que desaten una reacción en cadena para adquirir mi mayor potencial y refinar mis conocimientos y habilidades profesionales. Gracias a todos mis amigos y conocidos que me alentaron a que todo es posible si confiamos en nosotros mismos, gracias con todo mi corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	i
CONSTANCIAS.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xvi
Capítulo I.....	1
1. Introducción	1
1.1. Problema	1
1.2. Descripción del Tema	2
1.3. Antecedentes	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Importancia del Estudio	3
1.6. Características del Sitio del Proyecto	4

Capítulo II	5
2. Marco Teórico	5
2.1. Total de Sólidos Disueltos (TDS)	5
2.2. Problemática del agua en la Comunidad San Luis de Patalanga	6
2.2.1. Aspectos principales sobre la contaminación del agua	7
2.2.2. Consideraciones para el consumo de agua de abastecimiento comunitario	8
2.2.3. Procesos para potabilizar y purificar el agua.....	9
2.2.4. Calidad del agua y el efecto en los consumidores comunitarios	9
2.2.5. Tratamientos para purificar el agua	10
2.2.6. Hervir el agua	10
2.2.7. Método SODIS	10
2.2.8. Filtrar	10
2.2.9. Yodar	10
2.2.10. Método ozono	11
2.2.11. Membranas	11
2.3. Filtros	11
2.3.1. Filtración lenta y rápida.....	11
2.4. Métodos para la Remover Partículas del Agua.....	14
2.4.1. Adsorción.....	14
2.4.2. Biosorción.....	14
Capítulo III	16

3.	Metodología	16
3.1.	Enfoque de la Investigación.....	16
3.2.	Método de Investigación.....	16
3.3.	Técnica de Investigación.....	16
3.4.	Lugar de donde se Obtendrán las Muestras de Agua.....	17
3.5.	Lugar en Donde se Realizan los Análisis del Agua.....	18
3.6.	Flujograma General	19
3.7.	Flujograma Muestral.....	20
3.8.	Caracterización del Agua de San Luis de Patalanga.....	21
3.9.	Equipos y Reactivos.....	22
3.10.	Determinación de Sólidos Totales Disueltos (TDS).....	23
	a) Fundamento.....	23
	b) Procedimiento	23
3.11.	Tipo de Muestra	26
3.12.	Diseño del Filtro	27
	3.12.1. Materiales	27
	3.12.2. Procedimiento y construcción del filtro.....	27
3.13.	Pruebas de Flujo de Agua	30
	Capítulo IV.....	32
4.	Análisis y Discusión de Resultados	32
4.1.	Caracterización Organoléptica de la Muestra Antes y Después de la Filtración	32

4.2.	Medición de Sólidos Totales Disueltos Luego del Proceso de Filtración ..	33
4.3.	Análisis Estadístico	35
4.3.1.	Análisis estadístico de los datos en general.....	36
4.3.2.	Pruebas de normalidad para TDS del filtro diseño A.....	38
4.3.3.	Pruebas de normalidad para TDS del filtro diseño B.....	39
4.4.	Resultados en Porcentaje de Retención para cada Filtro	40
4.5.	Descripción de Resultados.....	41
4.5.1.	Análisis del pH	41
4.5.2.	Análisis del total de sólidos disueltos.....	43
Capítulo V	44
5.	Conclusiones y Recomendaciones	44
5.1.	Conclusiones	44
5.2.	Recomendaciones	46
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48
ANEXOS	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Calificación del agua según el contenido de TDS.	17
Figura 2 Ubicación de la Comunidad San Luis de Patalanga.	18
Figura 3 Ubicación del Estadio UTN.	18
Figura 4 Flujograma Metodología General.	19
Figura 5 Flujograma muestral.	20
Figura 6 Gráfico de caracterización del agua sin filtrar.	22
Figura 7 Filtro diseño A.	28
Figura 8 Filtro diseño B.	29
Figura 9 Gráfico de serie de tiempo para el promedio en minutos de cada diseño.	31
Figura 10 Pruebas de flujo de agua.	31
Figura 11	33
Figura 12 Gráfico de probabilidad normal para las medias de TDS promedio.	37
Figura 13 Histograma de distribución normal.	37
Figura 14 Gráfico de probabilidad normal para los datos TDS obtenidos de los filtros del diseño A.	38
Figura 15 Gráfico de probabilidad normal para los datos TDS obtenidos de los filtros del diseño B.	39
Figura 16 Histograma de medias de los promedios TDS obtenidos junto a otras referencias.	40
Figura 17 Comparación entre límites de pH permisible con los resultados de pH obtenidos.	41
Figura 18 Gráfico de probabilidad normal para los datos de pH A.	42
Figura 19 Gráfico de probabilidad normal de los datos de pH B.	42

Figura 20	Comparación entre TDS obtenidos en cada filtro y TDS iniciales.....	43
------------------	---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Caracterización del agua de San Luis de Patalanga	21
Tabla 2	Resultados del análisis del agua sin filtrar.	21
Tabla 3	Equipos y reactivos para el análisis de Sólidos Disueltos Totales.....	22
Tabla 4	Método de análisis de sólidos totales disueltos.....	24
Tabla 5	Técnica general para la conservación de muestras-análisis TDS.....	26
Tabla 6	Proporción de materiales para el filtro diseño A.....	28
Tabla 7	Proporción de materiales para el filtro diseño B.....	29
Tabla 8	Resultados del flujo de agua.....	30
Tabla 9	Caracterización organoléptica del agua antes y después de filtrar.....	32
Tabla 10	Resultados de la medición de TDS del agua filtrada.	33
Tabla 11	Resumen estadístico de los TDS de cada filtro.	35
Tabla 12	Resumen estadístico de los TDS promedio del agua filtrada.....	36
Tabla 13	Prueba de Normalidad para los TDS obtenidos de los filtros del diseño A.	38
Tabla 14	Prueba de Normalidad para los TDS obtenidos de los filtros del diseño B.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Agua recolectada para la caracterización inicial de la misma.	51
Anexo B Calibración del pH en el equipo EZ-9901.	51
Anexo C Materiales para la calibración de los equipos medidores de sólidos totales disueltos (TDS).	52
Anexo D Toma de datos en la caracterización inicial del agua.	52
Anexo E Materiales para el proceso de descrude de la lana.	53
Anexo F Dimensionamiento de materiales textiles para el cálculo de densidad.	53
Anexo G Preparación de la solución de Yodo.	54
Anexo H Trazado para el corte de discos de no tejidos de lana.	54
Anexo I Discos de no tejido de lana.	55
Anexo J Materiales de algodón (flocas, tejido, no tejido) utilizados.	55
Anexo K Perforación de tapones.	55
Anexo L Pesaje de carbón activado.	56
Anexo M Construcción de los filtros.	56
Anexo N Ingreso de carbón activado.	57
Anexo O Preparación para pruebas de flujo de agua.	57
Anexo P Pruebas de flujo de agua.	58
Anexo Q Extracción del carbón activado en polvo ya en forma de pasta.	58
Anexo R Medición de TDS en el agua antes de filtrar.	59
Anexo S Agua filtrada por filtros diseño A y B respectivamente.	59
Anexo T Medición de TDS del agua filtrada por el filtro diseño A2.	60
Anexo U Medición de TDS del agua filtrada por el filtro diseño B1.	60
Anexo V Resultados de pH del agua sin filtrar.	61

Anexo W Resultados de TDS del agua sin filtrar.....	62
Anexo X	63
Anexo Y <i>Análisis físico-químico del agua que abastece la Comunidad San Luis de Patalanga hoja 2/2</i>	64
Anexo Z <i>Análisis físico-químico del agua que abastece la Comunidad San Luis de Patalanga hoja1/1</i>	65

RESUMEN

Este proyecto trata de brindar un apoyo social a los pobladores de la comunidad San Luis de Patalanga ubicada en el cantón Otavalo de la provincia de Imbabura, puesto que la comunidad no cuenta con un acceso directo a un agua de calidad. Tomando en cuenta que el agua de calidad es un factor muy importante para fomentar una mejor calidad de vida, este estudio va dirigido a determinar el material óptimo para la realización de filtros. Para determinar el material óptimo se considera un buen indicador de la calidad del agua como lo es el total de sólidos disueltos (TDS) (Bauder & Sigler, 2014); y de esta manera identificar medidas para hacer frente a la situación de la comunidad, en donde el agua que actualmente abastece a la comunidad presenta características organolépticas inadecuadas por lo que el consumo de esta agua no garantiza la salud de las familias del sector.

Para la ejecución del presente estudio se consideran materiales de fácil acceso para que las personas que habitan en la comunidad puedan tener disposiciones de fácil acceso, fácil construcción y fácil mantenimiento. Lo que ayudaría a impulsar en parte el desarrollo del buen vivir de las familias más desfavorecidas, por ello se propuso el uso de fibras textiles, ya que son fáciles de conseguir en sus diferentes formas (como lo son en floca, tejido y no tejido), estos materiales se caracterizan por ser de bajo costo y fácil manipulación al momento de construir, operar y dar mantenimiento a un filtro, además, las fibras utilizadas no representan un riesgo para la salud dado que no se utilizan sustancias químicas para purificar el agua, para complementar la purificación, se debe efectuar una hervida no mayor a 10 minutos para eliminar microorganismos residuales (FAO, 2016).

En esta investigación se optó por el tratamiento de una muestra de agua con mayor cantidad de TDS la misma que presentaba características organolépticas físicas inadecuadas para el consumo. Para comprobar si la filtración podría ayudar a mejorar las condiciones del

agua (ya mencionadas), se hicieron algunas variantes en el diseño del filtro para así poder determinar el material óptimo, en referencia a la medida de los TDS; en ese sentido se incluyen dos variantes de fibras textiles como algodón y lana y dos compuestos que según (Payán, 2016) son utilizados en la filtración del agua como es el carbón activado y el yodo. Debemos detallar que se diseñaron 2 variantes en el filtro: con floca de algodón, tejidos de algodón, no tejido de algodón y carbón activado (filtro diseño A); con floca de algodón, tejido de algodón, no tejido de lana, lana yodada y no tejido de lana (filtro diseño B); en donde se construyeron 3 filtros para cada diseño: A1, A2, A3 y B1, B2, B3.

De los filtros propuestos, el material óptimo fue el algodón con los siguientes resultados: el filtro diseño A2, el cual presentó el mejor resultado en la retención de TDS, en donde se evidenció que disminuyó hasta un 28,4 % en referencia a la medición inicial; por otra parte, en el caso del pH hubo un incremento del 2 %. Sin embargo, la concentración inicial de TDS se encuentra dentro de los rangos permitidos (500ppm), aun presentando características organolépticas; el agua obtenida de la filtración no debe consumirse sin una previa hervida. Además, con estos resultados se puede enfocar al diseño de un textil técnico con algodón destinado para la filtración y purificación del agua.

Palabras clave

Filtros, fibras textiles, tratamiento de aguas, total de solidos disueltos (TDS), limites permisibles.

ABSTRACT

This research aimed to provide social support to the inhabitants of San Luis de Patalanga Community, located in Otavalo Canton, Imbabura Province since the community does not have direct access to quality water. Taking into account that quality water is a very important factor to promote a better quality of life, this study was aimed at determining the optimal material for the realization of filters. To determine the optimal material, a good indicator of water quality is considered, such as the total dissolved solids (TDS) (Bauder & Sigler, 2014); and thus identify measures to address the situation of the community, where the water currently supplied for the community has inadequate organoleptic characteristics so that its consumption does not guarantee the health of families in the community. For the execution of this study, easily accessible materials were considered so that the people living in the community can easily access, build, and maintain provisions. This would help to promote the development of a good living for the most disadvantaged families. Therefore, the use of textile fibers was proposed, since they are easy to obtain in their different forms (such as flock, woven and nonwoven). These materials are characterized by being low cost and easy to handle when building, operating, and maintaining a filter; in addition, the fibers used do not represent a health risk since no chemicals were used to purify the water, to complement the purification, boiling should be performed no more than 10 minutes to eliminate residual microorganisms (FAO, 2016). The study focused on a water sample treatment with higher TDS, which presented physical organoleptic characteristics unsuitable for consumption. In order to check if filtration could help to improve water conditions (already mentioned), some variants were made in the filter design to determine the optimal material, in reference to the measurement of TDS. In this sense, two variants of textile fibers such as cotton and wool, and two compounds that according to Payán (2016) are used in water filtration such as activated carbon and iodine were included. It

should be detailed that 2 variants were designed in the filter: with the cotton flock, cotton fabrics, cotton nonwoven, and activated carbon (filter design A); with the cotton flock, cotton fabric, wool nonwoven, iodized wool, and wool nonwoven (filter design B); where 3 filters were built for each design: A1, A2, A3, and B1, B2, B3. From the proposed filters, the optimum material was cotton with the following results: filter design A2, which presented the best result in the TDS retention, where it was evidenced that it decreased up to 28.4 % in reference to the initial measurement; on the other hand, in the case of pH, there was an increase of 2 %. However, the initial concentration of TDS was within the permitted range (500ppm), even though it presents organoleptic characteristics; the water obtained from filtration should not be consumed without prior boiling. Moreover, with these results, it was possible to focus on the design of a technical textile with cotton for water filtration and purification.

Keywords

Filters, textile fibers, water treatment, total dissolved solids (TDS), permissible limits.

Capítulo I

1. Introducción

La definición del agua es diferente según el autor, pero según Carvajal & Gonzáles (2012), “el agua es una molécula sencilla compuesta por tres átomos, uno de oxígeno y dos de hidrógeno, su fórmula química es H₂O” (p. 63).

Como es de conocer, el agua es esencial para la vida natural y según Essap (n.d.), “nos ayuda a mantenernos sanos, a hacer la digestión, mantiene en buen estado la masa fibrosa, ayuda a regular la temperatura del cuerpo ya sea calentando o refrigerando, ayuda a transportar el oxígeno entre las células del cuerpo humano”.

Por otra parte, UAST (2018) menciona que, “el volumen total de agua del planeta es de $1\,400 \times 10^6$ de km³”. También menciona que el 90% de esta agua no se puede usar por ser parte de la litosfera, lo que utilizamos es el 10% que se encuentra distribuido en: 97,6 en los océanos; 1,9% en los casquetes polares y glaciares; solo el 0,5% es agua dulce, la mayor parte en los acuíferos (94%). Por lo tanto, las aguas superficiales libres en la corteza del planeta solo son el 0,03% (UAST, 2018).

Tomando en cuenta lo expresado, se puede argumentar que el agua disponible para el consumo se encuentra presente en mínimas cantidades y ésta es vulnerable a ser contaminada, por lo que la realidad en sitios rurales, es que el agua no es apta para el consumo, por ello se debe aplicar un tratamiento para eliminar bacterias y microorganismos que puedan alterar a la salud de los consumidores.

1.1. Problema

En la actualidad aún hay comunidades que no cuentan con un servicio de agua que garantice su salud, esto pone en riesgo la salud de familias específicamente en el sector rural ecuatoriano. Sea cual sea el uso que se le dé al agua requiere una determinada calidad, lo cual es medido por el contenido de distintas y variadas sustancias disueltas o en suspensión (Pérez

et al., 1998), dicho esto, se hace importante encontrar una alternativa para hacer el agua de la comunidad lo más apta posible para el consumo humano; optimizando los recursos económicos en la elaboración de un prototipo de filtro utilizando las fibras más utilizadas en la purificación del agua.

1.2. Descripción del Tema

En el presente estudio de investigación se plantea realizar la filtración del agua utilizando fibras textiles. Para esto se ha investigado que el algodón se ha llegado a utilizar para la remoción del flúor, por adsorción (Payán, 2016). Además, se considera a la lana por su capacidad de enfieltramiento, su estructura escamosa y por su 35% de higroscopicidad; para considerar el efecto de absorción (Esparza, 2015). Para esto se derivan dos diseños de filtro entre algodón-activado y lana-yodo, esto para considerar cuál de las fibras presenta resultados favorables en la retención de solitos totales disueltos (TDS). El carbón activado a usarse es en base de cascara de coco en conjunto con las fibras de algodón, y la lana en combinación con yodo al 1%. Se considera el carbón activado por sus propiedades para la filtración y purificación del agua; por otra parte, está el yodo, el cual es un poderoso antioxidante para la sangre, se usa como agente esterilizador, y se ha llegado a utilizar para purificar el agua (Chang, 1966).

1.3. Antecedentes

La comunidad San Luis de Patalanga está conformada por más de cien familias, y disponen de una fuente de agua dulce ubicada en el sector de Guachinguero en donde el agua se deriva de la quebrada Ayahuayco.

La comunidad es un sector donde el agua potable municipal se lo está gestionando por el momento. Dadas las condiciones del agua abastecida a la comunidad surge la necesidad de investigar a por un adecuado tratamiento con el uso de fibras textiles y materias desinfectantes, al recurso hídrico destinado para el consumo humano.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Filtrar el agua de la comunidad San Luis de Patalanga del cantón Otavalo de la provincia de Imbabura utilizando materiales textiles algodón-carbón activado y lana-yodo y determinar si el proceso otorga las condiciones para que sea considerada agua de consumo humano.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar las características físicas TDS del agua en el punto de consumo de la comunidad san Luis de Patalanga.
- Determinar la proporción de los materiales para la posterior elaboración de la estructura del diseño de cada filtro.
- Analizar las características físicas TDS del agua filtrada de la comunidad san Luis de Patalanga.
- Comparar los resultados con los límites máximos permisibles de sólidos disueltos en el agua de consumo según la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua.

1.5. Importancia del Estudio

La presente investigación pretende brindar un apoyo social a los pobladores de la comunidad San Luis de Patalanga ubicada en el cantón Otavalo; dicho sector no cuenta con una garantía sobre su salud, al momento del consumo del agua. Según Hidrolit (n.d.), “el cloro es uno de los desinfectantes más utilizados a nivel mundial en el proceso de potabilización del agua por su efectividad y bajo costo”, sin embargo, el cloro es un agente citotóxico el cual genera anomalías celulares en todas las concentraciones (Causil et al., 2017). Además, ocasionalmente el agua es suministrada con en malas condiciones organolépticas.

Se plantea dar a conocer a la comunidad, tecnologías de tratamiento para el agua, que sean accesibles y de fácil manufactura. Para la filtración se ha optado por realizar dos variantes del diseño del filtro y así poder escoger el material óptimo.

Este estudio está enfocado en la realización de un filtro casero que pueda ser construido en las comunidades marginadas y demás poblaciones inaccesibles; de esta manera se aportaría al mejoramiento en el estilo de vida de los sectores rurales.

1.6. Características del Sitio del Proyecto

- La comunidad San Lis de Patalanga se encuentra a 30 minutos en autobús desde el centro de Otavalo; el punto de consumo está ubicado a 8 kilómetros de la fuente.
- Las personas de la comunidad beben el agua sin considerar lo importante que es garantizar la calidad del agua que se consume.
- En parte del recorrido del agua desde la fuente hacia el punto de consumo se desarrolla, por parte de la población local, actividades de pastoreo vacuno y actividades domésticas de lavado.
- La comunidad de Patalanga dispone de un reservorio de captación, el cual no garantiza la operación y mantenimiento de la fuente de agua.
- La comunidad de Patalanga es un sitio donde los servicios básicos están llegando paulatinamente gracias a la gestión de sus dirigentes. Además, se requiere de capacitación a las generaciones actuales y futuras sobre el uso de materias textiles para la filtración del agua, así como también sobre los beneficios de consumir un agua de calidad.

Capítulo II

2. Marco Teórico

Las características del agua del Rio Ayahuayco presenta características organolépticas inadecuadas para el consumo de la ya mencionada población, lo que conlleva a buscar diferentes alternativas dando uso a fibras textiles como el algodón que tiene la capacidad de absorber el agua con facilidad, para de esta manera adherir las impurezas que sean posibles sobre la superficie de los materiales ya que según Ramírez (2019) "el agua puede llegar a penetrar entre los espacios interfibrilares produciendo un hinchazón de la fibra de celulosa."p.24; otra de las fibras a utilizar esta la lana, también considerada en esta investigación como una fibra con fácil absorbencia de humedad.

Además del proceso de adhesión sobre la superficie de los materiales mencionados para el filtro, se toman en consideración materiales destacados por sus propiedades desinfectantes como lo "es el carbón activado, el cual atrapa compuestos principalmente orgánicos presentes en un gas o un líquido" (Yachas, 2019). Por lo que se lo conoce como el purificante más utilizado por el ser humano. Otro material desinfectante es el yodo, el cual desinfecta satisfactoriamente el agua, dentro de las dosis razonables de 1-2 miligramos por litro de agua (Chang, 1966).

En esta investigación la variable a medir se la medirá a través de un medidor de sólidos totales disueltos (TDS), de esta manera se determinará si el proceso provee variación de datos favorables, para de esta manera conseguir las características aptas para el consumo, posteriores al proceso de filtración.

2.1. Total de Sólidos Disueltos (TDS)

TDS es una unidad de medida de materia en una muestra de agua que tiene un tamaño inferior a 2 micrómetros (2 millonésimas de metro) y no se puede eliminar con un filtro tradicional. Según Bauder & Sigler (2014), "TDS es básicamente la suma de todos los

minerales, metales y sales disueltos en agua y es un buen indicador de la calidad del agua”. Además, la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (USEPA), clasifica el TDS como un contaminante secundario y se recomienda un límite superior de 500 mg/L para el agua potable.

Este estándar secundario se estableció porque un TDS alto hace que el agua parezca turbia y reduce el sabor del agua. Las personas que no están acostumbradas a beber agua con alto contenido en TDS pueden experimentar irritación gastrointestinal al beberla. Los TDS también pueden causar interferencias en los equipos de tratamiento y es importante tener esto en cuenta al instalar un sistema de tratamiento de agua (Sigler & Bauder, 2014).

2.2. Problemática del agua en la Comunidad San Luis de Patalanga

La escasa calidad del agua se debe a que el agua hace un recorrido de aproximadamente 8 Km desde la quebrada Guachinguero hasta llegar a los tanques de reservorio en Cumbas Conde, de los cuales unos 5km es monte protegido por la comunidad de Guachinguero y los 3Km restantes pertenecen a diversos dueños. Y es en este tramo de los 3km en donde el agua es contaminada con la actividad de lavado de ropa, estiércol de ganado ya que en gran parte de estos 3km pastan ganado, y la minería que contamina aún más el agua que es suministrada a la comunidad San Luis de Patalanga. Otro problema es que, al ingresar personal, tuberías y otros materiales necesarios para la construcción del tanque de captación se destruye el ecosistema natural, la flora queda destruida por la deforestación que se van desarrollando durante las mingas continuas en la zona. Es necesario ejecutar programas de capacitación en las comunidades aledañas a San Luis de Patalanga con el objetivo de concientizar acerca de los riesgos y beneficios que representa el agua, tanto para el consumo humano como para la producción agropecuaria. Además, de los cuidados para la conservación de la quebrada Ayahuayco.

2.2.1. Aspectos principales sobre la contaminación del agua

Cabe tomar en cuenta que el agua puede estar contaminada aun cuando su apariencia visualmente muestre lo contrario; puede ser causa de una enfermedad ingerir agua con coliformes fecales por su contenido de bacterias infecciosas, siendo la más conocida la *Escherichia coli* la cual causa que provoca gases intestinales y diarrea; en casos con alto contenido de nitratos disminuye la posibilidad de oxigenar la sangre (metahemoglobinemia); o en el caso de presentar hormonas como los estrógenos que se relacionan con reducción significativa de la cantidad de espermatozoides en varones (Pinos et al., 2012).

Los detergentes son muy perjudiciales en la contaminación del agua porque su composición química contiene agentes que no se descomponen con facilidad. Principalmente los fosfatos los cuales forman montañas de espuma que perjudica gravemente la vida en los cuerpos de agua y por ende a la cadena alimenticia; también desvanece el ecosistema de los cuerpos de agua; además, representan un auténtico problema de solucionar en los tratamientos de depuración (Rossi, 2017).

La minería provoca erosión hídrica y eólica debido a la falta de manejo de aguas pluviales, esto facilita el arrastre de material meteorizado, sedimentos por la acción de escorrentía superficial. Para sobrellevar esta situación es asequible proponer medidas de prevención o corrección de los efectos ambientales de las actividades mineras (Max, 2020).

Asimismo, otros potenciales contaminantes del agua son los desechos tóxicos, los cuales en su mayoría son desechados de empresas y fábricas en sus procesos finales de producción, desechan toneladas de contaminantes como: mercurio, plomo, arsénico, plaguicidas, aceites, detergentes, entre otros. La mayor parte de estos contaminantes desembocan en los ríos, lagos y por último llegan al mar (Olaya, 2017).

También se debe mencionar que la infección con microorganismos patógenos (dañinos) causa cólera, hepatitis, enfermedades gastrointestinales y varios tipos de fiebre que son fatales,

especialmente para personas con desconocimiento de la importancia de consumir agua de calidad. Los microbios más grandes, tales como la ameba viven en el agua contaminada, al igual que los flagelados. El agua es un factor fundamental para el desarrollo de vida de los seres humanos; mismo desarrollo que es la principal causa del despilfarro de este recurso, por desconocimiento o inconciencia (Rossi, 2017).

Según FAO (2016), “el 80% de las enfermedades se transmiten a través del agua contaminada.”

El agua contaminada puede restaurarse a un estado reutilizable: en este sentido, es necesario identificar la contaminación ya ha ocurrida y con ello instituir un tratamiento adecuado para que el agua elimine los elementos no deseados uno por uno. Estos métodos de tratamiento son generalmente complejos y costosos, por lo que se ha comprobado que la economía de la reutilización del agua se ve favorecida por la asignación de agua de calidad variable según se utilice para riego, industria o consumo humano, aunque ciertamente menos complicado y costoso si partimos de aguas menos variables. Para comprender mejor el problema de la contaminación y el tratamiento del agua, echemos un vistazo a la calidad aceptable del agua para diferentes usos: recreativo, agrícola, industrial y de consumo humano. Se deben proporcionar, parámetros por los cuales se miden estos criterios para proporcionar medidas cuantitativas de la calidad del agua (Rossi, 2017).

2.2.2. Consideraciones para el consumo de agua de abastecimiento comunitario

Según OMS (2011), el abastecimiento de agua a nivel comunitario en todo el planeta tiende a ser contaminado con mayor frecuencia que los sistemas de abastecimiento de agua más grandes, además, son más propensos a presentar interrupciones o fallas y averías con más frecuencia.

“El acceso al agua es un derecho humano” según lo dice el artículo 4, literal e, de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos; considerando que debe estar limpia, con buenas características organolépticas, accesible para disponer en volumen y continuamente (Núñez, 2018). En ese

sentido, es necesario en la comunidad capacitar a las personas para que conozcan y establezcan parámetros que deben ser monitoreados tales como el color, olor, sabor y TDS.

2.2.3. Procesos para potabilizar y purificar el agua

En la actualidad los procesos de potabilización del agua implican el uso de químicos; un par de ejemplos por mencionar alguno, la cloración (provocan 1/10 cánceres de vejiga), la fluoración (puede inducir fracturas femorales de cadera) (Berdonces, 2008). Existen varios aparatos y tratamientos para potabilizar el agua, los más comunes son:

- Coagulantes
- Carbón activado
- Membrana
- Métodos de potabilización:
 - Cloración
 - Flúor
 - Yodo
 - Ozonización
 - Radiación ultravioleta

2.2.4. Calidad del agua y el efecto en los consumidores comunitarios

Para determinar el grado de la calidad del agua se analizan las características físicas, químicas y biológicas del agua, la calidad del agua varía dependiendo del uso al que el agua está destinada; hay que tomar en consideración que el agua y los alimentos son mediadores potenciales para la contaminación por parte de patógenos (Diesch, 1970). Esta es la razón por la que el agua puede causar problemas de salud en las familias comunitarias mediante el consumo de los diferentes productos, lo que obliga a las industrias a implementar controles adecuados para reducir los riesgos (Diesch, 1970).

2.2.5. *Tratamientos para purificar el agua*

Según Santacruz (2014), los métodos de tratamiento se centran principalmente en la depuración de impurezas, materias tóxicas, metales pesados, entre los métodos de purificación en donde pueden incluir:

2.2.6. *Hervir el agua*

Según Santacruz (2014), “este es el método más seguro y fácil de hacer, pero no siempre es posible. La mayoría de los microorganismos (bacterias y virus) se neutralizan alcanzando una temperatura de 65° a 70°C durante un minuto”. A nivel del mar, el agua hierve a 100°C; por lo tanto, un minuto después de alcanzar el punto de ebullición, el agua se desinfecta (requiere 3 minutos a 2.000 metros).

2.2.7. *Método SODIS*

El agua se expone al sol durante 5 o 6 horas, se almacena en botellas transparentes colocadas horizontalmente sobre una superficie plana, luego de enfriarse, el agua está lista para consumir (Santacruz, 2014).

2.2.8. *Filtrar*

En el mercado hay variedad de filtros adecuados según sea su uso. Santacruz (2014) menciona que “la mayoría de los filtros están hechos de cerámica porosa, adecuados para filtrar contaminación fecal como bacterias, quistes de protozoos, huevos de parásitos, larvas, pero pueden atravesar los virus” (p. 9).

2.2.9. *Yodar*

El agua yodada es uno de los métodos clásicos para hacer que el agua sea segura para beber, aunque según Santacruz (2014), las personas que presentan problemas en la glándula tiroides no pueden consumir agua yodada. (p. 10) Tampoco se recomienda consumirlo a largo plazo. Hay varias formas de añadir yodo al agua: desde pastillas (1 pastilla/litro, se disuelve en 20 minutos) hasta usar tintura yodada (al 2%, 5 gotas en 1 litro de agua y dejar reposar durante

30 minutos). El yodo le da mal sabor al agua, que se puede mejorar agregando vitamina C (Santacruz, 2014, p. 10).

2.2.10. Método ozono

El ozono filtra el agua a través de la oxidación química. Todos los microorganismos son destruidos por el ozono, los coloides se desestabilizan por neutralización y los compuestos orgánicos disueltos se oxidan parcialmente. El ozono es oxígeno enriquecido (O₃) (Santacruz, 2014).

2.2.11. Membranas

Al uso de membranas en la filtración del agua se le conoce como ósmosis inversa. Para forzar el flujo de agua en una corriente de salmuera a una corriente de baja salinidad, es necesario crear una presión para detener el flujo de agua; como resultado de este proceso, la salmuera (compuesto de agua y sal) se volverá más concentrada (Santacruz, 2014).

2.3. Filtros

Existe una gran variedad de filtros, estos dependen del tipo de lecho filtrante del cual va constituido el filtro; pueden ser lecho filtrante simple o mixto, el simple va conformado de un solo material y el mixto de dos o más materiales (Villanueva & Avila, 2019). La particularidad de los filtros es que el agua filtrada de los primeros 3 a 5 minutos deben ser desechada debido a que al inicio de la filtración los primeros litros son para limpiar los materiales, las principales variables de diseño del filtro son: características del material filtrante, porosidad de materiales, profundidad del filtro y tasa de filtración (Villanueva & Avila, 2019).

2.3.1. Filtración lenta y rápida

Estos filtros por lo general están hechos de arena, la cual elimina la materia suspendida en el agua una vez que esta pasa a través de un material poroso. Los filtros de arena se clasifican en dos, filtros de acción rápida y filtros de acción lenta. Un Filtro de acción lenta mueve el agua

con apoyo de la gravedad, circulando a través de la arena en donde ocurre la adsorción de sólidos en la arena (Rossi, 2017).

Por otro lado, el filtro de acción rápida usa procesos físicos durante su funcionamiento para eliminar partículas suspendidas y demás sólidos acumulados en la superficie del material filtrante (Rossi, 2017).

2.3.1.1. Factores de la filtración. En la filtración intervienen dos factores separados: el transporte y la adhesión.

Los factores que pueden afectar el transporte son:

- Tamiz
- Deposición
- Interceptación
- Difusión
- Acción hidrodinámica.

El factor de adhesión es el siguiente:

- Interacciones de Van der Waals
- Enlaces químicos.

(Arboleda, 1992)

2.3.1.2. Materiales filtrantes. A continuación, las características de los materiales filtrantes.

Tipos de materiales filtrantes. Los materiales filtrantes pueden clasificarse en medios filtrantes flexibles (telas, materiales sintéticos, pulpa de asbesto, papel, entre otros.) y medios filtrantes rígidos (carbón poroso, porcelana, cerámica, mallas de metal o plásticas, entre otros.) (Irezabal, 2016).

a) *Características del material filtrante.* Los materiales filtrantes deben utilizarse considerando los siguiente:

- Resistir el flujo y retener sólidos

- Estable en condiciones de presión, temperatura y pH
- Ser no tóxicos
- Fácil mantenimiento y manejo del material
- Tener buena relación vida útil/costo
- El espesor de la capa filtrante
- Porcentaje de filtración

(Irezabal, 2016)

2.3.1.3. Ventajas de los filtros de acción lenta. Cuenta con calidad en la retención de sólidos y bacterias gracias al alto grado de porosidad que tiene la arena y lo mejor sin el uso de químicos, además son de fácil operación, mantenimiento, bajo costo y eficaces. El diseño solo está formado por 2 etapas (Blacio & Palacios, 2011).

Primero

- Definir el almacenamiento requerido
- Implementar un pretratamiento
- Realizar una proforma incluyendo los procesos y procedimientos que la instalación conlleva.

Segundo,

- Conceptualizar y ejecutar el diseño prototipo de la estructura
- Definir las proporciones e instrumentos para la construcción del diseño del prototipo.

(Blacio & Palacios, 2011)

Aunque estos filtros pueden proporcionar agua de muy baja turbidez, se debe clorar para desinfectar por completo; la filtración lenta en arena tiene muchas ventajas:

- Mejora de las cualidades físicas, químicas y organolépticas del agua.
- La eliminación efectiva de todas las bacterias es igual a los filtros de acción rápida.

- No se requieren químicos.
- Fácil operación y mantenimiento.
- La filtración se realiza por gravedad.
- La gestión de lodos no es un problema; lodo bajo.
- El filtro lento de arena produce aguas residuales transparentes casi sin materia orgánica. Incluso se pueden eliminar las bacterias, se eliminan aún más las cercarias, los quistes y los huevos.
- Los colores se reducen notablemente.

(Rossi, 2017)

2.4. Métodos para la Remover Partículas del Agua

2.4.1. Adsorción

La adsorción es la capacidad de algunos materiales de concentrar gases o líquidos en su superficie; En química se clasificaría como adsorbente y adsorbato; la adsorción se da a causa de las fuerzas de Van der Waals; Cualquiera que sea la forma de aplicación de la adsorción, ésta cumple la operación de separación y almacenamiento de determinados adsorbatos (Flores, 1909).

2.4.2. Biosorción

Se basa en la absorción y adsorción de iones o moléculas, es muy conocido por remoción de metales pesados en aguas residuales utilizando biosorbentes biológicos. La biosorción es muy viable por sus bajos costos y afinidad, puesto que permite el uso de materia orgánica: algas, microorganismos, residuos industriales, agrícolas y urbanos como biosorbentes para remover iones metálicos en relación con procedimientos tradicionales (Tamay, 2019).

A continuación, los biosorbentes se clasifican en materiales biológicos, vegetales e industriales.

Biomasa microbiana: incluye algas, bacterias, hongos y levaduras.

Materias vegetales: Todo residuo sea industriales, agrícolas y forestales. Tal como lo menciona Ramos et al. (2004) “un material biosorbente puede hacerse de residuos orgánicos de origen animal, derivados de procesos industriales, como el quitosano o el xantato. Están disponibles de forma gratuita a un costo muy bajo” (p. 17).

2.4.2.1. Materiales biosorbentes. Los materiales biosorbentes están disponibles de forma gratuita o a un costo muy bajo (Ramos et al., 2004). A continuación varios ejemplos por mencionar algunos:

- Cortezas de árboles y plantas
- Raspa de uva
- Quinina
- Biomasa
- Algas y alginatos
- Zeolitas
- Arcillas
- Carbón
- Algodón
- Lana
- Otros sorbentes

(Ramos et al., 2004)

Capítulo III

3. Metodología

Este capítulo abarca las técnicas y métodos necesarios para el desarrollo de este estudio el cual es de tipo investigativo.

3.1. Enfoque de la Investigación

Se desarrolla una investigación cuantitativa de tipo descriptivo, en donde se realizará un análisis con la toma de muestras in situ, para recolectar datos con los aparatos de medición TDS del agua. Para indicar la calidad y confiabilidad de la investigación, se cumple con los protocolos que aseguran que la muestra conserva los parámetros que serán analizados (INEN, 2013).

La norma NTE INEN 2169 AGUA. CALIDAD DEL AGUA, MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS, la cual “define todos los protocolos y son el marco referencial para la fase de muestreo”.

3.2. Método de Investigación

Se utilizará el método inductivo tomando en cuenta que, Según Reitec (2014), “utilizando medidores de conductividad o sólidos disueltos, es posible obtener con muy buena aproximación, el valor de la dureza del agua, incluso en grados franceses” referente a lo anterior la inducción es el resultado lógico y metodológico de la aplicación del método comparativo.

También se incluye el método descriptivo, ya que el principal interés de este estudio es determinar el material óptimo para la filtración entre las materias textiles algodón y lana, para determinar el porcentaje de filtración entre cada fibra.

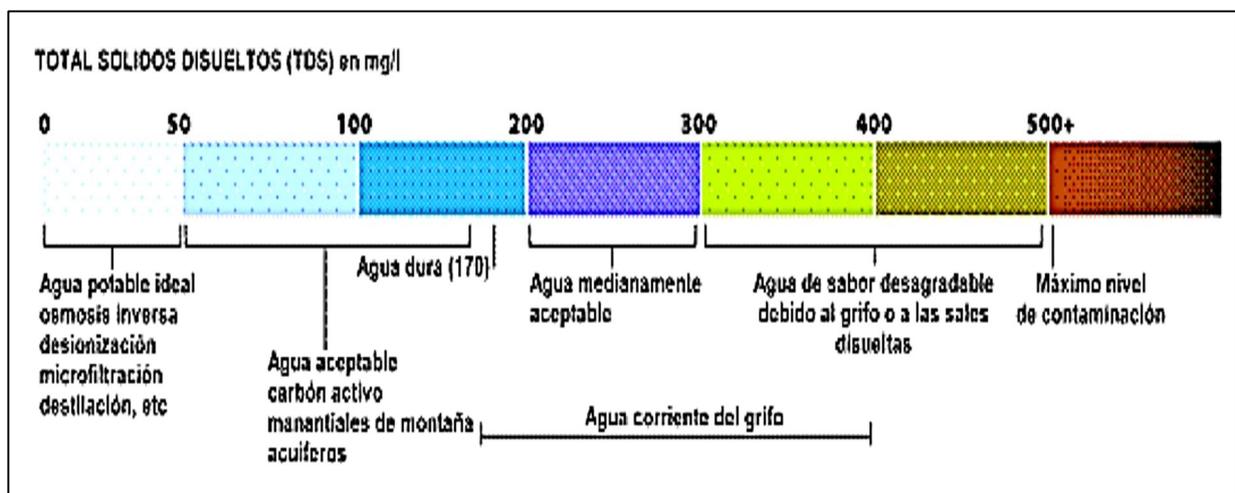
3.3. Técnica de Investigación

Se basa en la técnica de investigación exploratoria la cual se rige en recopilar información, identificar antecedentes, ubicar aspectos relevantes que con el interés del caso vislumbra una posibilidad de examinar a profundidad este tema de investigación (Meza, 2017).

En este proyecto se analizan los datos de medición de total de sólidos disueltos y las características organolépticas del agua para apreciar si se evidencia algún cambio físico a su vez poder determinar un porcentaje de retención de sólidos disueltos que el agua contenga. Por otra parte, los datos obtenidos posterior a la filtración se los compara con los intervalos que indica la norma NTE INEN 2200 que indica los requisitos para un agua purificada envasada; además, se toman en cuenta los datos referenciales que indica la Figura 1.

Figura 1

Calificación del agua según el contenido de TDS.



Nota. El gráfico indica los intervalos que caracterizan el agua (en mg/L de TDS). Adaptado de Calidad del agua, por Kosher parve, 2018, Publiagua (<https://publiagua.jimdofree.com/publiagua/calidad-del-agua/>).

3.4. Lugar de donde se Obtendrán las Muestras de Agua

Debido a que la toma de muestras es in situ, se realiza la fase de muestreo para su posterior caracterización física se efectúa en la Comunidad San Luis de Patalanga, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura.

Figura 2

Ubicación de la Comunidad San Luis de Patalanga.



Nota. Ubicación del lugar en donde se realizará la toma de muestras. Adaptado de Mapcarta, por Mapbox, 2023, Mapcarta (<https://mapcarta.com/es/N8922791594>). CC BY-SA 4.0

3.5. Lugar en Donde se Realizan los Análisis del Agua

El proceso de caracterización inicial del agua, así como la filtración del agua se las realiza en el Laboratorio Textil de la Planta Académica Textil que se encuentra en el estadio de la UTN el cual está ubicado en la parte norte de los Huertos Familiares.

Figura 3

Ubicación del Estadio UTN.



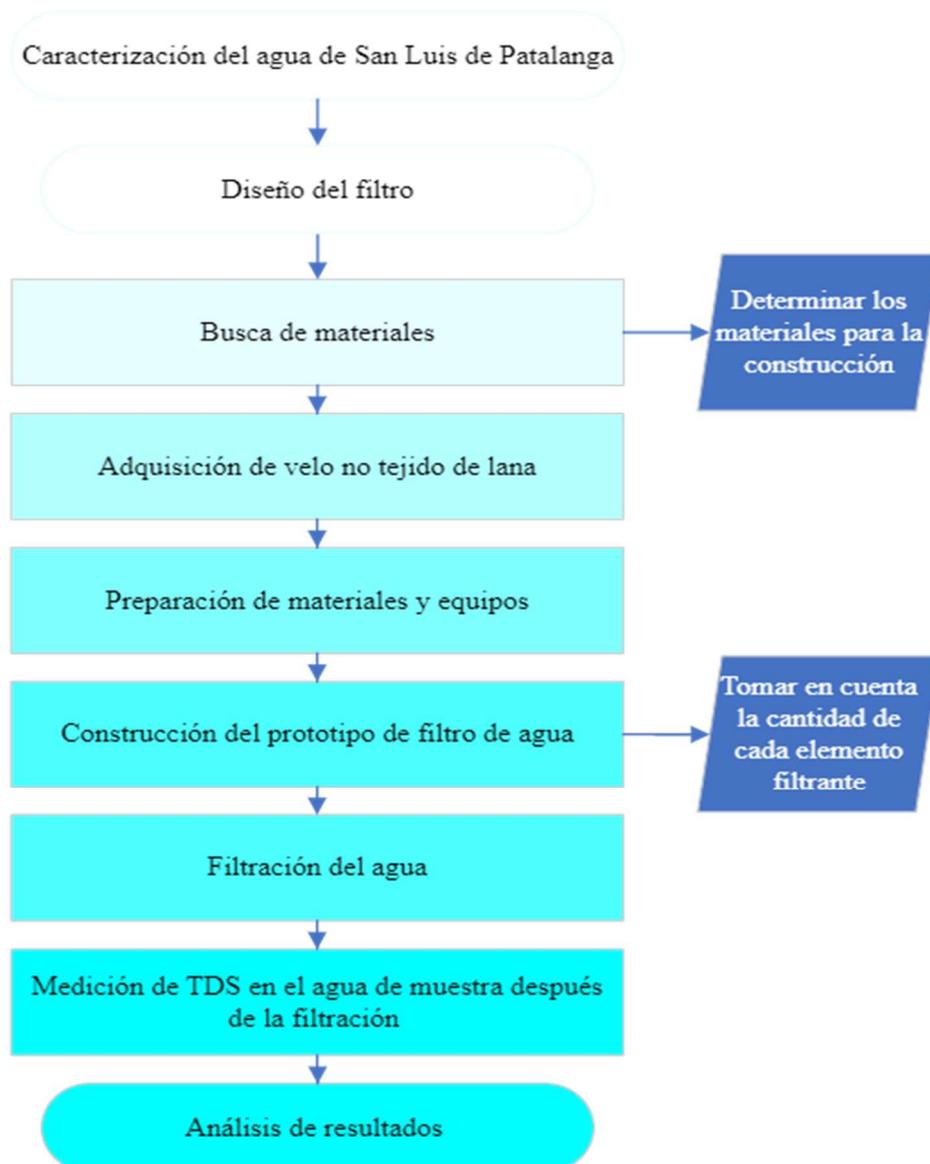
Nota. Ubicación del laboratorio de la carrera de textiles. Adaptado de Mapcarta, por Mapbox, 2023, Mapcarta (<https://mapcarta.com/es/W665948238/Mapa>). CC BY-SA 4.0

3.6. Flujograma General

A continuación, la Figura 4 muestra los pasos que se realizaron para el desarrollo de este proyecto. Cabe mencionar que para cada proceso se llevaron a cabo varias pruebas tanto con diferentes materiales filtrantes como envases para la estructura del filtro con la finalidad de trabajar con materiales óptimos que ayuden a una correcta filtración de DTS en la medida de lo posible.

Figura 4

Flujograma Metodología General



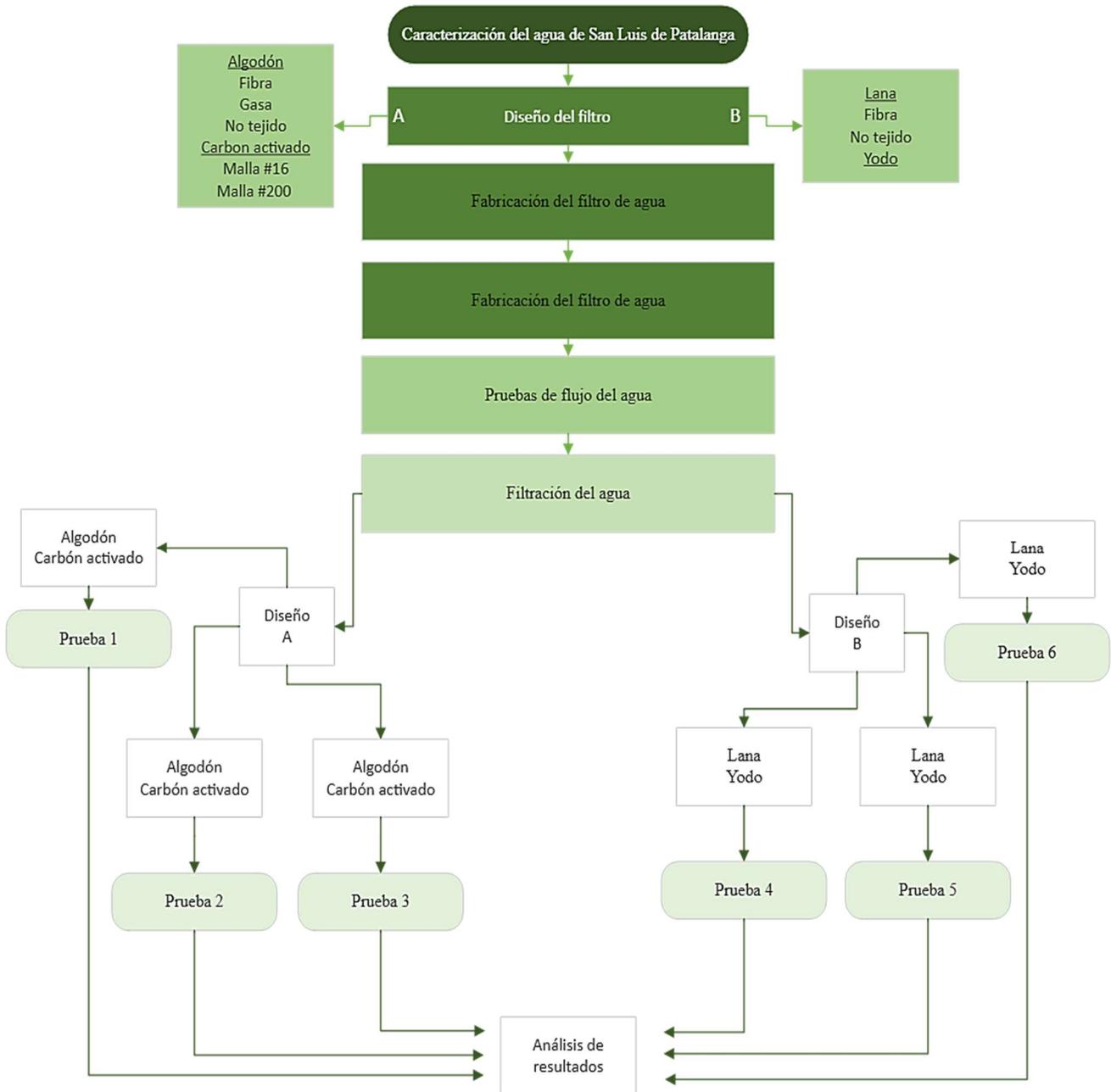
Nota. El flujograma muestra los procesos generales para la realización de la parte práctica de este proyecto.

3.7. Flujograma Muestral

A continuación, el flujograma muestral para el desarrollo de las pruebas.

Figura 5

Flujograma muestral.



Nota. El flujograma indica todo el procedimiento realizado para el diseño del filtro y para la toma de datos del agua filtrada para su posterior análisis.

3.8. Caracterización del Agua de San Luis de Patalanga

Para la caracterización del agua se hizo una toma de tres muestras en tres tiempos diferentes, mañana, tarde y noche. La toma de datos se realizó con el apoyo de medidores de TDS, los cuales fueron adecuadamente calibrados realizando mediciones de TDS de las muestras de agua embotellada que tenían un valor TDS marcado en la etiqueta. (Anexo C)

Tabla 1

Caracterización del agua de San Luis de Patalanga

Caracterización del agua sin filtrar											
Mañana				Tarde				Noche			
Hora	TDS-3 (ppm)	EZ-9901 (ppm)	pH	Hora	TDS-3 (ppm)	EZ-9901 (ppm)	pH	Hora	TDS-3 (ppm)	EZ-9901 (ppm)	pH
5:28	282	250	7,7	11:30	284	247	7,81	19:15	284	246	7,9
5:32	283	243	7,8	11:33	284	246	7,73	19:18	283	247	7,8
5:39	283	246	7,8	11:40	283	249	7,77	19:21	283	247	7,8

Nota. De todas las muestras (Anexo A) la que presentó mayor contenido de TDS fue la muestra de las 11:30, la cual presentó un valor TDS de 265.

Con la finalidad de determinar la confiabilidad en la toma de datos con los equipos de medidores de TDS que se dispone, se envió la muestra de las 11:30 a un laboratorio certificado como lo es Labolab Cía. Ltda. de donde se han obtenido los siguientes resultados:

Tabla 2

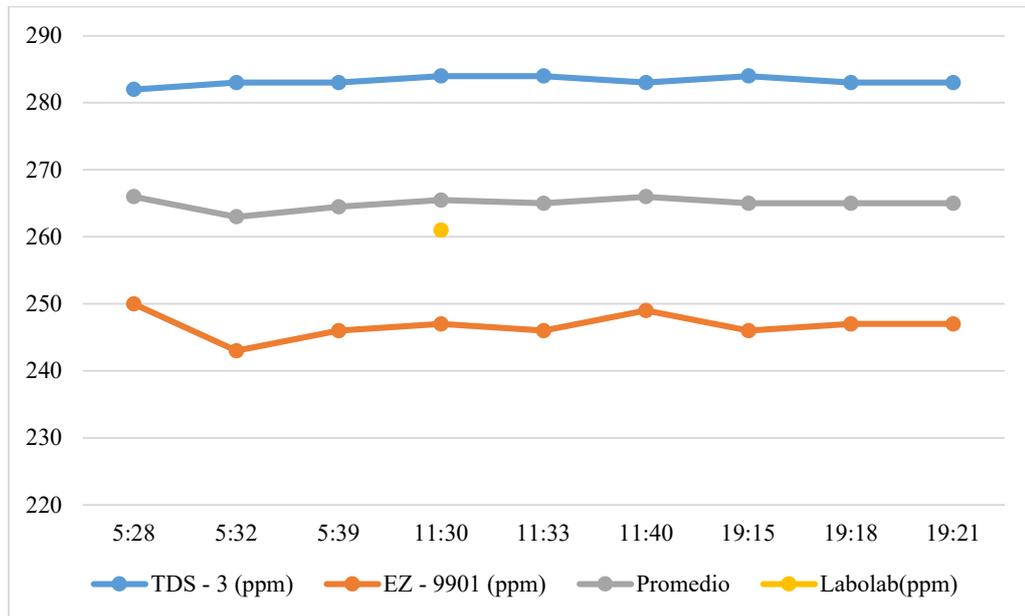
Resultados del análisis del agua sin filtrar.

Labolab	Labolab
(ppm)	(pH)
261	7,67

Nota. Resultados del laboratorio certificado Labolab. (Anexo V y Anexo W)

Figura 6

Gráfico de caracterización del agua sin filtrar.

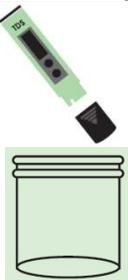


Nota. El gráfico muestra los resultados del análisis de labolab, el cual se aproxima al promedio entre la medición de cada equipo, por lo que cada equipo constituye un límite superior (TDS-3) y un límite inferior (EZ-9901).

3.9. Equipos y Reactivos

Tabla 3

Equipos y reactivos para el análisis de Sólidos Disueltos Totales

Parámetro	Efectos
Sólidos disueltos	Sabor indeseable, salado, amargo metálico. Saturación de filtros y sarro en tuberías.
Medición con equipo	MATERIALES
TDS	Equipo TDS
	Recipiente para recoger la muestra (limpio y seco)

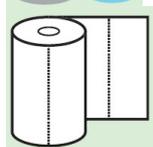
TDS



Recipiente de vidrio, limpio y seco para filtrar el agua



Agua destilada / embotellada / hervida previamente



Papel absorbente



Filtro

Nota. Obtenido de Guía de monitoreo participativo de la calidad del agua, por Union internacional para la conservación de la naturaleza (UICN), 2018, pdf4pro (<https://pdf4pro.com/cdn/gu-237-a-de-monitoreo-participativo-de-la-iucn-63ace5.pdf>).

3.10. Determinación de Sólidos Totales Disueltos (TDS)

a) *Fundamento*

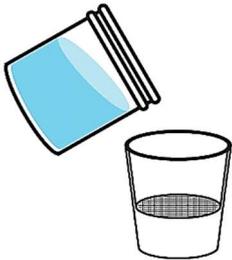
El total de sólidos disueltos se mide en miligramos de sólidos en un litro de agua, el sólido representa una cantidad de materia disuelta la cual se interpreta de dos maneras ppm o mg/L.

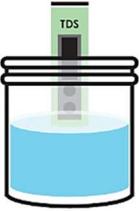
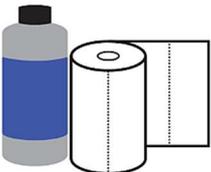
b) *Procedimiento*

La muestra homogenizada es analizada por el equipo TDS Meter y EZ-9901 Meter. A continuación, el método de análisis:

Tabla 4

Método de análisis de sólidos totales disueltos

N°	Gráfico	Descripción
1		Calibrar y verificar que las pilas estén cargadas.
2		Encender con el botón que la imagen indica.
3		Con el botón SHIFT cambiar las unidades a “ppm”
4		Retirar la protección del electrodo
5		Depositar una muestra de agua en un envase limpio y seco.
6		Verter el agua para filtrarla

N°	Gráfico	Descripción
7		El electrodo debe: ser sumergido hasta el nivel indicado, estar recto y sin tocar las paredes del envase.
8		Homogenizar la muestra con un batidor y sacar las burbujas de aire.
9		Realizar la medición (2min).
10		Con el botón HOLD se guarda el valor obtenido.
11		Registrar la medición.
12		Apagar el equipo
13		Enjuagar con agua destilada y secar frágilmente, sin tocar el electrodo.

N°	Gráfico	Descripción
14		Volver a poner la protección del electrodo.

Nota. Adaptado de Guía de monitoreo participativo de la calidad del agua, por Union internacional para la conservación de la naturaleza (UICN), 2018, pdf4pro (<https://pdf4pro.com/cdn/gu-237-a-de-monitoreo-participativo-de-la-iucn-63ace5.pdf>).

3.11. Tipo de Muestra

La muestra analizada es compuesta, la cual consiste en tomar dos o más muestras de donde según el Instituto Ecuatoriano De Normalización (2013) “se puede obtener un resultado promedio de una característica determinada”. La muestra se conserva en frascos de plástico cuidadosamente lavados.

Tabla 5

Técnica general para la conservación de muestras-análisis TDS.

Parámetro	Sólidos totales
Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosificado	P o V
Volumen típico (ml) y técnica de envasado	100
Temperatura de preservación	1 y 5 °C
Tiempo recomendado de conservación antes del análisis de la muestra	24 h

Nota. Obtenido de Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras, por NTE INEN 2169:2013 Primera revisión.

3.12. Diseño del Filtro

A continuación, se presentan los materiales y la proporción de los mismos que se utilizaron para la elaboración de los filtros.

3.12.1. Materiales

- Tubo – diámetro interno 57 mm
- Tapón – diámetro interno 57 mm
- Algodón en floca
- Tejido de algodón - gramaje 263,11 g/m²
- No tejido de algodón – diámetro 58 mm - gramaje 101,303 g/m²
- No tejido de lana - diámetro 58 mm- gramaje 418 g/m²
- Carbón activado - granulometría malla #16 o 1,19 mm
- Yodo – concentración al 1% (1ppm)
- Soporte metálico

3.12.2. Procedimiento y construcción del filtro

Se elaboraron dos diseños de filtrado, en donde se analiza y construye de manera artesanal para la *primera variante* (Figura 7), tres filtros con no tejidos de algodón como material filtrante y carbón activado como desinfectante, los tres filtros cuentan con las mismas proporciones, así como los filtros de la segunda variante; la *segunda variante* (Figura 8) está compuesta por tres filtros con no tejido de lana como material filtrante y lana yodada como desinfectante. Este procedimiento comienza con el corte de 6 pedazos de tubo de 30 cm cada uno, luego se realizan seis orificios en cada uno de los tapones (Anexo K), el diámetro de la broca para los orificios es de 2 mm de diámetro. Luego, se procede a lavar los tubos y los tapones, una vez estos secos se procede a unir a presión el tubo con el tapón. Posterior a ello se insertan los materiales (Anexo M) uno sobre otro en el orden descrito en la Tabla 6 y Tabla 7 que se muestran a continuación:

Tabla 6

Proporción de materiales para el filtro diseño A.

Diseño A					
A1		A2		A3	
Floca de Co	2,4 g	Floca de Co	2,4 g	Floca de Co	2,41 g
Tejido de Co	2,8 g	Tejido de Co	3 g	Tejido de Co	2,9 g
No tejido de Co	15 g	No tejido de Co	15 g	No tejido de Co	15 g
Carbón activado	85 g	Carbón activado	85 g	Carbón activado	85 g
No tejido de Co	11,5 g	No tejido de Co	11 g	No tejido de Co	11 g

Figura 7

Filtro diseño A.

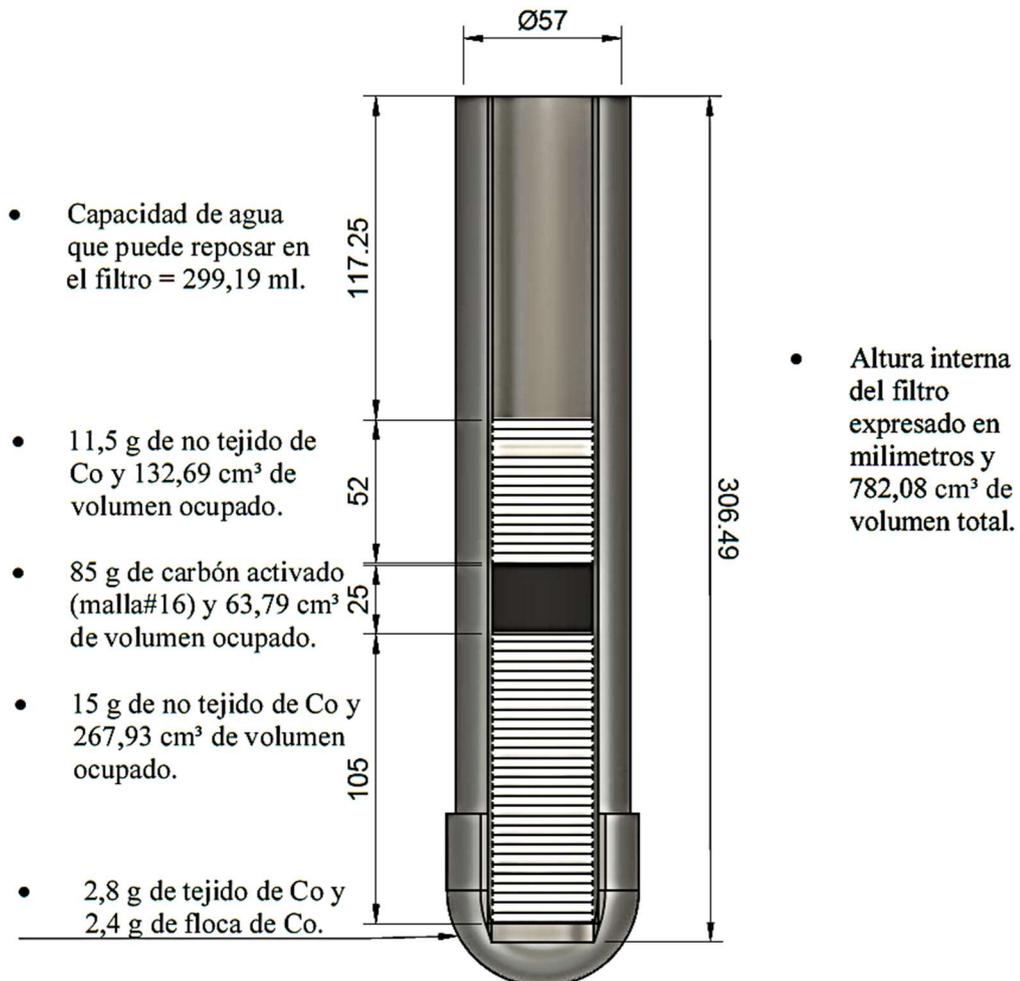


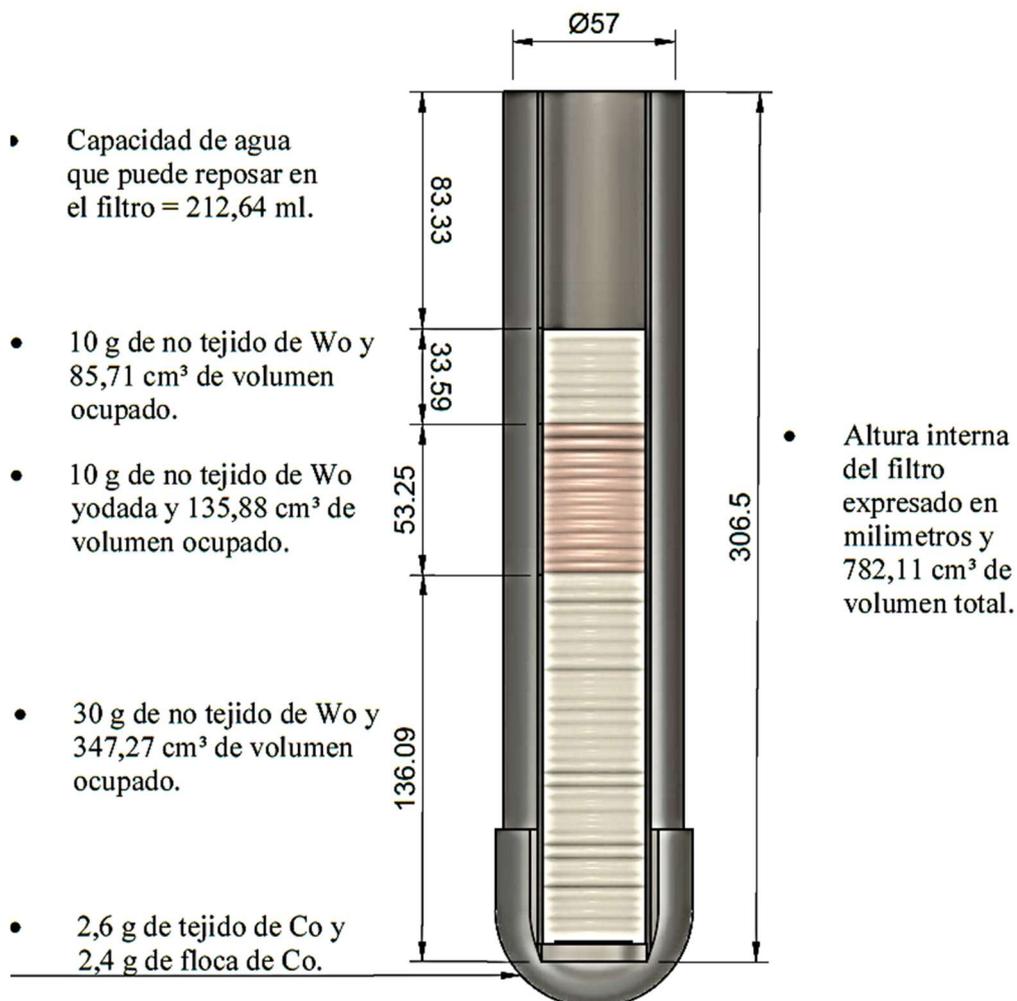
Tabla 7

Proporción de materiales para el filtro diseño B.

Diseño B					
	B1		B2		B3
Floca de algodón	2,4 g	Floca de algodón	2,4 g	Floca de algodón	2,41 g
Tejido de algodón	2,66 g	Tejido de algodón	2,66 g	Tejido de algodón	2,65 g
No tejido de lana	30 g	No tejido de lana	30 g	No tejido de lana	30 g
Lana yodada	10 g	Lana yodada	10 g	Lana yodada	10 g
No tejido de lana	10 g	No tejido de lana	10 g	No tejido de lana	10 g

Figura 8

Filtro diseño B.



Cabe tomar en cuenta que los discos de Co (Anexo J) y Wo (Anexo I) tienen un mismo diámetro de aproximadamente 58 milímetros, a diferencia de la comparación de peso, en donde el disco de lana es 50 % más pesado que el disco de algodón, teniendo el disco de Co 0,5 g y el disco de Wo 1 g. Esta diferencia de pesos haría pensar que la lana tendría una mayor capacidad de retener partículas disueltas en el agua, de tal manera que se lo comprobara en el capítulo iv.

3.13. Pruebas de Flujo de Agua

Una vez los filtros construidos se disponen para las pruebas de flujo de agua (Anexo O); este proceso se llevó a cabo con el flujo de 500 ml de agua destilada junto a la toma de tiempo cronometrado expresado en minutos.

Tabla 8

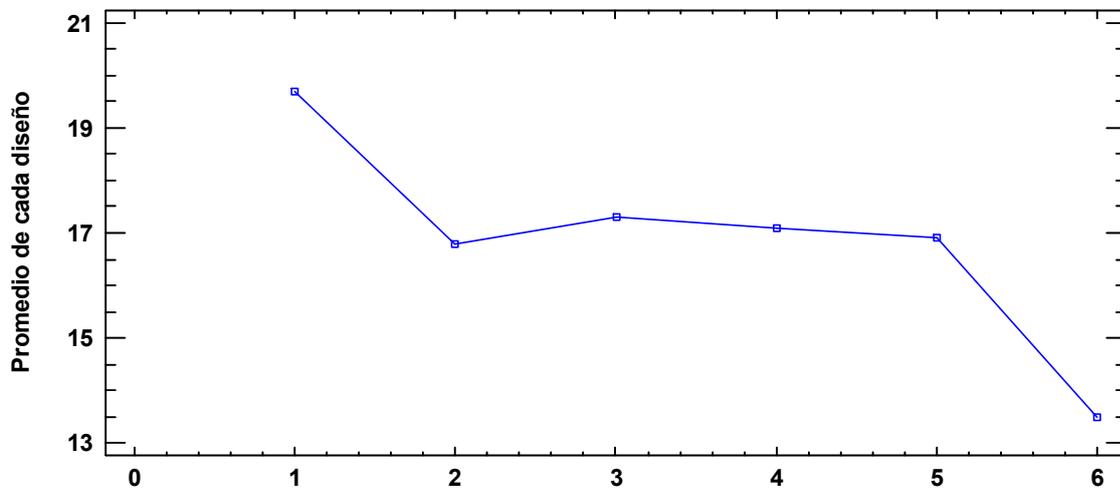
Resultados del flujo de agua.

Filtro	Prueba de flujo 1		Prueba de flujo 2		Prueba de flujo 3		
	Mililitros filtrados	Tiempo en filtrar (min)	Mililitros filtrados	Tiempo en filtrar (min)	Mililitros filtrados	Tiempo en filtrar (min)	
Diseño A	1	343	0:15:15	468	0:19:37	500	0:24:50
	2	364	0:16:21	500	0:21:08	497	0:13:15
	3	344	0:15:56	500	0:21:33	470	0:15:12
Diseño B	1	465	0:17:34	500	0:15:52	504	0:18:49
	2	475	0:21:26	468	0:12:26	493	0:17:04
	3	435	0:14:04	500	0:11:22	501	0:15:29

Nota. La Tabla 8 indica el tiempo en filtrar para cada diseño, siendo el promedio aproximado de 18 minutos para el algodón (Co) y 16 minutos para la lana (Wo).

Figura 9

Gráfico de serie de tiempo para el promedio en minutos de cada diseño.



Nota. El gráfico indica la serie de tiempo para los valores promedio obtenidos de las pruebas de flujo de agua, siendo los puntos 1, 2, 3 resultados del filtro diseño A y 4, 5, 6 resultados del filtro diseño B.

Figura 10

Pruebas de flujo de agua



Nota. En la imagen se puede apreciar los filtros de cada diseño al inicio de las pruebas de flujo, siendo los tres primeros del diseño A y los tres siguientes del diseño B.

Capítulo IV

4. Análisis y Discusión de Resultados

Realizadas las mediciones TDS antes de la filtración se verifica que el agua que abastece a la comunidad de Patalanga contiene un alto contenido de impurezas. En donde se aprecian las siguientes características.

4.1. Caracterización Organoléptica de la Muestra Antes y Después de la Filtración

Posterior a la filtración se verificó la efectividad de los filtros desarrollados; en donde se apreciaron los datos que muestra la Tabla 9. Las características organolépticas presentan mejora al filtrarse con el filtro del diseño A.

Tabla 9

Caracterización organoléptica del agua antes y después de filtrar.

Caracterización del agua antes de filtrar	Caracterización del agua filtrada en el Diseño A	Caracterización del agua filtrada en el Diseño B
Color: Amarillento	Color: Sin color	Color: Sin color
Olor: Sin olor.	Olor: Sin olor	Olor: A lana
Sabor: No apetecible.	Sabor: Sin sabor	Sabor: A lana
Apariencia: No agradable.	Apariencia: Agradable	Apariencia: Agradable

Nota. En la Tabla 9 se aprecia una mejora en las características organolépticas.

Como se puede apreciar las características organolépticas son las características que se pueden percibir con los sentidos, en la Figura 11 se muestran las apariencias del agua antes y después del proceso de filtración.

Figura 11

Color del agua antes y después de filtrar por el diseño A y B respectivamente.



Nota. La imagen muestra los cambios de color en el agua antes de ser filtrada, luego de ser filtrada a través del diseño A y luego de haber sido filtrada a través del filtro del diseño B.

4.2. Medición de Sólidos Totales Disueltos Luego del Proceso de Filtración

Para la recopilación de datos de las muestras filtradas, utilizaron dos equipos que se mencionan en la Tabla 10 **Tabla 10**. Además, cabe destacar que se han promediado los datos con la finalidad de aproximarse a un dato confiable, para cada toma de datos se han utilizado 500 ml de agua.

Tabla 10

Resultados de la medición de TDS del agua filtrada.

		TDS iniciales		pH
		250		7,81
Filtros	Equipos de medición			TDS promedio
	EZ - 9901	TDS - 3		
		(pH)	(ppm)	(ppm)
Diseño A1	7,95	157	158	157,5
	7,92	180	192	186
	7,96	190	208	199
	7,99	167	189	178

TDS iniciales		pH		
250		7,81		
Filtros	Equipos de medición			TDS promedio
	EZ - 9901	TDS - 3		
	(pH)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Diseño A2	7,87	145	162	153,5
	7,95	188	203	195,5
	7,98	164	189	176,5
	8,08	179	207	193
Diseño A3	7,96	198	219	208,5
	8,11	188	209	198,5
	8,22	181	208	194,5
	8,27	186	213	199,5
Diseño B1	4,14	250	271	260,5
	4,15	257	276	266,5
	4,13	232	251	241,5
	4,45	250	274	262
Diseño B2	4,4	253	274	263,5
	4,09	244	263	253,5
	4,07	268	297	282,5
	4,09	257	275	266
Diseño B3	5,5	232	242	237
	4,62	230	250	240
	4,26	255	275	265
	4,21	255	275	265

Nota. La Tabla 9 muestra los datos obtenidos de los medidores de TDS y el promedio de los mismos datos.

4.3. Análisis Estadístico

El presente análisis estadístico permite respaldar la confiabilidad de los datos obtenidos de las muestras, para así poder inferir datos de la población a partir de los datos obtenidos y presentados en este literal. Para determinar que la muestra proviene de una distribución normal, se toma en consideración que, valores sesgos estandarizado y curtosis estandarizada fuera de rango (-2 a +2) ya que estas indican desviaciones de la normalidad.

La Tabla 11 muestra el resumen estadístico de los datos para cada uno de los filtros desarrollados. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma. Según el StatAdvisor (2023), “las desviaciones de la normalidad tenderían a invalidar procedimientos estadísticos que se aplican habitualmente a estos datos” en este análisis no hubo variables fuera del rango de sesgo y curtosis con la excepción de los datos obtenidos del filtro diseño B3 los cuales muestran una curtosis estandarizada fuera de rango esperado son los datos obtenidos del filtro *Diseño B3*.

Tabla 11

Resumen estadístico de los TDS de cada filtro.

	<i>Diseño A1</i>	<i>Diseño A2</i>	<i>Diseño A3</i>	<i>Diseño B1</i>	<i>Diseño B2</i>	<i>Diseño B3</i>
Recuento	4	4	4	4	4	4
Promedio	180,125	179,625	200,25	257,625	266,375	251,75
Desv. Estándar	17,3895	19,3493	5,90903	11,0482	12,0303	15,3487
Coefficiente de Variación	9,65415%	10,7721%	2,95083%	4,28848%	4,51632%	6,09681%
Mínimo	157,5	153,5	194,5	241,5	253,5	237,0
Máximo	199,0	195,5	208,5	266,5	282,5	265,0
Rango	41,5	42,0	14,0	25,0	29,0	28,0
Sesgo Estand.	-0,482772	-0,861683	0,964606	-1,36679	0,636107	-0,02693
Curtosis Estandarizada	0,295011	-0,06078	0,890356	1,27	0,670538	-2,37188

Nota. Resumen estadístico de cada filtro, muestra los estadísticos de resumen para los datos TDS Promedio, realizado en (StatAdvisor, 2023).

4.3.1. Análisis estadístico de los datos en general

Este análisis general nos ayuda a determinar una referencia resumida del promedio TDS, además, se puede apreciar una distribución normal de los datos, así como lo muestra la Tabla 12, también muestra medidas de tendencia, variabilidad y forma.

Según el StatAdvisor (2023), “de particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal tal como se lo indicó anteriormente en la descripción de la Tabla 11 los datos provienen de una distribución normal”.

Tabla 12

Resumen estadístico de los TDS promedio del agua filtrada.

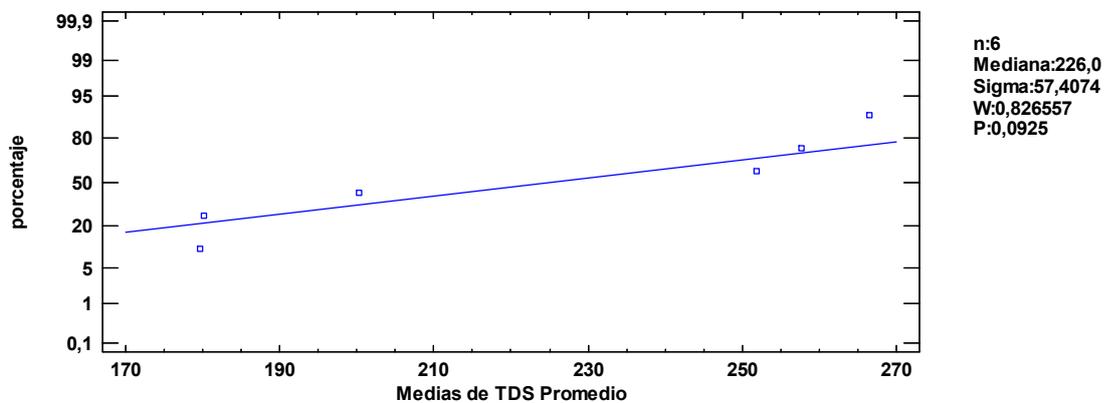
Recuento	24
Promedio	222,625
Desviación Estándar	39,6809
Coefficiente de Variación	17,8241%
Mínimo	153,5
Máximo	282,5
Rango	129,0
Sesgo Estandarizado	-0,291978
Curtosis Estandarizada	-1,40824

Nota. Resumen estadístico de los promedios obtenidos de los TDS de cada diseño de filtro, realizado en STATGRAFICS Centurion XVI.

Para mayor interpretación de los resultados obtenidos se presenta a continuación un gráfico de dispersión Figura 12 y un histograma Figura 13 en donde están representados los resultados presentados.

Figura 12

Gráfico de probabilidad normal para las medias de TDS promedio.



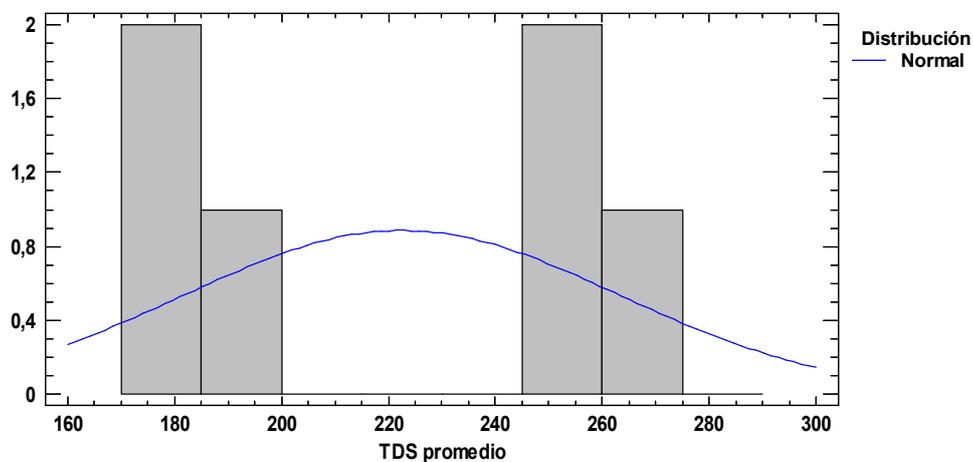
Nota. Para el gráfico se tomaron en cuenta los promedios de la Tabla 11.

Como se puede apreciar en la Figura 12, el valor P es mayor que 0,05 por lo que no existe una diferencia estadística significativa entre las desviaciones estándar, lo que nos indica que los datos cuentan con un nivel del 95% de confianza.

Para mayor análisis de la distribución de los datos, se presenta el histograma (Figura 13), en donde están representados los resultados de la filtración de cada diseño, siendo las barras de la izquierda la distribución de datos del diseño A y las barras de la derecha datos del diseño B; encontrándose en simetría con la media, se aprecia una distribución normal.

Figura 13

Histograma de distribución normal.



Nota. Para el histograma se tomaron en cuenta los promedios de la Tabla 11.

4.3.2. Pruebas de normalidad para TDS del filtro diseño A.

Para sustentar que los resultados obtenidos tienen confiabilidad se presenta en la Tabla 13 el cálculo estadístico con el método cuantitativo Shapiro-Wilk, mismo que esta aplicado a los resultados de los promedios de TDS obtenidos en el filtro diseño A e indica si los datos provienen de una distribución normal.

Según el StatAdvisor (2023), “la prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.” Como el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0,05, se puede mencionar que los resultados del programa estadístico Statgrafics provienen de una distribución normal con 95% de confianza.

Tabla 13

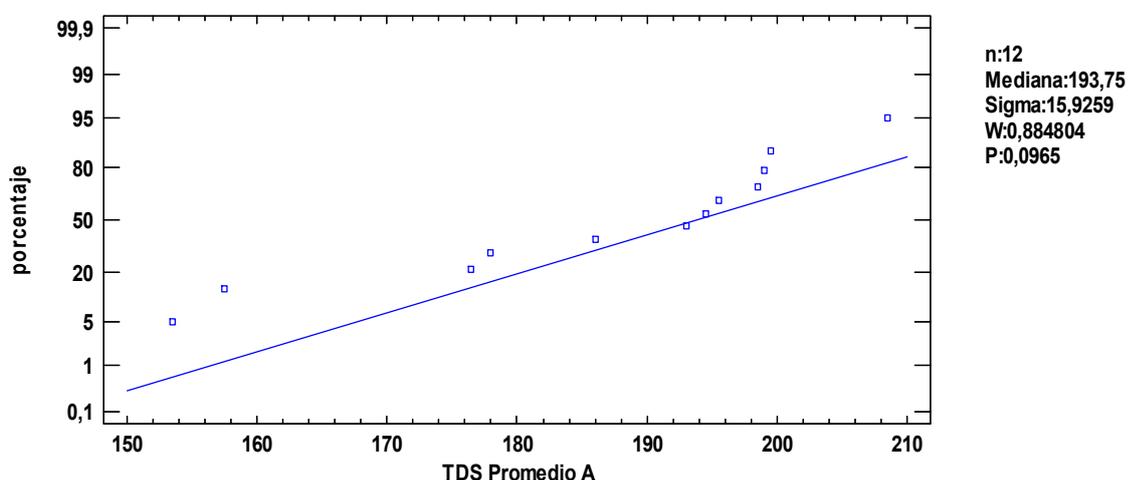
Prueba de Normalidad para los datos TDS obtenidos de los filtros del diseño A

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,884804	0,0965393

Para mayor visualización se presenta un gráfico de dispersión (Figura 14) en base a la media de los resultados obtenidos de la filtración por los filtros del diseño A.

Figura 14

Gráfico de probabilidad normal para los datos TDS obtenidos de los filtros del diseño A



Nota. El Gráfico muestra la distribución de datos obtenidos en los filtros del diseño A, los cuales están representados por TDS promedio en la Tabla 10; realizado en STATGRAFICS Centurion XVI.

4.3.3. Pruebas de normalidad para TDS del filtro diseño B.

La Tabla 14 indica los resultados de los promedios TDS para los filtros diseño B para verificar si pueden modelarse adecuadamente con una distribución normal. Como se lo ha explicado anteriormente. Según el StatAdvisor (2023), debido a que el “valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que los datos TDS obtenidos de los filtros del diseño B provienen de una distribución normal con 95% de confianza.”

Tabla 14

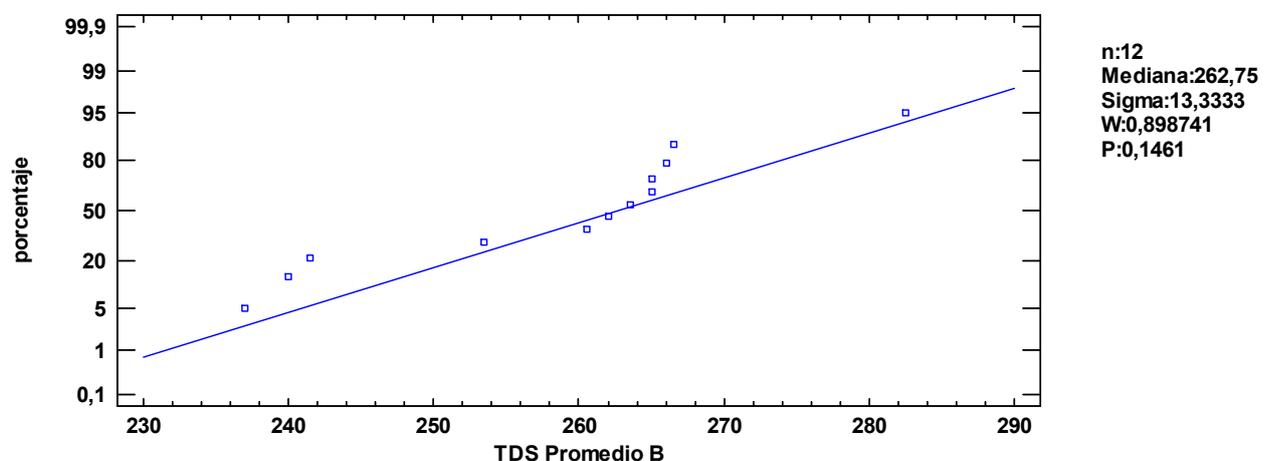
Prueba de Normalidad para los datos TDS obtenidos de los filtros del diseño B.

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,898741	0,14606

Además, se presenta la distribución de datos TDS obtenidos en los filtros del diseño B (Figura 15), los cuales están representados por TDS promedio en la Tabla 10.

Figura 15

Gráfico de probabilidad normal para los datos TDS obtenidos de los filtros del diseño B.



Nota. El Gráfico muestra una distribución de datos realizado en STATGRAFICS Centurion XVI.

4.4. Resultados en Porcentaje de Retención para cada Filtro

Con la finalidad de realizar una comparación porcentual entre los resultados de ambos diseños, en donde el filtro A1 filtró 28 %, A2 filtró 28,4 %, A3 filtró 19,9 %; a diferencia de los filtros del diseño B los cuales presentaron un incremento en la cantidad de TDS siendo los resultados: B1 aumentó 3,05 %, B2 aumentó 6,55 %, B3 aumentó 0,7 %. Según se observa el filtro diseño A2 fue el que obtuvo los mejores resultados en cuanto a retención, sin embargo, no se logran obtener los datos paramétricos aceptables para un agua purificada según la Figura 1. En otras palabras, la capacidad de filtración de TDS de cada diseño, presentó resultados favorables para los filtros del diseño A, por lo tanto, el mejor medio filtrante considerando los datos obtenidos son las fibras de algodón en compañía de carbón activado.

Con la finalidad de interpretar mejor los datos haciendo referencia al resultado de los promedios de la Tabla 11, se los ha organizado en un gráfico que muestra la Figura 16 en donde se comparan los datos obtenidos con los límites permitidos según la norma NTE INEN 2200 y según los datos que muestra la Figura 1.

Figura 16

Histograma de medias de los promedios TDS obtenidos junto a otras referencias.



Nota. El gráfico muestra los límites permitidos de TDS en Ecuador, México junto a los resultados obtenidos en el presente estudio.

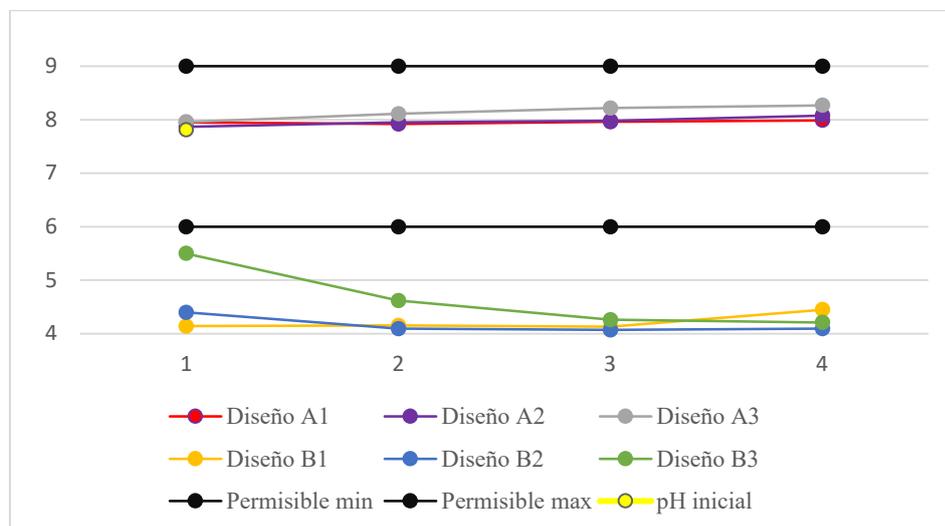
4.5. Descripción de Resultados

4.5.1. Análisis del pH

Como se puede observar en la Figura 177 para los filtros del diseño A se aprecia una variación en el pH y en los demás casos del diseño A muestran una tendencia al aumento. Por otra parte, en los filtros del diseño B presentan un valor ácido muy debajo de lo permisible, aunque se presencié una significativa disminución en el pH luego de los 9 litros de agua filtrada, puesto alcanzó un pH 6,87. Por lo tanto para el caso del diseño A, puede afirmarse que la variación en el pH no varían drásticamente sus características; ya que a pesar de que el agua sea ligeramente alcalina, según la norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua, aún se encuentra dentro del rango permisible para el consumo humano el cual indica 6 – 9.

Figura 17

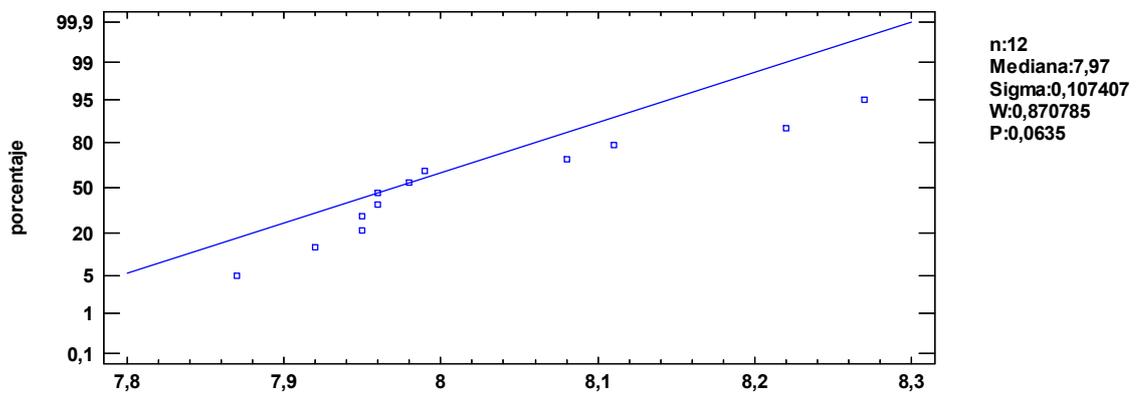
Comparación entre límites de pH permisible con los resultados de pH obtenidos.



Nota. El gráfico muestra que, el pH de los filtros diseño A se mantienen dentro de los límites permisibles manteniéndose en un pH alcalino mientras que el pH del agua filtrada por los filtros del diseño B se encuentran fuera de los límites permisibles a su vez muestra una tendencia a la acides.

Figura 18

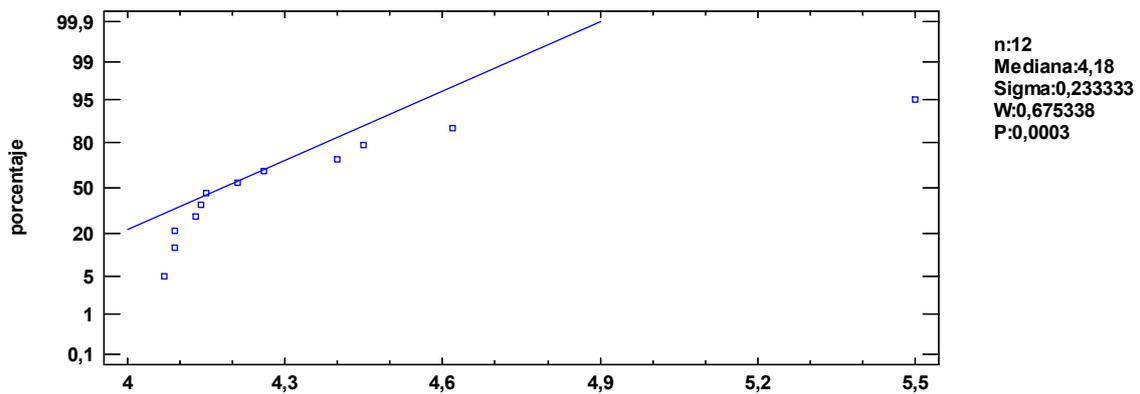
Gráfico de probabilidad normal para los datos de pH A.



Nota. El gráfico muestra una distribución normal para los datos de pH obtenidos en los filtros del diseño A, realizado en STATGRAFICS Centurion XVI.

Figura 19

Gráfico de probabilidad normal de los datos de pH B.



Nota. La imagen indica que los datos de pH obtenidos de la filtración por los filtros del diseño B no provienen de una distribución normal, realizado en STATGRAFICS Centurion XVI.

Interpretando los valores de pH obtenidos, se puede apreciar un resultado favorable para los filtros en donde se utilizan el algodón como material filtrante. Esto debido a que el algodón tiene un de pH de 5 – 9,5; mientras que la lana tiene un pH de 3,543 por lo tanto tiende a un pH ácido.

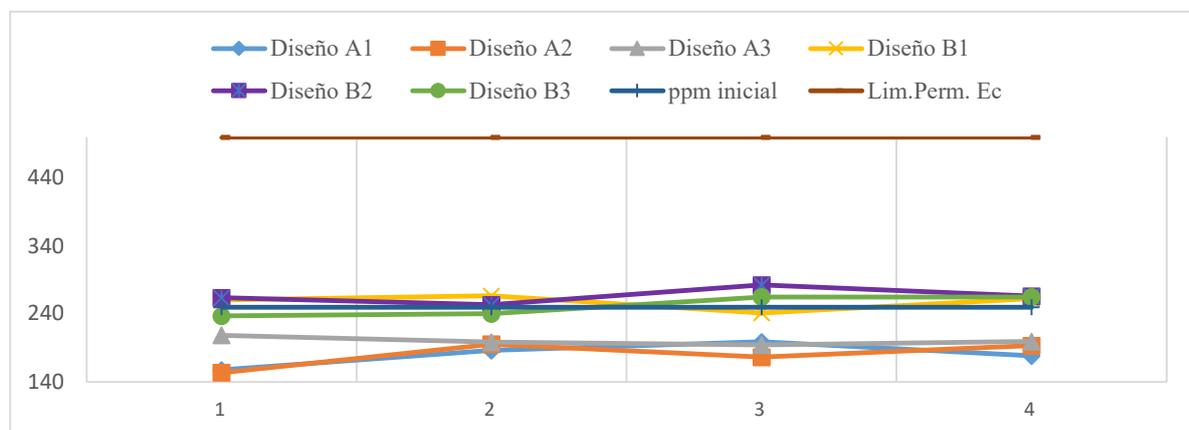
4.5.2. Análisis del total de sólidos disueltos

El contenido límite de ppm de TDS en Ecuador es 500 ppm, el agua que abastece a la comunidad San Luis de Patalanga tiene una medida promedio de 261 ppm, por lo que se encuentra dentro de los límites permisibles. Sin embargo, que se encuentre dentro de los límites permisibles no significa que el agua sea apta para el consumo, para ello se necesita un análisis de microorganismos. En este caso, este trabajo va enfocado a encontrar la mejor fibra entre el algodón y lana para purificar el agua y a partir de ese punto desarrollar modelos de textiles técnicos para la purificación del agua.

Por otra parte, los datos recolectados de cada diseño de filtro están representados en la Figura 20 en donde se aprecia una diferencia significativa a comparación de los límites permisibles en la normativa ecuatoriana. Referencias internacionales nos brindan otros datos para valorar los resultados obtenidos, dicho esto se puede asumir que la filtración, no fue eficiente para llegar a la estimación como agua para el consumo humano según los datos TDS (ppm) que se muestran en la Figura 1. Aunque la norma NTE INEN 2200, indica que el límite máximo de ppm o mg/L para aguas purificadas envasadas es 500 mg/L, con respecto a la filtración efectuada en los filtros del diseño B, estos no presentaron valores positivos en ninguna de las muestras a comparación de los resultados del filtro diseño A.

Figura 20

Comparación entre TDS obtenidos en cada filtro y TDS iniciales.



Nota. La figura 20 muestra que los datos obtenidos se encuentran dentro de los límites permisibles.

Capítulo V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Se filtró el agua de la Comunidad San Luis de Patalanga del cantón Otavalo de la provincia de Imbabura utilizando materiales textiles algodón-carbón activado y lana-yodo y se determinó que el agua de la comunidad si se encontraba dentro de los límites permisibles ecuatorianos con 500 ppm de TDS según la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua y la NTE INEN 2200; a su vez se apreció una disminución de TDS en el agua filtrada, presentando los mejores resultados la fibra de algodón en compañía del carbón activado.
- Para que el agua sea considerada de consumo humano debe contar con características físicas, químicas y microbiológicas que garanticen su inocuidad; dicho esto, el análisis de TDS no aborda todos los requerimientos establecidos por la NTE INEN 1108 para la calidad del agua. Sin embargo, es un método sencillo y asequible a todo público, el cual ayuda a determinar con buena aproximación la calidad del agua, y aunque los resultados de TDS obtenidos del presente estudio son en parte positivos, el agua filtrada no puede ser considerada para consumo humano solo con el análisis de TDS.
- Haciendo referencia a información documentada de la Comunidad San Luis de Patalanga en donde el Anexo X nos muestra que el agua que abastece a la comunidad, sí es agua potable con un contenido de coliformes fecales de 9ufc/100ml lo que indica que este parámetro se encuentra dentro de los establecido por el TULSMA en donde se indica que el límite max de coliformes fecales en agua de consumo humano está dado por el método del número más probable que es 1000ufc/100ml y sin embargo,

las Guías de la OMS recomiendan 0ufc/100ml de coliformes fecales y esto presenta variabilidad en la cantidad establecida por cada país.

- Considerando que la OMS establece una concentración de 1000mg/L de TDS en agua potable y la USEPA recomienda 500mg/L, también señala que un alto contenido de TDS puede ocasionar irritación gastrointestinal. Y tomando en cuenta los datos que presenta la Figura 1 se concluye que los TDS aceptables en el agua para consumo, van de 50 a 170 mg/L; en comparación con el mejor resultado que es 179 mg/L obtenido del filtro diseño A2. Aunque presentó datos positivos en la retención de TDS y una mejora en las características organolépticas, no se recomienda consumirla directamente sin una hervida previa.
- Para la obtención de datos reales en caracterización inicial del agua es muy útil el determinar la hora en la que el agua es más propensa a presentar mayor cantidad de ppm, sea en la mañana al medio día o en la tarde; los datos TDS en la Tabla 1 presentaron un leve incremento al medio día con 265,5 ppm de TDS promedio en comparación con las tomas promedio realizadas en la mañana con 264,5 ppm y con 265 ppm la noche.
- Se determinó que, en proporciones de fibras, el algodón es la fibra con mayor capacidad de retención de total de sólidos disueltos en el agua a comparación de las fibras de lana, esto porque siendo el peso promedio de los no tejidos de algodón 0,5 g/u y los no tejidos de lana 1 g/u (según los datos el peso en algodón utilizado fue la mitad del peso de la lana), además de que cada filtro contó con la misma cantidad de discos de algodón y lana respectivamente; los filtros de algodón presentaron una buena capacidad de retención de TDS. Por otra parte, también resultó eficiente en términos de pH ya que el agua filtrada por los filtros de algodón oscila de 7,95 a 8,3 y los filtros de lana oscilan de 4,07 a 5,5 como se muestra en la Tabla 10, por lo que la fibra de algodón es un gran material para la innovación en la filtración del agua.

5.2. Recomendaciones

- Para lograr una consideración más certera acerca de los límites permisibles de TDS es conveniente consultar normas nacionales e internacionales para de esta forma abarcar un mayor rango en la comparación de datos para considerar de la mejor manera la calificación que se pueda asignar a un agua sometida al tratamiento de filtración.
- Aunque los TDS son una medida confiable de la calidad del agua, no es recomendable determinar su calidad con solo este parámetro, en el presente estudio este parámetro nos ayudó a determinar la efectividad ante la retención de TDS con los materiales textiles algodón y lana.
- Para la elaboración del filtro se recomienda un recipiente con interior liso para fomentar a que el agua pase completamente a través de los materiales filtrantes. Además, es muy recomendable utilizar los no tejidos de algodón y lana por su estructura que tienden a cubrir mayor superficie; a su vez los orificios del tampón deben tener un mismo diámetro, esto para que los filtros se encuentren todos en las mismas condiciones y así no influya en la toma de tiempo de filtración.
- Por otra parte, es óptimo utilizar carbón activado de un diámetro mayor a 1 mm, menor a este dato el carbón activado tiende a convertirse en pasta por lo que conllevará a que el filtro se tape (ver Anexo Q). Otro punto es que se abre un abanico de alternativas para combinar estos materiales en diversas maneras y proporciones con la finalidad de utilizarlo en la filtración del agua.
- En el caso de utilizar yodo en la filtración se sugiere que se lo utilice en una aplicación directa al agua, siempre teniendo en cuenta las precauciones en el consumo de yodo ya que para el consumo es aceptable 1 mg/L al 1 %. Se dice que el yodo tiene un sabor amargo y esto se compone con unas gotas de vitamina C,

otro punto es el tiempo de espera antes de ingerir un agua yodada que es 30 minutos luego de la aplicación del yodo al 1%.

- Para el recipiente del filtro es recomendable dejar un espacio significativo para que se pueda colocar un volumen significativo de agua a filtrar y evitar el estar colocando agua en intervalos muy cortos de tiempo.
- Debe haber mayor concientización sobre la importancia del agua purificada para nuestra salud, ya que los límites permisibles de TDS según la normativa ecuatoriana no tienen mucha relevancia al momento de garantizar la salud de los consumidores; este estudio es un pequeño paso para fomentar la concientización sobre el agua que bebemos en la comunidad y en el pensamiento de las personas que lean este estudio.
- Para un análisis confiable de datos de las características físicas TDS del agua, la calibración de los equipos junto al análisis de un laboratorio certificado (Ver Anexo V y Anexo W) brindó a la investigación una confianza en la toma de datos con los equipos utilizados.
- Es de suma importancia fomentar la concientización en el impacto que tiene el agua en nuestro rendimiento diario e implementar tecnologías para la purificación del agua y aire ya que con la deforestación y el creciente cambio climático las partículas volátiles son más abundantes y se corre el riesgo de ingerir sustancias ajenas a la composición de un agua apta para beberla. Todo esto sin mencionar las ventajas y desventajas que conlleva la industrialización de los alimentos y del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arboleda, J. (1992). *Teoría y práctica de la Purificación del agua*.
<https://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/libros/teoria.pdf>
- Causil, L. A., Coronado, J. L., Verbel, L. F., Vega, M. F., Donado, K. A., & Pacheco, C. (2017). Efecto citotóxico del hipoclorito de sodio (NaClO), en células apicales de raíces de cebolla (*Allium cepa* L .) Cytotoxic effect of sodium hypochlorite (NaClO) in apical cells of onion roots (*Allium cepa* L .). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 97–104.
- Chang, S. L. (1966). *YODACION DEL AGUA*.
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/12786/v61n4p317.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Diesch, S. (1970). TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES POR ORGANISMOS HIDRICOS DE ORIGEN ANIMAL. *BOLETÍN DE LA OFICINA SANITARIA PANAMERICANA*, 1–17. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/11600/v69n4p314.pdf?sequence=1>
- Essap, E. de S. S. del P. S. A. (n.d.). *La importancia del agua*.
<http://www.essap.com.py/32217a53b4c76b11a4d967a6ff0dfc14/>
- Estadio Universitario - Mapa - Mapcarta*. (n.d.). Retrieved June 30, 2022, from <https://mapcarta.com/es/W665948238/Mapa>
- Hidrolit. (n.d.). *Diferencias Agua potable vs Agua Purificada*. Retrieved February 5, 2021, from <https://hidrolit.com.ar/blog/cuales-son-las-diferencias-entre-el-agua-potable-y-el-agua-purificada/>
- INEN. (2013a). *AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS. Primera Edición*. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2169-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-MANEJO-Y-CONSERVACION-DE-MUESTRAS.pdf?x42051>

- INEN. (2013b). *AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO NTE INEN 2176:2013 Primera revisión.*
- Infoagro.com. (2002). *Qué es la Conductividad Eléctrica (CE) y Sólidos Disueltos (TDS)* (p. 2).
- Max, J. (2020). *Impacto ambiental generado por explotación de arena silíceo en la mina San Pedro.*
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36724/jfmaxu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA. (2015). *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA.* <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>
- NORMA NTE INEN. (2017). *AGUA PURIFICADA ENVASADA. REQUISITOS.* Segunda revisión. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2200-2.pdf
- Patalanga - Mapa - Mapcarta.* (n.d.). Retrieved May 2, 2022, from <https://mapcarta.com/es/N8922791594/Mapa>
- Pinos, J., García, J., Peña, L., Rendón, J., Gonzalez, C., & Tristán, F. (2012). *IMPACTOS Y REGULACIONES AMBIENTALES DEL ESTIÉRCOL GENERADO POR LOS SISTEMAS GANADEROS DE ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA.* *Instituto de Investigación de Zonas Desérticas*, 46, 1–12.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n4/v46n4a4.pdf>
- Ramírez, E. (2019). *Caracterización de muestras de textil para su reciclaje con espectroscopía de infrarrojo medio y módulo ATR.* *UNIVERSITAT DE LLEIDA*, 1–107.
- Ramos, K., Navarro, A., Chang, L., & Maldonado, H. (2004). *Evaluación de nuevos biosorbentes para la remoción de Cadmio (II): Estructura vs Capacidad de Adsorción.* 136–146.
https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/rsqp/n3_2004/a03.pdf

- Rossi, G. (2017). *Diseño de un purificador de agua para uso en la pequeña industria alimentaria de zonas rurales*.
[http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5965/SErosagm.pdf?sequence=1
&isAllowed=y](http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5965/SErosagm.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Publiagua.com.mx. (2018). *Total de sólidos disueltos en el agua TDS*.
<https://publiagua.jimdofree.com/publiagua/calidad-del-agua/>
- Santacruz, J. (2014). AGUA PURIFICADA PARA EL RECINTO MESADA DE ARRIBA DEL CANTÓN COLIMES. *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL; FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL*, 1–177.
- Sigler, A., & Bauder, J. (2014). Alcalinidad, pH, y Sólidos Disueltos Totales. *Northern Plains & Mountains*, 8.
- StatAdvisor. (2022). *STATGRAPHICS | Data Analysis Solutions*.
<https://www.statgraphics.com/>
- UICN. (2018). *Guía de monitoreo participativo de la calidad del agua*. Quito – Ecuador: UICN.
<https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia-monitoreo-participativo-calidad-agua-digital.pdf>
- Webdelmaestrocmf.com. (2020, March 16). *Tipos de métodos investigación y Diseño de investigación*. <https://webdelmaestrocmf.com/portal/tipos-de-metodos-investigacion-y-diseno-de-investigacion/>
- Yachas, E. (2019). *Grado de eficacia del carbón activado de la cáscara de coco, en la absorción del hierro y plomo del agua de consumos de los estudiantes de la I.E. San Andrés deParagsha -Simón Bolívar*.

ANEXOS

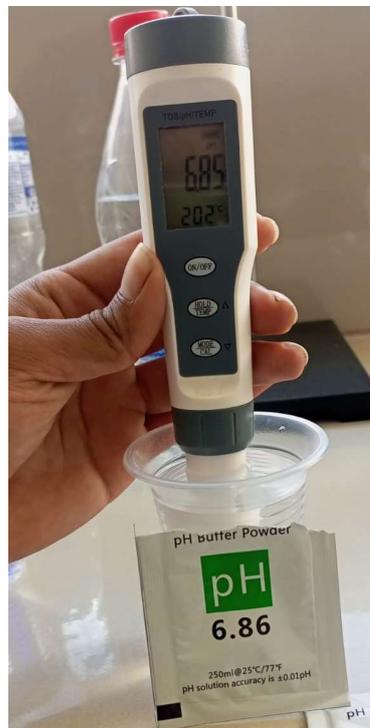
Anexo A

Agua recolectada para la caracterización inicial de la misma.



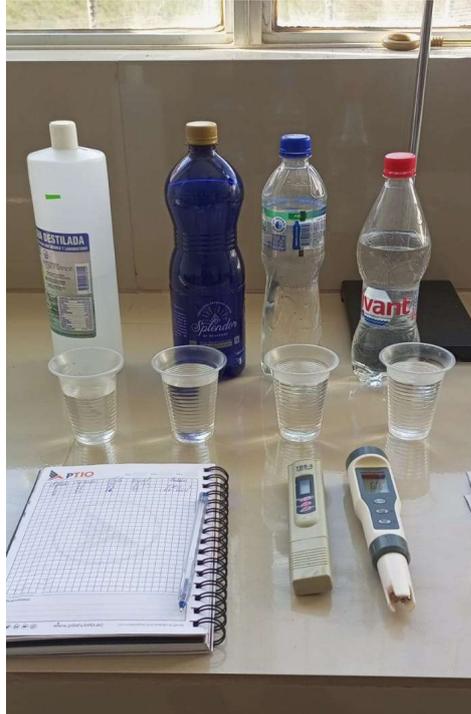
Anexo B

Calibración del pH en el equipo EZ-9901.



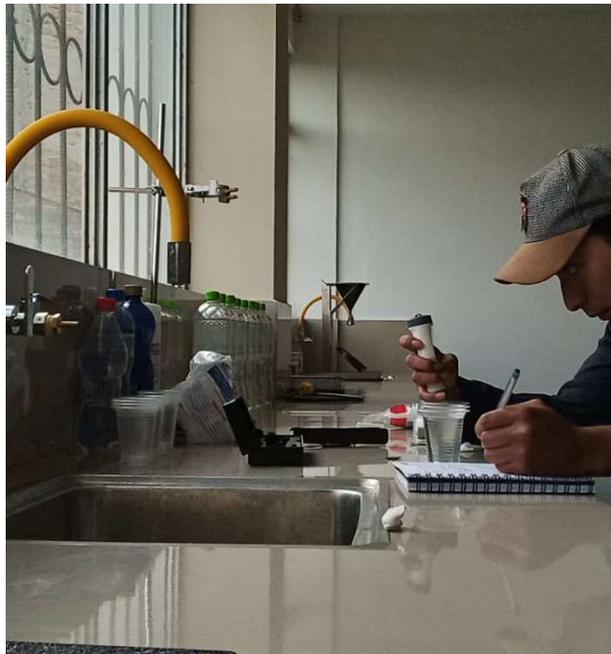
Anexo C

Materiales para la calibración de los equipos medidores de sólidos totales disueltos (TDS).



Anexo D

Toma de datos en la caracterización inicial del agua.



Anexo E

Materiales para el proceso de descruce de la lana.



Anexo F

Dimensionamiento de materiales textiles para el cálculo de densidad.



Anexo I

Discos de no tejido de lana.



Anexo J

Materiales de algodón (flocas, tejido, no tejido) utilizados.



Anexo K

Perforación de tapones.



Anexo L

Pesaje de carbón activado.



Anexo M

Construcción de los filtros.



Anexo N

Ingreso de carbón activado.



Anexo O

Preparación para pruebas de flujo de agua.



Anexo P

Pruebas de flujo de agua.



Anexo Q

Extracción del carbón activado en polvo ya en forma de pasta.



Anexo R

Medición de TDS en el agua antes de filtrar.



Anexo S

Agua filtrada por filtros diseño A y B respectivamente.



Anexo T

Medición de TDS del agua filtrada por el filtro diseño A2.



Anexo U

Medición de TDS del agua filtrada por el filtro diseño B1.



Anexo V

Resultados de pH del agua sin filtrar.



Orden de trabajo N°224347
Informe N°224347A
Hoja 1 de 1

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: CARLOS MEJIA SANCHEZ
Dirección: Azama, Palanga
Muestra: Agua para consumo muestra 11:30
Descripción de la muestra: Líquido
Fecha Elaboración: ---
Fecha Vencimiento: ---
Fecha de Toma: 24 de noviembre del 2022
Lote: ---
Localización: San Luis de Patalanga
Envase: Frasco de vidrio
Conservación de la muestra: Ambiente

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 25 de noviembre del 2022
Toma de muestra por: Cliente
Fecha de realización del ensayo: 25 - 27 de noviembre del 2022
Fecha de emisión del informe: 30 de noviembre del 2022
Condiciones ambientales: 21,3°C 52%HR

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
pH (20°C)	---	PEE/LA/10 INEN ISO 10523	7,67 ± 0,15

Cecilia Luzuriaga
Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB.
LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACIÓN SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503 / 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecilia.luzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

MC

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

Edición: 7 / Mayo del 2019

Anexo W

Resultados de TDS del agua sin filtrar.

LABOLAB

ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N°2242-rr
Informe N°224347
Hoja 1 de 1

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: CARLOS MEJIA SANCHEZ
Dirección: Azama, Palanga
Muestra: Agua para consumo muestra 11:30
Descripción de la muestra: Líquido
Fecha Elaboración: ----
Fecha Vencimiento: ----
Fecha de Toma: 24 de noviembre del 2022
Lote: ----
Localización: San Luis de Patallanga
Envase: Frasco de vidrio
Conservación de la muestra: Ambiente

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 25 de noviembre del 2022
Toma de muestra por: Cliente
Fecha de realización del ensayo: 25 – 27 de noviembre del 2022
Fecha de emisión del informe: 30 de noviembre del 2022
Condiciones ambientales: 21,3°C 52%HR

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Sólidos disueltos totales:	mg/l	Standard Methods 2540 C	261

Cecilia Luzuriaga
Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB.
LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliacruzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

Anexo X

Análisis microbiológico del agua que abastece la Comunidad San Luis de Patalanga hoja 1/2.



Orden de trabajo N° 211575
Informe N° 211575A
Hoja 1 de 2

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: Santiago Vinicio Cepeda Proaño
Dirección: San Francisco y Mariano Echeverría
Muestra: Agua potable vertiente I
Descripción de la muestra: Líquido
Fecha Elaboración: ---
Fecha Vencimiento: ---
Fecha de Toma: 29 de abril del 2021
Lote: ---
Localización: Azama, Cantón Otavalo
Envase: Frasco estéril
Conservación de la muestra: Refrigeración

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 03 de mayo del 2021
Toma de muestra por: Cliente
Fecha de realización del ensayo: 03 - 04 de mayo del 2021
Fecha de emisión del informe: 11 de mayo del 2021
Condiciones ambientales: 20,3°C 46%HR

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODOS	RESULTADOS
Recuento de Coliformes totales	ufc/100ml	PEEMi/LA/19 Standard Methods 9222 B	1,0 x 10 ³
Recuento de Coliformes fecales	ufc/100ml	PEEMi/LA/19 Standard Methods 9222 D	9,0 x 10 ⁰

Cecilia Luzuriaga
Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB.
LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA
Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecilia.luzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec
www.labolab.com.ec Quito - Ecuador Edición: 7 / Mayo del 2019

MC
Activar W
Ve a Configu

Escaneado con CamScanner



Orden de trabajo N°211575
Informe N° 211575A
Hoja 2 de 2

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: Santiago Vinicio Cepeda Proaño
Dirección: San Francisco y Mariano Echeverría
Muestra: Agua potable vertiente I
Descripción de la muestra: Líquido
Fecha Elaboración: ---
Fecha Vencimiento: ---
Fecha de Toma: 29 de abril del 2021
Lote: ---
Localización: Azama, Cantón Otavalo
Envase: Polietileno
Conservación de la muestra: Refrigeración

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 03 de mayo del 2021
Toma de muestra por: Cliente
Fecha de realización del ensayo: 05 - 10 de mayo del 2021
Fecha de emisión del informe: 11 de mayo del 2021
Condiciones ambientales: 21,5°C 61%HR

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
pH (20°C)	---	PEE/LA/10 INEN ISO 10523	7,07 ± 0,15
Conductividad (25°C):	µS/cm	PEE/LA/A03 Standard Methods 2510 B	486 ± 20,37
Dureza total	mg/l	PEE/LA/A11 Standard Methods 2340 C	193,20 ± 0,62
Calcio:	mg/l	PEE/LA/A12 Standard Methods 3500-Ca B	46,80 ± 0,13
Magnesio	mg/l	PEE/LA/A12 Standard Methods 3500-Mg B	18,55 ± 1,79
Cloruros:	mg/l	PEE/LA/A13 Standard Methods 4500- Cl ⁻ B	15,00 ± 0,29

Cecilia Luzuriaga S
Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB. LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente. Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 099 700 1591
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecilia.luzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

MC

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

Edición: 7 / Mayo del 2019

Activar
Ve a Configuración

LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 211575
Informe N° 211575
Hoja 1 de 1

Activar Windows
Ve a Configuración pa

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: Santiago Vinicio Cepeda Proaño
Dirección: San Francisco y Mariano Echeverría
Muestra: Agua potable vertiente 1
Descripción de la muestra: Líquido
Fecha Elaboración: ---
Fecha Vencimiento: ---
Fecha de Toma: 29 de abril del 2021
Lote: ---
Localización: Azama, Cantón Otavalo
Envase: Polietileno
Conservación de la muestra: Refrigeración

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 03 de mayo del 2021
Toma de muestra por: Cliente
Fecha de realización del ensayo: 05 - 10 de mayo del 2021
Fecha de emisión del informe: 11 de mayo del 2021
Condiciones ambientales: 21,5°C 61%HR

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Sodio:	mg/l	Electrodo selectivo	25
Potasio:	mg/l	Electrodo selectivo	2
Color:	UCA	Visual	5
Turbiedad:	NTU	Nefelométrico	8
Alcalinidad Total:	mg/l	PEE/LA/A.10 Standard Methods 2320 B	227,81
Carbonatos:	mg/l	PEE/LA/A.10 Standard Methods 2320 B	0,00
Bicarbonatos:	mg/l	PEE/LA/A.10 Standard Methods 2320 B	227,81
Fosfatos:	mg/l	Standard Methods 4500-P C	1,14
Nitritos:	mg/l	Standard Methods 4500 NO ₂ ⁻ B	< 0,05
Sulfatos:	mg/l	Standard Methods 4500-SO ₄ ²⁻ E	18,99
Hierro total:	mg/l	Standard Methods 3500-Fe B	1,61
Sólidos totales:	mg/l	Standard Methods 2540 B	350
Sólidos disueltos totales:	mg/l	Standard Methods 2540 C	247
Sólidos suspendidos:	mg/l	Standard Methods 2540 D	103

Cecilia Luzuriaga S
Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

El presente informe solo es válido para la muestra analizada tal como fue recibida en LABOLAB.
LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 159
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecilia.luzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador