

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**SANITARIA**



**TESIS**

**DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE COAGULANTES COMBINADOS PARA LA  
REMOCIÓN DE TURBIEDAD EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
POTABLE N° 1, CHICLAYO - 2024.**

Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO SANITARIO**

Presentado por la Bachiller:

**JHANET CHÁVEZ ACOSTA**

Asesorado por:

**Dr. Ing. GASPAR VIRILO MÉNDEZ CRUZ**

**CELENDIN – PERÚ**

**2024**

## **CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

### **- FACULTAD DE INGENIERÍA -**

**1. Investigador:** JHANET CHÁVEZ ACOSTA

DNI: **73262577**

Escuela Profesional: Ingeniería Sanitaria

**2. Asesor:** Gaspar Virilo Méndez Cruz

Facultad: Ingeniería

**3. Grado académico o título profesional**

- Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor

**4. Tipo de Investigación:**

- Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico

**5. Título de Trabajo de Investigación:**

**DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE COAGULANTES COMBINADOS PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE N° 1, CHICLAYO - 2024.**

**6. Fecha de evaluación:** 30/10/2025

**7. Software antiplagio:**  TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)

**8. Porcentaje de Informe de Similitud:** 13 %

**9. Código Documento:** Oid: **3117:520838858**

**10. Resultado de la Evaluación de Similitud:**

- APROBADO       PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: Cajamarca, 03 de noviembre de 2025



**FIRMA DEL ASESOR**  
Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz

**DNI: 26631950**



Firmado digitalmente por:  
BAZAN DIAZ Laura Sofia  
FAU 20148258801 soft  
Motivo: En señal de  
conformidad  
Fecha: 03/11/2025 21:49:27-0500

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI**



### SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

#### ACTA N° 0004-2026

**TITULO** : DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE COAGULANTES COMBINADOS PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE N° 1, CHICLAYO - 2024.

**ASESOR** : Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Art. 35 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, da a conocer que, a los **cinco días del mes de febrero de 2026**, siendo las quince horas con treinta minutos (03:30 p.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Cajamarca, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.  
Vocal : M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.  
Secretario : Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada **DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE COAGULANTES COMBINADOS PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE N° 1, CHICLAYO - 2024**, presentado por la Bachiller en Ingeniería Sanitaria JHANET CHÁVEZ ACOSTA, de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria - Filial Celendín, asesorada por el Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron a la sustentante, debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : ..... 7.0 PTS.  
EVALUACIÓN PÚBLICA : ..... 11.0 .... PTS.  
EVALUACIÓN FINAL : ..... 18.0 .... PTS ..... D.I.E.C.I.O.C.H.D. (18)..... (En letras)

En consecuencia, se la declara ..... **APROBADA**.... con el calificativo de ..... **D.I.E.C.I.O.C.H.D. (18)**..... acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las ..... **17:00**..... horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.  
Presidente

M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.  
Vocal

Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.  
Secretario

Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.  
Asesor

## **AGRADECIMIENTO.**

Durante este trayecto académico, he tenido la ayuda inestimable de numerosas personas a las que me gustaría agradecer sinceramente.

Primero que nada, agradezco al ingeniero Gaspar Virilo Méndez Cruz por la paciencia y compromiso a lo largo de todo el proceso de redacción de esta investigación. Su orientación académica y humana ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo.

A mi familia, especialmente a mi madre por su amor sin condiciones, su respaldo sin medida y su confianza hacia mí, aunque en los tiempos más duros. Este triunfo no habría sido posible sin su participación.

.

## **DEDICATORIA**

A mi madre, **Nancy Yanet Acosta Solano**, por ser mi fuerza, mi guía y mi mayor ejemplo de amor, esfuerzo y valentía. Agradezco cada esfuerzo, todas las expresiones de ánimo y tu fe en mí aun cuando yo tenía dudas.

A mi hermano, **Jeyson Chávez Acosta**, por estar siempre presente con su apoyo silencioso pero incondicional. Tu compañía y cariño han sido un gran consuelo en este camino.

A mi tía **Eleana Acosta Solano**, por su generosidad, sus consejos y por brindarme siempre un hogar lleno de cariño y comprensión.

Y a mis queridos abuelitos, **Anastacio Acosta Torres y Lucrecia Solano Castañeda**, por su amor inagotable, sus oraciones y por ser un faro de sabiduría y ternura en mi vida. Su ejemplo me ha acompañado en cada paso.

Este éxito también es de ustedes. Con cariño y agradecimiento por siempre.

## CONTENIDO

<b>INFORME DE ORIGINALIDAD .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iv</b>
<b>CONTENIDO.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1.    Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. <i>Contextualización</i> .....	1
1.1.2. <i>Descripción del problema</i> .....	2
1.2.    Formulación del problema .....	3
1.3.    Justificación de la investigación .....	3
1.3.1. <i>Justificación Científica</i> .....	3
1.3.2. <i>Justificación Técnico – práctico.</i> .....	3
1.3.3. <i>Justificación Institucional y personal</i> .....	4
1.4.    Definición de Variables .....	4
1.5.    Limitaciones.....	4
1.6.    Objetivos .....	5
1.6.1. <i>Objetivo General</i> .....	5
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	5
1.7.    Hipótesis de investigación .....	6
1.7.1. <i>Hipótesis General</i> .....	6
1.7.2. <i>Hipótesis Específicas</i> .....	6

1.8.	Operacionalización de variables .....	7
1.9.	Alcances y delimitación de la investigación .....	8
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>		<b>9</b>
2.1.	Antecedentes teóricos .....	9
2.1.1.	<i>Antecedentes Internacionales</i> .....	9
2.1.2.	<i>Antecedentes Nacionales</i> .....	10
2.1.3.	<i>Antecedentes locales</i> .....	11
2.2.	Bases teóricas.....	12
2.1.4.	<i>El abastecimiento de agua potable</i> .....	12
2.1.5.	<i>El agua</i> .....	13
2.1.6.	<i>El agua potable</i> .....	14
2.1.7.	<i>Calidad del agua</i> .....	14
2.1.8.	<i>El tratamiento y las partículas presentes en el agua</i> .....	16
2.1.9.	<i>La turbidez</i> .....	21
2.1.10.	<i>Coagulantes</i> .....	22
2.1.11.	<i>Dosificación óptima</i> .....	25
2.1.12.	<i>Ensayo de jarras.</i> .....	25
2.3.	Definición de términos básicos .....	28
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>		<b>30</b>
3.1.	Ubicación del área de estudio. ....	30
3.2.	Caracterices físicas del área de estudio.....	31
3.2.1.	<i>Clima</i> .....	31
3.2.2.	<i>Geología</i> .....	32
3.3.	Metodología .....	34
3.3.1.	<i>Tipo, nivel de investigación</i> .....	34
3.3.2.	<i>Diseño de investigación</i> .....	34
3.3.3.	<i>Análisis de datos</i> .....	35

3.3.4. <i>Nivel de significación (<math>\alpha</math>)</i> .....	36
3.3.5. <i>Población y muestra de estudio</i> .....	37
3.3.6. <i>Unidad de análisis</i> .....	37
3.3.7. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i> .....	37
3.3.8. <i>Análisis e interpretación de datos</i> .....	38
3.4. Procedimiento .....	38
3.4.1. <i>Etapa preliminar de Gabinete</i> .....	39
3.4.2. <i>Etapa Experimental de Laboratorio.</i> .....	44
3.4.3. <i>Etapa final de gabinete</i> .....	53
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
4.1. Prueba de normalidad de datos .....	54
4.2. Evaluación de los niveles de turbiedad históricas medidas para obtener la turbidez más frecuente. ....	54
4.3. Prueba de hipótesis .....	55
4.3.1. <i>Prueba de ANOVA</i> .....	55
4.3.2. <b>Prueba de comparación múltiple para el coagulante <math>Al_2(SO_4)_3</math>: Tukey.....</b>	<b>56</b>
4.3.3. <b>Prueba de comparación múltiple para el coagulante <math>Al_2(SO_4)_3</math> combinado con Polímero Catiónico: Tukey.....</b>	<b>64</b>
4.4. Determinación de Dosificación Optima.....	71
4.5. Comparación de las dosificaciones de sulfato de aluminio en solución pura y de sulfato de aluminio combinado con el Polímero catiónico .....	76
4.6. Discusión de Resultados .....	78
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
5.1. Conclusiones .....	81
5.2. Recomendaciones .....	83
<b>CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>91</b>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de las variables de estudio .....	7
<b>Tabla 2.</b> Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.	
.....	15
<b>Tabla 3.</b> Límite máximo permisible de calidad organoléptica .....	16
<b>Tabla 4.</b> Índice de floculación de Willcomb.....	27
<b>Tabla 6.</b> Diseño esquemático del experimento a diferente nivel de turbiedad más frecuente que ingresa a la PTAP – Chiclayo .....	35
<b>Tabla 7.</b> Equipos, materiales y reactivos utilizados.....	45
<b>Tabla 8.</b> Prueba de normalidad de datos.....	54
<b>Tabla 9.</b> Histórico de niveles de turbiedad medidos en PTAP-Chiclayo. ....	54
<b>Tabla 10.</b> Prueba de ANOVA en los niveles de turbiedad más altos usando sulfato de aluminio .....	55
<b>Tabla 11.</b> Tamaño del efecto. ....	56
<b>Tabla 12.</b> Prueba de rango múltiple Tukey para 17.9 NTU.....	57
<b>Tabla 13.</b> Prueba de rango múltiple Tukey para 25.7 NTU.....	57
<b>Tabla 14.</b> Prueba de rango múltiple Tukey para 38.8 NTU.....	58
<b>Tabla 15.</b> Prueba de rango múltiple Tukey para 52.9 NTU.....	59
<b>Tabla 16.</b> Prueba de rango múltiple Tukey para 68.2 NTU.....	59
<b>Tabla 17.</b> Prueba de rango múltiple Tukey para 89.13 NTU.....	60
<b>Tabla 18.</b> Prueba de rango múltiple Tukey para 102.6 NTU.....	61
<b>Tabla 19.</b> Prueba de rango múltiple Tukey para 118.7 NTU.....	61
<b>Tabla 20.</b> Prueba de rango múltiple Tukey para 137.12 NTU.....	62
<b>Tabla 21.</b> Prueba de rango múltiple Tukey para 156.6 NTU.....	62
<b>Tabla 22.</b> Prueba de rango múltiple Tukey para 197.1 NTU.....	63
<b>Tabla 23.</b> Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 18.56 NTU .....	64
<b>Tabla 24.</b> Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 27.88 NTU .....	64
<b>Tabla 25.</b> Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 36.2 NTU .....	65
<b>Tabla 26.</b> Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 55.63 NTU .....	66
<b>Tabla 27.</b> Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 72 NTU .....	66
<b>Tabla 28.</b> Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 87.60 NTU .....	67

<b>Tabla 29.</b> Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 100.14 NTU .....	68
<b>Tabla 30.</b> Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 120.30 NTU .....	68
<b>Tabla 31.</b> Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 132.74 NTU .....	69
<b>Tabla 32.</b> Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 160.42 NTU .....	70
<b>Tabla 33.</b> Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 202.74 NTU .....	70
<b>Tabla 34.</b> Resultados de dosis óptima de soluciones de sulfato de aluminio. ....	72
<b>Tabla 35.</b> Resultados de dosis óptima de soluciones combinadas.....	74
<b>Tabla 36.</b> Comparación de dosificaciones de Sulfato de Aluminio y Combinado con Polímero Catiónico.....	76
<b>Tabla 37.</b> Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 17.9 NTU.....	100
<b>Tabla 38.</b> Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 25.7 NTU.....	100
<b>Tabla 39.</b> Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 38.8 NTU.....	101
<b>Tabla 40.</b> Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 52.9 NTU.....	102
<b>Tabla 41.</b> Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 68.2 NTU.....	102
<b>Tabla 42.</b> Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 89.13 NTU.....	103
<b>Tabla 43.</b> Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 102.6 NTU.....	104
<b>Tabla 44.</b> Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 118.7 NTU.....	104
<b>Tabla 45.</b> Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 137.12 NTU.....	105
<b>Tabla 46.</b> Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 156.6 NTU.....	106
<b>Tabla 47.</b> Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 197.1 NTU.....	106
<b>Tabla 48.</b> Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 18.56 NTU. ....	108

<b>Tabla 49.</b> Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 27.88 NTU.....	108
<b>Tabla 50.</b> Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 36.2 NTU.....	109
<b>Tabla 51.</b> Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 55.63 NTU.....	110
<b>Tabla 52.</b> Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 72 NTU.....	110
<b>Tabla 53.</b> Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 87.6 NTU.....	111
<b>Tabla 54.</b> Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 100.14NTU.....	112
<b>Tabla 55.</b> Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 120.13 NTU.....	112
<b>Tabla 56.</b> Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 132.74 NTU.....	113
<b>Tabla 57.</b> Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 160.42NTU.....	114
<b>Tabla 58.</b> Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 202.74 NTU.....	114

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema del sistema de abastecimiento de agua potable - Chiclayo .....	13
<b>Figura 2.</b> Fases del proceso de coagulación .....	20
<b>Figura 3.</b> Proceso de coagulación y floculación del agua .....	21
<b>Figura 4.</b> Temperaturas medias y precipitaciones de la Ciudad de Chiclayo.....	32
<b>Figura 5.</b> Carta Geológica Nacional 14-d cuadrángulo de la ciudad de Chiclayo. ....	33
<b>Figura 6.</b> Vista Aérea de la Planta de Tratamiento N° 1 Chiclayo.....	39
<b>Figura 7.</b> Decantadores Pulsator.....	40
<b>Figura 8.</b> Unidades de Filtración de PTAP N° 1. ....	40
<b>Figura 9.</b> Galería de Sifones de PTAP N° 1. ....	41
<b>Figura 10.</b> Depósitos de preparación de Sulfato de Aluminio.....	42

<b>Figura 11.</b> Bombas dosificadoras de Sulfato de Aluminio.....	42
<b>Figura 12.</b> Depósitos de preparación de polímero.....	43
<b>Figura 13.</b> Bombas dosificadoras de polímero .....	43
<b>Figura 14.</b> Recolección de muestra de agua cruda del punto de monitoreo. ....	93
<b>Figura 15.</b> Laboratorio de Control de Calidad EPSEL S.A.....	93
<b>Figura 16.</b> Recojo de sulfato de aluminio y polímero. ....	94
<b>Figura 17.</b> Pesaje de insumos químicos en balanza analítica. ....	94
<b>Figura 18.</b> Disolución de sulfato de aluminio en plancha de calentamiento y agitación. .....	95
<b>Figura 19.</b> Enrase de fiola con agua ultra pura. ....	95
<b>Figura 20.</b> Equipo de prueba de jarras.....	96
<b>Figura 21.</b> Homogenización de muestra de agua cruda.....	96
<b>Figura 22.</b> Medición de parámetro iniciales. ....	97
<b>Figura 23.</b> Succión de coagulante con jeringa hipodérmica.....	97
<b>Figura 24.</b> Ejecución de pruebas de jarras.....	98
<b>Figura 25.</b> Toma de muestras de terminado el proceso. ....	98
<b>Figura 26.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 17.9 NTU.....	100
<b>Figura 27.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 25.7 NTU.....	101
<b>Figura 28.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 38.8 NTU.....	101
<b>Figura 29.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 52.9 NTU.....	102
<b>Figura 30.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 68.2 NTU.....	103
<b>Figura 31.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 89.13 NTU.....	103
<b>Figura 32.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 102.6 NTU.....	104
<b>Figura 33.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 118.7 NTU.....	105
<b>Figura 34.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 137.12 NTU.....	105

<b>Figura 35.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 156.6 NTU.....	106
<b>Figura 36.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 197.1 NTU.....	107
<b>Figura 37.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 18.56 NTU .....	108
<b>Figura 38.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 27.88 NTU .....	109
<b>Figura 39.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 36.2 NTU .....	109
<b>Figura 40.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 55.63 NTU .....	110
<b>Figura 41.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 72 NTU .....	111
<b>Figura 42.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada un nivel de ingreso de 87.60 NTU .....	111
<b>Figura 43.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 100.14 NTU .....	112
<b>Figura 44.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 120.13 NTU .....	113
<b>Figura 45.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 132.74 NTU .....	113
<b>Figura 46.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 160.42 NTU .....	114
<b>Figura 47.</b> Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 202.74 NTU .....	115

## **PALABRAS CLAVE.**

**Nivel de turbiedad:** Es el valor relacionado con la cantidad de partículas suspendidas en el agua tales como limos, arcillas y alguna materia orgánica, contaminantes o microorganismos, los valores se expresan en Unidades Nefelométricas de Turbiedad y muestra que tan clara o turbia puede presentarse esto afecta la calidad y dificulta su disposición y consumo, así como la potabilización del mismo.

**Dosificación óptima:** Es la cantidad precisa de un determinado producto químico que se administra al agua para lograr una mayor eficacia en la eliminación de los niveles de turbiedad además de contaminantes minimizando al mismo tiempo el incremento en costos y exceso en el producto administrado, se establece a través del experimento de ensayo de jarras.

**Coagulante:** Es el principal agente químico que se usa para el tratamiento del agua con el fin de desestabilizar las partículas en estado coloidal y que se encuentran en suspensión generando turbiedad

## **RESUMEN**

La investigación busca establecer la dosificación óptima combinada de los coagulantes sulfato de aluminio y polímero catiónico en la remoción de turbiedad del agua en la PTAP N° 1, Provincia de Chiclayo, Lambayeque – 2024, de enfoque cuantitativo y de diseño experimental. Se usó el ensayo de jarras instrumento de recolección de datos, tanto de la solución pura de sulfato de aluminio en una velocidad de agitación en un rango de 7 ppm hasta 35 ppm; en un rango de 17.9NTU hasta 197.1NTU; y como coagulante químico sulfato de aluminio en el rango de 8 ppm hasta 30 ppm, y como solución combinada con polímero catiónico en el rango de 0.10 ppm hasta 0.20 ppm, en un rango de 18.56 NTU hasta 202.74NTU como niveles de turbiedad más frecuentes. La investigación determina que hay una correlación proporcional entre las dosificaciones y la reducción de los niveles de turbiedad, además las soluciones óptimas en la solución combinada son de 20mg/L de sulfato de aluminio, y 0.10mg/L de polímero catiónico en la PTAP N° 1, de la provincia de Chiclayo, Lambayeque – 2024, sin embargo, debemos considerar que la dosificación depende directamente de los niveles de turbiedad del agua cruda tomada como muestra.

**Palabras clave:** Nivel de turbiedad, dosificación óptima, coagulante combinado

## **ABSTRACT**

The purpose of the research was to determine the optimum combined dosage of the coagulants aluminum sulfate and cationic polymer in the removal of water turbidity in the Drinking Water Treatment Plant No. 1, Province of Chiclayo, Lambayeque - 2024, with a quantitative approach and experimental design, using the jar test as a data collection instrument for both the pure solution of aluminum sulfate in an agitation speed in the range of 7 ppm/mg/L to 35 ppm/mg/L; in the range of 17.9NTU to 197.1NTU; and in chemical coagulant aluminum sulfate in the range of 8 ppm/mg/L to 30 ppm/mg/L, and as a combined solution with cationic polymer in the range of 0.10 ppm/mg/L to 0.20 ppm/mg/L, in a range of 18.56 NTU to 202.74NTU as the most frequent turbidity levels. The research concludes that there is a proportional relationship between the dosages and the reduction of turbidity levels, also the optimal solutions in the combined solution are 20mg/L of aluminum sulfate, and 0.10mg/L of cationic polymer in the Drinking Water Treatment Plant No. 1, in the province of Chiclayo, Lambayeque - 2024, however we must consider that the dosage depends directly on the turbidity levels of the raw water taken as a sample.

Key words: Turbidity level, optimum dosage, combined coagulant.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

#### 1.1.1. *Contextualización*

El problema de la escasez de agua en el mundo se ha vuelto más grave debido al aumento de la densidad poblacional, agravándose a medida que pasa el tiempo. El Banco mundial (2023) indica que más del 40% de la población mundial está siendo afectada por la carencia de agua para consumo humano; este problema se observa también en el entorno cuando no se dispone de agua las 24 horas del día en los domicilios. Por su parte la OMS (2023) expresa que solo el 30% de las personas del mundo dispone de agua potable, teniendo en cuenta estos indicadores, es razonable pensar que este recurso escaso debe gestionarse de manera adecuada y eficiente a fin de asegurar la sustentabilidad para las generaciones venideras, siendo la prioridad el consumo humano, para lograr ello es necesario preparar las condiciones necesarias del agua para garantizar la calidad y cantidad en las viviendas.

El agua como recurso escaso en el planeta requiere de un proceso esencial que garantice la salud de los que lo consumen, para realizar una transformación del agua que proviene de fuentes superficiales o subterráneas es necesario llevar a cabo realizar diferentes tipos de tratamiento para que pueda ser apto para su consumo, siendo uno de los principales problemas los niveles de turbiedad que reflejan una presencia de partículas suspendidas que afectan la apariencia y también la calidad, es en relación a ello que se requiere controlar y reducir estos niveles como parte prioritaria de todos sistemas de potabilización

### **1.1.2. Descripción del problema**

En los años recientes, los efectos del cambio climático han intensificado las precipitaciones en la cuenca zona media y alta Chancay, en la región Lambayeque, provocando una elevación considerable en los niveles de turbiedad del agua cruda que ingresa a la PTAP N° 1 de Chiclayo. Esta condición representa un desafío técnico significativo en el proceso de potabilización, ya que la turbiedad es uno de los principales indicadores de calidad del agua, y su incremento afecta negativamente la eficacia de los procesos de clarificación y desinfección.

Actualmente, la planta enfrenta limitaciones operativas debido al uso rutinario de coagulantes, aplicados sin un ajuste adecuado frente al incremento de los niveles de turbidez debido a las variaciones estacionales. Esta práctica reduce la eficacia del proceso de sedimentación, incrementa los costos operativos y compromete la seguridad sanitaria del agua que se provee a la población. La presencia de contaminantes coloidales como arcillas, limos, sílice y materia orgánica, entre otros, persiste si no se aplican las dosis óptimas de coagulantes, lo que podría favorecer la existencia de microorganismos patógenos en el agua tratada.

Ante esta problemática, surge la necesidad de optimizar la dosificación de coagulantes mediante estrategias que se adapten a los distintos niveles de turbidez del agua cruda. En este sentido, se propone la implementación de una dosificación combinada de sulfato de aluminio con polímero catiónico, actuando este último como coadyuvante en el proceso de coagulación - floculación. Los polímeros catiónicos, gracias a su alta densidad de carga positiva, mejoran la neutralización de partículas con carga negativa y facilitan la formación de flóculos más densos, estables y sedimentables, incrementando así la eficacia del proceso y la calidad del agua tratada.

En este escenario, el presente estudio busca dar respuesta a una problemática técnica, operativa y sanitaria de gran importancia para la salud pública, proponiendo soluciones que garanticen el respeto a los estándares de calidad del agua consumo humano, tales como mantener niveles de turbiedad por debajo de 1 NTU a la salida de planta y por debajo de 5 NTU en redes secundarias.

## **1.2. Formulación del problema**

El incremento importante los índices de turbidez en la PTAP N.<sup>o</sup> 1, ubicada en Chiclayo, tiene un impacto negativo sobre la eficacia de los procedimientos de potabilización del agua, lo que compromete la seguridad sanitaria del agua que se proporciona a los usuarios.

## **1.3. Justificación de la investigación**

### ***1.3.1. Justificación Científica.***

La investigación tiene fundamentos científicos. por su contribución al conocimiento en el ámbito de tratamiento de aguas, específicamente en la optimización de procesos físico-químicos como la coagulación-flocculación. El estudio incorpora el análisis del comportamiento de una dosis combinada de coagulante y polímero catiónico como ayudante, evaluando su eficiencia en la remoción de turbiedad bajo condiciones variables del agua cruda. Esta investigación permitirá generar datos experimentales relevantes que podrían servir como cimiento para futuras indagaciones y como referencia científica para otras plantas de tratamiento en regiones con condiciones similares. Además, promueve un enfoque multidisciplinario que integra la química del agua, la ingeniería sanitaria y la gestión ambiental.

### ***1.3.2. Justificación Técnico – práctico.***

Desde un punto de vista técnico-operativa, la investigación permitirá determinar las dosificaciones óptimas de coagulante y polímeros catiónicos como ayudante que

maximicen la remoción de turbiedad en el agua cruda tratada en la PTAP N° 1 de Chiclayo. Esto contribuirá a mejorar la eficacia del proceso de clarificación, disminuir los tiempos de sedimentación, mejorar la calidad del agua tratada y optimizar el uso de insumos químicos. Los resultados del estudio podrán ser implementados directamente en la operación de la planta, mediante protocolos de dosificación ajustables según los niveles de turbiedad estacional, fomentando un manejo más eficaz, seguro y sustentable del recurso hídrico.

#### ***1.3.3. Justificación Institucional y personal.***

La investigación es una respuesta a la exigencia institucional de mejorar la calidad del agua potable proporcionada por la PTAP N° 1 de Chiclayo, optimizando los procesos de tratamiento para cumplir con los índices de turbiedad exigidos por la norma. Al mismo tiempo, permite fortalecer la gestión operativa de la EPS, mejorando la confiabilidad del servicio. Desde el plano personal, esta investigación representa una oportunidad para aplicar conocimientos técnicos a una problemática real, reforzando la formación profesional con un enfoque en soluciones prácticas e innovadoras para el sector saneamiento.

#### **1.4. Definición de Variables**

- Dosificación de sulfato de aluminio y de polímero catiónico (**Variable independiente**)
- Remoción de la turbiedad del agua (**Variable dependiente**)

#### **1.5. Limitaciones**

El acceso restringido a la información histórica sobre el control del parámetro de turbidez en la PTAP N° 1. La falta de registros sistematizados de la evaluación continua del comportamiento de este parámetro año tras año.

## **1.6. Objetivos**

### ***1.6.1. Objetivo General***

Evaluar la dosificación óptima combinada de los coagulantes sulfato de aluminio y polímero catiónico en la remoción de turbiedad del agua en la PTAP N° 1, Provincia de Chiclayo, Lambayeque - 2024

### ***1.6.2. Objetivos específicos***

- a) Caracterizar la PTAP N° 1, de la provincia de Chiclayo, Lambayeque – 2024.
- b) Evaluar el historial de mediciones de turbiedad más frecuentes en la PTAP N° 1, de la provincia de Chiclayo, Lambayeque -2024.
- c) Evaluar la remoción de la turbiedad utilizando diversas dosis de coagulante químico sulfato de aluminio en el rango de 7 mg/L hasta 35mg/L, en la PTAP N° 1, de la provincia de Chiclayo, Lambayeque – 2024.
- d) Evaluar la remoción de la turbiedad aplicando diferentes dosis de coagulante químico sulfato de aluminio en el rango de 8 ppm/mg/L hasta 30 mg/L, y como solución combinada con polímero catiónico en el rango de 0.10 mg/L hasta 0.20 mg/L en la PTAP N° 1, de la provincia de Chiclayo, Lambayeque – 2024.
- e) Comparar la eficiencia de las dosificaciones del sulfato de aluminio en solución pura y del sulfato de aluminio combinado con polímero catiónico en la disminución de la turbiedad del agua en la PTAP N° 1, de la provincia de Chiclayo, Lambayeque – 2024.

## **1.7. Hipótesis de investigación**

### ***1.7.1. Hipótesis General***

La dosificación óptima combinada de los coagulantes sulfato de aluminio y polímero catiónico, correspondiente a 8 mg/L y 0.14 mg/L respectivamente para niveles mínimos de turbiedad, y a 30 mg/L y 0.19 mg/L para niveles máximos de turbiedad, logrará remover más del 80% la turbiedad del agua en la PTAP N.<sup>o</sup> 1 - Chiclayo, Lambayeque - 2024.

### ***1.7.2. Hipótesis Específicas***

Las dosificaciones de sulfato de aluminio en solución pura, dentro del rango de 7 a 35 mg/L, logrará remover más del 80% la turbiedad del agua en la PTAP N.<sup>o</sup> 1 - Chiclayo, Lambayeque - 2024.

Las dosificaciones de sulfato de aluminio combinado con polímero catiónico, en rangos de 8 a 30 mg/L para el primero y de 0.10 a 0.20 mg/L para el segundo, logrará remover más del 90% la turbiedad del agua en la PTAP N.<sup>o</sup> 1 - Chiclayo, Lambayeque - 2024.

## 1.8. Operacionalización de variables

**Tabla 1.**

*Operacionalización de las variables de estudio*

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicador	Instrumento
Dosificación del sulfato de aluminio y del polímero catiónico (V.I.)	Es encontrar las dosificaciones óptimas de cada agente químico para reducir los niveles de turbiedad más frecuentes siendo estos los solubles en el agua y usados ampliamente como coagulante -floculante capaz de sedimentar los sólidos en suspensión, los mismos que demorarían un tiempo muy prolongado para sedimentarse, en el tratamiento del agua cruda, para el consumo humano. (SIDESA, 2023)	Concentraciones del Sulfato de aluminio [7 mg/L – 35mg/L] en solución Pura y de Sulfato de Aluminio [8 mg/L – 30mg/L] +Polímero Catiónico: [0.10 mg/L -0.20 mg/L]	pH Velocidad de agitación rpm	Ficha de campo
Remoción de la turbiedad del agua (V.D.)	Se trata de una disminución significativa de las partículas suspendidas a través de la sedimentación, durante las fases de coagulación-floculación, que suceden en el tratamiento del agua cruda con el objetivo de conseguir tiempos útiles (Marco et. al, 2004).	Turbidez	NTU % de remoción	

*Nota:* En base a las variables e indicadores considerados en la investigación

## **1.9. Alcances y delimitación de la investigación**

El procedimiento experimental se realizó en la PTAP N° 1, sin considerar otras secciones del proceso de tratamiento continuo y centrándose exclusivamente en el proceso de coagulación durante los meses de octubre 2024 y marzo 2025. Los coagulantes usados en este proceso fueron el sulfato de aluminio y el polímero catiónico (en combinación), hasta alcanzar niveles óptimos de la combinación de ambos, a fin de reducir los índices de turbiedad en el agua de consumo humano; solo se centró en la reducción del parámetro de turbiedad.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes teóricos

#### 2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Dota, J. y Ulloa, J. (2023, p. 90) en la planta de agua Patamarca – San Andrés, ubicada en Cuenca, Ecuador, diseñaron un sistema para la monitorización y dosificación de sulfato de aluminio en agua cruda. Los autores utilizaron un diseño experimental aplicado que empleó el software Factory IO como control del proceso de coagulación. Para la investigación se recurrió a fichas técnicas de campo y los resultados mostraron que con 40 lb de sulfato de aluminio mezcladas con 600 l de agua se logró reducir los tiempos de respuesta ante las fluctuaciones tanto del caudal como de la turbidez.

Chiavola, A. et al. (2023, p. 6 analizaron cómo optimizar la eliminación de los niveles de turbidez en la PTAP. Se realizó el estudio mediante un planteamiento experimental y cuantitativo aplicado. Para el análisis de turbiedad, que abarcó un rango de entre 2 y 24 NTU, se emplearon pruebas de jarras en una muestra de estudio. Los coagulantes probados fueron el PAC y el sulfato de aluminio. Según los hallazgos del estudio, estos coagulantes eliminaron hasta el 90% de la turbiedad; Además, el polielectrolito eliminó hasta el 59%. Se llegó a la conclusión de que su combinación mejora tanto la eficacia como la estabilidad del proceso de floculación-coagulación, que necesita adaptarse a las fluctuaciones en la calidad del agua.

Tahraoui, H. et. al. (2024, p.11); efectuaron una evaluación exhaustiva de la efectividad del tratamiento con sulfato de aluminio en dosis ideales mediante el método de coagulación-floculación. El estudio se enfocó en un diseño experimental de tipo aplicado y con un enfoque cuantitativo. Para el modelo experimental en períodos lluviosos, se empleó la prueba de jarras. Los resultados muestran que los niveles de turbidez disminuyeron en un 98.05%, la materia orgánica en un 99%, el amonio y fosfato

en un 85% y la conductividad eléctrica también en un 85%. Se llegó a la conclusión de que el sulfato de aluminio es lo suficientemente eficiente para eliminar contaminantes bajo condiciones extremas. De igual manera, se notó una reducción significativa de los niveles de turbidez a cifras menores al 98% en las distintas pruebas realizadas.

Garzón, W. (2021, p. 3); analizó la eficacia de combinar polímeros con compuestos químicos para reducir la turbiedad del agua durante los procedimientos de coagulación y floculación. La investigación fue de naturaleza documental, y sus hallazgos se derivaron de varios estudios. La Moringa Olifeira presentó un rango del 92-98%, mientras que el Ipoma Incarnata eliminó el 99.29% en comparación con el sulfato de hierro o sulfato de aluminio, que mostró eficiencias por encima del 90%. Por otra parte, es posible hacer combinaciones que logren eliminar más del 89% de la turbidez. En conclusión, se puede utilizar tanto polímeros naturales como químicos para el propósito de investigación, o bien una combinación de estos alcanzando valores de 3.6 NTU lo cual es altamente efectivo para el objetivo perseguido en la investigación.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Medina, T. (2021, p. 4) llevaron a cabo una evaluación y comparación del sulfato de aluminio y el PAC en cuanto a su capacidad para disminuir la turbidez del agua. Para ello, utilizaron una muestra de 144 litros y ensayos realizados con jarras que contienen concentraciones de ambos compuestos químicos: sulfato de aluminio y policloruro de aluminio, distribuidas en seis jarras de dos litros cada una. Las concentraciones estaban entre los valores de 40 a 65 ppm (mg/L). El estudio concluyó que las pruebas realizadas con jarras mostraron que las dosificaciones mediante el componente químico disminuyeron los niveles turbios al emplear 60 ppm de sulfato de aluminio y 50 ppm de policloruro en un volumen diario total de 500 m<sup>3</sup>.

Carlo, A. y Sánchez, S. (2023, p 10) propusieron la optimización de los procesos de coagulación utilizando sulfato de aluminio en el agua que ingresa a la PTAP de Chicama, para reducir la turbiedad; el estudio se enfocó en un diseño experimental de tipo aplicado. Se consideraron variables vinculadas a la concentración del coagulante dentro del rango de 20 a 60ppm de 20 en 20 con una velocidad rápida de agitación entre el rango de 50 a 150ppm de 50 en 50 y velocidad lenta entre los rangos de 20 a 40rpm de 10 en 10, se tuvo 20 tratamientos repetidos en 3 oportunidades con un total de 60 resultados experimentales, en el estudio se concluyó, se removió la turbidez en más del 70% con una concentración de 20mg/L a una velocidad rápida de 50ppm y una velocidad lenta de 40ppm, siendo los resultados de turbiedad de 10 y 20 NTU con un pH de 6.61.

Cahuana, Y. y Meza, C. (2024, p.20) analizó la influencia de los coagulantes en la remoción de la turbiedad. El estudio se enfocó en un diseño experimental de tipo aplicado y con un enfoque cuantitativo las cuales determinaron las concentraciones distintas del coagulante, los resultados indican que tanto el sulfato de aluminio así como el férrico son coadyuvantes de la reducción de los niveles de turbiedad probándose en el rango de 143 ppm hasta 286 ppm y de 166.67ppm y 333 ppm respectivamente, donde se concluye que los coagulantes tienen un impacto significativo en la reducción de la turbidez los cuales están directamente relacionados con la concentración de los componentes y el tiempo de sedimentación. Por otro lado, el tiempo el aumento de la concentración del coagulante reduce los niveles de turbiedad, también cuando se incrementa el tiempo de sedimentación la fracción de la reducción de este disminuye considerablemente en el sulfato de aluminio y aumenta en el cloruro férrico.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Meregildo, A. (2018) evaluó la dosificación de polímero catiónico en los pre sedimentadores con el fin de disminuir la elevada turbidez en el proceso de captación del

río Ronquillo - Cajamarca. El estudio, que fue cuantitativo, aplicado y experimental, mostró que para niveles superiores a 1000 NTU se requiere una dosis óptima de 23 mg/L; para niveles hasta 21000 NTU, la dosis óptima es de 50NTU. Se concluyó que el polímero catiónico no tiene un buen rendimiento en niveles bajos de turbiedad. Además, se observó que su aplicación reduce notablemente el uso del sulfato de aluminio, ya que disminuye los niveles turbios entre 20 y 45 NTU. Esto demuestra que al emplear este polímero mejoramos la calidad del agua y disminuimos considerablemente de agentes químicos utilizados.

## **2.2. Bases teóricas.**

### ***2.1.4. El abastecimiento de agua potable.***

En Perú, la demanda de ampliaciones de cobertura es más alta en las áreas periféricas, como resultado de los altos niveles de desigualdad en términos de oportunidades. Por esta razón, garantizar el abastecimiento de agua se torna un desafío en las ciudades principales del país. (Hurtado, R. 2023, p. 30)

El sistema de suministro de agua para el consumo humano en la ciudad de Chiclayo-Lambayeque obtiene su fuente a través de las aguas que discurren por valle de Chancay y sus afluentes. La captación se encuentra en la Bocatoma Raca Rumi del río Chancay, con una capacidad de 75 m<sup>3</sup>/s. Estas aguas son conducidas a la represa de Tinajones, cuya capacidad es de 70 m<sup>3</sup> (EPSEL, 2023).

El sistema de abastecimiento se realiza siguiendo el procedimiento siguiente:

**Figura 1.**

*Esquema del sistema de abastecimiento de agua potable - Chiclayo*



*Nota.* En base al recorrido desde las fuentes hasta su disposición final  
Fuente: (EPSEL, 2023)

### **2.1.5. El agua**

El agua es un recurso de escape para la supervivencia humana. Según la UNESCO, el 97,5% del planeta está compuesto de agua; sin embargo, no es posible consumir toda esta cantidad. Solo el 2.5% es agua dulce, y de esta porción, el 30.1% se encuentra bajo tierra, el 68.7% se encuentra congelado en glaciares y capas polares y solo un 1.2 % está accesible en la superficie; De este último porcentaje, un 52% está presente en los lagos, un 38% en humedales y un 10% en ríos.

“Es el componente que se encuentra en mayor cantidad en el organismo como parte de sus procesos biológicos y fisiológicos” (Salas, J. et al., 2020, p. 1073), esta opinión sugiere la importancia que se debe prestar en el cuidado, uso racional y tratamiento de las fuentes de agua, a fin de disponer tanto en cantidad y en calidad a los hogares.

Es el fluido que va recibiendo un tratamiento adecuado orientado al cumplimiento de determinados parámetros químicos, físicos y microbiológicos a fin de suministrar mediante la red de distribución a la población sin generar ningún problema de salud (Martínez, M. et. al., 2020)

#### ***2.1.6. El agua potable***

Es el agua que presenta la calidad suficientemente elevada para que pueda ser bebida o usada sin representar un riesgo para la salud de las personas, se produce mediante procesos de tratamiento físicos y químicos los cuales provienen de la fuente de abastecimiento (Aquaee, 2025)

Es el fluido que va recibiendo un tratamiento adecuado orientado al cumplimiento de determinados parámetros químicos, físicos y microbiológicos a fin de suministrar mediante la red de distribución a la población sin generar ningún problema de salud (Martínez, M. et. al., 2020)

#### ***2.1.7. Calidad del agua***

La calidad del agua, según Dueñas & Hinojosa (2021), es un indicador del desarrollo sostenible de un país o región. Se establece a través de las propiedades químicas, físicas y microbiológicas, y se considera que el resultado está dentro de los estándares y normas de calidad cuando proporciona las condiciones apropiadas para el consumo de los seres humanos.

Significa que el agua que se ingiere está libre de elementos que puedan contaminarla, cumpliendo siempre con las normas establecidas por las instituciones que fijan un estándar. El agua no debe ser un medio para transmitir enfermedades. (OMS, 2021)

Es la capacidad propia o intrínseca que presenta para atender los diversos usos que se le dan, por lo tanto, debe mantenerse en condiciones equilibradas dentro del

ecosistema para que satisfaga los objetivos en términos de calidad o propiedades microbiológicas, físicas y químicas. (Montaner, E., 2020)

#### **2.1.7.1. Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua para consumo humano.**

El reglamento de la calidad del agua para el consumo humano, según DIGESA (2010), establece los máximos límites permitidos para los criterios organolépticos, químicos (inorgánicos y orgánicos) y microbiológicos y parasitológicos. A continuación, se describen:

**Tabla 2.**

*Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.*

Parámetro	Unidad de Medida	L.M.P.
Bacterias coliformes totales	UFC/100ml a 35°C	0 (*)
E. Coli	UFC/100ml a 44.5°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termo tolerantes o Fecales	UFC/100ml a 44.5°C	0 (*)
Huevos y larvas de Helmintos, quistes o ooquistes de protozoarios patógenos	Nº org/L	0
Virus	UCF/mL	0
Organismos de vida libre, Protozoo, rotíferos, nemátodos etc.	Nº org/L	0

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

*Fuente: DIGESA 2010.*

Asimismo, DIGESA (2010) indica en su artículo 63 que los parámetros exigidos son: La turbidez, el color, los coliformes totales, los coliformes termo tolerantes, el pH y los residuos de desinfectante son algunos de los parámetros de calidad organoléptica que aparecen en la tabla.

**Tabla 3.***Límite máximo permisible de calidad organoléptica*

Parámetro	Unidad de Medida	L.M.P.
Olor		aceptable
Sabor		aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor	6.5 – 8.5
Conductividad	Umho/cm	1500
STD	mg L <sup>-1</sup>	1000
Cloruros	mg Cl L <sup>-1</sup>	250
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> L <sup>-1</sup>	250
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
Amoniaco	mg N L <sup>-1</sup>	1.5
Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0.3
Manganoso	mg Al L <sup>-1</sup>	0.2
Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0.2
Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2.0
Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3.0
Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

*Nota.* UCV: Unidad de color verdadero, UNT: Unidad nefelométrica de turbidez

*Fuente:* DIGESA 2010

#### **2.1.8. El tratamiento y las partículas presentes en el agua**

El agua tiene que ser tratada de acuerdo con los procedimientos establecidos en los parámetros físico-químicos y biológicos para que sea adecuada para el consumo humano. Según Salamanca, E. (2014, p.34), los indicadores de calidad del agua deben incorporar las propiedades del agua que se utiliza para consumo humano. Estos indicadores determinan la calidad del agua en términos de su naturaleza física, química y biológica para contrastarla con los efectos que puede ejercer sobre el ser humano.

Vargas, L. (2004), el agua presenta características cambiantes según su procedencia. Por lo tanto, estas propiedades pueden ser clasificadas y medidas, lo que la hace apta para un uso específico. Por esta razón, los indicadores físicos (como el color, el olor, la temperatura, los sólidos y la turbidez), químicos (como el color, el olor, la temperatura, los sólidos y la turbidez), químicos (como las grasas, aceites, la dureza, los cloruros, sodio y los sulfatos) y biológicos (tales como algas, bacterias coliformes, virus patógenos o protozoos) son determinantes de su calidad (pp. 7-10).

#### **2.1.8.1. Partículas suspendidas en el agua de consumo humano.**

Según la OMS (2024), el agua para el consumo humano debe tener un valor de NTU inferior a 5. Por encima de este nivel, la turbidez tiene un impacto negativo en el proceso de desinfección y potencia la multiplicación de microorganismos patógenos, lo que disminuye en gran medida la calidad del agua y su seguridad para el consumo.

Marcó, L. et al. (2004, p.73) afirmaron que las partículas en suspensión con un diámetro superior a un micrón tienden a sedimentar espontáneamente y tienen una tasa de sedimentación bastante baja; por otro lado, las partículas que provienen de arcillas, óxidos minerales o fangos originados principalmente por la erosión del suelo son de carácter inorgánico; mientras que los coloides húmicos, algas, parásitos y bacterias son orgánicos. Todos ellos pueden mezclarse con virus, contaminantes químicos y otros elementos presentes en el agua en las plantas de tratamiento o en la red de distribución. Por lo tanto, existen tratamientos eficaces para eliminar la turbidez del agua según su tamaño y composición química.

### **2.1.8.2. Procesos de tratamiento del agua de consumo humano.**

Dependiendo del tipo de las características que proviene de agua a tratar, existen varias etapas por las que se pasa hasta lograr la potabilización, dentro de estas etapas están:

***El cribado:*** "Es la estructura formada por rejillas que tienen la capacidad de atrapar objetos sólidos grandes en las aguas como: ramas, madera, plástico y piedras; este tratamiento se lleva a cabo antes de entrar a la planta de tratamiento".  
(Chulluncuy, N. C., 2011, p. 156)

***Coagulación-floculación:*** Se refiere a la técnica de desestabilizar todas las partículas coloidales mediante el agregado de compuestos químicos, para después seguir con el procedimiento de floculación. En este último caso, las partículas que habían sido desestabilizadas antes se juntan y forman grupos, quedando suspendidas de una manera concentrada conocida como flóculos. (Chulluncuy, N. C., 2011, p. 156)

***Sedimentación:*** "Como resultado de este proceso, las partículas suspendidas que fueron eliminadas o dispersadas a través del fluido se vuelven más densas y se precipitan, dando lugar a un fluido más clarificado" (Chulluncuy, 2011, p. 160).

***Filtración:*** "Con el fin de alcanzar altos niveles de eficiencia, este procedimiento emplea un medio poroso conocido como filtro (arena, carbón activado) para separar pequeñas cantidades de microorganismos como virus y bacterias, así como partículas. (Chulluncuy, N. C., 2011, p. 163)

***Desinfección:*** "Es el último tratamiento que se aplica al agua, con el cual se eliminan de forma selectiva los microorganismos infecciosos patógenos. Este proceso requiere necesariamente las etapas anteriores para su eliminación" (OPS, 2023, p. 5).

### **2.1.8.3. Los procesos de coagulación-floculación en el agua de consumo humano.**

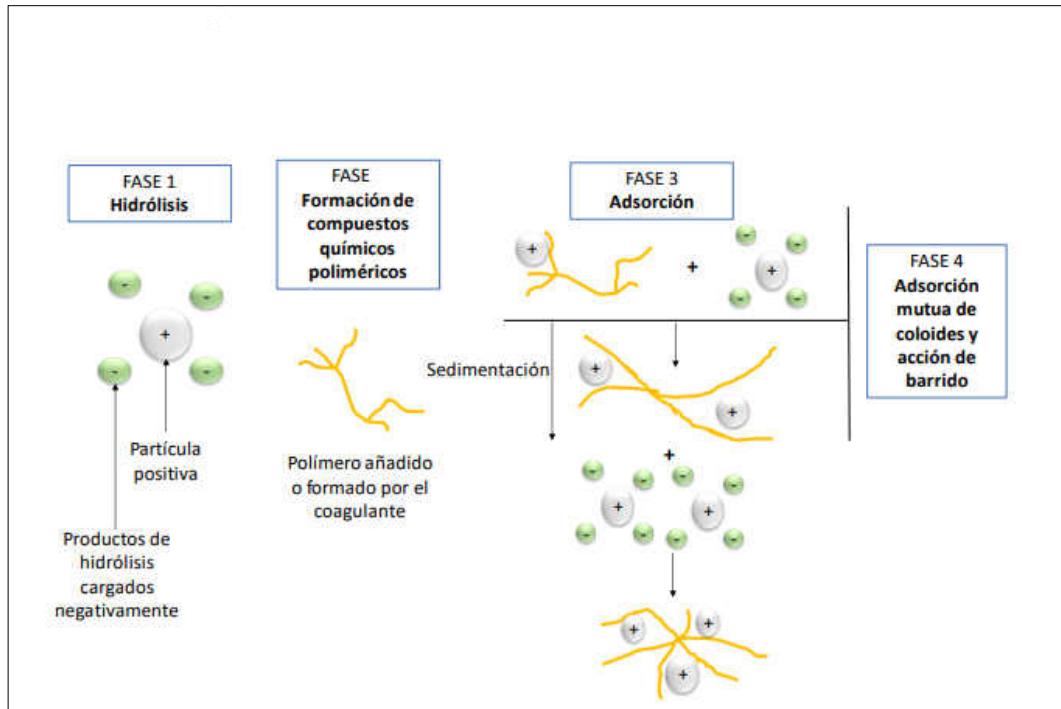
"Estos procesos se fundamentales en dos fenómenos significativos: El primero está vinculado con la desestabilización de los coloides, que se ubican en el intervalo de (0.001 a 1 µm), y el segundo implica la concentración de las partículas ya desestabilizadas (Baghvand, A. et al., 2010). Por eso es necesario utilizar polímeros solubles en agua con una naturaleza iónica, que lograrán desestabilizar las partículas y luego agruparlas.

### **2.1.8.4. El proceso de coagulación**

Tripathy, T. (2006) sostiene que la coagulación es el proceso que posibilita la desestabilización de las partículas coloidales. Es importante comprender que otros elementos como el pH, la turbidez, la temperatura, los tipos de coagulantes utilizados, así como su combinación y empleo, también influyen en este proceso. A partir de esta interacción entre diferentes factores se pueden prever las condiciones óptimas para eliminar contaminantes, lo cual genera varias etapas de coagulación en un período no superior a 20 segundos. Las etapas mencionadas son las siguientes: en primer lugar, la hidrólisis y desestabilización de las partículas suspendidas; en segundo lugar, la creación de compuestos poliméricos; luego, la adsorción de estas cadenas poliméricas; y finalmente, el barrido y la adsorción recíproca de coloides. El gráfico que se muestra a continuación ilustra este proceso:

**Figura 2.**

*Fases del proceso de coagulación*



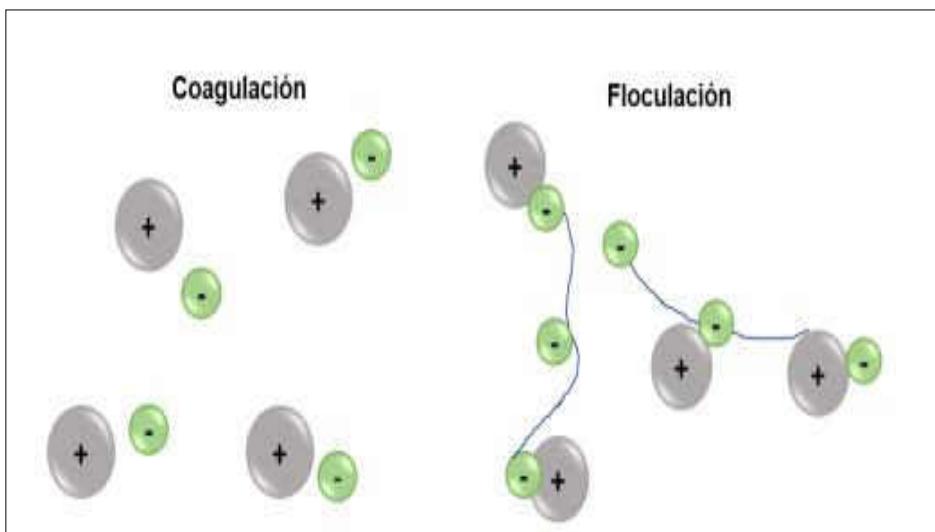
#### 2.1.8.5. El proceso de floculación

Es la fase que implica una mezcla lenta y produce lo que se conoce como flóculos, cambiando los niveles de turbidez y color en la disolución, del mismo modo facilita las diferencias en velocidad manteniendo un flujo laminar a fin de no romper la formación estable de los flóculos anteriormente formados, estas partículas suspendidas pueden variar en densidad, carga, y tamaño (Agencia de protección ambiental, 2002, p. 26)

Katrivesis, F. et al. (2019) afirman que los procesos de coagulación y floculación son sucesivos y posibilitan la agrupación o aglomeración de partículas, proceso que llamamos crecimiento de flóculos hasta que se sedimentan, debido a su carga en la superficie y naturaleza coloidal, ya que estas características afectan el proceso de separación de las partículas, ver figura 3.

**Figura 3.**

*Proceso de coagulación y floculación del agua*



Fuente: Katrivesis, et al, (2019)

#### **2.1.9. La turbidez**

Martínez, M. et. al. (2020) indicaron que los niveles de turbidez se refieren a la cantidad de minerales, compuestos coloidales u orgánicos que hay en el agua. Si estos valores aumentan, los microorganismos quedan protegidos de los procesos de desinfección, lo que provoca un incremento en la población bacteriana y una mayor necesidad de dosificación de cloro. Por tanto, una turbidez más alta representa un riesgo microbiológico capaz de perjudicar a la salud de las personas (p. 16).

Según Marcó, L. et al. (2004, p.79), aunque la turbidez no es peligrosa para la salud humana, está íntimamente asociada con el incremento de cloro y bacterias en los procedimientos de desinfección. "Es fundamental considerar indicadores indirectos de contaminación microbiológica en aguas captadas desde fuentes superficiales, puesto que un aumento en la turbidez puede generar una proliferación biológica en la red de distribución".

A pesar de que la turbidez no representa un peligro para la salud de las personas, está fuertemente asociada con el aumento de bacterias y cloro en los procesos de

desinfección, así lo dice Marcó, L. et. al. (2004, p.79) "Es necesario tener en cuenta parámetros como indicadores indirectos de contaminación microbiológica en aguas recolectadas desde fuentes superficiales, debido a que un incremento en la turbidez puede conducir a la proliferación biológica dentro de la red de distribución"

### **2.1.10. Coagulantes**

#### **Sulfato de aluminio**

Es una especie de coagulante que se obtiene a partir del proceso de digestión con ácido sulfúrico de los minerales bauxíticos. La alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) está presente en su composición, tanto en estado sólido como líquido; la concentración oscila entre 8-8.5% o 48%-49% (en polvo), o bien entre 630 g y 650 g de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Este compuesto se compone de sales de ácido sulfúrico (ácido fuerte)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y de hidróxido de aluminio (base débil)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Por lo tanto, sus soluciones en agua son muy ácidas, con un pH que fluctúa entre 2 y 3.8, en función de la relación molar entre sulfato y alúmina. (Pérez, I., 2015, p. 12)

Cuando el sulfato al contacto con el agua, las moléculas se van disociando con  $\text{Al}^3$  y  $\text{SO}_4$ , es por esta razón que al  $\text{Al}^3$  va ir combinándose con diversos coloides cargados negativamente a fin de neutralizar la carga de las partículas coloidales, estas mismas moléculas se puede combinar con  $\text{OH}^-$  que es el componente del agua formando de este modo el hidróxido de aluminio que tiene carácter coloidal, este procedimiento hace que se absorban los iones positivos para formar un sol (+); este neutraliza las cargas de los coloides (-) y favorece la aglomeración (Pérez, I., 2015, p. 12)

Romero, C. et. al (2020) a pesar de que el sulfato de aluminio es considerado una alternativa para el tratamiento del agua, se debe tomar en cuenta que este compuesto, al ser empleado en aproximadamente 80 ppm para obtener los valores

requeridos, puede provocar problemas graves de salud como Alzheimer, cáncer y enfermedades óseas. Además, afecta negativamente a las células epiteliales estomacales. En consecuencia, para el tratamiento del agua que se destina al consumo humano, además de saber los niveles residuales de aluminio que contiene y la turbidez, es indispensable.

### **Los polímeros catiónicos**

Los polímeros son moléculas que en su composición contienen unidades químicas conocidas como monómeros individuales, los cuales están vinculadas entre ellos de manera ramificada o lineal según sus grupo funcional, están ligados a lo largo de la cadena mediante los enlaces covalentes que posee; si son de carga negativa se les denomina polímero aniónico, a los de carga positiva polímero catiónico o también de carga neutral denominado polímero no iónico; también existen polímeros eléctricos el cual es un polímero que tiene muchas cargas en su estructura. (Letterman, R., Pero, R., 1990, p. 91)

Al respecto Rivas, S. et. al., (2017, p. 197); en el proceso de coagulación se usan polímeros para tratar el agua natural o industrial a fin de aglomerar los sólidos que se encuentran suspendidos, neutralizando así la carga eléctrica de los coloideos, mientras que los floculantes facilitan el proceso de formación de flóculos; de estos hay tres tipos: Cationicos, aniónicos y no iónicos. Los primeros se usan para sedimentar partículas que tienen origen orgánico, los segundos o aniónicos para sedimentar partículas minerales, y los iónicos para sedimentar ambos, por lo tanto, su selección depende exclusivamente del origen de las partículas y al Ph.

Wilson, J. (2008) expresa que, los polímeros en todos sus tipos son altamente usados para resolver el problema de floculación y sedimentación lenta a bajas temperaturas de coagulación; de este modo se consigue aumentar la solidez o dureza

de los flóculos y mejorar la sedimentación; para ello se necesita que este se encuentre disuelta a fin de adsorber a una determinada superficie coloidal y producir agregación, y se debe tener en cuenta que se debe usar el polímero según el tipo de agua es decir en aguas con mucho contenido de sustancias húmicas se puede usar epidma y cuando tenemos volúmenes considerables de arcilla inorgánica el polidadmac.

Los productos mencionados son polímeros de alta densidad de carga útiles como coagulante primario, que tiene un peso molecular bajo y es de carga positiva, puede ser reemplazado en el uso de las sales de aluminio en la neutralización de todas las cargas coloidales que presenta el agua pero sin variar el pH; son altamente eficiente en estas acciones y se usa en altas demandas de carga en masas de aguas turbias, debido a que las concentraciones de aluminio se elevan a medida que el agua es más turbia, haciendo que baje su pH, y se convierta en insoluble.

(Barrenechea, A., 2021)

De las investigaciones consultadas, se evidencia que los polímeros de tipo catiónico muestran mayor efectividad cuando se aplican en la entrada de una determinada línea de agua, siendo el tiempo óptimo para el proceso de coagulación inferior a 2 minutos, y las dosis óptimas en 1mg de polímero por g de sólido suspendido inferior a este. Finalmente, es importante conocer las medidas de polímero residual a fin de mantener un control estricto sobre los vertimientos, ya que puede presentar toxicidad o problemas de salud pública; siendo la densidad de carga el factor importante para determinar la dosificación del polímero, sobre todo cuando el mecanismo de neutralización de las cargas es un factor determinante.

### **2.1.11. Dosificación óptima**

Es una operación fundamental para lograr que se precipiten las impurezas presentes en el agua cruda, porque un volumen alto de estas impurezas puede cambiar la calidad del agua y perjudicar a los individuos que la consumen cuando estos parámetros sobrepasan los niveles establecidos por la norma y la OMS. Para ello, se emplean algoritmos que necesitan una cantidad coagulante dentro de un rango determinado en la prueba de jarras. (Huamán, M. et. al, 2020)

### **2.1.12. *Ensayo de jarras.***

Uno de los más relevantes para determinar la turbidez del agua y regular la coagulación química en el agua que se va a consumir es el test de jarras. Esta prueba, que posibilita el análisis del comportamiento de los coagulantes floculantes a escala en un procedimiento que puede llevarse a cabo en una PTAP, ayuda a determinar cuál es el coagulante más eficiente y a fijar su dosis apropiada.

El test de jarras es una técnica de laboratorio que reproduce el proceso de coagulación y floculación del agua mediante la incorporación de diferentes volúmenes de sustancias químicas. El propósito principal es establecer la mínima dosis de coagulante necesaria para conseguir para lograr una calidad de agua ideal. (OMS, 2021)

#### **2.1.12.1. Consideraciones generales para la ejecución de ensayos en la prueba de jarras.**

Según la OPS (2004), existen ciertos criterios a seguir para seleccionar los procesos y parámetros más adecuados en la prueba de jarras. Entre las recomendaciones generales que deben considerarse durante su ejecución, se destacan las siguientes:

- a) Secuencia y tiempo de administración: En ciertos casos, el coagulante se agrega a cada recipiente en tiempos diferentes, de acuerdo con el orden en que se

lleva a cabo la prueba. Esta práctica es ineficaz, especialmente cuando se utilizan ayudantes de coagulación, ya que el intervalo entre la introducción del coagulante y la del ayudante es un factor crucial.

b) Consideraciones posteriores a la dosificación y mezcla de coagulantes con el agua:

- **Uso de soluciones químicas:**

El reactivo principal utilizado es una solución esta se prepara disolviendo 100 gramos del coagulante en agua destilada hasta alcanzar un volumen total de 1.000 mL, obteniéndose así una solución al 10%, la cual puede conservarse como solución patrón por un período de uno a tres meses.

Para realizar la prueba de jarras, se toman 10 ml de esta solución patrón y se diluyen con agua destilada hasta alcanzar un volumen final de 100 ml, lo que da como resultado una solución al 1%. Esta solución no debe almacenarse por más de 24 horas, ya que existe el riesgo de hidrólisis, lo que disminuiría significativamente su eficacia como coagulante.

- **Dimensión del flóculo generado.**

Se mide y analiza cualitativamente la magnitud de los flóculos generados durante la prueba. Su dimensión puede medirse en milímetros utilizando el comparador del Water Research Institute del Reino Unido o mediante el índice de Willcomb, detallado en la tabla 4.

- **Tiempo de formación del flóculo**

Una forma de evaluar la rapidez de la reacción es midiendo, en segundos, el tiempo transcurrido hasta que aparece el primer indicio de floculación. Para facilitar esta observación, se recomienda iluminar la base del equipo agitador, aunque detectar el inicio del proceso puede ser difícil, ya que los primeros flóculos suelen

ser casi transparentes. Asimismo, un flóculo que se forma rápidamente no siempre representa el resultado más eficaz.

**Tabla 4.**

*Índice de floculación de Willcomb*

Número del índice	Descripción
0	Flóculo coloidal. Ningún signo de aglutinación.
2	Visible. Flóculo muy pequeño, casi imperceptible para un observador no entrenado.
4	Disperso. Flóculo bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta.)
6	Claro. Flóculo de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
8	Bueno. Flóculo que se deposita fácil pero no completamente.
10	Excelente. Flóculo que se deposita completamente, dejando el agua cristalina

*Nota.* OPS/CEPIS/PUB/04.109, 2004

• **Determinación de parámetros finales**

La medición de turbidez, el color residual, pH y alcalinidad se realiza entre diez y veinte minutos después de que se ha interrumpido la agitación. Se retiran las palas del agitador y se permite que el agua repose durante ese tiempo. Luego, con una pipeta volumétrica de 100 ml o un sifón, se aspira la muestra a la misma profundidad (entre 3 y 10 cm) en todos los recipientes. En la muestra extraída, se determina los parámetros finales demás del volumen de coagulante residual.

La determinación de estos parámetros se lleva a cabo entre diez y veinte minutos después de que la agitación ha sido detenida. Se quitan las palas del agitador y se deja que el agua se asiente en ese período. Después, la muestra se aspira con un sifón o con una pipeta volumétrica de 100 ml a la misma profundidad

(de 3 a 10 cm) en cada uno de los recipientes. En la muestra extraída se miden el pH, la turbidez o color, la alcalinidad total y el volumen de coagulante residual.

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Aglutinante.** Sustancia que se emplea para el tratamiento de agua, la cual favorece que las micropartículas se adhieran y se agrupen en estructuras más voluminosas y pesadas. Esto contribuye a optimizar su eliminación en procedimientos como la coagulación y la floculación. (Orellana, J., 2005)

**Afluente.** Masa de agua que entra a una planta desde fuentes naturales o artificiales, conteniendo diversos compuestos, sólidos en suspensión e impurezas que requieren ser removidos para su potabilización. (Orellana, J., 2005)

**Coagulación.** Proceso químico en donde se adiciona sustancias coagulantes al agua para neutralizar partículas coloidales y favorecer su conformación en flóculos de gran tamaño, facilitando su posterior eliminación mediante floculación y sedimentación. (Cabrera, X, et. al., 2009)

**Coloidal.** Estado físico de partículas extremadamente pequeñas, generalmente menores a un micrómetro, que permanecen dispersas en un medio líquido sin sedimentarse de forma natural debido a fuerzas electrostáticas que impiden su unión. (Lorenzo, Y. 2006)

**Concentraciones.** Cantidad específica de una sustancia presente en una determinada cantidad de agua, expresada en unidades como miligramos por litro (mg/L) o partes por millón (ppm), empleada para analizar la eficacia de los tratamientos químicos en disminuir la turbidez. (Lorenzo, Y. 2006)

**Decantación.** Técnica de separación física que facilita la clarificación del agua al reducir el número de partículas suspendidas, a través del asentamiento de sólidos

sedimentables en la parte inferior de un recipiente o tanque debido a la gravedad. (Pérez, F., 2020)

**Efluente.** Agua tratada que se obtiene de la planta de tratamiento tras haber sido purificada, con características perfeccionadas que satisfacen las exigencias de calidad establecidos para su descarga. (Orellana, J., 2005)

**Partículas sólidas en suspensión.** Fragmentos de material orgánico e inorgánico que permanecen flotando en el agua sin disolverse, afectando su claridad y calidad, y cuya eliminación es clave en el proceso de reducción de turbiedad. (Lorenzo, Y., 2006)

**Floculación.** Etapa del tratamiento de agua en la que se promueve la unión de partículas coaguladas mediante la aplicación de mezclado lento, formando flóculos más densos que pueden ser separados con mayor eficiencia mediante sedimentación o filtración. (Lorenzo, Y., 2006)

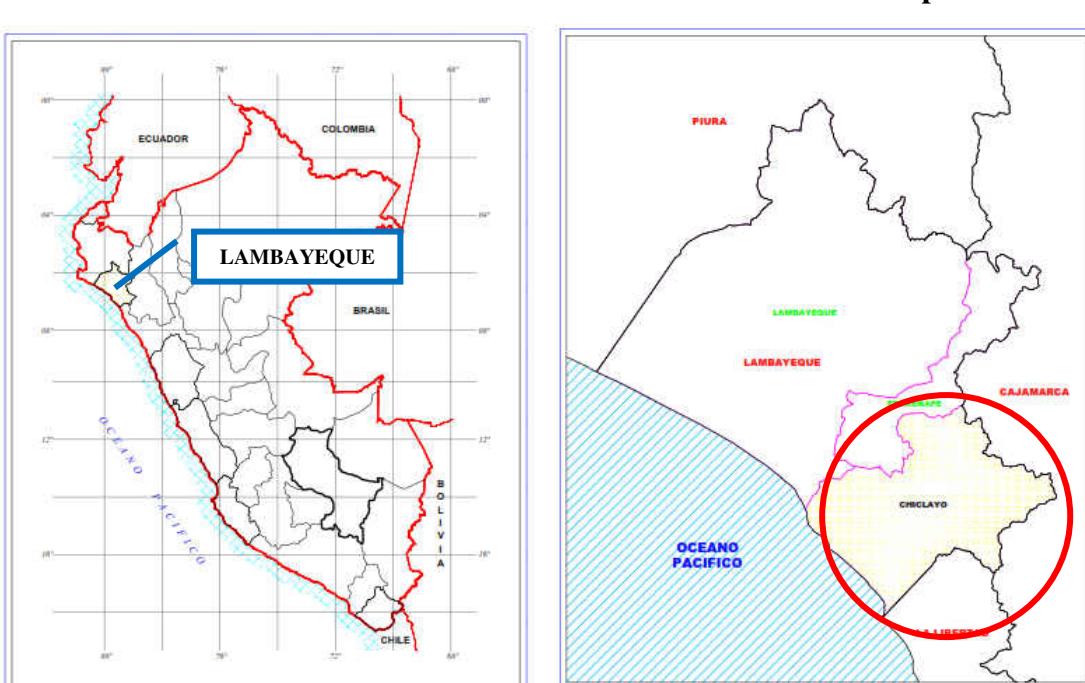
**Sedimentación.** Proceso mediante el cual los flóculos y otras partículas en estado de suspensión en el agua se asientan en la parte inferior de los tanques por la gravedad, favoreciendo su extracción y reduciendo la turbidez del agua tratada. (Pérez, F., 2020)

## CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

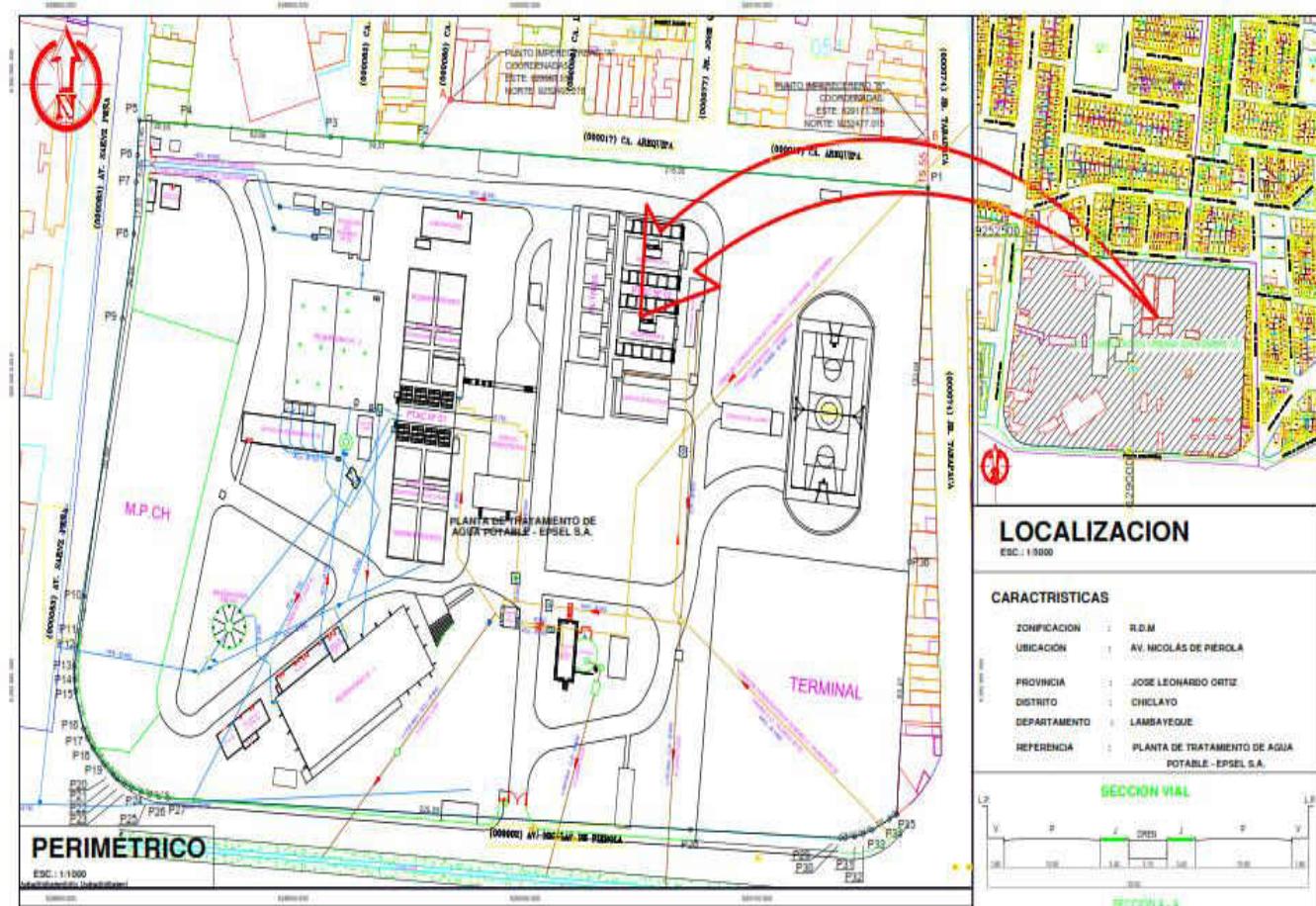
### 3.1. Ubicación del área de estudio.

La PTAP N° 1 de Chiclayo fue el lugar donde se realizó este estudio., que es la capital del departamento de Lambayeque. Este último se encuentra en la región noroccidental peruana y limita con La Libertad, Piura, Cajamarca y el Océano Pacífico; por lo tanto, es considerado el departamento más emblemático del litoral. La capital de la provincia y el departamento de Lambayeque es Chiclayo. En términos políticos, es una de las tres provincias que forman el departamento de Lambayeque, situado a cerca de 764 km al noroeste de Lima y a una altura de 27 m.s.n.m. Adicionalmente, se la tiene en cuenta como la cuarta zona metropolitana más grande y con más habitantes del Perú. Su localización estratégica la transforma en un punto de asociación importante para el transporte y las comunicaciones en la región.

La Planta de Tratamiento N° 1 se ubica en las coordenadas UTM 629071.1376E 9252250.668N como se observa en el (**Anexo H**)



## Ubicación de PTAP N° 1 – Chiclayo.



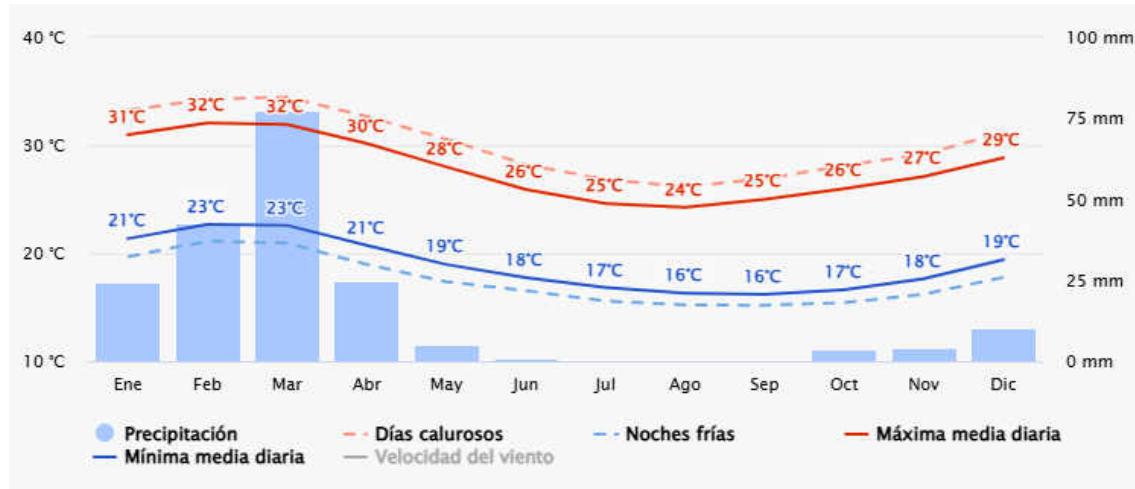
### 3.2. Características físicas del área de estudio.

#### 3.2.1. Clima

Según la categorización de Warren Thornthwaite (SENAMHI 2020), el clima de Chiclayo es árido, moderado y con poca humedad durante las cuatro estaciones anuales. Mientras que las temperaturas más bajas están entre 3 °C y 21 °C., las máximas fluctúan entre 19 °C y 31 °C. La precipitación anual varía de 0 a 15 mm y se representa mediante el símbolo E (d) B'.

**Figura 4.**

*Temperaturas medias y precipitaciones de la Ciudad de Chiclayo.*



Fuente: Meteoblue.

### 3.2.2. Geología

El distrito de Chiclayo según la geología regional presentada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET, carta 14-d) cuadrángulo de Chiclayo está conformado por las siguientes unidades lito estratigráficas como son depósitos aluviales 1 y 2, fluviales, eólicos y de playa. Presenta formaciones geológicas: la formación Puerto Eten, Grupo Goyllarisquizga.

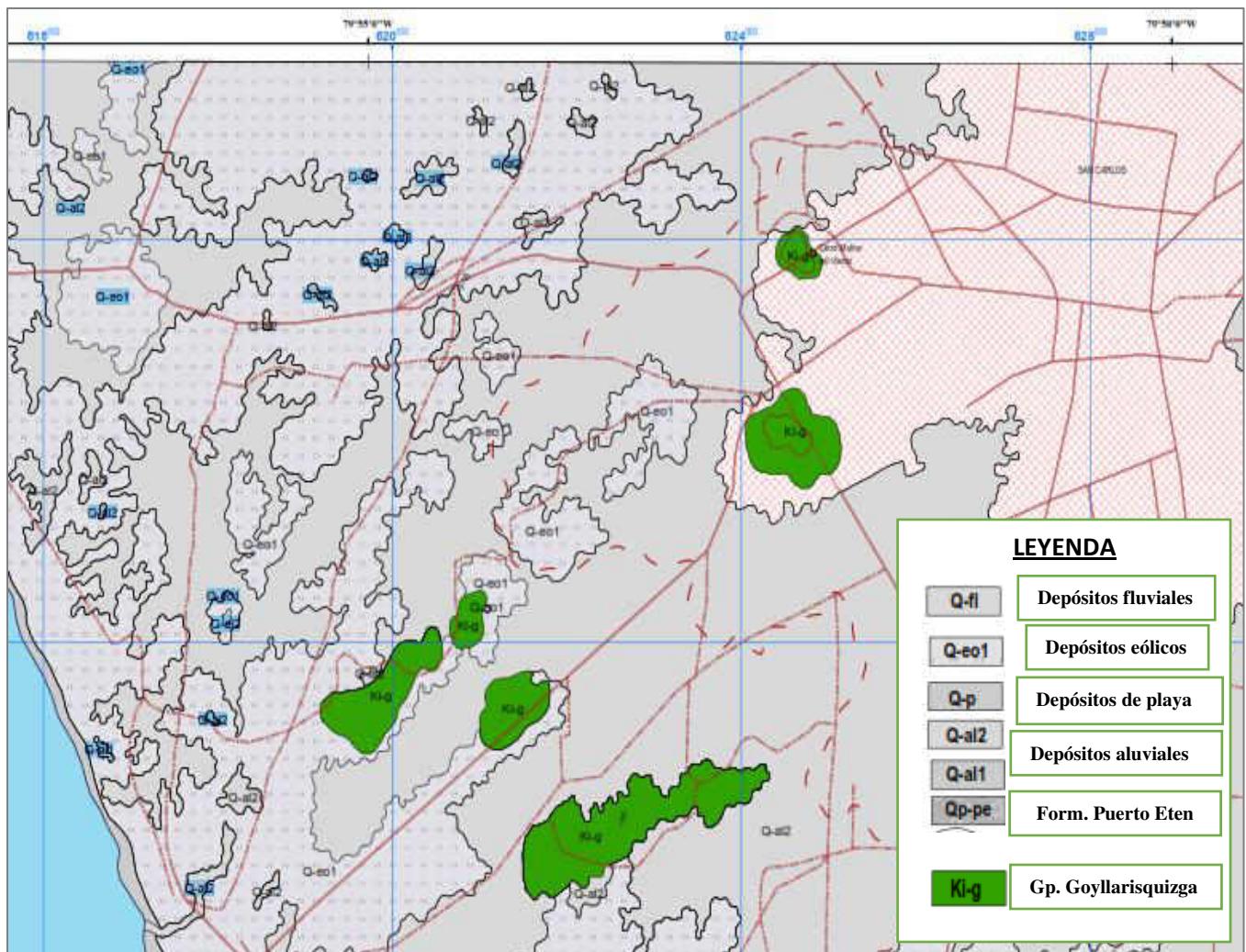
A continuación, se describen las formaciones geológicas:

- **Formación Puerto Eten (Qp-pe):** Esta formación consiste en limoarcillitas y conglomerados polimicticos.
- **Depósitos Aluviales (Q- al2):** Se trata de amplios abanicos aluviales compuestos de bloques y gravas en una matriz limoarenosa, donde existen zonas de cultivo y núcleos poblados.
- **Depósitos Fluviales (Q- fl):** En las riberas de los ríos, se presentan como terrazas que constituyen islas. Están compuestos por gravas con clastos redondeados rodeados de una matriz arenosa y pequeñas lentes de arena.

- **Depósitos Eólicos (Q-eo1):** se trata de arenas sueltas que el viento ha moldeado, ocupan amplias áreas y dan lugar a dunas.
- **Depósitos de playa (Q-p):** se extienden a través de las costas formando franjas estrechas y largas, están compuestos por gravas y arenas.
- **Grupo Goyllarisquizga (Ki-g):** Son areniscas cuarzosas de color blanco, aunque con matices rojos debido a la oxidación. Presentan un grano que varía entre medio y grueso en estratos de 0.1 a 1 m, además de escasas laminaciones en posición horizontal y laminaciones oblicuas. El grosor puede fluctuar entre 200 y 700 m.

**Figura 5.**

*Carta Geológica Nacional 14-d cuadrángulo de la ciudad de Chiclayo.*



Fuente: INGEMMET, carta 14-d

### **3.3. Metodología**

#### ***3.3.1. Tipo, nivel de investigación***

El enfoque fue cuantitativo “debido a que usó métricas e indicadores de carácter cuantitativo para evaluar las variables que caracterizan a la investigación” (Rasinger, S., 2020, p. 25), en este caso se tomaron valores escalares tanto de la variable sulfato de aluminio y polímero catiónico mediante concentraciones óptimas con el objeto de obtener resultados en la disminución de la turbiedad del agua.

Asimismo, el tipo de investigación utilizada en el estudio fue aplicada porque se buscó brindar “una solución al problema tanto en la actividad académica, investigativa y humana, tomando como base la investigación básica” (Ñaupas, H., et al., 2014, p. 93), el estudio aplicó metodologías prácticas para conocer el efecto de los coagulantes - floculantes en la disminución de la turbiedad del agua para consumo humano.

El nivel investigativo fue explicativo, tal como lo sostiene Arias, F., (2006) que indica que este nivel de estudio “estable la relación causal entre las variables, observando, midiendo y controlando las variables de interés, buscando el porqué de los hechos”, en el estudio alcanzar niveles óptimos de concentración y establecer comparaciones para identificar las causas que determinaron la efectividad de los coagulantes en la remoción de la turbiedad del agua destinada al consumo humano.

#### ***3.3.2. Diseño de investigación***

El diseño de investigación se clasificó como experimental, y de sub tipo diseño pre experimental Inter sujetos. Hernández, R., et. al (2014), este tipo de diseños manipula intencionadamente la variable independiente para observar su impacto en la variable dependiente. Para el estudio actual, se eligió controlar distintas concentraciones de sulfato de aluminio y del ayudante químico polímero catiónico hasta lograr una remoción óptima de los niveles de turbiedad más frecuente, comparando su efectividad.

Esquema del experimento

GE              O1              X1              O2

GE: Grupo experimental.

O1: Muestra de agua cruda antes del tratamiento con sulfato de aluminio y del sulfato de aluminio con el polímero catiónico.

X1: Tratamientos con diferentes dosis de Sulfato de Aluminio.

O2: Muestra de agua cruda luego del tratamiento con sulfato de aluminio y del polímero catiónico.

El esquema para el modelo estadístico aplicado, y para la sistematización de cada una de las observaciones o corridas en el experimento así:

**Tabla 5.**

*Diseño esquemático del experimento a diferente nivel de turbiedad más frecuente que ingresa a la PTAP – Chiclayo*

		Tratamientos			
		Bloques			
		T1	T2	T3	T4
R1	Y <sub>ij</sub>				
R 2	Y <sub>ij</sub>				
R 3	Y <sub>ij</sub>				
R 4	Y <sub>ij</sub>				

*Nota. En base a las combinaciones de los tratamientos realizados y a la cantidad de ensayos.*

### 3.3.3. Análisis de datos

En el estudio se buscó encontrar el estadístico que tenga la capacidad de identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en la reducción de turbiedad del agua potable. Dado que se analizaron la eficacia del sulfato de aluminio como solución pura y en combinación con un polímero catiónico, a diferentes dosis y en distintos niveles de turbiedad registrados en la planta de tratamiento de agua potable de Chiclayo, era

fundamental aplicar un método estadístico que permitiera establecer comparaciones detalladas entre los tratamientos.

La prueba de Duncan es una técnica de comparación múltiple que, a diferencia de otras pruebas como Tukey o LSD ajusta los niveles de significancia en función de la cantidad de comparaciones realizadas, proporcionando una mayor sensibilidad en la detección de diferencias entre los promedios de los tratamientos, esto resulta especialmente útil en este estudio, ya que permite determinar con precisión qué combinación de coagulantes y en qué dosis logra la mayor eficiencia en la reducción de la turbiedad. (Codjo, E., et. al., 2024)

Cuando se emplea este análisis estadístico en la información recabada en el experimento, se identifican los tratamientos que presentan incompatibilidades estadísticamente significativas en la disminución de la turbiedad, lo que contribuye a optimizar la selección y dosificación de los coagulantes utilizados en la planta de tratamiento.

Criterios tomados en cuenta en la prueba estadística:

#### **3.3.4. Nivel de significación ( $\alpha$ )**

El valor del nivel de significancia es de 5% (0.05), considerado como suficiente para el experimento.

#### **P valor (Normalidad de datos)**

Se tomó en cuenta las hipótesis a comparar

$$h_0 = \text{los datos presentan distribución normal (pvalor} > 0.05\text{)}$$

$$h_1 = \text{los datos no presentan distribución normal (pvalor} < 0.05\text{)}$$

#### **P valor (Prueba estadística)**

Se tomó en cuenta las hipótesis a comparar

Si el P valor < 0.05 se acepta la  $h_0$  (Aceptación de la hipótesis alterna)

Si el P valor > 0.05 se acepta la  $h_1$  (Rechazo de la hipótesis alterna)

### **3.3.5. Población y muestra de estudio**

#### **Población**

La población de estudio está formada por todos los grados de turbidez del agua cruda que ingresan a la PTAP N° 1.

#### **Muestra.**

La muestra fue integrada por un total de 22 muestras de agua cruda, estas fueron seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico, considerando la variabilidad natural del agua cruda. Estas muestras presentan una extensa pluralidad de grados de turbidez, con la finalidad de analizar cómo se comportan los coagulantes en diversas condiciones reales.

Los valores de turbidez de las muestras seleccionadas fueron:

- Serie 1: 17.9 NTU, 25.7 NTU, 38.8 NTU, 52.9 NTU, 68.2 NTU, 89.13 NTU, 102.6 NTU, 118.7 NTU, 137.12 NTU, 156.6 NTU, 197.1 NTU.
- Serie 2: 18.56 NTU, 27.88 NTU, 36.2 NTU, 55.63 NTU, 72.00 NTU, 87.60 NTU, 100.14 NTU, 120.30 NTU, 132.74 NTU, 160.42 NTU, 202.74 NTU.

### **3.3.6. Unidad de análisis**

Las muestras de unidad de agua cruda recolectadas en el ensayo de jarras durante la investigación son la unidad de análisis.

### **3.3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La observación directa fue la herramienta empleada para recolectar la información, ya que se tomaron muestras del caudal de entrada a través de la NTP 214.005 y luego se llevó a cabo el test de jarras con el objetivo de supervisar los procesos de coagulación-

floculación del agua destinada al consumo. Siguiendo cuidadosamente este procedimiento, se buscó determinar las dosis ideales del coagulante durante el tratamiento y lograr eliminar los niveles de turbidez; además, se analizó el comportamiento del fluido y sus flóculos sedimentados en un rango determinado de pH y velocidad de agitación.

Por otra parte, se utilizó una ficha como instrumento para recolectar datos donde se registró los valores obtenidos de las diferentes proporciones o dosificaciones añadidas al agua llevando un control sobre los cambios obtenidos en los niveles de turbiedad, este instrumento se encuentra en los anexos del presente estudio (**Ver Anexo E**)

### **3.3.8. Análisis e interpretación de datos**

Para el análisis e interpretación de los datos, se tomó en cuenta el ensayo o test de jarras, midiendo las dosificaciones óptimas tanto del sulfato de aluminio como único coagulante así como la combinación del sulfato de aluminio con el polímero catiónico, estos resultados se sistematizaron, tabularon, graficaron, y cuyo análisis e interpretación se requirió del uso de la estadística descriptiva para determinar los índices de dosificaciones y del mismo modo fue necesario el uso de la estadística inferencial para realizar el contraste de hipótesis mediante se usó el programa estadístico SPSS y, por último, se describieron los resultados de las variables que se estaban estudiando.

## **3.4. Procedimiento**

El proceso seguido para desarrollar esta investigación se organizó en tres fases claramente delimitadas, lo que posibilitó una aproximación metódica, ordenada y rigurosa del problema a estudiar.

### **3.4.1. Etapa preliminar de Gabinete**

#### **3.4.1.1. Descripción del Proceso de Tratamiento de Agua Potable en Planta**

##### **N° 1 – Chiclayo.**

La PTAP N° 1 de Chiclayo, inaugurada en el año 2000, tiene una tecnología DEGREMONT y pertenece al tipo Pulsator por contacto de lodos. Su capacidad de diseño es de 750 l/s. La PTAP N° 01 recibe agua cruda mediante una línea de conducción de Lagunas Boró, de 40 pulgadas. Esta línea está compuesta por tubería PONT-A-MOUSSON de hierro dúctil y tiene una longitud total de 9,782 metros lineales.

##### **Figura 6.**

*Vista Aérea de la Planta de Tratamiento N° 1 Chiclayo.*



Esta Planta de tratamiento se caracteriza por ser semi automatizada; la llegada del agua cruda es regulada por una válvula de mando manual y una válvula neumática monovar, posee una mezcla rápida tipo Resalto Hidráulico en donde se aplica la solución de coagulante por difusor y luego la solución floculante por difusor.

El agua ingresa luego a una cámara de aquietamiento de donde se distribuye equitativamente a cada uno de los dos decantadores de la Unidad. Los decantadores son del tipo Pulsator lámelar. Posee una cámara de vacío atmosférico, la misma que permite realizar las pulsaciones; luego el agua pasa por los tubos tranquilizadores, para ser floculada. El agua emerge pasando por las planchas tranquilizadoras, en donde se retiene los flocs livianos.

**Figura 7.**

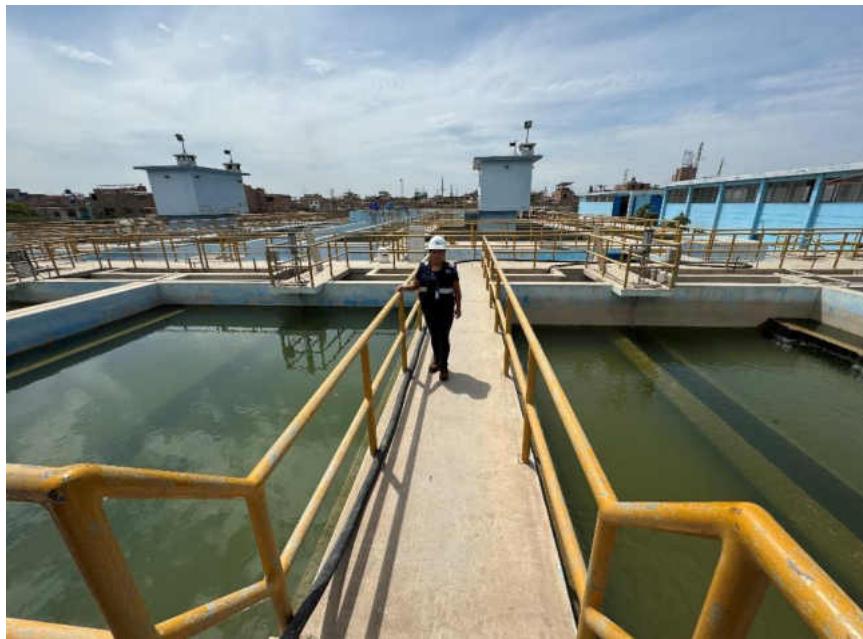
*Decantadores Pulsator.*



El agua decantada es recolectada por canaletas que llevan el agua a un canal central, que desemboca en otro canal para distribuirse a seis filtros rápidos de tasa y altura constante tipo Aquazur “V” con sistema de lavado aire y agua.

**Figura 8.**

*Unidades de Filtración de PTAP N° 1.*



El agua filtrada es recolectada en la galería de sifones desde donde se distribuye a una estructura de contacto de cloro llamado serpentín para la desinfección. El agua desinfectada se almacena en el reservorio R-2 para ser bombeada a los Reservorios del Ámbito de EPSEL S.A.

**Figura 9.**

*Galería de Sifones de PTAP N° 1.*



La PTAP N° 1 tiene una sala de Reactivos de preparación de insumos químicos, los cuales describiré a continuación:

**a) Preparación de Insumo Químico Sulfato de Aluminio.**

El sulfato suministrado en sacos se coloca manualmente en depósitos de preparación de 25 m<sup>3</sup> (1 en operación y 1 en preparación), Están equipados, cada uno de ellos con un agitador.

**Figura 10.**

*Depósitos de preparación de Sulfato de Aluminio.*



**Figura 11.**

*Bombas dosificadoras de Sulfato de Aluminio*



**b) Dosificación de Insumo Químico Polímero.**

El polímero se prepara en dos unidades (1 en operación y 1 en preparación).

Se recoge por 2 bombas dosificadoras (+ 1 emergencia) que abastecen dos puntos de inyección (salida de unidad de reparto antes del conducto de cada Pulsator). Trabajan en continuo, de 0 a 1501/h y 5 bares.

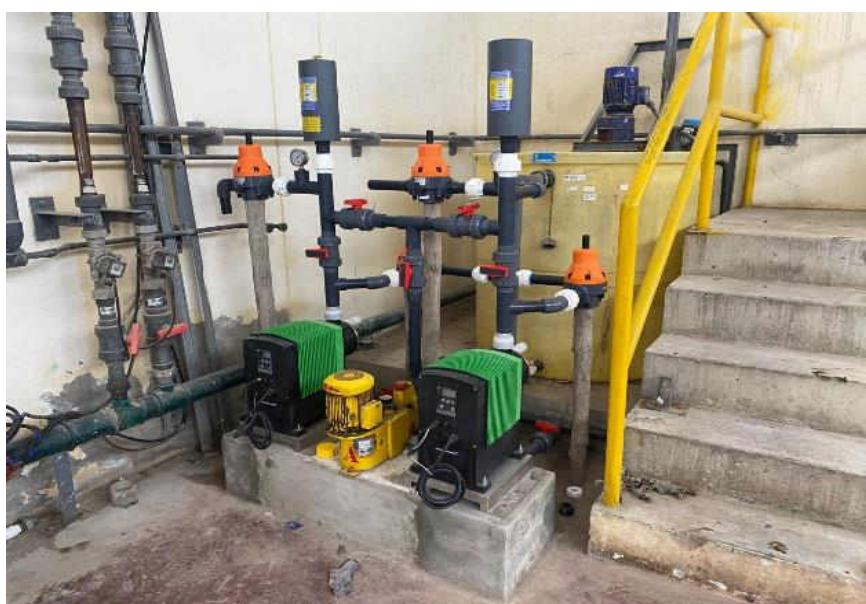
**Figura 12.**

*Depósitos de preparación de polímero*



**Figura 13.**

*Bombas dosificadoras de polímero.*



### **3.4.1.2. Histórico de mediciones de turbiedad en la PTAP Chiclayo.**

Los datos históricos fueron solicitados a la Sub Gerencia de Producción de Agua Potable de EPSEL S. A. Se evaluó y sistematizó el historial de mediciones de turbiedad de PTAP N° 1 de los años 2021-2024, los niveles más frecuentes de turbiedad, para aplicar dosis precisas en diferentes casos presentados. (Ver anexo C)

### **3.4.2. Etapa Experimental de Laboratorio.**

#### **3.4.2.1. Obtención de muestras de agua cruda para el test de jarras**

Los siguientes materiales y procedimientos fueron empleados en este proceso.

⇒ **Materiales.**

Chaleco, casco, guantes, 02 envases de obtención de muestras de 45 lts.

⇒ **Procedimiento.**

Las muestras de agua cruda se han extraído del lugar de muestreo dispuesto en la tubería de ingreso de 40” adaptado con un caño.

Para llevar a cabo 5 repeticiones de una única turbidez, se recolectaron 90 litros de agua cruda.

Se transportó los 02 envases con agua cruda al Laboratorio de Aseguramiento de Calidad de EPSEL S.A.

#### **3.4.2.2. Ensayo jarras.**

Para ejecución de los test de jarras se solicitó el ingreso y utilización de equipos de laboratorio a la Jefatura de Aseguramiento de Calidad de EPSEL S.A.

A través de este ensayo, se examinó la cantidad óptima de sulfato de aluminio (puro) y en combinación con polímero catiónico para eliminar turbidez en la PTAP N° 1. Se hace una descripción a continuación de los materiales, reactivos y equipos empleados:

**Tabla 6.**

*Equipos, materiales y reactivos utilizados.*

Equipos	Materiales	Reactivos
Equipo de Prueba de Jarras calibrado (certificado de calibración) (ver Anexo B)	Pipeta volumétrica de 10ml.	Sulfato de Aluminio
Turbidímetro de mesa (certificado de calibración) (ver Anexo B)	Fioles: 250 ml(1und), 1000 ml(2und)	Polímero catiónico
Medidor de Ph	Beakers: 25 ml (6), 50 ml. (6 und), 100ml.	Agua ultra pura.
Medidor de Conductividad	Matraces de 250 ml(6und)	
Colorímetro DR900 de medición de aluminio Residual.	Jeringas Hipodérmicas (6und)	
Balanza analítica		

Nota: *En base a lo utilizado durante el experimento*

### **3.4.2.3. Preparación de Solución patrón de sulfato de aluminio a una concentración del 10% (100000 ppm).**

Se empleó el siguiente método para elaborar la solución madre de sulfato de aluminio al 10%:

1. Se recogió una cantidad de sulfato de aluminio de la sala de reactivos de PTAP N° 1
2. En la balanza analítica se pesó 100 grs. de Sulfato de Aluminio en un beaker de 50 ml.
3. Se disuelve el sulfato de aluminio con agua ultra pura en la plancha de calentamiento y agitación.

4. Se trasvasó en una fiola de 1000 ml, se llenó la fiola hasta la mitad, y se agitó bien, luego se llenó hasta la marca de engrase con agua ultra pura, y reposar un minuto.
5. Se evitó el error de paralaje colocando la línea de engrase a la altura de los ojos.
6. Con ayuda de una cuenta gotas se dejó la base del meñisco tangente a la línea de engrase.
7. Se tapó la fiola, y agitó para homogenizar la solución.

#### **3.4.2.4. Preparación de solución patrón de sulfato de aluminio a una concentración del 1% (1000 ppm)**

Se llevó a cabo el siguiente procedimiento para preparar la solución patrón de sulfato de aluminio al 1%:

1. Se traspasó la solución madre de sulfato al 10% preparado previamente a un Beaker, con ayuda de una pipeta y un pipeteador de embolo se aspiró 25 ml de solución de sulfato de aluminio.
2. Se transfirió el volumen medido a la fiola de 250 ml, se llenó la fiola hasta la mitad, y se agitó bien, luego se llenó hasta la marca de engrase con agua ultra pura, y reposar un minuto.
3. Se evitó el error de paralaje colocando la línea de engrase a la altura de los ojos.
4. Con ayuda de una cuenta gotas se dejó la base del meñisco tangente a la línea de engrase.
5. Se tapó la fiola, y agitó para homogenizar la solución

#### **3.4.2.5. Preparación de la solución patrón de polímero a una concentración del 0.5% (5000 ppm)**

Se llevó a cabo el siguiente procedimiento para preparar la solución patrón de polímero catiónico al 0.5%:

1. Se recogió una cantidad de polímero catiónico de la sala de reactivos de PTAP N° 1.
2. En la balanza analítica se pesó 5 gramos de polímero catiónico en un beaker.
3. Se disuelve el polímero catiónico con agua ultra pura en la plancha de calentamiento y agitación.
4. Se trasvasó en una fiola de 1000 ml, se llenó la fiola hasta la mitad, y se agitó bien, luego se llenó hasta la marca de engrase con agua ultra pura, y reposar un minuto.
5. Se evitó el error de paralaje colocando la línea de engrase a la altura de los ojos.
6. Con ayuda de una cuenta gotas se dejó la base del meñisco tangente a la línea de engrase.
7. Se tapó la fiola, y agitó para homogenizar la solución.

#### **3.4.2.6. Programación de memorias del equipo de prueba de jarras.**

⇒ Procedimiento de programación del equipo:

- 1) Se encendió el interruptor del controlador. Despues de que se inicie el controlador programable, apareció la ventana de selección PRINCIPAL. Se encendió el interruptor del iluminador floc.
- 2) Se marcó memorias de Programa presionando “4” en el teclado. Apareció en la pantalla ELEGIR MEMORIA.
- 3) Se presionó ENTER y apareció la pantalla “EDITANDO VALORES en M1”.
- 4) Presionar "115" y ENTER aceptó el tiempo de ejecución. El cursor parpadeante pasó al siguiente campo (ALARMA).
- 5) Al Presionar ARRIBA y ENTER. Apareció la pantalla "EDITANDO VALORES en M2".
- 6) Al Presionar “25” y ENTER aceptó la velocidad de RPM.

- 7) Al Presionar "500" y ENTER aceptó el tiempo de ejecución.
- 8) Al Presionar UP dos veces y ENTER. Apareció la pantalla "EDITANDO VALORES en M3".
- 9) Al Presionar "0" y ENTER aceptó la velocidad de RPM.
- 10) Al Presionar "1000" y ENTER aceptó el tiempo de ejecución.
- 11) Al Presionar "2" y ENTER para aceptar la frecuencia de ALARMA.
- 12) Al Presionar ATRÁS para ir a la pantalla ELEGIR MEMORIA.
- 13) Al Presionar ABAJO para ir a "EDITAR VALORES en M4". Revisamos todos los parámetros y verificamos que todos los valores estén en cero.
- 14) Al Presionar BACK dos veces para ir a la ventana de selección PRINCIPAL (MAIN).
- 15) Presionar "2" para seleccionar "Modo Secuencial".
- 16) Presionar el botón START / STOP y el PB-900TM JarrTester quedó listo para ejecutar las pruebas de jarras.

#### **3.4.2.7. Determinación de parámetros de coagulación-floculación**

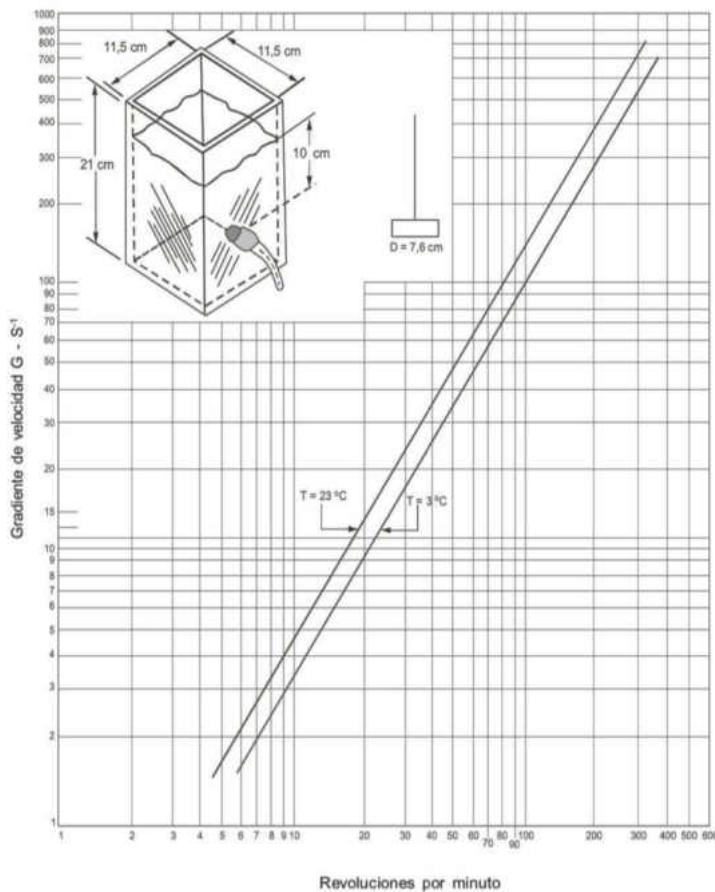
Para la programación de memorias se determinó parámetros como: gradientes de velocidad y velocidad de agitación para mezcla rápida (coagulación) y lenta (floculación).

##### **a. Coagulación**

Para ello en el MOM de PTAP N° 1 nos especifica que en la cámara de reparto que tiene un salto hidráulico; en esta cámara se produce la mezcla rápida, con una gradiente de velocidad de 800s-1 en un tiempo de contacto de 10 segundos. Interpolamos en el gráfico de Gradiente velocidad vs revoluciones por minuto. De acuerdo al siguiente gráfico.

**Figura 26.**

Ábaco que relaciona el gradiente de velocidad con las revoluciones por minuto



*Nota: Jarra de sección cuadrada. Desarrollado por la Universidad de Michigan.*

Se determinó las revoluciones por minuto para la homogenización para la programación de la Memoria 1.

$\Rightarrow$  Homogenización Memorial (M1) = 100PM; tiempo = 60 seg.

Se estableció el número de velocidades por minuto para la coagulación. (mezcla rápida) para la programación de la Memoria 2.

$\Rightarrow$  Mezcla rápida Memoria 2 (M2) = 300PM; tiempo = 60 seg.

### b. Floculación.

Según el manual del Cepis, en 2004 se señala que a una temperatura de  $23^{\circ}\text{C}$  y durante la fase de floculación con 40 rpm, la velocidad promedio de floculación es de  $52 \text{ s}^{-1}$ .

Se determinó las revoluciones por minuto para la floculación (mezcla lenta) para la programación de la Memoria 3.

$$\Rightarrow \text{Floculación Memoria 3 (M3)} = 40PM; \text{ tiempo} = 15 \text{ min.}$$

### c. Sedimentación

Se determinó las revoluciones por minuto para la sedimentación siendo la programación de la Memoria 4.

$$\Rightarrow \text{Sedimentación Memoria 4 (M4)} = 0 RPM; \text{ tiempo} = 15 \text{ min.}$$

#### **3.4.2.8. Protocolo de ejecución de pruebas de jarras.**

Se llevó a cabo el siguiente protocolo para ejecutar las pruebas de jarras.

1. En un beaker, se utilizó una pequeña muestra de agua cruda previa homogenización de agua cruda que fue recolectada en los recipientes de 45 litros.
2. Se midió los parámetros iniciales los cuales fueron: turbidez con el equipo turbidímetro calibrado, temperatura, pH, alcalinidad del agua y conductividad eléctrica con el equipo multiparámetros calibrado.
3. Se calculó la dosis de coagulante que se debe aplicar a cada jarra usando la ecuación de correlación de masas.
4. Se llenó las 06 jarras (2000 ml) con agua cruda recogida.
5. Se colocó las paletas deflectoras dentro de las jarras, la cual se ajustó exactamente en el centro del recipiente evitando el choque con las paredes de las jarras.
6. Se utilizó una pipeta para añadir las cantidades del coagulante a cada vasito en las jarras. Luego, se extrajo el contenido del recipiente con una jeringa hipodérmica, succionando hasta la última gota.
7. Se colocó la jeringa con la cantidad de coagulante calculada frente a la jarra correspondiente.

8. Después, se encendió el equipo y se programó las memorias de acuerdo con los parámetros ideales ya establecidos anteriormente:
  - ⇒ Homogenización Memoria1 (M1) = 100PM; tiempo = 60 seg.
  - ⇒ Mezcla rápida Memoria 2 (M2) = 300PM; tiempo = 60 seg.
  - ⇒ Floculación Memoria 3 (M3) = 40PM; tiempo = 15 min.
  - ⇒ Sedimentación Memoria 4 (M4) = 0 RPM; tiempo = 15 min.
9. Se inició la operación del instrumento de jarras, usando el coagulante y/o ayudante al mismo tiempo y de inmediato en cada una de las jarras. Para garantizar que la solución se difunda de manera más rápida, aplicamos el coagulante en el lugar con mayor turbulencia.
10. Al iniciar el proceso de floculación, se observó y registró el tiempo de conformación de flócs en el Formato de laboratorio elaborada previamente.
11. Justo antes de que finalice el proceso de floculación, se observó el tamaño de los flóculos formados. Este es el momento en el que se clasificaron los floes y registraron de acuerdo al Índice de Wilcomb.
12. Cuando el equipo haya finalizado con la simulación de los procesos, el equipo se apaga automáticamente. Luego, se colocan los tomadores de muestras, se cebaron los sifones, se aseguró el extremo del sifón con una liga y se dejó sedimentar el agua durante un período 15 minutos.
13. Despues de pasado el tiempo de sedimentación, se desecharon los 10 ml de muestra y se toman muestras de aproximadamente 30 ml de todas las jarras.
14. Se midieron los parámetros finales los cuales son: turbidez residual, ph, alcalinidad y aluminio residual.
15. Los resultados se registraron de forma experimental en el laboratorio. La dosis ideal se elige como aquella que produce la menor cantidad de turbidez.

16. Se procesaron los datos en el programa Excel, graficando la curva de turbidez residual vs dosis, observando el punto más bajo de la curva, siendo un indicador de dosis óptima.

### **3.4.2.9. Procedimiento estadístico.**

El procedimiento estadístico consistió en:

Primero: Se evaluaron mediante el historial de mediciones de turbiedad, los niveles más frecuentes de turbiedad, para aplicar dosis precisas en diferentes casos presentados.

Segundo: Se preparó las dosis dentro del rango óptimo tanto del sulfato de aluminio como de la solución combinada del Sulfato de Aluminio con el Polímero Catiónico

Tercero: Se Realizó las pruebas de jarras (equipo calibrado) teniendo en cuenta que las muestras de agua fueron seleccionadas de manera aleatoria en el Punto de Muestreo de agua cruda de la PTAP N° 1 – Chiclayo

Cuarto: Se realizó 5 repeticiones en cada ensayo de Jarras

Quinto: Se registró los datos en la ficha de campo. **Ver Anexo E**

Sexto: Se realizó la sistematización, tabulación y prueba estadística

Séptimo: Se realizó la prueba ANOVA

Octavo: Se aplicó la prueba Turkey para determinar la eficiencia en la mejor dosis de Sulfato de Aluminio (puro) o de Sulfato de Aluminio con Polímero Catiónico (Combinado)

Noveno: Se obtuvo las dosificaciones óptimas y eficientes del coagulante más efectivo.

Séptimo: Se obtuvieron los resultados y las conclusiones del experimento

### ***3.4.3. Etapa final de gabinete***

Los resultados alcanzados en las etapas inicial y de experimentación fueron clasificados, organizados en tablas y representados a través de gráficos. El análisis y la interpretación se llevaron a cabo con estadística descriptiva, para establecer los índices de dosificación, y con estadística inferencial, para hacer el contraste de hipótesis usando el programa SPSS. Por último, se explicaron los resultados de las variables investigadas.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Prueba de normalidad de datos

**Tabla 7.**

*Prueba de normalidad de datos*

Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			
	Estadístico	gl	Sig.
Sulfato de Aluminio - Solución pura	,174	330	,190
Sulfato de Aluminio + Polímero Cationico - Solución Combinada	,152	330	,127

La prueba de normalidad indica que de los 330 datos observados a diferente nivel de turbiedad y al aplicar el estadístico Kolmogorov-Smirnov se obtuvo que los datos presentaron una distribución normal.

### 4.2. Evaluación de los niveles de turbiedad históricas medidas para obtener la turbidez más frecuente.

**Tabla 8.**

*Histórico de niveles de turbiedad medidos en PTAP-Chiclayo.*

Año	Nivel de Turbiedad	
	Mínimo	Máximo
2021	3.50	180.5
2022	3.70	200.3
2023	4.90	210.0
2024	3.90	197.6
Promedio Anual	4.00	197.1

Los niveles de turbiedad promedio desde el 2021 hasta el 2024 alcanzan el rango de 4.00 NTU como valor mínimo estando este valor bajo el límite máximo permisible y por ende no se dosifica coagulantes por lo tanto se escogió valores frecuentes mínimos que van de 10 - 20 NTU y el valor de 197.1 NTU como valor máximo, por lo tanto, estos

datos nos indican que debemos ensayar las dosificaciones para encontrar la más eficiente con los valores más frecuentes de turbiedad.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

$H_0$  = El sulfato de aluminio y del polímero catiónico no logra remover más del 80% los valores de turbiedad del agua en la PTAP N° 1, Provincia de Chiclayo, Lambayeque – 2024

$H_1$  = El sulfato de aluminio y el polímero catiónico logra remover más del 80% los valores de turbiedad del agua en la PTAP N° 1, Provincia de Chiclayo, Lambayeque – 2024.

##### **4.3.1. Prueba de ANOVA**

**Tabla 9.**

*Prueba de ANOVA en los niveles de turbiedad más altos usando sulfato de aluminio*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	25,567	5	5,113	2856,638	,000
Dentro de grupos	,043	24	,002		
Total	25,610	29			

Nota: Sistematizado en el SE SPSS

Como se puede observar el valor de significancia para un valor de ingreso a la PTAP de 197 NTU, en dosificaciones de un rango entre 30mg/L y 35mg/L se encontró que existe evidencia suficiente para sostener que el sulfato de aluminio reduce considerablemente los índices de Turbiedad en la PTAP – Chiclayo, en valores superiores al 80% aceptándose de este modo la hipótesis alterna de investigación ya que el nivel de significancia 0.00 es menor a 0.05 (0.00 < 0.05), es decir que a un nivel de confianza del 95%, se confirma que el sulfato de aluminio y del polímero catiónico lograron remover

más del 80% los valores de turbiedad del agua en la Planta de Tratamiento de Agua Potable N° 1, Provincia de Chiclayo, Lambayeque - 2024

**Tabla 10.**

*Tamaño del efecto.*

		Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
			Inferior	Superior
Niveles de turbidez NTU	Eta cuadrado	,998	,996	,999
	Epsilon cuadrado	,998	,995	,998
	Omega cuadrado efecto fijo	,998	,995	,998
	Omega cuadrado efecto aleatorio	,990	,975	,992
	a. Eta cuadrado y Epsilon cuadrado se estiman basándose en el modelo de efecto fijo.			

Nota: Sistematizado en software estadístico SPSS.

Para observar los valores de los niveles de turbiedad se calculó el tamaño o magnitud del efecto comprobándose mediante estos valores lo cercano o lejano de los promedios de los grupos ajustados a la varianza, esta magnitud está dentro del intervalo de confianza establecido al 95%; el valor observado es Eta cuadrado que alcanzó al 0,998; esto significa que la investigación realizada presentó un efecto es significativo y muy importante debido al el valor obtenido (0,998) estadísticamente.

#### **4.3.2. Prueba de comparación múltiple para el coagulante $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ : Tukey**

Para las pruebas específicas que se realiza estadísticamente y determinar dentro del rango de dosificaciones y el nivel de turbiedad y demostrar si existe o no diferencias estadísticas significativas entre los grupos comparados a un nivel de significación de 0.05, la comparación se realiza mediante la prueba Tukey que compara los subconjuntos y verifica si sus medias son significativamente distintas. A continuación, se presentará una serie de tablas que muestran las diferentes dosificaciones con cada nivel de turbiedad, estos nos brindarán un indicador de la eficiencia de coagulante en el agua de esas condiciones:

**Tabla 11.***Prueba de rango múltiple Tukey para 17.9 NTU.*

HSD Tukey <sup>a]</sup>		Subconjunto para alfa = 0.05					
Dosificaciones de Sulfato de Aluminio	N	1	2	3	4	5	6
11 Mg/L	5	4,0680					
12 Mg/L	5		5,8020				
10 Mg/L	5			7,0280			
9 Mg/L	5				10,8880		
8 Mg/L	5					12,5000	
7 Mg/L	5						13,8980
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** Según la prueba estadística Tukey existe una relación inversa entre la dosificación y la turbiedad a mayor dosificación menor turbidez, a cada incremento o decremento de la dosis genera diferencias estadísticas importantes las cuales son importantes en el aspecto operativo de la planta, sin embargo la dosificación óptima desde el aspecto técnico es de 11 mg/L que alcanzo a reducir de 17.9NTU a 4.068NTU, sugiriendo una mayor eficiencia en el tratamiento de la disminución de la turbidez a un nivel de confianza del 95%

**Tabla 12.***Prueba de rango múltiple Tukey para 25.7 NTU.*

HSD Tukey <sup>a]</sup>		Subconjunto para alfa = 0.05					
Dosificaciones de Sulfato de Aluminio	N	1	2	3	4	5	6
11 Mg/L	5	2,8880				2,8880	
13 Mg/L	5	3,3020				3,3020	
15 Mg/L	5		4,2620				4,2620
9 Mg/L	5			7,5940			
7 Mg/L	5				10,9300		
5 Mg/L	5					11,0540	
Sig.		,192	1,000	1,000	,977	,192	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey se mantiene la relación inversa entre la dosificación y la turbiedad, a partir de 9mg/l la turbiedad se incrementa, las dosificaciones de 11 y 13Mg/l no presentan diferencias estadísticas, de igual modo entre 7 y 9Mg/l , sin embargo entre 15 Mg/l y 11 y 13Mg/l se observó diferencias significativas las cuales en este rango de dosificaciones son las consideradas óptimas, por otro lado, la dosificación de 15Mg/l alcanzó una media de 4.26NTU y dosificaciones en los rangos de 5 a 9Mg/l no son eficientes para la reducción de los índices de turbiedad

**Tabla 13.**

*Prueba de rango múltiple Tukey para 38.8 NTU*

HSD Tukey <sup>a</sup>		Subconjunto para alfa = 0.05					
Dosificaciones de Sulfato de Aluminio	N	1	2	3	4	5	6
13 Mg/L	5	2,4900					
14 Mg/L	5		3,4600				
15 Mg/L	5			3,7260			
12 Mg/L	5				5,4980		
11 Mg/L	5					7,6120	
10 Mg/L	5						10,1100
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, donde se observó que entre la dosis de 13 a 15 Mg/l son las dosis óptimas y de mayor eficiencia, en el nivel de turbiedad de 38.8NTU. Por otro lado, dosificaciones inferiores a 12Mg/l no reduce considerablemente los niveles de turbiedad, teniendo en cuenta que cada dosis tiene un efecto diferenciado.

**Tabla 14.***Prueba de rango múltiple Tukey para 52.9 NTU.*HSD Tukey<sup>a</sup>

Dosisificaciones de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
18 Mg/L	5	3,3280				
19 Mg/L	5		4,4660			
20 Mg/L	5			4,5080		
17 Mg/L	5				5,2760	
16 Mg/L	5					6,7900
15 Mg/L	5					7,4420
Sig.		1,000	,949	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, donde se observó que se mantiene la relación inversa entre dosis y turbidez, además la dosis más óptima es de 18 Mg/l, se observa además que las dosis de 19 y 20 Mg/l no presenta diferencias estadísticas, y la menos eficiente es en la dosificación de 15mg/L.

**Tabla 15.***Prueba de rango múltiple Tukey para 68.2 NTU*HSD Tukey<sup>a</sup>

Dosisificaciones de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
18 Mg/L	5	4,2680					
19 Mg/L	5		5,0360				
20 Mg/L	5			5,4060			
17 Mg/L	5				6,4900		
16 Mg/L	5					8,0160	
15 Mg/L	5						9,7600
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, donde se observó que se mantiene la relación inversa entre dosis y turbidez, además la dosis óptima y más eficaz es de 18 Mg/l, alcanzando una turbiedad de 4.26NTU, significativamente mucho menor en comparación de las demás.

**Tabla 16.**

*Prueba de rango múltiple Tukey para 89.13 NTU*

Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
23 Mg/L	5	4,9700				
24 Mg/L	5		6,9660			
25 Mg/L	5			7,3020		
22 Mg/L	5				11,2280	
21 Mg/L	5					16,5420
20 Mg/L	5					20,7720
Sig.		1,000	,132	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, donde se observó que se mantiene la relación inversa entre dosis y turbidez, además la dosificación óptima en este rango fue la de 23Mg/l, siendo el umbral de eficiencia las dosis de 24 y 25Mg/l donde ya no se muestra diferencias significativas, por lo tanto, dosis de más de 23Mg/l no mejora significativamente dosis menores a 22Mg/l la turbiedad se ve incrementada alcanzando un pico de 20.77NTU.

**Tabla 17.***Prueba de rango múltiple Tukey para 102.6 NTU*HSD Tukey<sup>a</sup>

Dosisificaciones de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
26 Mg/L	5	4,9700				
28 Mg/L	5		6,9660			
30 Mg/L	5			7,3020		
24 Mg/L	5				11,2280	
22 Mg/L	5					16,5420
20 Mg/L	5					20,7720
Sig.		1,000	,132	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, donde la dosis con mayor eficiencia es la de 26Mg/l que alcanzó 4.97NTU estadísticamente distinta dentro del grupo, las dosis entre 28 y 30Mg/l no presentaron diferencias en dosis bajas de 20 a 24Mg/l el rendimiento se ve disminuido, siendo la de 20Mg/l la peor.

**Tabla 18.***Prueba de rango múltiple Tukey para 118.7 NTU.*HSD Tukey<sup>a</sup>

Dosisificaciones de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
28 Mg/L	5	4,8420					
30 Mg/L	5		6,3580				
32 Mg/L	5			7,1700			
26 Mg/L	5				8,0840		
24 Mg/L	5					9,2040	
22 Mg/L	5						16,4520
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, en dosis de 30 a 32Mg/l empeora la turbiedad de manera ligera, lo que indica la saturación de los procesos de coagulación, del mismo modo en dosis muy bajas en el

rango de 22 a 26Mg/l, donde se muestran valores muy alto de turbiedad y la dosis más óptima es la de 28Mg/l que obtiene el valor más bajo dentro del rango de 4.8NTU.

**Tabla 19.**

*Prueba de rango múltiple Tukey para 137.12 NTU*

Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
30 Mg/L	5	3,9600			
34 Mg/L	5		5,2340		
32 Mg/L	5			5,5480	
28 Mg/L	5				6,5020
26 Mg/L	5				6,7960
24 Mg/L	5				10,4000
Sig.		1,000	,772	,816	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, la dosificación óptima lo obtenemos en 30Mg/l que alcanza un valor de 3.96NTU de turbiedad, los rangos medios de 32 y 34Mg/l son valores que, si mejoran los resultados pero que no son los óptimos, las dosis de 26 y 28Mg/l no presenta diferencias estadísticas aumentando los niveles de turbiedad y el rendimiento menos favorable se encontró en 24Mg/L que alcanzó 10.4 NTU.

**Tabla 20.**

*Prueba de rango múltiple Tukey para 156.6 NTU*

Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
29 Mg/L	5	5,2700					
30 Mg/L	5		6,0040				
31 Mg/L	5			6,6160			
28 Mg/L	5				6,9180		
27 Mg/L	5					7,6240	
26 Mg/L	5						8,9400
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, se evidenció que la dosificación óptima que genera mayor eficiencia fue la de 29Mg/l que alcanzó 5.27NTU, para las dosis de 28 a 30Mg/l presento una eficiencia intermedia mostrándose una diferencia significativa entre estas dosis y en dosis bajas de 26 y 27Mg/l los valores de turbiedad son más altas alcanzando 8.9 y 7.6NTU.

**Tabla 21.**

*Prueba de rango múltiple Tukey para 197.1 NTU*

Dosisificaciones de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
32 Mg/L	5	5,1020				
33 Mg/L	5		6,2440			
31 Mg/L	5			6,7700		
34 Mg/L	5				6,8200	
35 Mg/L	5					7,1420
30 Mg/L	5					8,1620
Sig.		1,000	1,000	,444	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, se muestra que la dosificación de 32Mg/l es la más óptima dando una eficiencia en esta dosificación con la menor turbiedad de 5.1 NTU; también existe una eficiencia media en las dosis de 33, 31 y 34Mg/l que alcanzan niveles de turbiedad mayores pero moderadas y en estas dos últimas se muestra un comportamiento similar; por otro lado en niveles de turbiedad de 30 y 35Mg/l alcanzan valores altos de turbiedad con estas dosificaciones es decir son las menos eficientes, por tanto el rango óptimo es el cercano a 32 Mg/L.

**4.3.3. Prueba de comparación múltiple para el coagulante  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  combinado con Polímero Catiónico: Tukey**

**Tabla 22.**

*Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 18.56 NTU*

HSD Tukey <sup>a</sup>		Subconjunto para alfa = 0.05		
Dosificaciones de Sulfato de Aluminio	N	1	2	3
8 + 0.14 Mg/L	5	1,1320		
8 + 0.16 Mg/L	5	1,4960		
8 + 0.12 Mg/L	5		2,7640	
8 + 0.18 Mg/L	5		2,8380	
8 + 0.20 Mg/L	5		3,2540	
8 + 0.10 Mg/L	5			4,8780
Sig.		,250	,056	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, se muestra que existe homogeneidad en los siguientes grupos 8+ 0.14Mg/l y 8+16Mg/l, así como en los grupos 8+0.12Mg/l, 8 +0.18Mg/l y 8+0.20Mg/l, según estos resultados la combinación más óptima de los grupos es la de 8 Mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  combinado con 0.14Mg de polímero catiónico, si aumentamos el polímero sobre 0.16Mg/l no se muestra mejora en los niveles de turbiedad llegando a ser un gasto del químico innecesaria en dosis por debajo de 0.10Mg/l no cumple con el estándar que se necesita.

**Tabla 23.**

*Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 27.88 NTU*

HSD Tukey <sup>a</sup>		Subconjunto para alfa = 0.05					
Dosificaciones de Sulfato de Aluminio	N	1	2	3	4	5	6
9 + 0.14 Mg/L	5	1,0360					
9 + 0.16 Mg/L	5		1,8260				
9 + 0.18 Mg/L	5			2,1260			
9 + 0.20 Mg/L	5				2,4420		
9 + 0.12 Mg/L	5					2,8420	
9 + 0.10 Mg/L	5						3,4040
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, se muestra que la combinación óptima es la de 9Mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  en combinación con 0.14Mg/l de polímero catiónico generando un nivel de turbiedad mejor que en todos los casos del rango evaluado alcanzando un 1.04NTU, dosis menores a 0.14 son insuficientes para el proceso y dosis mayores no mejoraron los niveles de turbiedad, incrementar la dosis de 8 a 9 si se mantiene el polímero reduce muy ligeramente los niveles de turbiedad.

**Tabla 24.**

*Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 36.2 NTU*

Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
11 + 0.14 Mg/L	5	,7560					
11 + 0.16 Mg/L	5		2,4420				
11 + 0.12 Mg/L	5			3,0580			
11 + 0,18 Mg/L	5				3,7220		
11 + 0,20 Mg/L	5					4,1900	
11 + 0.10 Mg/L	5						4,9860
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, se muestra que la combinación óptima es de 11Mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  y 0.14Mg/l de polímero catiónico alcanzando un nivel de turbiedad de 0.75 con un valor de ingreso de 36.2NTU, siendo por lo tanto la combinación óptima, en los demás casos se muestra nivele de turbiedad menos eficientes.

**Tabla 25.***Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 55.63 NTU*

Dosificaciones de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
15 + 0.16 Mg/L	5	,8260				
15 + 0.14 Mg/L	5		1,3360			
15 + 0.18 Mg/L	5			2,2520		
15 + 0.20 Mg/L	5				3,2540	
15 + 0.12 Mg/L	5					3,4700
15 + 0.10 Mg/L	5					4,5200
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística, se muestra, la dosificación más óptima es la que combina 15Mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.16Mg/l alcanzando un valor de 0.826NTU, debiéndose evitar dosificaciones de 0.1 y 0.12Mg/l ya que presentan turbiedad elevada con las combinaciones de Sulfato de Aluminio.

**Tabla 26.***Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 72 NTU*

Dosificaciones de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
16 + 0.18 Mg/L	5	,8720				
16 + 0.16 Mg/L	5		1,6640			
16 + 0.14 Mg/L	5			2,2000		
16 + 0.20 Mg/L	5				2,4480	
16 + 0.12 Mg/L	5					3,2880
16 + 0.10 Mg/L	5					5,3920
Sig.		1,000	1,000	,361	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, se observó que la dosis óptima es la que combina 16Mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.18Mg/l de polímero catiónico, los cuales alcanzó un nivel de turbiedad de 0.87NTU con un ingreso de 72NTU reduciéndose considerablemente. Además, las dosificaciones

de combinación de 0.10 y 0.12Mg/l no son recomendables debido a que no controlan adecuadamente la turbiedad

**Tabla 27.**

*Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 87.60 NTU*

Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
20 + 0.16 Mg/L	5	,5140				
20 + 0.18 Mg/L	5		,9920			
20 + 0.14 Mg/L	5			1,0920		
20 + 0.20 Mg/L	5				2,4660	
20 + 0.12 Mg/L	5					3,4900
20 + 0.10 Mg/L	5					4,3760
Sig.		1,000	,053	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, se observó que la dosis óptima es la que combinó 20Mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.16Mg/l de Polímero catiónico alcanzando un nivel mínimo de turbiedad de 0.51NTU el más bajo registrado en este rango, por otro lado se observó que las dosis de 0.14 y 0.18Mg/l no presentan diferencias estadísticamente distintas, por lo tanto son menos efectiva que la solución previa, y las soluciones de 0.10 y 0.12Mg/l son no recomendables o ineficientes.

**Tabla 28.***Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 100.14 NTU*HSD Tukey<sup>a</sup>

Dosificaciones de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
22 + 0.16 Mg/L	5	1,1900					
22 + 0.18 Mg/L	5		2,5340				
22 + 0.20 Mg/L	5			2,8740			
22 + 0.14 Mg/L	5				4,2060		
22 + 0.12 Mg/L	5					6,5360	
22 + 0.10 Mg/L	5						8,1640
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, se observó que la dosis óptima es la que combinó 22Mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.16Mg/l de Polímero catiónico alcanzando un nivel mínimo de turbiedad de 1.19NTU, siendo la turbiedad de ingreso de 100.14NTU. Por otro lado, se debe evitar las dosificaciones de 0.10 y 0.12mg/l de polímero catiónico ya que los niveles de turbiedad no disminuyen.

**Tabla 29.***Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 120.30 NTU*HSD Tukey<sup>a</sup>

Dosificaciones de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
24 + 0.18 Mg/L	5	,9000					
24 + 0.20 Mg/L	5		1,2240				
24 + 0.22 Mg/L	5			2,2600			
24 + 0.16 Mg/L	5				3,8920		
24 + 0.14 Mg/L	5					5,0680	
24 + 0.12 Mg/L	5						7,0060
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, se observó que la combinación óptima de tratamiento es la de 24Mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.18Mg/l de Polímero catiónico alcanzando un nivel mínimo de turbiedad de 0.90NTU, siendo la turbiedad de ingreso de 120.30NTU. Por otro lado, las combinaciones de 0.12 y 0.14Mg/l no genera un efecto significativo, tampoco de evidencia que a dosis de 0.14 y 0.16Mg/l se detecte mejores resultados en la reducción de la turbiedad.

**Tabla 30.**

*Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 132.74 NTU*

HSD Tukey<sup>a</sup>

Dosificaciones de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
26 + 0,18 Mg/L	5	,7180				
26 + 0,16 Mg/L	5		1,0960			
26 + 0,20 Mg/L	5			1,9860		
26 + 0,22 Mg/L	5				2,0380	
26 + 0,14 Mg/L	5					3,0620
26 + 0,12 Mg/L	5					4,4960
Sig.		1,000	1,000	,252	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, se observó que la combinación óptima de tratamiento es la de 26Mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.18Mg/l de Polímero catiónico alcanzando un nivel mínimo de turbiedad de 0.718 NTU, siendo la turbiedad de ingreso de 132.74 NTU. Por otro lado, las combinaciones inferiores a 0.16Mg/l no genera una eficiencia, tampoco hay evidencia que a dosis de 0.12 y 0.14 Mg/l se mejore los resultados ya que alcanza 4.49 NTU.

**Tabla 31.***Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 160.42 NTU*HSD Tukey<sup>a</sup>

Dosisificaciónes de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
27 + 0,18 Mg/L	5	1,1620					
27 + 0,19 Mg/L	5		1,9300				
27 + 0,20 Mg/L	5			2,1420			
27 + 0,17 Mg/L	5				3,2240		
27 + 0,16 Mg/L	5					4,5520	
27 + 0,15 Mg/L	5						5,1860
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, que cada combinación es estadísticamente distinta, por lo que evaluando la combinación óptima de tratamiento es la de 27Mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.18Mg/l de Polímero catiónico alcanzando un nivel mínimo de turbiedad de 1.16NTU, siendo la turbiedad de ingreso de 160.42NTU. Además, se observa que a dosis no baja a valores menores a 1NTU lo que sugiere una eficiencia limitada en relación al costo del coagulante, si la dosis de polímero disminuye por debajo de 0.18Mg/l no se ve efecto significativo.

**Tabla 32.***Prueba de rango múltiple Tukey de dosis combinada a 202.74 NTU*HSD Tukey<sup>a</sup>

Dosisificaciónes de Sulfato de Aluminio	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
30 + 0,19 Mg/L	5	1,9920				
30 + 0,20 Mg/L	5		2,2460			
30 + 0,18 Mg/L	5			2,2660		
30 + 0,17 Mg/L	5				3,4440	
30 + 0,15 Mg/L	5					4,2880
30 + 0,16 Mg/L	5					4,4860
Sig.		1,000	.951	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95% y según la prueba estadística Tukey, que cada combinación es estadísticamente distinta, por lo que evaluando la combinación óptima de tratamiento es la de 30Mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.19Mg/l de Polímero catiónico alcanzando un nivel mínimo de turbiedad de 1.19NTU, siendo la turbiedad de ingreso de 202.74NTU. Además, se observa que las dosificaciones de 0.18 y 0.20mg/l de polímero catiónico también son efectivas, pero no son las óptimas, por otro lado, las dosis de 0.15 y 0.16mg/L no presentan un efecto en la disminución de la turbiedad avanzando valores superiores a 4NTU fuera del estándar de agua potable.

#### **4.4. Determinación de Dosificación Óptima.**

La dosificación óptima depende de las condiciones del agua cruda, se evaluaron diferentes condiciones de ingreso de agua cruda mediante el test de jarras con el fin de analizar los efectos del Sulfato de Aluminio y del Polímero catiónico dentro de un rango de dosis y con diferente nivel de turbiedad, hasta obtener un nivel óptimo de dosificación, este nivel óptimo encontrado disminuye el peligro asociado con la salud de las personas y hace uso racional de los insumos mejorando la calidad del agua para consumo humano y favoreciendo a los recursos administrados por la empresa.

**Tabla 33.**

*Resultados de dosis óptima de soluciones de sulfato de aluminio.*

TURBIEDAD (N.T.U.)	Rango evaluado (mg/L)	Dosis óptima (mg/L)	Turbidez más baja (NTU)	Observaciones
17.9	7–12	<b>11 mg/L</b>	4.068	Superior a otras dosis del rango
25.7	9–15	<b>11 mg/L</b>	2.888	Coincidente con análisis anterior
38.8	13–20	<b>13 mg/L</b>	2.490	Muy efectiva, incluso mejor que 15 mg/L
52.9	15–20	<b>18 mg/L</b>	3.328	Dosis eficaz sin excesos
68.2	15–20	<b>18 mg/L</b>	4.268	Consistente con la anterior
89.13	20–25	<b>23 mg/L</b>	3.01	Máxima eficiencia en ese grupo
102.6	24–30	<b>26 mg/L</b>	4.97	Punto de eficiencia en ese bloque
118.7	26–32	<b>28 mg/L</b>	4.842	Eficiencia más estable
137.12	30–34	<b>30 mg/L</b>	3.96	Notablemente eficaz
156.6	26–31	<b>29 mg/L</b>	5.27	Mejor que 30 o 28 mg/L en ese bloque
197.1	30–35	<b>32 mg/L</b>	5.102	Mejor rendimiento de ese bloque

Del cuadro previo se puede evidenciar que la eficiencia del sulfato de aluminio depende de manera directa de las condiciones del agua cruda de ingreso y el rango de dosificación aplicada, siendo las dosificaciones optimas entre 11 y 32Mg/l, los subconjuntos que fueron homogéneos mediante la prueba estadística nos ayudan a observar diferencias estadísticas, indicándonos que no todas las dosificaciones son de

manera similar o igualmente eficientes, por otro lado la dosificación de 30mg/L mostro un comportamiento muy eficiente en los bloques analizado, por lo tanto la eficiencia de las dosis en forma general está entre 28 y 32Mg/L seguidamente entre 18 y 23Mg/l como rangos muy efficaces en el tratamiento, no se debe usar dosificaciones por debajo de 15Mg/l no tampoco superiores a 33Mg/l a fin de maximizar la eficiencia y el uso racional del coagulante.

Además, se observa una correlación directa entre la turbiedad del agua cruda y la dosis óptima de coagulante requerida. Conforme se incrementa la turbiedad inicial, crece también el volumen de producto químico que se necesita para lograr una clarificación efectiva. Este comportamiento es coherente con la teoría de coagulación-flocculación, que indica que una mayor carga de sólidos suspendidos requiere más coagulante para desestabilizar las partículas y formar flóculos efficaces.

Aunque la dosis óptima tiende a incrementarse con la turbiedad inicial, la eficiencia del proceso, es decir, la turbidez residual alcanzada no sigue una relación lineal. Por ejemplo: La mejor turbidez final 2.49 NTU se logró con agua cruda de 38.8 NTU aplicando 13 mg/L. En cambio, a 197.1 NTU, incluso con 32 mg/L de coagulante, la turbidez final fue de 5.102 NTU, superior a otros valores intermedios.

Esto indica que, si bien aumentar la dosis permite mantener el proceso de clarificación dentro de niveles aceptables, hay un límite en la eficiencia alcanzable solo aumentando la dosis, probablemente debido a la saturación de la capacidad del coagulante o a características físicas del agua.

**Tabla 34.***Resultados de dosis óptima de soluciones combinadas*

TURBIEDAD (N.T.U.)	Sulfato de Aluminio (mg/L)	Rango evaluado (mg/L)	Polímero Óptimo (mg/L)	Turbidez mínima (NTU)	Observaciones
18.56	8	0.10-0.20	0.14	1.1320	Punto de eficiencia combinado
27.88	9	0.10-0.20	0.14	1.0360	Máxima eficiencia posible
36.2	11	0.10-0.20	0.14	0.7560	Punto óptimo
55.63	15	0.10-0.20	0.16	0.8260	Punto óptimo
72.00	16	0.10-0.20	0.18	0.8720	Valor óptimo combinado
87.60	20	0.10-0.20	0.16	0.5140	Eficiencia máxima en la dosis óptima
100.14	22	0.10-0.20	0.16	1.1900	Eficiencia combinada
120.30	24	0.12-0.22	0.18	0.9000	Mejor eficiencia que la anterior
132.74	26	0.12-0.22	0.18	0.7180	Eficiencia notable con los valores previos
160.42	27	0.15-0.20	0.18	1.1620	Punto óptimo adecuado
202.74	30	0.15-0.20	0.19	1.9920	Mayor rendimiento en el bloque

Como se observa en el cuadro, que la eficiencia en la disminución de la turbiedad no necesariamente depende de manera directa y lineal al incremento de la dosis del coagulante con su apoyo o polímero catiónico, en las pruebas realizadas el mejor resultado alcanzado es con el tratamiento de 20 y 0.16Mg/l con una eficiencia de remoción de turbiedad de 0.514NTU esto indica un equilibrio entre la dosis y el polímero catiónico para una remoción óptima, por otro lado si se incrementa los niveles de sulfato

de aluminio se muestra una sobresaturación coloidal lo cual se evidencia en las dosis de 30Mg/l no siendo efectivos en el tratamiento.

Además, existe una clara relación proporcional entre la turbiedad del agua y la dosis necesaria de coagulante, pero la adición del polímero permite alcanzar niveles de eficiencia significativamente mayores.

Las dosis óptimas de polímero catiónico se mantuvieron en rangos muy estrechos, lo que facilita su dosificación y control operativo.

La combinación de ambos productos logra turbideces finales consistentemente bajas, incluso en condiciones severas de agua cruda.

#### 4.5. Comparación de las dosificaciones de sulfato de aluminio en solución pura y de sulfato de aluminio combinado con el Polímero catiónico

Al realizar la toma de muestras de turbiedad, no se encontró valores similares en días diferentes, (Ejemplo: 17.9 NTU evaluado para solución pura y 18.56 NTU evaluado para solución combinada) estos valores siendo próximo configuran la siguiente tabla.

**Tabla 35.**

*Comparación de dosificaciones de Sulfato de Aluminio y Combinado con Polímero Catiónico*

TURBIEDAD (N.T.U.)	Rango evaluado (mg/L)	Dosis óptima (mg/L)	Turbidez más baja (NTU)	TURBIEDAD (N.T.U.)	Rango evaluado (mg/L)	Sulfato de Aluminio (mg/L)	Polímero Óptimo (mg/L)	Turbidez mínima (NTU)	Observaciones
17.9	7–12	<b>11 mg/L</b>	4.068	18.56	0.10-0.20	8	<b>0.14</b>	1.132	Valor óptimo de eficiencia en el rango
25.7	9–15	<b>11 mg/L</b>	2.888	27.88	0.10-0.20	9	<b>0.14</b>	1.036	Eficiencia en la combinación óptima
38.8	13–20	<b>13 mg/L</b>	2.49	36.2	0.10-0.20	11	<b>0.14</b>	0.756	Máxima eficiencia a mayor turbiedad comparada
52.9	15–20	<b>18 mg/L</b>	3.328	55.63	0.10-0.20	15	<b>0.16</b>	0.826	Dosis adecuada para el nivel de NTU
68.2	15–20	<b>18 mg/L</b>	4.268	72	0.10-0.20	16	<b>0.18</b>	0.872	Coincidente con la turbiedad anterior
89.13	20–25	<b>23 mg/L</b>	4.97	<b>87.6</b>	0.10-0.20	<b>20</b>	<b>0.16</b>	<b>0.514</b>	<b>Máxima eficiencia en este grupo</b>

102.6	24–30	<b>26 mg/L</b>	4.97	100.14	0.10-0.20	22	0.16	1.19	Efectiva solo en este grupo
118.7	26–32	<b>28 mg/L</b>	4.842	120.3	0.12-0.22	24	0.18	0.9	Muy efectiva y optima teniendo valores NTU elevados
137.12	30–34	<b>30 mg/L</b>	3.96	132.74	0.12-0.22	26	0.18	0.718	Notablemente eficaz
156.6	26–31	<b>29 mg/L</b>	5.27	160.42	0.15-0.20	27	0.18	1.162	Mayor eficiencia en el bloque
197.1	30–35	<b>32 mg/L</b>	5.102	202.74	0.15-0.20	30	0.19	1.992	Mejor rendimiento en este bloque

---

En la tabla previa se tiene que los valores de turbiedad son diferentes por cada día que se tomó la muestra, además en el rango indicado se observó eficiencias tanto del Sulfato de Aluminio en solución pura en las dosificaciones indicadas dentro del rango de dosificaciones del ensayo de jarras; por otro lado; usando el polímero catiónico combinado con el sulfato de aluminio presenta mejores resultados como solución combinada dentro del rango de niveles de turbiedad probadas.

#### **4.6. Discusión de Resultados**

Comparando los resultados de la investigación actual con los resultados obtenidos en otras sobre las mismas variables de estudio que se encuentran en los antecedentes de investigación se demostró que es fundamental tener un control de las dosificaciones según los índices de turbiedad del agua cruda de ingreso, todos los estudios coinciden que la prueba de jarras es un método para determinar la dosificación óptima sin embargo las dosificaciones no pueden darse solo por experiencia del operados sino por los resultados de cada ensayo realizado. En este sentido investigaciones como la de Dota, J. y Ulloa, J (2023) sostuvieron que la dosificación con el coagulante químico sulfato de aluminio tiene un efecto positivo en la reducción de la turbiedad, esto puede ser comprobado en condiciones de alto nivel de turbiedad que alcanzan niveles superiores a 100NTU; por otro lado, Chiavola, A. et al. (2023) quien realizó un análisis en un rango bajo de 2 a 24NTU indicó que el coagulante sulfato de aluminio es altamente eficiente alcanzando una efectividad del 90%, en nuestro caso y en ese rango solo con sulfato de aluminio se obtuvo con un ingreso de 89NTU con una dosis de 23Mg/l alcanzo un valor de 3.01NTU reduciendo considerablemente los niveles de turbiedad alcanzando una efectividad del 96.6%, estos valores comparados con los resultados obtenidos de la investigación de Tahraoui, H. et. al. (2024), coinciden en el porcentaje de efectividad respecto al nivel de turbiedad de ingreso donde en el estudio realizado en temporada lluviosa alcanzó una efectividad del 98%, Por otro lado, investigaciones como la de Garzón, W. (2021) que compara la efectividad de coagulantes naturales y químicos, el coagulante químico mejora significativamente los resultados de la turbiedad en más del 7% respecto del coagulante natural.

En relación con los antecedentes nacionales, se tuvo la investigación de Medina quien utilizando la misma metodología y ensayo que el presente estudio realizó pruebas

con componentes químicos y los niveles de turbiedad obteniendo resultados favorables en la disminución de estos niveles. Asimismo, la investigación realizada por Carlo, A. y Sánchez, S. (2023) que buscó realizar un diseño experimental en base a coagulante químico y una velocidad de agitación de este que varía entre rangos, estos datos son muy parecidos a la velocidad de agitación del estudio, obteniendo conclusiones que indican que los niveles de turbiedad disminuyeron en más del 70% con una concentración de 20Mg/l, en nuestro caso la remoción de la turbiedad alcanzó más del 90%.

De los resultados obtenidos tanto del sulfato de aluminio como único elemento químico utilizado para reducir la turbiedad como también el sulfato de aluminio con el ayudante del coagulante polímero catiónico se obtuvo que existe una relación directa entre la dosificación administrada y la reducción de la turbiedad, en el caso del sulfato de aluminio las dosificaciones óptimas fueron las que alcanzaron menor nivel de NTU comparada con el mismo nivel de turbiedad antes del ensayo, esto no significa que al incrementar la dosis va ir mejorando necesariamente la eficiencia del coagulante. Por otro lado, al usar el sulfato de aluminio con el polímero catiónico, las dosis deben ser controlada puesto que se determinó que la dosificación de 20Mg/l de sulfato de aluminio con 0.16Mg/l de polímero catiónico es la que más eficiente es, el aumento de estas dosificaciones no mejora con significativamente la turbiedad, además de que no es recomendable el uso de combinaciones inferiores a 0.14 mg/l.

El presente estudio demuestra que el polímero catiónico es altamente eficiente en la remoción de turbiedad, incluso en niveles bajos, lo cual contrasta con los resultados de Meregildo (2018), quien reportó baja efectividad en esos rangos. Se logró reducir la turbiedad a menos de 1.2 NTU con dosis mínimas del polímero (0.14–0.19 mg/L), evidenciando un tratamiento más eficiente y con menor uso de sulfato de aluminio. Esto confirma que, si se dosifica de manera apropiada, el polímero logra un mejoramiento

significativo en la calidad del agua y optimiza el proceso de coagulación. Además, es una alternativa más sostenible para tratar aguas turbias.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

1. Se logró determinar la dosificación optima combinada de coagulantes sulfato de aluminio y polímero catiónico para las diferentes turbiedades de ingreso a la PTAP N° 1 - Chiclayo, Lambayeque, concluyendo que una turbiedad de 18.56 NTU la dosis optima es de 8mg/L + 0.14 mg/L; para 27.88 NTU la dosis optima es de 9mg/L + 0.14 mg/L; para 36.2 NTU (11mg/L + 0.14 mg/L); para 55.63 NTU (15mg/L + 0.16 mg/L); para 72.00 NTU (16mg/L + 0.18 mg/L); para 87.60NTU (20mg/L + 0.16 mg/L); para 100.14 NTU (22mg/L + 0.16 mg/L); para 120.30 NTU (24mg/L + 0.18mg/L); para 132.74 NTU (26mg/L + 0.18 mg/L); para 160.42 NTU (27mg/L + 0.18 mg/L) y 202.74NTU de (30mg/L + 0.19 mg/L).
2. Se caracterizó la PTA P N° 1 - Chiclayo, Lambayeque, concluyendo que cuenta con una infraestructura operativa adecuada para procesos de coagulación, floculación, sedimentación y filtración. Sin embargo, se evidenciaron oportunidades de mejora en el control de procesos y en la automatización del monitoreo de parámetros de calidad del agua, especialmente en lo referente a la turbiedad
3. Del historial de mediciones de turbiedad más frecuentes de la PTAP N° 1, de la provincia de Chiclayo se obtuvo la siguiente secuencia de niveles de turbidez 17.9NTU; 25.7NTU; 38.8NTU; 52.9NTU; 68.2NTU; 89.13NTU; 102.6NTU; 118.7NTU; 137.12NTU; 156.6NTU; 197.1NTU; así como 18.56NTU; 27.88NTU; 36.2NTU; 55.63NTU; 72.00NTU; 87.60NTU; 100.14NTU; 120.30NTU; 132.74NTU; 160.42NTU y 202.74NTU.
4. Se consiguió analizar la eliminación de turbidez mediante la utilización de distintas dosis del coagulante químico sulfato de aluminio en el rango de dosificación entre

de 7 mg/L hasta 35 mg/L, concluyendo que en el rango de 7-12mg/L a 17.9NTU la dosis óptima fue de 11mg/L; en el rango 9-15mg/L a 25.7NTU la dosis óptima es de 11mg/L, en el rango de 13-20 a 38.8 NTU la dosis óptima es de 13mg/L, en el rango de 15-20mg/L a 52.9 NTU y 68.2 la dosis optima es 18mg/L, en el rango 20-25mg/L a 89.13NTU la dosis óptima es de 23mg/L, en el rango 24-30mg/L a 102.6NTU la dosis óptima es 26mg/L, en el rango 26-32 mg/L a 118.7NTU la dosis óptima es 28 mg/L, en el rango 30-34 mg/L a 137.12NTU la dosis óptima es 30 mg/L, en el rango entre 26-31 mg/L a 156.6NTU la dosis óptima fue de 29 mg/L, finalmente en el rango de 30-35 mg/L a 197.1NTU fue de 32mg/L.

5. Se logró evaluar la remoción de la turbiedad aplicando diferentes dosis de coagulante químico sulfato de aluminio en un rango de 8mg/L a 30mg/L; y combinada con polímero catiónico en el rango de 0.10 mg/L hasta 0.20 mg/L con un rango de turbiedad que va desde 18.56NTU hasta 202.74NTU se tiene que la dosis de 20mg/L de Sulfato de Aluminio combinada con 0.16mg/L es la solución más óptima de todas las combinaciones utilizadas en la remoción de la turbiedad más frecuentes de la PTAP N° 1, de la provincia de Chiclayo, Lambayeque – 2024.
6. Al comparar la eficiencia de las dosificaciones del sulfato de aluminio en solución pura y del sulfato de aluminio combinado con polímero catiónico en la remoción de la turbiedad del agua en la PTAP N° 1, de la provincia de Chiclayo, Lambayeque – 2024, se observó que tanto el sulfato de aluminio como la combinación de este con el polímero catiónico la dosificación es tomada en funcional al nivel de turbiedad del agua de ingreso de la planta, donde no siempre a dosis pequeñas o elevadas se tiene la misma eficiencia en la remoción de la turbiedad.

## **5.2.Recomendaciones**

- a) A los operadores y personal de laboratorio de la Planta, ajustar siempre las dosificaciones de cada coagulante o ayudante de coagulante según las condiciones del agua cruda
- b) A los operadores técnicos de la Planta: durante las temporadas lluviosas en la sierra, es necesario controlar adecuadamente las dosificaciones, tomando en consideración los resultados del estudio actual para ofrecer una mejora en la eficiencia química y económica.
- c) A los directivos y personal de planta usar siempre el ensayo de jarras y el modelo estadístico aplicado para obtener un tratamiento que genere la mayor eficiencia.

## CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALVARADO, C., PÉREZ, H. y SABA, C. *Evaluación del uso del policloruro de aluminio en conjunto con sulfato de aluminio en el proceso de coagulación de una planta de potabilización de agua en el estado Carabobo. Ingeniería y Sociedad.* Venezuela: Carabobo, 2022. 10(1). pp.35-46. ISSN 1856- 352X  
<https://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/IngenieriySociedad/a10n1/art03.pdf>

AQUAE FUNDACIÓN (2025). *Características del agua potable y como se obtiene.*  
[https://www.fundacionaqua.org/wiki/caracteristicas-agua-potable/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.fundacionaqua.org/wiki/caracteristicas-agua-potable/?utm_source=chatgpt.com)

ARIAS, F. *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica.* Venezuela: Ed. Episteme, 2006. 146p. ISBN: 980-07-8529-9.  
<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>

BANCO MUNDIAL (2023). *Gestión de los recursos hídricos en el mundo.*  
<https://www.bancomundial.org/es/topic/waterresourcesmanagement>

BAEZA, E. *Regulaciones sobre turbiedad de agua y medidas que toman las empresas sanitarias para abordar problema.* Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Chile, 2024. /BN 2 (9). 1-9.  
[https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/36394/1/Informe\\_turbiedad\\_de\\_agua\\_F\\_.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/36394/1/Informe_turbiedad_de_agua_F_.pdf)

BAGHVAND, A., et. al. *Optimización del proceso de coagulación para aguas de baja y alta turbidez utilizando sales de aluminio y hierro.* American Journal of Environmental Sciences. Iran: Tehran. 6 (5). pp. 442-448. ISSN 1553-345.  
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113227661>

BARRENECHEA, A. (2021). *Coagulación.* Cap 4. Ed. Limusa.  
[http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1\\_tomo1\\_cap4.pdf](http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1_tomo1_cap4.pdf)

CARLO, A. y SANCHEZ, S. “*Optimización de la dosis de coagulante para el tratamiento de agua potable del Centro Poblado Chicama*”. Tesis Ingeniería Química. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2023. Disponible en:

<https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/380bcce3-b258-4e44-9af5-55f611a1d080/content>

CAHUANA, J. y MEZA, C. “*Análisis de la influencia de los coagulantes sulfato de aluminio y cloruro férrico en la remoción de turbidez de las aguas del río Shullcas*”. Tesis Ingeniería Ambiental. Huancayo: Universidad Continental, 2024. Disponible en:

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14500/12/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Cahuana\\_Meza\\_2024.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14500/12/IV_FIN_107_TE_Cahuana_Meza_2024.pdf)

CHIAVOLA, A. et. al. “*A combined experimental-modeling approach for turbidity removal optimization in a coagulation-flocculation unit of a drinking water treatment plant*”. 2023, vol. 130, p30, ISSN 0959-1524. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2023.103068>

CABRERA, X., FLEITES, M., y CONTRERAS, A. *Estudio del proceso de coagulación-flocculación de aguas residuales de la empresa textil "desembarco del granma" a escala de laboratorio*. Tecnología Química. Santiago de Cuba, 2009. (3), pp. 64-73. ISSN: 0041-8420.

<https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543760009.pdf>

CHULLUNCUY, N. C. *Tratamiento de agua para consumo humano*. Ingeniería Industrial. Perú: Lima, 2011. 29(029), 153-170. ISSN 1025-9929.

<https://doi.org/10.26439/ing.ind2011.n029.232>

CODJO, E., et.al. *On the use of post-hoc tests in environmental and biological sciences: A critical review*. *A critical review Heliyon*, 10(3). ISSN 2405-8440

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25131>.

DE VARGAS, L. (2020). *Criterio para la selección de los procesos y de los parámetros óptimos de las unidades*.

[http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo2/ma1\\_tomo2\\_cap11.pdf](http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo2/ma1_tomo2_cap11.pdf)

DOTA, J. E. y ULLOA, J. G. “*Diseño de un sistema automático de monitoreo y dosificación líquida de sulfato de aluminio tipo A para el agua cruda en la planta*

*de agua Patamarca San Andrés". Tesis Ingeniería Mecatronica. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2023. Disponible en:*

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25922>

DIGESA (2010). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano.* <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/273650/reglamento-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano.pdf>

EPSEL (2023). *Ciclo operacional de agua potable.* <https://www.epsel.com.pe/sue/PortalAguaPotable>

FERNÁNDEZ, A. "Optimización de los procesos de coagulación y floculación con sulfato de aluminio tipo A para mejorar la calidad de agua en una PTAP región norte del Perú". Tesis Ingeniería Industrial. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2021. Disponible en:

[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32500/TESIS%20COMPL  
ETA\\_Luz%20Fernandez\\_PDF\\_PARCIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32500/TESIS%20COMPLETA_Luz%20Fernandez_PDF_PARCIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

GARZÓN, W. "Estudio sobre la combinación de mezclas naturales y químicas para el proceso de coagulación/floculación en la remoción de la turbidez del agua desde una perspectiva química en el tratamiento del agua.". Tesis Ingeniería Química. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2020.

[https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/44813/Wgarzonmu.pdf?sequen  
ce=1&isAllowed=y](https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/44813/Wgarzonmu.pdf?sequen<br/>ce=1&isAllowed=y)

HERNÁNDEZ, R. Y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación científica.* Mexico: Ed. McGrawHill, 2014. 634 p. ISBN: 978-1-4562-2396-0

[https://www.uca.ac.cr/wp\\_content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf](https://www.uca.ac.cr/wp_content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf)

HURTADO, R. "Agua potable y saneamiento en el Perú". En: ISARRA, L. (ed). Friedrich Ebert. Perú: Lima, 2023. p.30.

<https://library.fes.de/pdf-files/bueros/peru/20508.pdf>

KATRIVESIS, F. et. al. *Revisiting of coagulation-flocculation processes in the production of potable water. Journal of Water Process Engineering.* 27 (3). pp. 193-204. ISSN 2214-7144.

<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.12.007>

LETTERMAN, R., y PERO, R. *Contaminantes en polielectrolitos utilizados en el agua*  
*Contaminantes en polielectrolitos utilizados en el tratamiento del agua. Journal Article AWWA.* 82 (11). pp. 87-97. ISSN 15518833

<https://www.jstor.org/stable/41293077>

LORENZO, Y., *Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-flocculación.*  
*ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar.* Cuba: La Habana, 2006. (2),  
pp. 10-17. ISSN: 0138-6204.

<https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120664002.pdf>

MEDINA, T. “Evaluación de los coagulantes sulfato de aluminio tipo A y policloruro de aluminio para reducir la turbiedad del agua de procesos para una planta piloto de flotación”. Tesis Ingeniería Química. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2021. Disponible en:

<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/29e4ec3a-7156-475f-b9f6-bbc94d77d5a8/content>

MEREJILDO, A. “Dosisificaciones de polímero catiónico en los presedimentadores para disminuir altas turbiedades caso captación – río ronquillo – Cajamarca. Tesis Ingeniería Civil, Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. 2021.  
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2550>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE CHILE (2013). *El agua recursos vital.*  
<https://basica.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/25/2016/06/Elaguarecursovital.pdf>

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL (2022). *Agua, Saneamiento básico y gestión integral de residuos generados en la atención en salud y otras actividades.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/abce-agua-saneamiento.pdf>

MINISTERIO DE SALUD (2010). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano: D.S. N°0.31-2010-SA.*

<https://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>

MARTÍNEZ, M., et. al. *Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. Revista UIS Ingenierías.* Colombia. 2020. 19 (1). pp. 15-24. ISSN 2145 – 8456.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7152687.pdf>

MARCÓ, L., Azario, R., Metzler,C. & García, M. *La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Hid Sanid Ambient.* Uruguay: Concepción, 2004. 4 (7). 72-82. ISSN 2123 – 1569

[https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510156890491c\\_Hig.Sanid\\_.Ambient.4.72-82\(2004\).pdf](https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510156890491c_Hig.Sanid_.Ambient.4.72-82(2004).pdf)

MONTANER, E. (2020). *La situación actual y los problemas existentes y previsibles.*

[https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan%20de%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20J%C3%BAcar/Cap.3\\_part2. Libro blanco del agua.pdf](https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan%20de%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20J%C3%BAcar/Cap.3_part2. Libro blanco del agua.pdf)

ÑAUPAS, H., et. al. *Metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de tesis.* Colombia: Ed. Ediciones de la U.,2013. 537 p. ISBN 978-958-762-188-4

<http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0028.pdf>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (2021). *Guías para la calidad del agua potable.*

[https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4624/ANA0003122\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4624/ANA0003122_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (2024). *Guía para la calidad del agua de consumo humano: pequeños sistemas de abastecimiento de agua - Resumen de orientación.*

[https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/water-safety-and-quality/water-safety-planning/sanitary-inspection-packages/24\\_who\\_smallsystems\\_a4\\_spanish\\_wr.pdf?sfvrsn=4f003870\\_9&dow](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/water-safety-and-quality/water-safety-planning/sanitary-inspection-packages/24_who_smallsystems_a4_spanish_wr.pdf?sfvrsn=4f003870_9&download=true)

ORELLANA, J. (2005). *Tratamiento de las aguas.*

[https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing\\_sanitaria/Ingenieria\\_Sanitaria\\_A4\\_Capitulo\\_06\\_Tratamiento\\_de\\_Aguas.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_06_Tratamiento_de_Aguas.pdf)

PÉREZ, I. F. “*Optimización de la dosificación de sulfato de aluminio en el tratamiento de agua potable del distrito de Vilcacoto*” Tesis Ingeniería Química. Huancayo: Universidad Nacional del Centro el Perú, 2015. Disponible en:

<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4549>

PÉREZ, F. (2020). *Abastecimiento de aguas: decantación y flotación.*  
[https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6021/mod\\_resource/content/1/Tema\\_07\\_DE\\_CANTACION\\_Y\\_FLOTACION.pdf](https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6021/mod_resource/content/1/Tema_07_DE_CANTACION_Y_FLOTACION.pdf)

RASINGER, S. (2020). *La investigación cuantitativa en lingüística.* Ed. Akai

ROMERO, C., et. al. *Síntesis de un polímero inorgánico de aluminio y su uso para clarificación de agua. Revista Ingeniería.* Venezuela: Carabobo, 2007. 14(3), pp. 16-23. ISSN: 1316-6832

<https://www.redalyc.org/pdf/707/70711260003.pdf>

RIVAS, S., MENÉS, G. y RÓMULO, A. (2017). *Tratamiento por coagulación – floculación a efluente de la empresa del Niquel Comandante Ernesto Che Guevara. Tecnología Química.* Santiago de Cuba, 2017. 37 (2) pp. 195-205. ISSN: 0041-8420

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445551175003>

SALAS, J., et. al. *Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. Nutr Hosp.* España: Madrid, 2020. 37(5) pp. 1072-1086. ISSN 1699-5198.

<https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v37n5/0212-1611-nh-37-5-1072.pdf>

SALAMANCA, E. *Tratamiento de aguas para el consumo humano. Módulo arquitectura.* Colombia: Manizales, 2014. 17(1). pp. 29-48. ISSN 2389-7732

<https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/download/1527/3555/26152>

TRIPATHY, T. Floculación: Una nueva forma de tratar las aguas residuales. *Journal of Physical Sciences*. India: West-Bengal, 2006, 10. pp. 93-127. ISSN 0972-8791

[https://www.researchgate.net/publication/284044586\\_Flocculation\\_A\\_New\\_Way\\_to\\_Treat\\_the\\_Waste\\_Water](https://www.researchgate.net/publication/284044586_Flocculation_A_New_Way_to_Treat_the_Waste_Water)

TAHRAOUI, Hichem, et al. “*Evaluación de la eficacia del tratamiento de coagulación-floculación con sulfato de aluminio en una fuente de agua superficial contaminada: un estudio de un año de duración*”. *Water*. 2024, vol. 2, pp. 11-13. ISSN: 2073-4441.

<https://doi.org/10.3390/w16030400>

VARGAS, L. *Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida. Manual I. teoría Tomo I. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente(CEPIS)*. Perú: Lima, 2004. Pp 7-10.

[http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1\\_tomo1\\_indice.pdf](http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1_tomo1_indice.pdf)

WILSON, J. “*Synthesis, properties and analysis of polydadmac for water purification*”. Tesis (PhD). University of Stellenbosch. Sudáfrica, 2008.

<https://core.ac.uk/reader/37347050>

## **ANEXOS**

ANEXO A: Panel Fotográfico.

ANEXO B: Resultados usando sulfato de aluminio y combinada con polímero catiónico.

ANEXO C: Histórico de Turbidez de PTAP N° 01.

ANEXO D: Certificados de Calibración de equipos de laboratorio.

ANEXO E: Formato de prueba de jarras.

ANEXO F: Pruebas de Jarras.

ANEXO G: Consolidado de Prueba de Jarras.

ANEXO H: Plano de Ubicación de Captación Lagunas Boro I y Boro II.

ANEXO I: Plano de Ubicación de PTAP N° 1 – Chiclayo.

ANEXO J: Plano PTAP N° 1 – Chiclayo.

ANEXO K: Plano de Obra de Reparto PTAP N° 1 – Chiclayo.

## **ANEXO A: Panel Fotográfico.**

**Figura 14.**

*Recolección de muestra de agua cruda del punto de monitoreo.*



**Figura 15.**

*Laboratorio de Control de Calidad EPSEL S.A.*



**Figura 16.**

*Recojo de sulfato de aluminio y polímero.*



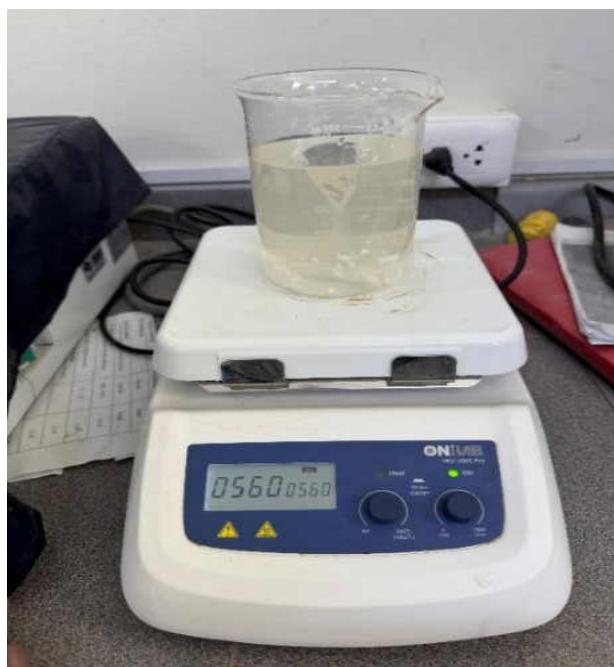
**Figura 17.**

*Pesaje de insumos químicos en balanza analítica.*



**Figura 18.**

*Disolución de sulfato de aluminio en plancha de calentamiento y agitación.*



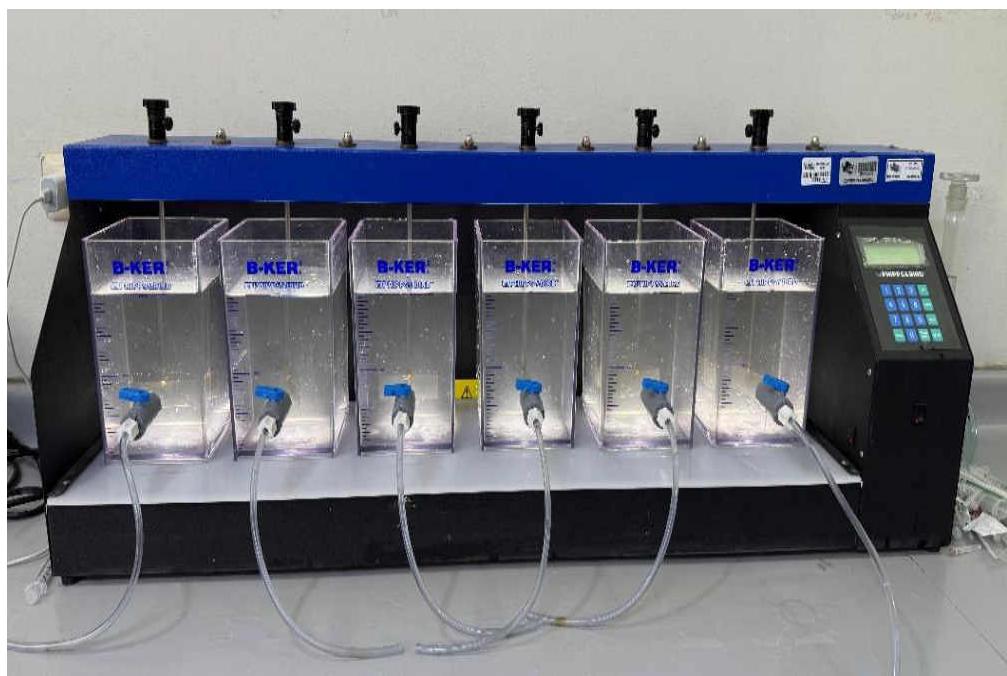
**Figura 19.**

*Enrase de fiola con agua ultra pura.*



**Figura 20.**

*Equipo de prueba de jarras.*



**Figura 21.**

*Homogenización de muestra de agua cruda.*



**Figura 22.**

*Medición de parámetro iniciales.*



**Figura 23.**

*Succión de coagulante con jeringa hipodérmica.*



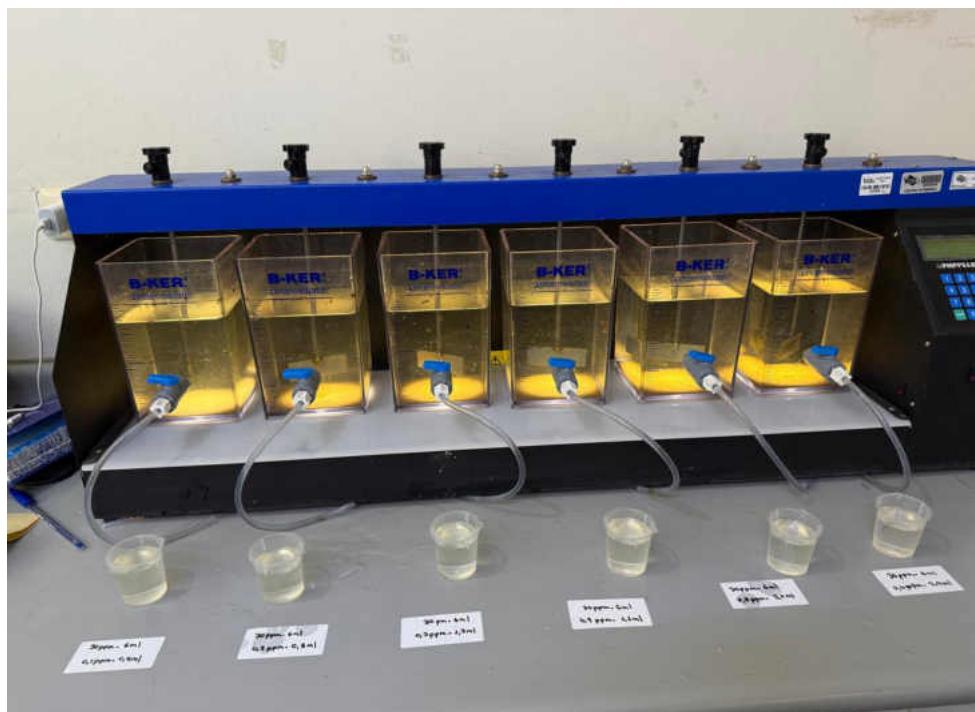
**Figura 24.**

Ejecución de pruebas de jarras.



**Figura 25.**

Toma de muestras de terminado el proceso.



**ANEXO B:** Resultados usando sulfato  
de aluminio y combinada con polímero  
cationico

## **RESULTADOS USANDO SULFATO DE ALUMINIO**

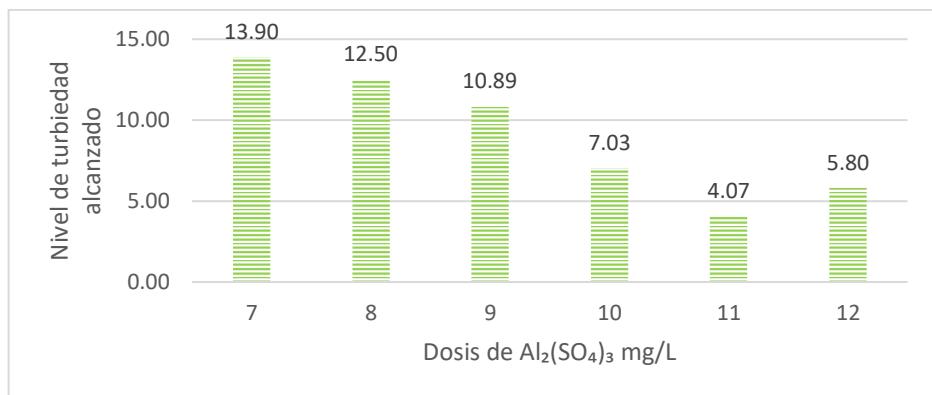
**Tabla 36.**

*Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 17.9 NTU.*

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	7	8	9	10	11	12
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	14.2	12.2	10.39	7.25	4.25	6.25
2	13.9	12.7	11.46	6.87	4.22	6.54
3	13.72	12.61	10.87	6.92	4.28	5.12
4	13.56	12.57	10.42	7.18	4.03	5.98
5	14.11	12.42	11.3	6.92	3.56	5.12

**Figura 26.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 17.9 NTU*



Estos resultados muestran que, a un nivel de dosificación de 11 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  el valor de la turbidez de 17.9 NTU de ingreso se reduce en promedio a un valor de 4.07 NTU después de la dosificación como coagulante reductor de turbidez.

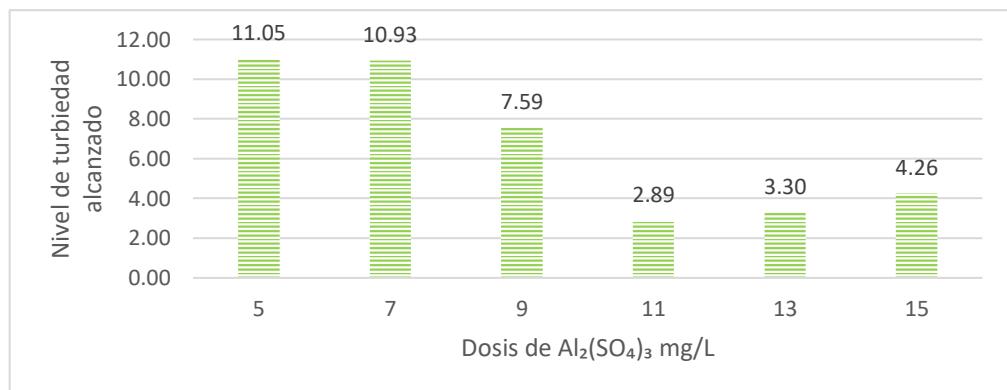
**Tabla 37.**

*Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 25.7 NTU.*

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	5	7	9	11	13	15
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	11.25	10.98	7.58	2.93	3.28	4.5
2	10.9	10.47	7.69	2.46	3.57	3.99
3	11.12	10.81	7.42	3.03	3.33	4.2
4	11.03	11.77	7.57	3.02	2.92	4.36
5	10.97	10.62	7.71	3	3.41	4.26

**Figura 27.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 25.7 NTU.*



Estos resultados muestran que, a un nivel de dosificación de 11 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  el valor de la turbidez de 25.7 NTU de ingreso se reduce en promedio a un valor de 2.89 NTU después de la dosificación, como coagulante reductor de turbidez.

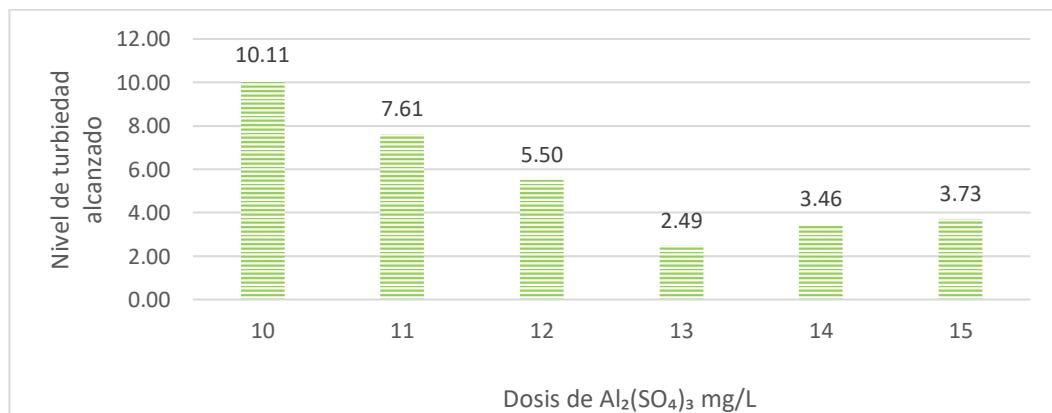
**Tabla 38.**

*Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 38.8 NTU.*

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	10	11	12	13	14	15
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	10.25	7.63	5.51	2.54	3.47	3.85
2	9.98	7.54	5.47	2.38	3.52	3.68
3	10.12	7.7	5.62	2.61	3.54	3.77
4	10.07	7.58	5.31	2.42	3.34	3.72
5	10.13	7.61	5.58	2.5	3.43	3.61

**Figura 28.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 38.8 NTU*



Estos resultados muestran que, a un nivel de dosificación de 13 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  el valor de la turbidez de ingreso de 38.8 NTU, se reduce en promedio a un valor de 2.49 NTU después de la dosificación, como coagulante reductor de turbidez.

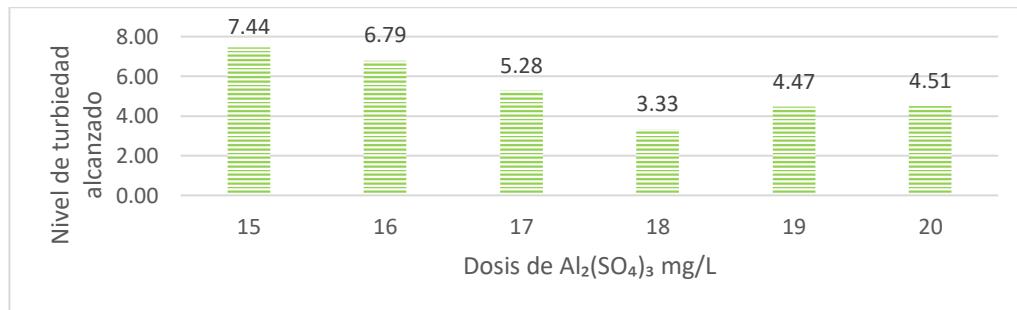
**Tabla 39.**

*Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 52.9 NTU.*

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	15	16	17	18	19	20
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	7.5	6.89	5.2	3.22	4.55	4.53
2	7.32	6.71	5.34	3.47	4.41	4.49
3	7.47	6.73	5.39	3.36	4.5	4.46
4	7.39	6.8	5.18	3.29	4.47	4.55
5	7.53	6.82	5.27	3.3	4.4	4.51

**Figura 29.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 52.9 NTU*



Estos resultados muestran que, a un nivel de dosificación de 18 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  el valor de la turbidez de ingreso de 52.9 NTU, se reduce en promedio a un valor de 3.33 NTU después de la dosificación, como coagulante reductor de turbidez.

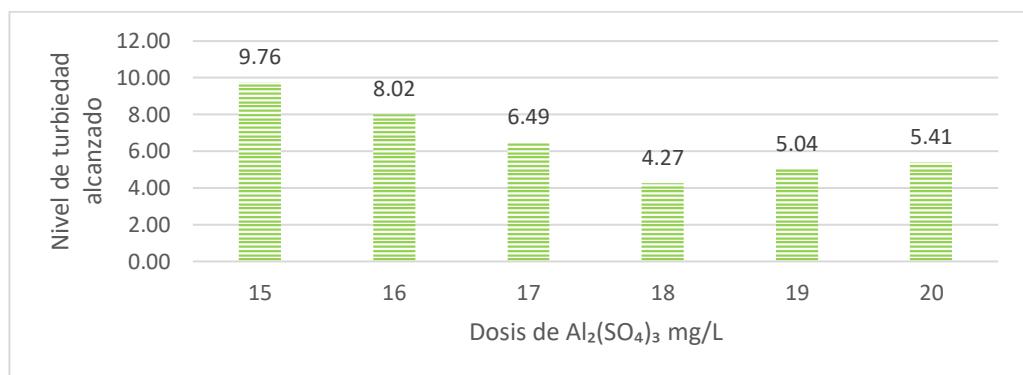
**Tabla 40.**

*Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 68.2 NTU.*

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	15	16	17	18	19	20
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	9.70	8.10	6.50	4.32	5.12	5.56
2	9.87	7.96	6.36	4.27	5.01	5.36
3	9.69	7.90	6.47	4.20	5.08	5.24
4	9.74	8.12	6.52	4.31	4.98	5.47
5	9.80	8.00	6.60	4.24	4.99	5.40

**Figura 30.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 68.2 NTU*



Estos resultados muestran que, a un nivel de dosificación de 18 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  el valor de la turbidez de ingreso de 68.2 NTU, se reduce en promedio a un valor de 4.27 NTU después de la dosificación, como coagulante reductor de turbidez.

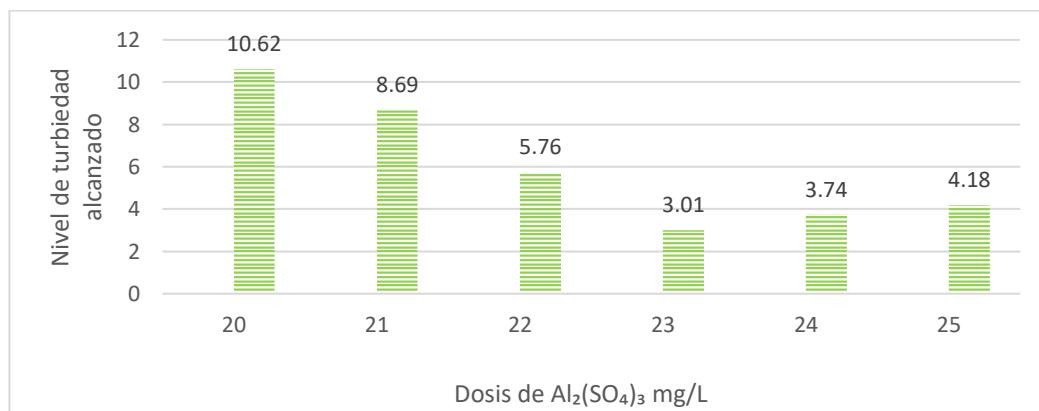
**Tabla 41.**

*Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 89.13 NTU.*

REP.	DOSIS SA (ppm) / (mg/L)					
	20	21	22	23	24	25
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	10.65	8.74	5.84	3.02	3.80	4.26
2	10.60	8.64	5.69	2.96	3.71	4.14
3	10.59	8.70	5.72	2.99	3.77	4.10
4	10.62	8.67	5.80	3.00	3.70	4.19
5	10.66	8.72	5.77	3.08	3.74	4.21

**Figura 31.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 89.13 NTU*



Estos resultados muestran que, a un nivel de dosificación de 23 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  el valor de la turbidez de ingreso de 89.13 NTU, se reduce en promedio a un valor de 3.01 NTU después de la dosificación, como coagulante reductor de turbidez.

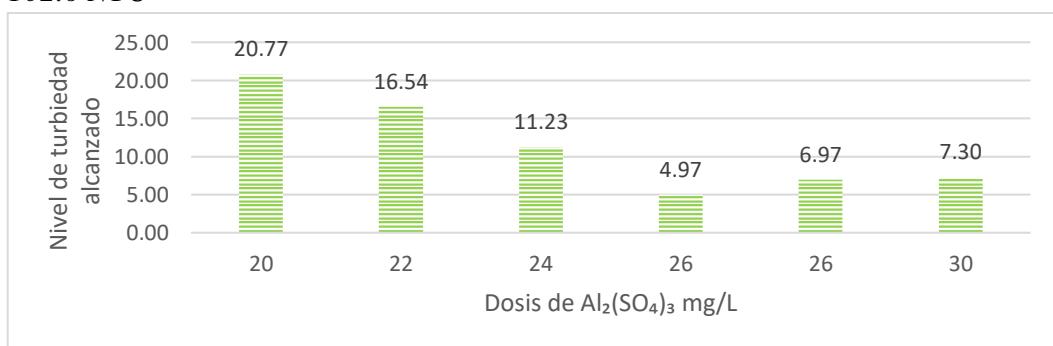
**Tabla 42.**

*Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 102.6 NTU.*

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	20	22	24	26	26	30
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	20.40	16.70	11.30	5.02	7.00	7.25
2	21.23	16.48	11.21	5.00	7.05	7.36
3	20.17	16.32	11.20	4.98	6.91	7.28
4	21.06	16.67	11.14	4.95	6.89	7.32
5	21.00	16.54	11.29	4.90	6.98	7.30

**Figura 32.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 102.6 NTU*



Estos resultados muestran que, a un nivel de dosificación de 25 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  el valor de la turbidez de ingreso de 102.6 NTU, se reduce en promedio a un valor de 4.97 NTU después de la dosificación, como coagulante reductor de turbidez.

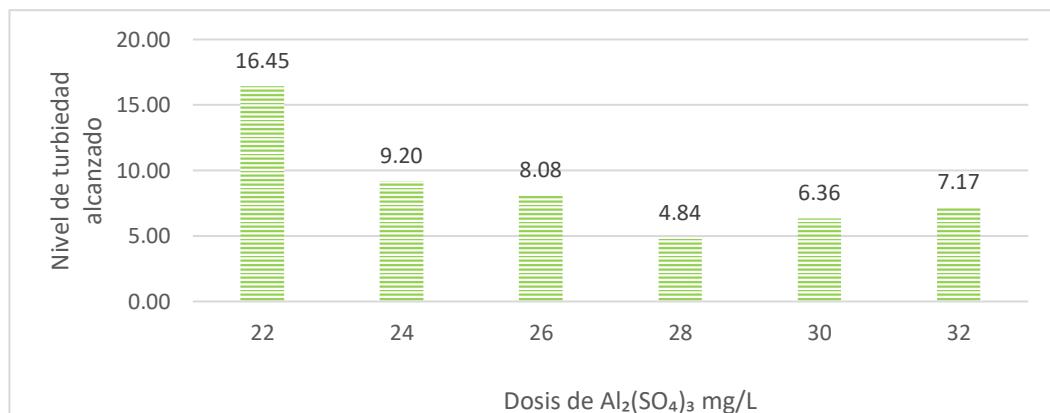
**Tabla 43.**

*Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 118.7 NTU.*

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	22	24	26	28	30	32
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	16.56	9.21	8.13	4.90	6.40	7.15
2	16.31	9.18	8.01	4.78	6.37	7.18
3	16.47	9.24	8.00	4.84	6.33	7.20
4	16.50	9.19	8.17	4.89	6.30	7.17
5	16.42	9.20	8.11	4.80	6.39	7.15

**Figura 33.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 118.7 NTU*



Estos resultados muestran que, a un nivel de dosificación de 28 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  el valor de la turbidez de ingreso de 118.7 NTU, se reduce en promedio a un valor de 4.84 NTU después de la dosificación, como coagulante reductor de turbidez.

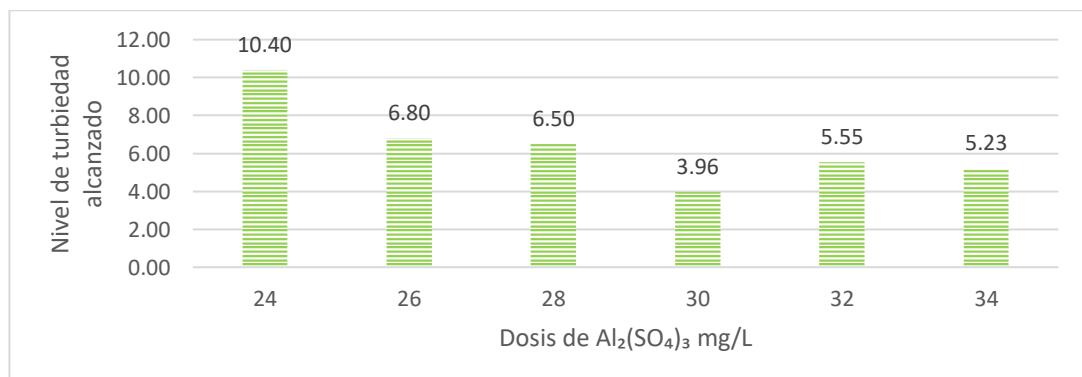
**Tabla 44.**

*Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 137.12 NTU.*

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	24	26	28	30	32	34
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	10.47	7.24	6.54	4.03	5.66	5.29
2	10.30	7.21	6.48	4.00	5.42	5.13
3	10.39	5.17	6.51	3.88	5.57	5.26
4	10.40	7.16	6.46	3.97	5.61	5.30
5	10.44	7.20	6.52	3.92	5.48	5.19

**Figura 34.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 137.12 NTU*



Estos resultados muestran que, a un nivel de dosificación de 30 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  el valor de la turbidez de ingreso de 137.12 NTU, se reduce en promedio a un valor de 3.96 NTU después de la dosificación, como coagulante reductor de turbidez

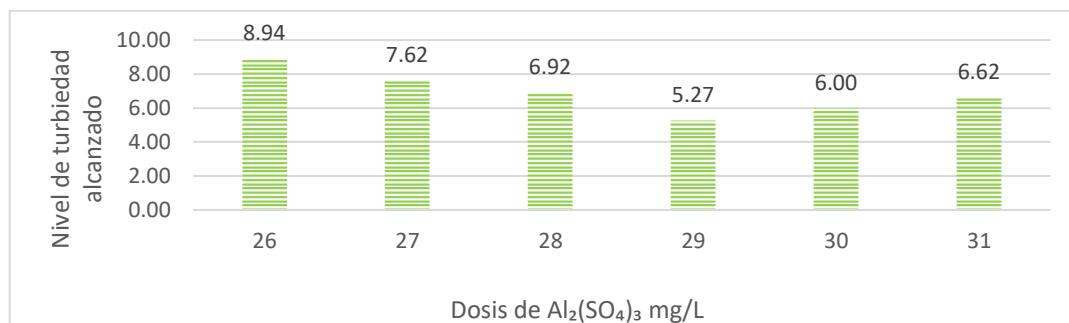
**Tabla 45.**

*Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 156.6 NTU.*

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	26	27	28	29	30	31
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	8.98	7.64	6.90	5.30	6.02	6.65
2	8.92	7.60	6.94	5.28	6.00	6.59
3	8.96	7.58	6.89	5.25	5.98	6.60
4	8.90	7.62	6.96	5.23	5.94	6.63
5	8.94	7.68	6.90	5.29	6.08	6.61

**Figura 35.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 156.6 NTU*



Estos resultados muestran que, a un nivel de dosificación de 29 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  el valor de la turbidez de ingreso de 156.6 NTU, se reduce en promedio a un valor de 5.27 NTU después de la dosificación, como coagulante reductor de turbidez

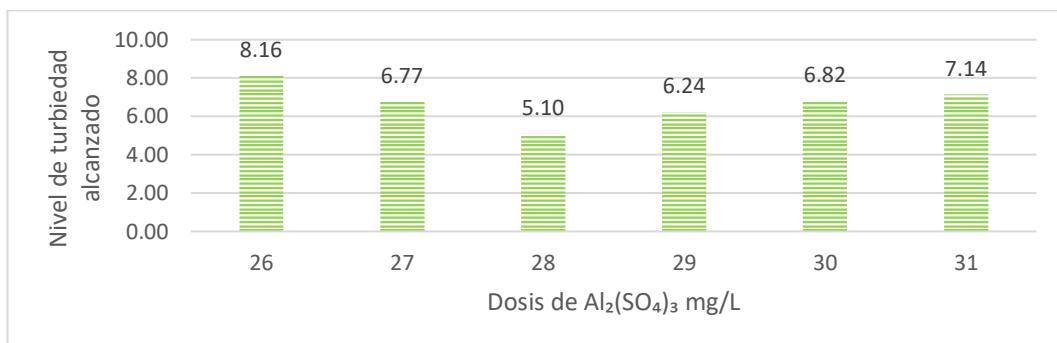
**Tabla 46.**

*Nivel de turbiedad con dosificación de Sulfato de aluminio para un ingreso de 197.1 NTU.*

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	30	31	32	33	34	35
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	8.20	6.78	5.11	6.24	6.80	7.13
2	8.17	6.72	5.18	6.20	6.87	7.19
3	8.11	6.81	5.02	6.28	6.79	7.15
4	8.19	6.74	5.14	6.21	6.84	7.10
5	8.14	6.80	5.06	6.29	6.80	7.14

**Figura 36.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis de sulfato de aluminio a un nivel de ingreso de 197.1 NTU*



Estos resultados muestran que, a un nivel de dosificación de 28 mg/L de Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> el valor de la turbidez de ingreso de 197.1 NTU, se reduce en promedio a un valor de 5.10 NTU después de la dosificación con sulfato de aluminio puro, como coagulante reductor de turbidez.

## **RESULTADOS USANDO SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO**

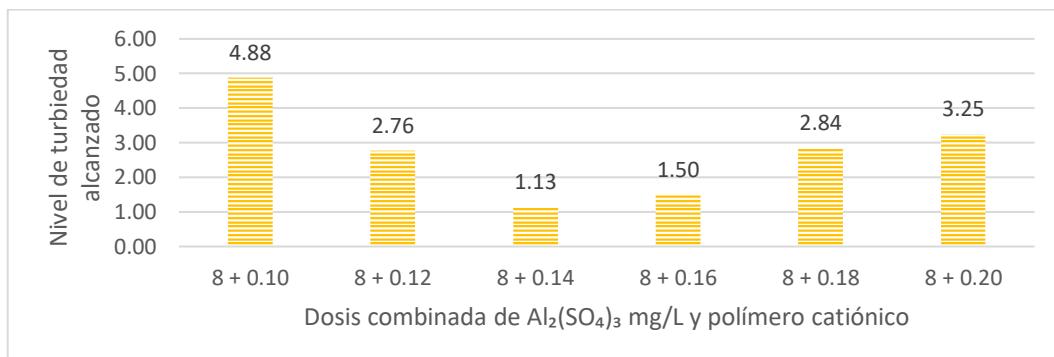
**Tabla 47.**

*Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 18.56 NTU.*

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	8 + 0.10	8 + 0.12	8 + 0.14	8 + 0.16	8 + 0.18	8 + 0.20
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	4.56	2.58	0.86	1.33	2.79	3.25
2	5.05	2.67	1.67	1.20	2.46	3.17
3	4.87	2.81	0.97	1.48	2.87	3.02
4	4.91	3.02	1.11	1.45	3.26	3.61
5	5.00	2.74	1.05	2.02	2.81	3.22

**Figura 37.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 18.56 NTU*



Estos resultados muestran que al combinar dosificación de 8 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.1 mg/L de ayudante polímero catiónico cuando el valor de la turbidez de ingreso fue de 18.56 NTU, se redujo en promedio a un valor de 1.50 NTU después de la dosificación combinada, como coagulantes reductores de turbidez

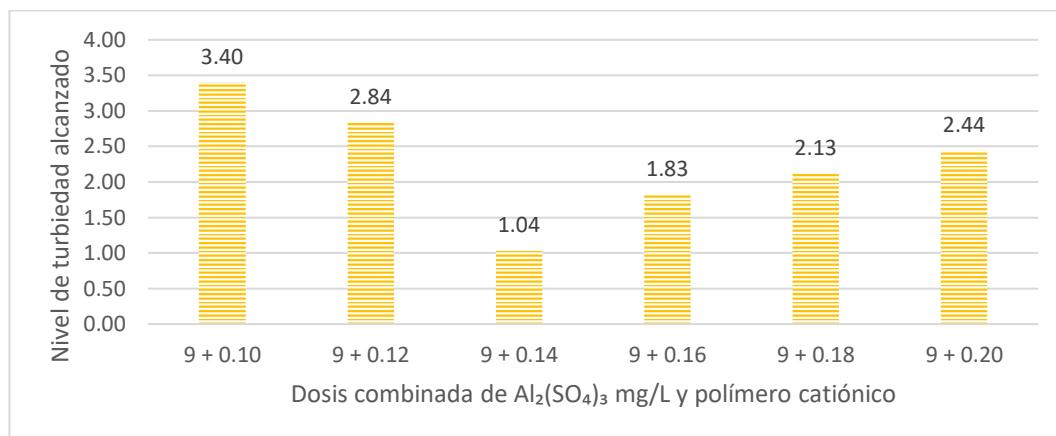
**Tabla 48.**

*Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 27.88 NTU.*

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	9 + 0.10	9 + 0.12	9 + 0.14	9 + 0.16	9 + 0.18	9 + 0.20
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	3.68	2.98	1.05	1.89	2.06	2.52
2	3.12	2.67	0.92	1.92	2.17	2.34
3	3.44	2.88	1.09	1.77	2.21	2.38
4	3.21	2.71	1.14	1.81	2.18	2.47
5	3.57	2.97	0.98	1.74	2.01	2.50

**Figura 38.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 27.88 NTU*



Estos resultados indican que al combinar dosificación de 9 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.14 mg/L de ayudante polímero catiónico cuando el valor de la turbidez de ingreso fue de 27.88 NTU, se redujo en promedio a un valor de 1.04 NTU después de la dosificación combinada, como coagulantes reductores de turbidez

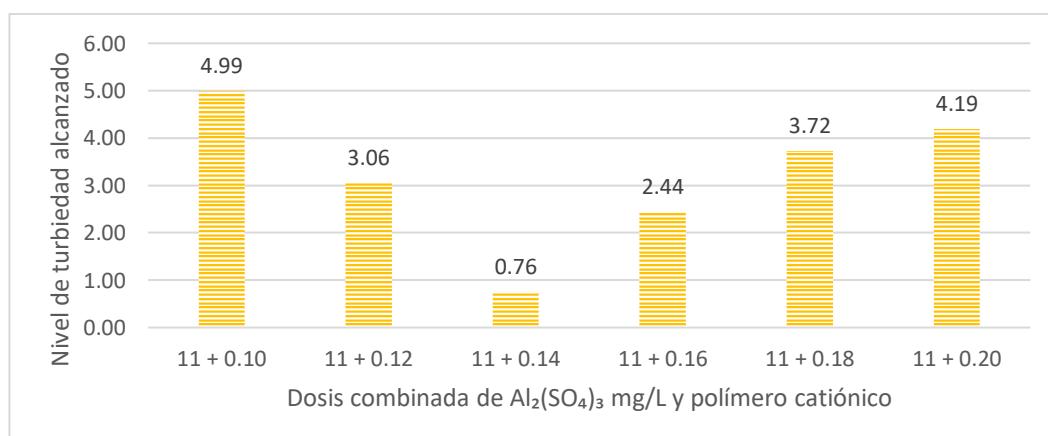
**Tabla 49.**

*Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 36.2 NTU.*

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	11 + 0.10	11 + 0.12	11 + 0.14	11 + 0.16	11 + 0.18	11 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	4.86	3.12	0.76	2.46	3.80	4.23
2	5.12	3.07	0.67	2.33	3.71	4.17
3	5.04	2.96	0.81	2.57	3.62	4.26
4	4.99	3.00	0.74	2.40	3.79	4.09
5	4.92	3.14	0.80	2.45	3.69	4.20

**Figura 39.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 36.2 NTU*



Estos resultados indican que al combinar dosificación de 11 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.14 mg/L de ayudante polímero catiónico cuando el valor de la turbidez de ingreso fue de 36.2 NTU, se redujo en promedio a un valor de 0.76 NTU después de la dosificación combinada, como coagulantes reductores de turbidez.

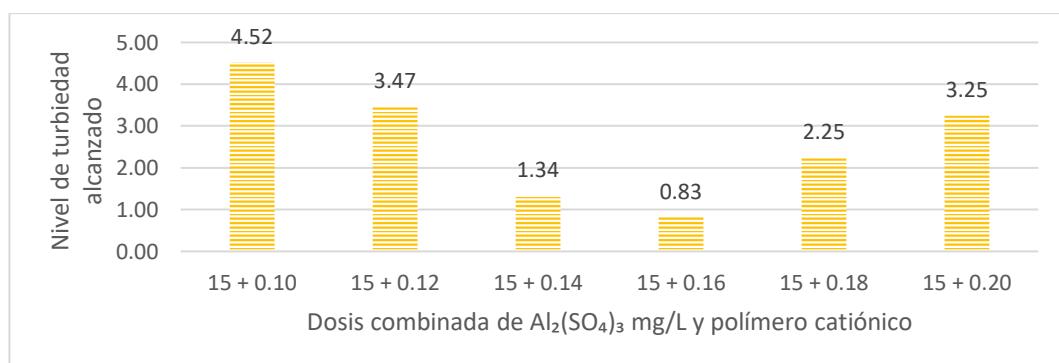
**Tabla 50.**

*Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 55.63 NTU.*

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	15 + 0.10	15 + 0.12	15 + 0.14	15 + 0.16	15 + 0.18	15 + 0.20
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	4.56	3.52	1.33	0.86	2.20	3.25
2	4.49	3.48	1.28	0.79	2.28	3.17
3	4.52	3.36	1.30	0.82	2.31	3.28
4	4.46	3.49	1.36	0.81	2.25	3.30
5	4.57	3.50	1.41	0.85	2.22	3.27

**Figura 40.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 55.63 NTU*



Estos resultados indican que al combinar dosificación de 15 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.14 mg/L de ayudante polímero catiónico cuando el valor de la turbidez de ingreso fue de 55.63 NTU, se redujo en promedio a un valor de 0.83 NTU después de la dosificación combinada, como coagulantes reductores de turbidez

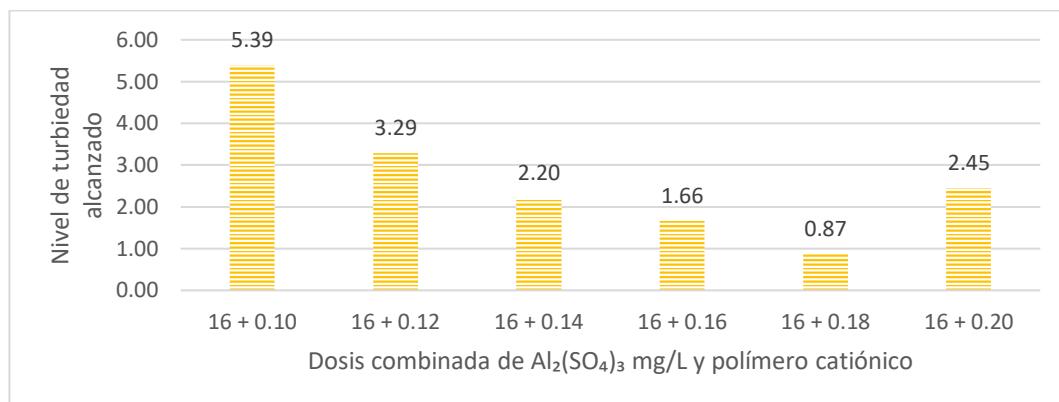
**Tabla 51.**

*Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 72 NTU.*

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm) / (mg/L)					
	16 + 0.10	16 + 0.12	16 + 0.14	16 + 0.16	16 + 0.18	16 + 0.20
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	5.21	3.52	2.24	1.75	0.94	2.56
2	5.54	3.49	2.20	1.54	0.85	2.38
3	5.37	3.50	2.17	1.61	0.81	2.41
4	5.44	3.43	2.21	1.72	0.86	2.49
5	5.40	2.50	2.18	1.70	0.90	2.40

**Figura 41.**

Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 72 NTU



Estos resultados indican que al combinar dosificación de 16 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.18 mg/L de ayudante polímero catiónico cuando el valor de la turbidez de ingreso fue de 72 NTU, se redujo en promedio a un valor de 0.87 NTU después de la dosificación combinada, como coagulantes reductores de turbidez

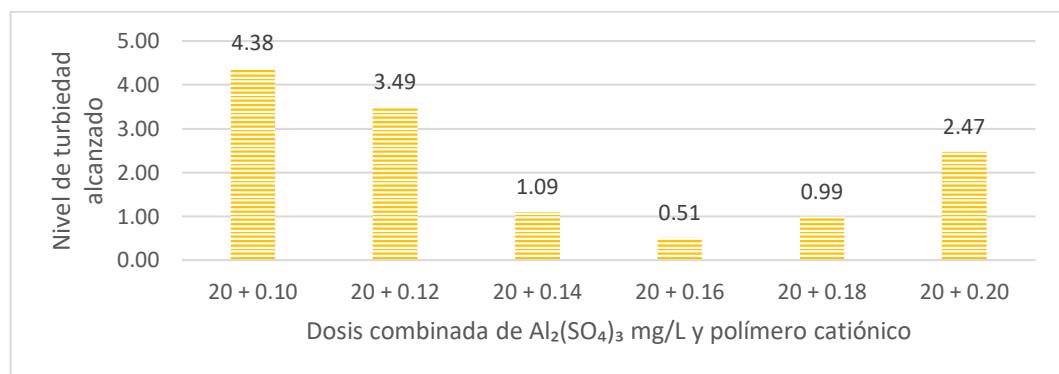
**Tabla 52.**

Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 87.6 NTU.

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	20 + 0.10	20 + 0.12	20 + 0.14	20 + 0.16	20 + 0.18	20 + 0.20
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	4.40	3.52	1.10	0.52	0.94	2.56
2	4.32	3.50	1.14	0.49	0.96	2.38
3	4.30	3.47	1.09	0.50	1.01	2.47
4	4.47	3.45	1.01	0.55	1.07	2.50
5	4.39	3.51	1.12	0.51	0.98	2.42

**Figura 42.**

Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada un nivel de ingreso de 87.60 NTU



Estos resultados indican que al combinar dosificación de 20 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.16 mg/L de ayudante polímero catiónico cuando el valor de la turbidez de ingreso fue

de 87.60 NTU, se redujo en promedio a un valor de 0.51 NTU después de la dosificación combinada, como coagulantes reductores de turbidez

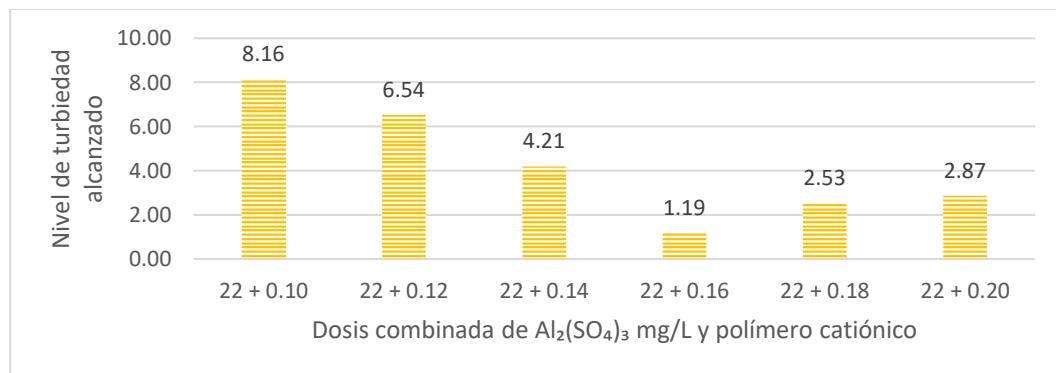
**Tabla 53.**

*Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 100.14NTU.*

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	22 + 0.10	22 + 0.12	22 + 0.14	22 + 0.16	22 + 0.18	22 + 0.20
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	8.20	6.51	4.20	1.16	2.56	2.89
2	8.14	6.50	4.18	1.22	2.49	2.92
3	8.17	6.47	4.20	1.19	2.50	2.90
4	8.20	6.62	4.24	1.20	2.54	2.86
5	8.11	6.58	4.21	1.18	2.58	2.80

**Figura 43.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 100.14 NTU*



Estos resultados indican que al combinar dosificación de 22 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.16 mg/L de ayudante polímero catiónico cuando el valor de la turbidez de ingreso fue de 100.14 NTU, se redujo en promedio a un valor de 1.19 NTU después de la dosificación combinada, como coagulantes reductores de turbidez

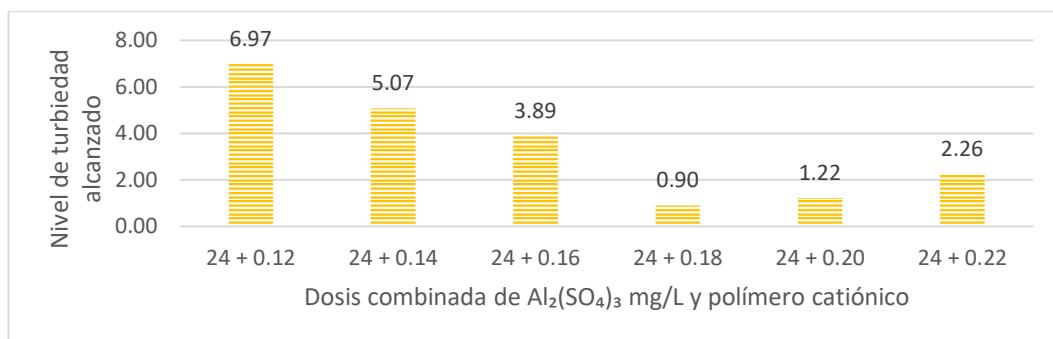
**Tabla 54.**

*Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 120.13 NTU.*

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	24 + 0.12	24 + 0.14	24 + 0.16	24 + 0.18	24 + 0.20	24 + 0.22
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	7.02	5.12	3.98	0.98	1.25	2.26
2	7.00	5.08	3.87	0.84	1.20	2.30
3	6.97	5.10	3.82	0.92	1.26	2.28
4	6.92	5.04	3.91	0.90	1.21	2.22
5	6.94	5.00	3.88	0.86	1.20	2.24

**Figura 44.**

Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 120.13 NTU



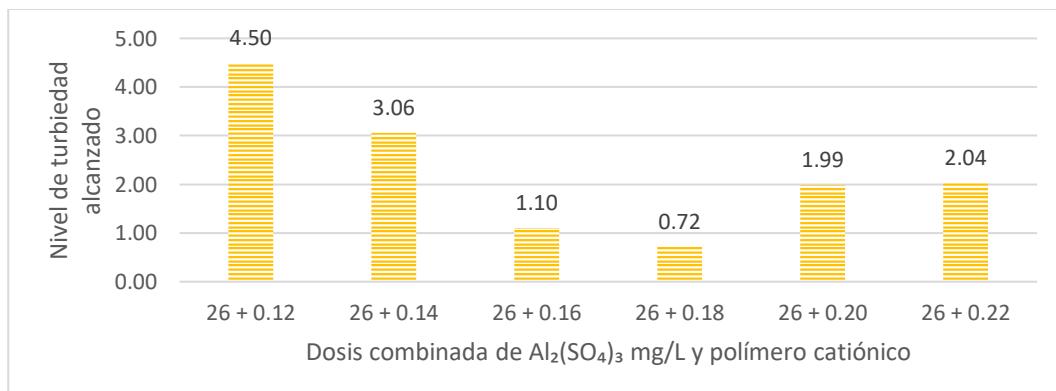
Estos resultados indican que al combinar dosificación de 24 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.18 mg/L de ayudante polímero catiónico cuando el valor de la turbidez de ingreso fue de 120.13 NTU, se redujo en promedio a un valor de 0.90 NTU después de la dosificación combinada, como coagulantes reductores de turbidez

**Tabla 55.** Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 132.74 NTU.

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm) / (mg/L)					
	26 + 0.12	26 + 0.14	26 + 0.16	26 + 0.18	26 + 0.20	26 + 0.22
TURBIDEZ RESIDUAL						
1	4.52	3.12	1.12	0.74	2.00	2.12
2	4.50	3.01	1.10	0.72	1.98	2.01
3	4.47	3.00	1.08	0.70	1.96	1.98
4	4.49	3.08	1.08	0.71	1.99	2.09
5	4.50	3.10	1.10	0.72	2.00	1.99

**Figura 45.**

Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 132.74 NTU



Estos resultados indican que al combinar dosificación de 26 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.18 mg/L de ayudante polímero catiónico cuando el valor de la turbidez de ingreso fue

de 132.74 NTU, se redujo en promedio a un valor de 0.72 NTU después de la dosificación combinada, como coagulantes reductores de turbidez

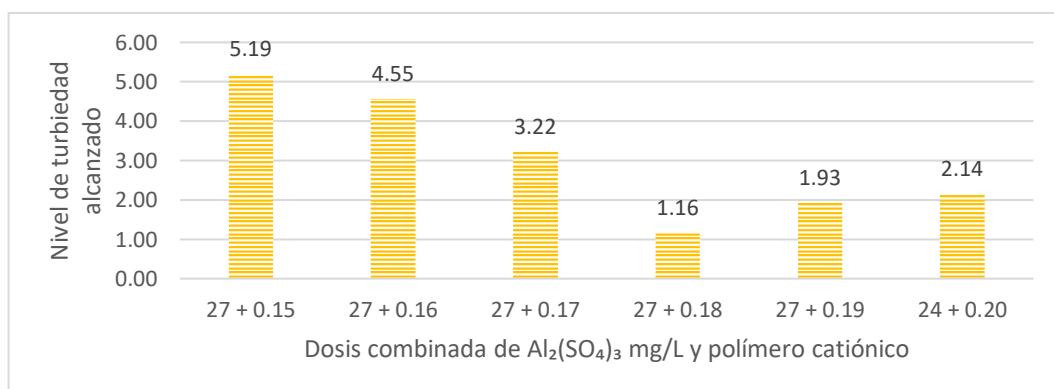
**Tabla 56.**

*Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 160.42NTU.*

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	27 + 0.15	27 + 0.16	27 + 0.17	27 + 0.18	27 + 0.19	24 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	5.20	4.56	3.20	1.12	1.89	2.12
2	5.17	4.50	3.24	1.15	1.90	2.10
3	5.15	4.52	3.28	1.18	1.92	2.18
4	5.22	4.58	3.19	1.20	1.98	2.11
5	5.19	4.60	3.21	1.16	1.96	2.20

**Figura 46.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 160.42 NTU*



Estos resultados indican que al combinar dosificación de 27 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.18 mg/L de ayudante polímero catiónico cuando el valor de la turbidez de ingreso fue de 160.42 NTU, se redujo en promedio a un valor de 1.16 NTU después de la dosificación combinada, como coagulantes reductores de turbidez

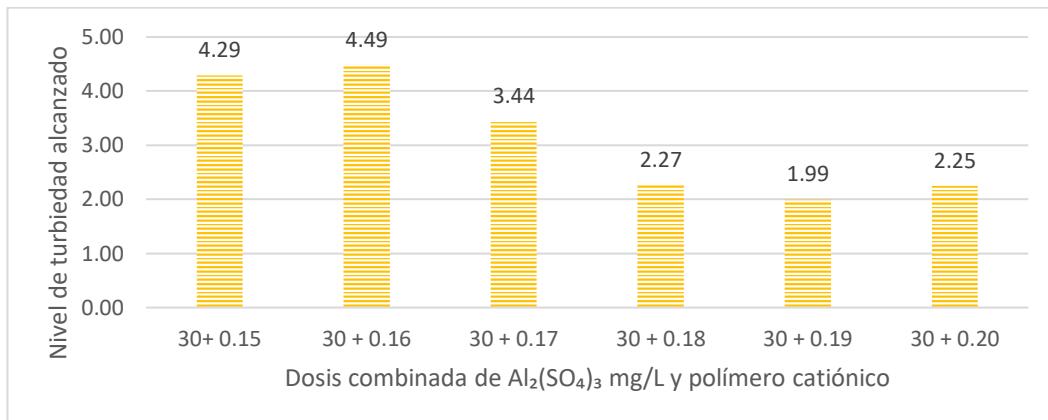
**Tabla 57.**

*Nivel de turbiedad con dosificación combinada para un ingreso de 202.74 NTU.*

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	30+ 0.15	30 + 0.16	30 + 0.17	30 + 0.18	30 + 0.19	30 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	4.30	4.48	3.45	2.25	1.98	2.23
2	4.28	4.52	3.40	2.23	1.94	2.26
3	4.25	4.44	3.47	2.31	1.96	2.28
4	4.32	4.50	3.49	2.24	2.00	2.25
5	4.29	4.49	3.41	2.30	2.08	2.21

**Figura 47.**

*Promedio del nivel de turbiedad con dosis combinada a un nivel de ingreso de 202.74 NTU*



Estos resultados indican que al combinar dosificación de 30 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  con 0.19 mg/L de ayudante polímero catiónico cuando el valor de la turbidez de ingreso fue de 202.74 NTU, se redujo en promedio a un valor de 1.99 NTU después de la dosificación combinada, como coagulantes reductores de turbidez.

**ANEXO C: Histórico de Turbidez de  
PTAP N° 1.**

EPSEL S.A

SUB GERENCIA DE PRODUCCION DE AGUA POTABLE

DEPARTAMENTO DE PLANTA CHICLAYO

PLANTA DE TRATAMIENTO N° 1 - CHICLAYO												
HISTORICO DE TURBIDEZ 2021												
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
DIA	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.
1	30.20	6.79	5.39	167.90	23.65	14.35	14.00	8.15	5.10	5.10	29.75	14.50
2	25.89	8.03	5.39	180.50	23.54	15.55	15.55	7.97	6.54	3.99	28.35	19.25
3	27.00	8.33	7.59	173.00	34.80	13.50	19.90	7.49	7.49	7.49	29.50	20.90
4	27.21	6.88	6.88	160.58	28.80	12.20	12.20	6.04	5.14	4.49	29.75	16.55
5	24.56	6.88	9.43	102.00	24.45	13.20	15.90	7.05	7.05	4.65	23.75	23.75
6	30.21	10.56	5.67	92.64	30.85	12.80	12.40	7.38	5.94	5.94	23.75	12.01
7	45.26	12.89	4.65	72.48	11.45	14.90	11.95	6.70	6.86	9.23	9.23	12.50
8	50.26	10.52	19.30	65.70	18.10	25.90	9.80	8.10	9.80	19.60	24.50	24.50
9	60.00	8.63	16.00	57.00	19.85	22.25	14.10	7.15	6.86	51.75	21.05	15.25
10	60.26	7.70	20.30	45.60	20.50	25.85	11.15	7.85	11.06	11.06	20.00	12.56
11	65.21	6.41	32.10	32.10	22.59	29.50	8.13	6.94	12.60	57.55	13.50	12.05
12	40.21	6.49	32.10	32.10	15.90	33.30	12.95	7.59	7.59	60.40	12.70	12.70
13	38.00	4.75	31.10	31.10	14.55	30.00	12.75	8.72	10.70	10.70	10.70	13.85
14	35.20	4.84	28.95	28.95	15.45	44.70	13.75	9.25	8.86	46.55	11.20	17.55
15	20.42	4.91	24.05	24.05	17.85	29.75	11.07	9.01	9.33	9.33	8.82	14.80
16	10.25	4.62	22.65	22.65	19.35	35.65	12.75	7.48	6.88	6.88	8.16	14.60
17	8.52	5.00	20.70	20.70	10.95	30.75	12.50	8.06	8.07	8.07	8.08	13.35
18	7.80	4.94	25.50	18.00	24.75	27.50	10.50	6.73	10.11	15.70	7.35	13.00
19	5.49	6.00	30.20	16.54	19.40	30.35	9.90	6.22	6.22	36.00	9.05	13.15
20	5.29	4.76	45.00	12.20	24.65	30.01	8.02	5.93	7.50	34.85	7.71	20.65
21	5.06	4.53	50.15	10.20	25.85	19.50	8.02	6.40	10.84	10.84	10.84	26.95
22	5.55	5.62	42.00	10.50	21.85	17.05	8.18	7.11	6.05	37.30	9.36	44.00
23	4.52	6.68	68.24	9.71	34.15	13.90	7.55	6.25	5.68	31.50	7.74	40.75
24	3.50	5.02	84.00	10.00	17.10	12.10	8.93	5.78	4.93	4.93	7.90	32.55
25	4.20	6.41	75.74	15.20	13.80	12.85	12.85	6.13	9.05	31.50	7.82	33.00
26	4.60	4.84	65.21	9.33	14.20	11.56	10.40	5.03	5.03	31.40	7.75	30.70
27	5.24	4.94	82.40	10.20	12.20	10.10	8.47	4.50	6.46	28.50	7.62	23.90
28	9.32	5.00	100.50	8.39	10.15	11.25	11.25	4.99	6.89	22.00	8.70	20.75
29	8.46		120.54	8.40	8.33	21.05	10.13	5.29	6.09	22.60	10.05	17.05
30	9.50		140.87	8.40	40.65	21.05	8.75	5.23	3.79	30.65	12.31	16.50
31	8.68				12.60		8.10	4.20		4.20		15.65
PROMEDIO	22.12	6.53	40.75	48.54	20.40	21.41	11.35	6.80	7.48	21.44	14.23	19.98
MINIMO	3.50	4.53	4.65	8.39	8.33	10.10	7.55	4.20	3.79	3.99	7.35	12.01
MAXIMO	65.21	12.89	140.87	180.50	40.65	44.70	19.90	9.25	12.60	60.40	29.75	44.00

EPSEL S.A

SUB GERENCIA DE PRODUCCION DE AGUA POTABLE

DEPARTAMENTO DE PLANTA CHICLAYO

## PLANTA DE TRATAMIENTO N° 1 - CHICLAYO

## HISTORICO DE TURBIDEZ 2022

MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
DIA	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.
1	16.60	10.56	35.75	91.85	15.80	8.75	9.40	5.80	6.40	8.09	6.04	6.01
2	14.40	11.30	42.95	96.95	10.50	8.58	8.73	6.55	6.98	6.82	4.97	4.66
3	20.56	10.00	38.35	94.75	11.40	9.24	6.54	7.54	5.67	5.95	6.58	4.85
4	25.65	10.00	102.75	120.63	10.10	9.10	6.79	5.82	6.03	6.20	6.08	7.65
5	30.58	10.00	121.50	145.84	10.60	8.19	6.99	6.33	6.38	6.65	6.54	5.42
6	40.00	12.05	145.00	138.00	9.29	9.05	7.99	6.58	7.73	6.28	6.51	6.41
7	46.10	11.75	108.00	152.80	15.40	6.98	6.70	6.41	9.31	6.08	5.44	5.01
8	50.26	10.52	94.05	160.23	20.50	7.74	6.61	7.22	7.08	6.12	4.29	5.54
9	60.25	11.00	69.55	178.00	18.20	9.63	6.69	5.24	6.55	7.74	6.08	5.97
10	45.65	12.00	64.15	183.00	14.60	10.20	9.33	5.66	5.53	7.00	5.06	7.24
11	30.54	14.65	52.20	200.30	14.40	8.22	7.46	5.87	6.43	6.02	6.89	6.00
12	20.58	13.35	44.35	160.25	11.60	6.82	8.75	5.23	5.80	6.35	6.28	6.54
13	21.32	28.45	36.60	125.60	12.40	10.80	9.49	6.25	6.22	5.76	5.99	6.16
14	16.80	20.55	29.75	100.58	18.10	13.11	8.08	6.45	6.31	6.92	4.61	6.88
15	14.80	33.15	25.50	67.00	26.30	10.70	7.76	5.82	6.69	7.03	4.29	6.39
16	6.87	25.75	26.10	37.95	20.80	10.10	7.58	5.66	7.01	6.50	4.34	5.70
17	6.65	25.30	25.85	31.55	18.20	9.14	5.76	5.47	7.33	6.24	4.37	7.72
18	9.23	22.00	22.00	25.55	15.90	8.27	6.48	5.64	5.94	5.68	4.74	5.98
19	7.51	26.00	20.90	22.65	21.00	13.80	7.74	4.58	7.39	7.03	4.50	5.81
20	7.70	20.00	22.40	18.55	20.80	10.11	7.29	6.55	6.26	7.38	4.42	7.51
21	7.75	23.95	27.50	18.00	14.38	8.37	7.68	6.58	7.15	5.77	4.98	7.25
22	7.00	18.75	30.10	16.18	14.00	8.25	7.53	6.47	6.73	6.92	3.70	7.16
23	7.89	15.75	37.95	18.35	12.40	8.63	6.42	6.84	6.98	6.48	6.71	6.72
24	6.50	18.25	40.50	18.60	11.40	8.77	5.83	6.53	8.16	5.22	3.99	8.76
25	8.49	16.25	52.30	12.95	10.30	7.58	6.42	6.55	6.85	7.99	5.18	7.03
26	8.14	18.00	63.40	13.80	11.00	7.62	8.83	5.89	7.18	6.82	4.89	5.08
27	8.00	15.62	65.05	12.00	9.17	7.33	7.85	5.78	5.90	8.36	4.69	7.42
28	9.27	29.15	69.65	13.40	9.56	7.52	5.74	5.66	5.94	7.53	6.01	7.20
29	11.50		60.15	13.95	10.90	7.85	6.39	5.47	7.67	7.21	5.98	8.18
30	15.95		78.45	12.25	8.13	7.60	9.16	4.52	7.80	6.23	5.98	7.82
31	9.81		75.15		8.43		6.77	4.66		6.28		7.56
PROMEDIO	19.11	17.65	55.74	76.72	14.05	8.94	7.44	5.99	6.78	6.67	5.34	6.57
MINIMO	6.50	10.00	20.90	12.00	8.13	6.82	5.74	4.58	5.53	5.22	3.70	4.66
MAXIMO	60.25	33.15	145.00	200.30	26.30	13.80	9.49	7.54	9.31	8.36	6.89	8.76

EPSEL S.A

SUB GERENCIA DE PRODUCCION DE AGUA POTABLE

DEPARTAMENTO DE PLANTA CHICLAYO

PLANTA DE TRATAMIENTO N° 1 - CHICLAYO												
HISTORICO DE TURBIDEZ 2023												
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
DIA	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.
1	7.98	12.10	46.80	25.00	70.50	31.90	8.84	8.27	10.00	7.89	11.90	15.20
2	8.00	12.42	37.30	25.40	46.00	33.40	12.40	7.79	8.63	8.18	12.70	16.40
3	8.00	10.23	22.90	24.10	37.50	37.10	9.57	8.54	8.81	10.90	12.00	14.40
4	7.45	8.32	19.00	25.20	29.40	24.90	9.88	10.10	10.60	9.08	13.20	10.40
5	7.98	8.00	16.60	27.20	28.60	34.50	13.30	10.78	8.37	7.48	12.60	7.88
6	9.00	8.00	18.80	22.20	33.30	33.10	16.10	11.60	7.84	9.26	11.70	6.51
7	7.44	8.00	26.40	31.10	29.80	27.20	15.10	12.10	7.49	9.49	8.87	7.88
8	7.06	9.85	35.40	32.10	24.80	29.10	14.20	10.95	10.90	8.38	9.48	9.18
9	7.46	10.78	55.70	25.80	25.20	23.70	17.30	8.47	8.76	12.80	11.20	9.59
10	8.00	12.95	85.30	24.00	25.50	18.30	18.50	7.71	8.46	22.10	11.60	8.64
11	7.00	10.00	93.00	17.40	15.90	21.10	17.40	8.63	7.81	27.80	10.10	7.45
12	7.13	9.00	81.70	17.20	13.20	12.90	16.60	8.10	7.88	27.40	6.11	7.44
13	7.09	10.57	100.56	12.60	17.30	11.20	14.40	10.15	7.48	24.80	8.78	6.06
14	12.15	11.56	126.00	12.40	18.90	13.80	15.20	9.72	8.45	24.10	9.43	7.29
15	15.85	12.00	158.00	17.10	20.80	12.70	14.20	8.19	8.10	23.90	9.51	8.81
16	15.12	14.75	155.00	21.00	22.90	16.10	15.60	8.55	8.35	23.80	13.80	9.27
17	12.80	21.90	18.69	24.40	20.00	20.20	10.50	12.20	7.87	37.00	25.30	9.91
18	12.40	28.60	200.00	33.40	18.20	18.80	12.90	12.00	7.33	28.40	27.10	30.20
19	13.00	32.80	204.58	32.20	18.60	20.90	12.60	11.07	7.40	29.50	24.30	49.60
20	11.42	40.52	210.00	34.40	14.20	13.00	12.50	9.96	7.53	22.90	23.10	44.20
21	10.82	31.50	199.87	26.80	10.20	9.18	10.30	10.40	6.44	17.50	21.70	42.00
22	8.88	27.60	150.00	31.20	12.80	8.95	11.80	9.95	6.25	14.60	20.20	26.80
23	21.62	25.30	121.10	30.90	13.40	10.80	12.60	11.61	6.67	11.70	17.90	21.70
24	24.40	29.20	80.00	28.40	14.60	10.30	10.60	11.02	4.90	13.60	16.70	22.50
25	30.25	72.10	45.56	29.70	16.30	9.61	10.80	12.10	5.56	12.00	15.70	28.30
26	20.70	58.10	29.40	30.10	20.60	14.30	9.20	9.86	5.45	12.20	14.20	62.80
27	14.50	56.40	24.90	28.40	19.30	14.80	10.80	8.70	6.28	21.90	11.60	107.00
28	14.90	49.70	21.20	55.60	18.20	15.20	9.46	9.18	6.24	19.50	8.49	110.00
29	13.95		27.40	50.50	35.20	13.60	8.00	7.69	7.89	18.70	11.10	90.50
30	11.25		27.80	34.00	36.70	11.40	10.40	6.95	7.61	15.80	8.66	81.10
31	12.07		14.80		36.60		9.08	9.99		15.90		78.10
PROMEDIO	12.12	22.94	79.15	27.66	24.66	19.07	12.58	9.75	7.71	17.70	13.97	30.87
MINIMO	7.00	8.00	14.80	12.40	10.20	8.95	8.00	6.95	4.90	7.48	6.11	6.06
MAXIMO	30.25	72.10	210.00	55.60	70.50	37.10	18.50	12.20	10.90	37.00	27.10	110.00

EPSEL S.A

SUB GERENCIA DE PRODUCCION DE AGUA POTABLE

DEPARTAMENTO DE PLANTA CHICLAYO

PLANTA DE TRATAMIENTO N° 1 - CHICLAYO												
HISTORICO DE TURBIDEZ 2024												
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
DIA	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.	TURB.
1	75.33	15.00	11.30	8.49	40.10	11.50	10.10	8.51	4.80	5.53	18.00	11.27
2	90.25	13.00	20.20	9.55	30.10	13.40	7.34	7.64	5.03	5.98	17.60	12.33
3	120.64	25.20	39.70	8.15	37.90	11.10	8.44	9.17	5.52	6.14	17.90	12.00
4	159.00	38.40	31.30	12.40	34.80	10.60	7.19	7.30	6.50	6.06	18.10	12.00
5	180.52	60.80	24.60	17.00	39.70	8.84	7.74	9.51	6.39	6.79	18.40	13.40
6	197.60	49.00	17.90	14.10	27.75	7.75	13.20	7.92	5.90	6.80	17.60	10.45
7	187.00	39.70	15.20	12.40	37.35	7.36	10.10	6.10	6.13	5.25	18.10	13.18
8	172.65	29.00	14.80	16.20	29.33	8.49	11.50	6.54	6.70	3.90	18.00	12.10
9	140.00	42.30	20.70	12.95	18.85	7.97	9.87	6.12	6.57	5.17	18.80	10.40
10	114.70	32.10	19.50	13.50	18.45	10.60	9.35	7.73	7.71	5.95	18.20	11.00
11	65.89	31.60	14.40	12.80	16.18	9.93	11.20	6.40	6.16	6.60	20.00	10.00
12	44.20	36.40	12.90	13.90	15.20	11.20	10.70	7.11	5.97	5.06	18.90	13.65
13	53.94	34.60	15.60	12.70	10.43	11.90	7.89	5.65	6.79	4.52	21.80	10.00
14	47.90	27.60	12.56	11.00	11.22	12.90	9.54	6.71	7.28	7.13	23.10	10.89
15	51.65	15.80	13.50	9.28	8.82	10.00	8.09	6.39	7.00	8.04	23.70	10.00
16	47.58	15.60	12.00	10.70	9.03	9.28	7.79	7.99	6.48	5.57	22.20	11.95
17	45.45	19.10	11.30	9.63	11.34	10.60	6.49	6.10	6.05	4.74	22.40	10.00
18	36.73	15.40	11.90	8.88	23.60	10.90	6.87	6.45	6.80	4.64	23.90	11.56
19	30.83	12.80	9.45	7.23	22.80	10.50	8.06	6.43	7.13	5.03	23.70	10.85
20	29.83	10.60	10.00	8.66	18.85	10.80	10.10	5.99	7.92	5.04	17.50	15.55
21	23.60	10.00	8.79	7.92	14.08	10.90	9.20	4.73	7.14	6.43	17.60	10.70
22	21.75	10.00	10.00	7.34	14.08	12.10	10.70	5.31	7.72	6.86	26.60	11.50
23	14.28	12.30	10.00	9.16	17.25	12.20	7.64	6.77	8.02	6.64	14.80	12.95
24	10.73	21.50	9.65	12.37	15.78	9.58	8.20	8.29	8.08	5.95	18.90	12.30
25	13.49	22.50	9.38	11.99	15.25	12.80	6.27	7.41	5.92	5.61	25.70	12.00
26	11.88	16.70	9.32	14.25	10.20	17.50	4.88	7.64	6.86	5.03	12.20	11.60
27	13.48	13.90	8.24	13.60	11.45	19.20	6.52	6.98	4.91	6.43	11.80	12.40
28	13.15	10.70	11.20	13.70	8.94	17.00	5.46	7.22	4.94	6.53	12.40	15.90
29	11.80	11.56	9.94	24.30	9.20	10.70	5.08	5.89	5.10	6.90	12.80	25.00
30	12.56		12.56	35.00	9.99	9.98	6.75	6.13	5.80	8.65	12.40	24.60
31	15.60		10.00		10.98		5.52	5.63		9.17		21.00
PROMEDIO	66.26	23.90	14.45	12.64	19.32	11.25	8.32	6.89	6.44	6.07	18.77	12.98
MINIMO	10.73	10.00	8.24	7.23	8.82	7.36	4.88	4.73	4.80	3.90	11.80	10.00
MAXIMO	197.60	60.80	39.70	35.00	40.10	19.20	13.20	9.51	8.08	9.17	26.60	25.00

**ANEXO D: Certificados de  
Calibración de equipos de laboratorio.**

## INFORME DE VERIFICACIÓN N° IVO-0070-2024

Nº Id: 0100006222

Página 1 de 2

Expediente : 002350

### 1. Información del cliente para la emisión

Nombre o Razón social : EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LAMBAYEQUE S.A. - EPSEL S.A.

Dirección : AV. SAENZ PEÑA NRO. 1860 URB. LATINA LAMBAYEQUE - CHICLAYO - JOSE LEONARDO ORTIZ

### 2. Instrumento verificado : TURBIDÍMETRO

Marca : HACH

Modelo : TL2350

Serie : 2019050C0102

Procedencia : China

(\*) Código de identificación : 00005203

Intervalo de Indicación : 0 NTU a 10000 NTU

Resolución : 0,001 NTU; 0,1 NTU; 1 NTU

Ubicación : No indica

### 3. Lugar de verificación : Laboratorio de óptica de ALAB E.I.R.L.

### 4. Fecha de verificación y emisión

Fecha de verificación : 2024-12-06

Fecha de emisión : 2024-12-06

### 5. Procedimiento de verificación

La verificación se realizó por comparación de la indicación del equipo contra los valores nominales de materiales de referencia certificados tomando como referencia el MVAL-LAB-12: Procedimiento para la Calibración de Turbidímetros, Rev. 00:2021 ALAB E.I.R.L

### 6. Trazabilidad

Producto	Marca	Nº Lote	Expiración
0,1 NTU	HACH	A1029	Mayo 2025
20 NTU	SUPELCO	LRAD3337	Diciembre 2024
200 NTU	HACH	A1091	Julio 2025
1000 NTU	SUPELCO	LRAD4027	Enero 2025
4000 NTU	SUPELCO	LRAD4147	Enero 2025
7500 NTU	HACH	A1092	Julio 2025

### 7. Condiciones de verificación

Inicial Final

Temperatura ambiental : 25,4 % H.R. 25,5 % H.R.

Humedad relativa : 64,6 % H.R. 63,7 % H.R.



Luis Alberto Pompilla Bardón  
Responsable del Laboratorio de Óptica

#### 📍 SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

## INFORME DE VERIFICACIÓN N° IVO-0070-2024

N° Id: 0100006222

Página 2 de 2

**8. Resultados de la verificación**

Valor de Referencia (NTU)	Lectura Promedio del Equipo (NTU)	Error (NTU)	Incertidumbre (NTU)	Tolerancia (NTU)
0,04	0,131	0,091	0,01	0,1
20,0	20,4	0,4	0,5	2
205,0	202	-3,0	3	20
1025,0	1005	-20,0	16	100
4072,0	4073	1,0	66	400
7674,8	7598	-76,8	130	750

Valor de referencia = Lectura Promedio del equipo - Error

**9. Observaciones**

Se colocó en el instrumento una etiqueta de verificación

Los resultados corresponden al promedio de 5 mediciones.

Los resultados son emitidos para la temperatura de referencia de 25 °C .

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

(\*) Código patrimonial del cliente

**10. Conclusiones**

El equipo se encuentra en estado operativo

El valor absoluto del error promedio encontrado del equipo es menor que la tolerancia del valor de referencia. Por lo tanto se concluye que el equipo pasa con éxito la verificación.

(FIN DEL DOCUMENTO)

## SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

## INFORME DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CL-IMP-LA-0201-2024

Expediente N° : 2350

Fecha de Emisión : 2024-11-19

OTI N° : 925-2024

**1. DATOS GENERALES**

Cliente	EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO - EPSEL S.A.
Dirección	AV. SAENZ PEÑA NRO. 1860 URB. LATINA LAMBAYEQUE - CHICLAYO - JOSE LEONARDO ORTIZ
Fecha de Ingreso	2024-11-19

**2. EQUIPO**

Nombre de Equipo	PRUEBA DE JARRAS
Marca	PHIPS & BIRD
Modelo	7790-900B
Nº de Serie	216121126
Código	NI
Rango	5 - 300 RPM
DIV.DE ESCALA	NI
DIV.DE VERIFICACION	NI

**3. LUGAR DE MANTENIMIENTO**

Laboratorio de control de calidad - Área de Fisicoquímica

**4. FECHA DE MANTENIMIENTO**

2024-11-19

**5. INSPECCIÓN INICIAL**

Verificación de la mesa de trabajo  
Verificación de voltaje de tomacorriente  
Inspección física del equipo y accesorios  
Se realiza prueba funcionamiento inicial

**6. DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Se realiza desmontaje de carcasa y accesorios  
Se realiza revisión y limpieza del sistemas de engranaje  
Se realiza revisión y limpieza de las jarras  
Se realiza revisión y limpieza del sistema eléctrico  
Se realiza revisión y limpieza de la tarjeta principal  
Se realiza revisión y limpieza de las tarjetas de los led de iluminación  
Se realiza revisión y limpieza de la pantalla display  
Se realiza montaje de carcasa y accesorios  
Se realiza pruebas de funcionamiento de forma satisfactoria

**7. OBSERVACIONES**

Equipo presentaba mucho polvo en la cubierta protectora

### INFORME DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CL-IMP-LA-0201-2024

Expediente N° :

Fecha de Emisión :

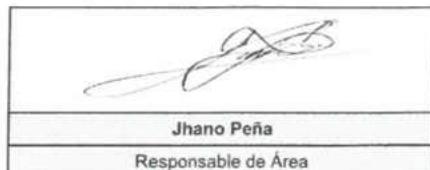
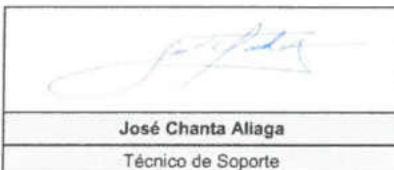
OTI N° :

#### 8. CONCLUSIONES

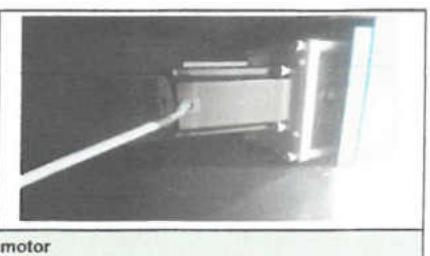
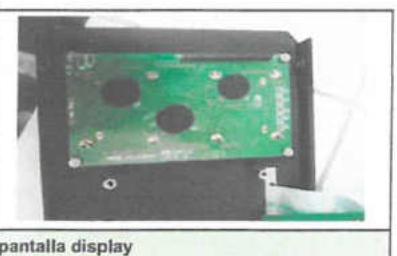
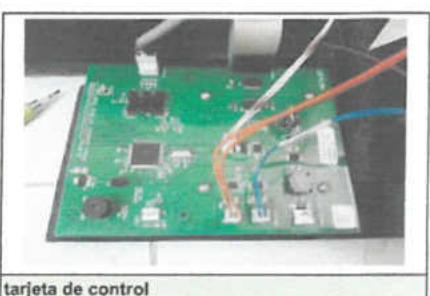
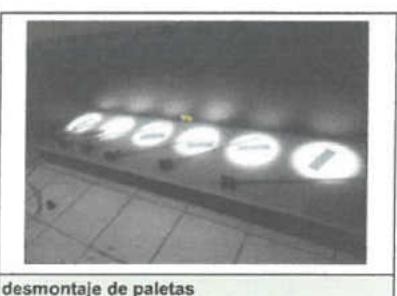
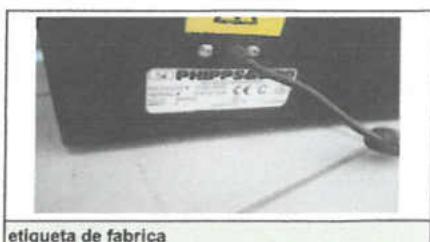
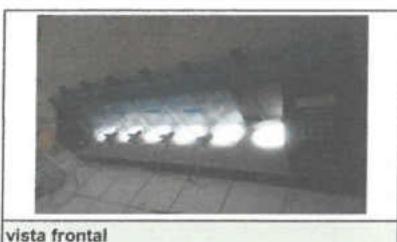
El equipo se encuentra operativo

#### 9. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar limpieza del equipo de forma periódica



#### 10. IMÁGENES



**ANEXO E: Formato de prueba de  
jarras.**

**DETERMINACIÓN DE DOSIS OPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUIMICO SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO**

Fuente

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

**REPETICIÓN 1**

Fecha:

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA				
Turbiedad:	NTU		MEZCLA RAPIDA						FLOCULACION		SEDIMENTACIÓN		
Temperatura:	°C		Tiempo:	seg.					Tiempo total :	min	Tiempo:	min	
Conductividad :	µS/cm		Velocidad:	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Ayudante	Velocidad:	RPM	RPM	Velocidad:	RPM	
J	pH	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
1													
2													
3													
4													
5													
6													

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

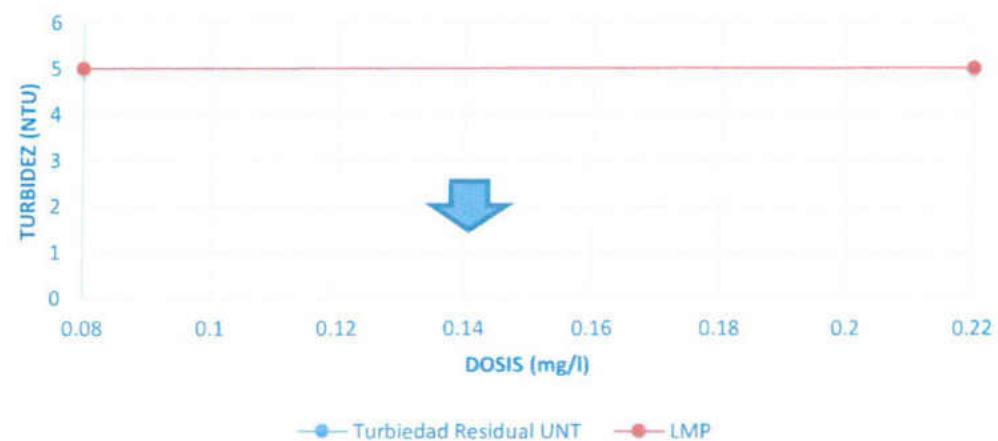
Dosis óptima:

NOTA.-

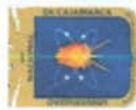
**REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO y POLIMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l						
DOSIS Poli. mg/l.						
TURB. RESID.						
TURB INICIAL						
% REMOCION						

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



## **ANEXO F: Pruebas de Jarras.**



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 1

AGUA CRUDA		DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA							
Turbiedad:	17.9 NTU	Temperatura:	25.8 °C	MEZCLA RAPIDA				FLOCULACIÓN		SEDIMENTACIÓN							
Conductividad :	356 µS/cm	Alcal.	Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Al2(SO4)2 mg/l	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Tiempo Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Velocidad:	Tiempo: 15 min	Coagulante Residual (mg/l)	Velocidad: 0 RPM
J	A	R	R	A													
1	8.24	115	7	1.4				30	4	8.22	15	14.2			0.158		
2	8.24	115	8	1.6				30	4	8.13	15	12.2			0.155		
3	8.24	115	9	1.8				28	4	8.06	15	10.39			0.161		
4	8.24	115	10	2				20	6	7.97	12	7.25			0.172		
5	8.24	115	11	2.2				20	6	7.90	12	4.25			0.171		
6	8.24	115	12	2.4				20	6	7.80	12	6.25			0.172		

OTRAS OBSERVACIONES:

Ordens de seleção da losa condutora auxiliar

Origen de la aplicación de los pr

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

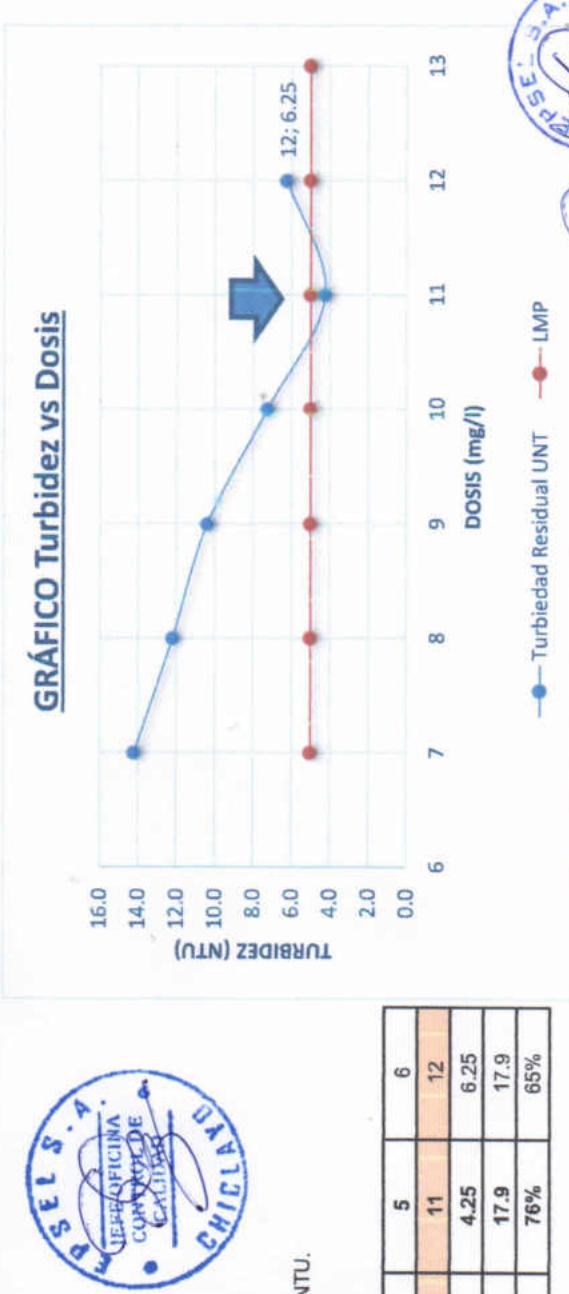
卷之三

Temperatura del Agua 25°C

卷之三

Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio.

**NOTA** - Con la dosis de 11 mg se logra un efecto desantidiabético menor a 25 NTU.



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis

**NOTA:-** Con la dosis de 11 mg/L se logra un agua decantada menor 4.25 NTU.

REMOCIÓN DE TIERRA CON SUELO FAVORABLE AL INMIGRACIÓN

EVALUACION DE TURBIDEZ CON SUSPENSION ALGALINA						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	7	8	9	10	11	12
TURB. RESID.	14.2	12.2	10.39	7.25	4.25	6.25
TURB INICIAL	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9
% REMOCION	21%	32%	42%	59%	76%	65%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 2

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA						FLOCULACIÓN		
J	A	R	Alcal.	Total	seg.	Volumen de Jarras	Tiempo total:	15	min	Tiempo:	15
					RPM	2,000 ml	Velocidad:	40	RPM	Velocidad:	0 min
1	8.24	115	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 (mg/l)	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)3 Vol (ml)	60	Ayudante Floculación Polímero (mg/l)	Indice de Wilcock seg.	15	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
2	8.24	115	7	1.4	300			40			
3	8.24	115	8	1.6							
4	8.24	115	9	1.8							
5	8.24	115	10	2							
6	8.24	115	11	2.2							
			12	2.4							

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio.

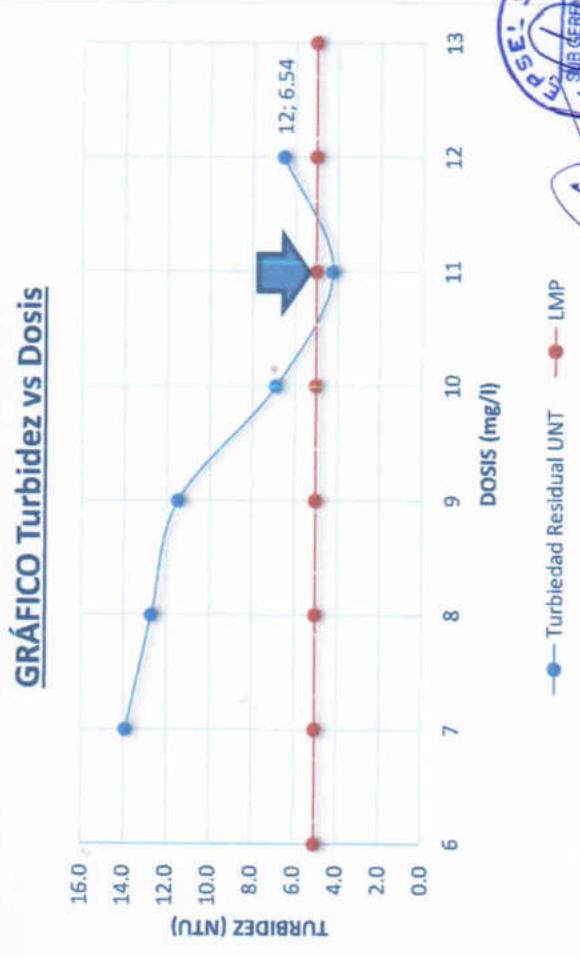
NOTA:- Con la dosis de 11 mg/L se logra un agua decantada menor 4.22 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	7	12.7	17.9	22%
2	9	11.46	17.9	29%
3	10	4.22	17.9	36%
4	11	6.54	17.9	62%
5	12	6.54	17.9	76%
6	13	6.54	17.9	83%



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



LMP

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

### REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA					
			MEZCLA RÁPIDA						FLOCULACIÓN			SEDIMENTACIÓN		
J	A	R	NTU	°C	Tiempo: 60 seg.	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total: 15 min	Velocidad: 40 RPM	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l	
			17.9	25.8	Tiempo: 300 seg.	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total: 15 min	Velocidad: 40 RPM						
J	A	R	Alcal.	Total mg/l	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 mg/l	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)3 mg/l	Ayudante Floculación Polímero mg/l	Ayudante Floculación Polímero Volum mg/l	Indice de Wilcomb	Indice de Wilcomb	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l	
1	8.24	115	7	1.4					30	4	15	13.2	0.15	
2	8.24	115	8	1.6					30	4	15	12.61	0.148	
3	8.24	115	9	1.8					30	4	15	10.87	0.152	
4	8.24	115	10	2					20	6	15	6.92	0.155	
5	8.24	115	11	2.2					20	6	15	4.28	0.156	
6	8.24	115	12	2.4					20	6	15	5.12	0.161	

#### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

.....

Temperatura del Agua 25°C

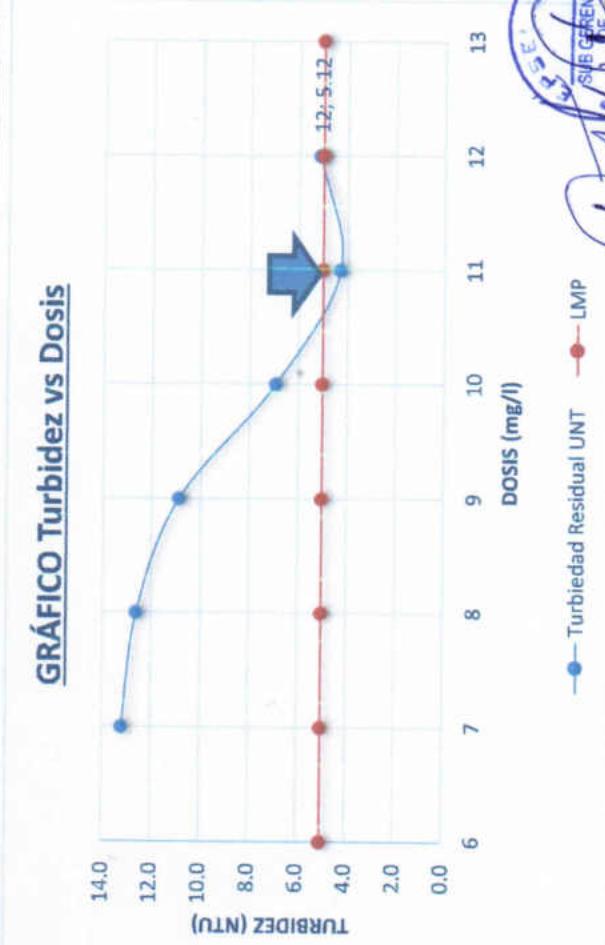
Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA:- Con la dosis de 11 mg/L se logra un agua decantada menor 4.28 NTU.

#### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON EL SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	7	12.61	17.9	30%	10.87	6.92	4.28
	8	17.9	17.9	39%	10	17.9	5.12
	9	17.9	17.9	61%	11	17.9	7.9
	10	17.9	17.9	76%	12	17.9	11.3
	11	17.9	17.9		13		

#### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

Fuente Río Chancay - Laguna Baró I.

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:		17.9 NTU	25.8 °C	MEZCLA RÁPIDA		Seg. RPM		Volumen de Jarras 2,000 ml		Tiempo total : 15 min		SEDIMENTACIÓN		
J	A	pH	Alcal.	Coagulante Sulfato Al	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)3	Ayudante Floculación Polímero	Ayudante Floculación Polímero	Indice de Wilcock Polímero	Indice de Wilcock	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
R	R	Total mg/l	mg/l	Sulfato Al mg/l	Al2(SO4)3 Vol (ml)	mg/l	mg/l	seg.	seg.					
J	A	8.24	115	7	1.4			30	4	8.25	15	13.56		0.149
1		8.24	115	7	1.4			30	4	8.22	15	12.57		0.155
2		8.24	115	8	1.6			30	4	8.20	15	10.42		0.156
3		8.24	115	9	1.8			20	6	8.05	15	7.18		0.162
4		8.24	115	10	2			20	6	7.96	15	4.03		0.166
5		8.24	115	11	2.2			20	6	7.98	15	4.03		0.166
6		8.24	115	12	2.4			20	6	7.94	15	5.98		0.162

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1% W/V

.....

Temperatura del Agua 25°C

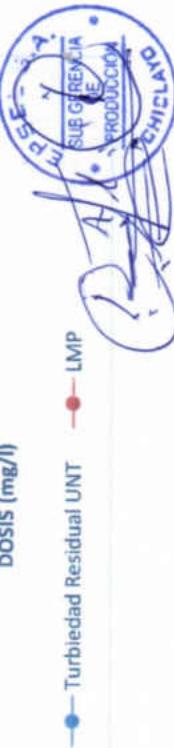
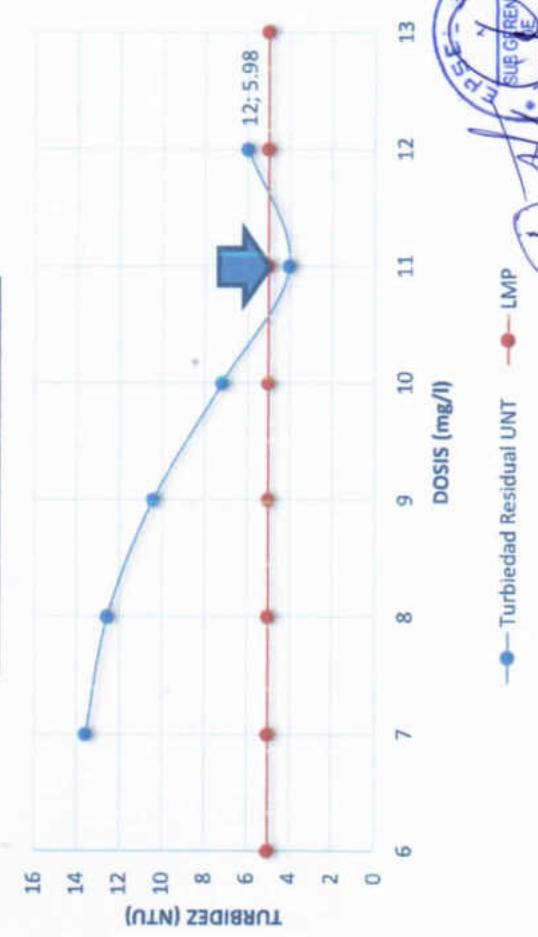
Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 11 mg/L, se logra un agua decantada menor 4.03 NTU.

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB. INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	7	12.57	17.9	30%	10.42	7.18	4.03
2	8	17.9	17.9	42%	10	11	5.98
3	9	17.9	17.9	60%	11	12	17.9
4	10	17.9	17.9	77%	12	13	17.9

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis**



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA						Tiempo total: 40 min			SEDIMENTACIÓN		
J	A	R	NTU	°C	μS/cm	Tiempo: 60 seg.	Velocidad: 300 RPM	Volumen de Jarras 2,000 ml	Indice de Wilcemb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
J	A	R	Alcal.	Coagulante Al	Coagulante Sulfato Al	Ayudante Floculación Polímero	Ayudante Floculación Polímero	Tiempo de Formación del Floc	Indice de Wilcemb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
1	8.24	115	Total mg/l	Sulfato Al mg/l	Al2(SO4)2 Vol (ml)	mg/l	mg/l	seg.	seg.		4	8.16	15	14.11
2	8.24	115	7	1.4					30	4	8.05	15	12.74	0.148
3	8.24	115	8	1.6					30	4	7.76	15	9.50	0.152
4	8.24	115	9	1.8					30	4	7.75	15	6.92	0.155
5	8.24	115	10	2					20	6	7.75	15	3.56	0.156
6	8.24	115	11	2.2					20	6	7.62	15	2.56	0.156
			12	2.4					20	6	7.60	15	5.12	0.161

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

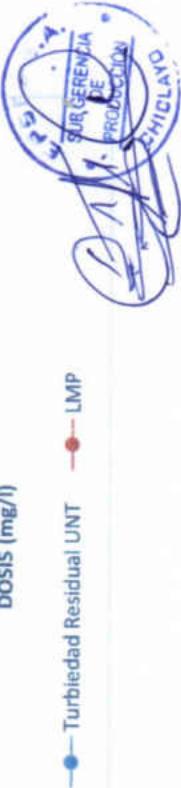
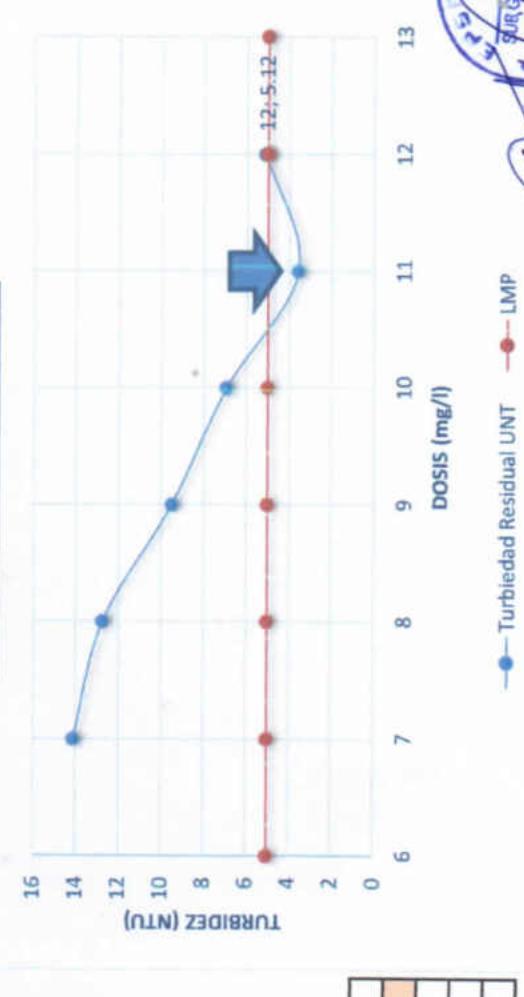
Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 11 mg/L se logra un agua decantada menor 3.56 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	7	14.11	17.9	21%	12.74	9.5	13
2	8	17.9	17.9	29%	12.74	9.5	12
3	9	17.9	17.9	47%	12.74	9.5	11
4	10	17.9	17.9	61%	12.74	9.5	10
5	11	17.9	17.9	80%	12.74	9.5	9
6	12	17.9	17.9	71%	12.74	9.5	8
7	13	17.9	17.9		12.74	9.5	7

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

### REPETICIÓN 1

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RAPIDA						SEDIMENTACIÓN		
J	A	NTU	Tiempo: 60 seg.	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total: 15 min	RPM	Velocidad:	40 RPM	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
J	A	18.56	25 °C	396 µS/cm	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	
1	8.11				8	1.6	0.1	0.4	10	6	8.02
2	8.11				8	1.6	0.12	0.48	10	6	7.89
3	8.11				8	1.6	0.14	0.56	10	6	7.78
4	8.11				8	1.6	0.16	0.64	10	6	7.58
5	8.11				8	1.6	0.18	0.72	10	6	7.55
6	8.11				8	1.6	0.2	0.8	10	6	7.56
									15	15	3.25
											0.166

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1% W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V



Q.S.E.L.S.P.  
LABORATORIO  
DE OFICINA  
ESTACIONAL  
DE TAPAS  
CHICLAYO

NOTA.- Con dosis de 8 mg/L + 0.14 mg/L de polímero

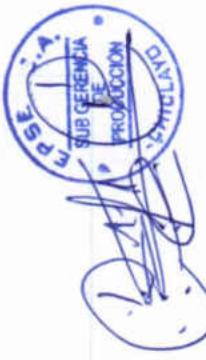
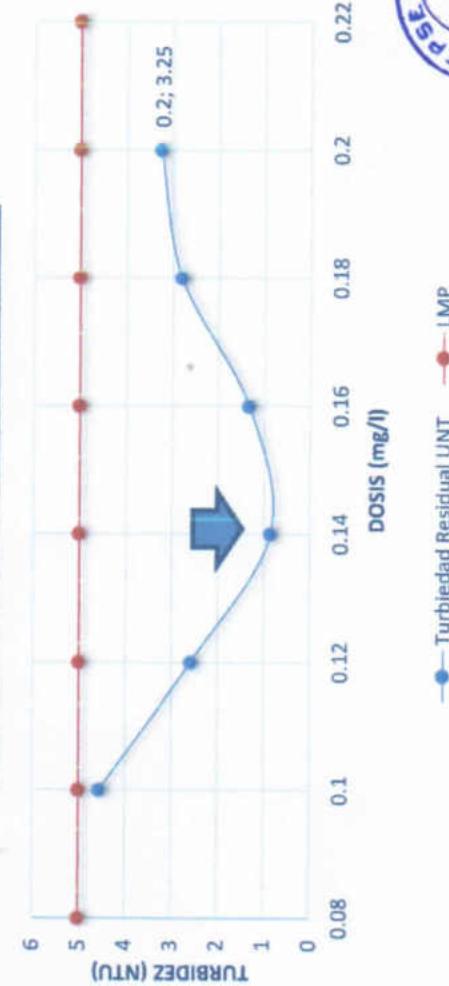
Dosis óptima: 8 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/L de polímero

NOTA.- Con dosis de 8 mg/L + 0.14 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.86 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6	DOSIS SA mg/l	DOSIS Poli. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
DOSIS SA mg/l	8	8	8	8	8	8	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16
DOSIS Poli. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2					
TURB. RESID.	4.56	2.58	0.86	1.33	2.79	3.25					
TURB INICIAL	18.56	18.56	18.56	18.56	18.56	18.56					
% REMOCION	75%	86%	95%	93%	85%	82%					

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



Q.S.E.L.S.P.  
LABORATORIO  
DE OFICINA  
ESTACIONAL  
DE TAPAS  
CHICLAYO



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 2

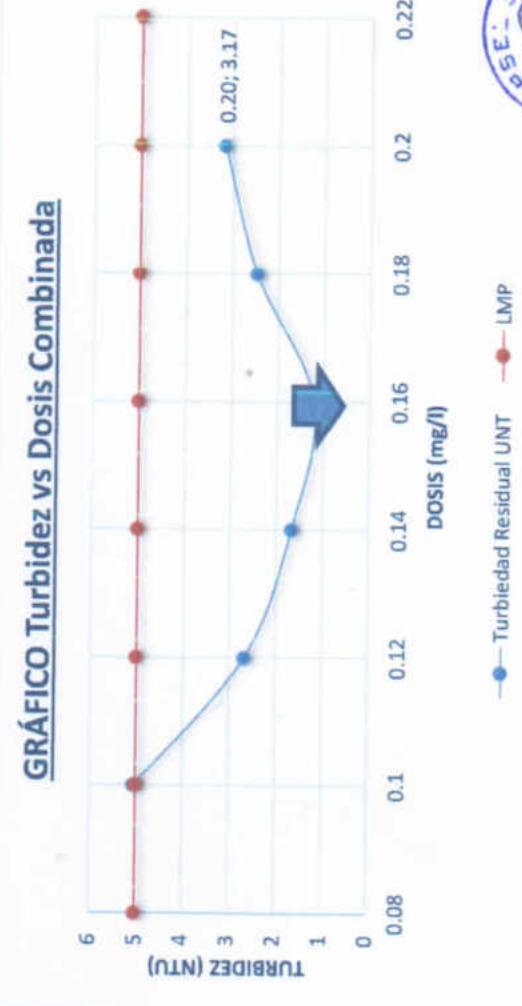
OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/W

Polímero Cationico al 0,5% W/W

Dosis óptima: 8 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/L de polímero



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada

**NOTA.** Con dosis de 8 mg/L + 0.16 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 1.20 NTU

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	8	8	8	8	8	8
DOSIS Pol. mg/l.	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	5.05	2.67	1.67	1.2	2.46	3.17
TURB INICIAL	18.56	18.56	18.56	18.56	18.56	18.56
% REMOCION	73%	86%	91%	94%	87%	83%

## PRUEBA DE JARRAS - P T A P N° 01

REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACIÓN				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:	18.56	NTU		MEZCLA RAPIDA				Volumen de Jarras		Tiempo Total:		15	min		SEDIMENTACIÓN				
Temperatura:	25	°C		Tiempo:	60	seg.	RPM		Velocidad:		40	min			Tiempo:	15	min		
Conductividad:	396	µS/cm		Velocidad:	300	seg.	RPM								Velocidad:	0	RPM		
J	A	pH	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)			Indice de Wilcomb	pH				Coagulante Residual mg/l				
A	R	R	A																
1	8.11			8	1.6	0.1	0.4	10	6	7.85		15	4.87						
2	8.11			8	1.6	0.12	0.48	10	6	7.75		15	2.81						
3	8.11			8	1.6	0.14	0.56	10	8	7.62	12	0.97							
4	8.11			8	1.6	0.16	0.64	10	8	7.65		12	1.48						
5	8.11			8	1.6	0.18	0.72	10	6	7.59		15	2.87						
6	8.11			8	1.6	0.2	0.8	10	6	7.54		15	3.02						

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

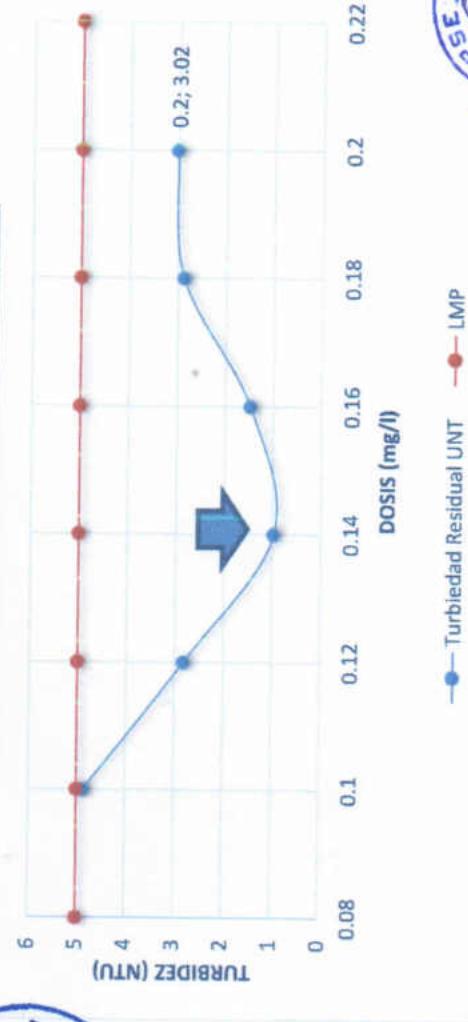
Dosis óptima: 3 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 8 mg/L + 0.14 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.97 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6											
DOSIS SA mg/l	8	8	8	8	8	8											
DOSIS Pol. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2											
TURB. RESID.	4.87	2.81	0.97	1.48	2.87	3.02											
TURB INICIAL	18.56	18.56	18.56	18.56	18.56	18.56											
% REMOCION	74%	85%	95%	92%	85%	84%											

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



0.142  
0.155  
0.153  
0.158  
0.154  
0.153

0; 3.02

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l				OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACION				AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:	18.56	NTU		MEZCLA RAPIDA				Volumen de Jarras	2,000 ml		Tiempo total:	15 min			Tiempo:	15 min	
Temperatura:	25 °C			60 seg.							Velocidad:	40 RPM			Velocidad:	0 RPM	
Conductividad:	396 µS/cm			300 rpm													
J	A	R	R	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Indice de Wilcomb		Tiempo de Formación del Floc seg.	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l		
1	8.11			8	1.6	0.1	0.4	10		6	8.07	15	4.91			0.148	
2	8.11			8	1.6	0.12	0.48	10		6	8.05	15	3.02			0.15	
3	8.11			8	1.6	0.14	0.56	10	8	8.00	12	1.11			0.155		
4	8.11			8	1.6	0.16	0.64	10	8	7.96	12		1.45			0.153	
5	8.11			8	1.6	0.18	0.72	15	6	7.85	15		3.26			0.154	
6	8.11			8	1.6	0.2	0.8	15	6	7.75	15		3.61			0.155	

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

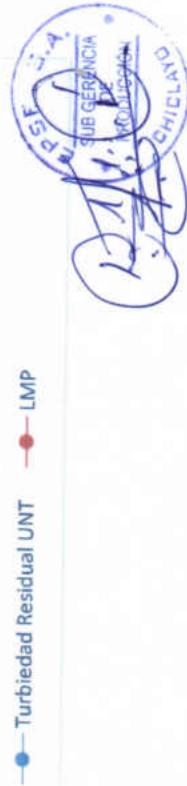
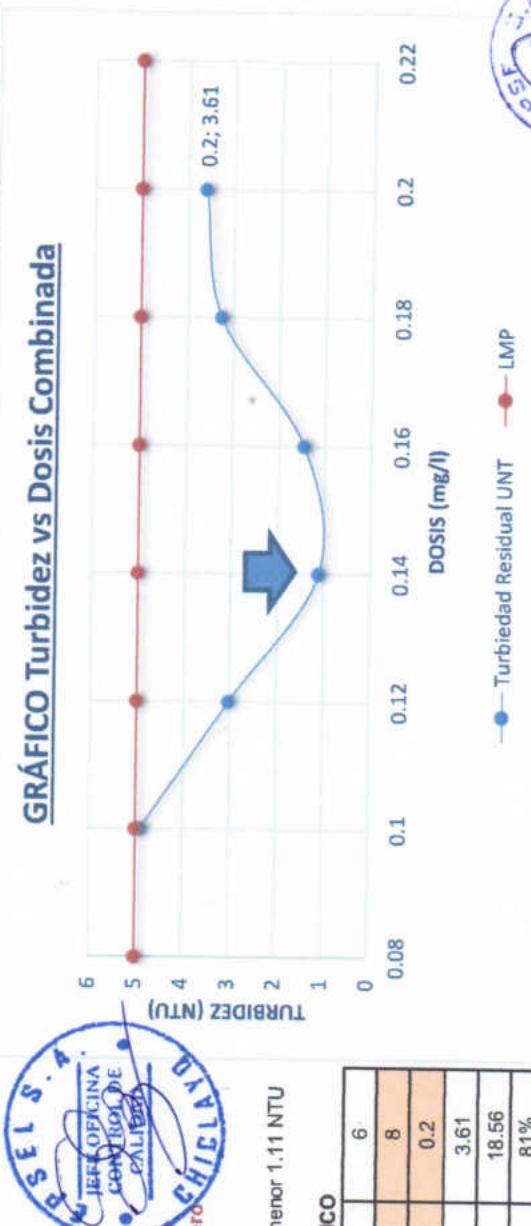
Polimero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 8 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 8 mg/L + 0.14 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 1.11 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	8	0.12	4.91	18.56	74%	0.14	0.12	
2	8	0.14	3.02	18.56	84%	0.16	0.11	
3	8	0.16	1.11	18.56	94%	0.18	0.08	0.22
4	8	0.18	1.45	18.56	92%	0.2	0.08	
5	8	0.2	3.61	18.56	82%	0.22	0.08	
6	8	0.2	3.61	18.56	81%	0.22	0.08	



## PRUEBA DE JARRAS - P T A P N° 01

REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l						OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA						SEDIMENTACION		
			MEZCLA RAPIDA									FLOCULACION						SEDIMENTACION		
J	A	NTU	°C	Tiempo:	60	seg.	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Velocidad:	15	min	RPM	Tiempo:	15	min	Tiempo:	15	min	
J	A	Alcal.	Coagulante	Coagulante	Coagulante	Coagulante	Coagulante	Indice de Wilcomb		pH	Tiempo Sedimen.	Color Residual U.C.	Turbiedad Residual UNT	Velocidad:	0	RPM	Coagulante Residual mg/l			
A	R	Total	Sulfato Al	Sulfato Al	Sulfato Al	Ayudante Floculación	Ayudante Floculación				seg.									
R	R	mg/l	mg/l	Vol (ml)	mg/l	Vol (ml)	mg/l	seg.	2,000 ml	Vol (ml)	seg.	seg.	seg.	seg.	seg.	seg.	seg.	seg.		
A	A	μS/cm	Velocidad:	300	seg.	RPM	Velocidad:	10	6	7.85	15	5.00	5.00	15	0.155	0.155	0.155	0.155		
1	8.11	8	8	1.6	0.1	0.4	0.4	10	6	7.85	15	5.00	5.00	15	0.155	0.155	0.155	0.155		
2	8.11	8	8	1.6	0.12	0.48	0.48	10	6	7.75	15	2.74	2.74	15	0.152	0.152	0.152	0.152		
3	8.11	8	8	1.6	0.14	0.56	0.56	10	8	7.62	12	1.05	1.05	12	0.15	0.15	0.15	0.15		
4	8.11	8	8	1.6	0.16	0.64	0.64	10	8	7.65	12	2.02	2.02	12	0.156	0.156	0.156	0.156		
5	8.11	8	8	1.6	0.18	0.72	0.72	15	6	7.59	15	2.81	2.81	15	0.152	0.152	0.152	0.152		
6	8.11	8	8	1.6	0.2	0.8	0.8	15	6	7.54	15	3.22	3.22	15	0.154	0.154	0.154	0.154		

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:  
 Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
 Polímero Cationico al 0.5% W/V

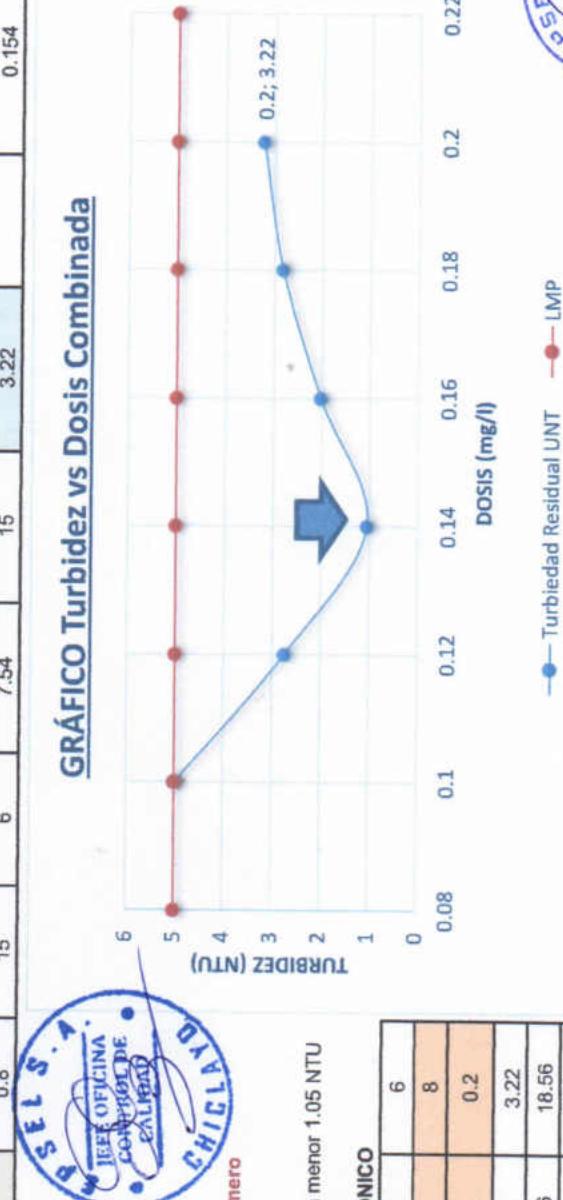
Dosis óptima: 8 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 8mg/L + 0.14 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 1.05 NTU

REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6	0	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22
DOSIS SA mg/l	8	8	8	8	8	8	0	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22
DOSIS Pol. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2									
TURB. RESID.	5	2.74	1.05	2.02	2.81	3.22									
TURB INICIAL	18.56	18.56	18.56	18.56	18.56	18.56									
% REMOCION	73%	85%	94%	89%	85%	83%									

GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

**REPETICIÓN 1**

Fecha: 19/12/2024

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad: 25.7 NTU			MEZCLA RÁPIDA			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:	25.7	NTU	Temp:	60 seg.	RPM	Volumen de Jarras:	2,000 ml	Velocidad:	40 RPM	Timeo total:	15 min
Temperatura:	25.3 °C		Coagulante:	Coagulante	Ayudante	Indice de Wilcomb				Turbiedad Residual UNT	0 min
Conductividad :	288 µS/cm		Sulfato Al	Sulfato Al	Flocculación					Color Residual	0 RPM
J	pH	Alcal.	Al2(SO4)2	Ayudante	Polimero					U.C.	
A		Total	Al2(SO4)3	Flocculación	Polimero						
R		mg/l	Vol (ml)	Polimero	Vol (ml)						
R											
A											
1	8.14	115	5	1		20	4	8.10	15	11.25	0.145
2	8.14	115	7	1.4		18	4	8.06	15	10.98	0.152
3	8.14	115	9	1.8		15	4	7.99	15	7.58	0.159
4	8.14	115	11	2.2		10	6	7.95	15	2.93	0.166
5	8.14	115	13	2.6		10	6	7.85	15	3.28	0.177
6	8.14	115	15	3		10	6	7.69	15	4.5	0.172

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1% W/V

.....

Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio.

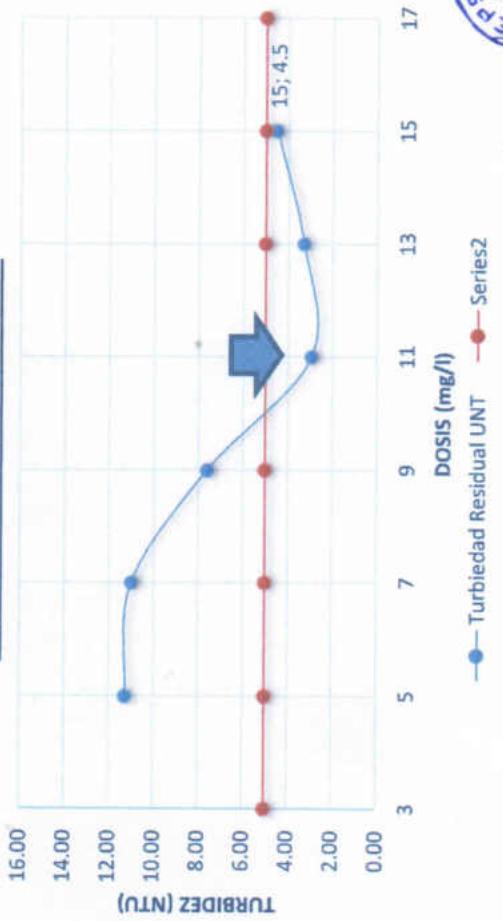
NOTA.- Con la dosis de 11 mg/L se logra un agua decantada menor 2.93 NTU.

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO**

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	5	10.98	25.7	57%
2	7	7.58	25.7	71%
3	9	2.93	25.7	87%
4	11	3.28	25.7	82%
5	13	4.5	25.7	
6	15	6	25.7	



**GRÁFICO Turbidez vs Dosis**





## PRUEBA DE JARRAS-PTAP N° 01

### REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA						Tiempo total : 15 min			SEDIMENTACIÓN		
J	A	R	Alcal.	Total	seg.	Volumen de Jarras	Velocidad:	2,000 ml	pH	Tiempo Sedimen.	Color Residual	Residual U.C.	Velocidad:	Tiempo: 15 min
1	8.14	115	5	1					7.89	15	11.1			0.149
2	8.14	115	7	1.4					7.72	15	10.81			0.155
3	8.14	115	9	1.8					7.65	15	7.42			0.152
4	8.14	115	11	2.2					7.62	12	3.03			0.165
5	8.14	115	13	2.6					7.59	12	3.33			0.172
6	8.14	115	15	3					7.56	15	4.20			0.176

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

.....

Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio.

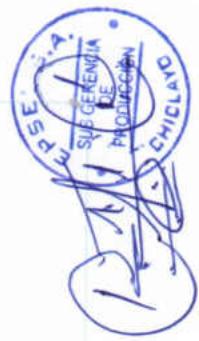
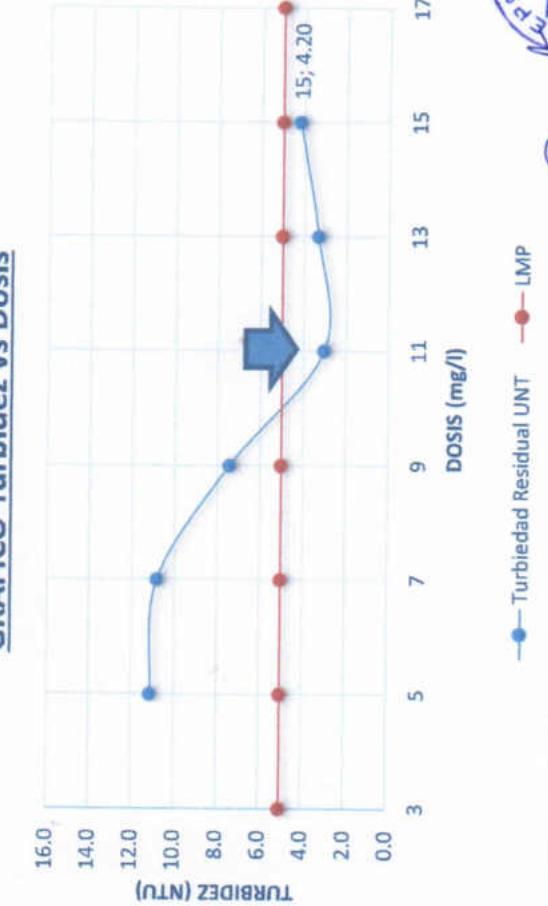
NOTA.- Con la dosis de 11 mg/L se logra un agua decantada menor 3.03 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON EL SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCIÓN	TURB. RESIDUAL UNT	LMP
1	2	10.81	25.7	58%	13	87%
5	7	11.12	25.7	57%	15	84%
9	11	11.12	25.7	57%	13	84%
11	13	11.12	25.7	57%	11	84%
15	15	11.12	25.7	57%	11	84%
17	17	11.12	25.7	57%	11	84%



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad: 25.7 NTU				MEZCLA RÁPIDA				OBSERVACIONES VISUALES				SEDIMENTACIÓN			
Temperatura: 25.3 °C				Tiempo: 60 seg.				Volumen de Jarras 2.000 ml				FLOCULACIÓN			
Conductividad: 288 µS/cm				Velocidad: 300 RPM				Tiempo total: 15 min				SEDIMENTACIÓN			
J	A	R	R	Alcal.	Coagulante	Coagulante	Ayudante	Tiempo de	Indice de	pH	Tiempo	Color	Coagulante	Coagulante	Coagulante
A	R	R	A	Total	Sulfato Al	Sulfato Al	Flocculación	Formación	Wilcomb	Sedimen.	Residual	Residual	Residual	Residual	Residual
R	A	A	A	mg/l	Al2(SO4)2	Al2(SO4)3	Polimero	del Floc	seg.	min	UNT	U.C.	mg/l	mg/l	mg/l
1	8.14	115	5	1					25	4	8.02	15	11.03	0.152	0.152
2	8.14	115	7	1.4					25	4	7.85	15	11.77	0.155	0.155
3	8.14	115	9	1.8					25	4	7.62	15	7.57	0.166	0.166
4	8.14	115	11	2.2					20	6	7.59	12	3.02	0.162	0.162
5	8.14	115	13	2.6					15	6	7.55	12	2.92	0.171	0.171
6	8.14	115	15	3					20	6	7.53	15	4.36	0.175	0.175

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

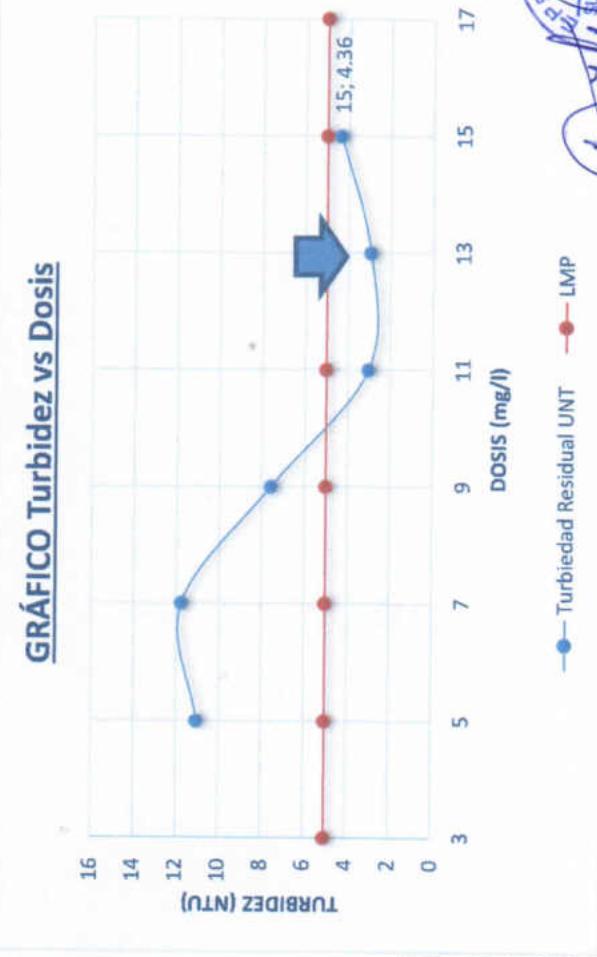
Dosis óptima: 13 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 13 mg/L se logra un agua decantada menor 2.92 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO
1	5	11.77	25.7	54%	15
2	7	25.7	25.7	71%	13
3	9	25.7	25.7	88%	11
4	11	25.7	25.7	89%	9
5	13	25.7	25.7	83%	7
6	15	25.7	25.7	83%	6

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis





PRUEBA DE JARRASS-PTAP N°01

Río Chancay - Laguna Boró I.

REPETICIÓN 5

20/12/2024

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA				
Turbiedad:	25.7	NTU	°C	MEZCLA RAPIDA				FLOCCULACIÓN				SEDIMENTACIÓN			
Temperatura:	25.3	μSi/cm	Velocidad:	60	seg.	RPM	Volumen de Jarras	Tiempo total :	15	min	Tiempo:	15	min	Coagulante Residual mg/l	
Conductividad :	288	pH	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 mg/l	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)3 mg/l	Ayudante Floculación Polímero mg/l	Ayudante Floculación Polímero mg/l	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l	
J	A	R	R	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
1	8.14	115	5	1				30	4	8.11	15	10.97		0.15	
2	8.14	115	7	1.4				25	4	8.05	15	10.62		0.155	
3	8.14	115	9	1.8				25	4	7.76	15	7.71		0.152	
4	8.14	115	11	2.2				20	6	7.65	15	3.00		0.166	
5	8.14	115	13	2.6				20	6	7.59	15	3.41		0.173	
6	8.14	115	15	3				20	6	7.53	15	4.26		0.177	

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

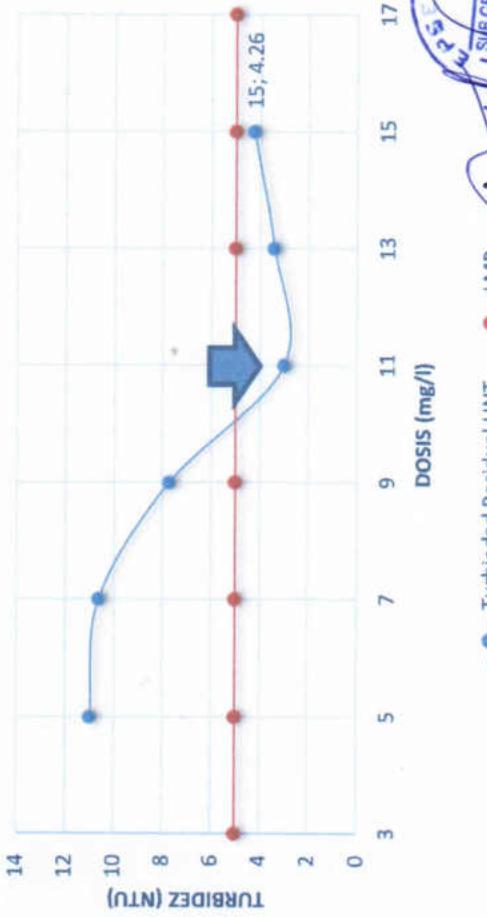
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio.

**NOTA.-** Con la dosis de 11 mg/L, se logra un agua decantada menor 3.00 NTU.



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis



REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	5	7	9	11	13	15
TURB. RESID.	10.97	10.62	7.71	3	3.41	4.26
TURB INICIAL	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7
% REMOCION	57%	59%	70%	88%	87%	83%



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 1

## OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/W

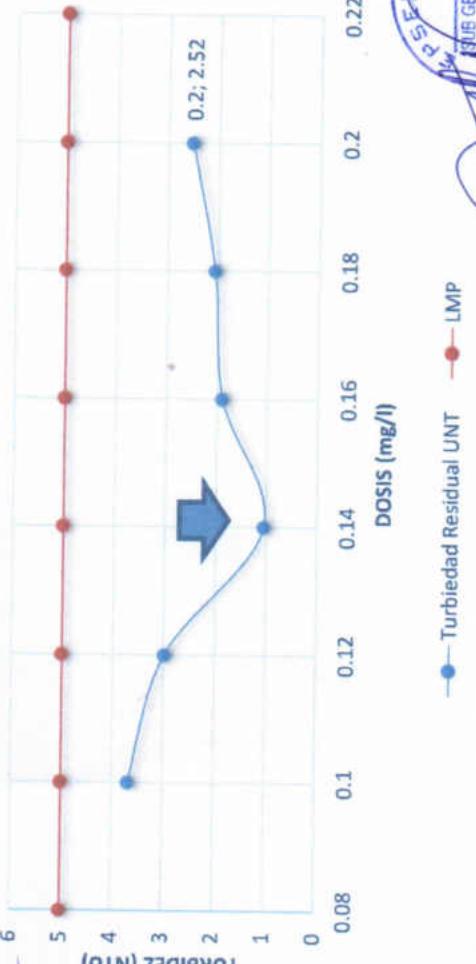
Polímero Cationico al 0.5% W/W

Dosis óptima: 9 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mM de polímero

**NOTA.** Con dosis de 9 mg/L + 0.14 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 1.05 NTU



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SU FATO DE ALIMENTO Y BOLÍMERO CATIONICO

REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO y POLIMERO CATIONICO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	9	9	9	9	9	9
DOSIS Poli. mg/l.	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	3.68	2.98	1.05	1.89	2.06	2.52
TURB INICIAL	27.88	27.88	27.88	27.88	27.88	27.88
% REMOCION	87%	89%	96%	93%	93%	91%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

### REPETICIÓN 2

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RAPIDA						SEDIMENTACIÓN		
J	A	R	Turbiedad:	27.88 NTU	°C	Tiempo:	60 seg.	Volumen de Jarras	15 min	Tiempo:	15 min
			Conductividad:	25.5 μS/cm		Velocidad:	300 RPM	2,000 ml	0 RPM	0 RPM	0 RPM
1	8.13		Alcal.	Coagulante Sulfato Al mg/l		Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Indice de Wilcomb	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
2	8.13		Total	9		0.1	0.4	10	6	8.02	15
3	8.13		mg/l	9		0.12	0.48	10	6	7.83	15
4	8.13			9	0.14	0.56	10	8	7.78	12	0.92
5	8.13			9	0.16	0.64	10	8	7.63	12	1.92
6	8.13			9	0.18	0.72	10	6	7.58	15	2.17
				9	0.2	0.8	10	6	7.55	15	2.34
											0.158

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

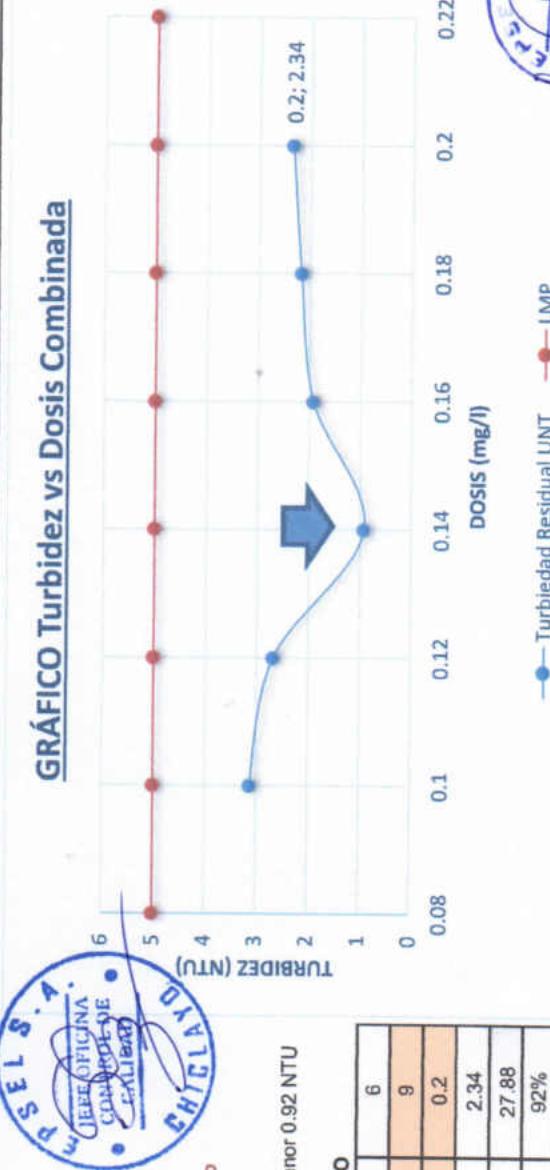
Polímero Catiónico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 9 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 9 mg/L + 0.14 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.92 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	9	9	9	9	9	9
DOSIS Pol. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	3.12	2.67	0.92	1.92	2.17	2.34
TURB INICIAL	27.88	27.88	27.88	27.88	27.88	27.88
% REMOCION	89%	90%	97%	93%	92%	92%



— Turbiedad Residual UNT — LIMP

1/10/2024  
SUB GERENCIA DE PRODUCCION  
PROYECTO CHICLAYO



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 3

RESUMEN										AGUA SEDIMENTADA					
AGUA CRUDA					DOSIFICACION mg/l					OBSERVACIONES VISUALES			SEDIMENTACION		
Turbiedad:		27.88 NTU	°C		MEZCLA RAPIDA		Volumen de Jarras 2,000 ml			Tiempo total : 15 min		Tiempo: 15 min		RPM	
Temperatura:	25.5 °C	Alcal.	Tiempo: 60 seg.		300 RPM		Velocidad:			Tiempo total : 15 min		Velocidad: 0 min		RPM	
Conductividad:	266 µS/cm	Total	Coagulante	Coagulante	Ayudante	Flocculación	Ayudante	Flocculación	Indice de Wilcomb	Tiempo de Formación del Floc	pH	Tiempo Sedimen.	Turbiedad Residual UNT	Color Residual	Coagulante Residual mg/l
J	A	R	R	A	A	mg/l	mg/l	Vol (ml)	seg.	seg.		min	UNT	U.C.	
1	8.13			9	1.8	0.1	0.4		12	6	7.99	15		3.44	0.155
2	8.13			9	1.8	0.12	0.48		12	6	7.78	15		2.88	0.156
3	8.13			9	1.8	0.14	0.56		12	8	7.61	12		1.09	0.157
4	8.13			9	1.8	0.16	0.64		12	8	7.59	12		1.77	0.158
5	8.13			9	1.8	0.18	0.72		12	8	7.52	15		2.21	0.158
6	8.13			9	1.8	0.2	0.8		12	6	7.50	15		2.38	0.16

## OTRAS OBSERVACIONES:

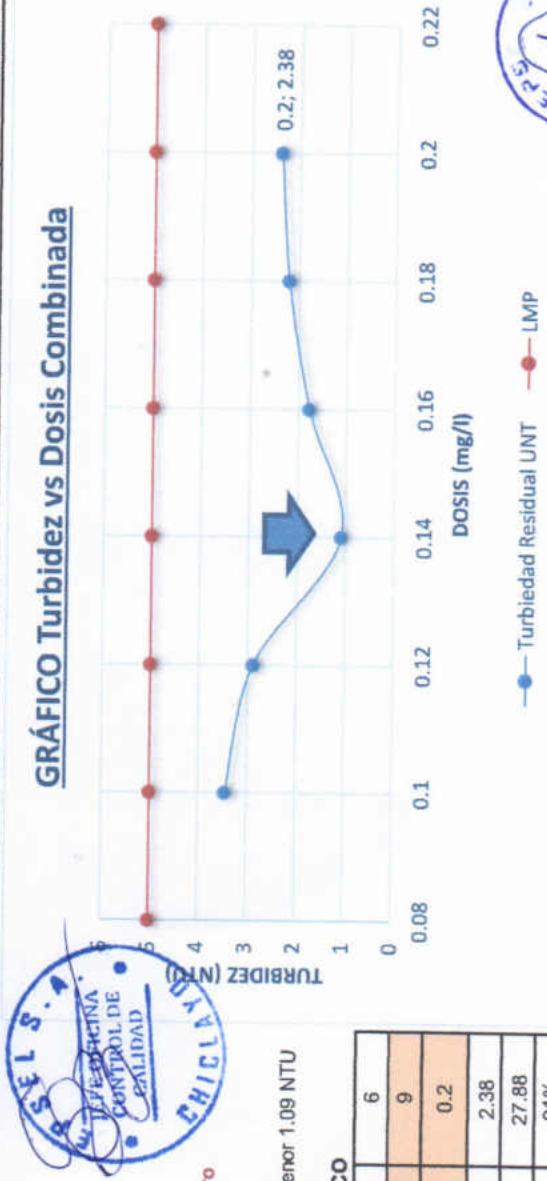
Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/W

Polimero Cationico al 0.5% w/v

Dosis óptima: 9 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/L de polímero

**NOTA.**- Con dosis de 9 mg/L + 0.14 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 1.08 NTU



SUBGERENCIA  
DE PROMOCIÓN  
DE MERCADO

REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO y POLIMERO CATIONICO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	9	9	9	9	9	9
DOSIS Poli. mg/l.	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	3.44	2.88	1.09	1.77	2.21	2.38
TURB INICIAL	27.88	27.88	27.88	27.88	27.88	27.88
% REMOCION	88%	90%	96%	94%	92%	91%



**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

**REPETICIÓN 4**

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l						OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACION						AGUA SEDIMENTADA			
J	A	R	NTU	°C	Tiempo:	60	seg.	Volumen de Jarras	2,000 ml	Tiempo total:	15	min	Turbiedad Residual UNT	Turbiedad Residual U.C.	Color Residual	Coagulante Residual mg/l	Velocidad:	0	min	RPM	
J	A	R	27.88	25.5	Turbiedad:	266	μS/cm	Alcal.	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	9	1.8	0.1	0.4	10	6	8.01	15	3.21	0.152	
Temperatura:					Velocidad:			Total	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación mg/l	9	0.12	0.48	10	6	7.86	15	2.71		0.15	
Conductividad :								mg/l	Vol (ml)	Vol (ml)											0.155
1	8.13																				
2	8.13																				
3	8.13																				
4	8.13																				
5	8.13																				
6	8.13																				

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

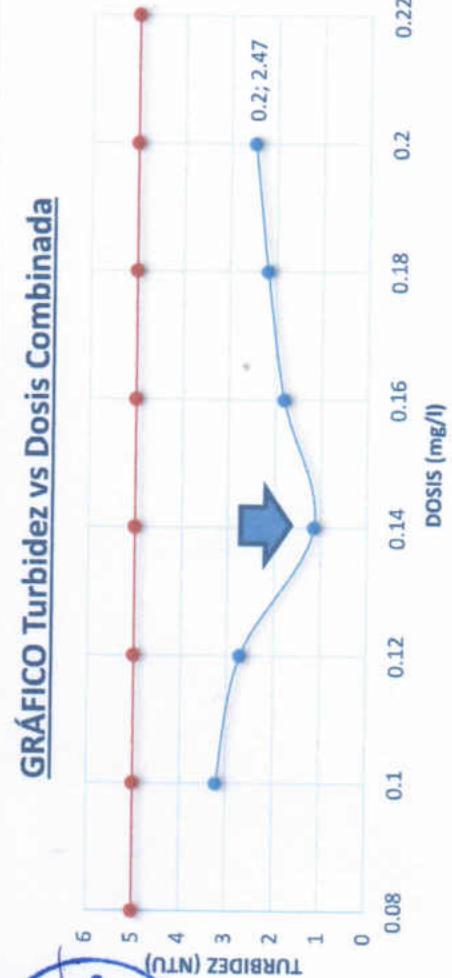
Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 9mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 9 mg/L + 0.14 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 1.14 NTU

**REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	9	0.12	2.71	27.88	88%
2	9	0.14	1.14	27.88	90%
3	9	0.16	1.81	27.88	94%
4	9	0.18	2.18	27.88	92%
5	9	0.2	2.47	27.88	91%



● Turbiedad Residual UNT  
● Turbiedad Residual LMP

● Turbiedad Residual mg/l

● Sub Gerencia Producción  
● Oficina Control de Calidad  
● RSE  
● LMP

● Sub Gerencia Producción  
● Oficina Control de Calidad  
● RSE  
● LMP



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 5

J	AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
	MEZCLA RAPIDA			FLOCULACION			SEDIMENTACION					
	Turbiedad:	27.88 NTU	°C	Tiempo:	60 seg.	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Velocidad:	15 min	RPM	Velocidad:
J	A	pH	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT
1	8.13		9	1.8	0.1	0.4	0.4	10	6	7.98	15	3.57
2	8.13		9	1.8	0.12	0.48	0.48	10	6	7.70	15	2.97
3	8.13		9	1.8	0.14	0.56	0.56	10	8	7.65	12	0.98
4	8.13		9	1.8	0.16	0.64	0.64	10	8	7.61	12	1.74
5	8.13		9	1.8	0.18	0.72	0.72	15	6	7.58	15	2.01
6	8.13		9	1.8	0.2	0.8	0.8	15	6	7.53	15	2.50
												0.154

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 9 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 9 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.98 NTU

REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	9	9	9	9	9	9
DOSIS Pol. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	3.57	2.97	0.98	1.74	2.01	2.5
TURB INICIAL	27.88	27.88	27.88	27.88	27.88	27.88
% REMOCION	87%	89%	96%	94%	93%	91%

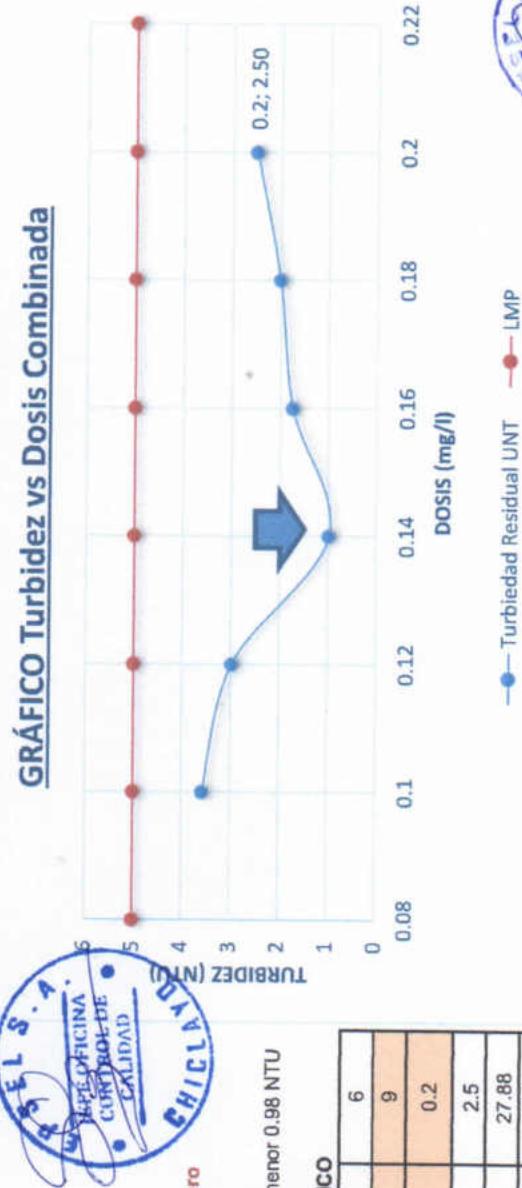


GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 1

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA							
				MEZCLA RÁPIDA								FLOCULACIÓN				SEDIMENTACIÓN			
J	A	R	R	Tiempo:	60	seg.	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Tiempo total:	15	min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Tiempo:	15	min	RPM	
				Tiempo:	300	seg.	RPM	Indice de Wilcomb		pH			Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Velocidad:	0	min	RPM	
J	A	R	R	Alcal.	Coagulante Sulfato Al	Coagulante Sulfato Al	Coagulante Sulfato Al	Indice de Wilcomb				Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual (mg/l)					
				Total	Al2(SO4)2	Al2(SO4)3	Al2(SO4)2	Al2(SO4)3	Vol (ml)	Vol (ml)	Vol (ml)								
1	7.89	122	10	2						25	4	7.77	15	10.25					
2	7.89	122	11	2.2						25	4	7.68	15	7.63					
3	7.89	122	12	2.4						20	4	7.62	15	5.51					
4	7.89	122	13	2.6						20	6	7.55	15	2.54					
5	7.89	122	14	2.8						15	6	7.52	15	3.47					
6	7.89	122	15	3						15	6	7.50	15	3.85					

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

.....

Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 13 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 13 mg/L se logra un agua decantada menor 2.54 NTU.

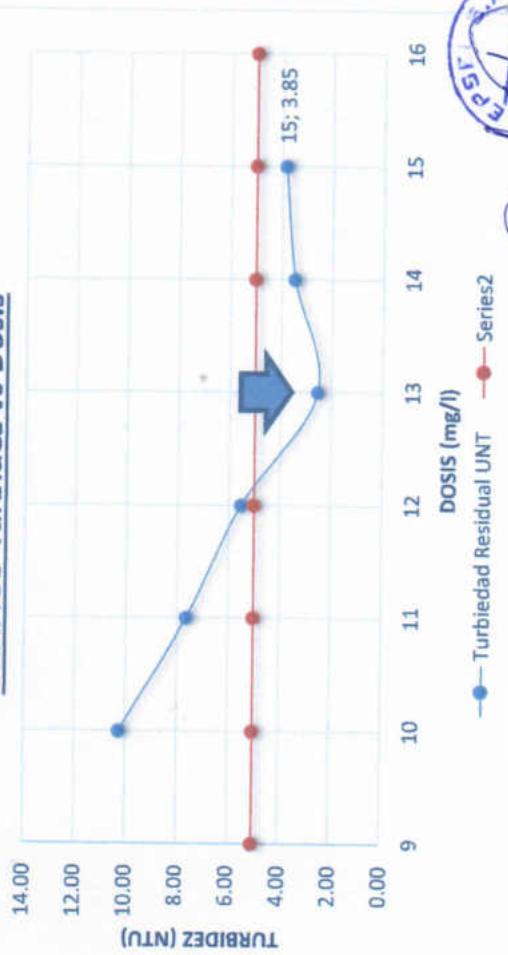
### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	2	11	38.8	80%
10	12	5.51	38.8	86%
15	13	2.54	38.8	93%

1. 100% DE PRODUCCIÓN  
2. 93% DE GERENCIA  
3. 100% DE CLAYO



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente: Río Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 2

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA											
J	A	R	NTU	°C	Velocidad:	60	seg.	Volumen de Jarras	Tiempo total :	15	min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
J	A	R	pH	Alcal.	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 (mg/l)	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)3 (mg/l)	Velocidad:	300	seg.	RPM	Velocidad:	40	Tiempo Sedimen. (min)	pH
1	7.89	122	10	2								25	4	7.80
2	7.89	122	11	2.2								25	4	7.72
3	7.89	122	12	2.4								20	4	7.65
4	7.89	122	13	2.6								15	6	7.58
5	7.89	122	14	2.8								15	6	7.52
6	7.89	122	15	3								15	6	7.51
								2,000 ml				15	15	3.68
														0.179

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1% W/W

Temperatura del Agua 25°C

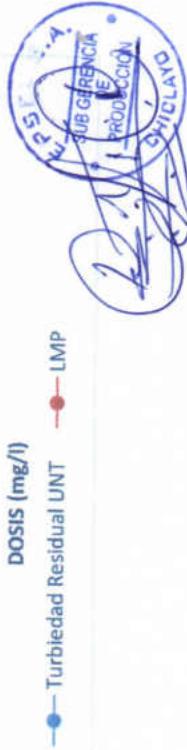
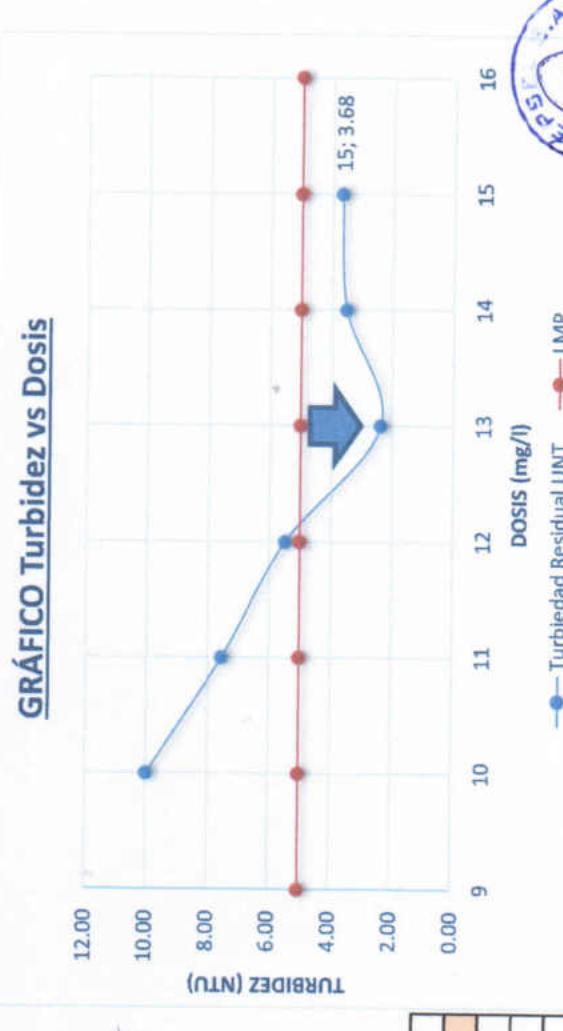
Dosis óptima: 13 mg/l de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 13 mg/l, se logra un agua decantada menor 2.38 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCIÓN	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LIMP
1	10	9.98	38.8	74%	11	7.54	100%
					12	5.47	91%
					13	2.38	94%
					14	3.52	93%
					15	3.68	91%

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N° 01

REPETICIÓN 3

REPETICIÓN 3										FECHA: 02/01/2025				
AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA				
Turbiedad:		38.8	NTU	MEZCLA RAPIDA				FLOCULACIÓN		SEDIMENTACIÓN				
Temperatura:	24.8	°C	Alcal.	Total	60	seg.	RPM	Volumen de Jarras	Tiempo total :	15	min	Tiempo:	15	min
Conductividad :	254	µS/cm	pH	Sulfato Al	300	seg.	RPM	2,000 ml	Velocidad:	40	RPM	Velocidad:	0	RPM
J	A	R	R	A	Coagulante	Ayudante	Indice de Wilcomb	Tiempo de Sedimentación	Turbiedad	Color Residual	Coagulante Residual			
					Sulfato Al	Flocculación	Wilcomb	Formación del Floc	Residual	Residual	mg/l	mg/l		
					Al2(SO4)2	Polímero	(mg/l)	Seg.	UNT	U.C.				
					mg/l	Vol (ml)								
1	7.89	122	10	2				25	4	7.74	15	10.1	0.155	
2	7.89	122	11	2.2				25	4	7.62	15	7.7	0.159	
3	7.89	122	12	2.4				20	4	7.59	15	5.62	0.168	
4	7.89	122	13	2.6				20	6	7.55	15	2.61	0.17	
5	7.89	122	14	2.8				15	6	7.52	15	3.54	0.175	
6	7.89	122	15	3				15	6	7.51	15	3.77	0.177	

OTRAS OBSERVACIONES

**Orden de aplicación de los productos químicos.**  
**Sulfato de Aluminio al 1 % W/V**

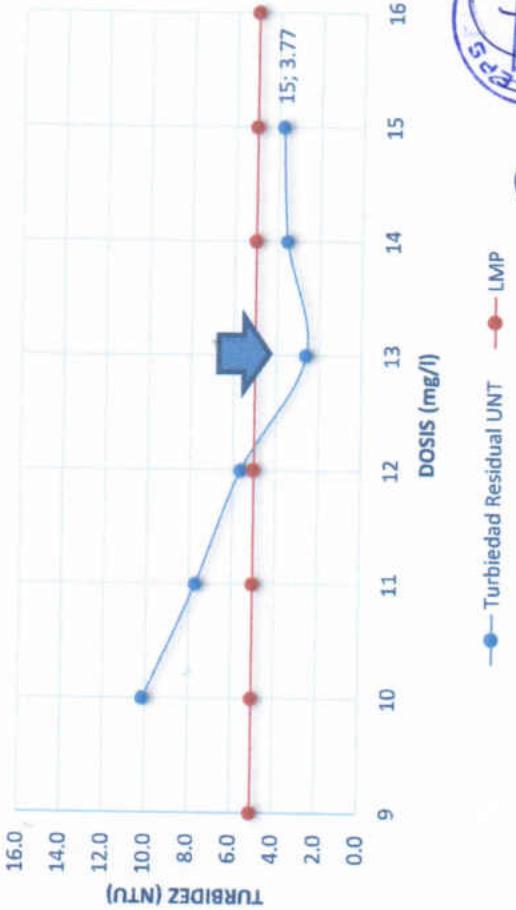
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 13 mg/L de Sulfato de Aluminio.

**NOTA.-** Con la dosis de 13 mg/l. se logra una decantación menor 2-61 NTU.



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



A circular blue ink stamp. The outer ring contains the text "SUBGERENCIA DE PRODUCCION" at the top and "CHILCAYO" at the bottom. In the center, it says "25-11-74".

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

Fuente: Río Chancay - Laguna Boró I.

**REPETICIÓN 4**

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			SEDIMENTACIÓN AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:	38.8 NTU	°C	MEZCLA RÁPIDA			Tiempo: 60 seg.			Tiempo total: 15 min			Tiempo: 15 min		
Temperatura:	24.8 °C	μS/cm	Velocidad:	300 RPM		Volumen de Jarras	2,000 ml		Velocidad:	40 RPM		Velocidad:	0 RPM	
Conductividad:						Ayudante Coagulante		Indice de Wilcomb						
J	A	R	pH	Alcal. Total	mg/l	Coagulante Sulfato Al	Al2(SO4)3	Seg.	pH	Tiempo Sedimen.	Turbiedad Residual UNT	Color Residual	U.C.	Coagulante Residual mg/l
R	R	R				Ayudante Floculación Polímero	Vol (ml)			min				
A	A	A				Polímero	Vol (ml)							
1	7.89	122	10	2				25	4	15	10.07			0.152
2	7.89	122	11	2.2				25	4	15	7.58			0.159
3	7.89	122	12	2.4				25	4	15	5.31			0.161
4	7.89	122	13	2.6				20	6	12	2.42			0.162
5	7.89	122	14	2.8				15	6	12	3.34			0.171
6	7.89	122	15	3				20	6	15	3.72			0.175

OTRAS OBSERVACIONES:

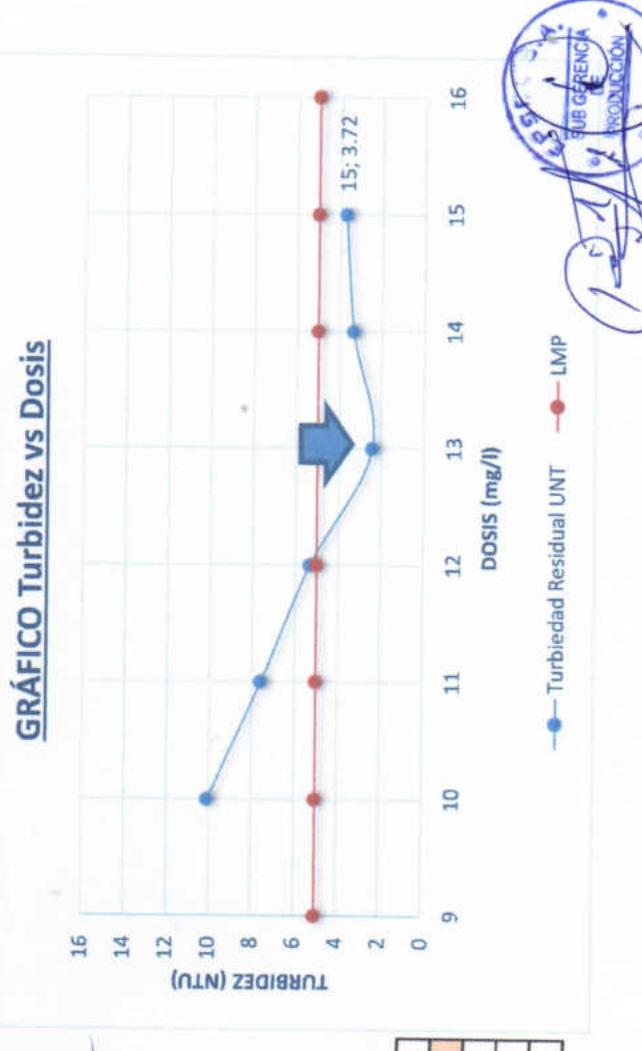
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 13 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 13 mg/L se logra un agua decantada menor 2.42 NTU.

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO**

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCIÓN	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	10	7.58	38.8	80%	10.07	15	
2	5.31	2.42	38.8	86%	38.8	3.34	3.72
3	14	3.34	38.8	94%	38.8	2.42	2.42
4	15	2.42	38.8	91%	38.8	1.71	1.71



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACIÓN				AGUA SEDIMENTADA						
				MEZCLA RÁPIDA												SEDIMENTACIÓN						
J	A	pH	NTU	Temp:	60 seg.	Volumen de Jarras	Tiempo total:	15 min	Tiempo:	15 min	Velocidad:	0 RPM	Coagulante Residual mg/l	Color Residual U.C.	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Tiempo:	15 min	Velocidad:	0 RPM		
Turbiedad:	38.8	24.8	254	°C	Velocidad:	60 seg.	Volumen de Jarras	Tiempo total:	15 min	Tiempo:	15 min	Velocidad:	0 RPM	Coagulante Residual mg/l	Color Residual U.C.	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Tiempo:	15 min	Velocidad:	0 RPM	
Temperatura:																						
Conductividad:																						
J	A	R	R	A																		
1	7.89	122	10	2																		
2	7.89	122	11	2.2																		
3	7.89	122	12	2.4																		
4	7.89	122	13	2.6																		
5	7.89	122	14	2.8																		
6	7.89	122	15	3																		

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1% W/W  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

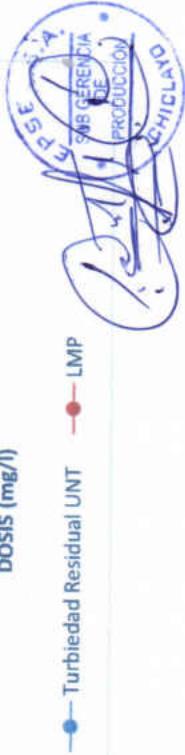
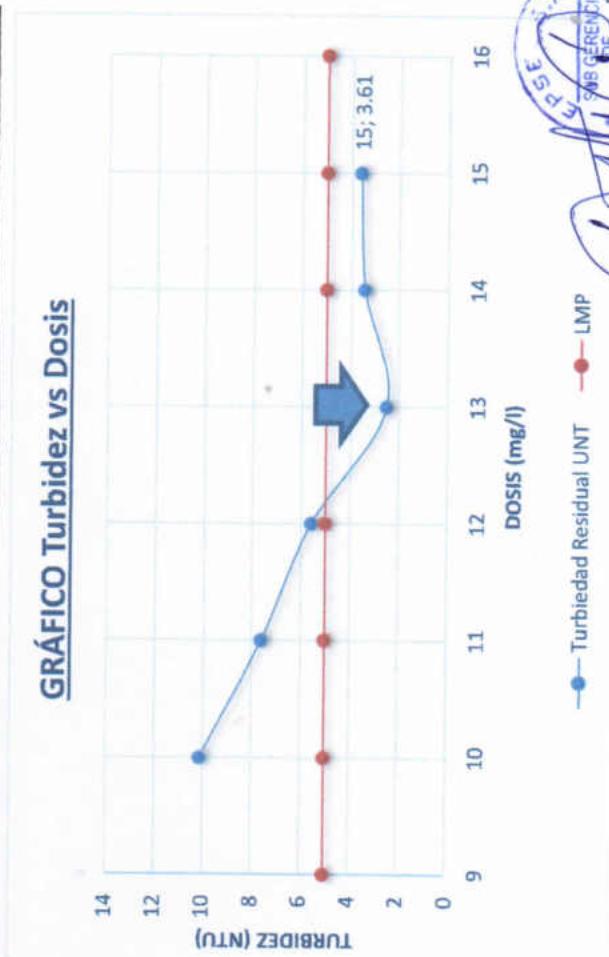
Dosis óptima: 13 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 13 mg/L, se logra un agua decantada menor 2.50 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	0	1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14	15	16	
DOSIS - mg/L	10	10.13	38.8	74%																
TURB. RESID.					7.61							5.58	2.5							
TURB INICIAL						38.8						38.8	38.8							
% REMOCION						80%						86%	94%							

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

### REPETICIÓN 1

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACION			AGUA SEDIMENTADA			
J	A	R	NTU	°C	Velocidad:	60	300	seg. RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Tiempo total:	15 min	40 min	Tiempo:	15 min
	A	R	Alcal.	Coagulante	Coagulante	Coagulante	Ayudante	Ayudante	Indice de	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen.	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
	A	R	Total	Sulfato Al	Sulfato Al	Sulfato Al	Floculación	Floculación	Wilcomb	seg.		min			
	A	R	mg/l	mg/l	Vol (ml)	Vol (ml)	mg/l	Vol (ml)	seg.	seg.					
1	8.35	140	11	2.2	0.1	0.4	10	6	8.15	15	4.86				0.159
2	8.35	140	11	2.2	0.12	0.48	10	6	8.02	15	3.12				0.158
3	8.35	140	11	2.2	0.14	0.56	10	8	7.75	12	0.76				0.16
4	8.35	140	11	2.2	0.16	0.64	10	8	7.62	12	2.46				0.161
5	8.35	140	11	2.2	0.18	0.72	12	6	7.60	15	3.8				0.161
6	8.35	140	11	2.2	0.2	0.8	12	6	7.58	15	4.23				0.16

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
 Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
 Polímero Cationico al 0.5% W/V

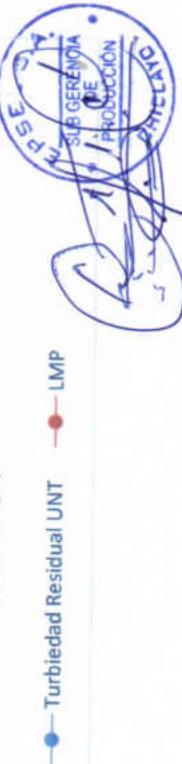
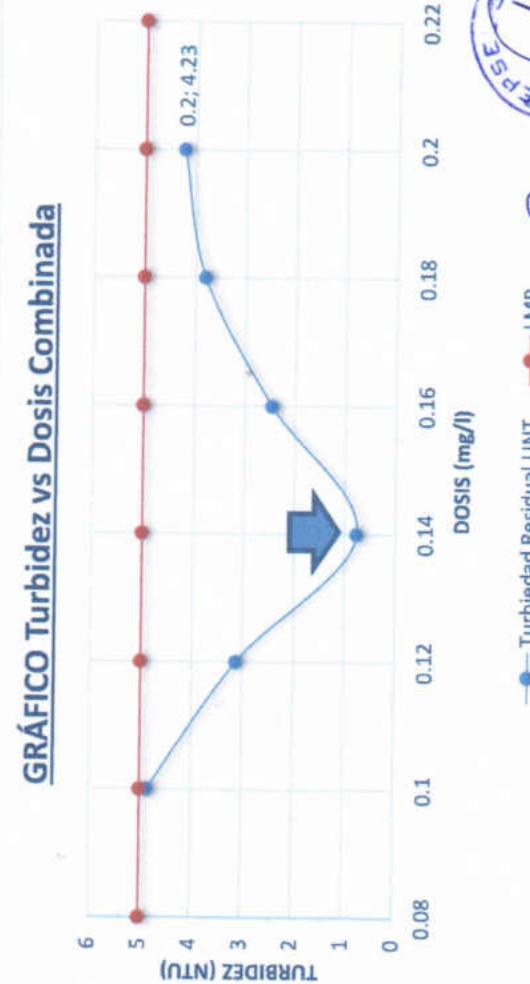
Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/L de polímero

NOTA.- Con dosis de 11 mg/L + 0.14 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.76 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	11	11	11	11	11	11
DOSIS Poli. mg/l.	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	4.86	3.12	0.76	2.46	3.8	4.23
TURB INICIAL	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2
% REMOCION	87%	91%	98%	93%	90%	88%

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

REPETICIÓN 2

AGUA CRUDA			OBSERVACIONES VISUALES						AGUA SEDIMENTADA						
			DOSIFICACION mg/l						MEZCLA RAPIDA			FLOCULACION			
J	A	R	NTU	°C	Tiempo:	60	seg.	RPM	Volumen de Jarras	Tiempo total:	15	min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
			μS/cm		Velocidad:	300			2,000 ml	Velocidad:	40		Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	
J	A	R	Total	Alcal.	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Indice de Wilcomb	pH					
			mg/l	mg/l					seg.						
1	8.35	140	11	11	2.2	0.1	0.4	0.4	10	6	8.11	15	5.12	0.158	
2	8.35	140	11	11	2.2	0.12	0.48	0.48	10	6	8.00	15	3.07	0.16	
3	8.35	140	11	11	2.2	0.14	0.56	0.56	10	8	7.85	12	0.67	0.161	
4	8.35	140	11	11	2.2	0.16	0.64	0.64	10	8	7.77	12	2.33	0.159	
5	8.35	140	11	11	2.2	0.18	0.72	0.72	10	6	7.68	15	3.71	0.16	
6	8.35	140	11	11	2.2	0.2	0.8	0.8	12	6	7.56	15	4.17	0.163	

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/W

Polímero Cationico al 0.5% W/W

Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/l de polímero

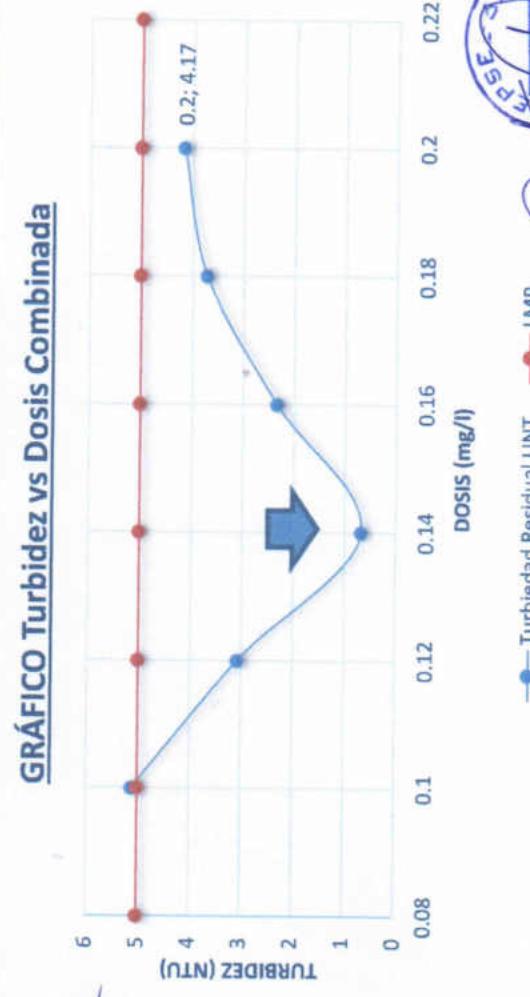
NOTA.- Con dosis de 11 mg/L + 0.14 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.67 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Poli. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	11	0.12	5.12	36.2	86%
2	11	0.14	3.07	36.2	92%
3	11	0.16	0.67	36.2	98%
4	11	0.18	2.33	37.1	94%
5	11	0.2	3.71	4.17	80%
6	11	0.22	4.17	36.2	88%



**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



## PRUEBA DE JARRAS - P T A P N° 01

REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:	36.2	NTU		60	seg.	MEZCLA RAPIDA		FLOCULACION				SEDIMENTACIÓN			
Temperatura:	25.1	°C	Tiempo:	300	seg.	Alcal.	Coagulante	Volumen de Jarras	Tiempo Total:	15	min	Color Residual U.C.	Tiempo:	15	min
Conductividad:	266	µS/cm	Velocidad:	60	seg.	Total	Sulfato Al	2,000 ml	Velocidad:	40	seg.	Residual	Velocidad:	0	RPM
J	A	pH	Coagulante	Indice de Wilcomb					Tiempo Sedimen.						
A	R		Sulfato Al						min						
R	R		mg/l												
A	A														
1	8.35	140	11	2.2	0.1	Ayudante	Formación del Floc								
2	8.35	140	11	2.2	0.12	Flocculación	seg.								
3	8.35	140	11	2.2	0.14	Vol (ml)									
4	8.35	140	11	2.2	0.16										
5	8.35	140	11	2.2	0.18										
6	8.35	140	11	2.2	0.2										

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

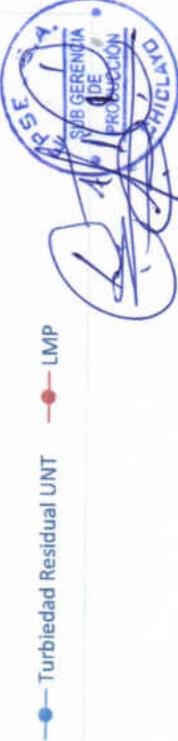
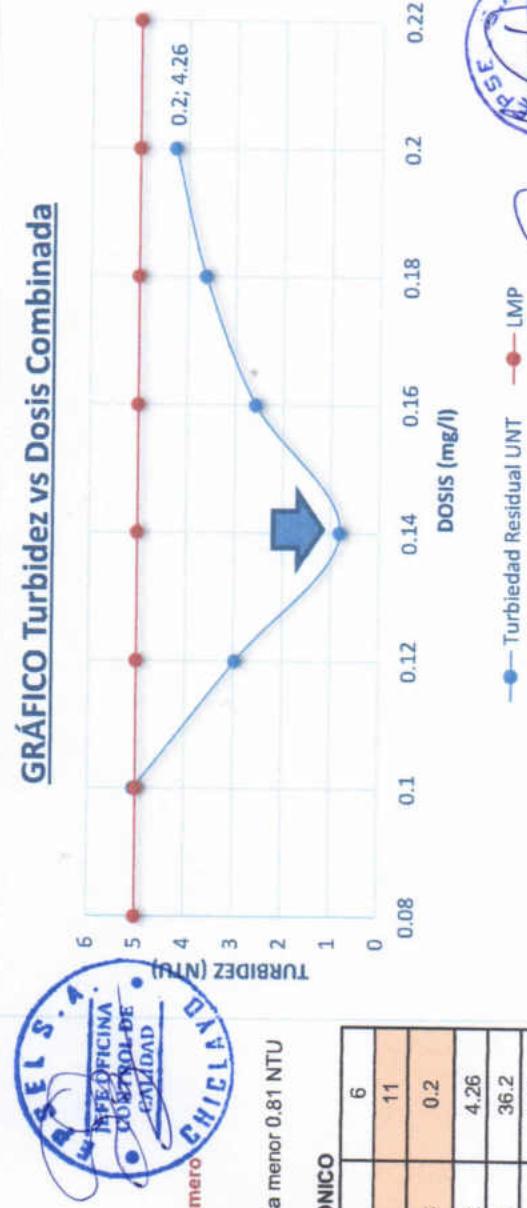
Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 11 mg/L + 0.14 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.81 NTU

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Poli. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	11	0.12	5.04	36.2	92%
2	11	0.14	2.96	36.2	98%
3	11	0.16	2.57	36.2	93%
4	11	0.18	3.62	36.2	36.2
5	11	0.2	4.26	36.2	88%

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACION				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:	36.2	NTU		Alcal.	Coagulante	Coagulante	Ayudante	Volumen de Jarras	Timepo total:	15	min	Turbiedad:	Color	Residual	Timepo:	15	min		
Temperatura:	25.1	°C		Total	Sulfato Al	Sulfato Al	Floculación	2,000 ml	Velocidad:	40	RPM	Residual	Residual	U.C.	Velocidad:	0	RPM		
Conductividad :	266	µS/cm		pH	Total mg/l	Sulfato Al mg/l	Ayudante mg/l		seg.			UNT	UNT						
J	A	R	R	A					RPM										
1	8.35		140	11	2.2	0.1	0.4		10	6	8.14								
2	8.35		140	11	2.2	0.12	0.48		10	6	8.02								
3	8.35		140	11	2.2	0.14	0.56		10	8	7.81	12	0.74						
4	8.35		140	11	2.2	0.16	0.64		10	8	7.72	12	2.4						
5	8.35		140	11	2.2	0.18	0.72		12	6	7.68	15	3.79						
6	8.35		140	11	2.2	0.2	0.8		15	6	7.63	15	4.09						

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

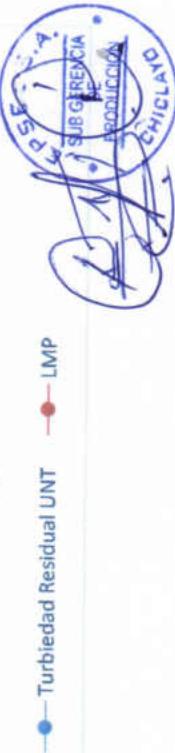
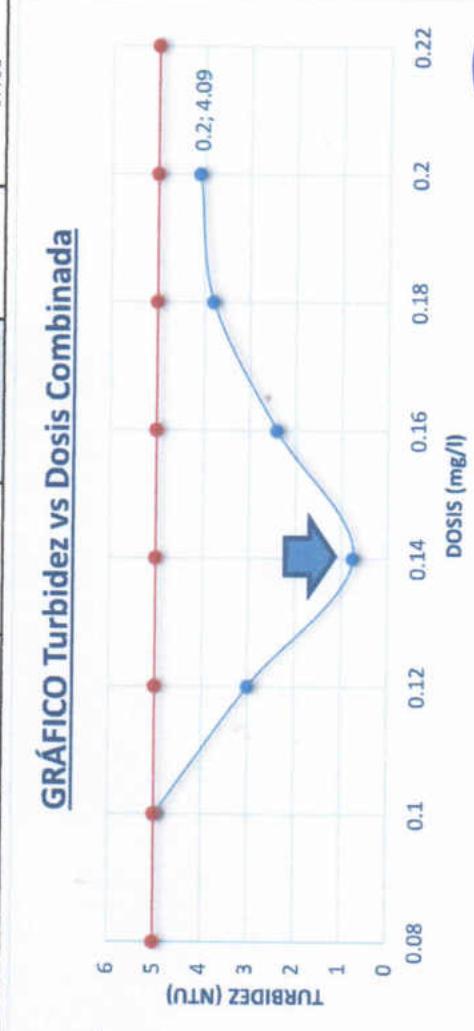
Dosis óptima: 11mg/L. de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/L de polímero

NOTA.- Con dosis de 11 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.74 NTU

**REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT
1	11	0.12	4.98	36.2	86%	0.08	0.1
	11	0.14	3	36.2	92%	0.12	0.11
	11	0.16	2.4	36.2	98%	0.18	0.11
	11	0.18	2.79	36.2	90%	0.2	0.09
	11	0.2	3.62	36.2	89%	0.22	0.07

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Fuente: Río Chancay - Laguna Boró I.

**PRUEBA DE JARRAS - P T A P N° 01**

REPETICIÓN 5

J	A R R A	AGUA CRUDA		DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
		Alcal. Total mg/l	NTU °C	MEZCLA RAPIDA		Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total: 15 min	Velocidad: 40 RPM	FLOCULACION		Tiempo: 15 min	Velocidad: 0 RPM	
				Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)				Ayudante Floculación Vol (ml)	Ayudante Floculación Vol (ml)			
1	8.35	140	11	2.2	0.1	0.4	10	6	8.10	15	4.92	0.162	
2	8.35	140	11	2.2	0.12	0.48	10	6	8.00	15	3.14	0.159	
3	8.35	140	11	2.2	0.14	0.56	10	8	7.84	12	0.8	0.161	
4	8.35	140	11	2.2	0.16	0.64	10	8	7.73	12	2.45	0.16	
5	8.35	140	11	2.2	0.18	0.72	13	6	7.68	15	3.69	0.161	
6	8.35	140	11	2.2	0.2	0.8	13	6	7.67	15	4.20	0.162	

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

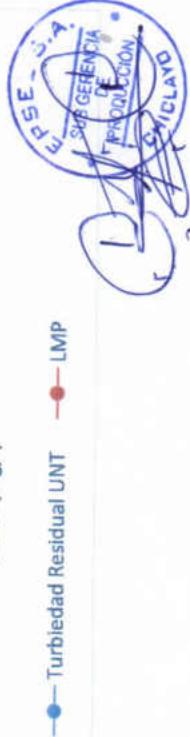
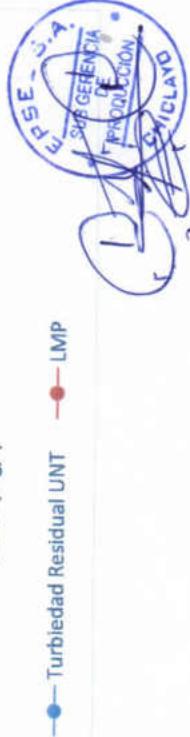
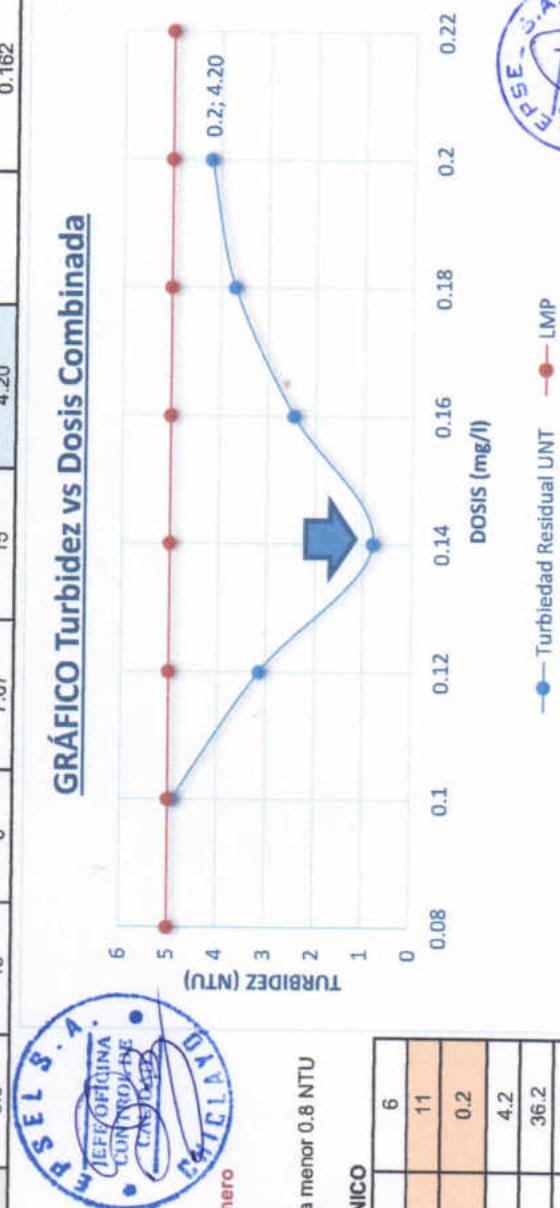
Dosis óptima: 11 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.14 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 11 mg/L + 0.14 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.8 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	11	11	11	11	11	11
DOSIS Poli. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	4.92	3.14	0.8	2.45	3.69	4.2
TURB INICIAL	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2
% REMOCION	86%	91%	98%	93%	90%	88%

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

REPETICIÓN 1

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACIÓN				AGUA SEDIMENTADA			
				MEZCLA RÁPIDA								Tiempo total : 15 min				SEDIMENTACIÓN			
J	A	R	R	Tiempo: 60 seg.	RPM: 300	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 mg/l	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 mg/l	Ayudante Floculación Polímero mg/l	Ayudante Floculación Polímero mg/l	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb Vol (ml)	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Tiempo: 15 min	RPM	Coagulante Residual (mg/l)	
1	8.01	8.01	8.01	144	15	3	3			25	4	7.92	15	7.50		0.162			
2	8.01	8.01	8.01	144	16	3.2	3.2			25	4	7.74	15	6.89		0.163			
3	8.01	8.01	8.01	144	17	3.4	3.4			20	4	7.62	15	5.2		0.165			
4	8.01	8.01	8.01	144	18	3.6	3.6			20	6	7.56	15	3.22		0.171			
5	8.01	8.01	8.01	144	19	3.8	3.8			15	6	7.52	15	4.56		0.175			
6	8.01	8.01	8.01	144	20	4	4			15	6	7.50	15	4.53		0.179			

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1% W/V

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

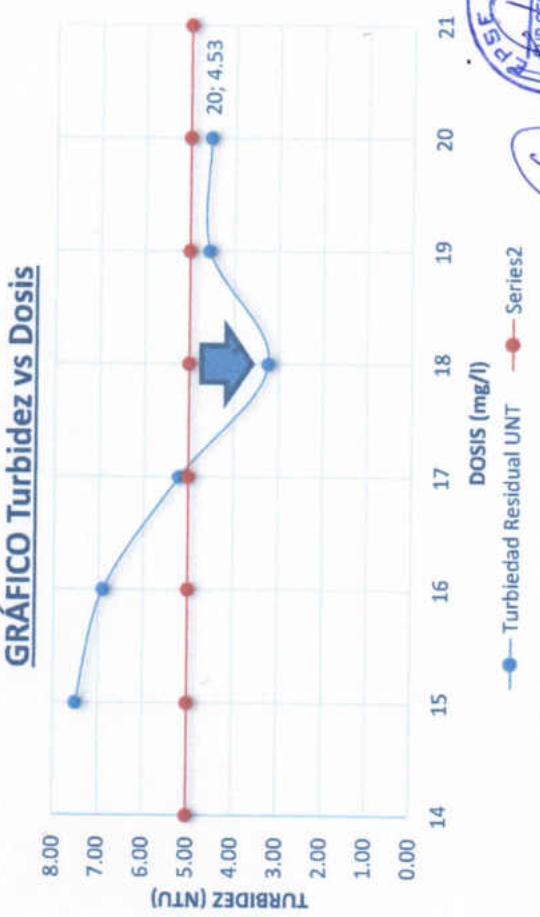
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 18 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 18 mg/L se logra un agua decantada menor 3.22 NTU.

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT
1	15	7.5	52.9	86%	17	18
	6.89	6.89	52.9	87%	5.2	3.22
					4.55	4.53



**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

**REPETICIÓN 2**

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA				
			MEZCLA RÁPIDA						Tiempo total : 15 min RPM			Tiempo: 15 min				
J	A	R	Alcal.	Total	°C	Tiempo:	60 seg.	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Velocidad:	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l		
		R	pH	Alcal.	μS/cm	Conductividad :	300	Velocidad:								
1	8.01	8.01	144	144	25	Turbiedad:	52.9	NTU	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 (mg/l)	15	300	4	7.98	15	7.32	0.16
2	8.01	8.01	144	144	25	Conductividad :	300	μS/cm	Sulfato Al Al2(SO4)3 Polímero Vol (ml)	16	300	4	7.87	15	6.71	0.165
3	8.01	8.01	144	144	25	Temp.:	25	°C	Indice de Wilcomb	3.2	300	20	7.72	15	5.34	0.168
4	8.01	8.01	144	144	25	Conductividad :	300	μS/cm	Indice de Wilcomb	3.4	300	20	7.65	15	3.47	0.173
5	8.01	8.01	144	144	25	Temp.:	25	°C	Indice de Wilcomb	3.6	300	15	7.62	15	4.41	0.173
6	8.01	8.01	144	144	25	Conductividad :	300	μS/cm	Indice de Wilcomb	3.8	300	15	7.60	15	4.49	0.18

OTRAS OBSERVACIONES:

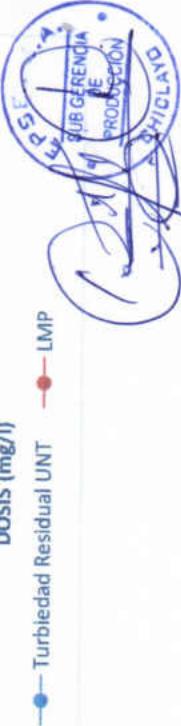
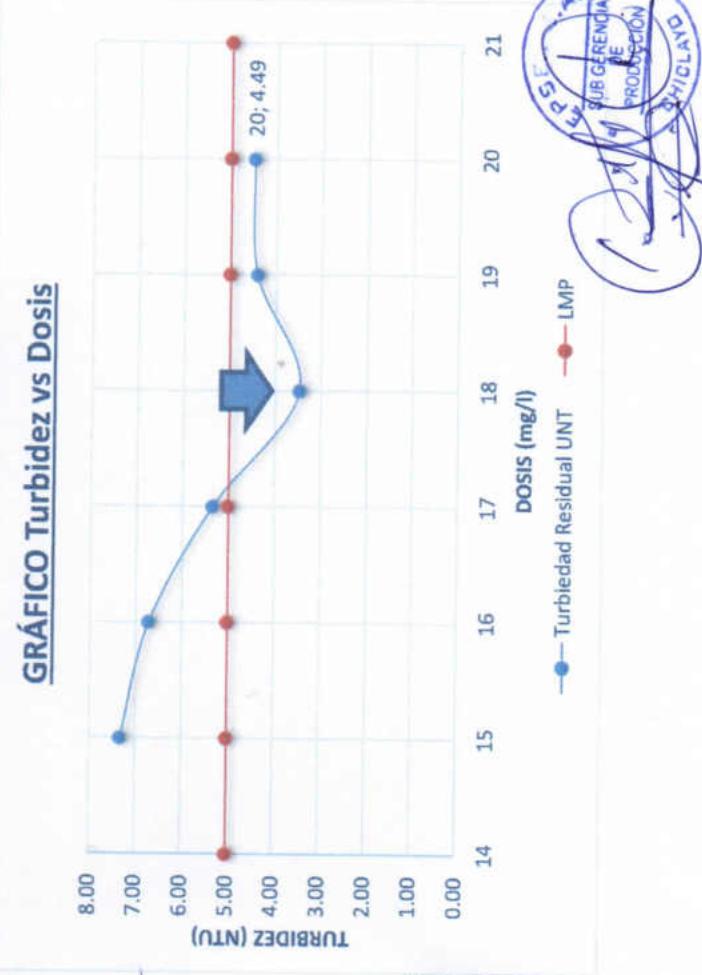
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 18 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 18 mg/L, se logra un agua decantada menor 3.47 NTU.

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO**

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	1	2	3	4	5	6	0.00	14	15	16	17	18	19	20	21
	15	7.32	52.9	86%	16	17	18	19	20	21									
					5.34	3.47	3.41	4.41	4.49	4.49									
					52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9									





Universidad  
Nacional de  
Cajamarca  
Pliego de la Universidad Provincial

DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

Rio Chancay - Laguna Boró I.

Rio Chancay - Laguna Boró I.

REPETICIÓN 3

14/01/2025

REPORTE 3										AGUA SEDIMENTADA			
AGUA CRUDA					OBSERVACIONES VISUALES					FLOCULACIÓN			
Turbiedad:		DOSIFICACIÓN mg/l		MEZCLA RAPIDA	Tiempo: 60 seg.		Volumen de Jarras 2,000 ml		Tiempo total : 15 min		SEDIMENTACIÓN		
Temperatura:	25 °C <th>NTU</th> <th>μS/cm</th> <th>Alcal. Total mg/l</th> <th>Coagulante Sulfato Al <math>\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3</math> mg/l</th> <th>Flocculación Polímero Vol (ml)</th> <th>Ayudante Flocculación Polímero (mg/l)</th> <th>Tiempo de Formación del Floc Vol (ml)</th> <th>Indice de Wilcomb</th> <th>Turbiedad Residual UNT</th> <th>Color Residual U.C.</th> <th>Velocidad: 0</th> <th>min RPM</th>	NTU	μS/cm	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mg/l	Flocculación Polímero Vol (ml)	Ayudante Flocculación Polímero (mg/l)	Tiempo de Formación del Floc Vol (ml)	Indice de Wilcomb	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Velocidad: 0	min RPM
Conductividad:	300			pH					pH	Tiempo Sedimen. (min)			Coagulante Residual mg/l
J	A	R	R	A									
1	8.01	144	15	3				25	4	7.94	15	7.47	0.162
2	8.01	144	16	3.2				25	4	7.81	15	6.73	0.166
3	8.01	144	17	3.4				20	4	7.76	15	5.39	0.17
4	8.01	144	18	3.6				20	6	7.68	15	3.36	0.17
5	8.01	144	19	3.8				15	6	7.62	15	4.50	0.175
6	8.01	144	20	4				15	6	7.59	15	4.46	0.177

OTRAS OBSERVACIONES.

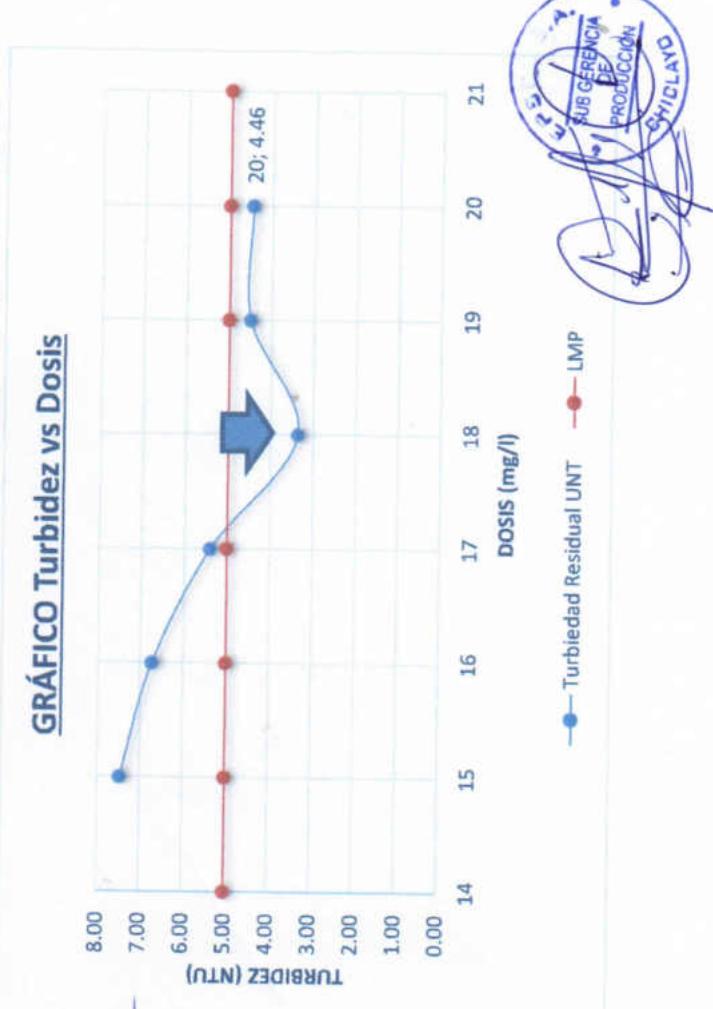
Orden de aplicación de los productos químicos.

### Sulfato de Aluminio al 1 % W/N

Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 18 mg/L de Sulfato de Aluminio

**NOTA.-** Con la dosis de 18 mg/L se logra una decanlada menor a 3 NTU.



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis

8.00  
7.00

Figure 1. A plot of the function  $y = \sqrt{1 - x^2}$  on the interval  $[-1, 1]$ .

SBIDIE 4.00 3.00 20; 4.4b

TURB 2.00 3.00

21

DOSIS (mg/l)

—●— Turbiedad Residual UNT —●— LMP

PROOF

CHICAGO

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON EL SUELO ESTE DE ALUMINIO

REMOCIÓN DE TURBIDEZ CON EL SULFATO DE ALUMINIO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	15	16	17	18	19	20
TURB. RESID.	7.47	6.73	5.39	3.36	4.5	4.46
TURB INICIAL	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9	52.9
% REMOCION	86%	87%	90%	94%	91%	92%

# PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Rio Chancay - Laguna Baró I.

## REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad: 52.9 NTU			Tiempo: 60 seg. °C			Volumen de Jarras 2,000 ml			Tiempo total: 15 min			Tiempo: 15 min		
Temperatura: 25 °C			Velocidad: 300 rpm			Coagulante Alcal. Total mg/l			Velocidad: 40 rpm			Velocidad: 0 rpm		
Conductividad: 300 µS/cm			Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2$ mg/l			Ayudante Floculación Polímero mg/l			Tiempo de Formación del Floc seg.			Coagulante Residual mg/l		
J	A	R	pH	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2$ mg/l	Ayudante Floculación Polímero mg/l	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Velocidad:	Fecha: 14/01/2025
1	8.01	144	15	3				25	4	8.00	15	7.39	0.16	
2	8.01	144	16	3.2				25	4	7.85	15	6.8	0.159	
3	8.01	144	17	3.4				25	4	7.74	15	5.18	0.161	
4	8.01	144	18	3.6				20	6	7.75	12	3.29	0.165	
5	8.01	144	19	3.8				15	6	7.68	12	4.47	0.171	
6	8.01	144	20	4				20	6	7.62	15	4.55	0.175	

### OTRAS OBSERVACIONES:

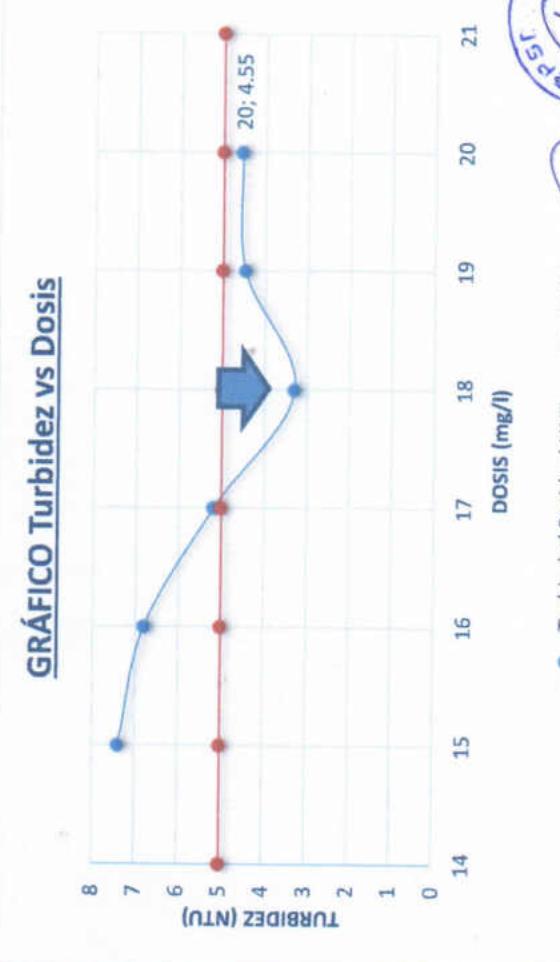
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1% W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 18 mg/l. de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 18 mg/l, se logra un agua decantada menor 3.29 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	15	7.39	52.9	86%
2	16	6.8	52.9	87%
3	17	5.18	52.9	90%
4	18	3.29	52.9	94%
5	19	4.47	52.9	92%
6	20	4.55	52.9	91%



DOSIS (mg/l)

Turbiedad Residual UNT

LMP

21

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA						SEDIMENTACIÓN		
J	A	R	NTU	°C	Seg. RPM	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total : 40 min	Tiempo : 15 min	Velocidad:	Coagulante Residual mg/l	
Turbiedad:	52.9	25	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 mg/l	Ayudante Floculación Polímero Volum (ml)	Indice de Wilcomb seg.	pH	Tiempo Sedimen. min	Color Residual U.C.	Velocidad:	
Temperatura:	25	°C	μS/cm	Al2(SO4)3 Volum (ml)	Polymero mg/l						
Conductividad:	300										
J	A	R	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 mg/l	Ayudante Floculación Polímero Volum (ml)	Indice de Wilcomb seg.	pH	Tiempo Sedimen. min	Color Residual U.C.	Velocidad:	
1	8.01	144	15	3		30	4	7.95	15	7.53	
2	8.01	144	16	3.2		25	4	7.84	15	6.82	
3	8.01	144	17	3.4		25	4	7.79	15	5.27	
4	8.01	144	18	3.6		20	6	7.68	15	3.30	
5	8.01	144	19	3.8		20	6	7.63	15	4.4	
6	8.01	144	20	4		20	6	7.58	15	4.51	
										0.176	

#### OTRAS OBSERVACIONES:

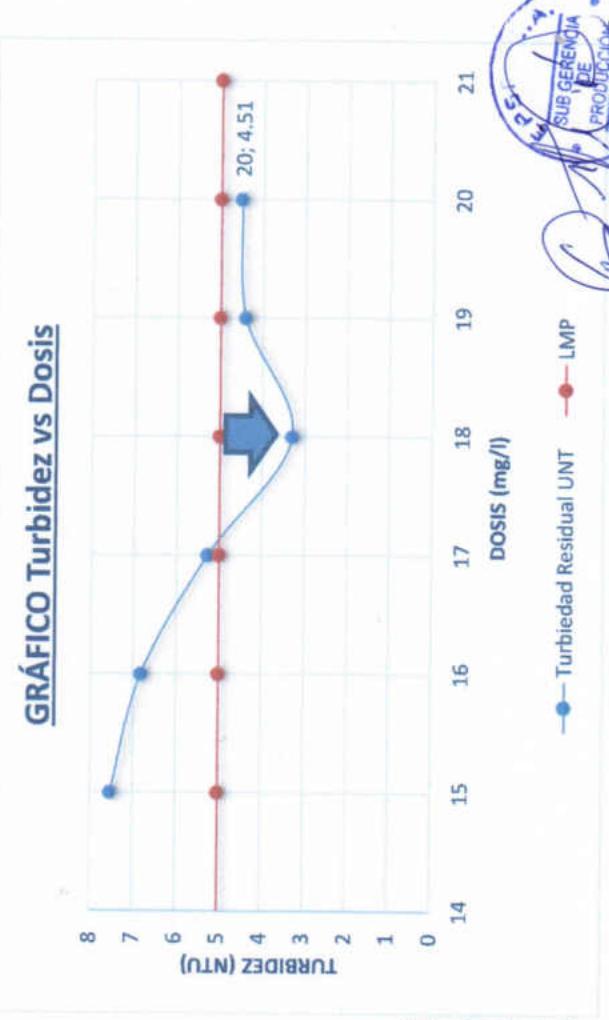
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 18 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 18 mg/L se logra un agua decantada menor 3.30 NTU.

#### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)
1	15	7.53	52.9	86%	4.51
2	16	6.82	52.9	87%	4.4
3	17	5.27	52.9	90%	52.9
4	18	3.3	52.9	94%	92%
5	19	4.4	52.9	95%	91%
6	20				



DOSIS (mg/l)

— Turbiedad Residual UNT

● LMP

DOSIS (mg/l)

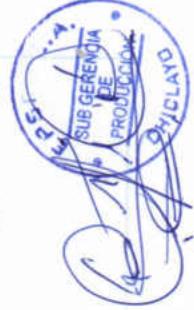
— Turbiedad Residual UNT

● LMP

DOSIS (mg/l)

— Turbiedad Residual UNT

● LMP



**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

**REPETICIÓN 1**

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACION				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:				NTU				Tiempo: 60 seg.				Tiempo total: 15 min				Tiempo: 15 min			
Turbiedad:	55.63	25.2	°C	Velocidad:	300	seg.	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Velocidad:	40 RPM	Tiempo Sedimen.	Residual U.C.	Color Residual	Coagulante Residual	Velocidad:	0 RPM	min	RPM
Temperatura:	25.2	°C		Conductividad :	240	µS/cm		Coagulante Sulfato Al	mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	mg/l	Indice de Wilcomb				Velocidad:	0 RPM	min	RPM
J A R R A	pH	Alcal. Total mg/l		J A R R A	Coagulante Sulfato Al	Coagulante Sulfato Al		Ayudante Floculación Vol (ml)	mg/l	Tiempo de Formación del Floc seg.		pH				Velocidad:	0 RPM	min	RPM
1	8.17	144		1	15	3		0.1	0.4	10		8.02				Velocidad:	0 RPM	min	RPM
2	8.17	144		2	15	3		0.12	0.48	10		7.89				Velocidad:	0 RPM	min	RPM
3	8.17	144		3	15	3		0.14	0.56	10		7.78				Velocidad:	0 RPM	min	RPM
4	8.17	144		4	15	3		0.16	0.64	10		7.65				Velocidad:	0 RPM	min	RPM
5	8.17	144		5	15	3		0.18	0.72	12		7.68				Velocidad:	0 RPM	min	RPM
6	8.17	144		6	15	3		0.2	0.8	12		7.59				Velocidad:	0 RPM	min	RPM

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

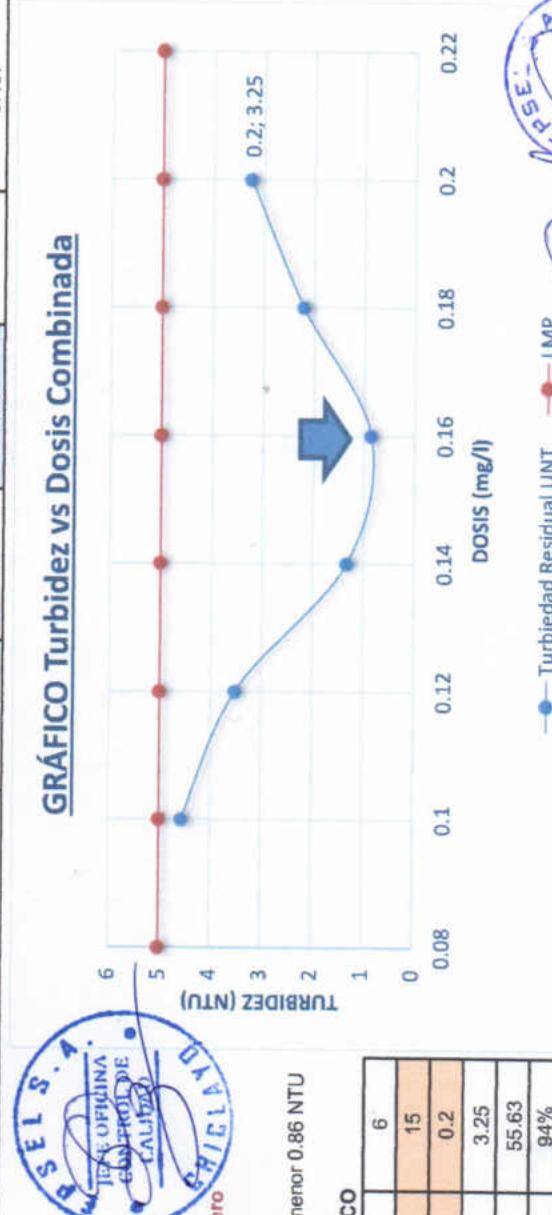
Dosis óptima: 15 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 15 mg/L + 0.16 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.86 NTU

**REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMNIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	15	15	15	15	15	15
DOSIS Pol. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	4.56	3.52	1.33	0.86	2.2	3.25
TURB INICIAL	55.63	55.63	55.63	55.63	55.63	55.63
% REMOCION	92%	94%	98%	98%	96%	94%

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



**LMP**

**S E L S . 4**  
TESTE OFICIAL  
ESTACION DE  
CALIDAD  
CHICLAYO

**S E L S . 5**  
SUBGERENCIA  
DE PRODUCCION  
LIMA

**B. J. A.**

**17/01/2025**



**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

**REPETICIÓN 2**

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACION				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:	55.63	NTU		MEZCLA RAPIDA				Volumen de Jarras	2,000 ml			Tiempo total :	15	min		Tiempo:	15	min	
Temperatura:	25.2	°C		Tiempo:	60	seg.		Velocidad:	300	RPM		Velocidad:	40	RPM		Velocidad:	0	RPM	
Conductividad :	240	µS/cm		Coagulante				Ayudante				Timepo de				Coagulante			
J	A	pH	Total Alcal.	Sulfato Al	Coagulante	Sulfato Al	Ayudante	Flocculación	Vol (ml)	Ayudante	Formación	Indice de	Willcomb	pH	Color	Residual	Residual		
A	R		mg/l	mg/l		mg/l		Flocculación	mg/l	Flocculación	del Floc	Willcomb			U.C.	mg/l			
1	8.17	144	144	15	3	0.1	0.4	0.4	10	6	8.02								
2	8.17	144	144	15	3	0.12	0.48	0.48	10	6	7.89								
3	8.17	144	144	15	3	0.14	0.56	0.56	10	8	7.75								
4	8.17	144	144	15	3	0.16	0.64	0.64	10	8	7.68								
5	8.17	144	144	15	3	0.18	0.72	0.72	10	6	7.60								
6	8.17	144	144	15	3	0.2	0.8	0.8	12	6	7.54								

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

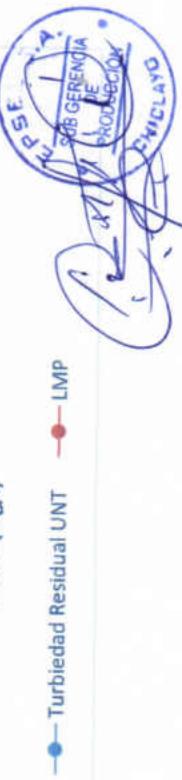
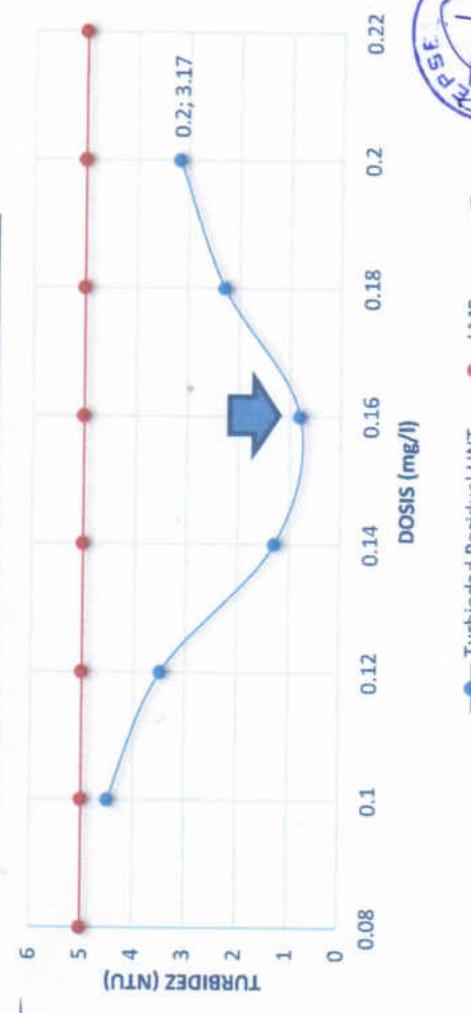
Dosis óptima: 15 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 15 mg/L + 0.16 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.79 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	15	0.12	0.14	55.63	92%
2	15	0.14	0.16	55.63	94%
3	15	0.18	0.2	55.63	96%
4	15	0.22	0.22	55.63	94%
5	15	0.28	0.317	55.63	99%
6	15	0.317	0.317	55.63	99%

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**





PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 3

## OTRAS OBSERVACIONES:

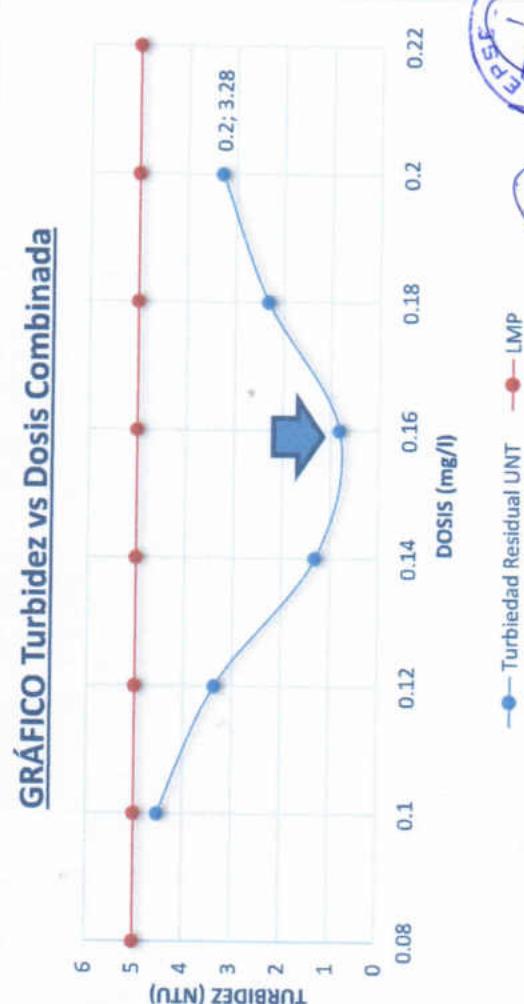
Ordem de apresentação da lista suspeita

Geology and Paleontology

Sulfato de Aluminio al 1 % W/W

Dosis óptima: 15 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero

**NOTA.** Con dosis de 15 mg/L + 0.16 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.82 NTU



SUB GEREN  
DE  
PRODEC  
CHICLAYO

## GRÁFICO Turbidez vs Dosis Cambinada

REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	15	15	15	15	15	15
DOSIS Pol. mg/l.	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	4.52	3.36	1.3	0.82	2.31	3.28
TURB INICIAL	55.63	55.63	55.63	55.63	55.63	55.63
% REMOCION	92%	94%	98%	99%	96%	94%



DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACION			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RAPIDA						Tiempo total : 15 min			SEDIMENTACION		
J	A	R	NTU	°C	μS/cm	Tiempo:	60 seg.	RPM	Volumen de Jarras	Velocidad:	40 RPM	Tiempo:	15 min	Coagulante Residual mg/l
J	A	R	Total	Alcal.	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Ayudante Floculación Vol (ml)	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
1	8.17	144	144	15	3	0.1	0.4	10	6	8.02	15	4.46		0.16
2	8.17	144	144	15	3	0.12	0.48	10	6	8.00	15	3.49		0.162
3	8.17	144	144	15	3	0.14	0.56	10	8	7.82	12	1.36		0.165
4	8.17	144	144	15	3	0.16	0.64	10	8	7.72	12	0.81		0.166
5	8.17	144	144	15	3	0.18	0.72	12	6	7.64	15	2.25		0.168
6	8.17	144	144	15	3	0.2	0.8	15	6	7.62	15	3.3		0.168

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 15 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 15 mg/L de Sulfato de Aluminio y 0.16 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.81 NTU

**REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	15	0.12	0.14	4.46	92%	0.08	0.1	0.12
2	15	0.14	0.16	5.63	94%	0.1	0.18	0.2
3	15	0.18	0.81	55.63	98%	0.14	0.16	0.22
4	15	0.2	2.25	55.63	96%	0.18	0.2	0.22
5	15	0.22	3.3	55.63	94%	0.2		



**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	15	0.12	0.14	4.46	92%
2	15	0.14	0.16	5.63	94%
3	15	0.18	0.81	55.63	98%
4	15	0.2	2.25	55.63	96%
5	15	0.22	3.3	55.63	94%

*(Handwritten signatures and stamp)*



**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Fuente: Río Chancay - Laguna Boró I.

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

**REPETICIÓN 5**

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACION			SEDIMENTACIÓN AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:	55.63	NTU	MEZCLA RAPIDA						Tiempo total:	15	min	Color Residual U.C.	15	min
Temperatura:	25.2	°C	Tiempo:	60	seg.	Volumen de Jarras	2,000 ml	Velocidad:	40	RPM	Turbiedad Residual UNT	Velocidad:	0	RPM
Conductividad :	240	µS/cm	Velocidad:	300	RPM	Ayudante Floculación Vol (ml)		Indice de Wilcomb				Coagulante Residual mg/l		
J	A	R	R	A	A	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT			
1	8.17	144	15	3	0.1	0.4	0.12	0.48	10	6	8.06	15	4.57	0.162
2	8.17	144	15	3	0.1	0.48	0.14	0.56	10	6	8.00	15	3.5	0.166
3	8.17	144	15	3	0.16	0.64	0.16	0.64	10	8	7.84	12	1.41	0.165
4	8.17	144	15	3	0.16	0.64	0.18	0.72	10	8	7.72	12	0.85	0.167
5	8.17	144	15	3	0.18	0.72	0.2	0.8	13	6	7.65	15	2.22	0.166
6	8.17	144	15	3	0.2	0.8	0.2	0.8	13	6	7.61	15	3.27	0.168

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

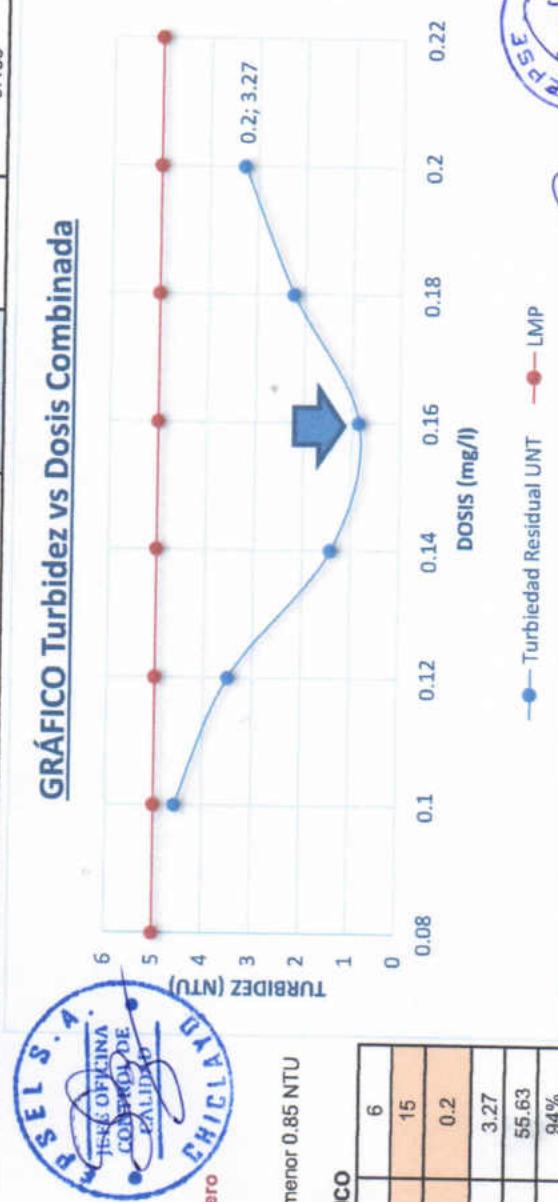
Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 15 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 15 mg/L + 0.16 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.85 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	15	15	15	15	15	15
DOSIS Pol. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	4.57	3.5	1.41	0.85	2.22	3.27
TURB INICIAL	55.63	55.63	55.63	55.63	55.63	55.63
% REMOCION	92%	94%	97%	98%	96%	94%



25 Enero 2024  
SUBGERENCIA DE PRODUCCION  
LMP

25 Enero 2024  
SUBGERENCIA DE PRODUCCION  
LMP



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

Rio Chancay - Laguna Baró I.

Río Chancay - Laguna Boró I.

REPETICIÓN 1  
Fecha: 23/01/2025

23/01/2025

## OTRAS OBSERVACIONES:

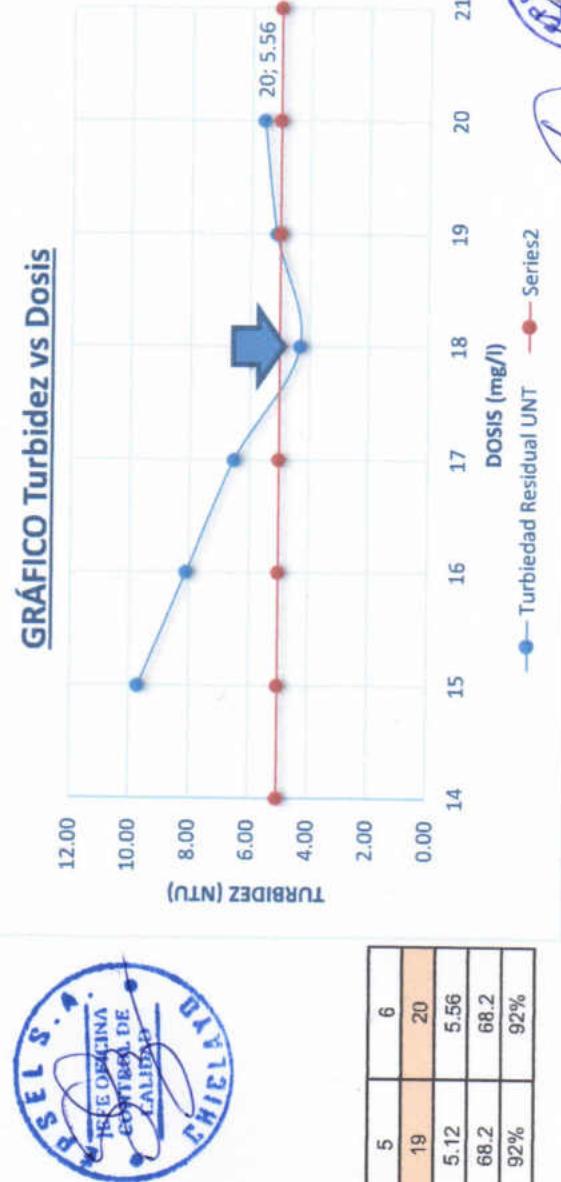
### **ORDEN DE APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.**

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 18 mg/L. de Sulfato de Aluminio.

**NOTA.-** Con la dosis de 18 mg/L, se logra un agua decantada menor 4.32 NTU.



SUBGERENCIA  
DE  
PROSACCIÓN  
CHICLAYO

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	15	16	17	18	19	20
TURB. RESID.	9.7	8.1	6.5	4.32	5.12	5.56
TURB INICIAL	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
% REMOCION	86%	88%	90%	94%	92%	92%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

### REPETICIÓN 2

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad: 68.2 NTU			Tiempo: 60 seg.			Volumen de Jarras 2,000 ml			Tiempo total: 15 min			Tiempo: 15 min		
Turbiedad:	68.2	NTU	Temp.: 26 °C	Velocidad: 300 RPM	seg.	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al A12(SO4)2 (mg/l)	Ayudante Floculación Polímero (mg/l)	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l	RPM
Temperatura:	26	°C	Conductividad:	266 µS/cm	seg.									0
Conductividad :	266	µS/cm	J	A	R	R	A							
1	7.90	122	15	3					25	4	7.85	15	9.87	0.166
2	7.90	122	16	3.2					25	4	7.75	15	7.96	0.165
3	7.90	122	17	3.4					20	4	7.69	15	6.36	0.168
4	7.90	122	18	3.6					15	6	7.61	15	4.27	0.172
5	7.90	122	19	3.8					15	6	7.59	15	5.01	0.173
6	7.90	122	20	4					15	6	7.55	15	5.36	0.177

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1% W/V

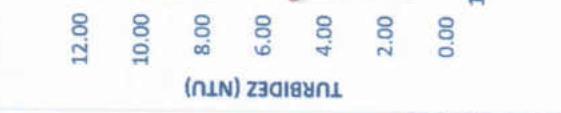
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 18 mg/L de Sulfato de Aluminio.

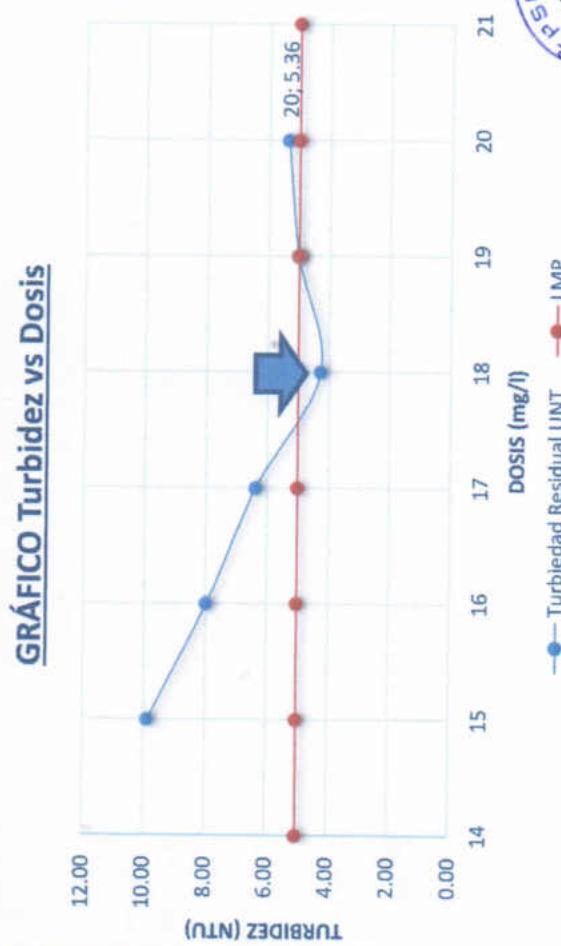
NOTA.- Con la dosis de 18 mg/L, se logra un agua decantada menor 4.27 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	15	9.87	68.2	86%
2	16	9.63	68.2	88%
3	17	4.27	68.2	91%
4	18	5.01	68.2	94%
5	19	5.36	68.2	93%
6	20	5.56	68.2	92%



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



.....  
SOPORTE DE LABORATORIO  
SOLAR PRODUCCION  
CHICLAYO



Universidad  
Nacional de

DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

Rio Chancay - Laguna Boró I.

Fuente

REPETICIÓN 3

Eacha: 23/01/2025

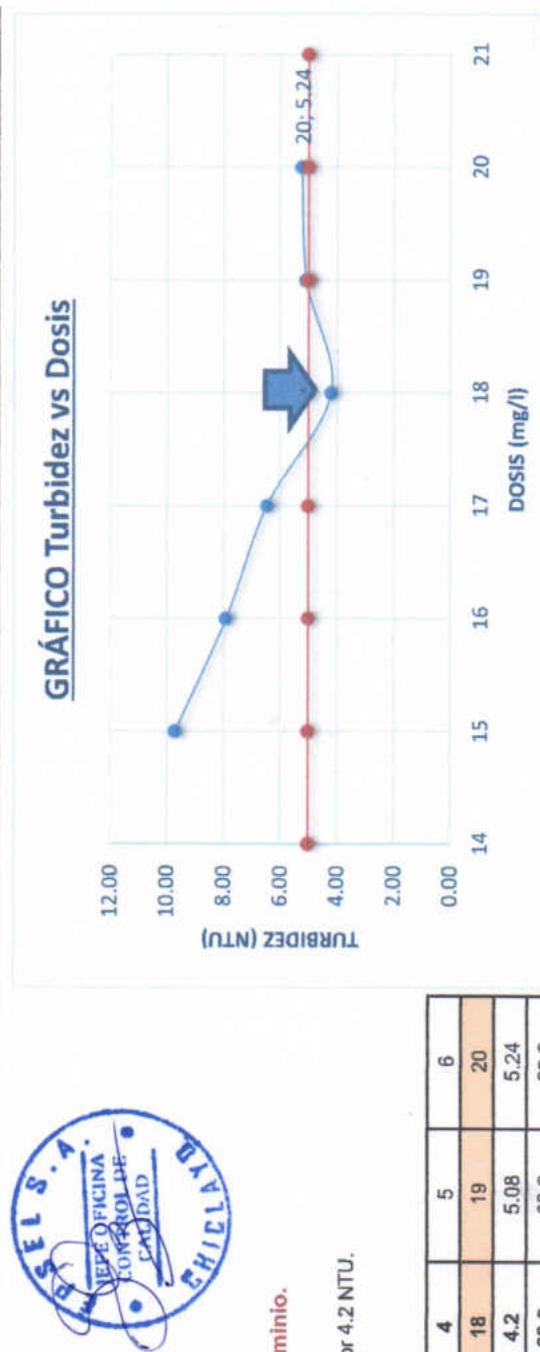
AGUA CRUDA		DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACIÓN				SEDIMENTACIÓN			
Turbiedad:	68.2	NTU	°C	MEZCLA RÁPIDA		Tiempo: 60 seg.		Volumen de Jarras 2,000 ml		Tiempo total : 15 min		Turbiedad Residual UNT		Tiempo: 15 min		Color Residual U.C.	
Temperatura:	26	µS/cm	Velocidad:	300	Coagulante Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mg/l	Ayudante Floculación Polímero (mg/l)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Indice de Formación del Floc seg.	Indice de Willmott	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Tiempo: 40 RPM	Velocidad:	0 RPM	Coagulante Residual mg/l	
Conductividad :	266	pH	Alcal. Total mg/l	15	3	15	3	Vol (ml)	25	4	7.84	15	9.69			0.162	
J	A	R	R	A	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mg/l	Coagulante Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mg/l	Ayudante Floculación Polímero (mg/l)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Indice de Formación del Floc seg.	Indice de Willmott	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l		
1	7.90	122	122	122	15	3			25	4	7.84	15	9.69			0.162	
2	7.90	122	122	122	16	3.2			25	4	7.79	15	7.9			0.166	
3	7.90	122	122	122	17	3.4			20	4	7.69	15	6.47			0.17	
4	7.90	122	122	122	18	3.6			20	6	7.62	15	4.2			0.17	
5	7.90	122	122	122	19	3.8			15	6	7.56	15	5.08			0.175	
6	7.90	122	122	122	20	4			15	6	7.50	15	5.24			0.177	

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

卷之三

Dosis óptima: 18 mg/L de Sulfato de Aluminio.



—●— Turbiedad Residual UNT —●— LMP

## GRÁFICO Turbidez vs Dosis

卷之三

**Dosis óptima:** 18 mg/L de Sulfato de Aluminio.

REVISIÓN DE TIBBIERDAD CON EL SÍNTEZA DE ALUMINIO

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON EL SULFATO DE ALUMNIO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	15	16	17	18	19	20
TURB. RESID.	9.69	7.9	6.47	4.2	5.08	5.24
TURB INICIAL	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
% REMOCION	86%	88%	91%	94%	93%	92%



DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

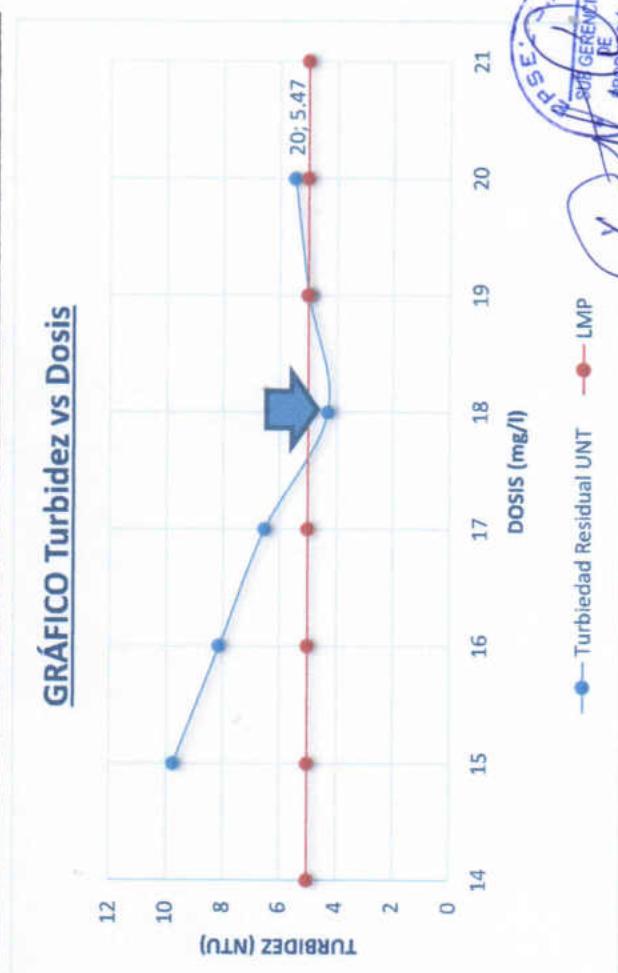
**PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01**

Fuentे Rio Chancay - Laguna Boró I.

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA						DOSIFICACIÓN mg/l						OBSERVACIONES VISUALES						AGUA SEDIMENTADA					
Turbiedad:			NTU			MEZCLA RAPIDA			FLOCULACIÓN			SEDIMENTACIÓN			Tiempo: 15 min			Velocidad: 0 RPM			Coagulante Residual mg/l		
Temperatura:	26 °C	Conductividad:	266 $\mu$ S/cm	Tiempo:	60 seg.	Velocidad:	300 RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml <th>Tiempo total:</th> <td>15 min</td> <th>Velocidad:</th> <td>40 RPM</td> <th>Tiempo:</th> <td>15 min</td> <th>Velocidad:</th> <td>0 RPM</td> <th>Color</th> <th>Residual</th> <th>U.C.</th> <th></th>	Tiempo total:	15 min	Velocidad:	40 RPM	Tiempo:	15 min	Velocidad:	0 RPM	Color	Residual	U.C.			
J	A	pH	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al $Al_2(SO_4)_3$ mg/l	Coagulante Sulfato Al $Al_2(SO_4)_3$ mg/l	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Indice de Wilcemb	Indice de Wilcemb	pH	Indice de Sedimen.	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Tiempo: 15 min	Velocidad: 0 RPM	Coagulante Residual mg/l							
R	R	A																					
1	7.90	7.90	122	15	3			25	4	7.84	15	9.74							0.16				
2	7.90	7.90	122	16	3.2			25	4	7.74	15	8.12							0.159				
3	7.90	7.90	122	17	3.4			25	4	7.68	15	6.52							0.163				
<b>4</b>	<b>7.90</b>	<b>7.90</b>	<b>122</b>	<b>18</b>	<b>3.6</b>			<b>20</b>	<b>6</b>	<b>7.62</b>	<b>12</b>	<b>4.31</b>							<b>0.165</b>				
5	7.90	7.90	122	19	3.8			15	6	7.58	12	4.98							0.171				
6	7.90	7.90	122	20	4			20	6	7.52	15	5.47							0.175				

## GRÁFICO Turbidez vs Dosis



## OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Dosis óptima: 18 mg/L. de Sulfato de Aluminio.

**NOTA.-** Con la dosis de 18 mg/L, se logra un agua decantada menor 4.31 NTU.

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	15	16	17	18	19	20
TURB. RESID.	9.74	8.12	6.52	4.31	4.98	5.47
TURB INICIAL	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
% REMOCION	86%	88%	90%	94%	93%	92%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 5

J	AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			MEZCLA RÁPIDA			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA			
	A	pH	Total Alcal. mg/l	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mg/l	Ayudante Floculación Polímero Volumen (ml) mg/l	Ayudante Floculación Polímero Volumen (ml) mg/l	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total : 40 min RPM	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Tiempo: 15 min	Velocidad: 0 RPM	Coagulante Residual mg/l
1	7.90	122	15	3			30	4		7.84	15	9.8				0.166
2	7.90	122	16	3.2			25	4		7.74	15	8				0.166
3	7.90	122	17	3.4			25	4		7.69	15	6.60				0.168
4	7.90	122	18	3.6			20	6		7.62	15	4.24				0.168
5	7.90	122	19	3.8			20	6		7.57	15	4.99				0.173
6	7.90	122	20	4			20	6		7.52	15	5.4				0.175

### OTRAS OBSERVACIONES:

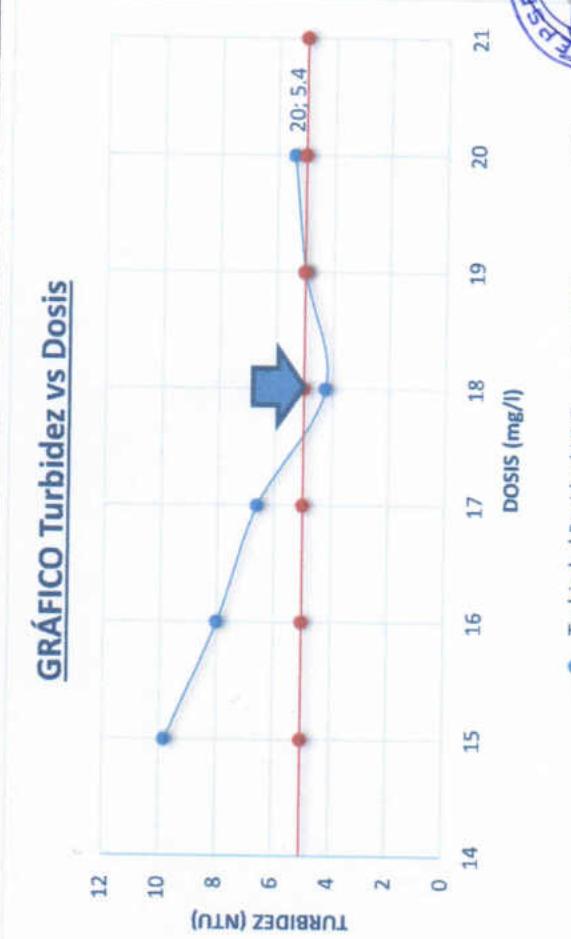
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 18 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 18 mg/L se logra un agua decantada menor 4.24 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	TURBiedad Residual UNT	LIMP
1	15	9.8	68.2	86%	16	17	20
2	8	6.6	68.2	88%	4.24	4.99	5.4
3			68.2	90%		68.2	68.2
4				94%		93%	92%



DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

PRUEBA DE JARRAS - P T A P N° 01

REPETICIÓN 1

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l						OBSERVACIONES VISUALES						AGUA SEDIMENTADA					
			MEZCLA RAPIDA						FLOCULACION						SEDIMENTACION					
J	A	R	Turbiedad:	72 NTU	°C	Tiempo:	60 seg.	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Tiempo total:	15 min	RPM	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Tiempo:	15 min	RPM		
			Conductividad :	25.3 μS/cm		Alcal.	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	pH	Indice de Wilcomb	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Tiempo:	15 min	RPM		
J	A	R	R	A																
1	7.99	155	16	3.2	0.1	0.4	10	6	7.84	15	5.21									
2	7.99	155	16	3.2	0.12	0.48	10	6	7.80	15	3.52									
3	7.99	155	16	3.2	0.14	0.56	10	8	7.72	12	2.24									
4	7.99	155	16	3.2	0.16	0.64	10	8	7.70	12	1.75									
5	7.99	155	16	3.2	0.18	0.72	12	6	7.64	15	0.94									
6	7.99	155	16	3.2	0.2	0.8	12	6	7.62	15	2.56									

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

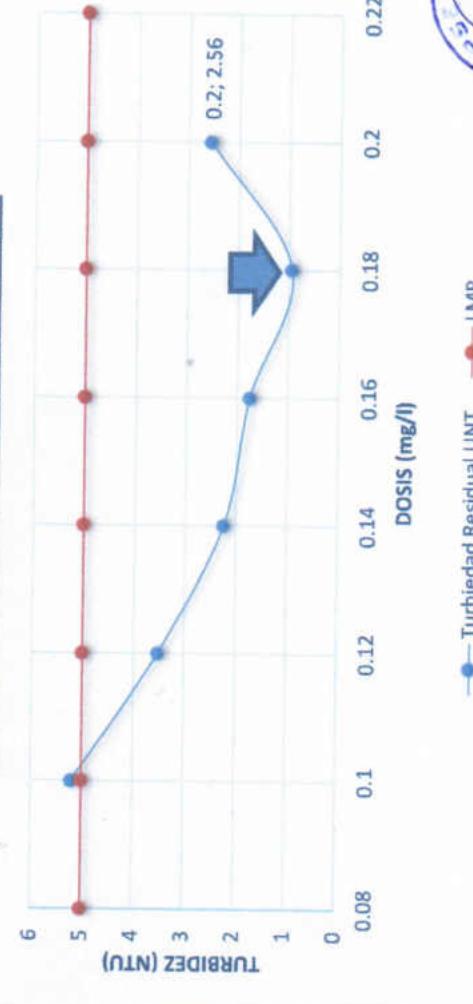
Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 16 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero  
NOTA.- Con dosis de 16 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.94 NTU

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	16	0.1	5.21	72	93%
2	16	0.12	3.52	72	95%
3	16	0.14	3.52	72	97%
4	16	0.16	2.24	72	98%
5	16	0.18	1.75	72	99%
6	16	0.2	0.94	72	96%

GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



LMP



PRUEBA DE JARRASS-PTAP N°01

REPETICIÓN 2

REPETICION 2										AGUA SEDIMENTADA					
AGUA CRUDA					DOSIFICACION mg/l					OBSERVACIONES VISUALES					
Turbiedad:	72 NTU	25,3 °C	200 µS/cm	J	Coagulante Sulfato Al mg/l	Ayudante Floculacion Vol (ml) mg/l	Ayudante Floculacion Vol (ml) mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	300 seg. RPM	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total: 15 min	Tiempo: 15 min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
Temperatura:				A	R	R	A	A			Velocidad: 40 RPM	Velocidad: 0 RPM			
Conductividad:				A	pH	Alcal. Total mg/l									
1	7.99	155	16	3.2	0.1	0.4			10	6	7.88	15	5.54		0.166
2	7.99	155	16	3.2	0.12	0.48			10	6	7.79	15	3.49		0.165
3	7.99	155	16	3.2	0.14	0.56			10	8	7.68	12	2.2		0.166
4	7.99	155	16	3.2	0.16	0.64			10	8	7.63	12	1.54		0.165
5	7.99	155	16	3.2	0.18	0.72			10	6	7.60	15	0.85		0.169
6	7.99	155	16	3.2	0.2	0.8			12	6	7.61	15	2.38		0.17

## OTRAS OBSERVACIONES:

## Orden de aplicación de los productos químicos

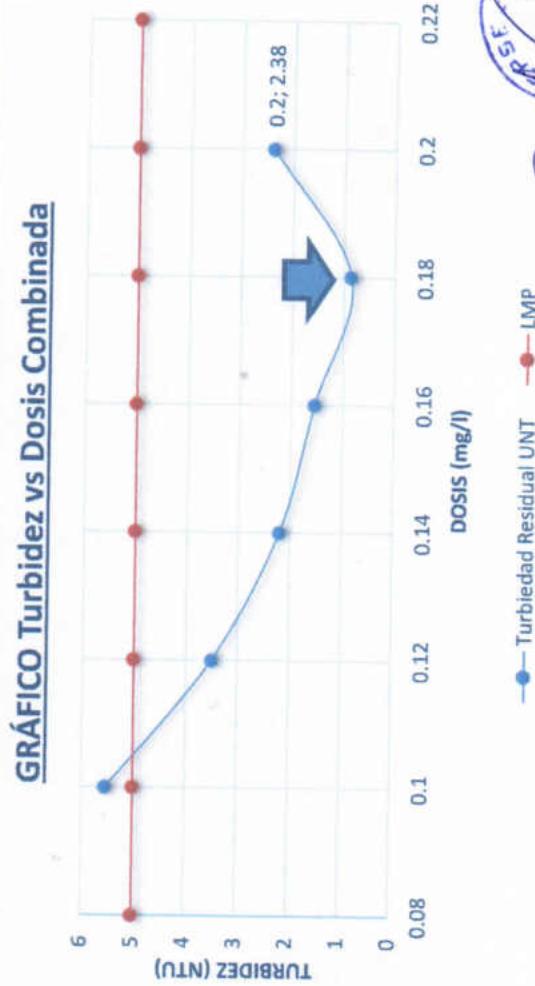
Sulfato de Aluminio al 1 % W/W

Polímero Cationico al 0 E% W/W

Dosis óptima: 16 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/l de polímero

**NOTA.** - Con dosis de 16 mg/L + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.85 NTU

PROMOCIÓN DE TIC PARA LA INVESTIGACIÓN



CHICAGO  
PRODUCTION  
SOUND STEREO



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RAPIDA						FLOCULACION		
J	A	NTU	Tiempo: 60 seg.	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total: 15 min	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Tiempo: 15 min	Coagulante Residual mg/l
		°C	μS/cm	Velocidad: 300 RPM	Velocidad: 40 RPM						
J	A	72	25.3	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Val (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Val (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	
A	R	200	200	pH	Sulfato Al mg/l				10	6	7.89
R	R								10	6	7.89
A	A								10	6	7.89
1	7.99	155	16	3.2	0.1	0.4			10	6	7.89
2	7.99	155	16	3.2	0.12	0.48			10	6	7.81
3	7.99	155	16	3.2	0.14	0.56			10	8	7.75
4	7.99	155	16	3.2	0.16	0.64			12	8	7.70
5	7.99	155	16	3.2	0.18	0.72			12	6	7.65
6	7.99	155	16	3.2	0.2	0.8			12	6	7.66
									15	15	0.81
									15	15	0.169
									15	15	0.17

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

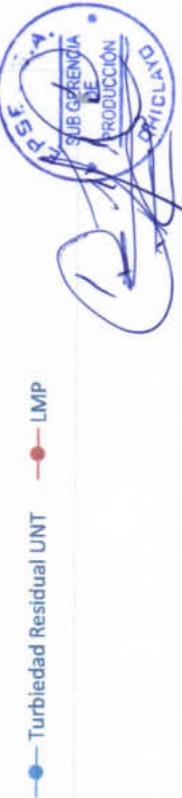
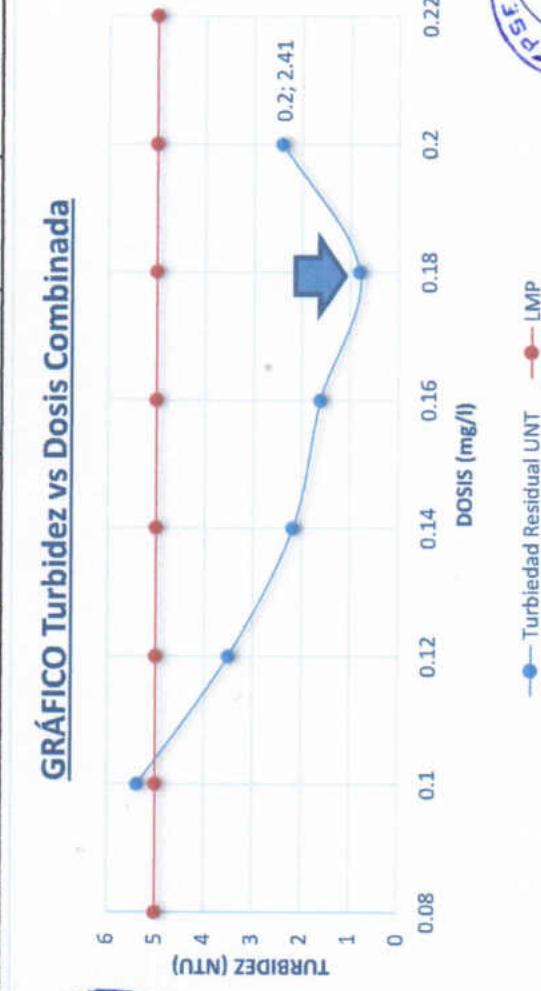
Polímero Cationico al 0.5% W/V

NOTA.- Con dosis de 16 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.81 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	16	0.12	1.61	16	95%	0.12	0.16	0.2
2	16	0.14	1.6	16	97%	0.14	0.18	0.2
3	16	0.16	1.6	16	98%	0.16	0.18	0.22
4	16	0.18	2.41	72	72	0.2	0.2	0.22
5	16	0.2	2.41	72	72	0.2	0.2	0.22

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

### REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:		72 NTU	25.3 °C	MEZCLA RAPIDA		Tiempo: 60 seg.		Volumen de Jarras 2,000 ml		Tiempo total: 15 min		FLOCULACION		SEDIMENTACION	
J	A	Alcal.	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Tiempo: 15 min	Coagulante Residual mg/l	
1	A	7.99	155	16	3.2	0.1	0.4	10	6	7.84	15	5.44	0.166		
2	R	7.99	155	16	3.2	0.12	0.48	10	6	7.80	15	3.43	0.165		
3	R	7.99	155	16	3.2	0.14	0.56	10	8	7.75	12	2.21	0.164		
4	A	7.99	155	16	3.2	0.16	0.64	10	8	7.72	12	1.72	0.167		
5		7.99	155	16	3.2	0.18	0.72	12	6	7.69	15	0.86	0.168		
6		7.99	155	16	3.2	0.2	0.8	15	6	7.61	15	2.49	0.169		

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 16 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero

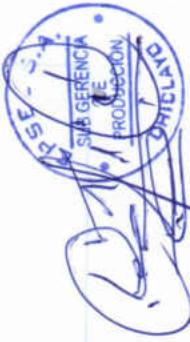
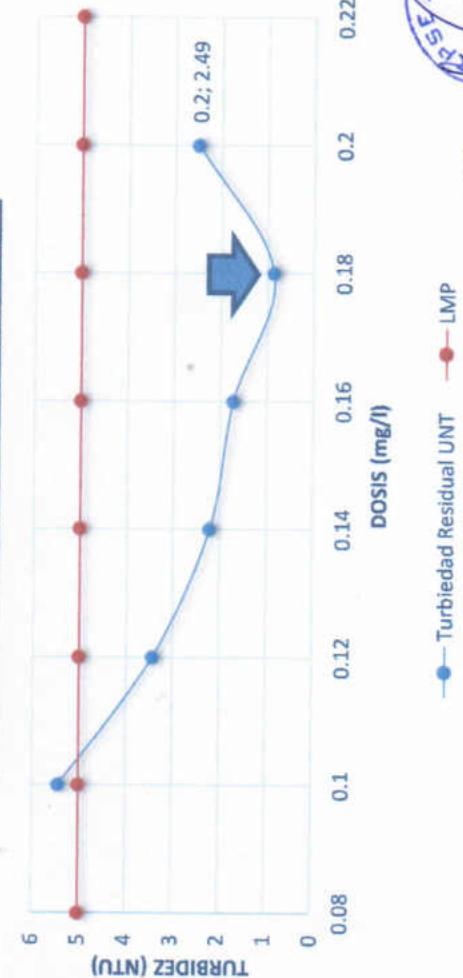
NOTA.- Con dosis de 16 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.86 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERICO CATIONICO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6	DOSIS (mg/l)	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22
DOSIS SA mg/l	16	16	16	16	16	16	DOSIS Pol. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	
TURB. RESID.	5.44	3.43	2.21	1.72	0.86	0.249	TURB INICIAL	72	72	72	72	72	72	LMP	
% REMOCION	92%	95%	97%	98%	99%	97%									



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Río Chancay - Laguna Boró I.  
Fuente

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA					
			MEZCLA RÁPIDA						FLOCULACIÓN					
J	A	NTU	°C	Tiempo:	60 seg.	Volumen de Jarras	Tiempo (ota):	15 min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	SEDIMENTACIÓN			
R	R	25.3	200 $\mu\text{S/cm}$	Velocidad:	300 RPM	2,000 ml	Velocidad:	40 RPM	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.				
R	A	pH	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación Vol (ml)	Ayudante Floculación Vol (ml)	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Coagulante Residual mg/l			
1	7.90	72	200	122	15	3	0.1	0.4	10	6	7.89	15	5.40	0.162
2	7.90	25.3	200	122	16	3.2	0.12	0.48	10	6	7.85	15	2.5	0.166
3	7.90	72	200	122	17	3.4	0.14	0.56	10	8	7.84	12	2.18	0.165
4	7.90	72	200	122	18	3.6	0.16	0.64	10	8	7.72	12	1.7	0.167
5	7.90	72	200	122	19	3.8	0.18	0.72	13	6	7.65	15	0.9	0.166
6	7.90	72	200	122	20	4	0.2	0.8	13	6	7.61	15	2.40	0.168

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 18 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/l de polímero

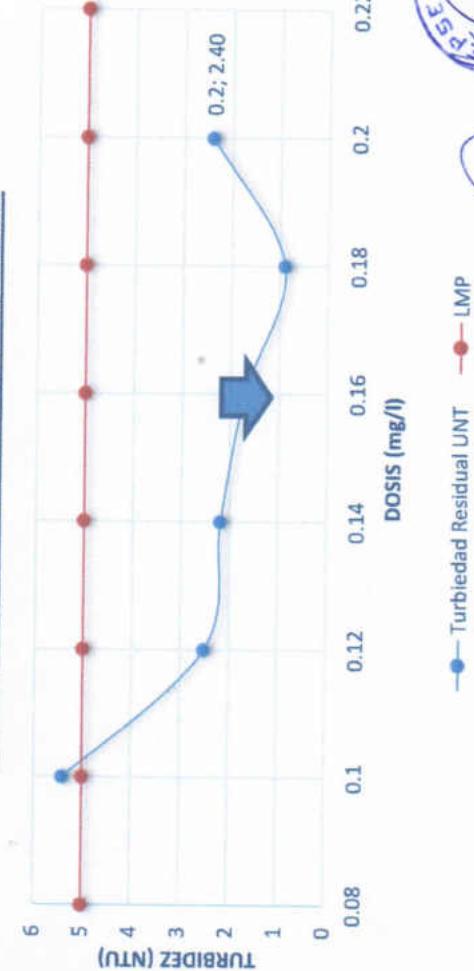
NOTA.- Con dosis de 18 mg/L de sulfato de aluminio + 0.18 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.90 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Poli. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	15	0.12	5.4	72	93%
2	16	0.14	1.7	72	97%
3	17	0.16	0.9	72	98%
4	18	0.18	0.9	72	99%
5	19	0.20	0.9	72	97%
6	20	0.22	0.9	72	99%



**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



*[Handwritten signatures and official seals]*

LMP  
Turbiedad Residual UNT

DOSIS (mg/l)

0.2; 2.40

0.16 0.18 0.2 0.22

0.14 0.16 0.18 0.2 0.22

0.12 0.14 0.16 0.18 0.2 0.22

0.10 0.12 0.14 0.16 0.18 0.2 0.22

0.08 0.1 0.12 0.14 0.16 0.18 0.2 0.22

0.06 0.08 0.1 0.12 0.14 0.16 0.18 0.2 0.22

0.04 0.06 0.08 0.1 0.12 0.14 0.16 0.18 0.2 0.22

0.02 0.04 0.06 0.08 0.1 0.12 0.14 0.16 0.18 0.2 0.22

0.00 0.02 0.04 0.06 0.08 0.1 0.12 0.14 0.16 0.18 0.2 0.22

DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

Fuente Río Chancay - Laguna Baró I.

REPETICIÓN 1

Fecha: 01/02/2025

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:	89.13	NTU	60	MEZCLA RÁPIDA			Volumen de Jarras	2,000 ml	Velocidad:	40	min	Tiempo:	15	min
Temperatura:	25.2	°C	seg.	Alcal.	Coagulante	Ayudante	Indice de Wilcock	pH	Tiempo total :	40	RPM	Velocidad:	0	RPM
Conductividad :	387	µS/cm	300	Total	Sulfato Al	Floculación	Wilcock		Turbiedad Residual	UNT		Color Residual		Coagulante Residual (mg/l)
J	A	pH	seg.	mg/l	Al2(SO4)3	Polimero	seg.		Residual			U.C.		
R	R		RPM	mg/l	Al2(SO4)2	Vol (ml)	seg.							
R	A			mg/l	Al2(SO4)3	Vol (ml)								
1	8.05	226	20	4			20	8.00	15	10.65				0.165
2	8.05	226	21	4.2			15	4	15	8.74				0.164
3	8.05	226	22	4.4			12	6	15	5.84				0.166
4	8.05	226	23	4.6			10	6	15	3.02				0.168
5	8.05	226	24	4.8			10	6	15	3.8				0.171
6	8.05	226	25	5			10	6	15	4.26				0.175

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 23 mg/L de Sulfato de Aluminio.

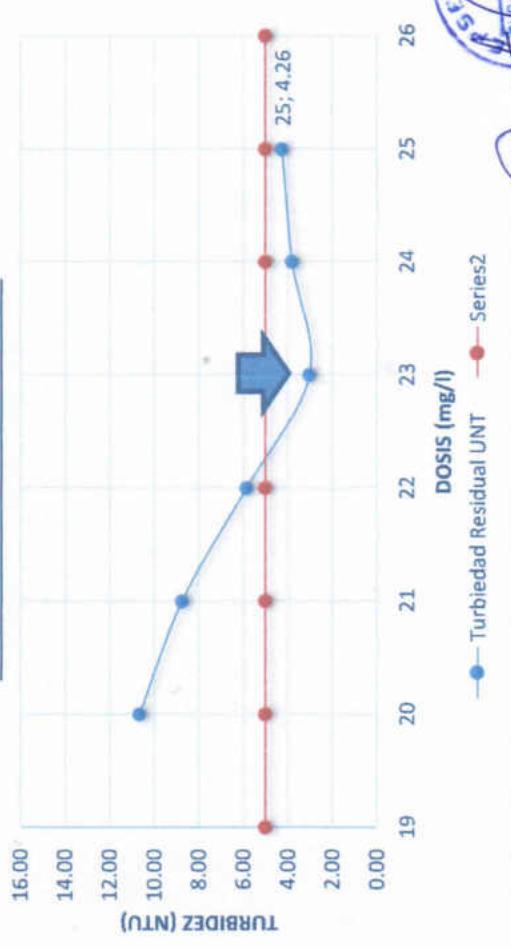
NOTA.: Con la dosis de 23 mg/L se logra un agua decantada menor 3.02 NTU.

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCIÓN	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	Series2
1	2	8.74	89.13	90%	21	23	
					2.00	2.00	
					0.00	0.00	



**GRÁFICO Turbidez vs Dosis**



**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

**REPETICIÓN 2**

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:	89.13	NTU	MEZCLA RÁPIDA			Volumen de Jarras	Tiempo total :		15	min	Timepo:	15	min	SEDIMENTACIÓN
Temperatura:	25.2	°C	Tiempo:	60	seg.	2,000 ml	Velocidad:	40	RPM	Velocidad:	0	RPM	Coagulante Residual mg/l	
Conductividad :	387	µS/cm	J	Alcal.	Coagulante	Ayudante	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen.	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Timepo:	15	min
R	pH	Total	Coagulante	Sulfato Al	Ayudante	Flocculación	Wilcomb		(min)	UNT	Residual	Coagulante Residual mg/l		
R		mg/l	mg/l	Al2(SO4)2	Polimero	Vol (ml)	seg.	pH			U.C.			
A				(mg/l)		Vol (ml)								
1	8.05	226	20	4			30	4	8.02	15	10.60	0.167		
2	8.05	226	21	4.2			30	4	7.98	15	8.64	0.166		
3	8.05	226	22	4.4			20	4	7.85	15	5.69	0.168		
4	8.05	226	23	4.6			15	6	7.80	15	2.96	0.171		
5	8.05	226	24	4.8			15	6	7.71	15	3.71	0.169		
6	8.05	226	25	5			15	6	7.68	15	4.14	0.172		

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

.....  
Temperatura del Agua 25°C

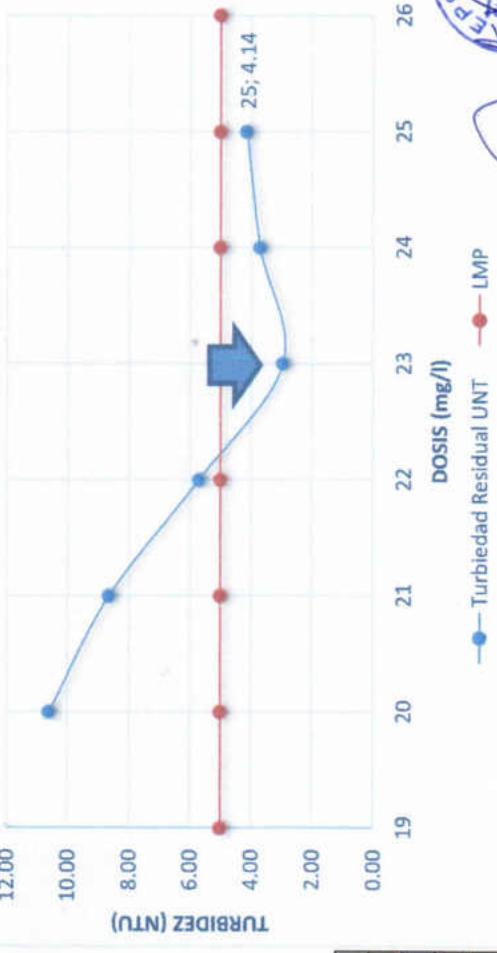
Dosis óptima: 23 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 23 mg/L se logra un agua decantada menor 2.96 NTU.

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO**

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCIÓN	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	20	8.64	89.13	88%	21	22	25
					21	23	26
					19	20	25
					0.00	0.00	0.00

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis**



25; 4.14  
25; 4.14

DOSIS (mg/l)

— Turbiedad Residual UNT

● LMP



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:		89.13 NTU	25.2 °C	MEZCLA RAPIDA				FLOCCULACIÓN		SEDIMENTACIÓN					
Temperatura:		μS/cm	seg.	60 Tiempo:	300 Velocidad:	seg.	RPM	2,000 ml Volumen de Jarras	15 Tiempo total:	40 Velocidad:	min RPM	15 Tiempo:	0 Velocidad:	min RPM	
Conductividad :															
J	A	pH	Alcal.	Coagulante Sulfato Al Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> mg/l	Coagulante Sulfato Al Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> mg/l	Ayudante Floculación Polímero (mg/l)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual UNT	Color Residual	U.C.	Coagulante Residual mg/l	
1	8.05	226	20	4				35	4	7.98	15	10.6		0.163	
2	8.05	226	21	4.2				35	4	7.88	15	8.70		0.165	
3	8.05	226	22	4.4				20	4	7.75	15	5.72		0.167	
4	8.05	226	23	4.6				15	6	7.79	15	2.99		0.169	
5	8.05	226	24	4.8				15	6	7.68	15	3.77		0.17	
6	8.05	226	25	5				15	6	7.64	15	4.10		0.172	

OTRAS OBSERVACIONES:

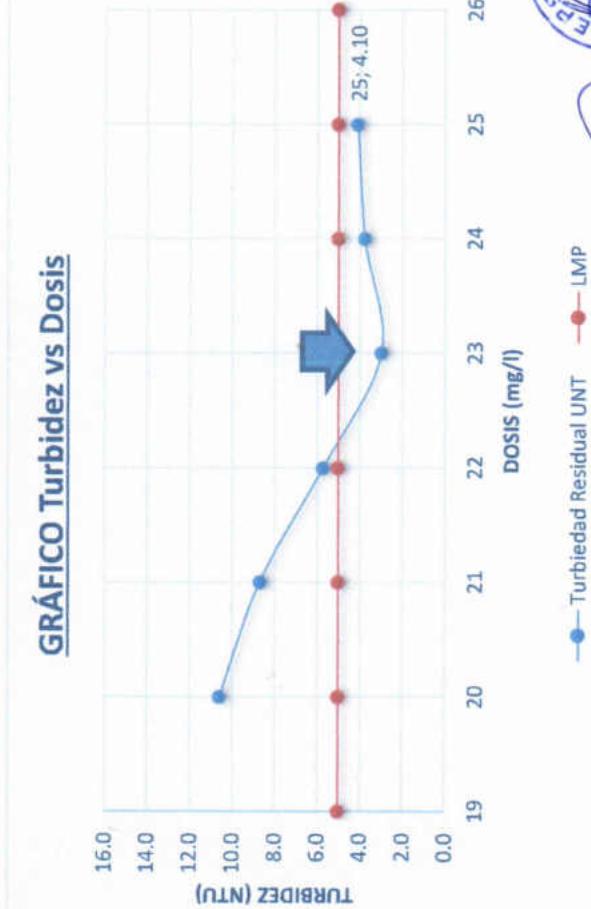
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 23 mg/L de Sulfato de Aluminio.



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis



**NOTA.**- Con la dosis de 23 mg/L, se logra un agua decantada menor 2.99 NTU.

REMOJON DE TUBERÍA DAD CON EL SUELO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	20	21	22	23	24	25
TURB. RESID.	10.59	8.7	5.72	2.99	3.77	4.1
TURB INICIAL	89.13	89.13	89.13	89.13	89.13	89.13
% REMOCION	88%	90%	94%	97%	96%	95%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:	89.13	NTU	60	seg.		Volumen de Jarras	15	min	Tiempo total:	40	RPM	Tiempo:	15	min
Temperatura:	25.2	°C	300	seg.	RPM	2,000 ml	40	RPM	Velocidad:			Velocidad:	0	RPM
Conductividad:	387	µS/cm	Alcal.	Coagulante	Ayudante	Indice de Wilcomb	15	min	Turbiedad Residual			Color Residual		Coagulante Residual mg/l
J	pH	Total mg/l	Sulfato Al	Sulfato Al	Ayudante	Wilcomb	15	min	Residual UNT			U.C.		
A			Al2(SO4)2	Al2(SO4)3	Flocculación Polímero	seg.								
R			mg/l	Vol (ml)	mg/l									
R			mg/l	Vol (ml)	mg/l									
A														
1	8.05	226	20	4		30	4	8.02	15					0.162
2	8.05	226	21	4.2		25	4	7.85	15					0.166
3	8.05	226	22	4.4		25	4	7.62	15					0.168
4	8.05	226	23	4.6		20	6	7.59	12					0.17
5	8.05	226	24	4.8		15	6	7.55	12					0.171
6	8.05	226	25	5		20	6	7.53	15					0.175

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1% W/V

.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 23 mg/L de Sulfato de Aluminio.

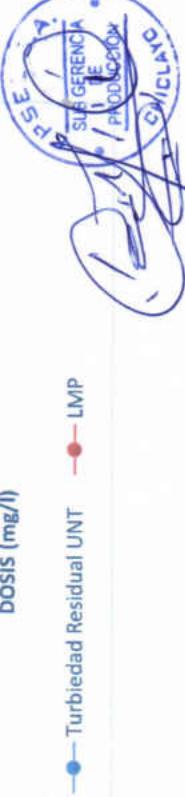
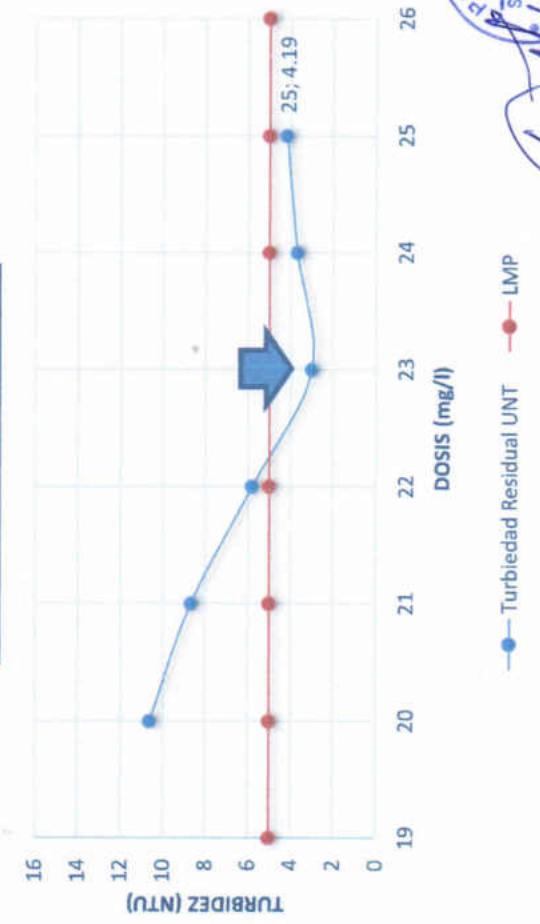
NOTA.- Con la dosis de 23 mg/L, se logra un agua decantada menor 3.000 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	1	2	3	4	5	6	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)
	20	21	22	23	24	25		10.62	89.13	90%	4.19
	8.67	5.8	3	3.7	4.19			89.13	89.13	93%	89.13
										96%	95%



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			MEZCLA RÁPIDA			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:	89.13	NTU	Temp:	60	seg.	Volumen de Jarras:	2,000 ml	Tiempo total:	15	min	RPM	Tiempo Sedimen.	40	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l	
Temperatura:	25.2	°C	Velocidad:	300	RPM	Indice de Wilcomb		pH				min					
Conductividad :	387	µS/cm	Alcal.	Coagulante	Ayudante	Formación del Floc											
J	pH	Total mg/l	Sulfato Al	Sulfato Al	Flocculación	seg.											
A			Al2(SO4)2	Al2(SO4)3	Polímero												
R			mg/l	Vol (ml)	Vol (ml)												
R																	
A																	
1	8.05	226	20	4													
2	8.05	226	21	4.2													
3	8.05	226	22	4.4													
4	8.05	226	23	4.6													
5	8.05	226	24	4.8													
6	8.05	226	25	5													

### OTRAS OBSERVACIONES:

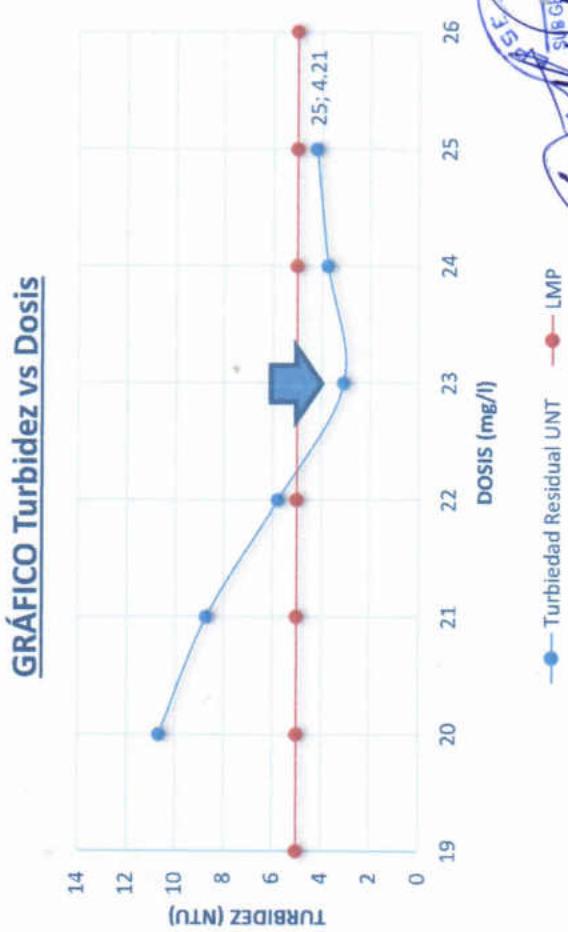
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 23 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 23 mg/L se logra un agua decantada menor 3.08 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)
1	20	8.72	89.13	90%	2.1
2					2.1
3					2.1



5% SUS GRENICA PRODUCCION CHICLAYO  
10% SUS GRENICA PRODUCCION CHICLAYO  
15% SUS GRENICA PRODUCCION CHICLAYO

10% SUS GRENICA PRODUCCION CHICLAYO

15% SUS GRENICA PRODUCCION CHICLAYO

20% SUS GRENICA PRODUCCION CHICLAYO

25% SUS GRENICA PRODUCCION CHICLAYO

30% SUS GRENICA PRODUCCION CHICLAYO

35% SUS GRENICA PRODUCCION CHICLAYO

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

### REPETICIÓN 1

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACION				SEDIMENTACION				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:	87.6	NTU		MEZCLA RAPIDA				Volumen de Jarras	2,000 ml			Tiempo total :	15	min		Tiempo:	15	min					
Temperatura:	25.0	°C		Tiempo:	60	seg.		Velocidad:				Velocidad:	40	RPM		Velocidad:	0	RPM					
Conductividad:	211	µS/cm		Coagulante								pH				Color							
J	A	pH	Alcal.	Sulfato Al	Coagulante	Sulfato Al	Ayudante	Indice de				Tiempo Sedimen.				Coagulante							
R	R		Total	mg/l		mg/l	Flocculación	Wilcomb				min				Residual							
R	A		mg/l			Vol (ml)	Vol (ml)									U.C.							
1	8.00		20		4	0.1	0.4					10	6	7.94		4.4				0.16			
2	8.00		20		4	0.12	0.48					10	6	7.86		15				0.162			
3	8.00		20		4	0.14	0.56					10	8	7.75		12				0.161			
4	8.00		20		4	0.16	0.64					10	8	7.68		12				0.162			
5	8.00		20		4	0.18	0.72					10	6	7.63		15				0.158			
6	8.00		20		4	0.2	0.8					10	6	7.58		15				0.161			

### OTRAS OBSERVACIONES:

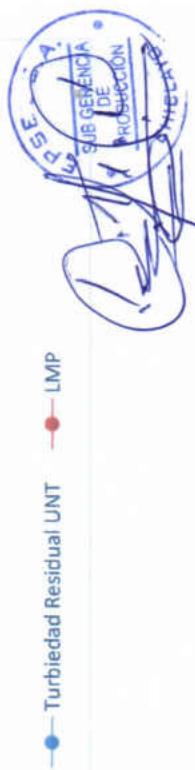
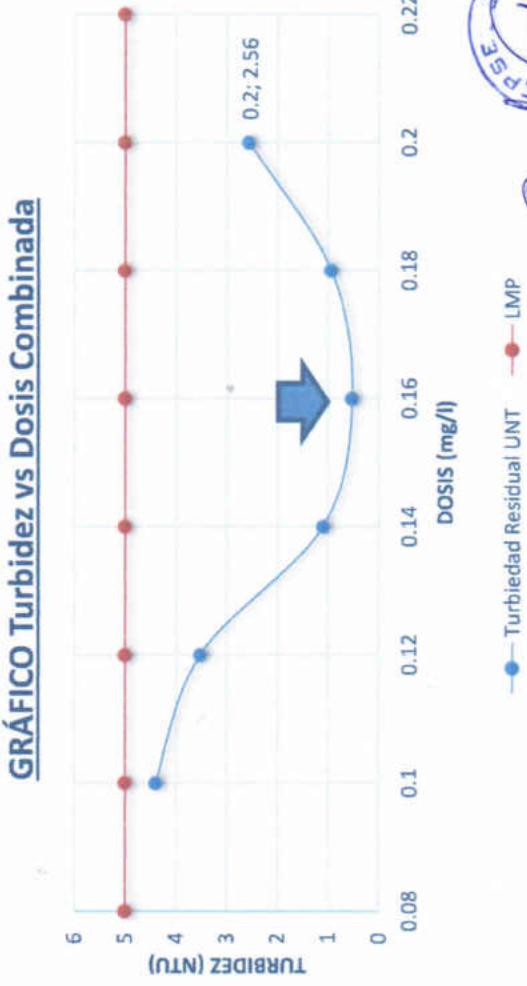
Orden de aplicación de los productos químicos:  
 Sulfato de Aluminio al 1% W/V  
 Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 20 mg/l de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 20 mg/l + 0.16 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.52 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	20	20	20	20	20	20
DOSIS Poli. mg/l.	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	4.4	3.52	1.1	0.52	0.94	2.56
TURB INICIAL	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
% REMOCION	95%	96%	99%	99%	99%	97%





**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO**

Río Chancay - Laguna Boró I.  
Fuente

**PRUEBA DE JARRAS - P TAP N° 01**

REPETICIÓN 2

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:		87.6 NTU	25 °C	MEZCLA RAPIDA		Tiempo: 60 seg.		Volumen de Jarras 2,000 ml		Tiempo total : 15 min		FLOCULACION		SEDIMENTACIÓN	
J	A	Alcal.	Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l	
1	8.00		20	4	0.1	0.4	10	6	7.99	15	4.32			0.161	
2	8.00		20	4	0.12	0.48	10	6	7.93	15	3.5			0.162	
3	8.00		20	4	0.14	0.56	10	8	7.85	12	1.14			0.16	
4	8.00		20	4	0.16	0.64	10	8	7.72	12	0.49			0.159	
5	8.00		20	4	0.18	0.72	10	6	7.65	15	0.96			0.162	
6	8.00		20	4	0.2	0.8	10	6	7.55	15	2.38			0.161	

**OTRAS OBSERVACIONES:**

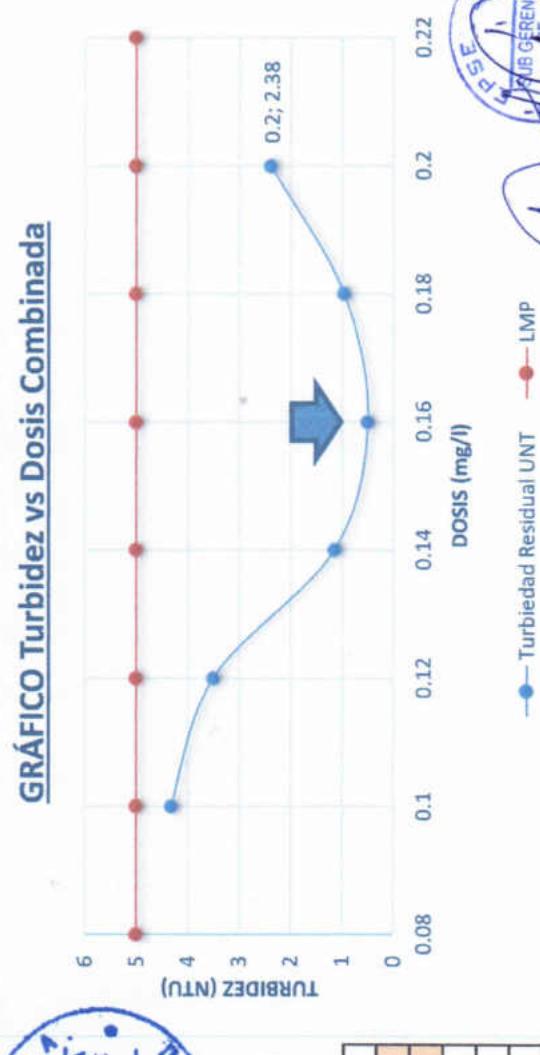
Orden de aplicación de los productos químicos:  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 20 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 20 mg/L + 0.16 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.49 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	20	20	20	20	20	20
DOSIS Pol. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	4.32	3.5	1.14	0.49	0.96	2.38
TURB INICIAL	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
% REMOCION	95%	96%	99%	99%	99%	97%



1. Dosis óptima: 20 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero  
2. Turbiedad Residual UNT: 0.49 NTU  
3. Coagulante Residual mg/l: 0.161 mg/l

1. Dosis óptima: 20 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero  
2. Turbiedad Residual UNT: 0.49 NTU  
3. Coagulante Residual mg/l: 0.161 mg/l

1. Dosis óptima: 20 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero  
2. Turbiedad Residual UNT: 0.49 NTU  
3. Coagulante Residual mg/l: 0.161 mg/l



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 3

Fecha: 03/02/2025

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l						OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACION			SEDIMENTACIÓN		
J	A	R	NTU	°C	Tiempo:	60 seg.	300 RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Velocidad:	15 min	0 RPM
			Alcal.	Coagulante	Coagulante	Coagulante	Coagulante	Sulfato Al	Vol (ml)	Ayudante Floculación Vol (ml)							
			Total	Sulfato Al	Total	Sulfato Al	Ayudante	Sulfato Al	Vol (ml)	Ayudante Floculación Vol (ml)							
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ml	mg/l							
1	8.00				20	4	0.1		0.4		12	6	7.99	15	4.3		0.162
2	8.00				20	4	0.12		0.48		12	6	7.78	15	3.47		0.162
3	8.00				20	4	0.14		0.56		12	8	7.60	12	1.09		0.161
4	8.00				20	4	0.16		0.64		12	8	7.55	12	0.5		0.162
5	8.00				20	4	0.18		0.72		12	8	7.52	15	1.01		0.163
6	8.00				20	4	0.2		0.8		12	6	7.50	15	2.47		0.16

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1% W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 20 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 20 mg/L + 0.16 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.50 NTU

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	20	0.12	3.47	87.6	96%
2	20	0.14	0.16	87.6	99%
3	20	0.18	0.5	87.6	99%
4	20	0.2	1.01	87.6	99%
5	20	0.247	2.47	87.6	97%
6	20	0.22	2.47	87.6	97%

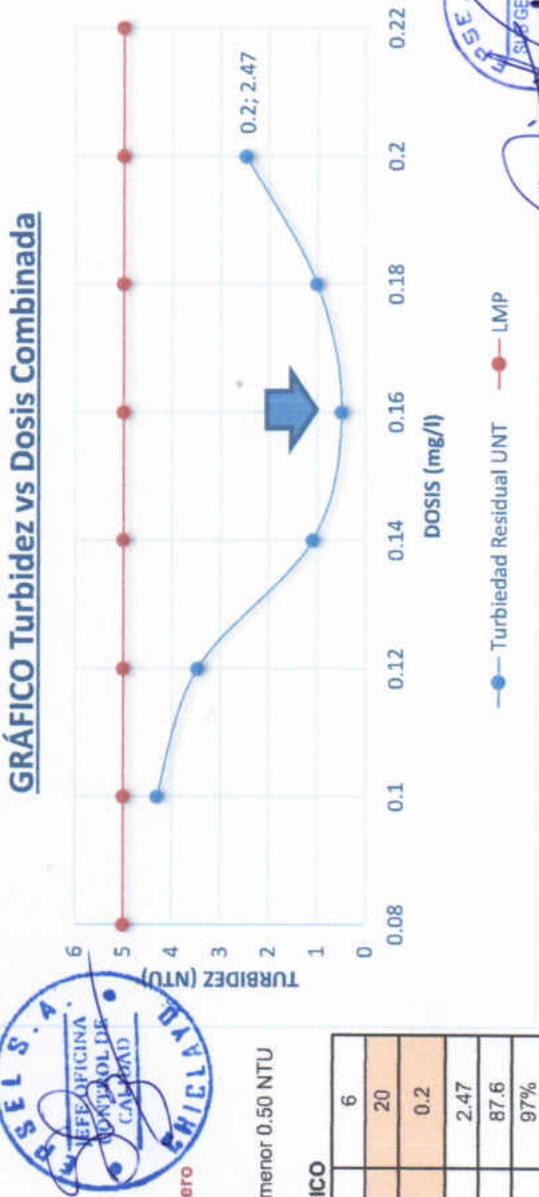


GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada

25 °C  
SUBGERENCIA DE PRODUCCIÓN  
CHICLAYO

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 4							AGUA SEDIMENTADA						
AGUA CRUDA			OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACION						
			DOSIFICACION mg/l		MEZCLA RAPIDA		Tiempo Total:		Tiempo:				
J	A	NTU	°C	Tiempo:	60 seg.	300 RPM	Volumen de Jarras	15 min	15 min	min			
R	R	pH	Total Alcal. mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Indice de Wilcomb	40 RPM	0 RPM	RPM			
R	A	μS/cm	Conductividad:	Velocidad:	Velocidad:	Vol (ml)	seg.	Velocidad:	Velocidad:	Velocidad:			
1	8.00	25	211	20	4	0.1	0.4	10	6	7.95	15	4.47	0.162
2	8.00			20	4	0.12	0.48	10	6	7.89	15	3.45	0.16
3	8.00			20	4	0.14	0.56	10	8	7.75	12	1.01	0.161
4	8.00			20	4	0.16	0.64	10	8	7.64	12	0.55	0.162
5	8.00			20	4	0.18	0.72	15	6	7.55	15	1.07	0.162
6	8.00			20	4	0.2	0.8	15	6	7.52	15	2.5	0.163

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:  
 Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
 Polimero Cationico al 0.5% W/V

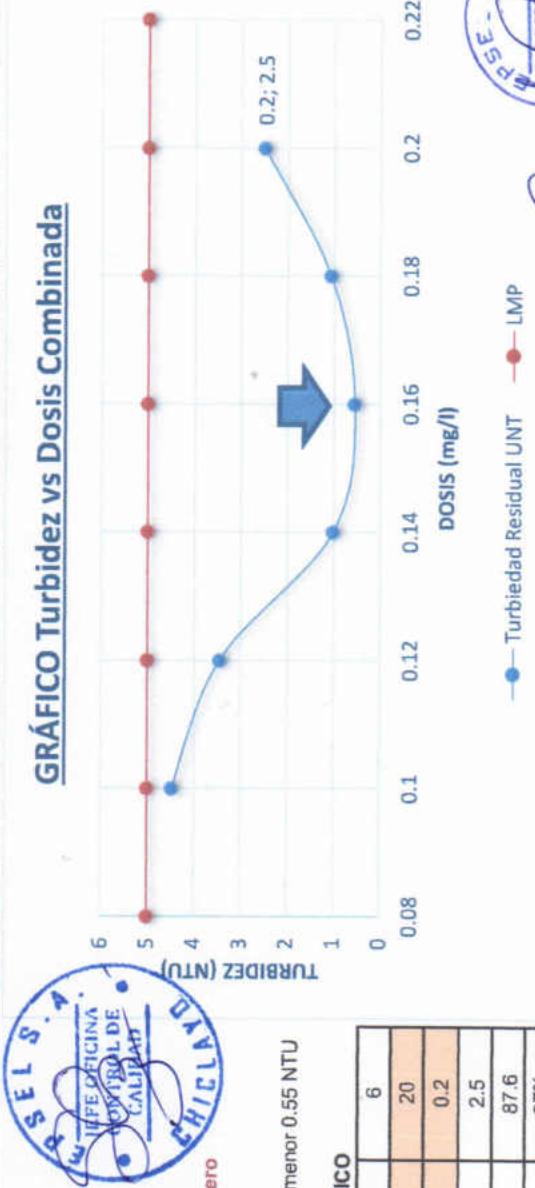
Dosis óptima: 20 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 20 mg/L + 0.16 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.55 NTU

### REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	20	0.12	0.11	87.6	96%
2	20	0.14	0.16	87.6	99%
3	20	0.18	0.2	87.6	99%
4	20	0.25	2.5	87.6	97%

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



SEI S.E.  
LABORATORIO DE  
TRATAMIENTO DE  
CAJAMARCA  
CHICLAYO

SERVICIOS  
DE INVESTIGACIONES  
Y PRODUCCION  
S.A.C.

LIMP

2022  
SISTEMA DE  
GESTION  
DE CALIDAD  
Y PRODUCCION  
S.A.C.



**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Río Chancay - Laguna Boró I.  
Fuente

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l						OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA					
			MEZCLA RAPIDA						FLOCULACION			SEDIMENTACION					
J	A	R	Alcal.	Coagulante	Coagulante	Ayudante	Ayudante	Indice de	Tiempo Total:	15	min	Tiempo:	15	min	Coagulante		
			Total	Sulfato Al	Sulfato Al	Flocculación	Flocculación	Wilcomb	Velocidad:	40	rpm	Velocidad:	0	rpm	Residual	Color	
			mg/l	mg/l	Vol (ml)	mg/l	Vol (ml)	seg.							U.C.	Residual	
1	8.00			20	4	0.1	0.4	10	6	7.96	15	4.39					
2	8.00			20	4	0.12	0.48	10	6	7.85	15	3.51					
3	8.00			20	4	0.14	0.56	10	8	0.72	12	1.12					
4	8.00			20	4	0.16	0.64	10	8	7.62	12	0.51					
5	8.00			20	4	0.18	0.72	15	6	7.59	15	0.98					
6	8.00			20	4	0.2	0.8	15	6	7.53	15	2.42					

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1% W/V

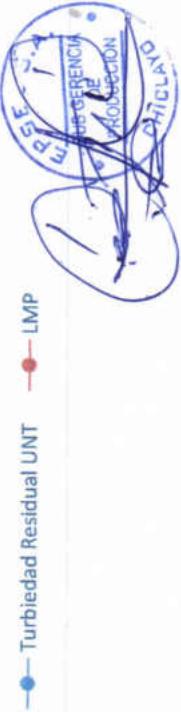
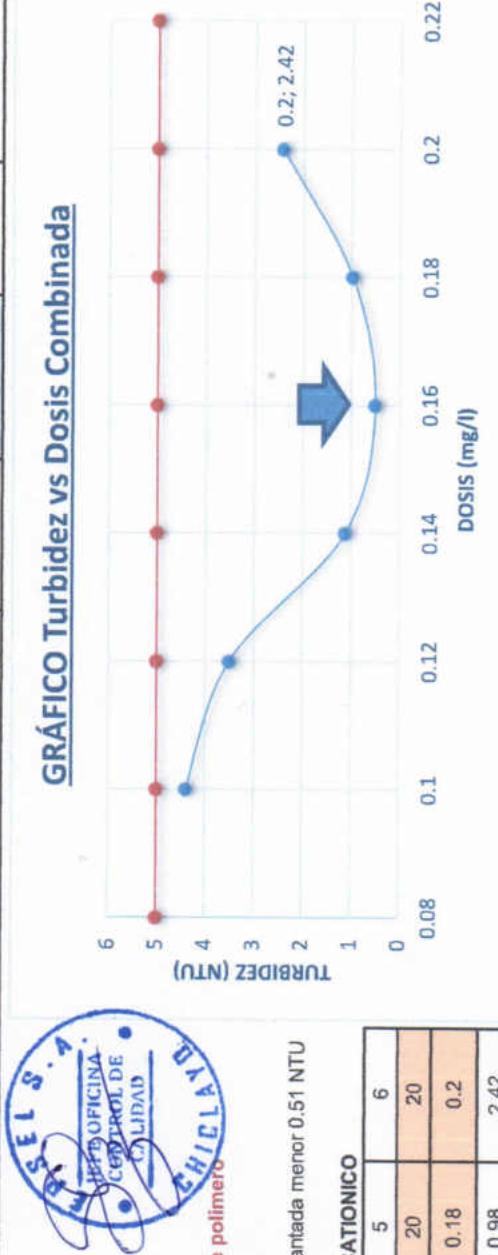
Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 20 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/L de polímero  
NOTA.- Con dosis de 20 mg/L + 0.16 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.51 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	20	20	20	20	20	20
DOSIS Pol. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	4.39	3.51	1.12	0.51	0.98	2.42
TURB INICIAL	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
% REMOCION	95%	96%	99%	99%	99%	97%

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**





Universidad  
Nacional de  
Cajamarca

DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

Río Chancay - Laguna Boró I.

Río Chancay - Laguna Boró I.

Fuente

Río Chancay - Laguna Boró I.

REPETICIÓN 1

Fecha: 07/02/2025

AGUA CRUDA		DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN				SEDIMENTACIÓN		
Turbiedad:	102.6	NTU	°C	MEZCLA RAPIDA		Volumen de Jarras	Tiempo total :	15 min	Tiempo:	15 min	Coagulante Residual (mg/l)				
Temperatura:	25.7	µS/cm	Velocidad:	60 seg.	300 RPM	2,000 ml	Velocidad:	40 RPM	Velocidad:	0 RPM					
Conductividad:	351	pH	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mg/l	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mg/l	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Color Residual U.C.			
J	A	R	R	A	A										
1	7.90	321	20	4				30	4	7.85	15	20.40	0.167		
2	7.90	321	22	4.4				18	4	7.80	15	16.7	0.166		
3	7.90	321	24	4.8				15	6	7.75	15	11.3	0.171		
4	7.90	321	26	5.2				10	6	7.71	15	5.02	0.173		
5	7.90	321	28	5.6				10	6	7.70	15	7.00	0.176		
6	7.90	321	30	6				10	6	7.68	15	7.25	0.181		

OTRAS OBSERVACIONES:

### **Orden de aplicación de los productos químicos.**

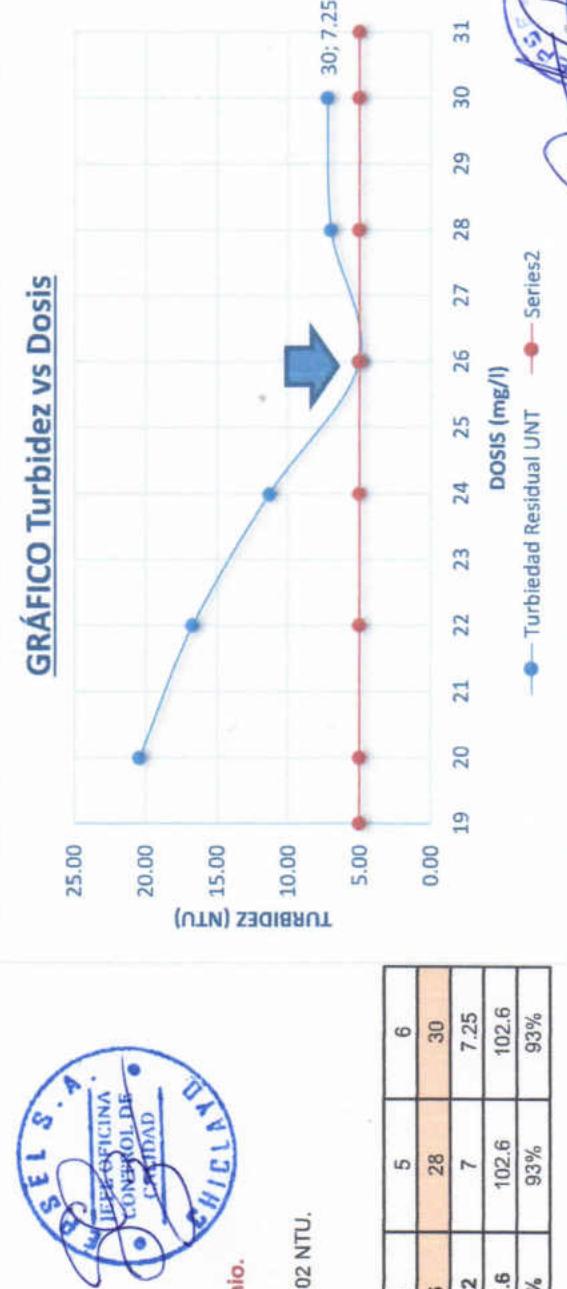
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Tensione di Agua 25°C

Impressum Seite 23 C

Dosis óptima: 26 mg/L de Sulfato de Aluminio.

**NOTA.-** Con la dosis de 26 mg/l., se logra un agua decantada menor 5.02 NTU.



SUBGERENCIA  
DE PRODUCCION  
CHICLAYO

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	20	22	24	26	28	30
TURB. RESID.	20.4	16.7	11.3	5.02	7	7.25
TURB INICIAL	102.6	102.6	102.6	102.6	102.6	102.6
% REMOCION	80%	84%	89%	95%	93%	93%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

### REPETICIÓN 2

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:			NTU			MEZCLA RÁPIDA			Tiempo : 60 seg.			Tiempo total : 15 min			
Temperatura:			°C			Velocidad: 300 RPM			Velocidad: 40 RPM			Tiempo: 15 min			
Conductividad :			μS/cm			Volumen de Jarras 2,000 ml			Velocidad:			Velocidad: 0 RPM			
J	A	R	Alcal. Total mg/l	pH	R	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 (mg/l)	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)3 Vol (ml)	R	Ayudante Floculación Polímero (mg/l)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	A	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	Turbiedad Residual UNT	Coagulante Residual mg/l
1	7.90	321	20	25.7	351	4	30	4	7.90	15	30	21.23	15	0.167	
2	7.90	321	22			4.4	25	4	7.82	15	20	16.48	15	0.166	
3	7.90	321	24			4.8	20	4	7.75	15	15	11.21	15	0.168	
4	7.90	321	26			5.2	15	6	7.72	15	15	5.00	15	0.175	
5	7.90	321	28			5.6	15	6	7.67	15	15	7.05	15	0.182	
6	7.90	321	30			6	15	6	7.58	15	15	7.36	15	0.186	

### OTRAS OBSERVACIONES:

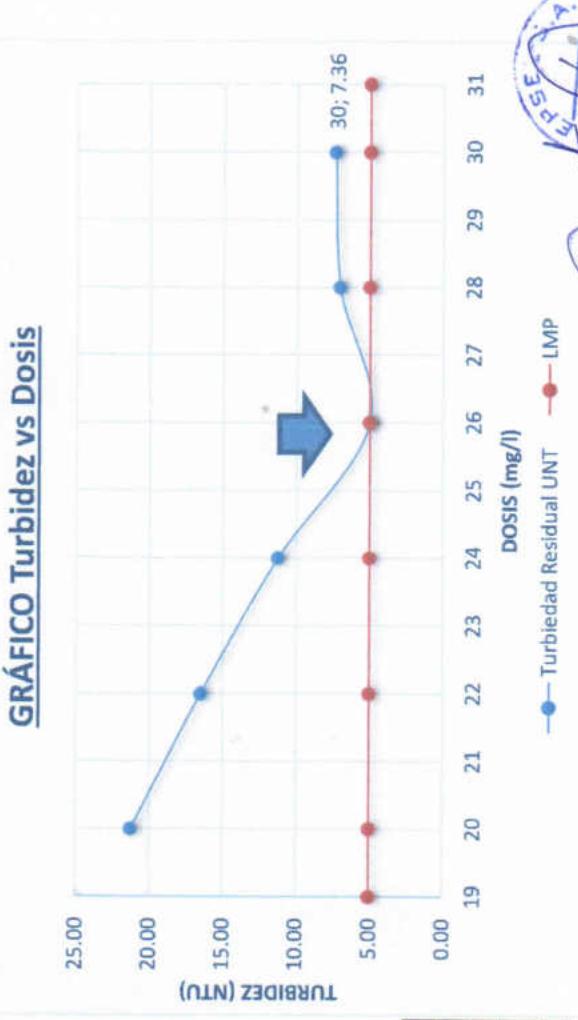
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/W  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 26 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 26 mg/L se logra un agua decantada menor 5.00 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	20	21.23	102.6	79%
2	22	16.48	102.6	84%
3	24	11.21	102.6	89%
4	26	7.05	102.6	93%
5	28	7.36	102.6	93%





PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA					DOSIFICACIÓN mg/l					OBSERVACIONES VISUALES					AGUA SEDIMENTADA				
Turbiedad:		102.6	NTU	°C	MEZCLA RÁPIDA				FLOCULACIÓN				SEDIMENTACIÓN						
Temperatura:	25.7	μS/cm	Velocidad:	300	Tiempo:	60	seg.	Volumen de Jarras	2,000 ml	Tiempo total:	15	min	Tiempo:	15	min	Tiempo:	15	min	
Conductividad:	351	pH	Total Alcal.	mg/l	Coagulante Sulfato Al	Al2(SO4)2	mg/l	Ayudante Floculación Polímero	Al2(SO4)3	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual U.C.	Color Residual	Coagulante Residual mg/l	Velocidad:	0	RPM	
J	A	R	R	A	Coagulante Sulfato Al	Al2(SO4)2	mg/l	Ayudante Floculación Polímero	(mg/l)	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual U.C.	Color Residual	Coagulante Residual mg/l	Velocidad:	0	RPM	
1	7.90	321	20	4						30	4	7.88	15	20.17			0.166		
2	7.90	321	22	4.4						20	4	7.81	15	16.32			0.168		
3	7.90	321	24	4.8						20	4	7.75	15	11.21			0.168		
4	7.90	321	26	5.2						15	6	7.68	15	4.98			0.172		
5	7.90	321	28	5.6						15	6	7.66	15	7.05			0.18		
6	7.90	321	30	6						15	6	7.60	15	7.36			0.182		

OTRAS OBSERVACIONES:

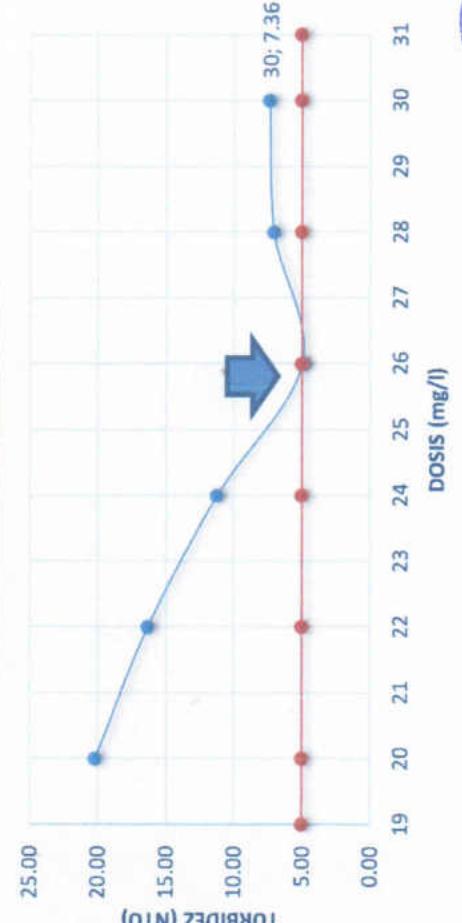
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio 21,1% W/W

Temperatura del Agua 25°C

Dácia é a única: 36 mil de Sultatas da África.



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis



**NOTA -** Con la decise del 26 maggio 1971 sono state disconosciute monete 1 e 5 lire.

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON EL SULFATO DE ALUMINIO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	20	22	24	26	28	30
TURB. RESID.	20.17	16.32	11.21	4.98	7.05	7.36
TURB INICIAL	102.6	102.6	102.6	102.6	102.6	102.6
% REMOCION	80%	84%	89%	95%	93%	93%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACIÓN				AGUA SEDIMENTADA			
				MEZCLA RÁPIDA								Tiempo total : 15 min				SEDIMENTACIÓN			
Turbiedad:	102.6	NTU	"C	60	seg.	Volumen de Jarras	2,000 ml	Velocidad:	40	pH	Indice de Wilcomb	Timepo Sedimen.	Turbiedad Residual UNT	Color Residual	Velocidad:	15 min	RPM	Coagulante Residual mg/l	
Temperatura:	25.7	"C	351	µS/cm	Velocidad:	300	seg.	RPM				min							
Conductividad :																			
J	A	pH	Alcal.	Coagulante	Coagulante	Ayudante	Ayudante	Polímero	Indice de Wilcomb	pH	Timepo Formacion del Floc	Timepo Sedimen.	Turbiedad Residual UNT	Color Residual	Velocidad:	15 min	RPM	Coagulante Residual mg/l	
A	R		Total	Sulfato Al	Sulfato Al	Flocculación	Flocculación	Vol (ml)	seg.		seg.	min							
R	A		mg/l	Al2(SO4)2	Al2(SO4)3	mg/l	mg/l	Vol (ml)											
1	7.90		321	20	4				30	4	7.91	15	21.06					0.168	
2	7.90		321	22	4.4				25	4	7.84	15	16.67					0.171	
3	7.90		321	24	4.8				25	4	7.74	15	11.14					0.172	
4	7.90		321	26	5.2				20	6	7.72	12	4.95					0.178	
5	7.90		321	28	5.6				15	6	7.68	12	6.89					0.182	
6	7.90		321	30	6				20	6	7.62	15	7.32					0.182	

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 26 mg/L de Sulfato de Aluminio.

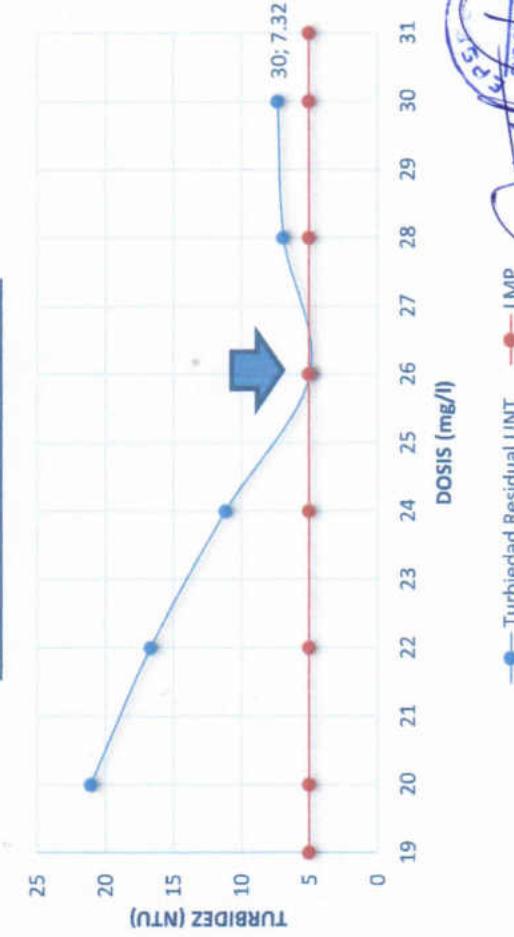
NOTA.- Con la dosis de 26 mg/L se logra un agua decantada menor 4.95 NTU.

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6	0	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DOSIS - mg/L	20	22	24	26	28	30														
TURB. RESID.	21.06	16.67	11.14	4.95	6.89	7.32														
TURB INICIAL	102.6	102.6	102.6	102.6	102.6	102.6														
% REMOCION	79%	84%	89%	95%	93%	93%														



GRÁFICO Turbidez vs Dosis



25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

● LMP

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● Dosis (mg/L)

25  
20  
15  
10  
5

● Turbiedad Residual UNT

● D



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

Río Chancay - Laguna Boró I.

Río Chancav - Laguna Boro

REPETICIÓN 5

08/02/2025

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACIÓN				SEDIMENTACIÓN			
Turbiedad:	102.6	NTU	°C	Alcal.	Coagulante <th>Ayudante</th> <th>Indice de</th> <th>Volumen de Jarras</th> <th>Tiempo total :</th> <td>15</td> <th>min</th> <th>Tiempo:</th> <td>15</td> <th>min</th> <th>Coagulante Residual mg/l</th>	Ayudante	Indice de	Volumen de Jarras	Tiempo total :	15	min	Tiempo:	15	min	Coagulante Residual mg/l				
Temperatura:	25.7	μS/cm	Velocidad:	Total	Sulfato Al	Flocculación	Wilcock	2,000 ml	40	RPM	Velocidad:	0	RPM	Residual U.C.					
Conductividad :	351	pH		mg/l	Al2(SO4)2	Polímero	seg.	ml	pH										
J	A	R	R	A	A	A	A	Vol (ml)	seg.	seg.	seg.	seg.	seg.	seg.	seg.				
1	7.90	321	20	4					30	4	7.92	15	21.00		0.168				
2	7.90	321	22	4.4					20	4	7.82	15	16.54		0.17				
3	7.90	321	24	4.8					20	4	7.74	15	11.29		0.175				
4	7.90	321	26	5.2					20	6	7.70	15	4.90		0.179				
5	7.90	321	28	5.6					20	6	7.65	15	6.98		0.18				
6	7.90	321	30	6					20	6	7.59	15	7.30		0.182				

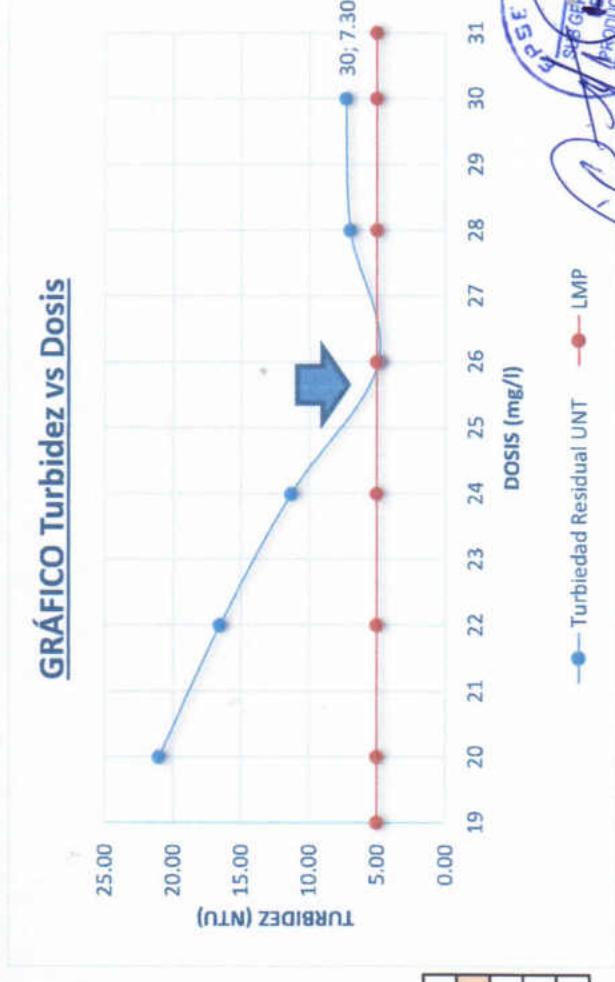
OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/W

Temperature da Água 25°C

כט ע ימי עירם

## GRÁFICO Turbidez vs Dosis



**NOTA.-** Con la dosis de 26 mg/L, se logra un agua decantada menor 4.9 NTU.

REFUGIO DE TIRERAS CON SU MASTRO AL VIENTO

REMOCIÓN DE TURBIDEZ CON SULFATO DE ALUMINIO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	20	22	24	26	28	30
TURB. RESID.	21	16.54	11.28	4.9	6.98	7.3
TURB INICIAL	102.6	102.6	102.6	102.6	102.6	102.6
% REMOCION	80%	84%	89%	95%	93%	93%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 1										AGUA SEDIMENTADA				
AGUA CRUDA					DOSIFICACION mg/l					OBSERVACIONES VISUALES				
MEZCLA RÁPIDA					FLOCULACION				SEDIMENTACIÓN					
J	A	R	°C	NTU	Tiempo: 60 seg.	300 RPM	Volumen de Jarras 2,000 ml	Velocidad:	Tiempo Total: 15 min	40 RPM	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l	
J	A	R	pH	300 µS/cm	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT		
1	8.19			25.5	100.14	22	4.4	0.1	0.4	10	6	7.94	15	8.2
2	8.19					22	4.4	0.12	0.48	10	6	7.86	15	6.51
3	8.19					22	4.4	0.14	0.56	10	8	7.75	15	4.2
4	8.19					22	4.4	0.16	0.64	10	8	7.68	15	1.16
5	8.19					22	4.4	0.18	0.72	10	8	7.63	15	2.56
6	8.19					22	4.4	0.2	0.8	10	6	7.58	15	0.172
														0.171

### OTRAS OBSERVACIONES:

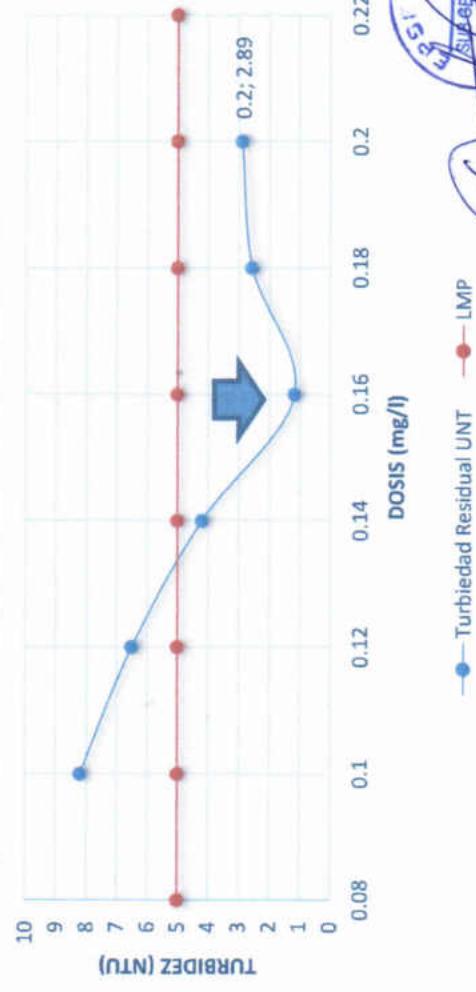
Orden de aplicación de los productos químicos.  
 Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
 Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 22 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero  
 NOTA.- Con dosis de 22 mg/L + 0.16 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 1.16 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Poli. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	22	0.12	2.51	100.14	93%
2	22	0.14	2.51	100.14	96%
3	22	0.16	2.56	100.14	99%
4	22	0.18	2.56	100.14	97%
5	22	0.20	2.89	100.14	97%
6	22	0.22	2.89	100.14	97%

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



Fecha: 11/02/2025

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

11/02/2025

REPETICIÓN 2

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACION				AGUA SEDIMENTADA			
J	A	R	R	NTU	°C	Tiempo:	60 seg.	Volumen de Jarras	2,000 ml	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen.	15 min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Tiempo:	15 min	Turbiedad Residual mg/l	Coagulante Residual
				300 µS/cm	Conductividad:	300 RPM	seg.						40 RPM				0 RPM		
1	8.19			Alcal. Total	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	300 seg.	Ayudante Floculación Vol (ml)	0.1	0.4	10	6	8.10	15	8.14	0.169			
2	8.19			Total	22	4.4		Ayudante Floculación Vol (ml)	0.12	0.48	10	6	8.02	15	6.5	0.172			
3	8.19			mg/l	22	4.4			0.14	0.56	10	8	7.89	15	4.18	0.170			
4	8.19				22	4.4		Ayudante Floculación Vol (ml)	0.16	0.64	10	8	7.82	15	1.22	0.171			
5	8.19				22	4.4			0.18	0.72	10	8	7.76	15	2.49	0.172			
6	8.19				22	4.4			0.2	0.8	10	6	7.78	15	2.92	0.171			

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
 Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
 Polímero Catiónico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 22 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero

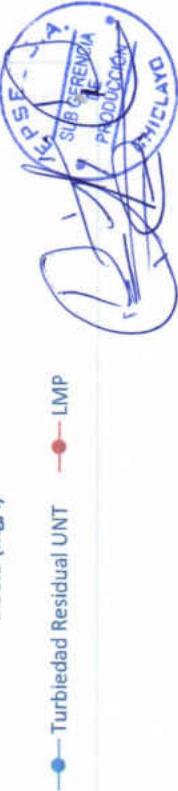
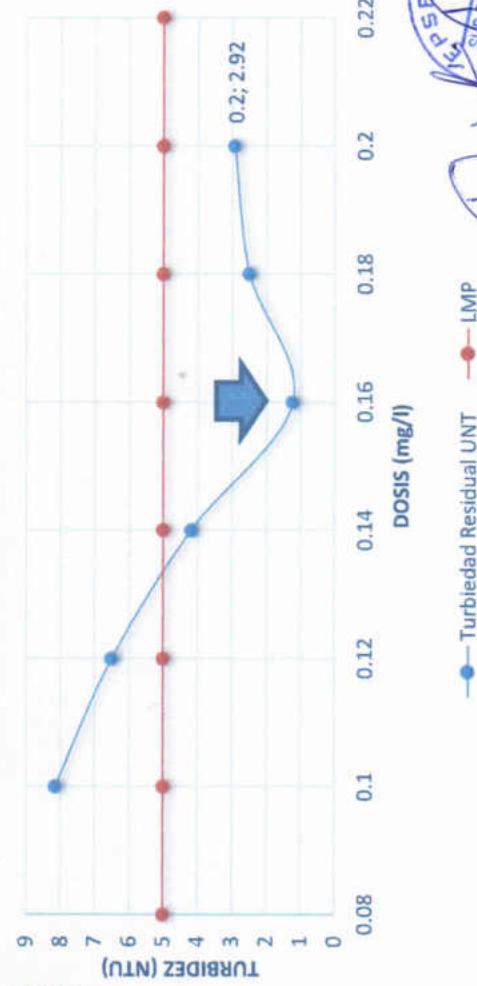
NOTA.- Con dosis de 22 mg/L + 0.16 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 1.22 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	22	0.12	22	22	22
	0.1	0.14	0.16	0.18	0.2
	6.5	4.18	1.22	2.49	2.92
	100.14	100.14	100.14	100.14	100.14
	94%	96%	99%	98%	97%



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada





## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

### REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RAPIDA						FLOCULACION		
J	A	NTU	°C	Tiempo: 60 seg.	Velocidad: 300 RPM		Volumen de Jarras 2,000 ml	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT
R	R	μS/cm	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Ayudante Floculación Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.			
R	A										
1	8.19			22	4.4	0.1	0.4	12	6	8.12	15
2	8.19			22	4.4	0.12	0.48	12	6	7.99	15
3	8.19			22	4.4	0.14	0.56	12	8	7.87	15
4	8.19			22	4.4	0.16	0.64	12	8	7.85	15
5	8.19			22	4.4	0.18	0.72	12	8	7.77	15
6	8.19			22	4.4	0.2	0.8	12	6	7.73	15

#### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
 Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
 Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 22 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/l de polímero

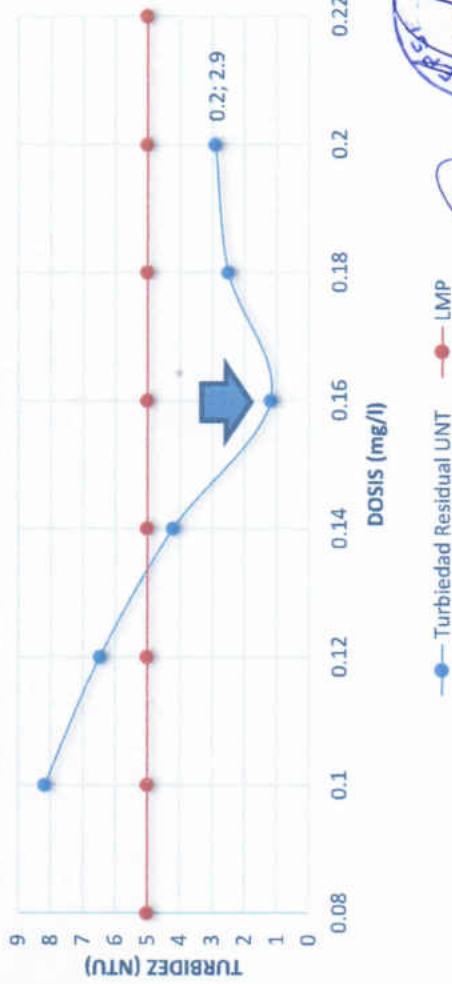
NOTA.- Con dosis de 22 mg/L + 0.16 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 1.19 NTU

#### REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Poli. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	22	0.12	2.47	8.17	94%
2	22	0.14	1.19	100.14	96%
3	22	0.16	0.18	100.14	99%
4	22	0.2	2.5	100.14	98%
5	22	0.22	2.9	100.14	97%



#### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



*[Handwritten signatures and stamp]*

LMP

PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 1

EGU16/4

Each

REPETICIÓN 4

OTRAS OBSERVACIONES:

REVIEWS

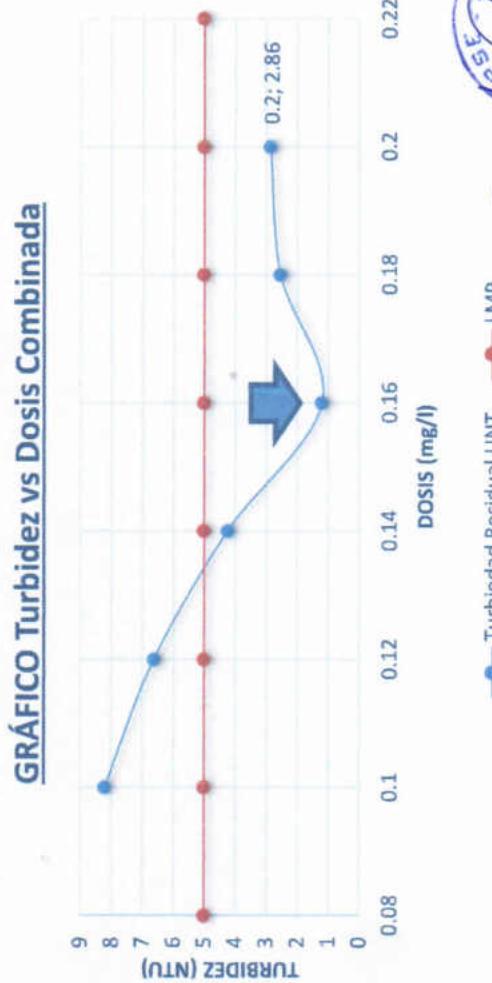
Orden de aplicación de los produc

Orden de aplicación de los productos:

- Sulfato de Aluminio al 1 % W/V
- Polymer Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 22 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.16 mg/L de polímero.

**NOTA.** - Con dosis de  $22 \text{ mg/L} + 0.16 \text{ mg/L}$  de polímero, se logra un agua decantada menor 1.20 NTU



SUBGERENCIA  
DE PRODUCCIÓN  
SICLAVIA

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	22	22	22	22	22	22
DOSIS Pol. mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	8.2	6.62	4.24	1.2	2.54	2.86
TURB. INICIAL	100.14	100.14	100.14	100.14	100.14	100.14
% REMOCION	92%	93%	96%	99%	97%	97%



DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Río Chancay - Laguna Boró I.

Eleven

PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

**REPETICIÓN 5**

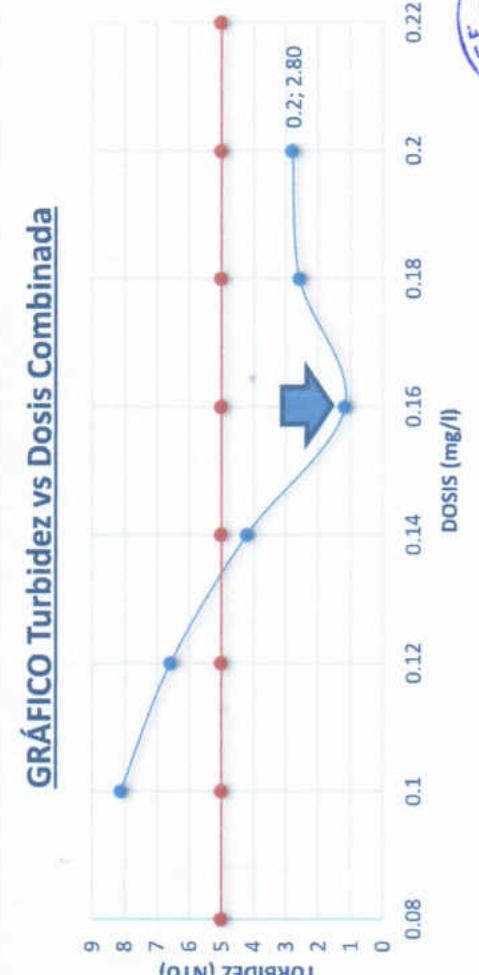
Fecha: 12/02/2025



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada

## OTRAS OBSERVACIONES.

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/W  
Polímero Cationico al 0,5% W/W



REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	22	22	22	22	22	22
DOSIS Pol. mg/l.	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
TURB. RESID.	8.11	6.58	4.21	1.18	2.58	2.8
TURB INICIAL	100.14	100.14	100.14	100.14	100.14	100.14
% REMOCION	92%	93%	96%	99%	97%	97%

PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 1

AGUA CRUDA		DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACIÓN				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:	118.7	NTU	MEZCLA RAPIDA			Volumen de Jarras				Tiempo total :		15 min	SEDIMENTACIÓN		Velocidad:		0 min
Temperatura:	25.3	°C	Alcal.	Total	mg/l	Coagulante	Sulfato Al	Al2(SO4)2	Ayudante	Flocculación	Indice de	Indice de	Turbiedad	Color	Velocidad:	15 min	
Conductividad:	421	µS/cm	seg.			60	300	seg.	RPM	Polímero	Wilcomb	UNT	Residual	Residual	RPM		Coagulante Residual (mg/l)
J	A	R	R	A	pH	Alcal.	Total	mg/l	Coagulante	Sulfato Al	Al2(SO4)3	seg.	Timepo Sedimen.	pH	Timepo	Turbiedad	Color
1	7.98					255	22	4.4				30	2	7.92	15	16.56	0.169
2	7.98					255	24	4.8				18	4	7.85	15	9.21	0.170
3	7.98					255	26	5.2				15	6	7.78	15	8.13	0.171
4	7.98					255	28	5.6				10	6	7.72	15	4.90	0.175
5	7.98					255	30	6				10	6	7.68	15	6.40	0.180
6	7.98					255	32	6.4				10	6	7.65	15	7.15	0.186

## OTRAS OBSERVACIONES:

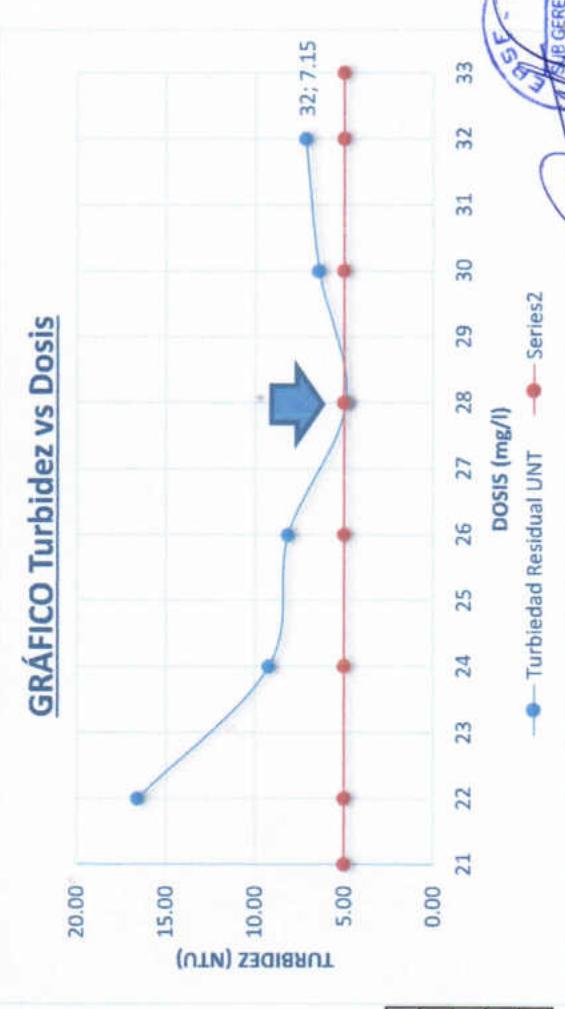
### Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 28 mg/l de Sulfato de Aluminio

**NOTA:** - Con la dosis de 28 mg/L se logra un agua decantada menor 4.9 NTU.



THE PRODUCTION  
CIRCLAGE

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	22	24	26	28	30	32
TURB. RESID.	16.56	9.21	8.13	4.9	6.4	7.15
TURB INICIAL	118.7	118.7	118.7	118.7	118.7	118.7
% REMOCION	86%	92%	93%	96%	95%	94%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 2

Fecha: 17/02/2025

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA						FLOCULACIÓN		
J	A	R	Tiempo: °C	60	seg.	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo Total:	15	min RPM	Tiempo:	15 min RPM
			Tiempo: µS/cm	300	RPM		Velocidad:	40			
J	A	R	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 (mg/l)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	30	2	7.92	15
1	7.98	255	22	4.4						16.31	
2	7.98	255	24	4.8				25	4	7.89	15
3	7.98	255	26	5.2				20	4	7.79	15
4	7.98	255	28	5.6				15	6	7.75	15
5	7.98	255	30	6				15	6	7.69	15
6	7.98	255	32	6.4				15	6	7.62	15

### OTRAS OBSERVACIONES:

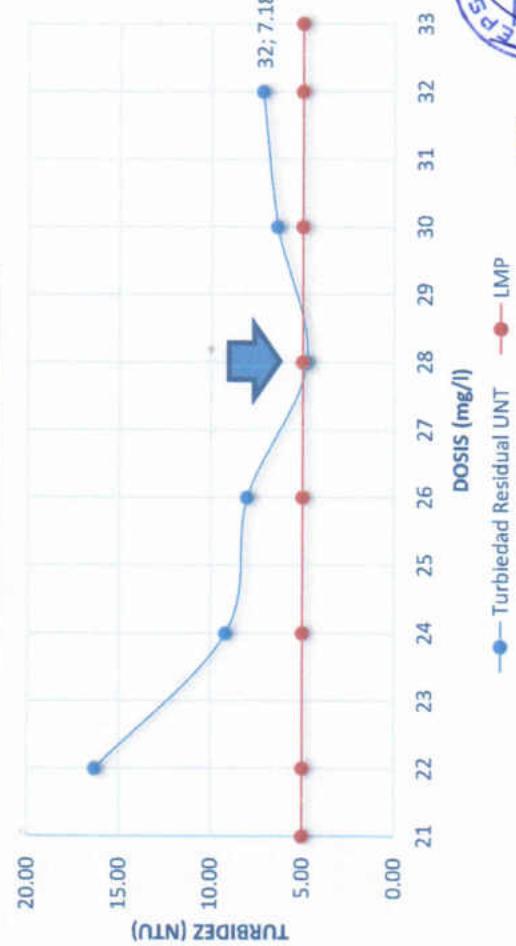
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1% W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 28 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA:- Con la dosis de 28 mg/L se logra un agua decantada menor 4.78 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCIÓN	0.00	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	22	16.31	118.7	92%																	
2	8.01	9.18	118.7	93%																	
3	4.78	6.37	118.7	95%																	



25 FEBRERO 2025  
SUBGERENCIA DE PRODUCCIÓN  
PROCLAYD  
L...

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA				
			MEZCLA RÁPIDA						Tiempo total : 15 min			SEDIMENTACIÓN				
J	A	R	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 mg/l	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	A	R	R	Tiempo de Formación del Floc. seg.	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l		
1	7.98	255	22	4.4		1	7.98	255	24	4.8		30	2	7.96	15	16.47
2	7.98	255	26	5.2		2	7.98	255	26	5.2		20	4	7.90	15	9.24
3	7.98	255	28	5.6		3	7.98	255	28	5.6		20	4	7.82	15	8.00
4	7.98	255	30	6		4	7.98	255	30	6		15	6	7.77	15	4.84
5	7.98	255	32	6.4		5	7.98	255	32	6.4		15	6	7.68	15	6.33
6	7.98	255	34	7.2		6	7.98	255	34	7.2		15	6	7.62	15	0.182
															0.186	

### OTRAS OBSERVACIONES:

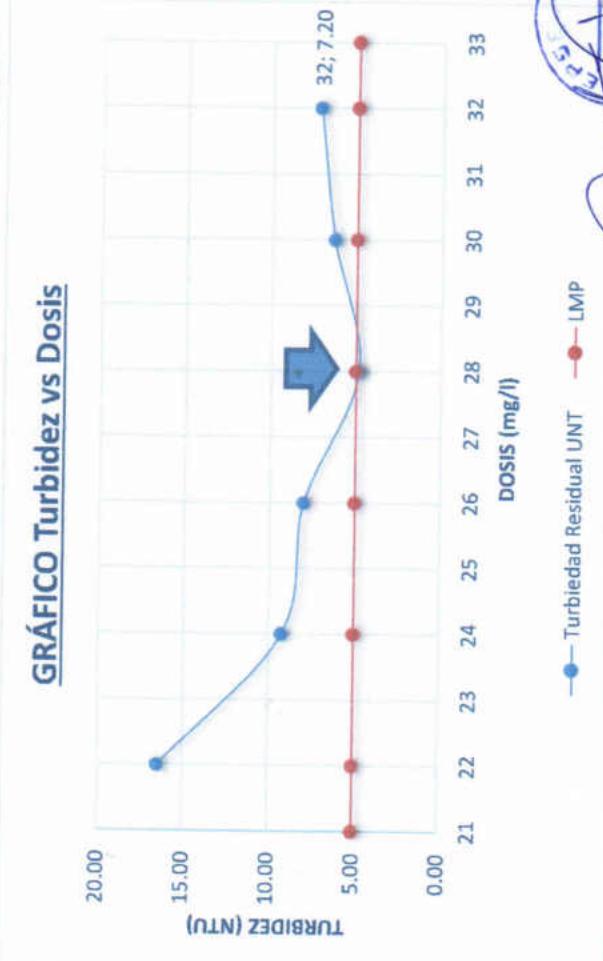
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 28 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 28 mg/L se logra un agua decantada menor 4.84 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON EL SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	22	16.47	118.7	86%	32	
2	24	9.24	118.7	92%	7.2	
3	26	8	118.7	93%	118.7	
4	28	4.84	118.7	95%	118.7	
5	30	6.33	118.7	94%	118.7	



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA						FLOCULACIÓN		
J	A	R	Tiempo: 60 seg.	Volumen de Jarras 2,000 ml	RPM	Tiempo total: 15 min	Velocidad: 40 RPM	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.
			Tiempo: 300 seg.			Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcock Polímero Val (ml)				
			Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 mg/l	Ayudante Floculación Polímero mg/l						
			µS/cm	Vol (ml)	Val (ml)						
1	7.98	255	22	4.4		30	2	7.91	15	16.50	0.169
2	7.98	255	24	4.8		25	4	7.84	15	9.19	0.171
3	7.98	255	26	5.2		20	4	7.79	15	8.17	0.172
4	7.98	255	28	5.6		20	6	7.74	12	4.89	0.178
5	7.98	255	30	6		15	6	7.69	12	6.30	0.182
6	7.98	255	32	6.4		20	6	7.63	15	7.17	0.182

### OTRAS OBSERVACIONES:

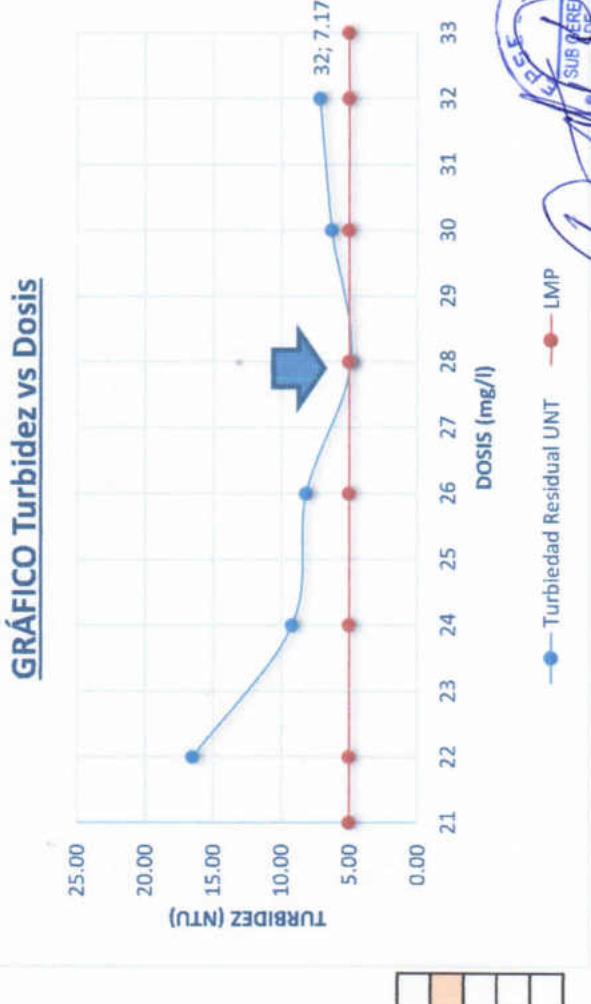
- Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1% W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 28 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 28 mg/L, se logra un agua decantada menor 4.89 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

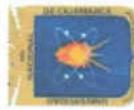
Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	22	9.19	118.7	92%
2	8.17	4.89	118.7	93%
3	6.3	118.7	118.7	95%



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



CHICLAYO  
SUB OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD  
PRODUCCIÓN  
CHICLAYO  
18/02/2025



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

Río Chancay - Laguna Boró I.

REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA		DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN				AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:	118.7	NTU	MEZCLA RAPIDA			Volumen de Jarras	2,000 ml	Tiempo total :	15	min	Tiempo:	15	min	SEDIMENTACIÓN	
Temperatura:	25.3	°C	Tiempo:	60	seg.	RPM	Velocidad:	Tiempo:	40	RPM	Velocidad:	0	RPM	Coagulante Residual mg/l	
Conductividad:	421	µS/cm	Alcal.	Coagulante	Ayudante	Floculación	Indice de	Tiempo	Turbiedad	Color	Tiempo:	15	min	Coagulante Residual mg/l	
J	A	R	R	Sulfato Al	Sulfato Al	Al2(SO4)3	Wilcomb	Formación	Residual	Residual	Velocidad:	0	RPM	Residual mg/l	
A	pH	Total	mg/l	Al2(SO4)2	mg/l	mg/l	Val (ml)	del Floc	UNT	U.C.	Velocidad:	0	RPM	Residual mg/l	
1	7.98	255	22	4.4				seg.			Velocidad:	0	RPM	Residual mg/l	
2	7.98	255	24	4.8							Velocidad:	0	RPM	Residual mg/l	
3	7.98	255	26	5.2							Velocidad:	0	RPM	Residual mg/l	
4	7.98	255	28	5.6							Velocidad:	0	RPM	Residual mg/l	
5	7.98	255	30	6							Velocidad:	0	RPM	Residual mg/l	
6	7.98	255	32	6.4							Velocidad:	0	RPM	Residual mg/l	

OTRAS OBSERVACIONES:

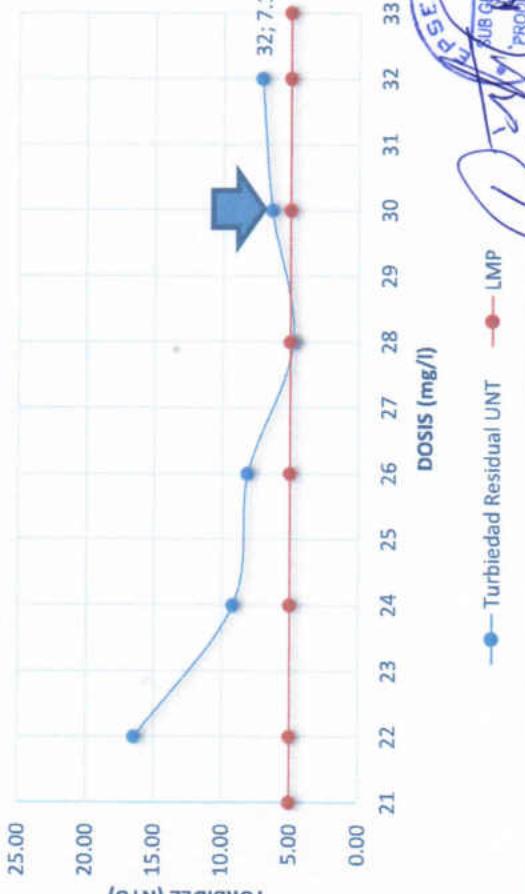
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Dosis óptima: 28 mg/L de Sulfato de Aluminio.

**NOTA:** - Con la dosis de 28 mg/L se logra una decantación menor a 80 NTU.



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis



REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	22	24	26	28	30	32
TURB. RESID.	16.42	9.2	8.11	4.8	6.39	7.15
TURB INICIAL	118.7	118.7	118.7	118.7	118.7	118.7
% REMOCION	86%	92%	93%	95%	95%	94%



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

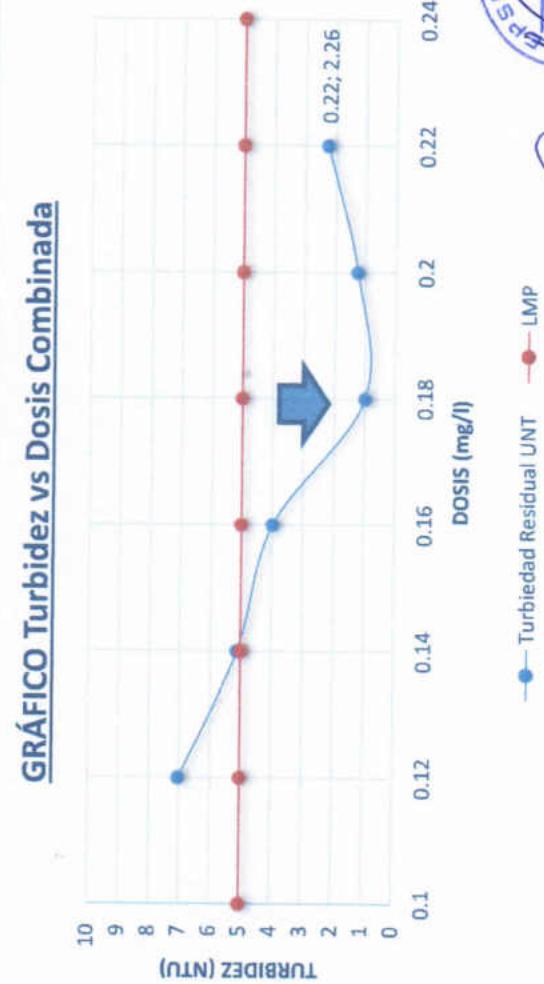
REPETICIÓN 1

REFINACION I										AGUA SEDIMENTADA									
AGUA CRUDA					DOSIFICACION mg/l					OBSERVACIONES VISUALES					SEDIMENTACION				
Turbiedad:	120.3	NTU	°C	Tiempo:	60	seg.	Volumen de Jarras	15	min	Timepo:	15	min	Coagulante Residual mg/l						
Temperatura:	26.0	μS/cm	Velocidad:	300	RPM		2,000 ml	40	RPM	Velocidad:	0	RPM							
Conductividad:	287			J															
A	A	Alcal.	Coagulante	Ayudante	Flocculación	Ayudante	Indice de Wilcomb	Tiempo Sedimen.	Turbiedad Residual	Color Residual	U.C.								
R	R	Total	Sulfato Al	Sulfato Al	Vol (ml)	Flocculación	Val (ml)	Formación del Floc	UNT										
R	A	mg/l	mg/l	mg/l	Vol (ml)	mg/l	seg.	seg.											
1	7.97		24	4.8		0.12		0.48	10	6	7.80	15						0.17	
2	7.97		24	4.8		0.14		0.56	10	6	7.75	15						0.171	
3	7.97		24	4.8		0.16		0.64	10	8	7.69	15						0.170	
4	7.97		24	4.8		0.18		0.72	10	8	7.65	15						0.172	
5	7.97		24	4.8		0.2		0.8	10	8	7.61	15						0.172	
6	7.97		24	4.8		0.22		0.88	10	6	7.57	15						0.171	

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Dosis óptima: 24mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/l de polímero



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	24	24	24	24	24	24
DOSIS Pol. mg/l.	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22
TURB. RESID.	7.02	5.12	3.98	0.98	1.25	2.26
TURB INICIAL	120.3	120.3	120.3	120.3	120.3	120.3
% REMOCION	94%	96%	97%	99%	99%	98%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 2

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA				
				MEZCLA RAPIDA								FLOCULACION				
Turbiedad:	120.3	NTU		Tiempo:	60	seg.	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml		Velocidad:	40	min	Tiempo:	15	min
Temperatura:	26	°C		Coagulante				Indice de Wilcomb		pH		Turbiedad Residual UNT		Color Residual U.C.		Coagulante Residual mg/l
Conductividad:	287	µS/cm		Sulfato Al	Coagulante	Ayudante Floculación	Ayudante Floculación Vol (ml)	Vol (ml)								RPM
J	A	R	R	A	A											
1	7.97			24	4.8	0.12	0.48	10		6	7.89	15	7		0.171	
2	7.97			24	4.8	0.14	0.56	10		6	7.85	15	5.08		0.169	
3	7.97			24	4.8	0.16	0.64	10		8	7.79	15	3.87		0.170	
4	7.97			24	4.8	0.18	0.72	10		8	7.69	15	0.84		0.171	
5	7.97			24	4.8	0.20	0.8	10		8	7.62	15	1.2		0.172	
6	7.97			24	4.8	0.22	0.88	10		6	7.59	15	2.3		0.171	

### OTRAS OBSERVACIONES:

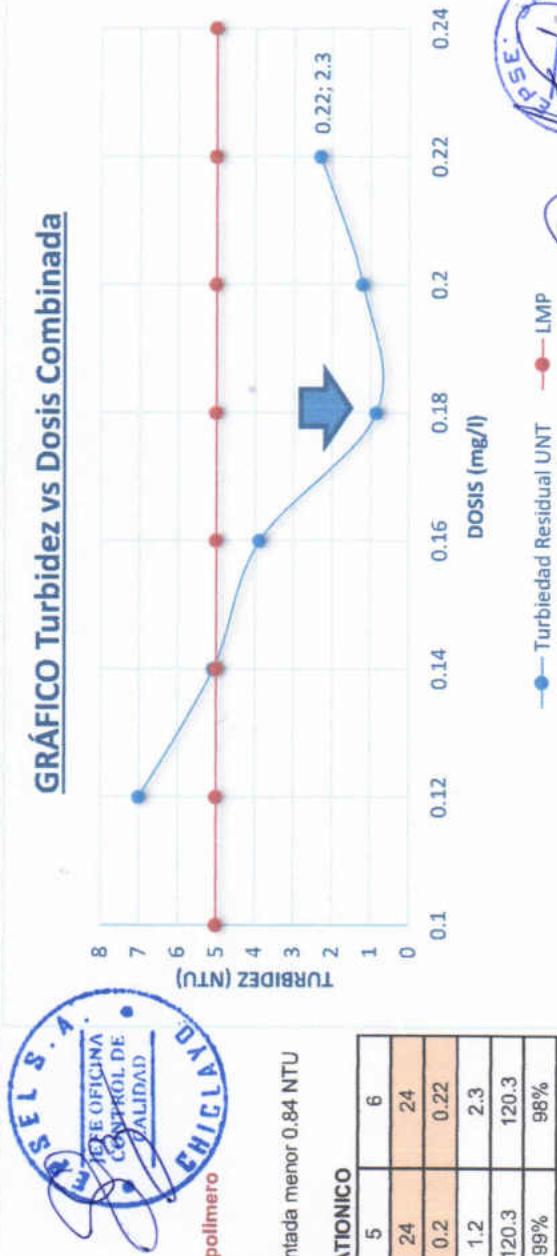
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
Polímero Catiónico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 24mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero

NOTA.- Con dosis de 24 mg/L + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.84 NTU

### REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	24	24	24	24	24	24
DOSIS Poli. mg/l	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22
TURB. RESID.	7	5.08	3.87	0.84	1.2	2.3
TURB INICIAL	120.3	120.3	120.3	120.3	120.3	120.3
% REMOCION	94%	96%	97%	99%	99%	98%



**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO**

Fuente: Río Chancay - Laguna Boró I.

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

**REPETICIÓN 3**

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RAPIDA						FLOCULACION		
J	A	NTU	Tiempo: 60 seg.	Velocidad: 300 RPM	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total: 15 min	Velocidad: 40 RPM	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.
Turbiedad:	120.3	°C	Tiempo: 60 seg.	Velocidad: 300 RPM	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb				Coagulante Residual mg/l
Temperatura:	26	μS/cm									
Conductividad :	287										
J	A	pH	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Val (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Val (ml)				
R	R										
R	A										
1	7.97		24	4.8	0.12	0.48	12	6	7.87	15	6.97
2	7.97		24	4.8	0.14	0.56	12	6	7.80	15	5.10
3	7.97		24	4.8	0.16	0.64	12	8	7.71	15	3.82
4	7.97		24	4.8	0.18	0.72	12	8	7.69	15	0.92
5	7.97		24	4.8	0.2	0.8	12	8	7.65	15	1.26
6	7.97		24	4.8	0.22	0.88	12	6	7.57	15	2.28
											0.170

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

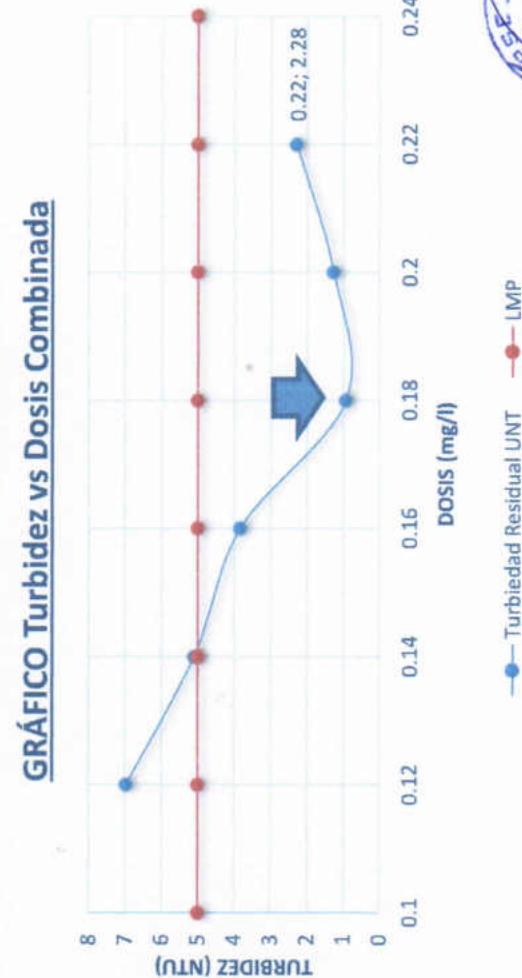
Dosis óptima: 24mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 24 mg/L + 0.18 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.92 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	24	24	24	24	24	24
DOSIS Pol. mg/l.	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22
TURB. RESID.	6.97	5.1	3.82	0.92	1.26	2.28
TURB INICIAL	120.3	120.3	120.3	120.3	120.3	120.3
% REMOCION	94%	96%	97%	99%	99%	98%

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



*(Handwritten signatures and seals)*

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACION			AGUA SEDIMENTADA				
J	A	R	NTU	°C	μS/cm	Tiempo:	60 seg.	300 RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
J	A	R	120.3	26	287	Alcal.	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Ayudante Floculación Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.					
1	7.97					24	4.8	0.12	0.48	10	6	7.95	15	6.92		0.171
2	7.97					24	4.8	0.14	0.56	10	6	7.84	15	5.04		0.170
3	7.97					24	4.8	0.16	0.64	10	8	7.72	15	3.91		0.171
4	7.97					24	4.8	0.18	0.72	10	8	7.68	15	0.9		0.170
5	7.97					24	4.8	0.2	0.8	15	6	7.60	15	1.21		0.172
6	7.97					24	4.8	0.22	0.88	15	6	7.59	15	2.22		0.172

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1% W/V

Polimero Cationico al 0.5% W/V

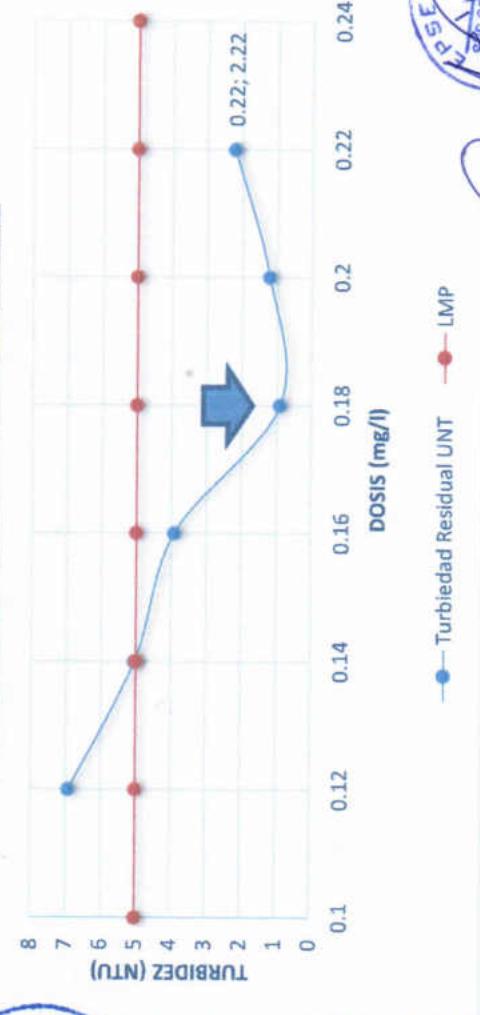
Dosis óptima: 24mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero

NOTA.- Con dosis de 24 mg/L de sulfato de aluminio + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.90 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6	DOSIS SA mg/l	24	24	24	24	24	24	DOSIS Pol. mg/l	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	0.24
DOSIS SA mg/l	24	24	24	24	24	24	DOSIS Pol. mg/l	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	TURB. RESID.	6.92	5.04	3.91	0.9	1.21	2.22	
TURB. INICIAL	120.3	120.3	120.3	120.3	120.3	120.3	% REMOCION	96%	97%	99%	99%	99%	98%								
% REMOCION	94%	96%	97%	99%	99%	98%															

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



LMP



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:		120.3 NTU		MEZCLA RÁPIDA				FLOCULACIÓN				SEDIMENTACIÓN			
Turbiedad:	26 °C	Alcal.	60 seg.	Coagulante:	Coagulante:	Ayudante:	Indice de Wilcomb	Tiempo Total:	15 min	Turbiedad Residual:	Color Residual	Tiempo:	15 min	Velocidad:	0 RPM
Conductividad:	287 $\mu\text{S/cm}$	Total:	300 RPM	Sulfato Al	Sulfato Al	Ayudante		Velocidad:	40 min	Residual UNT	U.C.	Velocidad:	0 RPM		
J	A	pH	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación Vol (ml)	Indice de Wilcomb	Tiempo Total:	15 min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Tiempo:	15 min	Velocidad:	0 RPM
1	A	7.97		24	4.8	0.12	0.48	10	6	7.89	15	6.94	0.171		
2	R	7.97		24	4.8	0.14	0.56	10	6	7.79	15	5.00	0.169		
3	R	7.97		24	4.8	0.16	0.64	10	8	7.75	15	3.88	0.168		
4	A	7.97		24	4.8	0.18	0.72	10	8	7.71	15	0.86	0.170		
5		7.97		24	4.8	0.2	0.8	15	6	7.65	15	1.2			
6		7.97		24	4.8	0.22	0.88	15	6	7.58	15	2.24			

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

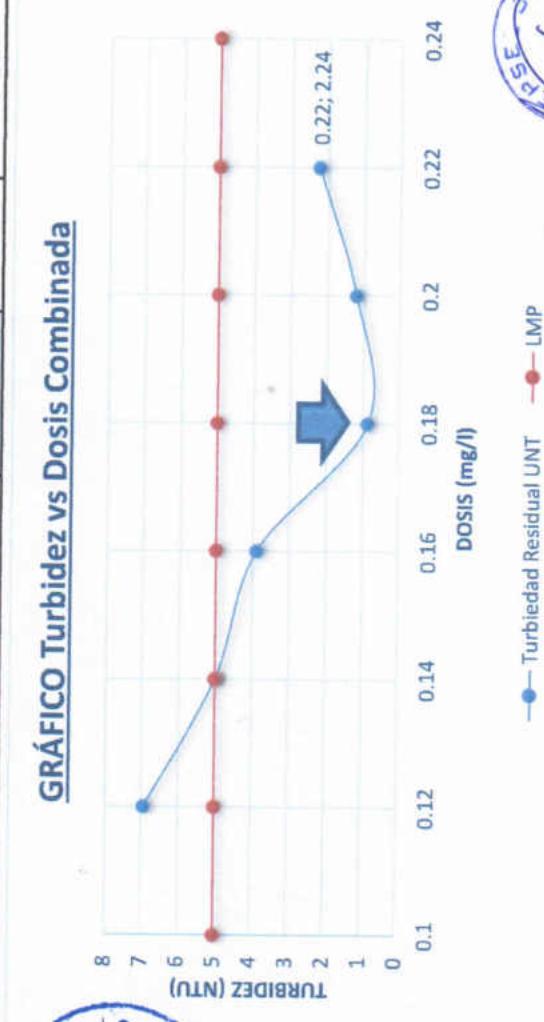
Dosis óptima: 24mg/L. de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 24 mg/L + 0.18 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.86 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	24	24	24	24	24	24
DOSIS Pol. mg/l.	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22
TURB. RESID.	6.94	5	3.88	0.86	1.2	2.24
TURB INICIAL	120.3	120.3	120.3	120.3	120.3	120.3
% REMOCION	94%	96%	97%	99%	99%	98%

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



LMP

DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

Fuente: Río Chancay - Laguna Boró I.

**REPETICIÓN 1**

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA											
J	A	R	NTU	°C	μS/cm	Tiempo: 60 seg.	Velocidad: 300 RPM	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total: 15 min	Velocidad: 40 RPM	Tiempo: 15 min	Velocidad: 0 RPM	Coagulante Residual (mg/l)	
J	A	R	137.12	24.2	377	Alcal. Total	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 mg/l	Ayudante Floculación Polímero Volumen (ml)	Indice de Wilcomb	pH	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual (mg/l)	
1	8.09	236	236	24	4.8				30	2	8.00	15	10.47	
2	8.09	236	236	26	5.2				20	4	7.94	15	0.172	
3	8.09	236	236	28	5.6				20	6	7.84	15	0.178	
4	8.09	236	30	6					15	6	7.79	15	0.182	
5	8.09	236	32	6.4					15	6	7.69	15	0.189	
6	8.09	236	34	6.8					15	6	7.65	15	0.192	
													0.198	

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

.....

Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 30 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 30 mg/L, se logra un agua decantada menor 4.03 NTU.

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO**

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	24	10.47	137.12	92%
2	26	7.24	137.12	95%
3	30	6.54	137.12	97%
4	32	4.03	137.12	96%
5	34	5.66	137.12	96%

15.00



10.00



**GRÁFICO Turbidez vs Dosis**





PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 2

REFERTORIO 2										Fecha:	03/03/2025		
AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:		137.12	NTU	MEZCLA RAPIDA				FLOCCULACIÓN		SEDIMENTACIÓN			
Temporatura:	24.2	°C	Alcal.	60	seg.	Volumen de Jarras	Tiempo total :	15	min	Tiempo:	15	min	
Conductividad:	377	µS/cm	Total	300	RPM	2,000 ml	Velocidad:	40	RPM	Velocidad:	0	RPM	
J	A	pH	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)2 (mg/l)	Coagulante Sulfato Al Al2(SO4)3 (mg/l)	Ayudante Floculación Polímero (mg/l)	Ayudante Floculación Polímero (mg/l)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
1	A	8.09	236	24	4.8		30		2	7.98	15	10.30	
2	R	8.09	236	26	5.2		20		4	7.92	15	7.21	
3	R	8.09	236	28	5.6		20		4	7.85	15	6.48	
4	A	8.09	236	30	6		15		6	7.75	15	4.00	
5		8.09	236	32	6.4		15		6	7.65	15	5.42	
6		8.09	236	34	6.8		15		6	7.60	15	5.13	

#### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

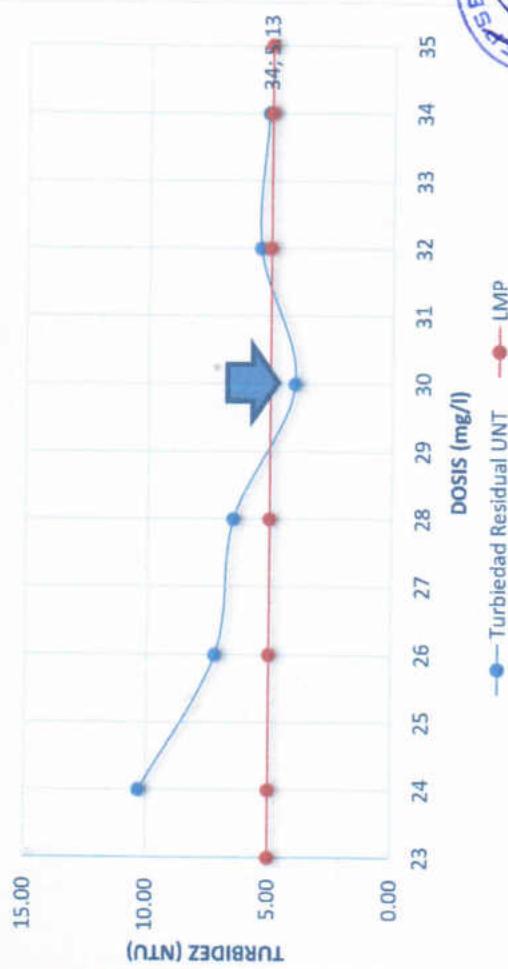
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 30 mg/L de Sulfato de Aluminio

**NOTA.-** Con la dosis de 30 mg/L se logra un agua decantada menor 400 NTU.



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



A circular blue ink stamp. The text "BOB GERNCIAN" is curved along the top inner edge, "PRODUCTION" is in the center, and "CHICAGO" is curved along the bottom right inner edge. There is a large, faint, handwritten signature "D.G." overlaid on the stamp.

REMOCIÓN DE TIBBIE DAD CON SU ESTADO DE ALIMIENTO

ESTUDIO DE FORMACIONES CON SULFATO DE ALUMINIO					
Nº JARRAS	1	2	3	4	5
DOSIS - mg/L	24	26	28	30	32
TURB. RESID.	10.3	7.21	6.48	4	5.42
TURB INICIAL	137.12	137.12	137.12	137.12	137.12
% REMOCION	92%	95%	95%	97%	96%

## PRUEBA DE JARRAS-PTAP N° 01

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA									SEDIMENTACIÓN		
J	A A R R A	pH	NTU	°C	Tiempo: seg. RPM	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total: min RPM	Velocidad: 40	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
1	8.09	236	137.12	24.2	60 300	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> mg/l	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml) (mg/l)	Tiempo de Formación del Floc. seg.	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
2	8.09	236	137.12	24.2	60 300	236	24	4.8	30	2	7.94	15	10.39	0.173
3	8.09	236	137.12	24.2	60 300	236	26	5.2	20	4	7.90	15	7.17	0.177
4	8.09	236	137.12	24.2	60 300	236	28	5.6	20	4	7.84	15	6.51	0.185
5	8.09	236	137.12	24.2	60 300	236	30	6	15	6	7.74	15	3.88	0.189
6	8.09	236	137.12	24.2	60 300	236	32	6.4	15	6	7.69	15	5.57	0.191
							346	6.8	15	6	7.62	15	5.26	0.196

### OTRAS OBSERVACIONES:

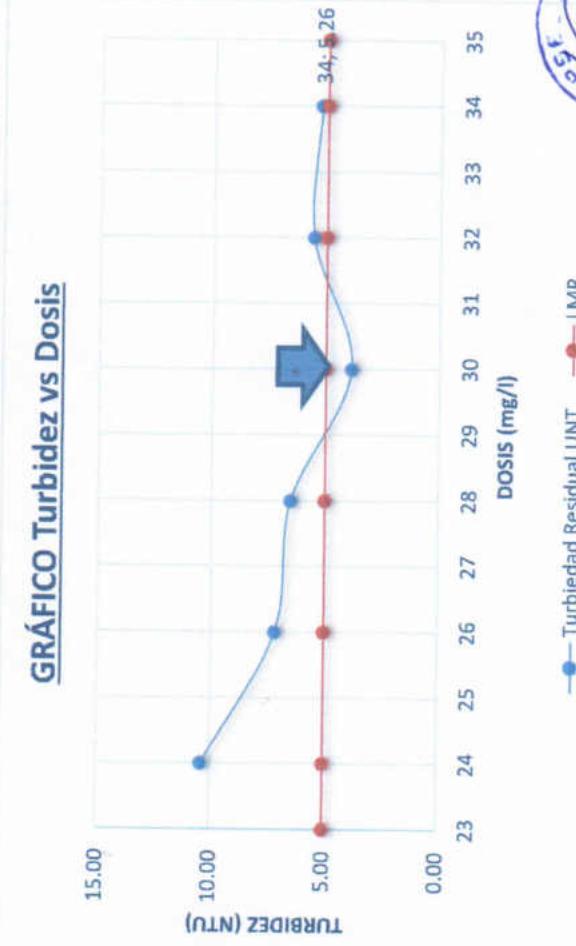
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 30 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 30 mg/L se logra un agua decantada menor 3.88 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON EL SULFATO DE ALUMNIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	TURB. RESIDUAL UNT	DOSIS (mg/l)
1	2	7.17	137.12	95%	3.88	5.57
2	26	6.51	137.12	97%	3.2	5.26
3	30	137.12	137.12	96%	3.4	3.4



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA PRODUCCIÓN  
SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

Fuente Rio Chancay - Laguna Baró I.

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:	137.12	NTU	MEZCLA RÁPIDA											
Temperatura:	24.2	°C	Tiempo:	60	seg.	Volumen de Jarras	2,000 ml		Timeo total:	15	min	Velocidad:	40	RPM
Conductividad :	377	µS/cm	Velocidad:	300	RPM	Ayudante	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen.	Turbiedad Residual	Color Residual	Velocidad:	15	min RPM
J	A	pH	Alcal.	Coagulante	Ayudante	Flocculación	Wilcomb		min	UNT	U.C.			
A	R	Total	Sulfato Al	Sulfato Al	Ayudante	Flocculación	Polímero							
R	R	mg/l	Al2(SO4)2	Al2(SO4)3	mg/l	Polímero	Val (ml)							
A	A		mg/l	Vol (ml)										
1	8.09	236	24	4.8				2	7.98	15				0.172
2	8.09	236	26	5.2				25	4	7.91	15			0.179
3	8.09	236	28	5.6				20	4	7.85	15			0.180
4	8.09	236	30	6.0				20	6	7.77	12	3.97		0.186
5	8.09	236	32	6.4				15	6	7.65	12	5.61		0.192
6	8.09	236	34	6.8				20	6	7.60	15	5.30		0.196

OTRAS OBSERVACIONES:

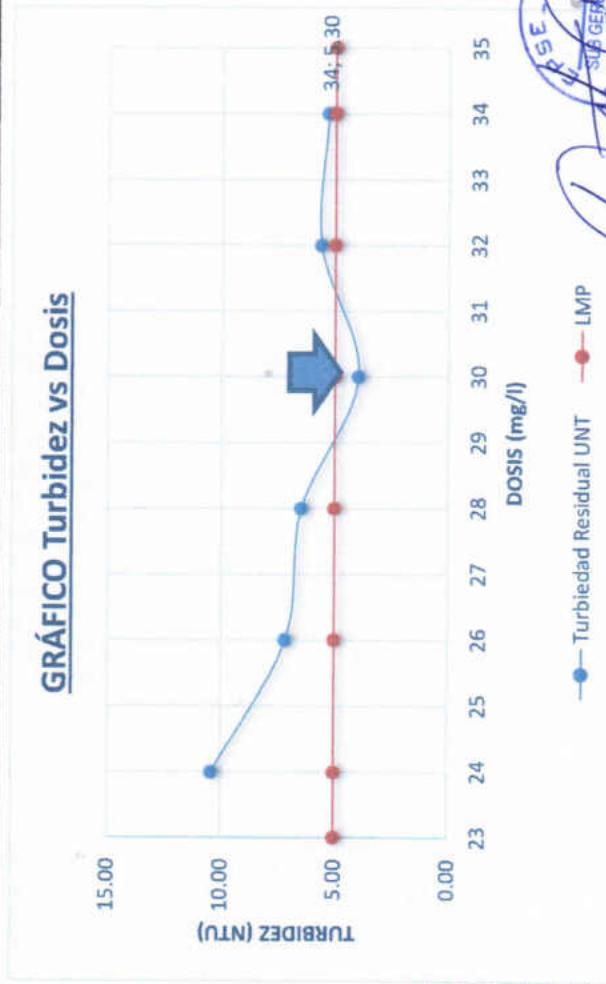
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 30 mg/L de Sulfato de Aluminio.  
NOTA.- Con la dosis de 30 mg/L, se logra un agua decantada menor 3.97 NTU.

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6	0.00	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
DOSIS - mg/L	24	26	28	30	32	34															
TURB. RESID.	10.4	7.16	6.46	3.97	5.61	5.3															
TURB INICIAL	137.12	137.12	137.12	137.12	137.12	137.12															
% REMOCIÓN	92%	95%	95%	97%	96%	96%															

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis**



*(Handwritten signatures and stamp)*

DOSIS (mg/l)

— Turbiedad Residual UNT

● LMP

10.00

15.00



34; 5.30

**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO**

Río Chancay - Laguna Boró I.

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

**REPETICIÓN 5**

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			SEDIMENTACIÓN					
			MEZCLA RÁPIDA						Tiempo total : 15 min			Tiempo: 15 min			Velocidad: 0 RPM		
J	A	pH	NTU	°C	μS/cm	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2$ mg/l	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml) mg/l	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml) mg/l	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Turbiedad Residual mg/l	Velocidad: 0 RPM
J	A	8.09	137.12	24.2	377	236	24	4.8	236	300	60	seg.	2,000 ml	Volumen de Jarras	Velocidad:	0,196	
A	R	8.09	24.2	24.2	377	236	26	5.2	236	300	60	seg.	2,000 ml	Volumen de Jarras	Velocidad:	0,196	
R	R	8.09	24.2	24.2	377	236	28	5.6	236	300	60	seg.	2,000 ml	Volumen de Jarras	Velocidad:	0,196	
R	A	8.09	24.2	24.2	377	236	30	6.0	236	300	60	seg.	2,000 ml	Volumen de Jarras	Velocidad:	0,196	
1	8.09	8.09	24.2	24.2	377	236	32	6.4	236	300	60	seg.	2,000 ml	Volumen de Jarras	Velocidad:	0,196	
2	8.09	8.09	24.2	24.2	377	236	34	6.8	236	300	60	seg.	2,000 ml	Volumen de Jarras	Velocidad:	0,196	
3	8.09	8.09	24.2	24.2	377	236	34	6.8	236	300	60	seg.	2,000 ml	Volumen de Jarras	Velocidad:	0,196	
4	8.09	8.09	24.2	24.2	377	236	30	6.0	236	300	60	seg.	2,000 ml	Volumen de Jarras	Velocidad:	0,196	
5	8.09	8.09	24.2	24.2	377	236	32	6.4	236	300	60	seg.	2,000 ml	Volumen de Jarras	Velocidad:	0,196	
6	8.09	8.09	24.2	24.2	377	236	34	6.8	236	300	60	seg.	2,000 ml	Volumen de Jarras	Velocidad:	0,196	

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
 Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
 .....  
 Temperatura del Agua 25°C



TURBIDEZ (NTU)

15.00

10.00

5.00



Dosis óptima: 30 mg/l. de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 30 mg/l, se logra un agua decantada menor 3.92 NTU.

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO**

Nº JARRAS	DOSIS - mg/l	TURB. RESID.	TURB. INICIAL	% REMOCIÓN	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LIMP
1	24	7.2	137.12	95%	30	3.92	97%
2	26	6.52	137.12	95%	32	5.48	96%
3	30	137.12	137.12	95%	34	5.19	96%
4	34	137.12	137.12	95%	35	5.19	96%



DOSIS (mg/l)

Turbiedad Residual UNT

LIMP

Tiempo: 15 min

Tiempo: 15 min

Tiempo: 15 min



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N° 01

REPETICIÓN 1

7/03/2025

REFICIÓN 1										AGUA SEDIMENTADA			
AGUA CRUDA					DOSIFICACION mg/l					OBSERVACIONES VISUALES			
Turbiedad:	132.74	NTU	MEZCLA RAPIDA				FLOCULACION				SEDIMENTACIÓN		
Temperatura:	24.3	°C	Tiempo:		60	seg.	Tiempo total :		15	min	Tiempo:	15	min
Conductividad:	388	µS/cm	Velocidad:		300	RPM	Velocidad:		40	RPM	Velocidad:	0	RPM
J	A	R	R	A	Alcal.	Total	Ayudante	Floculación	Indice de Wilcomb	Tiempo Sedimen.	Color Residual	Coagulante Residual	mg/l
						mg/l		Vol (ml)	pH	min	UNT		
					Coagulante	Sulfato Al	Ayudante	Floculación	Formación del Floc				
						mg/l		Vol (ml)	seg.				
1		8.20			26	5.2	0.12	0.48	10	6	8.15	15	4.52
2		8.20			26	5.2	0.14	0.56	10	6	8.01	15	3.12
3		8.20			26	5.2	0.16	0.64	10	8	7.92	15	1.12
4		8.20			26	5.2	0.18	0.72	10	8	7.87	15	0.74
5		8.20			26	5.2	0.2	0.8	10	8	7.77	15	2
6		8.20			26	5.2	0.22	0.88	10	6	7.72	15	2.12

OTRAS OBSERVACIONES:

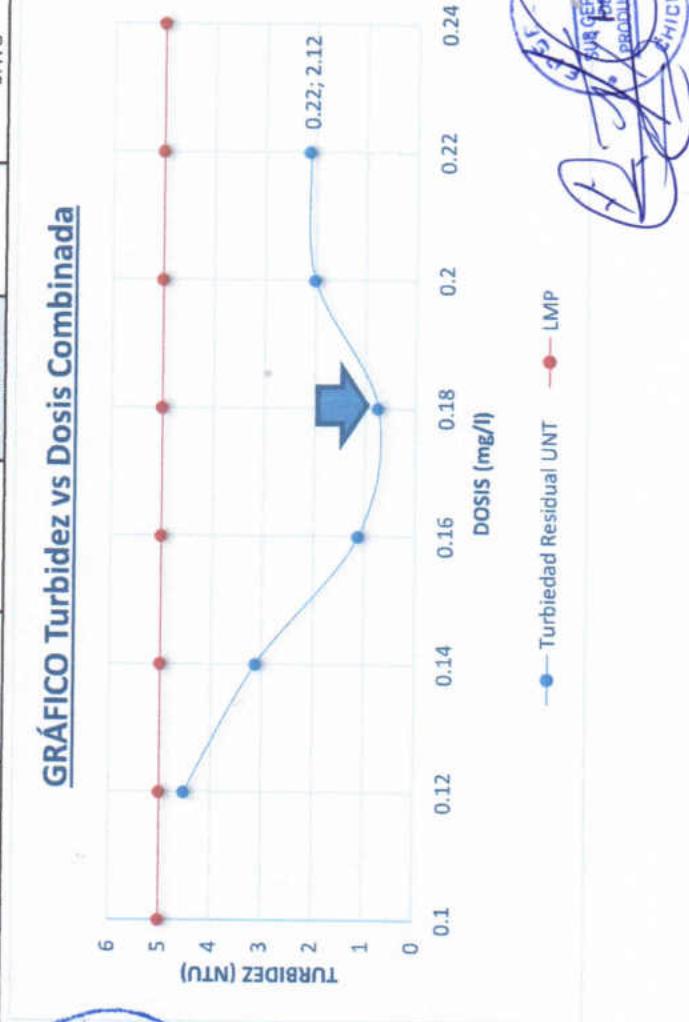
Ordens da administração devem ser emitidas em nome do presidente.

Sistemas de Almacenamiento

Sulfato de Aluminio al 1 % W/W  
Polímero Catiónico al 0,5% W/W

Dosis óptima: 26 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/l de polímero

**NOTA.** Con dosis de 26 mg/L + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.74 NTU



REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO y POLIMERO CATIONICO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	26	26	26	26	26	26
DOSIS Pol. mg/l.	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22
TURB. RESID.	4.52	3.12	1.12	0.74	2	2.12
TURB. INICIAL	132.74	132.74	132.74	132.74	132.74	132.74
% REMOCION	97%	98%	99%	99%	98%	98%



**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Fuente: Río Chancay - Laguna Borá I.

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

**REPETICIÓN 2**

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RAPIDA						SEDIMENTACIÓN		
J	A	R	Tiempo:	60 seg.	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml		Tiempo total :	15 min	Tiempo:
	pH	°C	Velocidad:	300					Velocidad:	40 RPM	0 min
1	8.20	24.3	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Vol (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Coagulante Residual mg/l
2	8.20		388	26	5.2	0.12	0.48	10	6	8.12	0.178
3	8.20			26	5.2	0.14	0.56	10	6	7.98	0.178
4	8.20			26	5.2	0.16	0.64	10	8	7.84	0.177
5	8.20			26	5.2	0.18	0.72	10	8	7.79	0.179
6	8.20			26	5.2	0.20	0.8	10	8	7.72	0.178
				26	5.2	0.22	0.88	10	6	7.69	0.179
											0.179

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

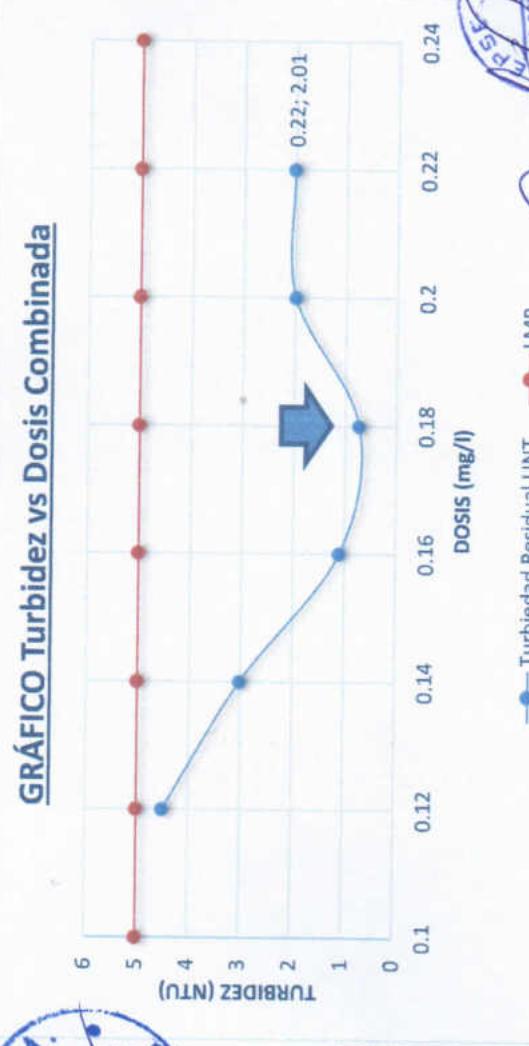
Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 26 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 26 mg/L + 0.18 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 0.72 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Poli. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	26	0.12	4.5	132.74	97%
2	26	0.14	3.01	132.74	98%
3	26	0.16	1.1	132.74	99%
4	26	0.18	0.72	132.74	99%
5	26	0.2	0.72	132.74	99%
6	26	0.22	0.72	132.74	99%
					98%



**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**

**SEL S.A.**  
**REFACCINA  
SOCIETAT DE  
FABRICACIÓ  
CIF: C-10**

**VERIFICACIÓN  
SUB GERENCIA  
DE PRODUCCIÓN  
CHICLAYO**

**DOSIS (mg/l)**

**TURBIEDAD Residual UNT**

**LMP**

**Borá**

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l						OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA						
			MEZCLA RAPIDA						FLOCULACION			SEDIMENTACION						
J	A	R	NTU	°C	Tiempo:	60	seg.	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Tiempo total:	15	min	RPM	Tiempo:	15	min	
			Alcal.	Coagulante	Coagulante	Ayudante	Ayudante	Indice de	Indice de	Color	Tiempo	Sedimen.	Turbiedad	Color	Residual	Residual	Coagulante	
J	A	R	Total	Sulfato Al	Sulfato Al	Flocculación	Flocculación	Wilcomb	Wilcomb	U.C.	min	min	Residual	UNT	UNT	UNT	Residual	mg/l
			mg/l	mg/l	Val (ml)	mg/l	Val (ml)	seg.	seg.	U.C.							RPM	
1	8.20		26	5.2	0.12	0.48	12	6	8.05	4.47							0.177	
2	8.20		26	5.2	0.14	0.56	12	6	7.99	15							0.178	
3	8.20		26	5.2	0.16	0.64	12	8	7.87	15							0.177	
4	8.20		26	5.2	0.18	0.72	12	8	7.77	15							0.179	
5	8.20		26	5.2	0.2	0.8	12	8	7.71	15							0.177	
6	8.20		26	5.2	0.22	0.88	12	6	7.69	15							0.178	

### OTRAS OBSERVACIONES:

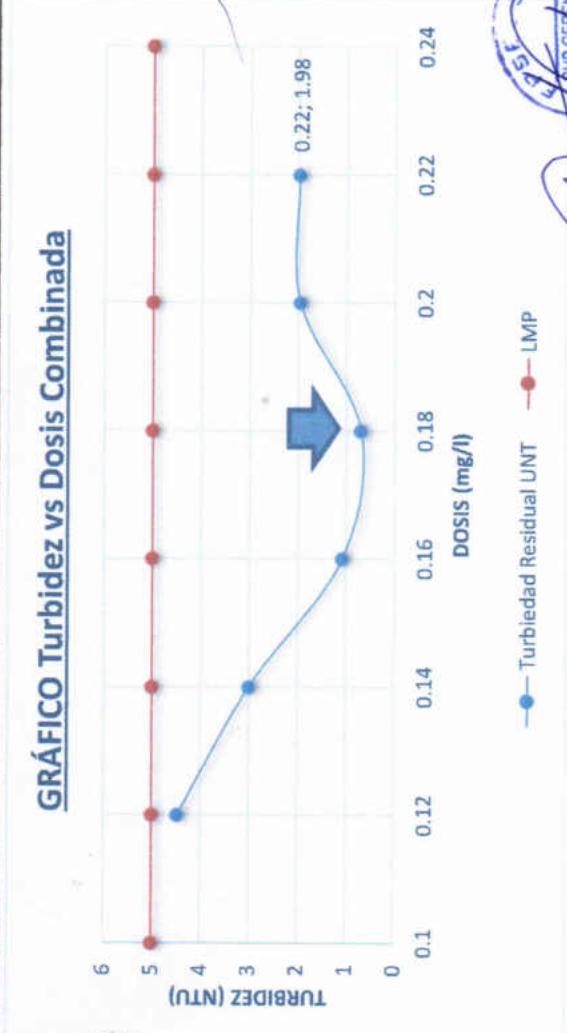
Orden de aplicación de los productos químicos.  
 Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
 Polímero Cationico al 0.5% W/V

NOTA.- Con dosis de 26 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.70 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Poli. mg/l	TURB. RESID.	TURB. INICIAL	% REMOCION
1	26	0.12	26	132.74	97%
2	26	0.14	26	132.74	98%
3	0.16	0.18	0.7	132.74	99%
4	0.2	0.22	1.96	132.74	99%
5	0.26	0.26	26	26	99%

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



— Turbiedad Residual UNT  
— LMP

15/03/2025  
SUBGERENCIA DE PROTECCIÓN CIVIL  
LMP  
CHICLAYO



**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Río Chancay - Laguna Boró I.  
Fuente

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA				SEDIMENTACIÓN			
				MEZCLA RAPIDA								FLOCULACION				SEDIMENTACIÓN			
J	A	R	R	NTU	°C	μS/cm	Alcal.	Coagulante	Coagulante	Ayudante	Tiempo de	pH	Tiempo total :	15	min	Tiempo:	15	min	RPM
			A	Total			Sulfato Al	Sulfato Al	Flocculación	Flocculación	Formación		40	40	RPM	Velocidad:	0	RPM	
			A	mg/l			mg/l	mg/l	mg/l	Vol (ml)	del Floc					Velocidad:	0	RPM	
1		8.20		26			5.2	0.12	0.48	10	6	8.12				15		0.178	
2		8.20		26			5.2	0.14	0.56	10	6	8.01				15		0.177	
3		8.20		26			5.2	0.16	0.64	10	8	7.94				15		0.179	
4		8.20		26			5.2	0.18	0.72	10	8	7.87				15		0.177	
5		8.20		26			5.2	0.2	0.8	15	6	7.74				15		0.178	
6		8.20		26			5.2	0.22	0.88	15	6	7.70				15		0.179	

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

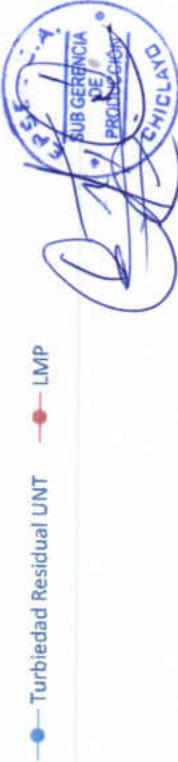
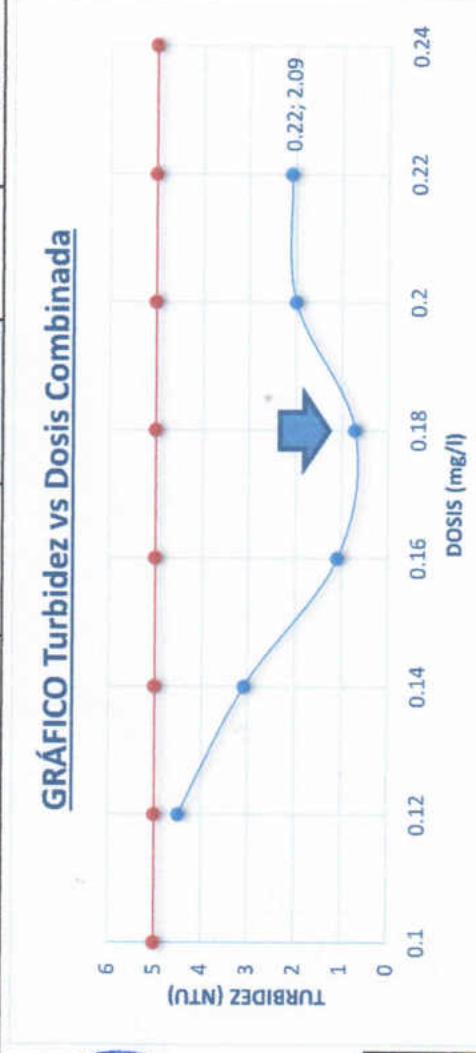
Dosis óptima: 26 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero

NOTA.- Con dosis de 26 mg/L + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.71 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6	DOSIS SA mg/l	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	DOSIS (mg/l)	0.2	0.22	0.24
DOSIS SA mg/l	26	26	26	26	26	26	DOSIS Pol. mg/l	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	0.24	0.26	0.28
DOSIS Pol. mg/l	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	TURB. RESID.	4.49	3.08	1.08	0.71	1.99	2.09	2.09	2.09	2.09
TURB. RESID.	4.49	3.08	1.08	0.71	1.99	2.09	TURB INICIAL	132.74	132.74	132.74	132.74	132.74	132.74	132.74	132.74	132.74
TURB INICIAL	132.74	132.74	132.74	132.74	132.74	132.74	% REMOCION	97%	98%	99%	99%	99%	98%	98%	98%	98%

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 5

Fecha: 08/03/2025

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RAPIDA						FLOCUACION		
J	A	NTU	Tiempo: 60 seg.	Velocidad: 300 RPM	Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total: 15 min	Velocidad: 40 RPM	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
J	A	pH	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Val (ml)	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Val (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	
1	8.20	26	5.2	0.12	0.48	10	6	8.17	15	4.50	0.177
2	8.20	26	5.2	0.14	0.56	10	6	8.02	15	3.10	0.178
3	8.20	26	5.2	0.16	0.64	10	8	7.92	15	1.1	0.177
4	8.20	26	5.2	0.18	0.72	10	8	7.87	15	0.72	0.179
5	8.20	26	5.2	0.20	0.8	15	6	7.77	15	2.00	0.179
6	8.20	26	5.2	0.22	0.88	15	6	7.68	15	1.99	0.177

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

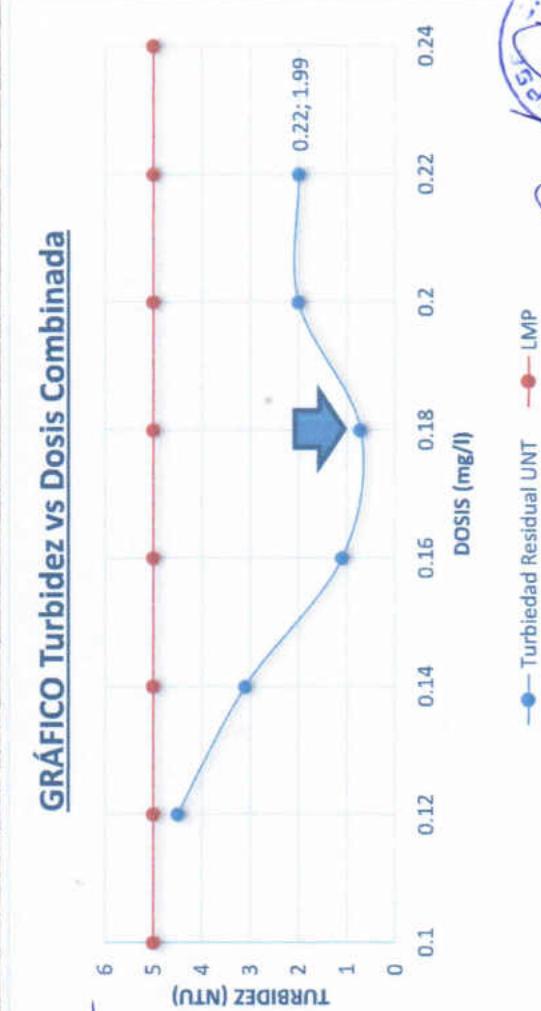
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 26 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero

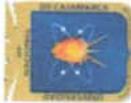
NOTA.- Con dosis de 26 mg/L + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 0.72 NTU

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Poli. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	26	0.12	26	132.74	97%	0.12	0.14	0.2
2	26	0.14	26	132.74	98%	0.16	0.18	0.22
3	26	0.16	26	132.74	99%	0.2	0.22	0.24
4	31	0.18	2	132.74	99%	0.22	1.99	
5	31	0.20	2	132.74	99%	0.22	1.99	
6	31	0.22	2	132.74	99%	0.22	1.99	

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



25  
SUBGERENCIA  
PRODUCCION  
CHICLAYO



REPETICIÓN 1

## OTRAS OBSERVACIONES:

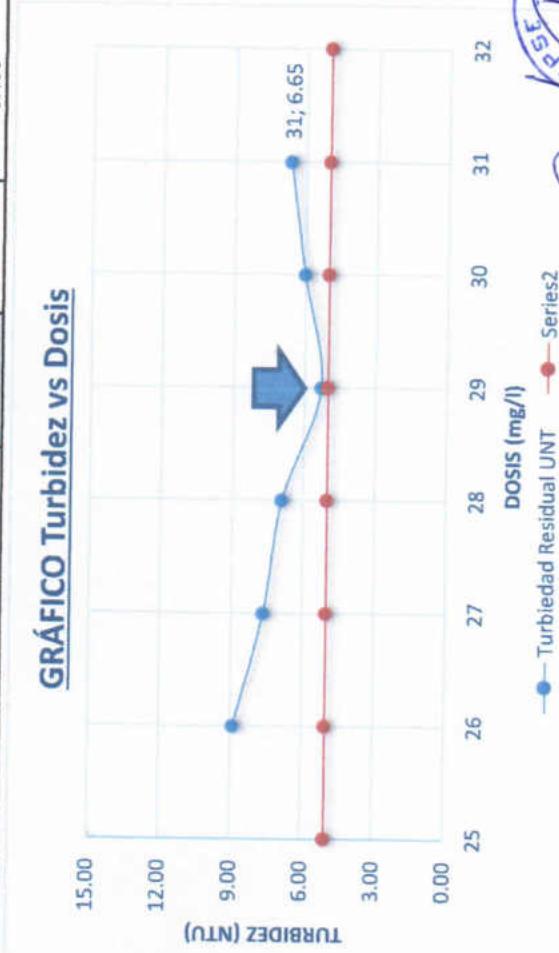
Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Temperature at Aus 35°C

Dosis óptima: 29 mg/L de Sulfato de Aluminio

**NOTA** - Con la dosis de 28 mg/l se logra un efecto disminuyendo el pH.



**NOTA** - Con la dosis de 28 mg/l se logra un efecto disminuyendo el pH.

REMEMBRANAS DE LA EXPRESIÓN DE TIERRA Y EL HUMOR

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	26	27	28	29	30	31
TURB. RESID.	8.89	7.64	6.9	5.3	6.02	6.65
TURB INICIAL	156.6	156.6	156.6	156.6	156.6	156.6
% REMOCION	94%	95%	96%	97%	96%	96%

A circular blue ink stamp. The outer ring contains the text "SUBBUREAU OF PROHIBITION" at the top and "CHICAGO" at the bottom. In the center, there is handwritten text: "256" on the left, "74" on the right, and "JULY" at the bottom.



Universidad  
Nacional de  
Cajamarca  
"Plataforma de la Universidad Peruana"

DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

Rio Chancay - Laguna Borrillo

Fuente

REPETICIÓN 2

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				SEDIMENTACIÓN			
Turbiedad:	156.6	NTU		MEZCLA RAPIDA								AGUA SEDIMENTADA			
Temperatura:	24.7	°C	Alcal.	Coagulante	Sulfato Al	Ayudante	Indice de Wilcomb	Tiempo total:	15	min	Tiempo:	15	min	Coagulante Residual mg/l	
Conductividad:	289	µS/cm	Total	60	seg.	Volumen de Jarras	Tiempo de Sedimentación:	40	RPM	Velocidad:	0	Velocidad:	0	RPM	
J	A	pH	mg/l	Alcal.	seg.	2,000 ml	Velocidad:	40	RPM	Velocidad:	0	Velocidad:	0	RPM	
	A			Coagulante											
	R			Sulfato Al											
	R			Al2(SO4)2											
	A			Al2(SO4)3											
				Vol (ml)											
				(mg/l)											
1	7.95		314	26	5.2			30		2	7.91	15	8.92		0.175
2	7.95		314	27	5.4			20		4	7.84	15	7.60		0.178
3	7.95		314	28	5.6			20		4	7.74	15	6.94		0.180
4	7.95		314	29	5.8			15		6	7.65	15	5.28		0.185
5	7.95		314	30	6			15		6	7.61	15	6.00		0.192
6	7.95		314	31	6.2			15		6	7.57	15	6.59		0.194

OTRAS OBSERVACIONES:

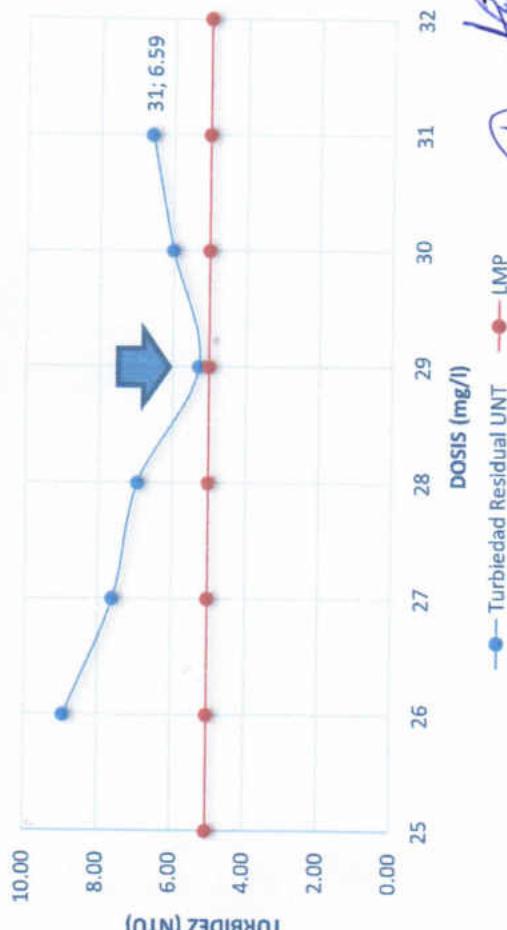
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

THERMOTROPIC POLYMERS 1029

Imparalda Agua 25°C

## OTRAS OBSERVACIONES:

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



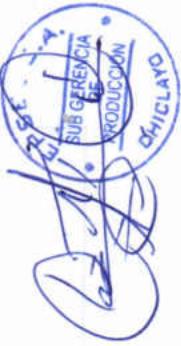
Dosis optima: 29 mg/L de Sulfato de Aluminio.

**NOTA.-** Con la dosis de 29 mg/l., se logra un agua decantada menor 5.28 NTU.

REMOCIÓN DE TURBIDEZ CON SILLATO DE ALUMINIO

CONCENTRACION DE TURBIDEZ CON SULFATO DE ALUMINIO					
Nº JARRAS	1	2	3	4	5
DOSIS - mg/L	26	27	28	29	30
TURB. RESID.	8.92	7.6	6.94	5.28	6
TURB INICIAL	156.6	156.6	156.6	156.6	156.6
% REMOCION	94%	95%	96%	97%	98%

—●— Turbiedad Residual (INT) —●— | MP



## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

### REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA						FLOCULACIÓN		
J	A	R	Tiempo: °C	60	seg. RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Tiempo total:	15	min RPM	SEDIMENTACIÓN
			Conductividad: $\mu\text{S}/\text{cm}$	300				Velocidad:	40		
1	7.95	314	Alcal. Total mg/l	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2$ mg/l	Coagulante Al2(SO4)3 Vol (ml)	Ayudante Floculación Polímero (mg/l)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	30	2	7.88
2	7.95	314	289	26	5.2	5.4		20	4	7.80	15
3	7.95	314		27					20	4	7.74
4	7.95	314		28	5.6				15	6	7.64
5	7.95	314		29	5.8				15	6	7.69
6	7.95	314		30	6.0				15	6	7.62
				31	6.2				15	6	6.60
											0.195

### OTRAS OBSERVACIONES:

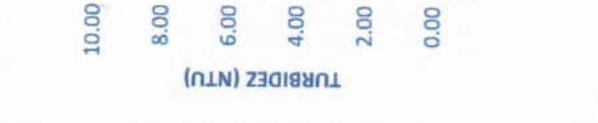
Orden de aplicación de los productos químicos.  
 Sulfato de Aluminio al 1% W/V  
 .....  
 Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 29 mg/L de Sulfato de Aluminio.

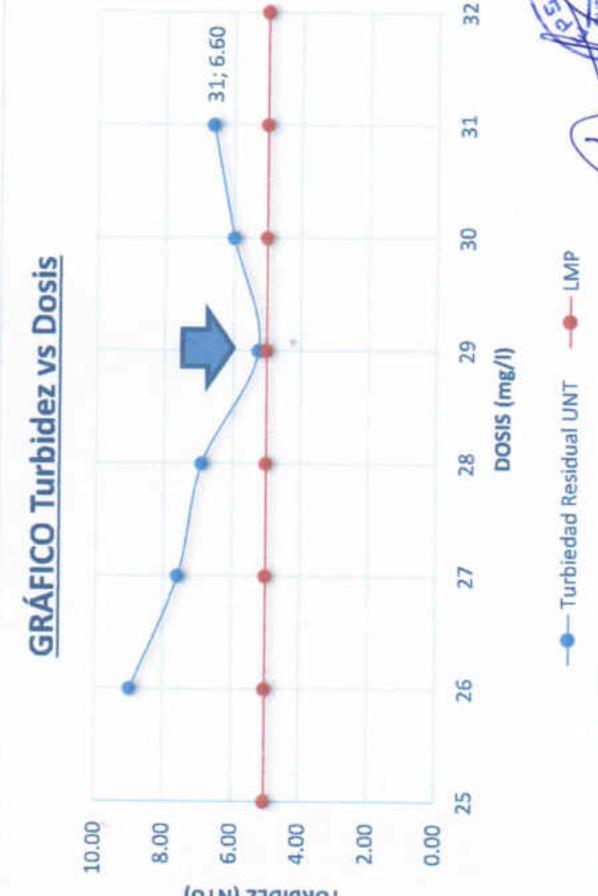
NOTA.- Con la dosis de 29 mg/L se logra un agua decantada menor 5.25 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON EL SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	2	8.96	156.6	94%	26	7.58	27
	27	7.58	156.6	95%	28	6.89	29
	29	5.25	156.6	96%	30	5.98	30
	31	5.98	156.6	96%	31	6.6	31
					32		32



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



QSF  
 SUB GERENCIA  
 PRODUCCIÓN  
 CHICLAYO

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

**REPETICIÓN 4**

AGUA CRUDA				DOSIFICACIÓN mg/l				OBSERVACIONES VISUALES		FLOCULACIÓN				AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:		156.6 NTU	NTU	MEZCLA RÁPIDA				Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total : 15 min	40 RPM	Tiempo : 15 min	15 min	Turbiedad Residual U.C.	Calar Residual	Coagulante Residual mg/l	
J	A	pH	°C	Tiempo: 60 seg.	RPM: 300	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2$ mg/l	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mg/l	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Tiempo: 15 min	15 min	RPM
1	7.95	314	26	5.2						30	2	7.92	15	8.90		0.176
2	7.95	314	27	5.4						25	4	7.85	15	7.62		0.179
3	7.95	314	28	5.6						20	4	7.78	15	6.96		0.180
4	7.95	314	29	5.8						20	6	7.67	12	5.23		0.186
5	7.95	314	30	6.0						15	6	7.65	12	5.94		0.192
6	7.95	314	31	6.2						20	6	7.61	15	6.63		0.194

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1% W/V

.....  
Temperatura del Agua 25°C

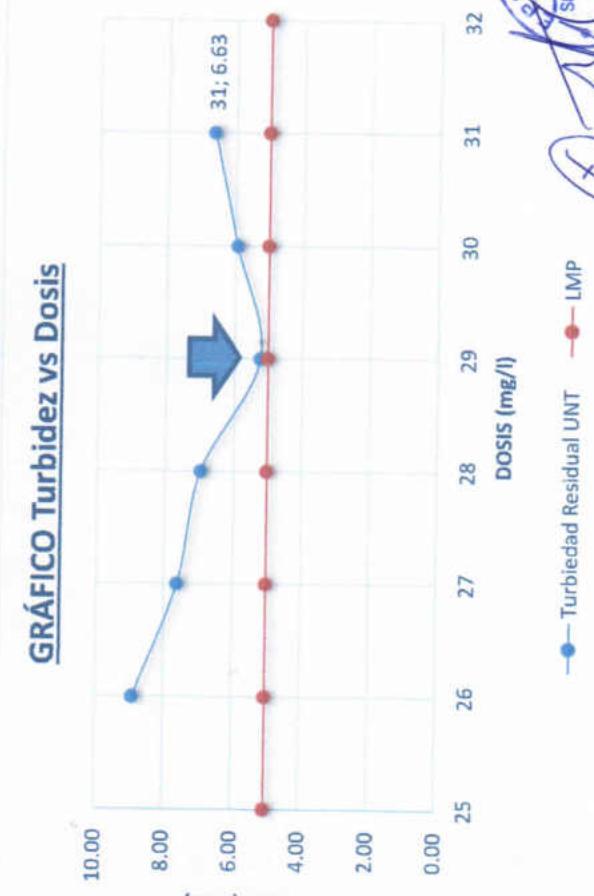
**Dosis óptima: 29 mg/l. de Sulfato de Aluminio.**

NOTA.- Con la dosis de 29 mg/l., se logra un agua decantada menor 5.23 NTU.

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO**

Nº JARRAS	DOSIS - mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)
1	26	8.9	156.6	94%	27
					6.96
					5.23
					5.94
					6.63
					156.6
					156.6
					96%

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis**



*[Handwritten signatures and official stamp of the 'SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LABORATORIOS DE AGUA' (SEL) over the graph area.]*

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA						Tiempo total : 15 min			SEDIMENTACIÓN		
J	A	pH	Total Alcal. mg/l	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2$ mg/l	Coagulante Sulfato Al $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mg/l	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Ayudante Floculación Polímero Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
1	7.95	314	26	5.2				30	2	7.90	15	8.94		0.177
2	7.95	314	27	5.4				20	4	7.85	15	7.68		0.179
3	7.95	314	28	5.6				20	4	7.79	15	6.90		0.180
4	7.95	314	29	5.8				20	6	7.71	15	5.29		0.187
5	7.95	314	30	6				20	6	7.69	15	6.08		0.194
6	7.95	314	31	6.2				20	6	7.62	15	6.61		0.196

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

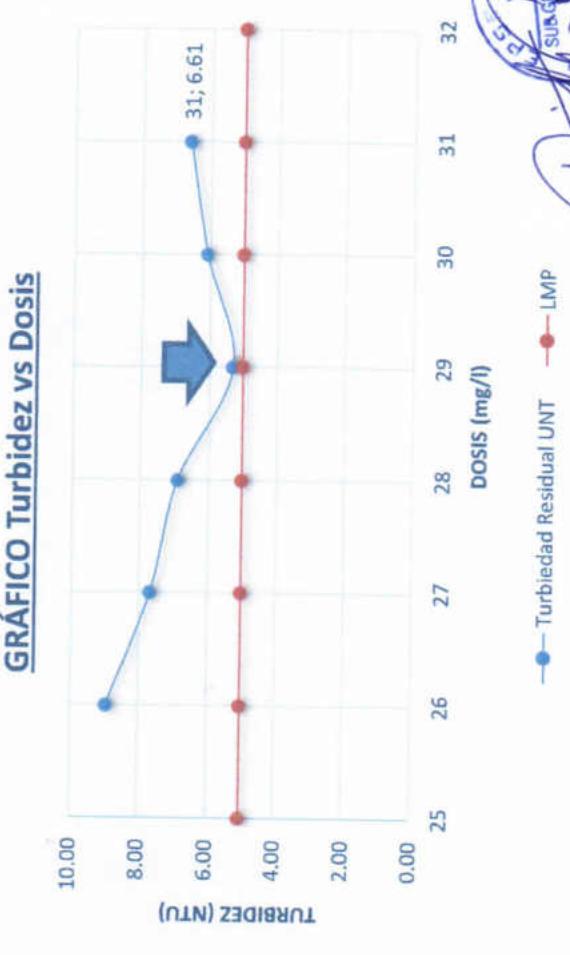
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 29 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 29 mg/L, se logra un agua decantada menor 5.29 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB. INICIAL	% REMOCION
1	26	7.68	156.6	95%
2	27	6.9	156.6	96%
3	28	5.29	156.6	97%
4	29	6.08	156.6	96%
5	30	6.61	156.6	96%
6	31	6.61	156.6	96%



2025  
C. 2  
SUBSENCIA  
PRODUCCIÓN  
OFICILANDO

**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

**PRUEBA DE JARRAS - P TAP N° 01**

**REPETICIÓN 1**

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			SEDIMENTACIÓN			AGUA SEDIMENTADA							
J	A	R	NTU	°C	μSi/cm	Tiempo:	60	seg.	Volumen de Jarras	2,000 ml	Tiempo total:	15	min	Velocidad:	40	RPM	Tiempo:	15	min	Velocidad:	0	RPM
J	A	R	160.42	25.4	300	Alcal.	Coagulante	Coagulante	Indice de	Indice de	Tiempo Sedimen.	Turbiedad	Color	Coagulante								
						Total	Sulfato Al	Sulfato Al	Wilcomb	Wilcomb	min	Residual	Residual	Residual								
						mg/l	mg/l	Vol (ml)	seg.	seg.		UNT	U.C.	mg/l								
1	7.97					27	5.4	0.15	0.6	10	6	7.95	15	5.20								
2	7.97					27	5.4	0.16	0.64	10	6	7.89	15	4.56								
3	7.97					27	5.4	0.17	0.68	10	8	7.77	15	3.20								
4	7.97					27	5.4	0.18	0.72	10	8	7.69	15	1.12								
5	7.97					27	5.4	0.19	0.76	10	6	7.65	15	1.89								
6	7.97					27	5.4	0.2	0.8	10	6	7.60	15	2.12								

**OTRAS OBSERVACIONES:**

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 27 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero

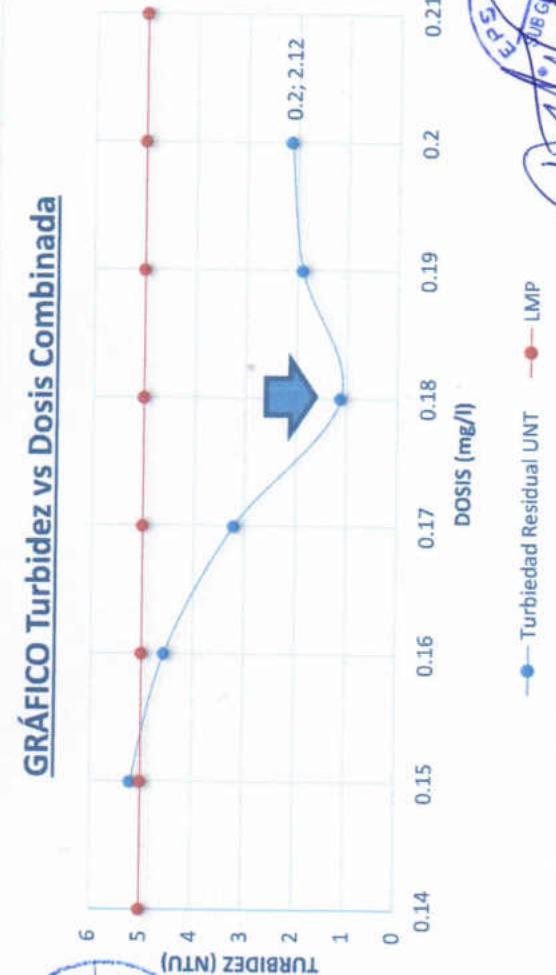
NOTA.- Con dosis de 27 mg/L + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 1.12 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT
1	27	0.16	27	27	97%	0.15	2.12
2	27	0.17	27	27	98%	0.16	1.12
3	3.2	0.18	0.19	0.2	99%	0.17	0.18
4	1.12	0.19	1.89	2.12	99%	0.18	0.19
5	1.12	0.19	1.89	160.42	99%	0.2	0.2
6	27	0.2	27	160.42	99%	0.21	0.21



**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



U. 25  
SUB GRECIA  
PRODUCCION  
CLAYO

LMP



**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICOS SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Fuente Río Chancay - Laguna Boró I.

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

**REPETICIÓN 2**

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACION			SEDIMENTACIÓN AGUA SEDIMENTADA			
			MEZCLA RAPIDA						Tiempo total : 15 min			Tiempo: 15 min			
J	A	R	Tiempo:	60 seg.	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml	Velocidad:	40 RPM	Velocidad:	0 RPM	Tiempo Residual U.C.	Color Residual	Coagulante Residual mg/l	
1	7.97		Coagulante Sulfato Al mg/l	27	5.4	Ayudante Floculación mg/l	0.15	Ayudante Floculación Vol (ml)	0.6	Tiempo de Formación del Flac seg.	10	6	7.92	15	5.17
2	7.97		Sulfato Al mg/l	27	5.4	Ayudante Floculación mg/l	0.16	Ayudante Floculación Vol (ml)	0.64	Tiempo de Formación del Flac seg.	10	6	7.84	15	4.50
3	7.97			27	5.4		0.17		0.68		10	8	7.74	15	3.24
4	7.97			27	5.4		0.18		0.72		10	8	7.69	15	1.15
5	7.97			27	5.4		0.19		0.76		10	8	7.64	15	0.179
6	7.97			27	5.4		0.2		0.8		10	6	7.62	15	0.178
															0.179

**OTRAS OBSERVACIONES:**

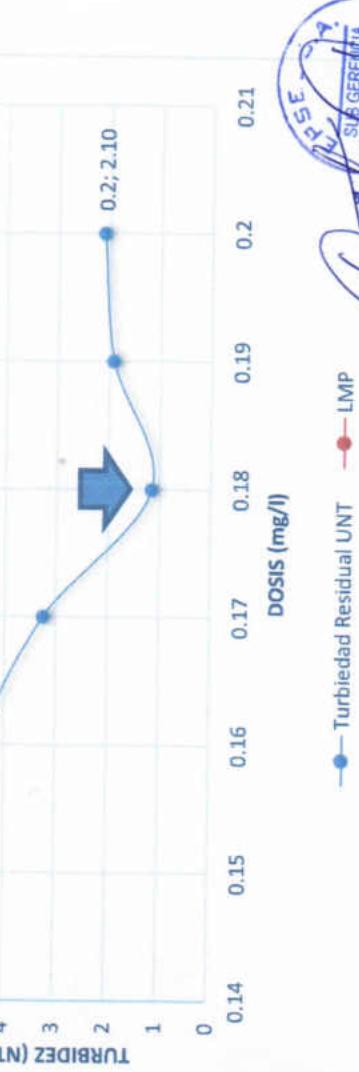
Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Catiónico al 0.5% W/V



**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



Dosis óptima: 27 mg/l. de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/l de polímero

NOTA.- Con dosis de 27 mg/l + 0.18 mg/l de polímero, se logra un agua decantada menor 1.15 NTU

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO**

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l.	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION
1	27	0.15	5.17	160.42	97%
2	27	0.16	4.5	160.42	98%
3	27	0.17	3.24	160.42	99%
4	27	0.18	1.15	160.42	99%
5	27	0.19	1.9	160.42	99%
6	27	0.20	2.1	160.42	99%

— Turbiedad Residual UNT

LIMP



2 SEPT 2014  
SUB GERENCIA DE PRODUCCION Y CONTROL DE CALIDAD  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

0.2; 2.10  
0.15  
0.14  
0.15  
0.16  
0.17  
0.18  
0.19  
0.2  
0.21

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l						OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA							
J	A	R	R	A	NTU °C			MEZCLA RAPIDA			Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total : 15 min	Velocidad: 40 RPM	FLOCULACION			Tiempo: 15 min	Velocidad: 0 RPM	Coagulante Residual mg/l
					Turbiedad:	160.42	25.4	Alcal.	Coagulante Sulfato Al mg/l	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)			Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	
1	7.97				27			5.4	0.15	0.6	12	6	7.90	15	5.15	0.178			
2	7.97				27			5.4	0.16	0.64	12	6	7.84	15	4.52	0.178			
3	7.97				27			5.4	0.17	0.68	12	8	7.78	15	3.28	0.179			
4	7.97				27			5.4	0.18	0.72	12	8	7.71	15	1.18	0.179			
5	7.97				27			5.4	0.19	0.76	12	8	7.65	15	1.92	0.177			
6	7.97				27			5.4	0.2	0.8	12	6	7.59	15	2.18	0.180			

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

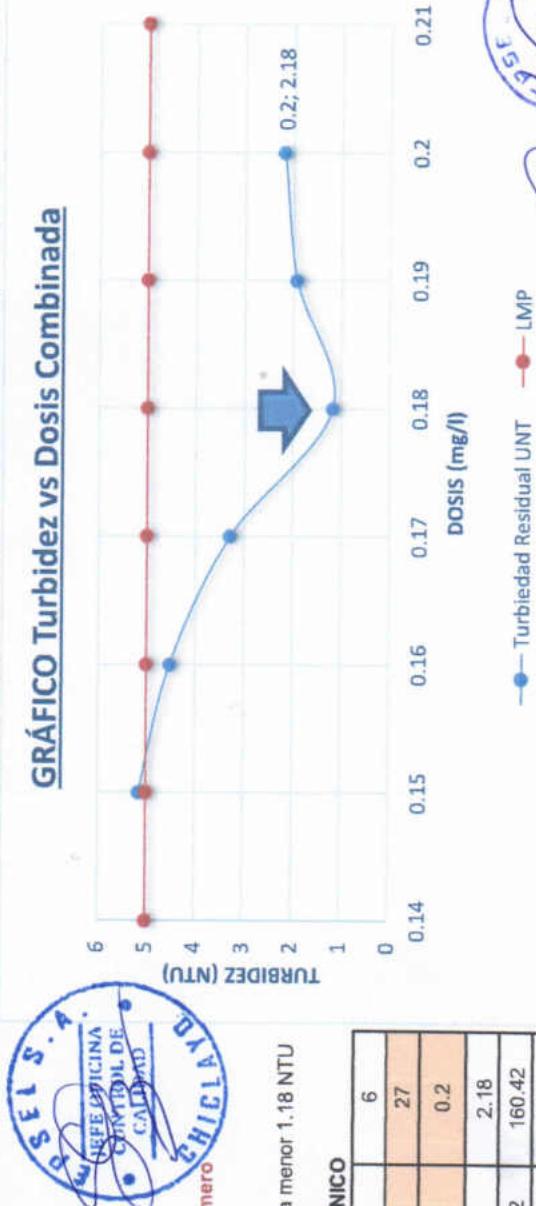
Dosis óptima: 27 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/L de polímero

NOTA.- Con dosis de 27 mg/L + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 1.18 NTU

REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	27	0.16	27	160.42	97%	0.15	0.16	0.17
2	27	0.17	27	160.42	98%	0.18	0.19	0.2
3	27	0.18	27	160.42	99%	0.19	0.18	0.21
4	27	0.19	27	160.42	99%	0.2	0.17	

**GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada**



*[Handwritten signatures and stamp]*

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACION			SEDIMENTACION			AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad:			160.42 NTU			Tiempo: 60 seg.			Tiempo total: 15 min			Tiempo: 15 min			Coagulante Residual mg/l		
Turbiedad:	25.4 °C	μS/cm	Alcal. Total	Coagulante Sulfato Al	Ayudante Floculación mg/l	Coagulante Sulfato Al	Ayudante Floculación mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen, min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Velocidad:	0 RPM	0 min	
Temperatura:	300	μS/cm	mg/l	mg/l	Vol (ml)	mg/l	mg/l	Vol (ml)	seg.	Velocidad:	40 RPM	Velocidad:	0 RPM	Velocidad:	0 RPM	0 min	
Conductividad:	J A R R A	pH	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	seg.	Velocidad:	15 min	Velocidad:	0 RPM	Velocidad:	0 RPM	0 min	
1	7.97			27	5.4	0.15	0.6	10	6	7.91	15	5.22				0.179	
2	7.97			27	5.4	0.16	0.64	10	6	7.84	15	4.58				0.177	
3	7.97			27	5.4	0.17	0.68	10	8	7.78	15	3.19				0.179	
4	7.97			27	5.4	0.18	0.72	10	8	7.73	15	1.20				0.179	
5	7.97			27	5.4	0.19	0.76	15	6	7.64	15	1.98				0.178	
6	7.97			27	5.4	0.2	0.8	15	6	7.62	15	2.11				0.179	

### OTRAS OBSERVACIONES:

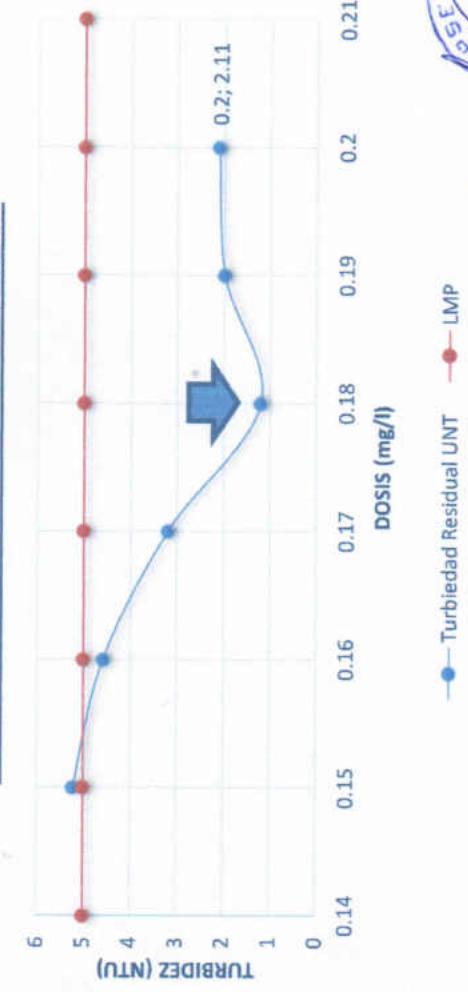
Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



NOTA.- Con dosis de 27 mg/L + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 1.20 NTU

### REMOCION DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Poli. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LIMP
1	27	0.15	27	5.22	97%	0.14	27	●
2	27	0.16	27	160.42	98%	0.15	27	●
3	27	0.17	27	160.42	99%	0.16	27	●
4	27	0.18	1.20	160.42	99%	0.17	1.20	●
5	27	0.19	1.00	160.42	99%	0.18	1.00	●
6	27	0.20	1.00	160.42	99%	0.19	1.00	●
7	27	0.21	1.00	160.42	99%	0.20	1.00	●

25 SEPTIEMBRE 2014  
SUB OFICINA DE PRODUCCION  
CHICLAYO  
D.M.

PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA						DOSIFICACION mg/l						OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA					
Turbiedad:			NTU °C			MEZCLA RAPIDA			seg. RPM			Volumen de Jarras 2,000 ml			FLOCULACION			SEDIMENTACION		
J	A	R	R	A	Alcal.	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al Val (ml)	Ayudante Floculacion mg/l	Ayudante Floculacion Vol (ml)	Tiempo de Formacion del Floc seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Velocidad:	Tiempo:	Velocidad:	Coagulante Residual mg/l	
1	7.97				27	5.4	0.15	0.6	10	6	8.17	15	5.19						0.178	
2	7.97				27	5.4	0.16	0.64	10	6	8.02	15	4.60						0.179	
3	7.97				27	5.4	0.17	0.68	10	8	7.92	15	3.21						0.179	
4	7.97				27	5.4	0.18	0.72	10	8	7.87	15	1.16						0.179	
5	7.97				27	5.4	0.19	0.76	15	6	7.77	15	1.96						0.178	
6	7.97				27	5.4	0.2	0.8	15	6	7.68	15	2.20						0.179	

OTRAS OBSERVACIONES.

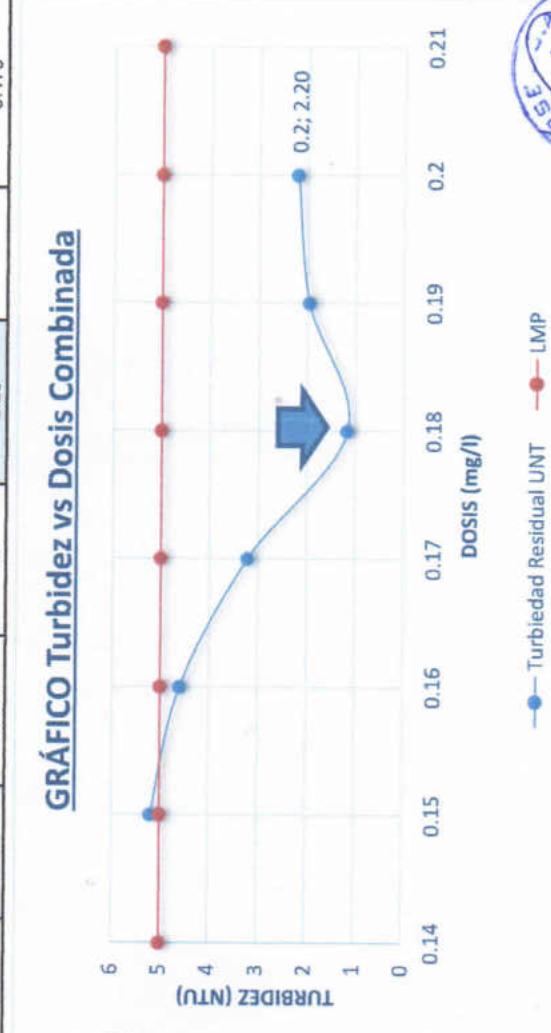
Ordens de anistia da lei nº 3.689

DRAFT 501 FORMS

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Dosis óptima: 27 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.18 mg/l de polímero

**NOTA.** Con dosis de 27 mg/L + 0.18 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 1:16 NTU



CLUB GARENDIA  
PRODUCCIONES  
CHICLAYO

## GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO						
Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS SA mg/l	27	27	27	27	27	27
DOSIS Pol. mg/l.	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2
TURB. RESID.	5.19	4.6	3.21	1.16	1.96	2.2
TURB INICIAL	160.42	160.42	160.42	160.42	160.42	160.42
% REMOCION	97%	97%	98%	99%	99%	99%



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 1

OTRAS OBSERVACIONES.

### **ORDEN DE APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.**

Sulfato de Aluminio al 1 % W/W

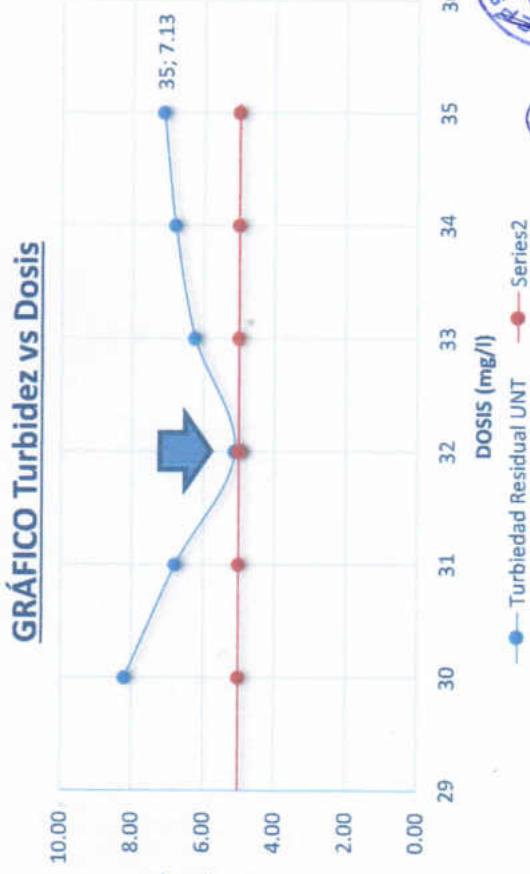
• • • • •

Dosis óptima: 30 mg/L de Sulfato de Aluminio.

**NOTA.-** Con la dosis de 30 mg/L se logra un agua decantada menor 5.11 NTU.



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis



A circular stamp with the text "SUBGERENCIA DE PRODUCCIÓN" around the top edge and "CODELCO CHILE" at the bottom right.

REMOCIÓN DE TURBIDEZ CON SIII EN ESTADO DE ALIMENTACIÓN

Nº JARRAS	1	2	3	4	5	6
DOSIS - mg/L	30	31	32	33	34	35
TURB. RESID.	8.2	6.78	5.11	6.24	6.8	7.13
TURB. INICIAL	197.1	197.1	197.1	197.1	197.1	197.1
% REMOCION	96%	97%	97%	97%	97%	96%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

### REPETICIÓN 2

J	A	R	R	A	AGUA CRUDA		DOSIFICACIÓN mg/l		OBSERVACIONES VISUALES		FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA			
					NTU	NTU °C	60 seg.	300 RPM	Volumen de Jarras 2,000 ml	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Tiempo: 15 min	RPM: 40	Velocidad: 0
1	8.06	289	30	6													
2	8.06	289	31	6.2													
3	8.06	289	32	6.4													
4	8.06	289	33	6.6													
5	8.06	289	34	6.8													
6	8.06	289	35	7													

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1% W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

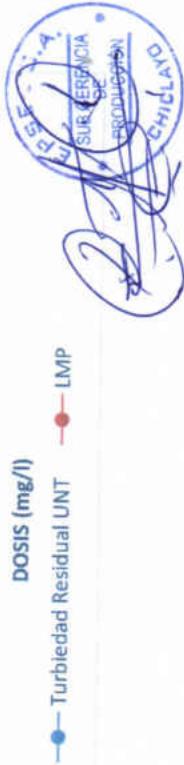
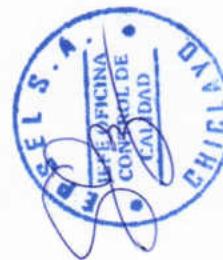
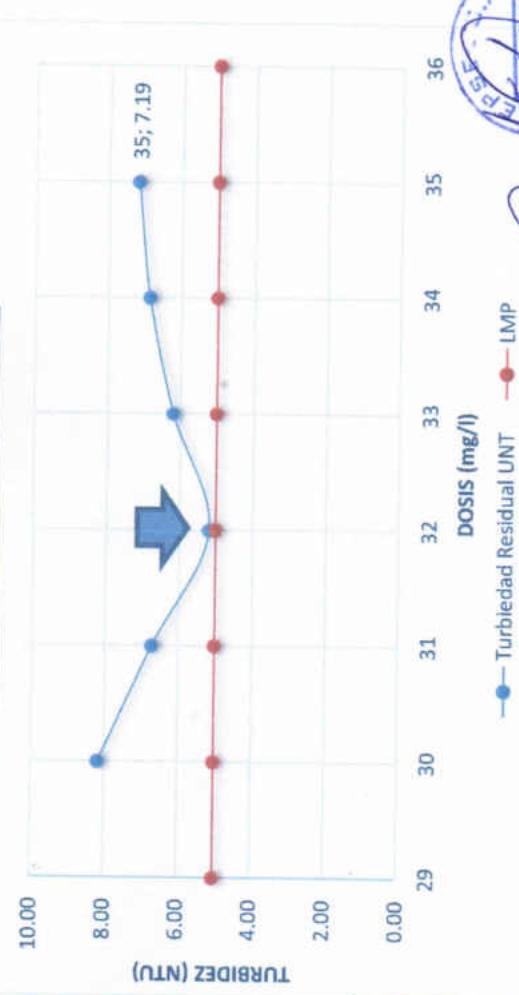
Dosis óptima: 30 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 30 mg/l, se logra un agua decantada menor 5.18 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCIÓN	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	30	8.17	197.1	96%	0.00	35	
2	31	6.72	197.1	97%	29	30	
3	32	5.18	197.1	97%	31	32	
4	33	6.2	197.1	97%	33	33	
5	34	6.87	197.1	97%	34	34	
6	35	7.19	197.1	96%	35	35	36

### GRÁFICO Turbidez vs Dosis



PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA						DOSIFICACIÓN mg/l						OBSERVACIONES VISUALES						AGUA SEDIMENTADA						
Turbiedad:	197.1	NTU	MEZCLA RAPIDA					FLOCULACIÓN					SEDIMENTACIÓN											
Temperatura:	23.5	°C	Alcal.	Total	mg/l	Coagulante	Coagulante	Ayudante	Flocculación	Ayudante	Formación	Indice de	Indice de	Tiempo	Color	Residual	Residual	Velocidad:	15 min	15 min	Coagulante	Residual	RPM	
Conductividad :	344	µS/cm	seg.	RPM	seg.	60	300	seg.	RPM	seg.	seg.	Wilcock	Willmott	pH	Tiempo	Turbiedad	Color	Velocidad:	0	0	mg/l	mg/l	RPM	
J	A	R	R	A	pH	Alcal.	Total	mg/l	Coagulante	Sulfato Al	Al2(SO4)3	Ayudante	Flocculación	Polimero	Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Willmott	Tiempo Sedimen. (min)	Turbiedad Residual UNT	Color	Residual U.C.	Velocidad:	0	
1	8.06	289	30	6												30	6	7.99	15	8.11				0.192
2	8.06	289	31	6.2												20	6	7.92	15	6.81				0.194
3	8.06	289	32	6.4												20	6	7.84	15	5.02				0.194
4	8.06	289	33	6.6												15	6	7.79	15	6.28				0.196
5	8.06	289	34	6.8												15	6	7.67	15	6.79				0.205
6	8.06	289	35	7												15	6	7.62	15	7.15				0.207

OTRAS OBSERVACIONES.

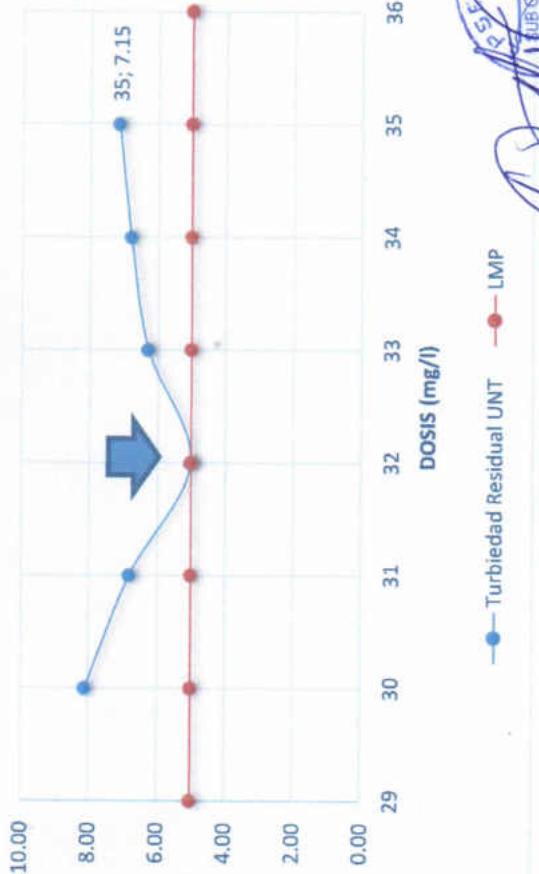
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 30 mg/l de Sulfato de Aluminio

**NOTA:** Con la dosis de 30 mg/L se logra un agua decantada menor 5.02 NTU



## GRÁFICO Turbidez vs Dosis



REMOCIÓN DE TIBIEDAD CON EL SUEÑO DE ALI MUNÍCIPAL

DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE INSUMO QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO

**PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01**

Fuente Río Chancay - Laguna Baró I.

**REPETICIÓN 4**

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
			MEZCLA RÁPIDA						SEDIMENTACIÓN		
J	A	NTU	Temp:	60 seg.	RPM	Volumen de Jarras	2,000 ml		Tiempo total :	15 min	15 min
R	R	"C	Velocidad:	300				Velocidad:	40 RPM	15 min	15 min
R	R	µS/cm	Alcal.	Coagulante	Ayudante	Indice de			Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
A	A		Total	Sulfato Al	Floculación	Wilcomb					
			mg/l	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> mg/l	Polimero	seg.					
1	8.06	289	30	6	Polímero	30	4	7.92	15	8.19	0.191
2	8.06	289	31	6.2		25	4	7.85	15	6.74	0.192
3	8.06	289	32	6.4		20	4	7.78	15	5.14	0.194
4	8.06	289	33	6.6		20	6	7.67	12	6.21	0.197
5	8.06	289	34	6.8		15	6	7.65	12	6.84	0.201
6	8.06	289	35	7		20	6	7.61	15	7.10	0.204

OTRAS OBSERVACIONES:

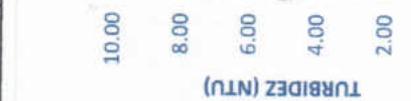
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/V  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 30 mg/L de Sulfato de Aluminio.

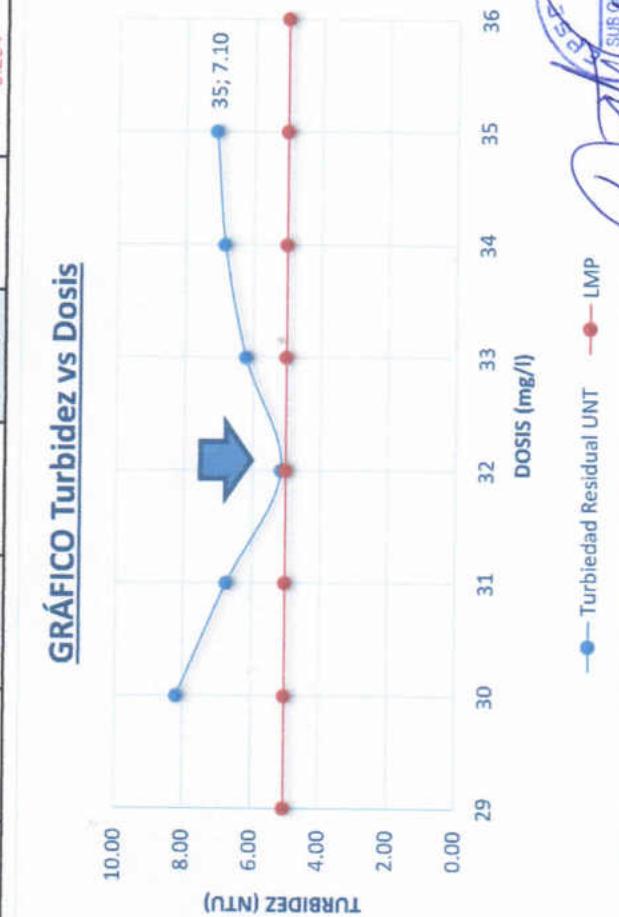
NOTA:- Con la dosis de 30 mg/L se logra un agua decantada menor 5.14 NTU.

**REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMNIO**

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	Turbiedad Residual UNT	LMP
1	30	8.19	197.1	96%	35	35
2	31	6.74	197.1	97%	34	34
3	32	5.14	197.1	97%	33	33
4	33	6.21	197.1	97%	34	34
5	34	6.84	197.1	96%	35	35
6	35	7.1	197.1		36	



**GRÁFICO Turbidez vs Dosis**



*Subsecretaría de Desarrollo Social y Humano  
SUBSEDE  
SUSPENSIÓN DE  
PROYECTOS  
DE  
DEPARTAMENTO  
DE  
Cajamarca*

*17/03/2025*

*17/03/2025*

*17/03/2025*

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

Fuente Rio Chancay - Laguna Boró I.

### REPETICIÓN 5

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACIÓN			AGUA SEDIMENTADA			
			MEZCLA RÁPIDA												
J	A	R	NTU	°C	μS/cm	Tiempo:	60	seg.	Volumen de Jarras	Tiempo total:	15	min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
			Total	Alcal.	Coagulante Sulfato Al Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> mg/l	Coagulante Sulfato Al Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> mg/l	Ayudante Floculación Polímero mg/l	Ayudante Floculación Polímero mg/l	Tiempo de Formación del Floc. seg.	Indice de Wilcomb	pH	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l
J	A	R	Alcal.	Total	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	seg.			min	UNT		
1	8.06	289	289	30	6	6			30	4	7.90	15	8.14		0.191
2	8.06	289	289	31	6.2	6.2			20	4	7.85	15	6.80		0.194
3	8.06	289	289	32	6.4	6.4			20	4	7.75	15	5.06		0.195
4	8.06	289	289	33	6.6	6.6			20	6	7.71	15	6.29		0.200
5	8.06	289	289	34	6.8	6.8			20	6	7.65	15	6.8		0.204
6	8.06	289	289	35	7	7			20	6	7.59	15	7.14		0.202

### OTRAS OBSERVACIONES:

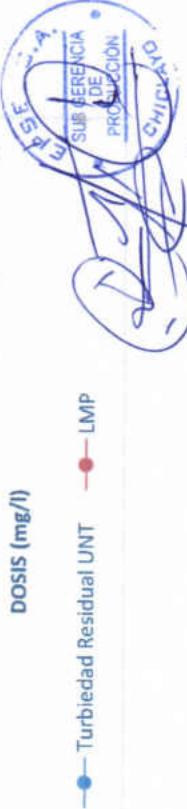
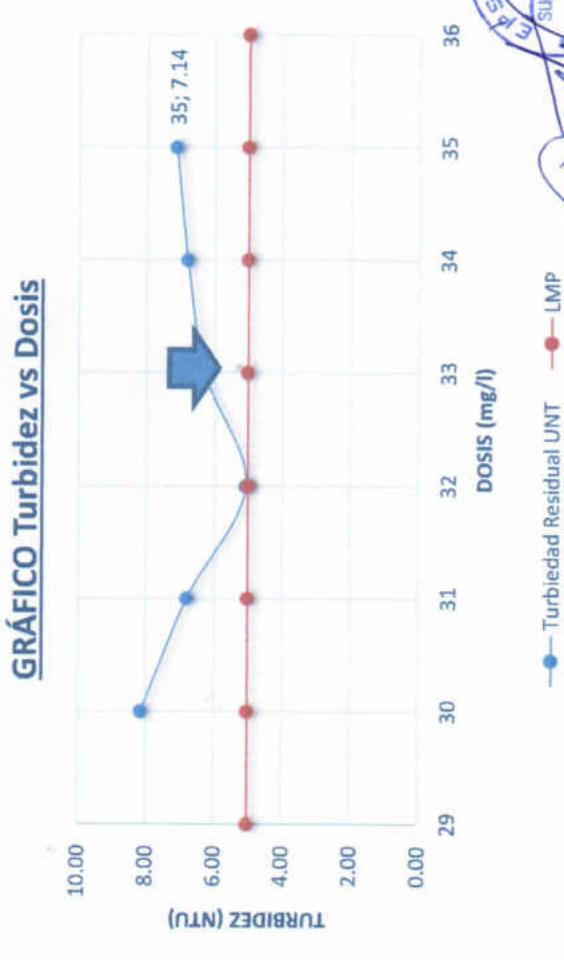
Orden de aplicación de los productos químicos.  
Sulfato de Aluminio al 1 % W/W  
.....  
Temperatura del Agua 25°C

Dosis óptima: 30 mg/L de Sulfato de Aluminio.

NOTA.- Con la dosis de 30 mg/L se logra un agua decantada menor 5.06 NTU.

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO

Nº JARRAS	DOSIS - mg/L	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)
1	30	6.8	197.1	97%	35
2	5.06	6.8	197.1	97%	7.14
3	34	197.1	197.1	97%	197.1
4	35	197.1	197.1	97%	197.1
5	32	197.1	197.1	97%	197.1
6	33	197.1	197.1	97%	197.1
0.00	29	30	31	32	33
				34	35
				36	



## PRUEBA DE JARRAS - P TAP N° 01

REPETICIÓN 1

J	AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			FLOCULACION			AGUA SEDIMENTADA		
	A	R	R	A	MEZCLA RAPIDA			Volumen de Jarras 2,000 ml	Tiempo total: 15 min	RPM 40	Tiempo Sedimen. min	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.	Coagulante Residual mg/l	
					NTU	°C	μS/cm								
1	7.92	24.9	259	7.92	30	6	0.15	0.6	10	6	7.84	15	4.30	0.189	
2	7.92			7.92	30	6	0.16	0.64	10	6	7.79	15	4.48	0.191	
3	7.92			7.92	30	6	0.17	0.68	10	8	7.70	15	3.45	0.190	
4	7.92			7.92	30	6	0.18	0.72	10	8	7.65	15	2.25	0.192	
5	7.92			7.92	30	6	0.19	0.76	10	6	7.62	15	1.98	0.19	
6	7.92			7.92	30	6	0.2	0.8	10	6	7.57	15	2.23	0.191	

OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/W

Polímero Cationico al 0.5% W/W

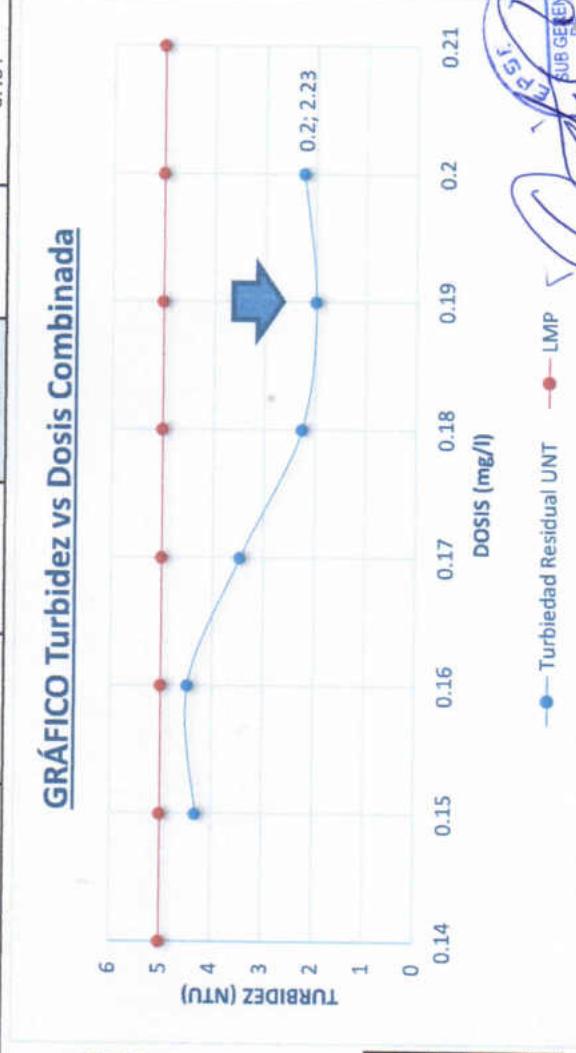
Dosis óptima: 30 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.19 mg/L de polímero

NOTA.- Con dosis de 30 mg/L + 0.19 mg/L de polímero, se logra un agua decantada menor 1.98 NTU

REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Poli. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)
1	30	0.15	4.48	202.74	98%	0.15
2	30	0.16	3.45	202.74	98%	0.16
3	30	0.17	2.25	202.74	98%	0.17
4	30	0.18	1.98	202.74	99%	0.18
5	30	0.19	1.98	202.74	99%	0.19
6	30	0.20	2.23	202.74	99%	0.20

GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



SEL S. P.  
JEFE OFICINA  
CONTROLE DE  
CALIDAD  
CHICLAYO  
SUB SEJENCI  
DE PRODUCC  
CHICLAYO





DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA COMBINADA DE INSUMOS QUÍMICO SULFATO DE ALUMINIO Y POLIMERO CATIONICO

Río Chancay - Laguna Boró I.

PRUEBA DE JARRAS-PTAP N°01

REPETICIÓN 3

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l				OBSERVACIONES VISUALES				FLOCULACION				AGUA SEDIMENTADA			
Turbiedad:	202.74	NTU	°C	MEZCLA RAPIDA				Volumen de Jarras	Tiempo Total :	15	mín	RPM	Tiempo:	15	mín	RPM	SEDIMENTACION		
Temperatura:	24.9	μS/cm	Velocidad:	60	seg.	RPM		2,000 ml	Velocidad:	40	seg.	RPM	Velocidad:	0	min	RPM	Coagulante Residual mg/l		
Conductividad:	259	Alcal.	Coagulante	Ayudante	Ayudante	Flocculacion	Tiempo de Formación del Floc	Indice de Wilcomb	ph	Tiempo Sedimen.	mín	Turbiedad Residual UNT	Color Residual U.C.						
J	A	Total	Sulfato Al	Sulfato Al	Ayudante	Flocculacion	seg.	seg.											
A	R	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Vol (ml)													
R	R	pH																	
A	A																		
1	7.92			30	6	0.15	0.6	12	6	7.89	15	4.25				0.192			
2	7.92			30	6	0.16	0.64	12	6	7.84	15	4.44				0.192			
3	7.92			30	6	0.17	0.68	12	8	7.77	15	3.47				0.190			
4	7.92			30	6	0.18	0.72	12	8	7.69	15	2.31				0.191			
5	7.92			30	6	0.19	0.76	12	8	7.65	15	1.96				0.191			
6	7.92			30	6	0.2	0.8	12	6	7.60	15	2.28				0.193			

#### OTRAS OBSERVACIONES:

Ondas de radiotransmisión de los conductos subfluviales

Oráculo de aplicación de los pro

Orden de aplicación de los productos:

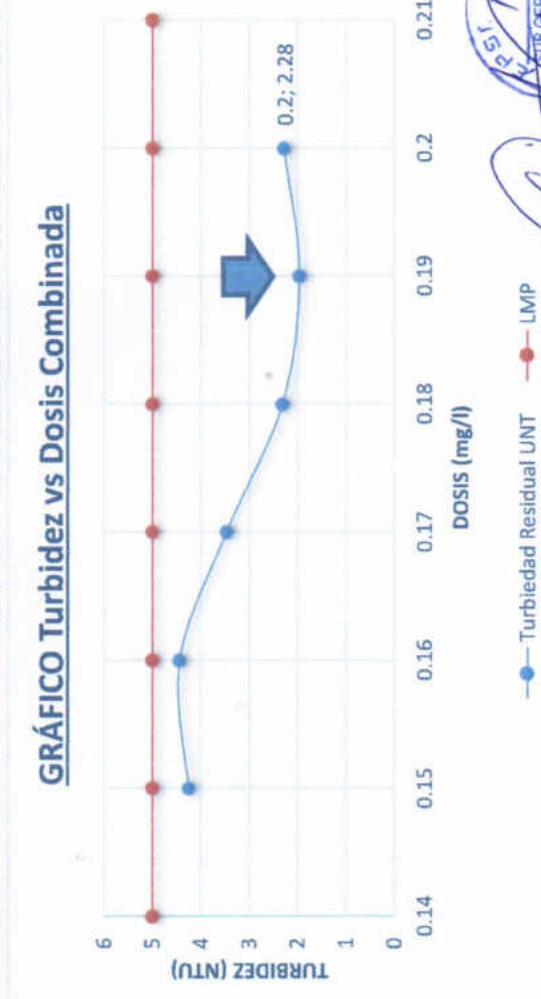
Sulfato de Aluminio al 1% W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 30 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.19 mg/l del polímero

卷之三

卷之三



% REMOCION 98% 98% 98% 98% 99% 99% 99%

## PRUEBA DE JARRAS - PTAP N° 01

REPETICIÓN 4

AGUA CRUDA			DOSIFICACIÓN mg/l			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA		
Turbiedad: 202.74 NTU			Tiempo: 60 seg.			Volumen de Jarras 2,000 ml			Tiempo total: 15 min		
Temperatura: 24.9 °C			Velocidad: 300 RPM			Velocidad: 40 RPM			Tiempo: 15 min		
Conductividad: 259 µS/cm			Alcal. Total mg/l			Coagulante Sulfato Al mg/l			Coagulante Residual mg/l		
J	A	R	R	A	A	Coagulante Sulfato Al mg/l	Coagulante Sulfato Al mg/l	Ayudante Floculación Vol (ml)	Ayudante Floculación Vol (ml)	Tiempo de Formación del Floc seg.	Indice de Wilcomb
1	7.92					30	6	0.15	0.6	10	7.91
2	7.92					30	6	0.16	0.64	10	7.84
3	7.92					30	6	0.17	0.68	10	7.78
4	7.92					30	6	0.18	0.72	10	7.73
5	7.92					30	6	0.19	0.76	15	7.64
6	7.92					30	6	0.2	0.8	15	7.62

### OTRAS OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos.

Sulfato de Aluminio al 1 % W/V

Polímero Cationico al 0.5% W/V

Dosis óptima: 30 mg/L de Sulfato de Aluminio + 0.19 mg/l de polímero

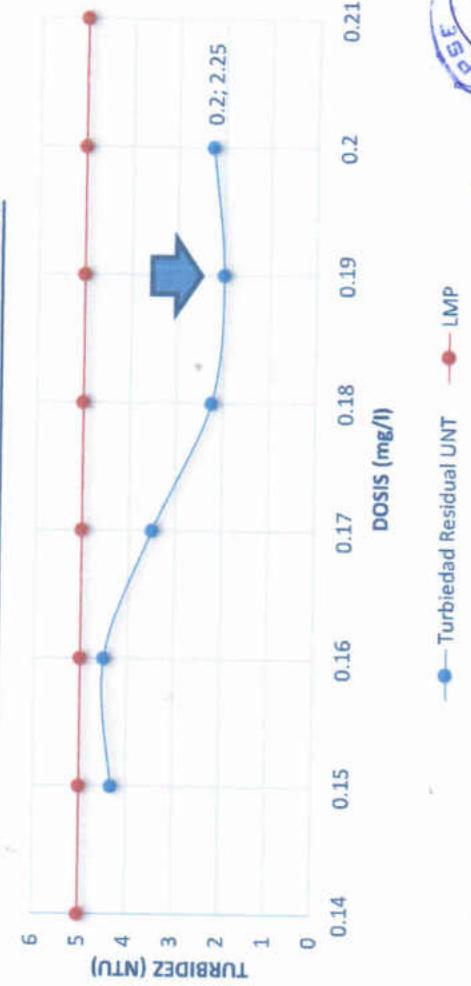
NOTA.- Con dosis de 30 mg/L de sulfato de aluminio + 0.19 mg/l de polímero se logra un agua decantada menor 2.00 NTU

### REMOCIÓN DE TURBIEDAD CON SULFATO DE ALUMINIO Y POLÍMERO CATIONICO

Nº JARRAS	DOSIS SA mg/l	DOSIS Pol. mg/l	TURB. RESID.	TURB INICIAL	% REMOCION	DOSIS (mg/l)	Turbiedad Residual UNT
1	30	0.16	4.32	202.74	98%	0.14	30
2	4.5	3.49	4.5	202.74	98%	0.15	30
3	4.32	2.24	4.32	202.74	99%	0.16	30
4	202.74	202.74	202.74	202.74	99%	0.17	30
5						0.18	30
6						0.19	30



### GRÁFICO Turbidez vs Dosis Combinada



*(Signature)*  
P.S.E.  
SUBGERENCIA  
DE PRODUCCIÓN  
LMP

**ANEXO G: Consolidado de Prueba de  
Jarras.**



**CONSOLIDADO DE REPETICIONES DE ENSAYOS DE  
PRUEBA DE JARRAS DE COAGULANTE SA.**

<b>TURBIDEZ</b>	<b>17.9</b>	<b>NTU</b>
-----------------	-------------	------------

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	7	8	9	10	11	12
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	14.2	12.2	10.39	7.25	4.25	6.25
2	13.9	12.7	11.46	6.87	4.22	6.54
3	13.72	12.61	10.87	6.92	4.28	5.12
4	13.56	12.57	10.42	7.18	4.03	5.98
5	14.11	12.42	11.3	6.92	3.56	5.12
PROM.	<b>13.898</b>	<b>12.5</b>	<b>10.888</b>	<b>7.028</b>	<b>4.068</b>	<b>5.802</b>

<b>TURBIDEZ</b>	<b>25.7</b>	<b>NTU</b>
-----------------	-------------	------------

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	5	7	9	11	13	15
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	11.25	10.98	7.58	2.93	3.28	4.5
2	10.9	10.47	7.69	2.46	3.57	3.99
3	11.12	10.81	7.42	3.03	3.33	4.2
4	11.03	11.77	7.57	3.02	2.92	4.36
5	10.97	10.62	7.71	3	3.41	4.26
PROM.	<b>11.054</b>	<b>10.93</b>	<b>7.594</b>	<b>2.888</b>	<b>3.302</b>	<b>4.262</b>

<b>TURBIDEZ</b>	<b>38.8</b>	<b>NTU</b>
-----------------	-------------	------------

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	10	11	12	13	14	15
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	10.25	7.63	5.51	2.54	3.47	3.85
2	9.98	7.54	5.47	2.38	3.52	3.68
3	10.12	7.7	5.62	2.61	3.54	3.77
4	10.07	7.58	5.31	2.42	3.34	3.72
5	10.13	7.61	5.58	2.5	3.43	3.61
PROM.	<b>10.11</b>	<b>7.612</b>	<b>5.498</b>	<b>2.49</b>	<b>3.46</b>	<b>3.726</b>

<b>TURBIDEZ</b>	<b>52.9</b>	<b>NTU</b>
-----------------	-------------	------------

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	15	16	17	18	19	20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	7.5	6.89	5.2	3.22	4.55	4.53
2	7.32	6.71	5.34	3.47	4.41	4.49
3	7.47	6.73	5.39	3.36	4.5	4.46
4	7.39	6.8	5.18	3.29	4.47	4.55

5	7.53	6.82	5.27	3.3	4.4	4.51
PROM.	<b>7.442</b>	<b>6.79</b>	<b>5.276</b>	<b>3.328</b>	<b>4.466</b>	<b>4.508</b>

<b>TURBIDEZ</b>	<b>68.2</b>	<b>NTU</b>
-----------------	-------------	------------

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	15	16	17	18	19	20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	9.70	8.10	6.50	4.32	5.12	5.56
2	9.87	7.96	6.36	4.27	5.01	5.36
3	9.69	7.90	6.47	4.20	5.08	5.24
4	9.74	8.12	6.52	4.31	4.98	5.47
5	9.80	8.00	6.60	4.24	4.99	5.40
PROM.	<b>9.76</b>	<b>8.016</b>	<b>6.49</b>	<b>4.268</b>	<b>5.036</b>	<b>5.406</b>

<b>TURBIDEZ</b>	<b>89.13</b>	<b>NTU</b>
-----------------	--------------	------------

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	20	21	22	23	24	25
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	10.65	8.74	5.84	3.02	3.80	4.26
2	10.60	8.64	5.69	2.96	3.71	4.14
3	10.59	8.70	5.72	2.99	3.77	4.10
4	10.62	8.67	5.80	3.00	3.70	4.19
5	10.66	8.72	5.77	3.08	3.74	4.21
PROM.	<b>10.62</b>	<b>8.694</b>	<b>5.764</b>	<b>3.01</b>	<b>3.744</b>	<b>4.18</b>

<b>TURBIDEZ</b>	<b>102.6</b>	<b>NTU</b>
-----------------	--------------	------------

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	20	22	24	26	26	30
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	20.40	16.70	11.30	5.02	7.00	7.25
2	21.23	16.48	11.21	5.00	7.05	7.36
3	20.17	16.32	11.20	4.98	6.91	7.28
4	21.06	16.67	11.14	4.95	6.89	7.32
5	21.00	16.54	11.29	4.90	6.98	7.30
PROM.	<b>20.77</b>	<b>16.542</b>	<b>11.228</b>	<b>4.97</b>	<b>6.966</b>	<b>7.302</b>

<b>TURBIDEZ</b>	<b>118.7</b>	<b>NTU</b>
-----------------	--------------	------------

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	22	24	26	28	30	32
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	16.56	9.21	8.13	4.90	6.40	7.15
2	16.31	9.18	8.01	4.78	6.37	7.18
3	16.47	9.24	8.00	4.84	6.33	7.20
4	16.50	9.19	8.17	4.89	6.30	7.17
5	16.42	9.20	8.11	4.80	6.39	7.15
PROM.	<b>16.45</b>	<b>9.204</b>	<b>8.084</b>	<b>4.842</b>	<b>6.358</b>	<b>7.17</b>

<b>TURBIDEZ</b>	<b>137.12</b>	<b>NTU</b>
-----------------	---------------	------------

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	24	26	28	30	32	34
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	10.47	7.24	6.54	4.03	5.66	5.29
2	10.30	7.21	6.48	4.00	5.42	5.13
3	10.39	5.17	6.51	3.88	5.57	5.26
4	10.40	7.16	6.46	3.97	5.61	5.30
5	10.44	7.20	6.52	3.92	5.48	5.19
PROM.	<b>10.40</b>	<b>6.796</b>	<b>6.502</b>	<b>3.96</b>	<b>5.548</b>	<b>5.234</b>

<b>TURBIDEZ</b>	<b>156.6</b>	<b>NTU</b>
-----------------	--------------	------------

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	26	27	28	29	30	31
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	8.98	7.64	6.90	5.30	6.02	6.65
2	8.92	7.60	6.94	5.28	6.00	6.59
3	8.96	7.58	6.89	5.25	5.98	6.60
4	8.90	7.62	6.96	5.23	5.94	6.63
5	8.94	7.68	6.90	5.29	6.08	6.61
PROM.	<b>8.94</b>	<b>7.624</b>	<b>6.918</b>	<b>5.27</b>	<b>6.004</b>	<b>6.616</b>

<b>TURBIDEZ</b>	<b>197.1</b>	<b>NTU</b>
-----------------	--------------	------------

REP.	DOSIS SA (ppm)					
	30	31	32	33	34	35
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	8.20	6.78	5.11	6.24	6.80	7.13
2	8.17	6.72	5.18	6.20	6.87	7.19
3	8.11	6.81	5.02	6.28	6.79	7.15
4	8.19	6.74	5.14	6.21	6.84	7.10
5	8.14	6.80	5.06	6.29	6.80	7.14
PROM.	<b>8.16</b>	<b>6.77</b>	<b>5.102</b>	<b>6.244</b>	<b>6.82</b>	<b>7.142</b>



**CONSOLIDADO DE REPETICIONES DE ENSAYOS DE  
PRUEBA DE JARRAS DE COAGULANTES COMBINADOS**

<b>TURBIDEZ</b>	<b>18.56</b>	<b>NTU</b>
-----------------	--------------	------------

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	8 + 0.10	8 + 0.12	8 + 0.14	8 + 0.16	8 + 0.18	8 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	4.56	2.58	0.86	1.33	2.79	3.25
2	5.05	2.67	1.67	1.20	2.46	3.17
3	4.87	2.81	0.97	1.48	2.87	3.02
4	4.91	3.02	1.11	1.45	3.26	3.61
5	5.00	2.74	1.05	2.02	2.81	3.22
PROM.	4.88	2.764	1.132	1.496	2.838	3.254

<b>TURBIDEZ</b>	<b>27.88</b>	<b>NTU</b>
-----------------	--------------	------------

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	9 + 0.10	9 + 0.12	9 + 0.14	9 + 0.16	9 + 0.18	9 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	3.68	2.98	1.05	1.89	2.06	2.52
2	3.12	2.67	0.92	1.92	2.17	2.34
3	3.44	2.88	1.09	1.77	2.21	2.38
4	3.21	2.71	1.14	1.81	2.18	2.47
5	3.57	2.97	0.98	1.74	2.01	2.50
PROM.	3.40	2.842	1.036	1.826	2.126	2.442

<b>TURBIDEZ</b>	<b>36.2</b>	<b>NTU</b>
-----------------	-------------	------------

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	11 + 0.10	11 + 0.12	11 + 0.14	11 + 0.16	11 + 0.18	11 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	4.86	3.12	0.76	2.46	3.80	4.23
2	5.12	3.07	0.67	2.33	3.71	4.17
3	5.04	2.96	0.81	2.57	3.62	4.26
4	4.99	3.00	0.74	2.40	3.79	4.09
5	4.92	3.14	0.80	2.45	3.69	4.20
PROM.	4.99	3.058	0.756	2.442	3.722	4.19

<b>TURBIDEZ</b>	<b>55.63</b>	<b>NTU</b>
-----------------	--------------	------------

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	15 + 0.10	15 + 0.12	15 + 0.14	15 + 0.16	15 + 0.18	15 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	4.56	3.52	1.33	0.86	2.20	3.25
2	4.49	3.48	1.28	0.79	2.28	3.17
3	4.52	3.36	1.30	0.82	2.31	3.28

4	4.46	3.49	1.36	0.81	2.25	3.30
5	4.57	3.50	1.41	0.85	2.22	3.27
PROM.	4.52	3.47	1.336	0.826	2.252	3.254

TURBIDEZ	72.00	NTU
----------	-------	-----

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	16 + 0.10	16 + 0.12	16 + 0.14	16 + 0.16	16 + 0.18	16 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	5.21	3.52	2.24	1.75	0.94	2.56
2	5.54	3.49	2.20	1.54	0.85	2.38
3	5.37	3.50	2.17	1.61	0.81	2.41
4	5.44	3.43	2.21	1.72	0.86	2.49
5	5.40	2.50	2.18	1.70	0.90	2.40
PROM.	5.39	3.288	2.2	1.664	0.872	2.448

TURBIDEZ	87.60	NTU
----------	-------	-----

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	20 + 0.10	20 + 0.12	20 + 0.14	20 + 0.16	20 + 0.18	20 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	4.40	3.52	1.10	0.52	0.94	2.56
2	4.32	3.50	1.14	0.49	0.96	2.38
3	4.30	3.47	1.09	0.50	1.01	2.47
4	4.47	3.45	1.01	0.55	1.07	2.50
5	4.39	3.51	1.12	0.51	0.98	2.42
PROM.	4.38	3.49	1.092	0.514	0.992	2.466

TURBIDEZ	100.14	NTU
----------	--------	-----

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	22 + 0.10	22 + 0.12	22 + 0.14	22 + 0.16	22 + 0.18	22 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	8.20	6.51	4.20	1.16	2.56	2.89
2	8.14	6.50	4.18	1.22	2.49	2.92
3	8.17	6.47	4.20	1.19	2.50	2.90
4	8.20	6.62	4.24	1.20	2.54	2.86
5	8.11	6.58	4.21	1.18	2.58	2.80
PROM.	8.16	6.536	4.206	1.19	2.534	2.874

TURBIDEZ	120.30	NTU
----------	--------	-----

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	24 + 0.12	24 + 0.14	24 + 0.16	24 + 0.18	24 + 0.20	24 + 0.22
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	7.02	5.12	3.98	0.98	1.25	2.26
2	7.00	5.08	3.87	0.84	1.20	2.30
3	6.97	5.10	3.82	0.92	1.26	2.28
4	6.92	5.04	3.91	0.90	1.21	2.22
5	6.94	5.00	3.88	0.86	1.20	2.24

PROM.	6.97	5.068	3.892	0.9	1.224	2.26
-------	------	-------	-------	-----	-------	------

TURBIDEZ	132.74	NTU
----------	--------	-----

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	26 + 0.12	26 + 0.14	26 + 0.16	26 + 0.18	26 + 0.20	26 + 0.22
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	4.52	3.12	1.12	0.74	2.00	2.12
2	4.50	3.01	1.10	0.72	1.98	2.01
3	4.47	3.00	1.08	0.70	1.96	1.98
4	4.49	3.08	1.08	0.71	1.99	2.09
5	4.50	3.10	1.10	0.72	2.00	1.99
PROM.	4.50	3.062	1.096	0.718	1.986	2.038

TURBIDEZ	160.42	NTU
----------	--------	-----

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	27 + 0.15	27 + 0.16	27 + 0.17	27 + 0.18	27 + 0.19	24 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	5.20	4.56	3.20	1.12	1.89	2.12
2	5.17	4.50	3.24	1.15	1.90	2.10
3	5.15	4.52	3.28	1.18	1.92	2.18
4	5.22	4.58	3.19	1.20	1.98	2.11
5	5.19	4.60	3.21	1.16	1.96	2.20
PROM.	5.19	4.552	3.224	1.162	1.93	2.142

TURBIDEZ	202.74	NTU
----------	--------	-----

REPET.	DOSIS SA + POLIMERO (ppm)					
	30+ 0.15	30 + 0.16	30 + 0.17	30 + 0.18	30 + 0.19	30 + 0.20
	TURBIDEZ RESIDUAL					
1	4.30	4.48	3.45	2.25	1.98	2.23
2	4.28	4.52	3.40	2.23	1.94	2.26
3	4.25	4.44	3.47	2.31	1.96	2.28
4	4.32	4.50	3.49	2.24	2.00	2.25
5	4.29	4.49	3.41	2.30	2.08	2.21
PROM.	4.29	4.486	3.444	2.266	1.992	2.246

**ANEXO H: Plano de Ubicación de  
Captación Lagunas Boro I y II.**

**ANEXO I: Plano de Ubicación de  
PTAP N° 1 – Chiclayo.**

**ANEXO J: Plano Perimétrico de la  
PTAP N° 1 – Chiclayo.**

## **ANEXO K: Plano de Obra de Reparto**

**PTAP N° 1 – Chiclayo.**