

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Determinación de la dosis óptima del floculante Poliacrilamida para
tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven
Mariátegui, distrito Simón Bolívar – 2024**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Joseph Anthony CARBAJAL BALDEON

Asesor:

Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCIA

Cerro de Pasco – Perú - 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Determinación de la dosis óptima del floculante Poliacrilamida para
tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven
Mariátegui, distrito Simón Bolívar – 2024**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Rommel Luis LOPEZ ALVARADO
PRESIDENTE

Dr. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ
MIEMBRO

Mg. Lucio ROJAS VITOR
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 326-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Determinación de la dosis óptima del floculante Poliacrilamida
para tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha,
Pueblo Joven Mariátegui, distrito Simón Bolívar – 2024**

Apellidos y nombres del tesista

Bach. Joseph Anthony, CARBAJAL BALDEON

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCIA

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

25 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 1 de octubre del 2025



Firmado digitalmente por PALOMINO
ISIDRO Ruben Edgar FAU
20154685046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 01.10.2025 10:55:55 -05:00

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la fortaleza y la salud necesarias para culminar este camino.

A mi madre, **Mercedes Baldeón**, por su amor incondicional, su ejemplo de lucha y su apoyo constante.

A toda mi familia, por acompañarme con su cariño, comprensión y palabras de aliento en todo momento.

Y a mis fieles compañeros, Chiquito y Priky, quienes me regalaron años de amor sincero y compañía. Aunque ya no estén físicamente, siempre vivirán en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a **Dios**, por brindarme la salud, la fortaleza y la oportunidad de concluir esta etapa importante de mi vida.

A mi madre, **Mercedes Baldeón**, por su amor incondicional, su paciencia, sus consejos y su apoyo constante. Su ejemplo de lucha y perseverancia ha sido mi mayor inspiración.

A mi familia, en especial a mi tía **Rosario** y a mis hermanos **Michael** y **Arnold**, por su compañía, comprensión y palabras de aliento en los momentos más importantes de este proceso.

A mis abuelos, que me cuidan desde el cielo, y cuyo amor y ejemplo siguen acompañándome en cada paso que doy.

A mis docentes y asesores, por compartir sus conocimientos, por su orientación académica y por motivarme a dar siempre lo mejor de mí.

Y a todos aquellos que, de una u otra forma, aportaron con un gesto, una palabra o una acción para que este trabajo hoy sea una realidad: **gracias de corazón**.

RESUMEN

En el distrito de Simón Bolívar específicamente en el Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui se desconocía la calidad de agua relacionado al parámetro de turbidez y presencia de sólidos. Para ello la medición realizada de la turbidez determinó que supera los límites máximos permisibles y a ello no se tiene un tratamiento, es por ello conocer su presencia y las pruebas con productos que ayuden a proponer su tratamiento es de importancia.

Teniendo el conocimiento que la turbidez del agua el permitido es de 5 UTN de acuerdo al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, en base a ello se pudo determinar que las aguas de uso doméstico de las poblaciones del Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui superan lo permitido.

En base a ello se propone evaluar cual es la dosis óptima del floculante Poliacrilamida para tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui, distrito Simón Bolívar, ya que tiene referencia en otras investigaciones que la Poliacrilamida ayuda a disminuir la presencia de sólidos y por ende la turbidez en el agua.

Concluida la investigación se identificó que la dosis optimo que reduce a los mejores resultados es de 4 ml de la concentración de floculante Poliacrilamida de 0.5 mg/L en 1 litro de agua procedente del Centro Poblado de Paragsha y el Pueblo Joven Mariátegui. En las evaluaciones realizadas esta dosis trae mejores resultados bajando por debajo de 5 UTN a la turbidez.

Palabras claves: Turbidez, Poliacrilamida, calidad del agua para consumo, Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui.

ABSTRACT

In the Simón Bolívar district, specifically in the Paragsha Population Center and Pueblo Joven Mariátegui, the water quality parameters related to turbidity and the presence of solids were unknown. Turbidity measurements determined that it exceeded the maximum permissible limits, and there is no treatment for this. Therefore, it is important to determine its presence and test products that help propose treatment.

Knowing that the permitted water turbidity is 5 UTN according to the Regulation of Water Quality for Human Consumption DS No. 031-2010- SA, based on this it was determined that the water for domestic use in the populations of the Paragsha Population Center and Pueblo Joven Mariátegui exceeds the permitted level.

Based on this, it is proposed to evaluate the optimal dose of the Polyacrylamide flocculant to treat urban water in the Paragsha Population Center, Pueblo Joven Mariátegui, Simón Bolívar district, since it has been referenced in other research that Polyacrylamide helps reduce the presence of solids and therefore turbidity in the water.

After the research was completed, it was determined that the optimal dosage that achieves the best results is 4 ml of a 0.5 mg/L polyacrylamide flocculant in 1 liter of water from the Paragsha Population Center and the Mariátegui Youth Village. In the evaluations conducted, this dosage yielded the best results, reducing turbidity to below 5 UTN.

Keywords: Turbidity, Polyacrylamide, drinking water quality, Paragsha Population Center and Mariátegui Young Village.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se desconocía la calidad del agua que se consumen en las poblaciones del Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar y con ello se desconoce el tratamiento es por ello que la presente investigación es de importancia generar información.

La investigación ayudará a fomentar y presentará resultados que propongan mejorar la calidad de agua urbana que es destinada a la población del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar. Con la mejora de la calidad de agua se elevará el nivel de la salud e higiene de la población del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar.

Para determinar la dosis óptima del floculante Poliacrilamida para tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui, distrito Simón Bolívar se tomo seis estaciones de monitoreo específicamente en seis viviendas, de ellas tres estaciones se tomo en el Centro Poblado de Paragsha y tres estaciones monitoreo en el Pueblo Joven Mariátegui.

El tipo de investigación es Según Fideas Arias, autor del libro El Proyecto de Investigación (2015), "la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos en determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente), en base a lo mencionado la investigación es experimental ya que se determinará la dosis óptima del floculante poliacrilamida para tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar.

El autor.

ÍNDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación	3
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Formulación de objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación de la investigación	4
1.5.1. Justificación teórica	4
1.5.2. Justificación Ambiental	4
1.5.3. Justificación Social	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	5

2.1.2.	Antecedente a nivel nacional.....	6
2.1.3.	Antecedentes a nivel local.....	7
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	7
2.2.1.	Dosificación de poliacrilamida.....	7
2.2.2.	Proceso de floculación con poliacrilamida.....	8
2.2.3.	Agua urbana.....	9
2.2.4.	Centro Poblado de Paragsha.....	10
2.2.5.	Pueblo Joven Mariátegui.....	10
2.2.6.	Ensayo de Jarras para la determinación de la dosis óptima de cada producto químico.....	10
2.2.7.	Ensayo de Jarras de acuerdo a la NTC 3903.....	12
2.2.8.	Procedimiento de trabajo en la Instalación piloto de Filtración Directa Descendente (IPFDD).....	14
2.2.9.	Normativa en agua potable.....	16
2.3.	Definición de los términos básicos.....	17
2.4.	Formulación de hipótesis.....	17
2.4.1.	Hipótesis general.....	17
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	18
2.5.	Identificación de las variables.....	18
2.5.1.	Variable independiente.....	18
2.5.2.	Variable dependiente.....	18
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	19

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1.	Tipo de investigación.....	21
3.2.	Nivel de la investigación.....	21
3.3.	Métodos de investigación.....	22

3.4. Diseño de la investigación.....	22
3.5. Población y muestra	22
3.5.1. Población	22
3.5.2. Muestra	22
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.6.1. Técnicas.....	23
3.6.2. Instrumentos.....	23
3.7. Técnicas de procesamientos y análisis de datos	23
3.8. Tratamiento estadístico.....	23
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica	23

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	24
4.1.1. Ubicación de la zona a investigar	24
4.1.2. Accesibilidad	24
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	25
4.2.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo.....	25
4.2.2. Actividades de monitoreo	28
4.2.3. Determinación de la dosis óptima del floculante Poliacrilamida	32
4.2.4. Resultados de la calidad de agua.....	38
4.3. Prueba de hipótesis.....	47
4.4. Discusión de resultados	48

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE MAPAS

	Página
Mapa 1 Ubicación del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui, distrito Simón Bolívar.....	25
Mapa 2 Ubicación de las estaciones de monitoreo	27

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de parámetros de calidad organoléptica	16
Tabla 2. Límites Máximos Permisibles de parámetros de calidad organoléptica	19
Tabla 3. Estaciones de monitoreo	26
Tabla 4: Resultados de la Turbidez del agua de la vivienda Paragsha 01-Calle Tacna 213 (PA-01).....	38
Tabla 5. Resultados de la Turbidez del agua de la Vivienda Paragsha Calle Carrión 187 (PA-02).....	40
Tabla 6. Resultados de la Turbidez del agua de la Vivienda Paragsha Jr. 28 de Julio 205 (PA-03).....	41
Tabla 7. Resultados de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 01 (PJM -01)	43
Tabla 8 Resultados de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 02 (PJM -02)	44
Tabla 9. Resultados de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 03-Subida a Mariátegui.....	46

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página
Imagen 1: Recolección de muestras - Vivienda Paragsha 01-Calle Tacna.....	28
Imagen 2. Recolección de muestras - Vivienda Paragsha Calle Carrión.....	29
Imagen 3. Recolección de muestras - Vivienda Paragsha Jr. 28 de Julio.....	29
Imagen 4. Recolección de muestras - Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 01.....	30
Imagen 5. Recolección de muestras - Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 02.....	30
Imagen 6. Recolección de muestras - Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 03-Subida a Mariátegui	31
Imagen 7. Medición de la turbidez de muestras del Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariategui	31
Imagen 8. Pesado del floculante Poliacrilamida	33
Imagen 9. Pesado de 0.5 mg/L del floculante Poliacrilamida.....	33
Imagen 10. Vista de del floculante madre de Poliacrilamida.....	34
Imagen 11. Vista de seis vasos con 1 litro de agua a evaluar	35
Imagen 12. Dosificación de diferentes dosis de Poliacrilamida	36
.....	36
Imagen 13. Agitación rápida de 60 segundos	37
Imagen 14. Agitación lenta de 10 minutos.....	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1: Resultado de la Turbidez del agua de la vivienda Paragsha 01-Calle Tacna 213 (PA-01).....	39
Gráfico 2: Resultado de la Turbidez del agua de la Vivienda Paragsha Calle Carrión 187 (PA-02).....	40
Gráfico 3: Resultado de la Turbidez del agua de la Vivienda Paragsha Jr. 28 de Julio 205 (PA-03).....	42
Gráfico 4: Resultado de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 01 (PJM -01)	43
Gráfico 5: Resultado de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 02 (PJM -02)	45
Gráfico 6: Resultado de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 03- Subida a Mariátegui (PJM -03)	46

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

El agua es esencial para todas las formas de vida, y su calidad tiene un impacto directo en la salud y el bienestar de quienes la consumen. Dado que el 70% del cuerpo humano está compuesto de agua, garantizar su pureza es vital para el correcto funcionamiento de los procesos biológicos. Sin embargo, una gran parte del agua disponible no es potable sin antes pasar por tratamientos específicos (Boss Tech, 2023).

La calidad del agua potable es de suma importancia para la salud, por lo cual la mayoría de los países tienen legislaciones internas que están relacionadas con las aguas de consumo humano. Estas normas sirven para determinar la responsabilidad de los distintos sectores involucrados en la producción y distribución del agua potable, su monitoreo y su control (Truque. P, 2010).

Los sólidos disueltos que son fracción del total de sólidos en el agua que incluyen la materia coloidal, los compuestos orgánicos solubles e inorgánicos (sales). Los sólidos disueltos en el agua afectan la evaporación pues introducen atracciones adicionales en el seno del líquido que hacen que las moléculas se "peguen" más. Otro efecto es que refleja la radiación solar y por consiguiente reduce

la cantidad de energía transferida a ella. El resultado es una menor evaporación. La OMS establece una concentración de 1000 mg/l para los sólidos disueltos. Estos presentan variabilidad en la cantidad establecida por cada país, tanto por encima del estándar de la OMS como por debajo de este. Por encima de este parámetro se encuentra el 10% de los países, conformado por República Dominicana y Argentina, quienes permiten concentraciones de hasta 1500 mg/l. Por el contrario, países como Canadá, Estados Unidos, El Salvador, Guatemala, Panamá y Colombia son más estrictos en su norma y establecen sus concentraciones en cantidades menores a las recomendadas por la OMS, en rangos que varían entre los 500 y los 600 mg/l, estos países conforman el 30% (Truque. P, 2010).

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) publicó el informe sobre la situación de la pobreza en el Perú en 2023. El país experimentó un incremento en su tasa de pobreza monetaria, siendo el 29% de su población, lo que representa un aumento de 1,5 puntos porcentuales en comparación con el año anterior. Uno de los indicadores que despierta preocupación es la carencia de los servicios básicos que atraviesa la población. De acuerdo con el documento, el año pasado, el 73,1% de los peruanos enfrentó la falta de acceso a agua gestionada de manera segura, por lo que se evidenció un incremento del 1,6% (Giraldo. C, 2024).

La definición de una población sin agua segura es cuando no reciben el servicio por fuentes de redes públicas, pilones o pilas. Además, los que no cuentan con el suministro disponible las 24 horas del día o cuyo contenido no alcanza los niveles adecuados de cloro residual libre (Giraldo. C, 2024).

Para la seguridad de la calidad de agua que se dota a las poblaciones del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar en la actualidad se desconoce la cantidad de sólidos disueltos y sólidos totales presente y si en caso es alta no se tiene una propuesta de tratamiento por lo que la presente investigación es de importancia.

1.2. Delimitación de la investigación

La presente investigación se desarrolló en las poblaciones del Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui del distrito Simón Bolívar, provincia de Pasco.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la dosis óptima del floculante poliacrilamida en el tratamiento agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar-2024?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la turbidez que se tiene en el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar-2024?
- b. ¿Cuál es el tratamiento del agua urbana con el floculante poliacrilamida para eliminar la turbidez en el agua?
- c. ¿Cuál es el volumen de agua que se consume de agua, en el Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar-2024?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la dosis óptima del floculante poliacrilamida para tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar-2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar la turbidez en el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar-2024.

- b. Tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar-2024, con el floculante poliacrilamida para eliminar la turbidez.
- c. Determinar el volumen de agua que se consume de agua, en el Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar-2024.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

En la actualidad se desconocía la calidad del agua que se consumen en las poblaciones del Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar y con ello se desconoce el tratamiento es por ello que la presente investigación es de importancia generar información.

1.5.2. Justificación Ambiental

La investigación ayudará a fomentar y presentará resultados que propongan mejorar la calidad de agua urbana que es destinada a la población del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar.

1.5.3. Justificación Social

Con la mejora de la calidad de agua se elevará el nivel de la salud e higiene de la población del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar.

1.6. Limitaciones de la investigación

El apoyo de las autoridades locales con información y acceso a instalaciones para la toma de muestras.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Martín, R., Peña, L., & Rincón, C. (2013). Dosificación óptima de polímeros no iónicos de tipo poliacrilamida como ayudantes de filtración y compatibilidad con los ayudantes de coagulación aplicados en la planta de tratamiento de agua potable Francisco Wiesner (Tesis de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.

La investigación muestra los siguientes resultados:

- El uso de un polímero no iónico en la filtración aumenta la duración de los ciclos y reduce la turbidez del agua filtrada, especialmente con una dosis óptima de 0,1 mg/L. Se observó una reducción significativa en la turbidez, alcanzando valores de 0,25 NTU con el polímero EXRO (FO 4140 PWG).
- El pH es un factor importante, ya que valores superiores a 7,05 pueden afectar la formación de flocs en los polímeros de las marcas PQP y KEMIRA. Las pruebas realizadas con el polímero EXRO mostraron

resultados positivos tanto en combinación con sulfato de aluminio como con polímero catiónico.

- Los resultados fueron positivos cuando el pH era bajo, lo que favoreció la dosificación de sulfato de aluminio. El polímero EXRO mostró un alto rendimiento en las fases de preparación, dosificación y estabilización del proceso.
- La combinación de sulfato de aluminio y polímero no iónico produjo buenos resultados en bajas dosis para aguas con turbiedades menores a 3 NTU, y la adición del polímero permitió reducir las dosis necesarias de sulfato de aluminio.
- Las soluciones de polímero no iónico mostraron una duración efectiva de aproximadamente 12 horas, requiriendo un equipo especial para su preparación y maduración. Además, el polímero mejoró la retención uniforme del floc en el lecho filtrante, previniendo la aglomeración de impurezas en zonas específicas del filtro.

Alarcón, J. (2023). Determinación de las dosis óptimas del coagulante y floculante hidroxiclورو de aluminio en función de la turbiedad y el color para la potabilización del Río Guayas (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador.

2.1.2. Antecedente a nivel nacional

Suca, G. (2021). Evaluación de los coagulantes, Poli(acrilamida MT – Floc 4254 y Poli(acrilamida MT – Floc 4216 en la remoción de la carga orgánica y patógena en aguas residuales a tratar en la Laguna El Espinar de la ciudad de Puno (Tesis de grado). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Velásquez, C. (2021). Dosis óptima y eficiencia del coagulante sulfato de aluminio utilizado en el proceso de floculación para el tratamiento de agua potable en la EPS SEDACAJ S.A. (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte (UPN).

2.1.3. Antecedentes a nivel local

Yantas, G. (2018). Determinación de la dosis óptima de sulfato de aluminio granulado tipo B en la planta de tratamiento de agua potable Yurajhuanca – Emapa Pasco (Tesis de grado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC).

Vargas, J. (2023). Evaluación de la efectividad de las semillas de Moringa oleífera como floculante natural en el tratamiento de agua potable en el distrito de Mariscal Benavides, Región Amazonas. Universidad Nacional de Ingeniería.

Falcón, F. G., & Quispe, R. M. A. (2021). Optimización de dosis coagulante y floculante en la clarificación del agua residual de planta pulpa en papelera Trupal S.A. Universidad Nacional de Trujillo.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Dosificación de poliacrilamida

La poliacrilamida en polvo seco (PAM seco) se utiliza como coagulante de purificación de agua, y su punto de entrada es la clave para determinar el efecto de la coagulación y la precipitación. Los resultados de la aplicación práctica en la producción de purificación de agua muestran que se puede obtener el mejor efecto de coagulación y precipitación añadiendo poliacrilamida entre 1/2 y 2/3 del tiempo de reacción de floculación total. La dosificación óptima está entre 0,03 y 0,4 mg/L. En la aplicación práctica de la producción de purificación de agua, también se ha demostrado que su efecto de ayuda a la coagulación no es significativo cuando la dosis es inferior a 0,03 mg/L. Cuando excede los 0,4 mg/L, su efecto de ayuda a la coagulación es demasiado rápido, y las partículas de flor de alumbre formadas son muy grandes, que es fácil causar que una gran cantidad de lodo se deposite en la parte trasera del tanque de reacción y la parte delantera del tanque de sedimentación, Y la longitud y el área del tanque de sedimentación no se pueden

utilizar completamente y afectar el efecto de sedimentación de la reacción (SINOFLOC, 2023).

Si se añade al mismo tiempo que el coagulante, no tendrá ningún efecto de ayuda a la coagulación; si se añade antes o después de la 1/3 del tiempo total de reacción de floculación, su efecto de ayuda a la coagulación no es significativo. Si se agrega demasiado pronto, no se forman las pequeñas flores de alumbre, la adición demasiado tardía de su tiempo de efecto de captura neta de agregación no es suficiente. Por lo tanto, si Floculante PAMSe agrega demasiado temprano o demasiado tarde, no se puede ejercer su efecto de ayuda a la coagulación (SINOFLOC, 2023).

2.2.2. Proceso de floculación con poliacrilamida

Con respecto a la dosificación de poliacrilamida, debe determinarse a través de experimentos de acuerdo con las características de las diferentes fuentes de agua y procesos de purificación de agua. Según la información relevante, el proceso de floculación de los floculantes poliméricos puede tener las siguientes reglas:

1. Cuando se garantiza que la dosis de floculante de poliacrilamida de polímero seco (PAM seco) cubra la superficie de las partículas sólidas que se pueden cubrir, se pueden lograr las mejores condiciones.
2. La superficie de las partículas está sobresaturada con moléculas de polímero, lo que conducirá al deterioro de la floculación, porque en este caso, los extremos libres del polímero también se pueden adsorber en la misma superficie, formando una forma curva, y el número de enlaces puente entre las partículas adyacentes se reduce así.
3. Cuando la agitación es lo suficientemente fuerte como para destruir la unión del polímero, las partículas floculadas se dispersarán. Si la dosificación del polímero poliacrilamida es menor que la dosificación óptima, el enlace puente

será más débil.

4. Existe una relación lineal entre la dosis óptima de polímero y el área de adsorción permitida en la superficie de las partículas de fase dispersa. Poliácridamida no iónica es relativamente adecuado para la floculación de agua cruda con contaminación grave, una amplia variedad de contaminantes y bajo pH y alcalinidad, mientras que la poliácridamida aniónica es ligeramente inferior y la poliácridamida catiónica es menos eficaz. Según la teoría de la floculación, puede ser que la turbidez del agua cruda en la estación seca con contaminación grave sea relativamente baja, y las partículas en el cuerpo de agua que se pueden utilizar para puentear son relativamente pequeñas. Agregue cloro líquido primero para la desinfección, y luego agregue el floculante, que puede tener un efecto destructivo en la estructura de los floculantes catiónicos, el cuerpo de agua que se ha agregado con coagulantes y desinfectantes, el valor de pH generalmente no es superior al 7,0, la tendencia de carga del cuerpo de agua no es obvia, Y la poliácridamida aniónica y catiónica no muestra ninguna ventaja.

2.2.3. Agua urbana

El agua es una necesidad fundamental de la humanidad. Según Naciones Unidas cada persona en la tierra requiere al menos 20 a 50 litros de agua potable limpia y segura al día para beber, cocinar y simplemente mantenerse limpios. Considera el acceso al agua limpia como un derecho básico de la humanidad, y como un paso esencial hacia un mejor estándar de vida en todo el mundo. Las comunidades carentes de recursos hídricos, por lo general, son económicamente pobres y sus residentes están atrapados en un círculo vicioso de pobreza. A su vez, la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que los sistemas de distribución deben lograr que el agua apta para consumo humano esté disponible para que las personas no tengan que desplazarse más de un kilómetro desde el sitio

donde utilizarán el agua. Para todas las personas, hay un costo involucrado en el logro de la distribución de agua hasta sus viviendas o hasta la comunidad (INEI, 2020).

2.2.4. Centro Poblado de Paragsha

El centro poblado de Paragsha antes comunidad y luego barrio de Paragsha, nace en los albores de la década de los 40 cuando los trabajadores mineros de La Cerro de Pasco Corporación asentados en este lugar empiezan a construir sus viviendas en las periferias de las minas. En la actualidad el Centro Poblado de Paragsha cuenta con Según los datos más recientes del censo, la población de Paragsha es de aproximadamente 1,000 habitantes.

2.2.5. Pueblo Joven Mariátegui

El Pueblo Joven Mariátegui, ubicado en la región de Pasco, es una zona que ha crecido en los últimos años como resultado de la migración y la urbanización. Este asentamiento, como muchos pueblos jóvenes en Perú, se caracteriza por la construcción informal y la búsqueda de servicios básicos como agua, luz y saneamiento, tiene una población aproximado de 1200 habitantes.

2.2.6. Ensayo de Jarras para la determinación de la dosis óptima de cada producto químico

Los productos químicos comerciales suelen estar en altas concentraciones y no se pueden usar directamente. Por lo tanto, es necesario diluirlos para poder aplicar o dosificar el volumen que el instrumento permita (ya sea una jeringa o una bomba dosificadora). En el caso del polímero no iónico (Martín, R., Peña L., Rincon, C, 2013), se deben seguir los siguientes pasos:

- La concentración del polímero debe ser de aproximadamente el 1%.
- El tiempo de agitación debe ser de una hora.

- Se debe tener en cuenta que la aplicación del producto sea por el vórtice formado en el agua con la acción del agitador, con el fin de que haya hidratación y una mejor apertura de la cadena polimérica.
- La energía de agitación no debe sobrepasar los 650 rpm ya que si es demasiado alta se puede romper la cadena del polímero, lo que trae como principal consecuencia disminuir la eficiencia del polímero.
- El agua que se use para la preparación, debe ser potable, ya que el tiempo de vida de las soluciones depende de la calidad de agua empleada.
- El polímero una vez preparado se debe dejar en “añejamiento” durante 30 minutos, esto para que haya un alargamiento de la molécula.

De acuerdo a esto, la metodología sugerida para la preparación del producto a nivel de ensayos planta piloto es la siguiente:

Figura 1. Procedimiento para la preparación del polímero no iónico

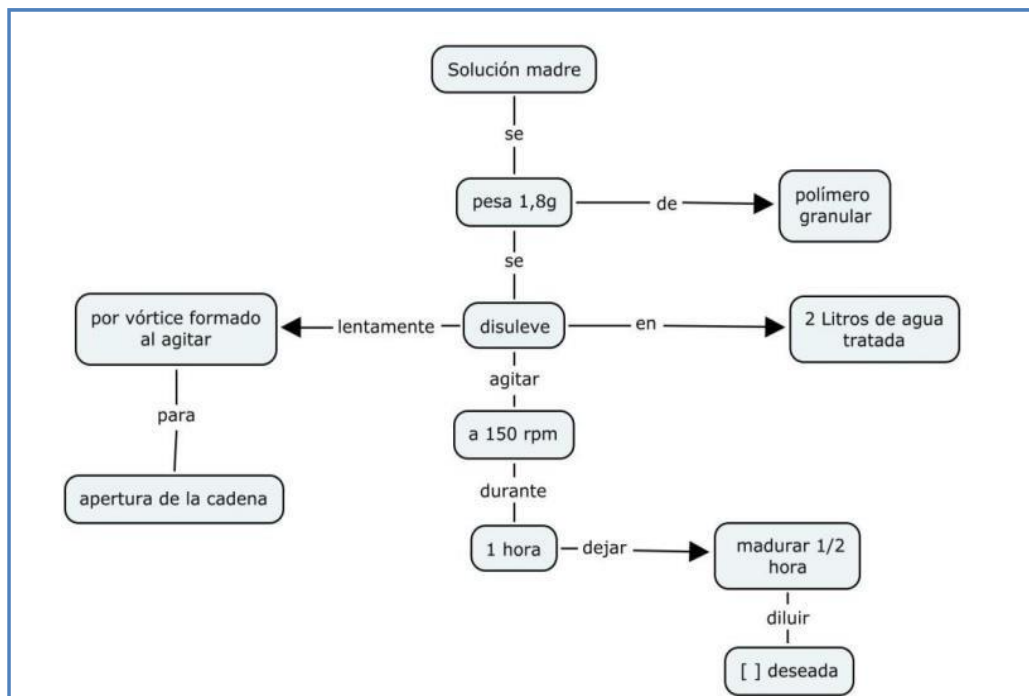
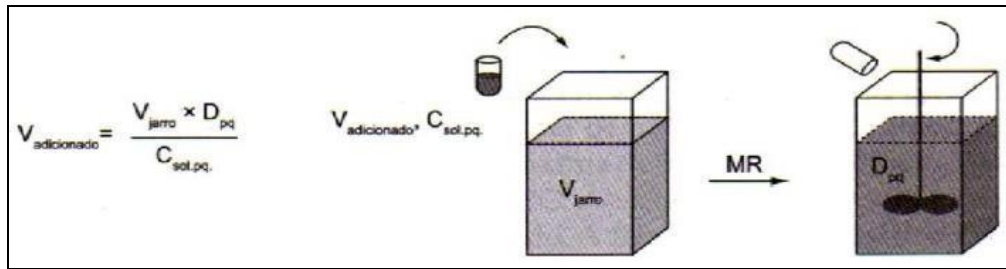


Figura 2. Esquema de la adición de un producto químico en una jarra



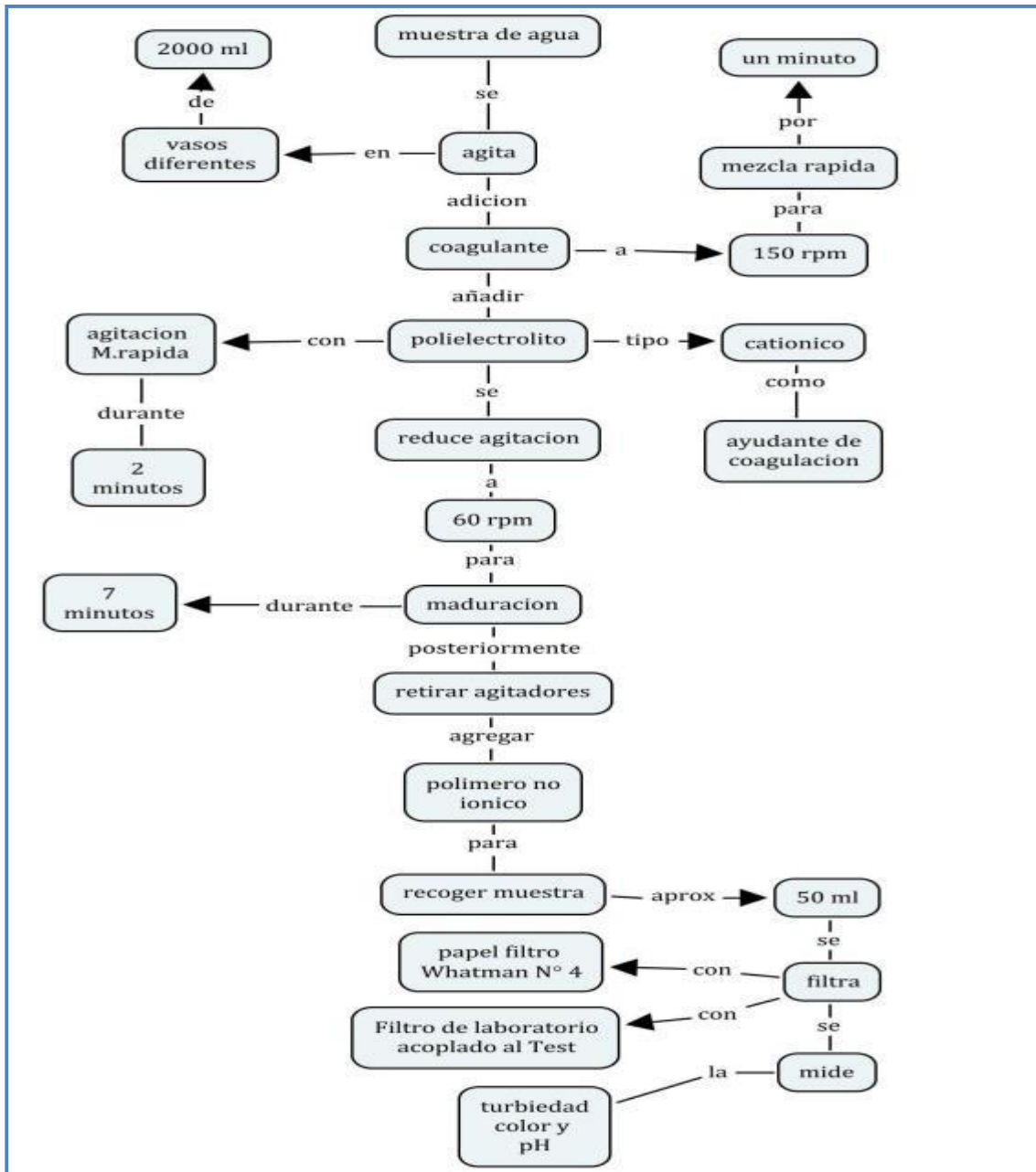
2.2.7. Ensayo de Jarras de acuerdo a la NTC 3903

- Se miden volúmenes iguales (1000mL) de muestra en cada uno de los vasos de precipitados de 1500mL de capacidad, se pueden usar tantas porciones de muestra como posiciones haya en el agitador múltiple, los vasos de precipitados se ubican de tal modo que las paletas queden descentradas, pero separadas de la pared del vaso de precipitado en aproximadamente 6,44mm (1/4 de pulgada). Se registra la temperatura de la muestra al comienzo del ensayo.
- Se cargan los productos químicos de ensayo en los soportes de los reactivos, para cada serie de adiciones de productos químicos se utiliza un soporte. Se llena cada tubo del soporte con agua hasta un volumen final de 10mL antes de usar. Puede haber una situación en que se requiera un volumen mayor de reactivos. En caso de que esta situación predomina, se llenan todos los tubos con agua hasta un volumen igual al mayor volumen de reactivo en el soporte de dicho reactivo. Cuando se agregan mezclas líquidas, puede ser necesario agitar el soporte para producir un movimiento en torbellino inmediatamente antes de transferir.
- Se comienza con el agitador múltiple operando a la velocidad de “mezcla instantánea” de aproximadamente 120 rpm. Se agrega la solución o las suspensiones de ensayo a niveles de dosis y

secuencias predeterminadas. Se mezcla instantáneamente durante aproximadamente 1 minuto después de las adiciones de los productos químicos, se registra el tiempo de mezcla instantánea y la velocidad (rpm).

- d. Se reduce la velocidad según sea necesario hasta el mínimo requerido para mantener en suspensión uniforme las partículas de flóculos a lo largo del período de mezcla instantánea. Se mezcla en forma lenta durante 20 minutos. Se registra el tiempo transcurrido para la primera formación visible de floculo cada 5 minutos (durante el período de mezcla lento), se registra el tamaño relativo de los flóculos y la velocidad del mezclador (rpm).
- e. Después del período de mezcla lenta, se retiran las paletas y se observa la sedimentación de las partículas de flóculos. Se registra el tiempo requerido para que el volumen de las partículas se sedimente. En la mayoría de los casos este tiempo será requerido para que las partículas se sedimenten en el fondo del vaso de precipitado; sin embargo, en algunos casos puede haber interferencias de corrientes de convección. Si es así, el tiempo de sedimentación registrado debe ser aquel al cual las partículas no sedimentadas o residuales parezcan estar moviéndose en forma igual hacia arriba y hacia abajo.
- f. Después de 15 minutos de sedimentación se registra la aparición de flóculos en el fondo del vaso de precipitados. Se registra la temperatura de la muestra mediante una pipeta o un sifón, se saca de la jarra un volumen adecuado de muestra para efectuar los análisis requeridos de color, turbidez y pH.

Figura 3. Diseño experimental para el ensayo de Jarras



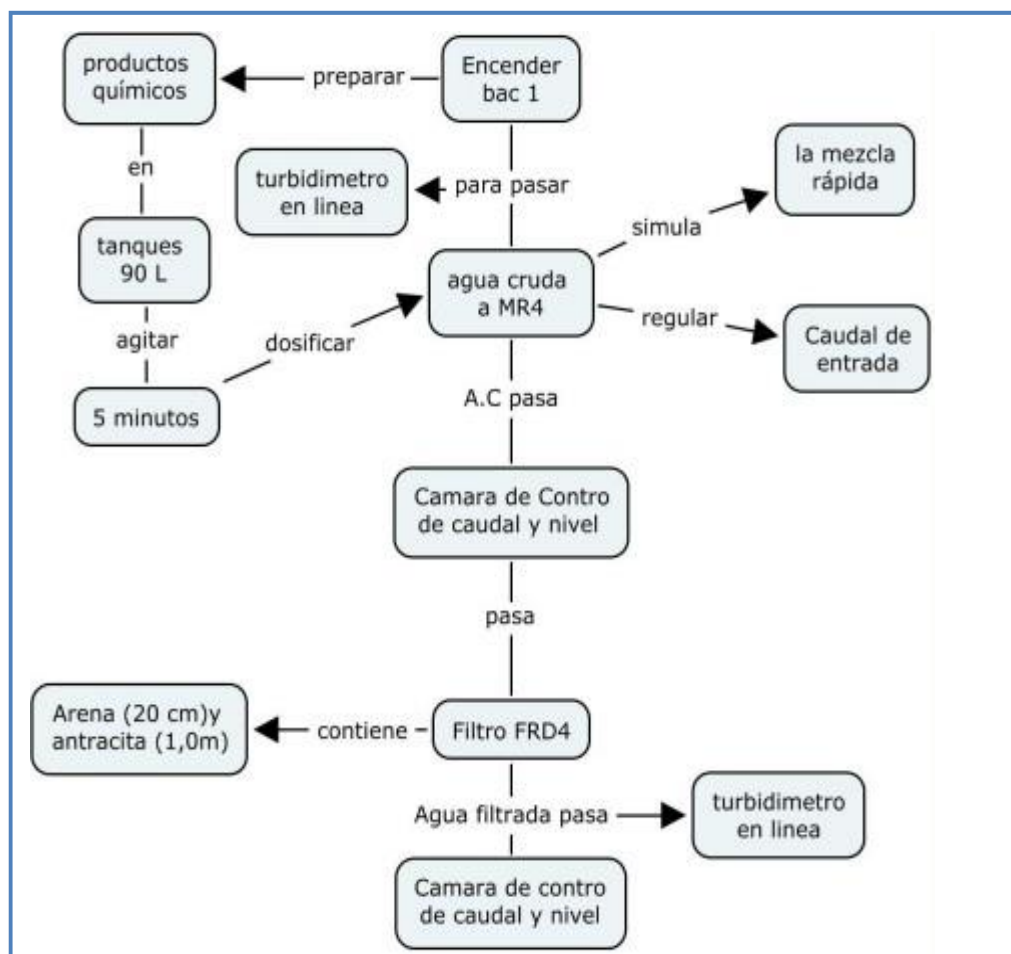
2.2.8. Procedimiento de trabajo en la Instalación piloto de Filtración Directa Descendente (IPFDD)

Una vez realizados los ensayos en el test de Jarras, se procederá a realizar los siguientes ensayos:

- Inicialmente realizaron tres ensayos, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el test de jarras para la compatibilidad entre proveedores.

- Para comprobar la compatibilidad de los productos con los aplicados a nivel industrial, se realizó la prueba a nivel planta piloto con un blanco, trabajando con las mismas dosis aplicadas en la planta Francisco Wiesner.
- Se realizan jornadas con las mismas dosis aplicadas en la Planta Francisco Wiesner y con la dosis óptima de cada uno de los polímeros no iónicos, para evidenciar la duración de cada una de las corridas y encontrar el producto más eficiente.
- Se seleccionara el producto más eficiente teniendo en cuenta el tiempo de duración de la corrida y una turbiedad de agua filtrada < 0,5 NTU.

Figura 4. Procedimiento a seguir en la planta piloto



2.2.9. Normativa en agua potable

Para determinar la calidad de agua potable en nuestro país se basa al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA. Donde el presente Reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población. Donde en el tema de los sólidos totales disueltos el permitido se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

2.3. Definición de los términos básicos

Agua potable. -

Es el agua que por su calidad química, física y bacteriológica, es aceptable para el consumo humano (INEI, 2021).

Agua segura. -

Es el agua con cloro mayor o igual a 0,5 mg/Lt (INEI, 2021).

Inocuidad. -

Que no hace daño a la salud humana (MINSa, 2011).

Límite máximo permisible. -

Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua (MINSa, 2011).

Monitoreo. -

Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua (MINSa, 2011).

Parámetros inorgánicos. -

Son los compuestos formados por distintos elementos pero que no poseen enlaces carbono-hidrógeno analizados en el agua de consumo humano (MINSa, 2011).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La aplicación de una dosis óptima de poliacrilamida permite reducir significativamente los niveles de turbidez en el agua urbana de Paragsha y Mariátegui, logrando valores por debajo de los límites máximos permisibles.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. Los niveles de turbidez en el agua de consumo de los sectores de Paragsha y Mariátegui exceden el límite de 5 UNT establecido por el D.S. N° 031-2010-SA.
- b. El uso de poliacrilamida como floculante es efectivo para la remoción de sólidos suspendidos y la reducción de la turbidez en el agua urbana tratada.
- c. El consumo promedio de agua por habitante en Paragsha y Mariátegui es superior a la dotación mínima recomendada, lo que influye en la necesidad de un tratamiento eficiente del volumen total captado.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variable independiente

Dosis óptima del floculante poliacrilamida.

2.5.2. Variable dependiente

Agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 2. Límites Máximos Permisibles de parámetros de calidad organoléptica

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Variable Dependiente</p> <p>Agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui</p>	<p>Agua urbana</p> <p>El agua es una necesidad fundamental de la humanidad. Según Naciones Unidas cada persona en la tierra requiere al menos 20 a 50 litros de agua potable limpia y segura al día para beber, cocinar y simplemente mantenerse limpios. Considera el acceso al agua limpia como un derecho básico de la humanidad, y como un paso esencial hacia un mejor estándar de vida en todo el mundo. Las comunidades carentes de recursos hídricos, por lo general, son económicamente pobres y sus residentes están atrapados en un círculo vicioso de pobreza. A su vez, la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que los sistemas de distribución deben lograr que el agua apta para consumo humano esté disponible para que las personas no tengan que desplazarse más de un kilómetro desde el sitio donde utilizarán el agua. Para todas las personas, hay un costo involucrado en el logro de la distribución de agua hasta sus viviendas o hasta la comunidad (INEI, 2020).</p>	<p>Dimensiones Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar la presencia de sólidos suspendidos en el agua 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dosis óptima del floculante poliacrilamida ▪ Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA

Variable Independiente
Dosis óptima con la floculación poliacrilamida

Dosificación de poliacrilamida

La poliacrilamida en polvo seco (PAM seco) se utiliza como coagulante de purificación de agua, y su punto de entrada es la clave para determinar el efecto de la coagulación y la precipitación. Los resultados de la aplicación práctica en la producción de purificación de agua muestran que se puede obtener el mejor efecto de coagulación y precipitación añadiendo poliacrilamida entre 1/2 y 2/3 del tiempo de reacción de floculación total. La dosificación óptima está entre 0,03 y 0,4 mg/L. En la aplicación práctica de la producción de purificación de agua, también se ha demostrado que su efecto de ayuda a la coagulación no es significativo cuando la dosis es inferior a 0,03 mg/L. Cuando excede los 0,4 mg/L

Dimensiones Dependiente:

- Realizar pruebas de floculación en el agua

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es Según Fideas Arias, autor del libro El Proyecto de Investigación (2015), “la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos en determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente), en base a lo mencionado la investigación es experimental ya que se determinará la dosis óptima del floculante poliacrilamida para tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar-2024.

3.2. Nivel de la investigación

El nivel de investigación de la presente tesis es descriptivo-correlacional. De acuerdo con Dankhe (1986), la investigación descriptiva busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno sometido a análisis. En este caso, la investigación tiene como objetivo determinación de la dosis óptima del floculante Poliacrilamida para tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui, distrito Simón Bolívar.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación es cuantitativa de acuerdo con (Tamayo, 2007), consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, describiremos cualitativamente la dosis óptima con el floculante poliacrilamida en el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar-2024.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño investigación es de tipo correlacional– causal que según (Hernández Sampieri, 1994), es la que tiene como objetivo describir relaciones entre dos o más variables en un momento determinado. Se trata también de descripciones, pero no de variables sino de sus relaciones, Por lo tanto la investigación será correccional por buscaremos la relación entre dos variables en la determinación de la dosis óptima con el floculante poliacrilamida en el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar-2024.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población para nuestro estudio será los 100 lt/hab/día de agua urbana que se consume en el Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar.

3.5.2. Muestra

La muestra estará comprendida aleatoriamente por muestra de agua de 1 lt en 6 viviendas comprendidas dentro del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar en dos fechas distintas.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Identificación de estaciones monitoreo

Se identificará estaciones de monitoreo de manera aleatoria, 3 estaciones en viviendas del Centro Poblado de Paragsha y 3 viviendas en el Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar.

Monitoreo y pruebas de laboratorio

Se recolectará muestras de agua mayor a 1 lt posterior a ello se realizará pruebas de jarras en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la UNDAC.

3.6.2. Instrumentos

- Ficha de recolección de información
- Test de Jarras
- Envases para recolección de muestras
- Aparato fotográfico

3.7. Técnicas de procesamientos y análisis de datos

- Recolección de resultados de pruebas de test de Jarras
- Tabulación.

3.8. Tratamiento estadístico

Para el tratamiento estadístico se usó el programa Excel.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Cumpliendo los reglamentos de grados y títulos de la facultad de Ingeniería de la UNDAC se cumple con estrictamente en el manejo de información para el desarrollo de la presente investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

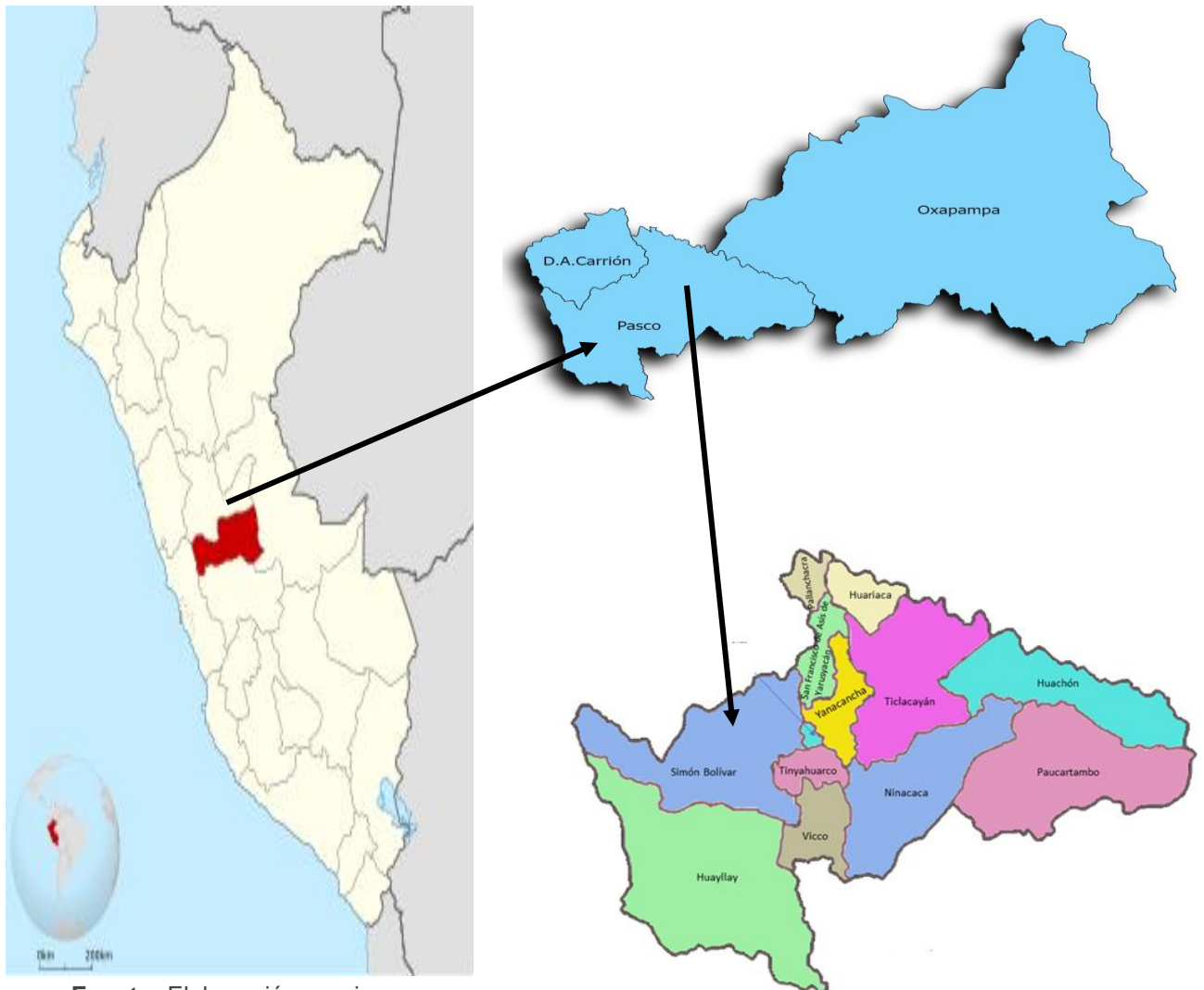
4.1.1. Ubicación de la zona a investigar

El centro poblado de Paragsha se encuentra ubicado en el distrito de Simón Bolívar, en la provincia y departamento de Pasco, en la región central del Perú. Geográficamente, está situado en la zona altoandina de la sierra central, a una altitud aproximada de 4.380 metros sobre el nivel del mar. Paragsha forma parte del área urbana de la ciudad de Cerro de Pasco, una de las ciudades más altas del mundo, y se localiza en las inmediaciones del tajo abierto de la mina Raúl Rojas, una de las principales actividades económicas de la zona.

4.1.2. Accesibilidad

El centro poblado de Paragsha es accesible principalmente a través de la carretera central, que conecta Lima con la ciudad de Cerro de Pasco en una distancia de 298 Km. Desde Cerro de Pasco, se accede a Paragsha por vías asfaltadas, con un recorrido corto de aproximadamente 5 km. El transporte público y privado está disponible, aunque las condiciones climáticas y la altitud pueden afectar la transitabilidad en ciertas épocas del año.

Mapa 1. Ubicación del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui, distrito Simón Bolívar



Fuente: Elaboración propia

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo

Para determinar la dosis óptima del floculante Poliacrilamida para tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui, distrito Simón Bolívar se tomo seis estaciones de monitoreo específicamente en seis viviendas, de ellas tres estaciones se tomo en el Centro Poblado de Paragsha y tres estaciones monitoreo en el Pueblo Joven Mariátegui tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3. Estaciones de monitoreo

Código	Estación de monitoreo	Ubicación Geográfica UTM-WGS-1984	
		Norte	Este
PA-01	Vivienda Paragsha 01-Calle Tacna 213	8819859.41	361351.26
PA-02	Vivienda Paragsha Calle Carrión 187	8819820.72	361404.71
PA-03	Vivienda Paragsha Jr. 28 de Julio 205	8819879.91	361370.89
PJM -01	Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 01	8819989.29	361205.96
PJM -02	Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 02	8819968.52	361082.78
PJM -03	Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 03- Subida a Mariátegui	8819998.81	360998.94

Fuente: Elaboración propia

Para más detalle de la ubicación de las estaciones de monitoreo se puede verificar en el siguiente mapa:

Mapa 2. Ubicación de las estaciones de monitoreo



Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Actividades de monitoreo

El monitoreo de agua potable en el grifo de una vivienda consiste en la recolección sistemática de una muestra representativa del agua que consume el usuario en su punto final de uso. Esta actividad tiene como objetivo evaluar la calidad del agua en condiciones reales de consumo, en un lugar y momento determinados, asegurando que cumpla con los parámetros establecidos por la normativa sanitaria vigente.

1. Para ello, se realiza el muestreo de agua, entendiendo este como una actividad orientada a obtener una pequeña porción del total de la masa de agua, que represente lo más fielmente posible sus características de calidad. El muestreo debe llevarse a cabo bajo condiciones controladas, utilizando técnicas adecuadas que eviten las alteraciones de las propiedades del agua y permitan identificar posibles contaminantes en la red domiciliaria, para ello se recolecto 6 litros de agua en las seis estaciones de monitoreo, tal como se detalla en las siguientes imágenes:

Imagen 1: *Recolección de muestras - Vivienda Paragsha 01-Calle Tacna*



Imagen 2. *Recolección de muestras - Vivienda Paragsha Calle Carrión*



Imagen 3. *Recolección de muestras - Vivienda Paragsha Jr. 28 de Julio*



Imagen 4. *Recolección de muestras - Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 01*



Imagen 5. *Recolección de muestras - Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 02*



Imagen 6. *Recolección de muestras - Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 03-Subida a Mariátegui*



2. Las muestras recolectadas se llevaron con todos los aspectos sanitarios para su evaluación hacia el laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental, donde en su llegada de las muestras se analizó la turbidez del agua con el uso del turbidímetro tal como se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 7. *Medición de la turbidez de muestras del Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariategui*



4.2.3. Determinación de la dosis óptima del floculante Poliacrilamida

Para iniciar la evaluación de dosis óptima del floculante Poliacrilamida se realizó dos actividades siguientes:

- a. Preparación de la solución madre del floculante Poliacrilamida
- b. Pruebas de Jarras con diversas dosis de solución madre

Para más detalle se desarrolla a continuación el desarrollo de ambas actividades realizado en el laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental:

a. Preparación de la solución madre del floculante Poliacrilamida

Teniendo las consideraciones de los organismos reguladores para el agua potable la EPA y la OMS menciona que para la preparación de la solución madre del floculante Poliacrilamida la dosis óptima de están en:

- EPA (EE.UU.) → Máximo de 0.5 mg/L en agua potable.
- OMS → Máximo permitido de 0.5 mg/L en agua potable.

En base a ello se realizó la preparación de la solución madre del floculante Poliacrilamida en laboratorio utilizando 0.5 mg/L, tal como se puede observar en las siguientes imágenes:

Imagen 8. *Pesado del floculante Poliacrilamida*



Imagen 9. *Pesado de 0.5 mg/L del floculante Poliacrilamida*

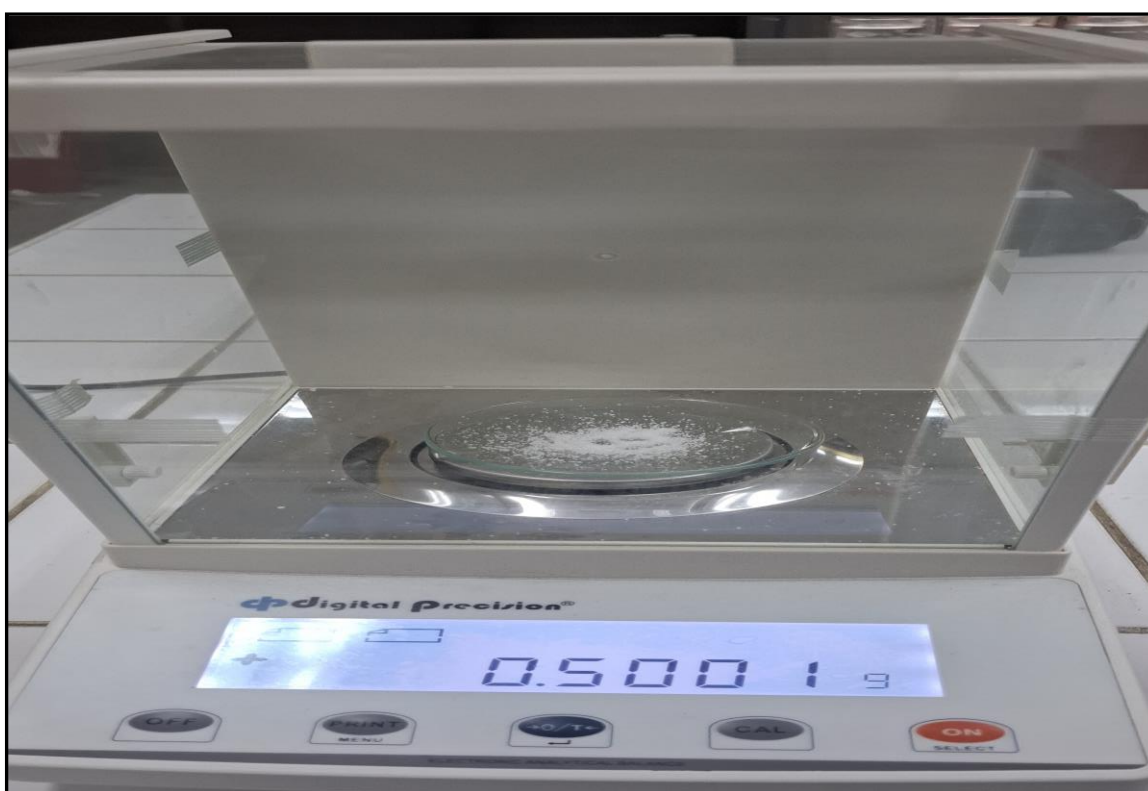
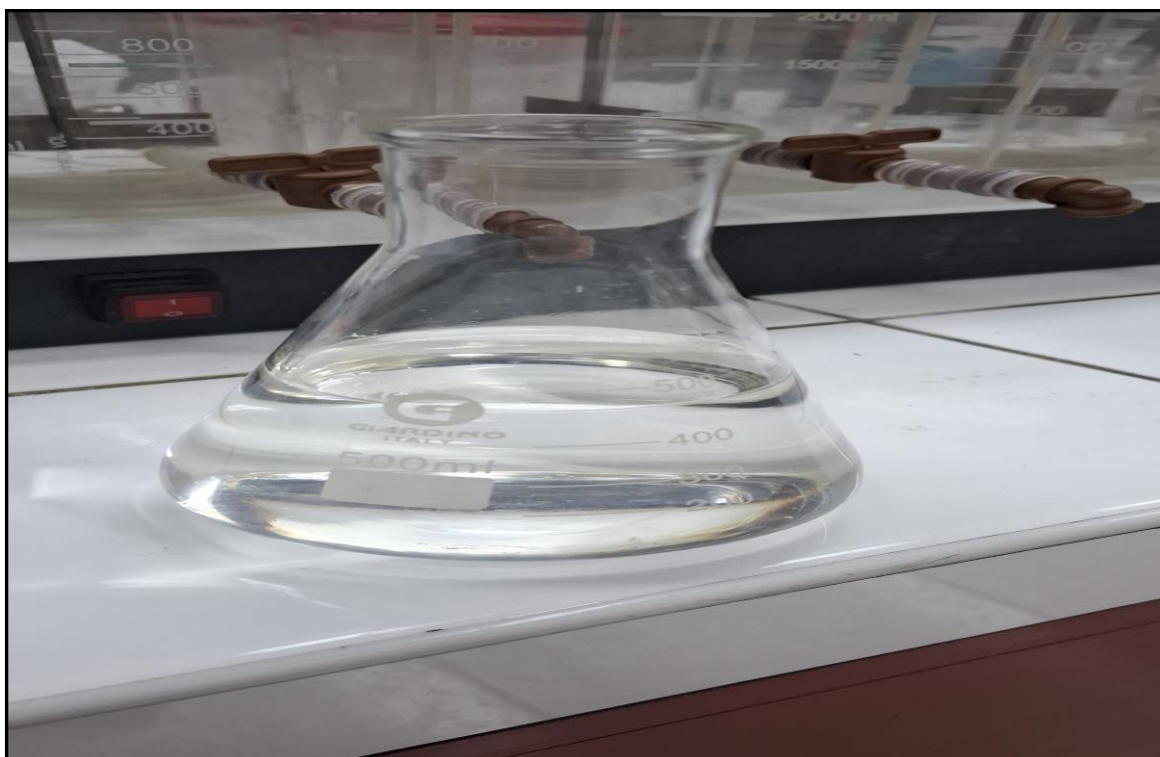


Imagen 10. Vista de del floculante madre de Poliacrilamida



b. Pruebas de Jarras con diversas dosis de solución madre

La prueba de jarras es un procedimiento ideal donde se utilizó la dosis ideal de poliacrilamida. Este método permite ajustar la cantidad del floculante para favorecer una adecuada reducción de la turbidez, evitando excesos que puedan generar problemas de viscosidad o desperdicio del producto, para ello se realizó el siguiente procedimiento:

- Se preparo seis vasos de precipitación con capacidad de 1 litro cada uno de agua proveniente de las viviendas del Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui.

Imagen 11. Vista de seis vasos con 1 litro de agua a evaluar



- Se dosifico la solución madre de poliacrilamida a una concentración de 0,5 g/L, esto equivale a 500 mg/L de poliacrilamida en cada vaso de precipitación de 1 litro de agua de muestra a evaluar, tal como se detalla a continuación:

	Solución madre (mL)	Poliacrilamida (mg/L)
1.	1 mL	0.5 mg/L
2.	2 mL	1.0 mg/L
3.	3 mL	1.5 mg/L
4.	4 mL	2.0 mg/L
5.	5 mL	2.5 mg/L
6.	6 mL	3.0 mg/L

Imagen 12. *Dosificación de diferentes dosis de Poliacrilamida*



- Mezclado y agitado en prueba de jarras
 - Posterior a la dosificación de poliacrilamida se realizó la agitación rápida en un tiempo de 60 segundos, lo cual esta mezcla fuerte es para dispersar la poliacrilamida.

Imagen 13. *Agitación rápida de 60 segundos*



- Posterior se realiza la agitación lenta en un tiempo de 10 minutos, esta reducción de la velocidad para permitir la formación de flóculos grandes y con ello la precipitación de los sólidos.

Imagen 14. *Agitación lenta de 10 minutos*



- Reposo y observación

Posterior a la agitación rápida y lenta se dejó sedimentar durante 1 hora y observa los resultados teniendo a continuación tal como se detalla en el siguiente ítem.

4.2.4. Resultados de la calidad de agua

De las pruebas con el uso de la solución madre de poliacrilamida a una concentración de 0,5 g/L en dosificaciones en 1 litros de agua de las viviendas del Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven de Mariátegui a dosis de 1 ml, 2ml, 3ml, 4ml, 5ml y 6ml teniendo los siguiente resultados:

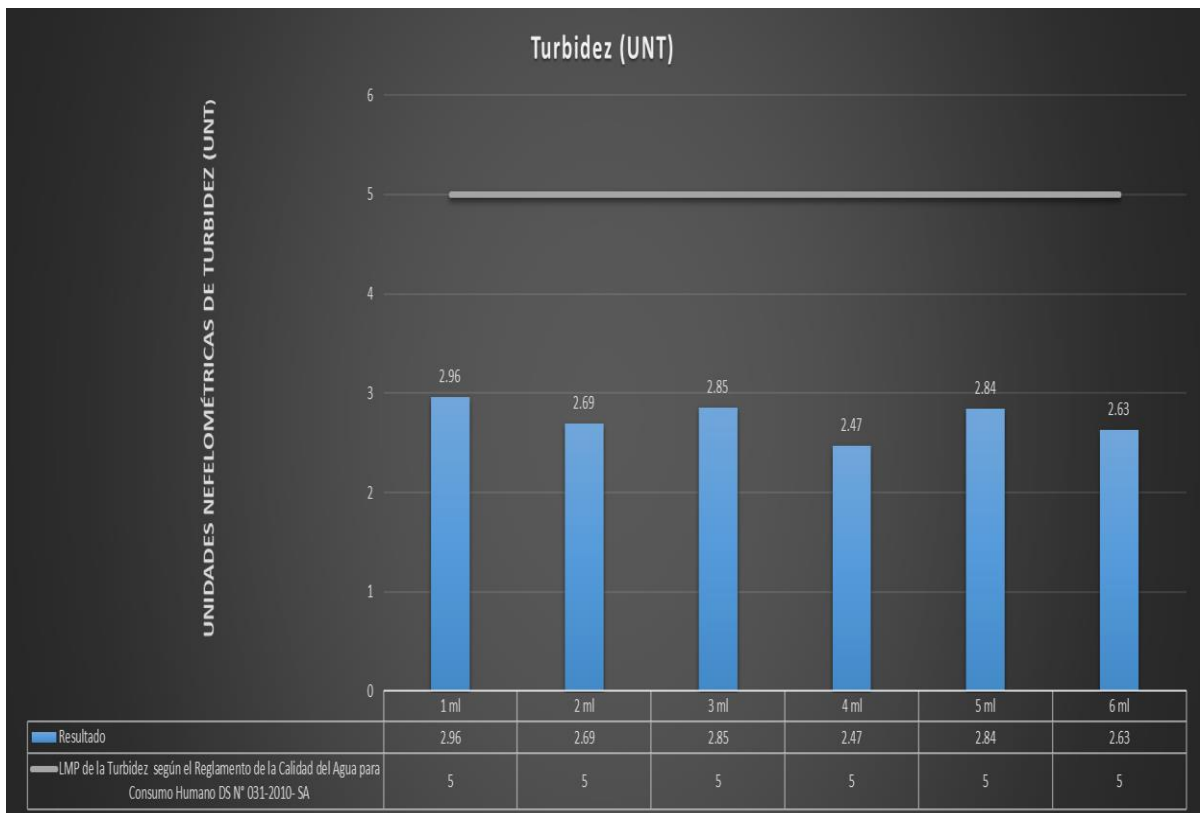
- **Resultados de la vivienda Paragsha 01-Calle Tacna**

Tabla 4: Resultados de la Turbidez del agua de la vivienda Paragsha 01-Calle Tacna 213 (PA-01)

Turbidez Inicia (UNT*)	LMP de la Turbidez según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA	Resultado por Concentración					
		1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	6 ml
5.98	5.0 UTN	2.96	2.69	2.85	2.47	2.84	2.63

*Unidades Nefelométricas de Turbidez
Fuente: Propias de la investigación

Gráfico 1. Resultado de la Turbidez del agua de la vivienda Paragsha 01-Calle Tacna 213 (PA-01)



Fuente: Propias de la investigación

Interpretación de resultados

Teniendo en cuenta los límites máximos permisibles del parámetro (Turbidez) donde es 5.0 UNT según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA, en base a ello teniendo la dosificación de la solución madre de poliacrilamida a una concentración de 0,5 g/L en dosificaciones de 1 ml, 2ml, 3ml, 4ml, 5ml y 6ml en el agua de un 1 litro procedente de la Vivienda Paragsha 01-Calle Tacna 213 con turbidez de 5.98 UNT, se pudo determinar de las seis dosis cumple con los LMP logrando obtener resultados desde 2.47 UNT a 2.96 UNT por lo cual cumple con la normativa en todas las dosificaciones, pero el resultado más óptimo es de 4 ml en 1 litro de agua teniendo como resultado 2.47 UNT.

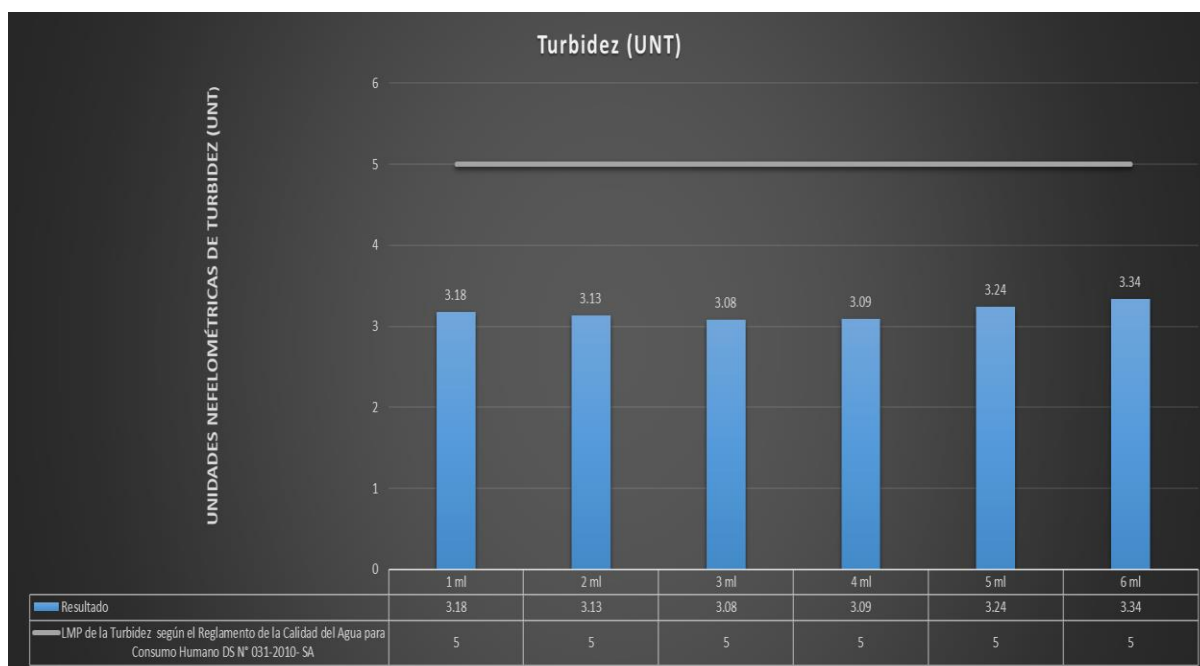
▪ **Resultados de la Vivienda Paragsha-Calle Carrión**

Tabla 5. Resultados de la Turbidez del agua de la Vivienda Paragsha Calle Carrión 187 (PA-02)

Turbidez Inicia (UNT)	LMP de la Turbidez según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA	Resultado por Concentración					
		1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	6 ml
6.19	5.0 UTN	3.18	3.13	3.08	3.09	3.24	3.34

Fuente: Propias de la investigación

Gráfico 2. Resultado de la Turbidez del agua de la Vivienda Paragsha Calle Carrión 187 (PA-02)



Fuente: Propias de la investigación

Interpretación de resultados

Teniendo en cuenta los límites máximos permisibles del parámetro (Turbidez) donde es 5.0 UTN según el Reglamento de la Calidad del Agua para

Consumo Humano DS N° 031-2010- SA, en base a ello teniendo la dosificación de la solución madre de poliacrilamida a una concentración de 0,5 g/L en dosificaciones de 1 ml, 2ml, 3ml, 4ml, 5ml y 6ml en el agua de un 1 litro procedente de la Vivienda Paragsha Calle Carrión 187 con turbidez de 6.19 UTN, se pudo determinar de las seis dosis cumple con los LMP logrando obtener resultados desde 3.08 UTN a 3.34 UTN por lo cual cumple con la normativa en todas las dosificaciones, pero el resultado más óptimo es de 3 ml en 1 litro de agua teniendo como resultado 3.08 UTN.

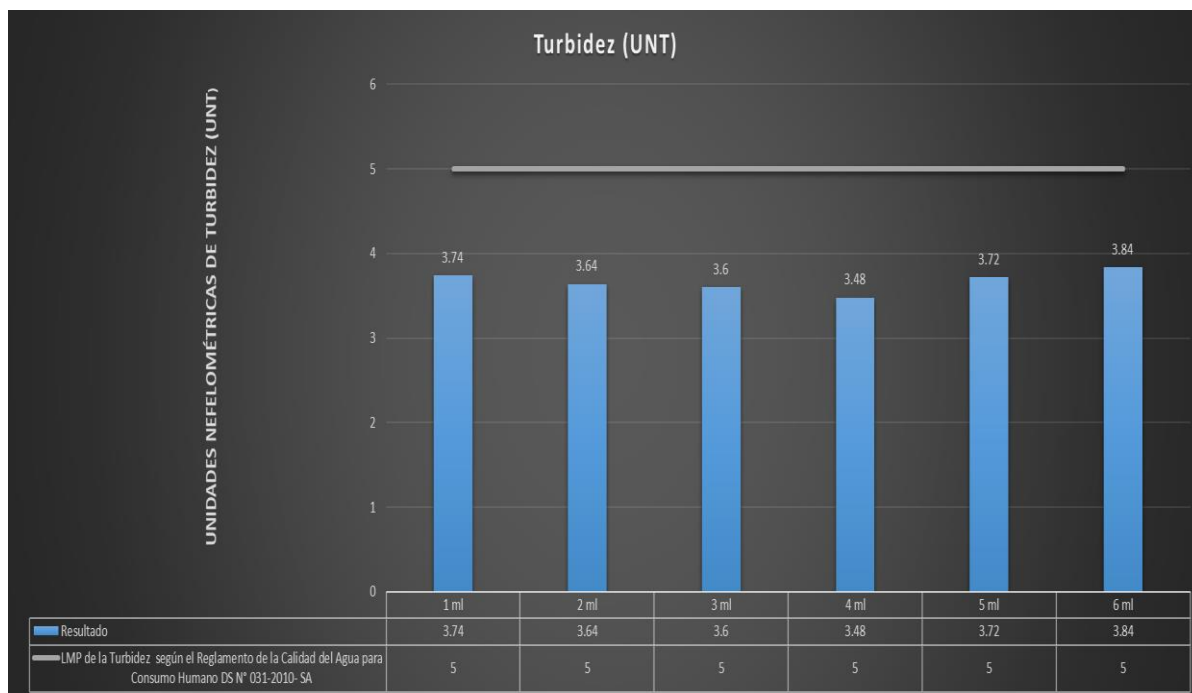
▪ **Resultados de la Vivienda Paragsha Jr. 28 de Julio 205**

Tabla 6. Resultados de la Turbidez del agua de la Vivienda Paragsha Jr. 28 de Julio 205 (PA-03)

Turbidez Inicia (UNT)	LMP de la Turbidez según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA	Resultado por Concentración					
		1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	6 ml
6.85	5.0 UTN	3.74	3.64	3.60	3.48	3.72	3.84

Fuente: Propias de la investigación

Gráfico 3. Resultado de la Turbidez del agua de la Vivienda Paragsha Jr. 28 de Julio 205 (PA-03)



Fuente: Propias de la investigación

Interpretación de resultados

Teniendo en cuenta los límites máximos permisibles del parámetro (Turbidez) donde es 5.0 UNT según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA, en base a ello teniendo la dosificación de la solución madre de poliacrilamida a una concentración de 0,5 g/L en dosificaciones de 1 ml, 2ml, 3ml, 4ml, 5ml y 6ml en el agua de un 1 litro procedente de la Vivienda Paragsha Jr. 28 de Julio 205 con turbidez de 6.85 UNT, se pudo determinar de las seis dosis cumple con los LMP logrando obtener resultados desde 3.48 UNT a 3.84 UNT por lo cual cumple con la normativa en todas las dosificaciones, pero el resultado más óptimo es de 4 ml en 1 litro de agua teniendo como resultado 3.08 UNT.

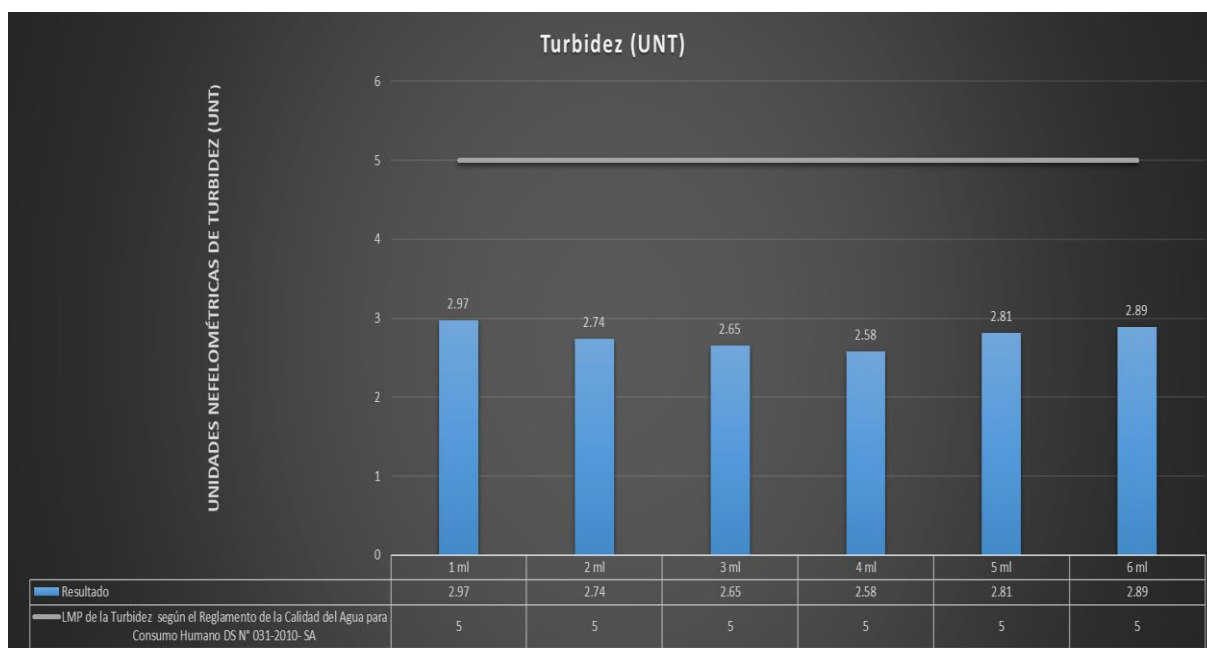
▪ **Resultados de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 01**

Tabla 7. Resultados de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 01 (PJM -01)

Turbidez Inicia (UNT)	LMP de la Turbidez según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA	Resultado por Concentración					
		1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	6 ml
5.96	5.0 UTN	2.97	2.74	2.65	2.58	2.81	2.89

Fuente: Propias de la investigación

Gráfico 4. Resultado de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 01 (PJM -01)



Fuente: Propias de la investigación

Interpretación de resultados

Teniendo en cuenta los límites máximos permisibles del parámetro (Turbidez) donde es 5.0 UTN según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA, en base a ello teniendo la dosificación

de la solución madre de poliacrilamida a una concentración de 0,5 g/L en dosificaciones de 1 ml, 2ml, 3ml, 4ml, 5ml y 6ml en el agua de un 1 litro procedente de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 01 con turbidez de 5.96 UTN, se pudo determinar de las seis dosis cumple con los LMP logrando obtener resultados desde 2.58 UTN a 2.97 UTN por lo cual cumple con la normativa en todas las dosificaciones, pero el resultado más óptimo es de 4 ml en 1 litro de agua teniendo como resultado 2.58 UTN.

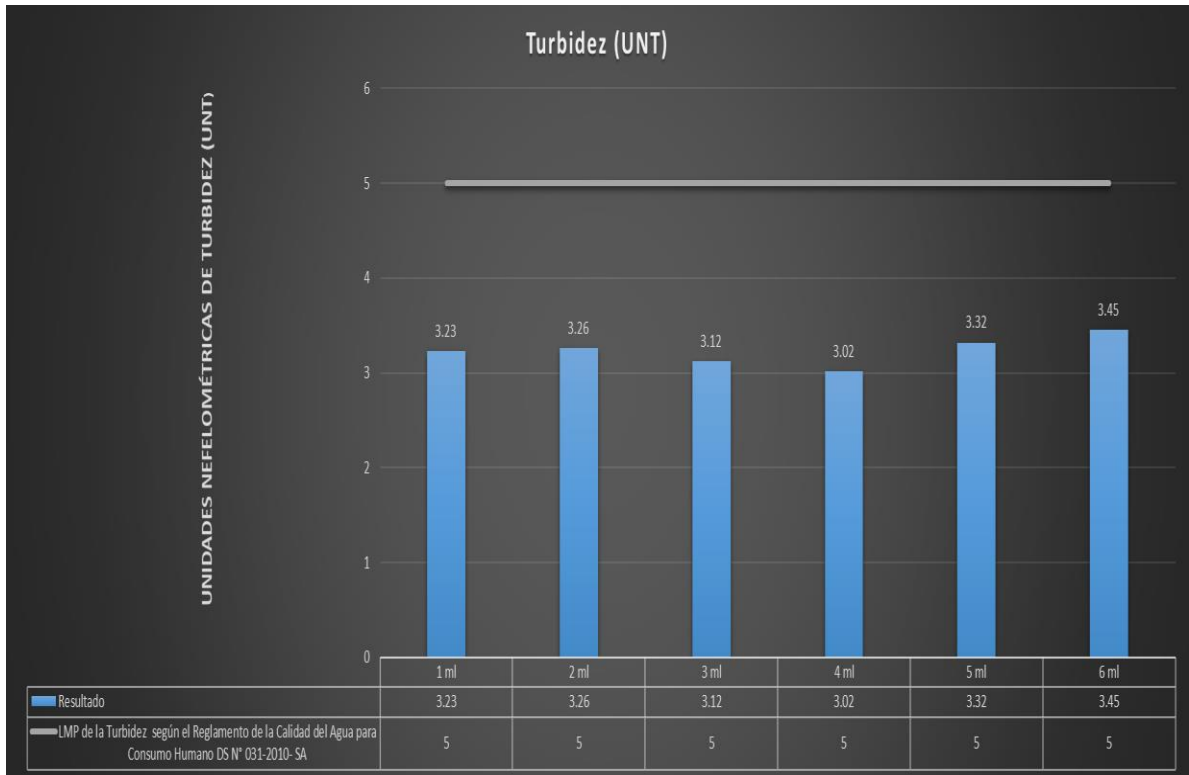
▪ **Resultados de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 02**

Tabla 8 Resultados de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 02 (PJM -02)

Turbidez Inicia (UNT)	LMP de la Turbidez según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA	Resultado por Concentración					
		1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	6 ml
6.39	5.0 UTN	3.23	3.26	3.12	3.02	3.32	3.45

Fuente: Propias de la investigación

Gráfico 5. Resultado de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 02 (PJM -02)



Fuente: Propias de la investigación

Interpretación de resultados

Teniendo en cuenta los límites máximos permisibles del parámetro (Turbidez) donde es 5.0 UTN según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA, en base a ello teniendo la dosificación de la solución madre de poliacrilamida a una concentración de 0,5 g/L en dosificaciones de 1 ml, 2ml, 3ml, 4ml, 5ml y 6ml en el agua de un 1 litro procedente de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 01 con turbidez de 6.39 UTN, se pudo determinar de las seis dosis cumple con los LMP logrando obtener resultados desde 3.02 UTN a 3.45 UTN por lo cual cumple con la normativa en todas las dosificaciones, pero el resultado más óptimo es de 4 ml en 1 litro de agua teniendo como resultado 3.02 UTN.

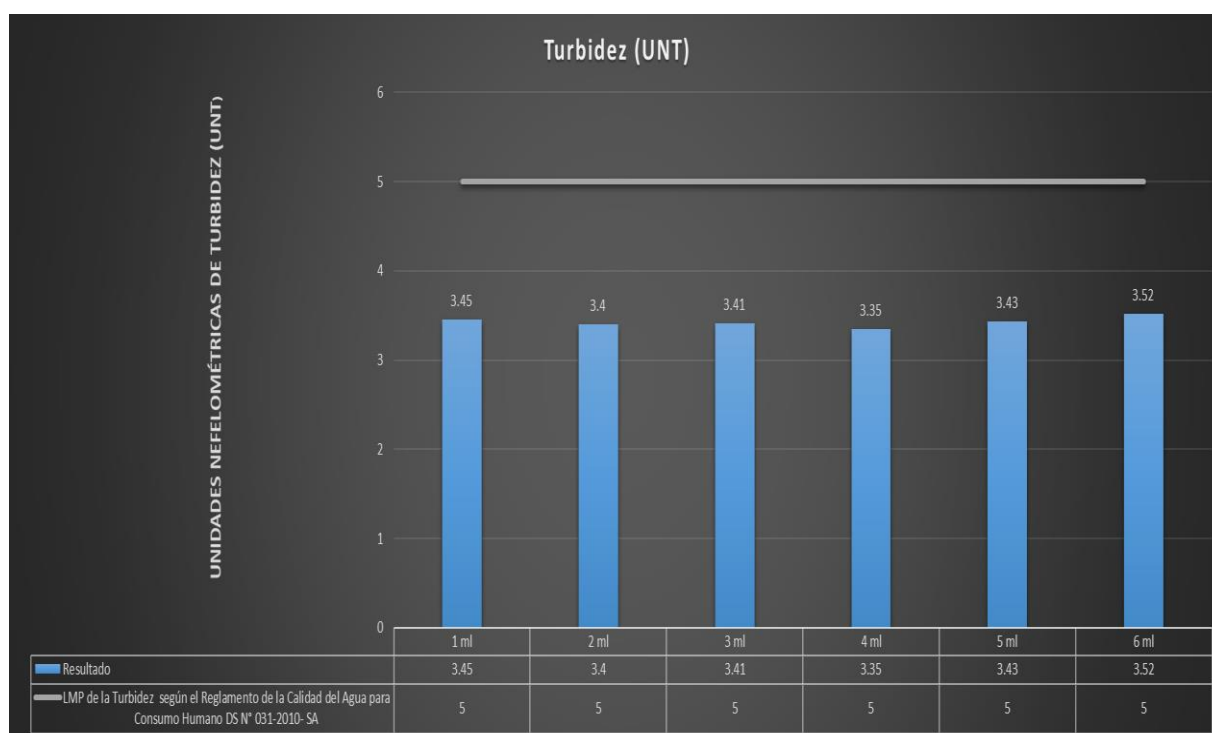
▪ **Resultados de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 03-Subida a Mariátegui**

Tabla 9. Resultados de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 03-Subida a Mariátegui

Turbidez Inicia (UNT)	LMP de la Turbidez según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA	Resultado por Concentración					
		1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	6 ml
7.05	5.0 UNT	3.45	3.40	3.41	3.35	3.43	3.52

Fuente: Propias de la investigación

Gráfico 6. Resultado de la Turbidez del agua de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 03-Subida a Mariátegui (PJM -03)



Fuente: Propias de la investigación

Interpretación de resultados

Teniendo en cuenta los límites máximos permisibles del parámetro (Turbidez) donde es 5.0 UTN según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA, en base a ello teniendo la dosificación de la solución madre de poliacrilamida a una concentración de 0,5 g/L en dosificaciones de 1 ml, 2ml, 3ml, 4ml, 5ml y 6ml en el agua de un 1 litro procedente de la Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 03-Subida a Mariátegui con turbidez de 7.05 UTN, se pudo determinar de las seis dosis cumple con los LMP logrando obtener resultados desde 3.35 UTN a 3.52 UTN por lo cual cumple con la normativa en todas las dosificaciones, pero el resultado más óptimo es de 4 ml en 1 litro de agua teniendo como resultado 3.52 UTN.

4.3. Prueba de hipótesis

Nuestra hipótesis inicial de nuestra investigación planteada en nuestra investigación es:

“0.5 gr/lit es la dosis óptima del floculante poliacrilamida para tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar”.

La hipótesis planteada se determina que es válida ya que con dosis de la solución madre de poliacrilamida a una concentración de 0,5 g/L en dosificaciones de 1 ml, 2ml, 3ml, 4ml, 5ml y 6ml en el agua de un 1 litro procedente de las Viviendas del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar bajo por debajo de los límites máximos permisibles del parámetro (Turbidez) donde es 5.0 UTN según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA.

Asimismo por el análisis realizado se determinó que la turbidez del agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar-2024 supera los 5 mg/lit. Por otro lado el volumen de agua que se consume

de agua, en el Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui; distrito Simón Bolívar es superior a 100 lt/hab/día.

4.4. Discusión de resultados

- En el distrito de Simón Bolívar específicamente en el Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui se desconocía la calidad de agua relacionado al parámetro de turbidez y presencia de sólidos. Para ello la medición realizada de la turbidez se determinó que supera los límites máximos permisibles y a ello no se tiene un tratamiento, es por ello conocer su presencia y las pruebas con productos que ayuden a proponer su tratamiento es de importancia.
- Teniendo el conocimiento que la turbidez del agua el permitido es de 5 UTN de acuerdo al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010- SA, en base a ello se pudo determinar que las aguas de uso doméstico de las poblaciones del Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui superan lo permitido.
- En base a ello se propone evaluar cual es la dosis óptima del floculante Poliacrilamida para tratar el agua urbana del Centro Poblado de Paragsha, Pueblo Joven Mariátegui, distrito Simón Bolívar, ya que tiene referencia en otras investigaciones que la Poliacrilamida ayuda a disminuir la presencia de sólidos y por ende la turbidez en el agua.
- Teniendo las consideraciones de los organismos reguladores para el agua potable la EPA y la OMS menciona que para la preparación de la solución madre del floculante Poliacrilamida la dosis optima debe ser de 0.5 mg/L en agua potable. En base a ello se realizó la preparación de la solución madre del floculante Poliacrilamida en laboratorio utilizando 0.5 mg/L. Asimismo en dosificaciones de 1 ml, 2ml, 3ml, 4ml, 5ml y 6ml en el agua de un 1 litro procedente del Centro Poblado de Paragsha y el Pueblo Joven Mariátegui.

- De ello de las seis pruebas realizadas de las seis estaciones de monitoreo realizado se pudo determinar que la dosis optima que reduce a los mejores resultados es de 4 ml de la concentración de floculante Poliacrilamida de 0.5 mg/L en 1 litro de agua procedente del Centro Poblado de Paragsha y el Pueblo Joven Mariátegui. En las evaluaciones realizadas esta dosis trae mejores resultados bajando por debajo de 5 UTN a la turbidez.
- Por otro lado, se identificó, si la dosis es mayor a 4 ml de la concentración de floculante Poliacrilamida de 0.5 mg/L, la precipitación de sólidos y por ende la turbidez tiene dificultades en su precipitación determinado que los flóculos de Poliacrilamida genera turbidez y por lo tanto a mayor dosis de floculante Poliacrilamida mayor turbidez en el agua, por lo que la dosis optima seria 4ml para 1 litro de agua.

CONCLUSIONES

- La normativa para consumo humano en nuestro país indica que la turbidez del agua el permitido es de 5 UTN según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010- SA, en base a ello se pudo determinar que las aguas de uso doméstico de las poblaciones del Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui superan lo permitido.
- Se concluye que el agua para consumo humano en el Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui del distrito Simón Bolívar se debe realizar el tratamiento a fin de mejorar la turbidez o presencia de sólidos en el agua para ello se propone la dosis óptima del floculante Poliacrilamida.
- De la evaluación de las seis pruebas realizadas se determina que la dosis óptima que reduce a los mejores resultados es de 4 ml de la concentración de floculante Poliacrilamida de 0.5 mg/L en litro de agua procedente del Centro Poblado de Paragsha y el Pueblo Joven Mariátegui. En las evaluaciones realizadas esta dosis trae mejores resultados bajando por debajo de 5 UTN a la turbidez.
- También se concluye si la dosis es mayor a 4 ml de la concentración de floculante Poliacrilamida de 0.5 mg/L, la precipitación de sólidos y por ende la turbidez tiene dificultades en su precipitación determinado que los flóculos de Poliacrilamida genera turbidez y por lo tanto a mayor dosis de floculante Poliacrilamida mayor turbidez en el agua, por lo que la dosis óptima sería 4ml para 1 litro de agua de agua procedente del Centro Poblado de Paragsha y el Pueblo Joven Mariátegui.

RECOMENDACIONES

- Por lo que se puede ver la turbidez del agua en el Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui su para los 5 UTN en referencia al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010- SA, por lo que se recomienda a la dirección regional de salud Pasco (DIGESA) debe realizar monitoreo que confirmen estos resultados a fin de tomar medidas de prevención a la salud.
- Promover y difundir la presente investigación como una propuesta de solución para reducción de sólidos y turbidez del agua a fin de brinda una buena calidad de agua a los pobladores del Centro Poblado de Paragsha y Pueblo Joven Mariátegui.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, J. (2023). Determinación de las dosis óptimas del coagulante y floculante hidroxiclورو de aluminio en función de la turbiedad y el color para la potabilización del Rio Guayas. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.
- Arias Galicia, F. (2012). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (6.ª ed.). Episteme.
- Boss Tech. (2023). ¿Cómo deben eliminarse los sólidos del agua? Boss Tech.
- Giraldo, C. (2024). El 73,7% de peruanos no tiene acceso a agua de manera segura, según INEI. Perú:
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- INEI (2020). Acceso a agua para consumo humano. Lima-perú: Instituto Nacional de Estadística e Informatica.
- INEI (2021). Acceso al abastecimiento de agua potable. Instituto Nacional de Estadística e Informatica.
- Martin, R., Peña L., Rincon, C. (2013). Dosificación óptima de polímeros no ionicos de tipo poliacrilamida como ayudantes de filtración y compatibilidad con los ayudantes de coagulación aplicados en la planta de tratamiento de agua potable Francisco Wiesner. Bogotá-Colombia. Recuperado el 2024, de https://www.aaig.org.ar/SCongresos/docs/06_029/papers/08c/08c_1721_766.pdf
- MINSA. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Perú: Ministerio de Salud.
- SINOFLOC. (2023). ¿Cómo determinar la dosificación de poliacrilamida? Beijing, China.
- Suca.G. (2021). Evaluación de los Coagulantes, Poliacrilamida Mt – Floc 4254 Y Poliacrilamida Mt – Floc 4216 En La Remoción de la Carga Organica Y Patogena en Aguas Residuales a Tratar en la Laguna el Espinar de La ciudad de Puno. Puno-Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velasquez.

Sabino, C. (2014). El proceso de investigación (7.^a ed.). Panapo.

Sampieri, R. H., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., & Mendoza Torres, N. M. (2022).

Metodología de la investigación cualitativa, cuantitativa y mixta (7.^a ed.). McGraw-Hill.

Tamayo y Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica (6.^a ed.). Limusa.

Velasquez, C. (2021). Dosis óptima y eficiencia del coagulante sulfato de aluminio utilizado

en el proceso de floculación para el tratamiento de agua potable en la EPS SEDACAJ S.A. Lima-Perú: Universidad Privada del Norte.

Yantas. G. (2018). Determinación de la dosis óptima de sulfato de aluminio granulado tipo b

en la planta de tratamiento de agua potable Yurajhuanca – Emapa Pasco. Pasco-Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

ANEXOS

Instrumentos de recolección de datos

Estaciones de Monitoreo

Código	Estación de monitoreo	Ubicación Geográfica UTM-WGS-1984	
		Norte	Este
PA-01	Vivienda Paragsha 01-Calle Tacna 213	8819859.41	361351.26
PA-02	Vivienda Paragsha Calle Carrión 187	8819820.72	361404.71
PA-03	Vivienda Paragsha Jr. 28 de Julio 205	8819879.91	361370.89
PJM -01	Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 01	8819989.29	361205.96
PJM -02	Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 02	8819968.52	361082.78
PJM -03	Vivienda Pueblo Joven Mariátegui 03-Subida a Mariátegui	8819998.81	360998.94

Imágenes de las actividades realizadas en la investigación

Imagen 001: Recolección de muestras de agua en las viviendas en el Centro Poblado de Paragsha



Imagen 002: Recolección de muestras de agua en las viviendas en el Pueblo Joven Mariátegui



Imagen 003: Uso de agua destilada para la preparación de la solución madre de Poliacrilamida



Imagen 004: Control del tiempo y manejo del equipo de prueba de jarras



Imagen 005: Dosificación en diferentes volúmenes a las muestras de agua de consumo



Imagen 006: Medición de parámetros físicos



Imagen 007: Vista de las muestras recolectadas

