

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Ambiental

“EFECTO DE LA EFICIENCIA DEL MUCÍLAGO DE *LINUM USITATISSIMUM*, COMO FLOCULANTE, EN LA DISMINUCIÓN DE TURBIDEZ DEL AGUA DEL RÍO MASHCON 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autora:

Rosa Elvira Pretell Avalos de Huamanquispe

Asesor:

Mg. Julian Ricardo Díaz Ruiz

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Al recuerdo de mis seres queridos:

Fernando Pretell Cueva, Rosa Galarce Vda. de Avalos y Anny Avalos Guerrero a quienes
llevaré siempre en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

A mis familiares quienes siempre me apoyan para alcanzar mis metas, y a mi Asesor Mg. Julián Ricardo Díaz Ruiz, por sus aportes técnicos y moral para el desarrollo de la tesis.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Formulación del problema	17
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Hipótesis	18
1.4.1. Hipótesis general	18
1.4.2. Hipótesis específica	18
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	19
2.1. Tipo de investigación	19
2.2. Población y muestra	19
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	19
2.3.1. Materiales para recolectar datos	20
2.3.2. Técnicas para recolectar datos.....	20
2.3.3. Procedimientos	20
2.4. Procedimiento.....	24
2.4.1. Análisis fisicoquímicos de las muestras.	24
2.4.2. Extracción del mucílago de <i>Linum usitatissimum</i> :	24
2.4.3. Determinación de Parámetros fisicoquímicos.	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	29
3.1 Análisis fisicoquímicos de las muestras (pretratamiento).	29
3.2 Determinación de parámetros fisicoquímicos (Post - tratamiento).	29
3.3 Análisis Físico Químicos en Laboratorio	30
3.4 Presentación de resultados.....	32
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	38
4.1 Análisis y discusión	38
4.1.1 Análisis de parámetros fisicoquímicos (postratamiento).	38

4.1.2	Discusión de resultados.....	38
4.2	Conclusiones.....	40
	REFERENCIAS.....	41
	ANEXOS.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cordenadas de los puntos de monitoreo del río Mshcón -----	22
Tabla 2. Características de las muestras de agua del río Mashcón -----	23
Tabla 3. Características de los parámetros a medir -----	26
Tabla 4. Determinación de parámetros fisicoquímicos del compósito -----	29
Tabla 5. Turbidez de la muestra, al tratarla con mucílago, a un pH de 7.8 -----	31
Tabla 6. Turbidez de la muestra, al tratarla con mucílago, a un pH de 8.33 -----	31
Tabla 7. Turbidez de la muestra, al tratarla con mucílago, a un pH de 7 -----	32
Tabla 8. Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 7.8 ----	32
Tabla 9. Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 8.33 ---	34
Tabla 10. Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 7 ----	35
Tabla 11. Eficiencia de remoción de turbidez promedio, en función del pH -----	36
Tabla 12. Turbidez de las muestras, a diferentes tiempos de agitación. -----	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Foto de la recolección de las semillas de <i>Linum usitatissimum</i>	24
Figura 2 Figura 2 Proceso de la obtención de mucílago de <i>Linum usitatissimum</i>	25
Figura 3 Proceso de filtrado del mucílago de <i>Linum usitatissimum</i>	26
Figura 4 Proceso del experimento	28
Figura 5 Ensayos con el mucílago de <i>Linum usitatissimum</i>	30
Figura 6 Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 7.8... 33	
Figura 7 Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 8.33. 34	
Figura 8 Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 7..... 35	
Figura 9 Eficiencia media de remoción de turbidez, en diferentes pH..... 37	
Figura 10 Mapa de ubicación del río Mashcón..... 52	
Figura 11 Tesista en el proceso de dosificación para las concentraciones de mucílago 53	
Figura 12 Muestreo de aguas del río Mashcon	54
Figura 13 Cadena de custodia de la muestra cabeza..... 55	
Figura 14 Cadena de custodia del análisis del compósito	56
Figura 15 Cadena de custodia del análisis de las muestras del compósito	57
Figura 16 Resultados de la muestra cabeza	58
Figura 17 Resultados de la muestra cabeza	59
Figura 18 Resultados de la muestra cabeza	60
Figura 19 Resultados de la muestra cabeza	61
Figura 20 Resultados de la muestra con pH 7	62
Figura 21 Resultados de la muestra con pH 7	63
Figura 22 Resultados de la muestra con pH 7	64
Figura 23 Resultados de la muestra con pH 7	65
Figura 24 Resultados de la muestra con pH 7.8	66
Figura 25 Resultados de la muestra con pH 7.8	67
Figura 26 Resultados de la muestra con pH 7.8	68
Figura 27 Resultados de la muestra con pH 7.8	69
Figura 28 Resultados de la muestra con pH 8.33	70
Figura 29 Resultados de la muestra con pH 8.33	71
Figura 30 Resultados de la muestra con pH 8.33	72
Figura 31 Resultados de la muestra con pH 8.33	73

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. porcentaje de remoción de turbidez.....	32
Ecuación 2. Eficiencia de remoción de turbidez.....	32

RESUMEN

La presente investigación utiliza el mucílago de *Linum usitatissimum* como agente floculante orgánico y como alternativa al uso de sales metálicas para la floculación de aguas superficiales y dar solución al problema de la turbidez. Se exponen resultados del uso del mucílago de *Linum usitatissimum* como agente floculante, realizados en muestras de agua del río Mashcon. Con el agua obtenida de los 03 puntos de muestreo, se formó un compósito, utilizando el mismo para realizar el test de jarras. Para este proceso, el compósito se dividió en 24 muestras de 500 mL, con 08 diferentes dosis, por cada uno de los 03 pH trabajados (7, 7.8 y 8.33). Como dato inicial en *Pre tratamiento* se obtuvo 257 NTU, del compósito; mientras que, como datos *Post tratamiento*, se obtuvo una eficiencia de remoción de turbidez del 88.92%, en promedio, para un pH de 7; 91.11%, para un pH 7.8; y, 86.66% para un pH de 8.33. La dosis óptima, fue de 0.5 mL y el tiempo óptimo fue de 20 minutos.

Palabras clave: *turbidez, mucílago, floculante, Linum usitatissimum, linaza, pH*

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El tratamiento de aguas, para hacerla apta en diferentes actividades económicas (agrícolas e industriales), en el Perú y el mundo, contempla necesariamente procesos coagulación y/o floculación, a fin de reducir la turbidez del agua, a través de la remoción de los sólidos suspendidos y sedimentos. Según SEDAPAL (2000) el proceso de clarificación del agua y remoción de contaminantes consiste en la floculación y la coagulación, en donde se desestabilizan e ionizan las partículas suspendidas, para luego aglomerarlas y formar flóculos que por el peso que obtienen se sedimentan haciendo fácil su eliminación como lodos. Para este proceso, uno de los materiales utilizados son las sales metálicas como el sulfato de aluminio; pero, el exceso de este puede causar altas concentraciones de aluminio en el agua. Por esta razón, se realiza el presente estudio para encontrar otras alternativas más ecológicas y amigables con el medio ambiente. En este caso, se utilizará el mucílago de *Linum usitatissimum* como floculante dando opciones más económicas y seguras en el proceso de remoción de turbidez. El agua, con presencia de contaminantes, limitación su uso; por lo tanto, contribuye a la escasez de este recurso natural. La contaminación se da por varios factores, los cuales alteran su color, olor y sabor según estudios realizados por distintas entidades como; OEFA, ANA entre otras.

En un estudio realizado por Santa Cruz (2016) titulado “Influencia del pH en la eficiencia del proceso de coagulación – floculación en el tratamiento de agua potable para la ciudad de Moyobamba”, se menciona que se ha realizado la descripción del proceso de tratamiento empleado en la planta de tratamiento de agua, así como la evaluación de los parámetros de pH y turbiedad del agua que ingresa a la planta de tratamiento, y de la turbidez del agua de los decantadores, durante todos los días del

año. Adicionalmente se ha realizado el análisis estadístico para determinar el grado de correlación entre las variables de estudio. En relación al comportamiento del pH y turbiedad, se ha establecido que el primero no presenta variaciones significativas y que su valor promedio es ligeramente alcalino, mientras que la turbiedad del agua que es tratada sí presenta variaciones significativas; para ambos parámetros las variaciones están asociadas principalmente a las variaciones climáticas de la zona. Como resultado, se muestra que los porcentajes de remoción más elevados se encuentran en valores próximos a pH 7.5; mientras que, los porcentajes más bajos son en pH más altos. Como conclusión, se obtuvo que el pH para el agua de la planta de tratamiento de agua potable de Moyobamba, se encuentra entre 6.8 y 8.16, siendo pH medio ligeramente básico.

A su vez, Ávila. (2016), en la investigación denominada “Reducción de la turbiedad de lixiviados mediante el proceso de la coagulación con el almidón de plátano en Colombia” dice que se recolectó 60 L de muestras de un lixiviado del relleno sanitario La Esmeralda, las cuales se pusieron en diferentes recipientes para su posterior análisis. A estas muestras, se le añadió almidón de plátano, el cual se obtuvo, con ayuda de un horno, una nevera, una licuadora, un cuchillo, papel tamiz y plátano verde. Se usaron 2 kg de plátano verde, que fue transportado al laboratorio de Calidad de Aguas de la Universidad Católica de Manizales. Los plátanos fueron cortados en trozos iguales, incorporándolos en agua y colocados en fuego, por 45 min, hasta ebullición. Luego fue licuado y pasado por el papel tamiz, para absorber el agua. La pasta se puso en el horno, por 24 horas. El polvo final, servirá como floculante que se usará el método de jarras. Como resultados, se obtuvo una remoción de 46.47 % desde 127 a 68 NTU final. Se concluyó que el almidón de plátano es eficaz en el tratamiento de aguas residuales y lixiviados.

Por otro lado, Cerón *et al.* (2015) en la investigación llamada “Evaluación de la semilla de *Moringa oleífera* como coadyudante en el proceso de coagulación para el tratamiento de aguas naturales del río Bogotá en su paso por el municipio de Villapinzón Cundinamarca” menciona que se aplicó semillas de *Moringa oleífera* para disminuir la turbidez del agua. Se usaron 2 L de agua, variando su pH con H₂SO₄ y NaOH, para luego, distribuirlo en 4 Beakers de 500 mL. Se agitaron las muestras a 200 rpm durante un minuto y se adicionaron, al mismo tiempo, las dosis de 0.25 mL, 0.50 mL, 1.0 mL, 2.0 mL, del coagulante. Luego, se disminuyó la velocidad a 20 rpm durante 20 minutos. En el proceso, las partículas coloidales se desestabilizan y aglomeran, para finalmente sedimentarse, en 30 minutos. Se concluyó que la semilla de *Moringa oleífera* tiene un porcentaje de remoción de 91.48 % en el tratamiento de aguas residuales para el sector de curtiembres.

Díaz J (2014) en su estudio de “Coagulantes – floculantes orgánicos e inorgánicos elaborados de y reciclaje de la chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas”. El presente estudio tiene como objetivo analizar la eficiencia de coagulantes y floculantes elaborados a partir del reciclaje de la chatarra metálica y de plantas como *Moringa oleífera*, caulote, yuca, papa, y mucílago de casulla de café, para clarificar aguas de consumo humano. Las plantas elegidas fueron aplicadas a la prueba de jarras. De la cual se pudo determinar que el caulote tiene mayor efectividad para la remoción de turbidez con un 100 %.

En otro estudio realizado por Fernández *et al.* (2008) denominado “Evaluación del exudado gomoso de *Acacia simea* como coagulante en la clarificación de aguas para consumo humano” el cual estuvo basado en la evaluación exudado gomoso de la *Acacia siamea*, Para la determinación de la dosis óptima del exudado gomoso (10, 25, 50, 100, 250 y 500 mg/L) se realizó la prueba de jarras para cada nivel de turbiedad

seleccionada (100, 75, 50, 25, 15 y 10 NTU). Determinándose los parámetros físico-químicos: pH, alcalinidad total, color, turbiedad, número más probable (NMP), conteo de heterótrofos totales y prueba de antibiograma antes y después de la prueba de jarras. De los extractos gomosos de *A. siamea*, se determinó la dosis óptima con respecto a la turbidez y el color, siendo 50 mg/L para una turbidez de 10-100 NTU.

Por otro lado, Gómez, K. (2010) en su investigación de “Eficiencia del coagulante de la semilla de *Moringa oleífera* en el tratamiento de agua con baja turbidez” para realizar los ensayos de coagulación y floculación se realizaron con el procedimiento estándar de prueba de Jarras. En cada ensayo se varió la dosis de cada tratamiento las cuales corresponden a 10 mL, 15 mL y 25 mL por cada litro de agua turbia tratada, luego se removió durante dos minutos con un removedor magnético marca a 150 rpm para estimular el componente activo. Asimismo, se pudo determinar que si se aplica la semilla con cáscara y adicionando cloruro de sodio (25 mL/L) resulta tener más eficiencia, como en un 69 %. En dicha investigación se concluye que la semilla de *Moringa* con cloruro de sodio es más eficiente para remover los sedimentos de las aguas residuales con baja turbidez.

Martínez *et al* (2012) en su estudio de “Evaluación del poder coagulante de la tuna (*Opuntia ficus indica*) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas” menciona que mediante una investigación cuantitativa experimental se evaluó la capacidad que tiene un polvo obtenido a partir de la Tuna (*Opuntia ficus indica*) para remover turbidez y color presente en aguas crudas, la metodología empleada para esta evaluación fue la prueba de jarras. Los resultados obtenidos permitió establecer, que en las condiciones manejadas durante las pruebas de jarra, el coagulante natural alcanzó una eficiencia satisfactoria (84.52 %), además logró remover un gran porcentaje de turbidez (85.76 %) y de color (57.14 %) presente en el agua cruda,

utilizando dosis similares a la de los coagulantes metálicos con mayor uso en la actualidad para los procesos de tratamiento de agua potable, así mismo el coagulante natural no le confirió ningún olor o sabor al agua cruda, también se destacó por poseer una densidad inferior a la del agua, pH ligeramente ácido y alto contenido de carbohidratos, por lo tanto, se consideró un polielectrolito.

En la investigación de Melo *et al* (2012) titulado “Evaluación de la eficiencia de la utilización de semillas de *Moringa oleífera* como una alternativa de biorremediación en la purificación de aguas superficiales del caño cola de pato ubicado en el sector rural del municipio de Acacias”, usa *Moringa oleífera*, como coagulante para la clarificación de aguas y remoción de sedimentos, determinado su eficiencia, dosis óptima y tiempo de agitación. En el análisis se usaron dos muestras de agua, adicionándoles 40 mg/L de coagulante, y agitando durante 15 minutos. Se obtuvo una reducción de turbidez de 84.34 %, disminuyendo 230 NTU a 36 NTU, y se redujeron los sólidos en 69 %. Se concluyó que la *Moringa oleífera* puede ser un sustituto natural en la coagulación- floculación, para el tratamiento de aguas.

En el proyecto de Carrasquero *et. al.* (2018) llamado “Remoción de turbidez usando semillas de *Tamarindus indica* como coagulante en la potabilización de aguas” Se usó polvo de semilla *Tamarindus Indica* para que actúe como coagulante. Se alcanzó una eficacia del 97.6% al reducir turbidez, y 75 %, al remover color, usando semillas sin desgrasar. La dosis óptima fue de 50 mg/L. Por otro lado, se alcanzó una efectividad de 82.3 % en cuanto a la remoción de turbidez y 50 % en cuanto al color, usando semillas desgrasadas. La dosis óptima fue de 10 mg/L. En ambos casos, la turbidez fue de 200 NTU.

Solís *et al.* (2012) al publicar su investigación titulada “Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales” compara el coagulante del almidón de

yuca y el sulfato de aluminio. Usando el almidón de yuca, obtuvieron 94 % de remoción de turbidez, con una dosis de 2 mg/L. Con respecto al sulfato de aluminio, se obtuvo una remoción del 97%, con una dosis de 28 mg/L. El pH no presentó variaciones. Se pudo concluir que ambos coagulantes presentaron una similar efectividad en la remoción de turbidez.

Por otro lado, en la investigación de Arias *et al.* (2017), titulada “Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la m. oleífera como coagulante natural”, se determinó la eficiencia de la semilla del árbol *M. Oleífera* al ser usada como coagulante en muestras de agua residual, obtenidas de una central de sacrificio. Se hizo un test de jarras, adicionando diferentes dosis del coagulante, el cual se extrajo a través de pulverización de semillas. Es obtuvo la muestra de la salida de la central, después de pasar por un tratamiento preliminar. Se midieron los parámetros de pH, turbiedad, color, temperatura, DBO5, DQO, sólidos suspendidos totales (SST), Coliformes totales y fecales, tanto en pre como en postratamiento. La dosis óptima fue de 7500 mg/L con una concentración óptima del 5%.

Definiciones

Turbidez o turbiedad: Se entiende como la falta de transparencia de un líquido, debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido, más sucio parecerá este y más alta será la turbidez. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua, cuanto más turbia, menor será la calidad (Velandia *et al* 2007)

pH: En química, el pH es una escala numérica utilizada para especificar la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. Es el logaritmo negativo en base 10 de la actividad del ion Hidrógeno (Vázquez *et al* 2016)

Partículas coloidales: Las partículas coloidales se caracterizan por ser hidrofílicas (tienen afinidad por el agua) e hidrófobas (es decir que rechazan al agua), los primeros se dispersan espontáneamente dentro del agua y son rodeados de moléculas de agua que previenen todo contacto posterior entre estas partículas; las partículas hidrofóbicas no son rodeados de moléculas de agua, su dispersión dentro del agua no es espontáneo por lo que requiere de la ayuda de medios químicos y físicos (SEDAPAL, 2000).

Floculación: La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad. (SEDAPAL, 2000).

Mucílago de *Linum usitatissimum*: La palabra mucílago procede de idéntico término latino, y puede traducirse como mucosidad, ya que el término se conforma con el sustantivo “mucus” en el sentido de sustancia viscosa o moco. A esto se suma el sufijo “il” que se usa para formar adjetivos más el sufijo “ago” para sustantivos. Cuando hablamos de mucílago nos referimos a una sustancia viscosa presente en ciertos vegetales (Pérez *et al* 2010).

El Lino (linaza), es una planta herbácea anual de la familia Linácea, con raíz fibrosa. El fruto es una cápsula redonda con ocho a diez celdillas membranosas que encierran a pequeñas semillas aplanadas y de color gris brillante. Las semillas del lino (linaza) contienen mucílago (6%), pectinas, sales minerales y ácidos grasos esenciales

(linoleico y Linolénico). Estos ácidos mezclados con otros glicéridos constituyen del 30 al 40%. Las semillas contienen además proteínas (25%), ácidos grasos saturados como el oleico, esteárico, palmítico y vitaminas, A, B, D y E. (Minaya, 2018).

El mucílago es un polisacárido natural que está constituido por una fracción neutral y la otra ácida. La primera, esta constituía por una cadena principal de β – D – xilano y arabinoxilano, donde las cadenas de arabinosa y galactosa están conectada a la posición 2 o 3 de la cadena principal. La fracción ácida está constituida por una cadena principal de α – L – ramnopyranosil y residuos del ácido D – galactopyranosilurónico con cadenas de fucosa y galactosa. (Castañeda *et al* 2019)

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la eficiencia del mucílago de *Linum usitatissimum*, como floculante, en la disminución de la turbidez del agua del río Mashcon, 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la eficiencia del mucílago de *Linum usitatissimum*, como floculante, en la disminución de turbidez del agua del río Mashcon.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de remoción de turbidez del mucílago de *Linum usitatissimum*, en el agua del río Mashcon.
- Determinar la dosis óptima de floculación, en el agua del río Mashcon, al tratarla con mucílago de *Linum usitatissimum*.
- Evaluar el tiempo óptimo de floculación, en base a la dosis óptima, de las muestras de agua del río Mashcon, al añadir mucílago de *Linum usitatissimum*.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El efecto de la aplicación del floculante a base del mucílago de *Linum usitatissimum*, es eficiente en la disminución de turbidez del agua del río Mashcon.

1.4.2. Hipótesis específica

- El mucílago de *Linum usitatissimum* tiene un porcentaje de remoción de turbidez mayor al 80%, en el agua del río Mashcon.
- La dosis óptima de mucílago de *Linum usitatissimum* no es mayor a 2 mL para una floculación óptima
- El tiempo óptimo de floculación de las muestras de agua del río Mashcon, al tratarla con mucílago de *Linum usitatissimum*, se encuentra en un rango entre 20-30 minutos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo Experimental Cuantitativa Continua. Según Murillo (2001), En la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente). Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. Además, estas variables pueden ser ordenadas con respecto a su magnitud y puede ser medida con un grado de precisión que suele depender del instrumento de medida.

2.2. Población y muestra

Población

La población estuvo constituida por los 03 puntos de muestreo de aguas superficiales del río Mashcon ubicado en la ciudad de Cajamarca - departamento de Cajamarca.

Muestra

La muestra estuvo constituida por los 16 L de agua superficial analizada, del río Mashcon, al hacer el test de jarras.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Las técnicas que se usaron para la recolección de datos fueron:

- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010- 2016 – ANA) que consiste en utilizar

un envase de plástico de color blanco de 1000 mL estéril, posteriormente lavado tres veces con el agua muestreada, procediendo a sumergir dicho envase a una profundidad media con la entrada a contracorriente hasta llenar y dejando un espacio para su agitación y luego sellado herméticamente para su transporte.

2.3.1. Materiales para recolectar datos

2.3.1.1. Material biológico

- Mucílago de *Linum usitatissimum* “linaza”.

2.3.1.2. Reactivos

- Hidróxido de sodio 0.1
- Ácido sulfúrico 0.1

2.3.1.3. Material de laboratorio

- Envases de vidrio (beaker)
- Colador.
- Espátula.
- Papel filtro.

2.3.1.4. Equipos de laboratorio

- Turbidímetro
- Medidor de pH
- Test de jarras de serie PB-950™

2.3.2. Técnicas para recolectar datos.

- Observaciones directas del lugar.
- Manuales.
- Localización de la zona (GPS GARMIN 12 Channel GPS.)

2.3.3. Procedimientos

2.3.3.1. Obtención de las muestras: Río Mashcon.

El primer punto de muestreo se ubica a 5 km de la ciudad de Cajamarca, el segundo punto de muestreo se ubica a 4 km; y, el tercer punto de muestreo se encuentra a 6 km de esta ciudad. El cuerpo de agua del cual se obtuvo las muestras fue el río Mashcon, el cual presenta un alto índice de turbidez, por lo que consideramos la necesidad de profundizar en el campo del tratamiento de eliminación y/o reducción de turbidez.

La información se obtuvo mediante la recolección de 03 muestras de agua del río Mashcon, con las cuales se realizó un compósito, para luego realizar estudios de laboratorio con los cuales se pueda determinar sus características físico-químicas (turbidez y pH). En una primera etapa, de pre tratamiento, se determinó que el pH de la muestra era de 7.8, considerado como natural. Usando ácido sulfúrico 0.1 molar, se acondicionó la muestra hasta llegar a un pH de 7; asimismo, se adicionó hidróxido de sodio 0.1 molar, a otra muestra de agua, para llevarla hasta un pH de 8.33. De esta manera, teniendo 3 muestras de agua con un pH de 7, 7.8 y 8.33, se procedió a realizar el tratamiento de coagulación. Utilizando el mucílago de *Linum usitatissimum*, en tres ensayos de tratamiento de las aguas del compósito, se adicionaron diferentes dosis (0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5, 1.75 y 2 mL) a las muestras de agua. Posteriormente se realizaron nuevas mediciones para demostrar la eficiencia del *Linum usitatissimum* para finalmente comparar los resultados obtenidos, con el Estándar de Calidad Ambiental en Aguas correspondiente. Se tomaron 3 muestras puntuales del río Mashcon, ubicado en la Ciudad de Cajamarca – Provincia Cajamarca, para luego formar un compósito, ubicado en las siguiente con coordenadas UTM:

Tabla 1

Coordenadas de los puntos de monitoreo del río Mashcón.

Coordenadas WGS 84 – UTM Zona 17 S		
Estaciones de muestreo	Este	Norte
Primer punto	778913.5	9206192.6
Segundo punto	778534.4	9207265
Tercer punto	772837.8	9213267.4

Según datos obtenidos en la estación meteorológica Augusto WeberBauer, ubicada en la ciudad de Cajamarca, perteneciente al SENAMHI, el día de toma de muestras (30 de diciembre del 2020), las condiciones climáticas indicaban una temperatura máxima de 22.9 °C, a una altura de 2673 m.s.n.m, en época de precipitaciones pluviales, con una humedad relativa de 62.7%. Se tomó las muestras en los 03 puntos por la facilidad de acceso hacia al río Mashcon y porque dicho acceso está permitido por la comunidad.

La recolección de muestras de agua se realizó de manera manual, aplicando según “Procedimiento operativo estándar(POE)” del Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales (2011) Autoridad Nacional del Agua.

Las cuales son las siguientes:

- Identificar el tipo de envases o contenedores para su recolección (contenedores de PVC).
- El envase debe ser lavado tres veces con el agua muestreada.
- Recolección de muestra de agua superficial del río Mashcon, dejando un espacio de aire para la agitación de la muestra en el laboratorio.
- Tapado de los contenedores con tapones herméticos.

- Tomar mediciones de los parámetros posibles en campo (pH).
- Codificación de muestras y registrar el número de muestras en la libreta de campo.
- Registrar cuidadosamente todas las observaciones adicionales en la libreta de campo.
- Transporte de las muestras al laboratorio para su posterior análisis.
- El tiempo transcurrido desde la toma de muestra hasta su análisis del laboratorio SGS, S.A.C., fue de 1 hora con 7 minutos respetando el protocolo de transporte de muestras requeridos por el laboratorio antes mencionado, los análisis de los parámetros estudiados fueron analizados el mismo día de entrega de muestras.

Tabla 2

Característica de las muestras de agua del Río Mashcon

Muestra	Volumen (L)	Olor	Color
Primer punto	40	Fuerte	Marrón
Segundo punto	40	Fuerte	Marrón
Tercer punto	40	Fuerte	Marrón

2.3.3.2. Recolección de *Linum usitatissimum*:

Esta especie fue recolectada el centro poblado de Huambocancha en el km 9 de la carretera a Bambamarca. Las semillas se pueden encontrar en venta en cualquier mercado de la ciudad de Cajamarca semillas ya seleccionadas, donde una vez recolectadas fueron trasladadas al laboratorio para la obtención del mucílago.

Figura 1

Foto de la recolección de las semillas de *Linum usitatissimum*.



2.4. Procedimiento

2.4.1. Análisis fisicoquímicos de las muestras.

Una vez en el laboratorio se realizaron análisis, según los procedimientos establecidos con la finalidad de conocer las características fisicoquímicas del agua cruda, a continuación, se muestran los parámetros que se pudieron medir:

- pH.
- Turbidez.

2.4.2. Extracción del mucílago de *Linum usitatissimum*:

Una vez obtenidas las semillas, se procederá a colocar 10 gramos de semillas en un recipiente con 250 centímetros cúbicos de agua destilada con una temperatura ambiente de 23°C dejando en remojo por 24 horas, hasta obtener 250 mL de mucílago el cual fue filtrado y almacenado en un recipiente de vidrio hermético y refrigerado

(6 - 8 °C) y se mantendrá en estas condiciones hasta su dilución con más agua destilada para establecer las concentraciones requeridas en el desarrollo de la etapa experimental.

Terminadas las 48 horas de maceración, el extracto viscoso extraído se filtró con una gasa. Finalmente, se extraen diferentes volúmenes, de este extracto, para agregar diferentes dosis, a las muestras de agua con pH de 7, 7.8 y 8.33.

Figura 2

*Proceso de la obtención de mucílago de *Linum usitatissimum**



Figura 3

*Proceso de filtrado del mucílago de *Linum usitatissimum**



2.4.3. Determinación de Parámetros fisicoquímicos.

2.4.3.1. Pretratamiento.

Primero se recolectó agua de tres (03) puntos de muestreo, con un total de 40 litros, por punto, con las que se formó un compósito. Las muestras recogidas, fueron llevadas al Laboratorio SGS del Perú S.A.C, para la determinación de Turbidez y pH.

Tabla 3

Características de los parámetros a medir.

Parámetro	Unidad de Medida
Turbidez	(UNT Unidades Nefelométricas de Turbidez)
pH	(Escala de 0 a 14)

2.4.3.2. Tratamiento:

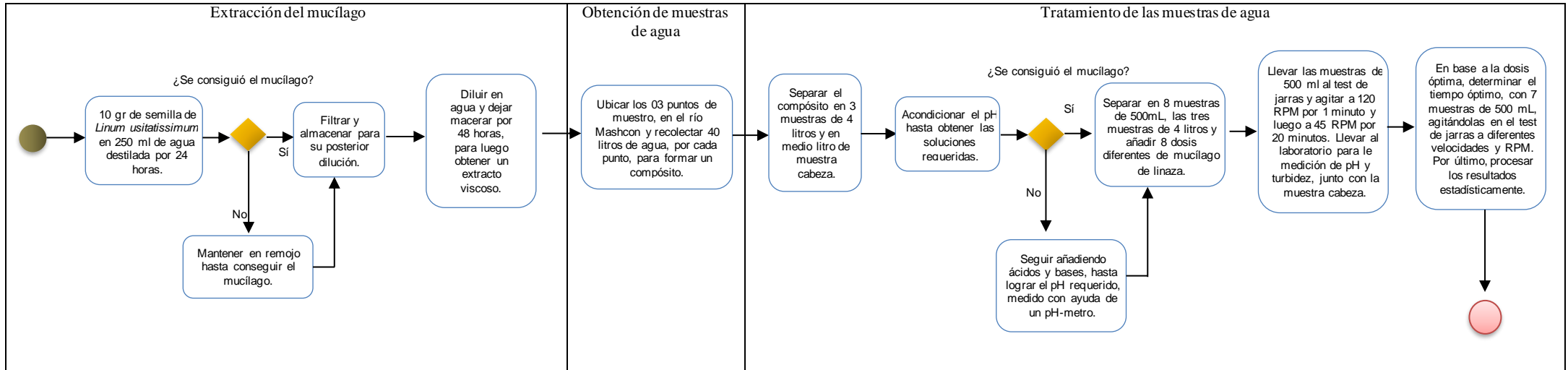
Para la adición de mucílago a las muestras de agua del río Mashcon, se tomaron, del compósito, (03) tres muestras de 4 L cada una, a las que se les acondicionó el pH, para alcanzar un valor de 7, 7.8 y 8.33. Luego, se distribuyeron las muestras en vasos de precipitación de 500 ml y se les agregó 08 diferentes dosis del mucílago (0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5, 1.75 y 2 mL), a cada una. Por último, se las llevó a agitación usando el test de jarras, usando velocidades altas de 120 RPM, por un minuto; y bajas, de 45 RPM, por 20 minutos. Se dejó reposar las muestras por 30 minutos, antes de determinar la turbidez después del proceso de floculación.

- Métodos para el análisis de post tratamiento.

En esta etapa se analizará los datos obtenidos de las tablas a través de gráficos, de tal forma determinar el grado de relación entre las variables cuantitativas como son los resultados del análisis de los parámetros antes mencionados.

Figura 4

Proceso del experimento



CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Análisis fisicoquímicos de las muestras (pretratamiento).

A continuación, se presentan los resultados, obtenidos en el laboratorio, de las propiedades fisicoquímicas (pH y turbidez), del compósito formado para la muestra CABEZA, del agua del río Mashcon, antes del tratamiento con mucílago.

Tabla 4

Determinación de parámetros fisicoquímicos del compósito.

Parámetros	Muestra CABEZA
Volumen (mL)	500
pH	7.7
Turbidez (NTU)	257

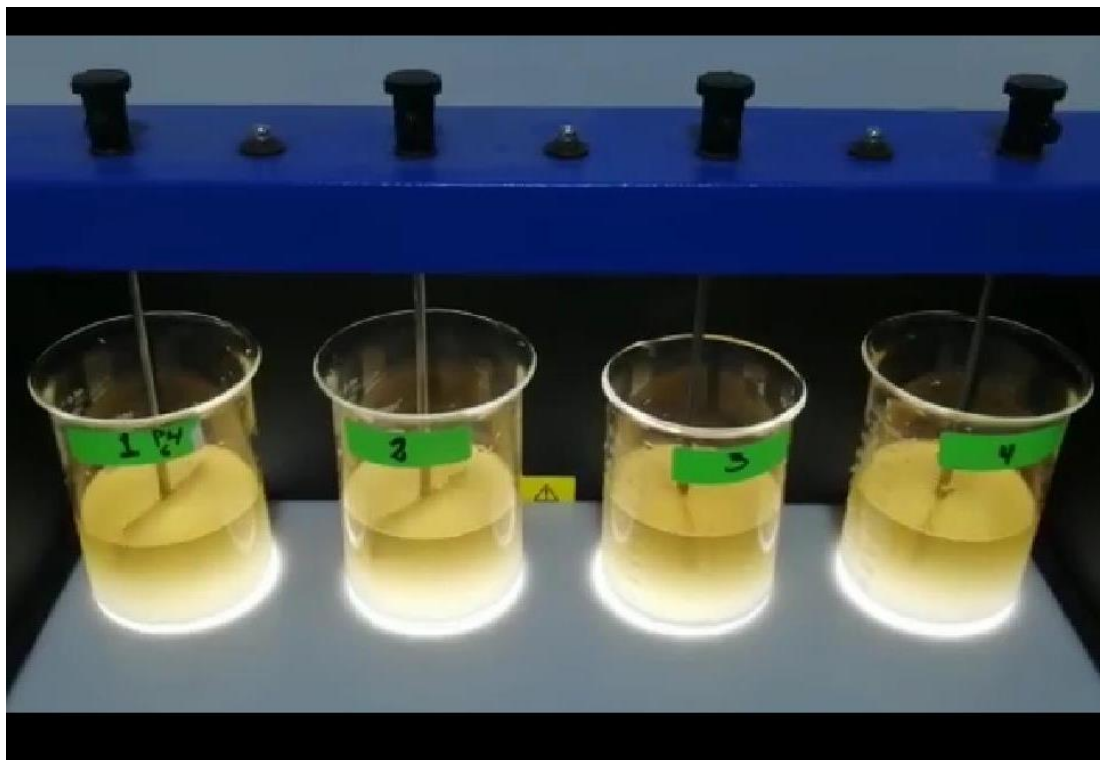
Esta data fue obtenida del primer muestreo que se realizó (pretratamiento), donde se resaltaron los parámetros antes mencionados, provenientes del compósito formado por los tres puntos de muestreo en el río Mashcon.

3.2 Determinación de parámetros fisicoquímicos (Post - tratamiento).

En esta parte se harán referencia a los datos recolectados después del tratamiento de las muestras con mucílago de *Linum usitatissimum*.

Figura 5

Ensayos con el mucílago de “Linum usitatissimum”.



3.3 Análisis Físico Químicos en Laboratorio

Los análisis físico químicos están en el marco de la acreditación por el Organismo Peruano de acreditación INACAL – DA con registro N° LE-002 y se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Se utilizó el método del ensayo: “*SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity Nephelometric Method*”. Se determinó los siguientes resultados.

Tabla 5

Turbidez de la muestra, al tratarla con mucílago, a un pH de 7.8

Mucílago de <i>Linum usitatissimum</i> (mL)	Turbidez (NTU)
0.25	18.40
0.50	9.70
0.75	22.00
1.00	19.00
1.25	32.30
1.50	25.20
1.75	24.80
2.00	31.90

Tabla 6

Turbidez de la muestra, al tratarla con mucílago, a un pH de 8.33

Mucílago de <i>Linum usitatissimum</i> (mL)	Turbidez (NTU)
0.25	32.40
0.50	36.60
0.75	37.70
1.00	45.60
1.25	27.80
1.50	31.00
1.75	31.50
2.00	31.70

Tabla 7

Turbidez de la muestra, al tratarla con mucílago, a un pH de 7

Mucílago de <i>Linum usitatissimum</i> (mL)	Turbidez (NTU)
0.25	13.20
0.50	27.70
0.75	47.60
1.00	31.50
1.25	27.60
1.50	31.40
1.75	26.20
2.00	22.70

3.4 Presentación de resultados

Ecuación 1: Cálculo del porcentaje de remoción de turbidez

$$\% \text{ de remoción} = \frac{\text{Turbidez inicial} - \text{turbidez final}}{\text{Turbidez inicial}} \times 100$$

Ecuación 2: Cálculo de la eficiencia de remoción de turbidez

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Remoción estimada}}{\text{Remoción alcanzada}} \times 100$$

Tabla 8

Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 7.8

Dosis de mucílago de <i>Linum usitatissimum</i> (mL)	Remoción de turbidez (%)
0.25	92.84
0.50	96.23
0.75	91.44
1.00	92.61
1.25	87.54
1.50	90.27
1.75	90.35
2.00	87.59

Figura 6

Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 7.8

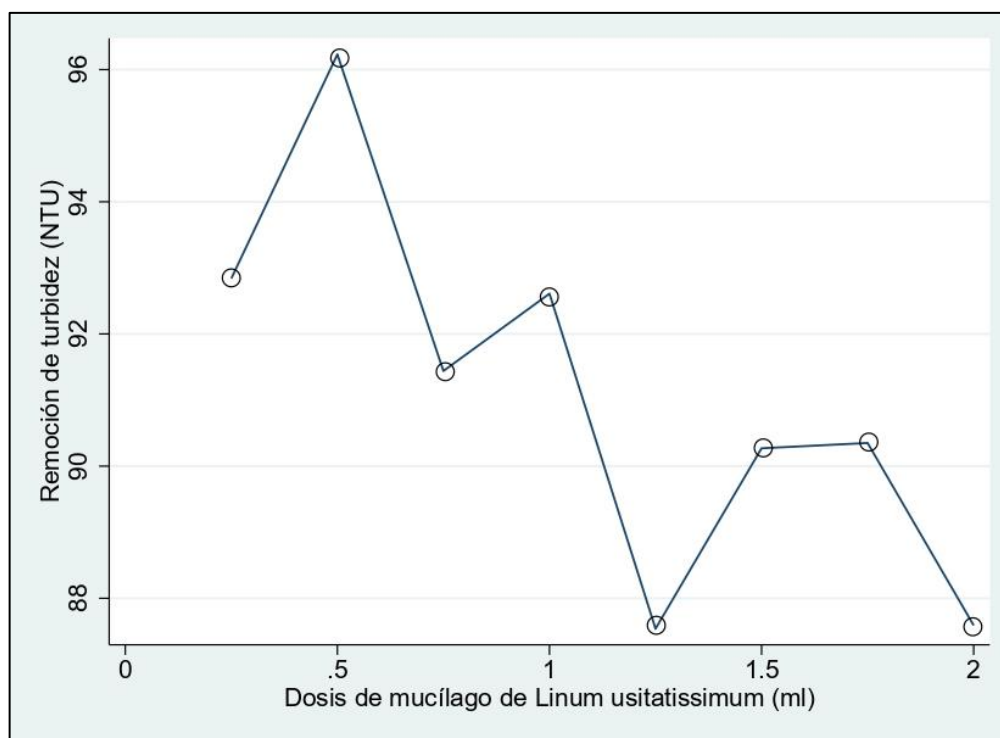


Tabla 9

Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 8.33

Dosis de mucílago de <i>Linum usitatissimum</i> (mL)	Remoción de turbidez (%)
0.25	87.39
0.50	85.76
0.75	85.33
1.00	82.27
1.25	89.18
1.50	87.94
1.75	87.74
2.00	87.67

Figura 7

Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 8.33

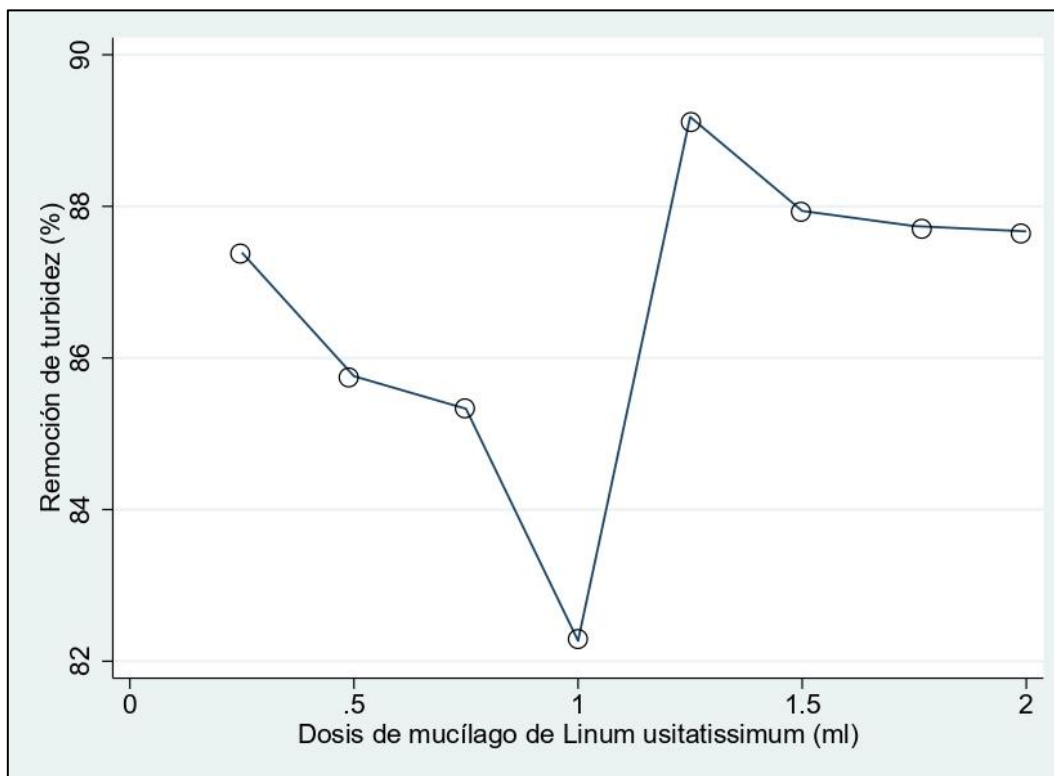


Tabla 10

Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 7

Dosis de mucílago de <i>Linum usitatissimum</i> (mL)	Remoción de turbidez (%)
0.25	94.86
0.50	89.22
0.75	81.48
1.00	87.74
1.25	89.26
1.50	87.78
1.75	89.81
2.00	91.17

Figura 8

Remoción de turbidez, con respecto a la dosis de mucílago, a un pH de 7

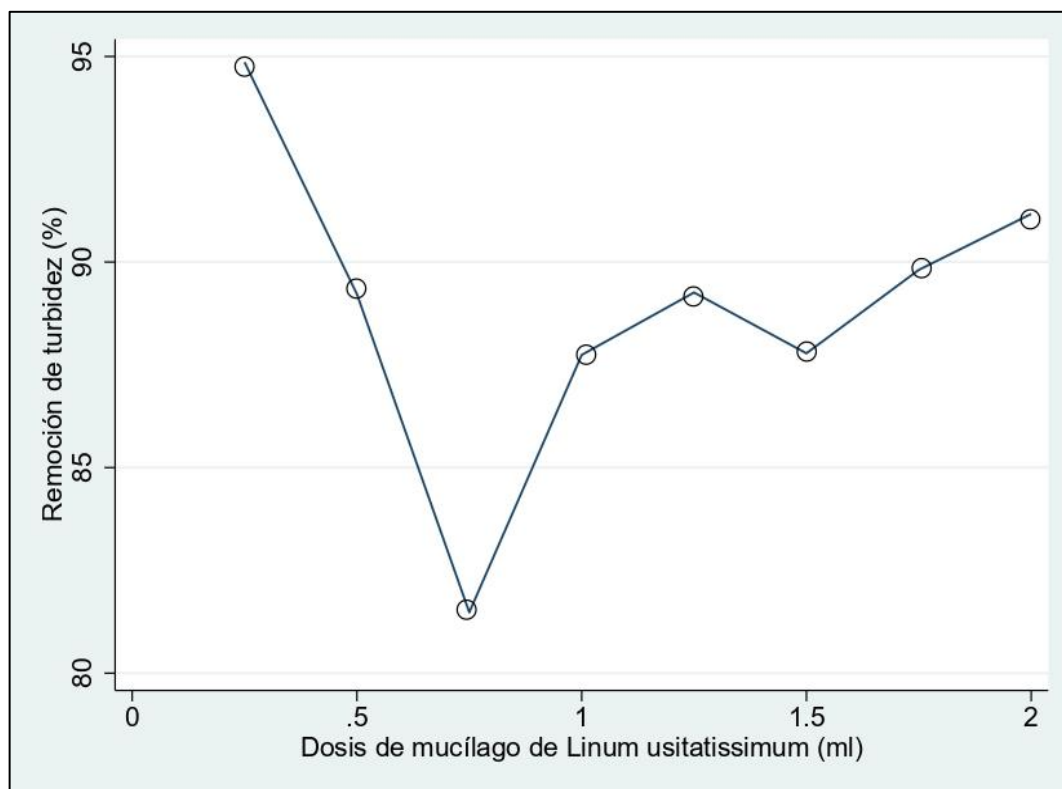


Tabla 11

Remoción de turbidez promedio, en función del pH.

Estadística	pH 7.8	pH 8.33	pH 7
Remoción de turbidez promedio	91.11%	86.66%	88.92%
Varianza	8.28	4.65	14.20
Desviación Estándar	0.75	2.16	3.77
Coefficiente de variación	0.03	0.03	0.04
Coefficiente de correlación	-0.76	0.36	-0.02

Al procesar los resultados experimentales en el programa STATA 16, se observa, en la tabla 11, que el mayor porcentaje de remoción promedio lo tiene la prueba realizada en las muestras de agua con pH 7.8. Según el coeficiente de correlación de esta matriz, el modelo de regresión es lineal con pendiente negativa. Además, tiene un coeficiente de regresión de 0.573, con un intervalo de confianza $\alpha = 95\%$. Por otro lado, el promedio de remoción de turbidez, en los tres pH, es de 88.90%. Al usar la ecuación 2, se determina que la eficiencia de remoción del mucílago de *Linum usitatissimum*, en base a la remoción de turbidez media, es de 89.99%.

Figura 9

Eficiencia media de remoción de turbidez, en diferentes pH.

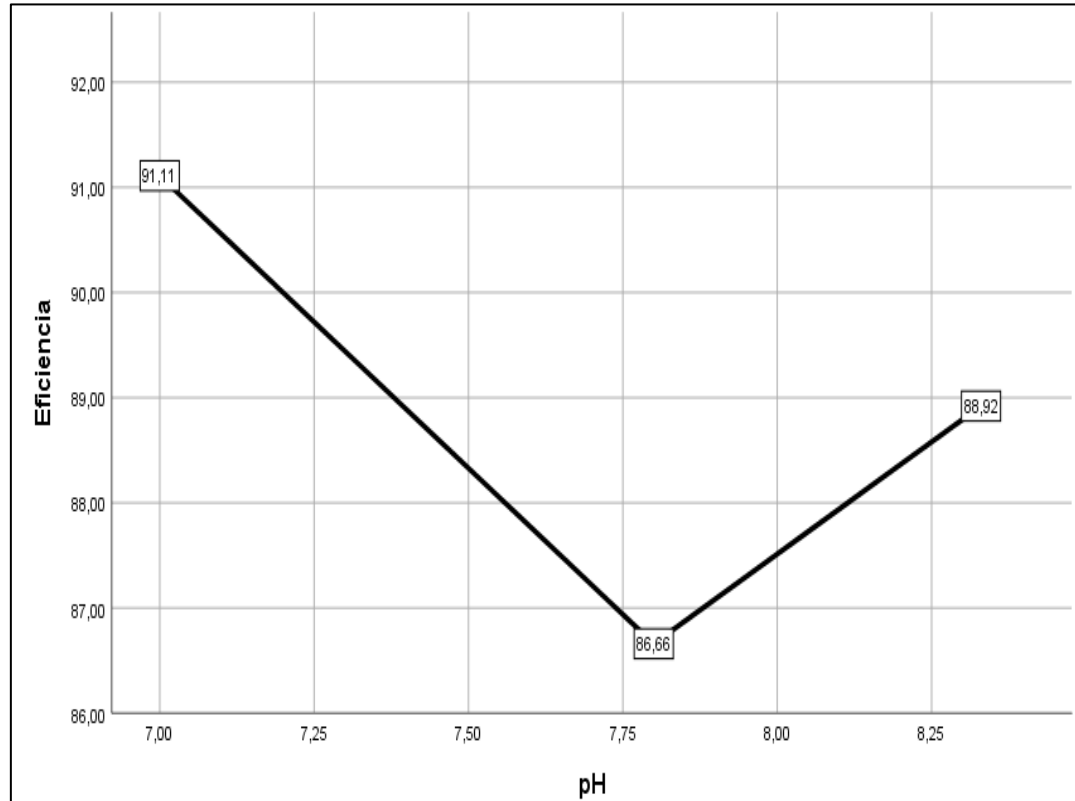


Tabla 12

*Turbidez de las muestras, luego del tratamiento con mucílago de *Linum usitatissimum*, a diferentes tiempos de agitación.*

Dosis (mL)	Tiempo de agitación (minutos)	Velocidad de agitación (RPM)	Turbidez (NTU)
0.5	45	300	11.7
0.5	45	250	12.7
0.5	45	200	11.9
0.5	45	120	19.2
0.5	45	120	10.2
0.5	30	120	11.9
0.5	20	120	9.4

Nota: Tiempo óptimo de agitación es de 20 minutos a 120 RPM.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Análisis y discusión

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la determinación de los parámetros fisicoquímicos del compósito de las muestras del río Mashcon que tienen una turbidez inicial de 257 NTU con un pH de 7.7, esto demuestra que sus aguas se encuentran directamente afectadas por las actividades humanas, por ello se compara con la tesis de Calla (2019), quien indica que el río Mashcon es contaminado por el vertimiento de aguas residuales domésticas sin previo tratamiento, deslizamientos de tierras, lavado de vehículos, arrojado de residuos sólidos, entre otros. Es por ello que se aplica una técnica de remoción de turbidez.

4.1.1 Análisis de parámetros fisicoquímicos (postratamiento).

En la tabla 5 se aprecia que los datos obtenidos con el tratamiento con mucílago a una concentración de 0.5 mL en 500 mL, redujo la turbidez de 257 NTU a 9.7 NTU, representando un 96.23 % de remoción, como se observa en la tabla 8. Esta concentración se encuentra dentro de lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental aprobados por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que dictaminan una concentración no mayor a 100 NTU, para aguas destinadas a recreación. A su vez, en las tablas 8, 9 y 10, se muestra que, en todos los ensayos, se ha podido reducir la turbidez hasta que se encuentre dentro de los ECAs, teniendo los porcentajes de remoción mayores al 80%.

4.1.2 Discusión de resultados.

Los resultados obtenidos al aplicar el concentrado de mucílago de *Linum usitatissimum*, muestran que este método de floculación tiene una eficiencia media de 91.11%, para muestras de agua con 7.8 de pH; 86.66%, para muestras de agua

con 8.33 de pH; y, 88.92%, para aguas con 7 de pH; siendo la primera la que tiene una mayor eficiencia, según se observa en la tabla 11. En la investigación de Lopez, Lugo y Mendoza (2019), obtienen un 93.91% de remoción de turbidez luego de la aplicación del *Linum usitatissimum* cuya agua inicial presentó una turbidez 260 NTU. Estas altas eficiencias en la remoción de turbidez lo explican Santa Cruz (2016), quien especifica que el pH del agua es importante en el proceso de floculación, ya que la mayor eficiencia de remoción de turbidez se da, por lo general, en un rango de 6.0 a 7.8 de pH, siendo el agua con pH cercano a 7.5 la que mayor disminución de turbiedad logró, y el agua con pH mayor a 8, la que menos porcentaje de remoción tuvo. Es por esta razón, que en la presente tesis se usaron pH mayores a 6.5; siendo, en este caso, la muestra con un pH de 7.8, la que obtuvo una mejor disminución de la turbidez, seguido del agua con pH 7 y, por último, la muestra de pH 8.33. Asimismo, esto también depende de los tratamientos que se aplique a la muestra como lo señala en su tesis Minaya (2018), que realizó un pretratamiento con un filtro primario y luego añadió la *Linum usitatissimum* para obtener mayor remoción de turbidez en la muestra logrando obtener 35.2 NTU a partir de una muestra inicial de 1270 NTU.

Otro de los puntos importantes a tener en cuenta en el proceso de formación del floc, es que en este fenómeno intervienen diferentes factores, entre los cuales se encuentran la dosis del floculante y el tiempo de agitación a la que es sometida la muestra de agua. La dosis óptima registrada luego de los ensayos en laboratorio fue de 0.5 mL, siendo la que redujo en mayor medida la turbidez del agua. Por ende, en base a esta dosis, se trabajó el tiempo óptimo de remoción. Según Restrepo (2009), la turbulencia que se genera en el líquido, al agitarlo, provoca el

movimiento de las partículas a diferentes velocidades y direcciones, lo que aumenta la probabilidad de colisión entre ellas. Estos impactos, que originan el floc, se denomina floculación ortocinética y actúa en un rango de 20 a 30 minutos de agitación, razón por la cual, el tiempo óptimo de floculación en la presente tesis, fue de 20 minutos.

4.2 Conclusiones

La eficiencia de remoción del mucílago de *Linum usitatissimum*, como floculante, es del 89.99%.

El porcentaje de remoción del mucílago de *Linum usitatissimum*, como coagulante, es de 91.11%, en promedio, para un pH de 7.8; de 86.66% para un pH de 8.33; y, de 88.92%, para un pH de 7.

La dosis óptima de floculación, usando el mucílago de *Linum usitatissimum*, es de 0.5 mL, en 500 mL de muestra de agua.

El tiempo óptimo de floculación, en base a la dosis óptima de floculación, usando el mucílago de *Linum usitatissimum*, es de 20 minutos, a 120 RPM.

REFERENCIAS

- ANA (2016). R.J. N° 010-2016-ANA Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Lima – Perú.
- Apaza, H. (2016). Tratamiento ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas destinadas al riego de cultivos en Arequipa. Universidad católica Santa María. Arequipa – Perú.
- Arias, A., Hernández, J., Castro, A. y Sánchez, N. (2017). Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la *M. oleífera* como coagulante natural. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15nspe/v15nspea04.pdf>
- Ávila J. (2016) Reducción de la turbiedad de lixiviados mediante el proceso de la coagulación con el almidón de plátano – Colombia.
- Calla, J. (2019). Actividades antrópicas y calidad del agua en el río Mashcon. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3319/ACTIVIDADES%20ANTR%C3%93PICAS%20Y%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20EN%20LA%20CUENCA%20DEL%20R%C3%8DO%20MASHC%C3%93N.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrasquero, S., Martínez, M., Castro, M., López., Díaz, A y Colina, G. (2018) Remisión de turbidez usando semillas de *Tamarindus indica* como coagulante en la potabilización de aguas. Publicación cuatrimestral. Publicación Cuatrimestral. Vol. 4, No 1, Enero/Abril, 2019, Ecuador (19-44).

Castañeda, A., Zavaleta, N. y Siche, R. (2019). Optimización del proceso de extracción del mucílago de *Linum usitatissimum* utilizando un diseño secuencial. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172019000100002&script=sci_arttext

Cerón, I y Garzón, N. (2015) Evaluación de la semilla de *Moringa oleífera* como coadyudante en el proceso de coagulación para el tratamiento de aguas naturales del río Bogotá en su paso por el municipio de Villapinzón Cundinamarca. Disponible en:

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8109/EVALUACION%20DE%20LA%20SEMILLA%20DE%20MORINGA%20OLEIFERA%20COMO%20COADYUDANTE%20EN%20EL%20PROCESO%20DE%20COAGULACION%20PARA%20E.pdf?sequence=1>

Díaz, J. (2014). Coagulantes – floculantes orgánicos e inorgánicos elaborados de y reciclaje de la chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas.

Disponible de: <http://www.cervantesvirtual.com/obra/coagulantes-floculantes-organicos-e-inorganicos-elaborados-de-plantas-y-del-reciclaje-de-la-chatarra-para-el-tratamiento-de-aguas-contaminadas/>

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias Lima, Perú de junio de 2017. Disponible en:

<http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/>

Fernández, A., Chávez, M., Herrera, F., Mas, M., Mejías, D. y Díaz, A. (2008)

“Evaluación del exudado gomoso de *Acacia simeia* como coagulante en la

clarificación de aguas para consumo humano” Rev. Téc. Ing. Univ.

Zulia v.31 n. Especial Maracaibo dic. 2008

Gómez Gutiérrez, K. (2010) Eficiencia del coagulante de la semilla de *Moringa oleífera* en el tratamiento de agua con baja turbidez. Zamorano – Honduras

López, P., Lugo, M. y Mendoza, I. (2019). Eficiencia de la linaza (*Linum usitatissimum* L.) como coagulante en la clarificación del agua. Disponible en: <https://revistainnova.org/index.php/innova/article/view/105/317>

Martínez, J. y Gonzales, L (2012). Evaluación del poder coagulante de la tuna (*opuntia ficus*) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas. Universidad de Cartagena facultad de ingeniería programa de ingeniería química Cartagena de Indias D.T. y C.

Melo, G. y Turriago, F. (2012) Evaluación de la eficiencia de la utilización de semillas de *Moringa oleífera* como una alternativa de biorremediación en la purificación de aguas superficiales del caño cola de pato ubicado en el sector rural del municipio de Acacias. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD facultad de ciencias económicas programa ingeniería agroforestal Villavicencio

Medlin, K. (1990). *Berkeleya spp.* de aguas antárticas, incluida *Berkeleya adeliensis sp. nov.*, una nueva diatomea que habita en tubos de la superficie inferior del hielo marino. Nova Hedwigia Beih. 100: 77-98.

Minaya, R. (2018). Eficacia de los coagulantes *Linum usitatissimum* y *Salvia hispánica* en la remoción de sedimentos de las aguas residuales de la avícola San Fernando S. A. C. para el uso de riego categoría3. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/18617/Minaya_LRK.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Okun D. (1994). Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales. México Limusa 1994 (reimp. 2002). Ingeniería sanitaria y de aguas residuales

Restrepo, H. (2009). Evaluación del proceso de coagulación – floculación de una planta de tratamiento de agua potable. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/11051313.pdf>

Santa Cruz, J. (2016). Influencia del pH en la eficiencia del proceso de coagulación – floculación en el tratamiento de agua potable para la ciudad de Moyobamba. Disponible en: http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2391/TP_ISA_00_015_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SEDAPAL. (2000). Tratamiento de agua coagulación y floculación. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/andia.pdf>

SENAMHI Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (s.f.). Datos Hidrometeorológicos. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>

Solís, R., Laínez, J y Hernández, J. (2012) Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales. Rev. Int. Contam. Ambiental Vol.28 no.3 Mexico ago. 2012

Velandia. J; Ramírez. J y Bohorquez. R (2007) Desarrollo de un prototipo de un instrumento nefelométrico para medir turbidez. Universidad de san Buenaventura Bogota D.C 2007

Vázquez. E y Rojas. T. (2016) pH: Teoría y 232 problemas. Departamento de
ciencias Naturales ISBN: 978-607-28-0689-4 mayo 2016

ANEXOS

Anexo 1.

Tabla 13

Operacionalización de variables.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Mucílago de <i>linum usitatissimum</i>	El Lino (linaza), es una planta herbácea anual de la familia Linácea, con raíz fibrosa. El fruto es una cápsula redonda con ocho a diez celdillas membranosas que encierran a pequeñas semillas aplanadas y de color gris brillante. Las semillas del lino (linaza) contienen mucílago (6%), pectinas, sales minerales y ácidos grasos esenciales (linoleico y Linolénico). (Minaya, 2018).	En este proceso operacional se determinará el proceso de uso del mucílago de linaza para la reducción de contaminantes en el agua.	Propiedades intrínsecas de mucílago de " <i>Linum usitatissimum</i> "	Concentración de mucílago de " <i>Linum usitatissimum</i> "
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Disminución de turbidez del agua	Se entiende como la falta de transparencia de un líquido, debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en	En este proceso se determinará la reducción de turbidez presente en el agua	ECA (Uso recreacional)	NTU (Unidad Nefelométrica de Turbidez)

suspensión haya en
el líquido, más
sucio parecerá este
y más alta será la
turbidez. La
turbidez es
considerada una
buena medida de la
calidad del agua,
cuanto más turbia,
menor será la
calidad (Velandia
et al 2007)

Anexo 2.

Tabla 14

Parámetros para riego de vegetales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Fisicoquímicos		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	mg/L	<2000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros y Fosfatos – P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	0.06
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4
pH	Unidad de pH	6.5-8.5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0.05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0.05
Bario total	mg/L	0.7
Boro	mg/L	0.5-6
Cadmio	mg/L	0.005
Cianuro Wad	mg/L	0.1
Cobalto	mg/L	0.05
Cobre	mg/L	0.2
Cromo (6+)	mg/L	0.1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2.5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso y Níquel	mg/L	0.2 c/u
Mercurio	mg/L	0.001
Plata, Plomo, Selenio	mg/L	0.05
Zinc	mg/L	2

Orgánicos		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0.001
S.A.A.M.(detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/L	1

Anexo 3 Continuación de la Tabla 14

Parámetros para riego de vegetales.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Aldrín (CAS 309-00-2) y Endrin	ug/L	0.004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0.3
DDT	ug/L	0.001
Dieltrín (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0.7
Endosulfán	ug/L	0.02
Heptacloro (N°CAS 76-44-8) Y heptacloripoxido	ug/L	0.1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7.5

Fuente: Decreto Supremo N° 002 -2008–MINAM

Anexo 4.

Tabla 15

Parámetros para agua de bebida de animales.

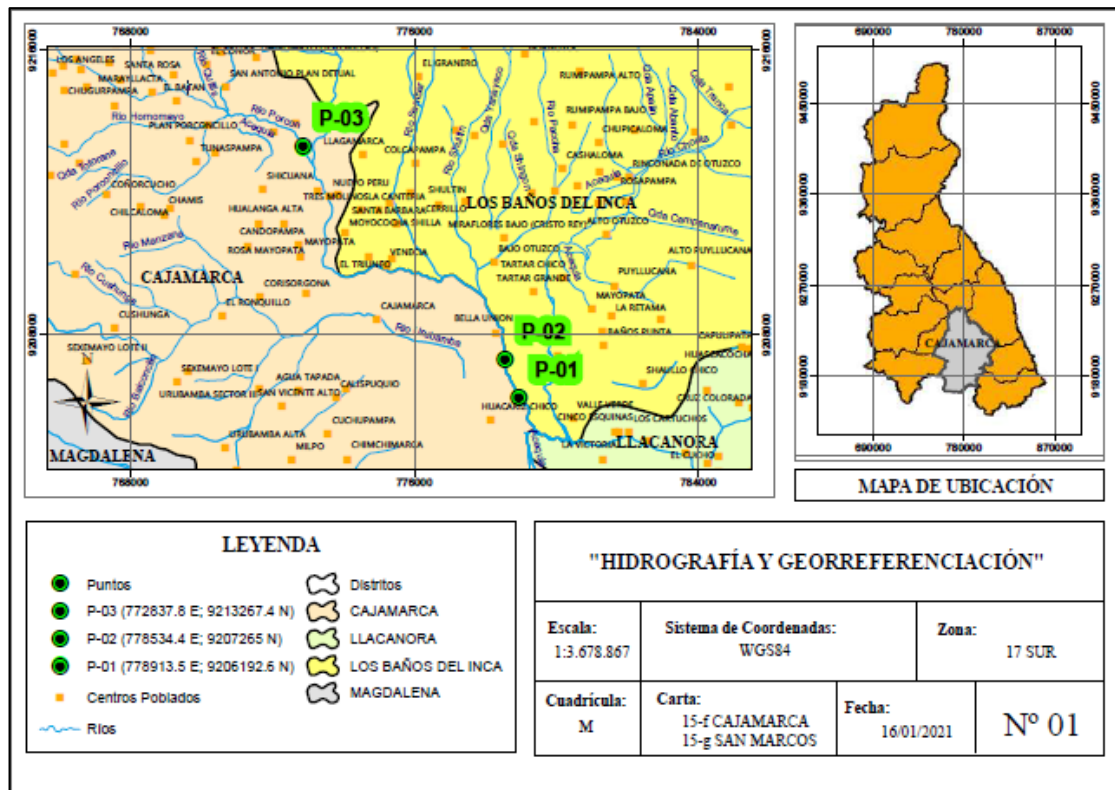
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Fisicoquímicos		
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	<=5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<=15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruro	mg/L	2
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	50
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	1
Oxígeno Disuelto	mg/L	>5
pH	Unidades de pH	6.5-8.4
Sulfatos	mg/L	500
Sulfuros	mg/L	0.05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico y Berilio	mg/L	0.1c/u
Boro	mg/L	5
Cadmio	mg/L	0.01
Cianuro WAD	mg/L	0.1
Cobalto	mg/L	1
Cobre	mg/L	0.5
Cromo (6+) y Hierro	mg/L	1c/u
Litio	mg/L	2.5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0.2
Mercurio	mg/L	0.001
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Plomo	mg/L	0.05
Selenio	mg/L	0.05
Zinc	mg/L	24
Orgánicos		
Aceites y grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0.001

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2008–MINAM

Anexo 5

Figura 10

Mapa de ubicación del río Mashcón



Fuente: Instituto Geológico Nacional

Figura 11

Tesista en el proceso de dosificación para las concentraciones de mucílago



Figura 12

Muestreo de aguas del río Mashcon



Anexo 6

Figura 13

Cadena de custodia de la muestra cabeza

Laboratorio Cajamarca
Calle Amable Marquez 257, Barrio San Antonio
Telf: 076 387723
Email: peru@laboratorio@sgs.com

Laboratorio Arequipa
Frente Cliente N° 272, Parque Industrial
Telf: 054 2000000
Email: arequipa@laboratorio@sgs.com

Laboratorio Callao
Avenida General Bolognesi 1000, Callao 1
Telf: 051 517 1000
Email: peru@laboratorio@sgs.com

Nº 250956

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA

DATOS DEL CLIENTE

Cliente : _____ Razón Social : _____
 Contacto : _____ RUC : _____
 Teléfono : _____ Dirección : _____
 E-mail : _____ Proyecto : _____
 Lugar de Inspección : _____
 Muestra por : _____
 Enviar el Informe A: El Cliente El Cliente

FACTURAR A: Periódico No Periódico Especial

Dirección : Poligono Industrial Pampa del Ganso 37
 Teléfono : 980605359
 Email : peru@laboratorio@sgs.com

Nº de OI : _____ Nº de Práctica : _____
 Fecha de inicio : _____ Hora de finalización : _____
 Nº de MA : _____

Item	Estación	Coordenadas UTM WGS 84 <input type="checkbox"/> Pseudo <input type="checkbox"/>	Altitud (msnm)	Tipo de Agua	Tipo de Muestra Simple <input type="checkbox"/> Compuesta <input type="checkbox"/>	Fecha	Hora	P	V	Cantidad de envases (Plástico / Vidrio)	Analisis requeridos / Preservantes
1	Dobrya		2660	AS	V	31-12-20	9 AM	V	V	24	Turbidez
2	300-45-20			AS	V			V	V		
3	250-45-20			V	V			V	V		
4	200-45-20			V	V			V	V		
5	120-45-20			V	V			V	V		
6	120-45-20			V	V			V	V		
7	120-45-30			V	V			V	V		
8	120-45-45			V	V			V	V		

Inspector responsable: _____ Fecha: _____
 Representante del Cliente: _____ Fecha: _____
 Firma: _____

Muestra enviada vía: Terrestre Aéreo Marítima

Responsable del Envío: _____
 Agencia / Persona a cargo del Transporte: _____
 RUC / DNI: _____
 Fecha y Hora del envío: _____

Fecha de Recepción de las Muestras: _____ Hora: 08:00
 Responsable de la Recepción de las Muestras: H. TOROVS

Condiciones en que se recibieron las muestras:
 Refrigeradas Preservadas Dentro del tiempo de conservación
 N° de muestras rotas: _____
 Otros (especificar): _____

Firma: _____
 Hoja _____ de _____

RÉCIBIDO
 SGS del Perú S.A.C. RI
 31 DIC. 2020
 Environment

OSERVACIONES
 Leer la cabeza con gotitas Prev

Anexo 7

Figura 14

Cadena de custodia del análisis del compósito

SGS

Laboratorio Calle
Avenida Elmer Beltrán, s/n, Calle 1
Telfonos: (01) 517 1100
E-mail: pa.laboratorio@sgs.com

Laboratorio Arequipa
Empleo: 23, Parque Industrial
Telfonos: (054) 213500
E-mail: and.paredes@sgs.com

Laboratorio Cajamarca
Calle Antonio Torrez 257, Barrio San Antonio
Telfonos: (051) 820 0000
E-mail: jada.huarcas@sgs.com

Nº 250953

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA

FACTURAR A:

DATOS DEL CLIENTE

Cliente : _____
 Contacto : _____
 Teléfono : _____
 E-mail : _____
 Proyecto : _____
 Lugar de inspección : _____
 Contacto : **ENVIAR EL INFORME A:** _____
 Dirección : **Paqueta, Dora, 2012**
 Teléfono : **978 607339**
 E-mail : **paqueta.dora@sgs.com**

FACTURAR A:

Nombre : _____
 RUC : _____
 Dirección : _____
 Teléfono : _____
 E-mail : _____

FECHA DE INICIO: _____ **Nº de Pr. Act:** _____ **Nº de Pr. An:** _____

HORA DE INICIO: _____ **HORA DE FINALIZACIÓN:** _____

Item	Etiqueta	Coordenadas UTM		Altitud (metros)	Tipo de Agua	Tipo de Muestra		Fecha	Hora	p	V	Análisis requeridos / Preservantes	TIPOS DE AGUA*
		WGS 84	PROY. 50			Simple	Composital						
1	1			1660	Superficial			31-12-20	9:20 AM	V	V		AGUA NATURAL A1 - Agua de lluvia A2 - Agua de manantial A3 - Agua de riego A4 - Agua de río A5 - Agua superficial A6 - Agua de lago / laguna A7 - Agua de depósito atmosférico
2	1			1660	Superficial					V	V		AGUA RESIDUAL A8 - Agua residual doméstica A9 - Agua residual industrial A10 - Agua residual sanitaria A11 - Agua residual remanente
3	1			1660	Superficial					V	V		AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO A12 - Agua de botella A13 - Agua de bebida
4	1			1660	Superficial					V	V		AGUA DE PROCESO A14 - Agua de extracción y refinamiento A15 - Agua de ablandamiento para calderas A16 - Agua de fabricación A17 - Agua de limpieza A18 - Agua de enfriamiento
5	1			1660	Superficial					V	V		AGUA DE PROCESO A19 - Agua de extracción y refinamiento (salina)
6	1			1660	Superficial					V	V		AGUA DE PROCESO A20 - Agua de extracción y refinamiento (salina)
7	1			1660	Superficial					V	V		AGUA DE PROCESO A21 - Agua de extracción y refinamiento (salina)
8	1			1660	Superficial					V	V		AGUA DE PROCESO A22 - Agua de extracción y refinamiento (salina)

Observaciones: PH - 8.0

RECIBIDO
 SGS del Perú S.A.C.
 31 DIC. 2020
 Environment

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:
 Fecha de Recepción de las Muestras: **31 Dic 2020** Hora: **08:00**
 Responsable de la Recepción de las Muestras: **H. Terrens**
 Condiciones en que se recibieron las muestras:
 Refrigeradas
 Preservadas
 Dentro del tiempo de conservación
 N° de muestras rotas: **0**
 Otros (especificar): _____
 Temperatura (°C): **3.3**
 Firma: **Mar 94 P/01**
 Hora: _____ de _____

Anexo 8
Figura 15

Cadena de custodia del análisis de las muestras del compósito

SGS

Av. E. Falcón 3248, Callao 1
Teléfono: (01) 517 1900
E-mail: pr.laboratorio@sgs.com

LABORATORIO CALLEJO

Av. E. Falcón 3248, Callao 1
Teléfono: (01) 517 1900
E-mail: pr.laboratorio@sgs.com

LABORATORIO AREQUIPA

E. Guerrero N° 275, Parque Industrial
Teléfono: (054) 213800
E-mail: zeta.paredes@sgs.com

LABORATORIO CAJAMARCA

Calle Anillo Mayor 271, Centro San Antonio
Teléfono: (076) 867723
E-mail: jhelo.huarcay@sgs.com

LABORATORIO CALLEJO

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA

Nº 250954

DATOS DEL CLIENTE

Cliente: _____ Razón Social: _____
 Contacto: _____ RUC: _____
 Teléfono: _____ Dirección: _____
 E-mail: _____ Contacto: _____
 Proyecto: _____ Teléfono: _____
 Lugar de Inspección: _____ Muestreado por: _____

ENVÍAR EL INFORME A:

Envío: El Cliente El Cliente

Perdido No Perdido Especial

Fecha de inicio: _____ Fecha de finalización: _____
 Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____

Nº de Orden: _____ Nº de Presadid: _____
 Nº de M.A.: _____

Item	Estación	Coordenadas UTM WGS 84 <input type="checkbox"/> PSAD 56 <input type="checkbox"/>	Altitud (metros)	Tipo de Agua	Simple	Composta	Fecha	Hora	P	V	Cantidad de envases (Plástico / Vidrio)	Análisis requeridos / Preservantes	TIPOS DE AGUA*
1	1		2660	superf	V		31/03/20	9AM	V	V	Turbidez PH	AGUA NATURAL AGB: Agua subterránea AGM: Agua de manantial AG: Agua mineral AS: Agua de río ASR: Agua superficial ADP: Agua de río ADA: Agua de lago / laguna ADA: Agua de deposición atmosférica	
2	1			superf	V				V	V		AGUA RESIDUAL AR: Agua residual procesada ARR: Agua residual doméstica AAR: Agua residual municipal	
3	1			superf	V				V	V		AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO AB: Agua de bebida	
4	1			superf	V				V	V		AGUA DE PROCESO APC: Agua de extracción o refinamiento AAC: Agua de alimentación para animales AC: Agua de corderos AL: Agua de lavado	
5	1			superf	V				V	V		AGUA DE PROCESO APM: Agua para cocción APM: Agua de lavado / remoción (de proceso)	
6	1			superf	V				V	V			
7	1			superf	V				V	V			
8	1			superf	V				V	V			

RECEBIDO
SGS del Perú S.A.C. RECEBIDO
31 JUL. 2020
Environment

Inspector responsable: _____ Fecha: _____
 Representante del Cliente: _____ Fecha: _____
 Firma: _____

Maestra enviada vía: Internet Aéreo Fiel Marítimo

Responsable del Envío: _____
 RUC / DNI: _____
 Fecha y Hora del envío: _____

Responsable de la Recepción de las Muestras: **H. TERNOS** Hora: **08:00**
 Responsable de la Recepción de las Muestras: _____
 Condiciones en que se recibieron las muestras: **11ac 94 961**
 Refrigeradas Preservadas Dentro del tiempo de conservación
 N° de muestras rotas: **0** Otras (especificar): **9.4**

Firma: _____ Temperatura (°C): **23**
 Hoja **1** de **1**

Anexo 9

Figura 16

Resultados de la muestra cabeza



PRETELL AVALOS DE HUAMANQUISPE ROSA ELVIRA

AV. AMÉRICA NORTE 1810 - URB. LAS QUINTANAS - LA LIBERTAD - TRUJILLO- TRUJILLO

ENV / LB-347607-002

PROCEDENCIA : FISCAL

Fecha de Recepción SGS : 31-12-2020

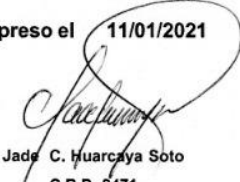
Fecha de Ejecución : Del 31-12-2020 al 08-01-2021

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
CABEZA
300-45-20
250-45-20
200-45-20
120-45-20
120-45-30
120-45-45

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 11/01/2021


Jade C. Huaracaya Soto

C.B.P. 8471

Jefe de Oficina

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1 t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Fomento Günther 275 Pisco Industrial Arequipa t (054) 213 506 a Pe.servicios@sgs.com

Anexo 10
Figura 17

Resultados de la muestra cabeza



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2026195 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA					CABEZA		300-45-20	
FECHA DE MUESTREO					31/12/2020		31/12/2020	
HORA DE MUESTREO					09:00:00		09:00:00	
CATEGORIA					AGUA NATURAL		AGUA NATURAL	
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL		AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre		
Análisis Físicoquímicos								
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	257.0 ± 54.0	11.7 ± 2.5		
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB_CX	pH	--	--	7.07 ± 2.12			

IDENTIFICACION DE MUESTRA					250-45-20		200-45-20	
FECHA DE MUESTREO					31/12/2020		31/12/2020	
HORA DE MUESTREO					09:00:00		09:00:00	
CATEGORIA					AGUA NATURAL		AGUA NATURAL	
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL		AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre		
Análisis Físicoquímicos								
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	12.7 ± 2.7	11.9 ± 2.5		

IDENTIFICACION DE MUESTRA					120-45-20		120-45-20	
FECHA DE MUESTREO					31/12/2020		31/12/2020	
HORA DE MUESTREO					09:00:00		09:00:00	
CATEGORIA					AGUA NATURAL		AGUA NATURAL	
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL		AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre		
Análisis Físicoquímicos								
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	19.2 ± 4.0	9.4 ± 2.0		

IDENTIFICACION DE MUESTRA					120-45-30		120-45-45	
FECHA DE MUESTREO					31/12/2020		31/12/2020	
HORA DE MUESTREO					09:00:00		09:00:00	
CATEGORIA					AGUA NATURAL		AGUA NATURAL	
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL		AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre		
Análisis Físicoquímicos								
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	11.9 ± 2.5	10.2 ± 2.1		

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Anexo 11

Figura 18

Resultados de la muestra cabeza



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2026195 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MSD %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery
Turbidez	NTU	0.2	<0.2	0%	101%
Potencial de Hidrógeno	pH	--		0%	100%

Anexo 12
Figura 19

Resultados de la muestra cabeza



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2026195 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2130B_CX	Cajamarca	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity. Nephelometric Method
EW_APHA4500HB_CX	Cajamarca	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ -B; 23rd Ed: 2017. pH Value: Electrometric Method.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

Anexo 13
Figura 20

Resultados de la muestra con pH 7

 **LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002** 

**INFORME DE ENSAYO
MA2026202 Rev. 0**


PRETELL AVALOS DE HUAMANQUISPE ROSA ELVIRA
AV. AMÉRICA NORTE 1810 - URB. LAS QUINTANAS - LA LIBERTAD - TRUJILLO- TRUJILLO
ENV / LB-347607-005
PROCEDENCIA : FISCAL

Fecha de Recepción SGS : 31-12-2020
Fecha de Ejecución : Del 31-12-2020 al 04-01-2021
Muestreo Realizado Por : CLIENTE
Observación : PH-6.5

Estación de Muestreo
1

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 04/01/2021


Jade C. Huaracaya Soto
C.B.P. 6471
Jefe de Oficina

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1 | Callao t (511) 517 1900 www.sgs.com
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicios@sgs.com

Anexo 14
Figura 21

Resultados de la muestra con pH 7



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2026202 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	13.2 ± 2.8	27.7 ± 5.8	
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB_CX	pH	--	--	7.00 * ± 2.10		

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	47.6 ± 10.0	31.5 ± 6.6	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	27.6 ± 5.8	31.4 ± 6.6	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	26.3 ± 5.5	22.6 ± 4.7	
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB_CX	pH	--	--	7.31 * ± 2.19		

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Anexo 15
Figura 22

Resultados de las muestras con pH 7



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2026202 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery
Turbidez	NTU	0.2	<0.2	0%	101%
Potencial de Hidrógeno	pH	--		0%	100%

Anexo 16

Figura 23

Resultados de la muestra con pH 7



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2026202 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2130B_CX	Cajamarca	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity. Nephelometric Method
EW_APHA4500HB_CX	Cajamarca	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+B, 23rd Ed.: 2017. pH Value: Electrometric Method.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

Anexo 17
Figura 24

Resultados de la muestra con pH 7.8



DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2026199 Rev. 0

PRETELL AVALOS DE HUAMANQUISPE ROSA ELVIRA

AV. AMÉRICA NORTE 1810 - URB. LAS QUINTANAS - LA LIBERTAD - TRUJILLO- TRUJILLO

ENV / LB-347607-003


PROCEDENCIA : FISCAL

Fecha de Recepción SGS : 31-12-2020
Fecha de Ejecución : Del 31-12-2020 al 04-01-2021
Muestreo Realizado Por : CLIENTE
Observación : PH-NATURAL

Estación de Muestreo
1

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 04/01/2021


Jade C. Huaracaya Soto
C.B.P. 8471
Jefe de Oficina

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1 | Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicios@sgs.com

Anexo 18

Figura 25

Resultados de la muestra con pH 7.8



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2026199 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	18.4 ± 3.9	9.7 ± 2.0	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	22.0 ± 4.6	19.0 ± 4.0	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	32.3 ± 6.8	25.2 ± 5.3	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	24.8 ± 5.2	31.9 ± 6.7	
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB_CX	pH	--	--		7.80 ± 2.34	

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Anexo 19
Figura 26

Resultados de las muestras con pH 7.8



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2026199 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery
Turbidez	NTU	0.2	<0.2	0%	101%
Potencial de Hidrógeno	pH	--		0%	100%

Anexo 20
Figura 27

Resultados de las muestras con pH 7.8



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2026199 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2130B_CX	Cajamarca	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity. Nephelometric Method
EW_APHA4500HB_CX	Cajamarca	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+B, 23rd Ed.: 2017. pH Value: Electrometric Method.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx> Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio., su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

Anexo 21
Figura 28

Resultados de la muestra con pH 8.33



PRETELL AVALOS DE HUAMANQUISPE ROSA ELVIRA

AV. AMÉRICA NORTE 1810 - URB. LAS QUINTANAS - LA LIBERTAD - TRUJILLO- TRUJILLO

ENV / LB-347607-004


PROCEDENCIA : FISCAL

Fecha de Recepción SGS : 31-12-2020
Fecha de Ejecución : Del 31-12-2020 al 04-01-2021
Muestreo Realizado Por : CLIENTE
Observación : PH-8.5

Estación de Muestreo
1

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 04/01/2021


Jade C. Huarpaya Soto
C.B.P/8471
Jefe de Oficina

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

SGS del Perú S.A.C. | Av. Eimer Faucett 3348 Callao 1 Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicios@sgs.com

Anexo 22
Figura 29

Resultados de la muestra con pH 8.33



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2026201 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	32.4 ± 6.8	36.6 ± 7.7	
Potencial de Hidrógeno	EW APHA4500HB_CX	pH	--	--	8.10 * ± 2.43		

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	37.7 ± 7.9	45.6 ± 9.6	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	27.8 ± 5.8	31.0 ± 6.5	

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						1	1
FECHA DE MUESTREO						31/12/2020	31/12/2020
HORA DE MUESTREO						09:00:00	09:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Físicoquímicos							
Turbidez	EW APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	31.5 ± 6.6	31.7 ± 6.7	
Potencial de Hidrógeno	EW APHA4500HB_CX	pH	--	--		8.33 * ± 2.50	

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Anexo 23

Figura 30

Resultados de la muestra con pH 8.33



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2026201 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery
Turbidez	NTU	0.2	<0.2	0%	101%
Potencial de Hidrógeno	pH	--		0%	100%

Anexo 24
Figura 31

Resultados de la muestra con pH 8.33



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2026201 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_ALPHA2130B_CX	Cajamarca	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity. Nephelometric Method
EW_ALPHA4500HB_CX	Cajamarca	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ -B; 23rd Ed: 2017. pH Value: Electrometric Method.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015