

“AÑO DE LA ESPERANZA Y EL FORTALECIMIENTO DE LA DEMOCRACIA”

RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL N° ⁰⁰⁵⁴ -2026 EMUSAP S.A/Ama3

Chachapoyas, 07 de abril del 2026

VISTO:

El Informe N°134-2026-EMUSAP S.A.-GO/Ama3, el Informe N°0087-2026-EMUSAP S.A.G-O/SPAPTAR/Ama3, con el proveído de Gerencia General; y,

CONSIDERANDO:

Que, la EPS EMUSAP S.A. es una empresa prestadora de servicios de saneamiento de accionariado municipal, constituida como empresa pública de derecho privado, bajo la forma societaria de sociedad anónima, cuyo accionariado está suscrito y pagado en su totalidad por la Municipalidad Provincial de Chachapoyas, posee patrimonio propio y goza de autonomía administrativa, económica y de gestión. Su ámbito de competencia es la localidad de Chachapoyas, incorporado al Régimen de Apoyo Transitorio (RAT) por el Consejo Directivo del OTASS a través de su Sesión N° 013-2018 de fecha 19 de setiembre de 2018, acuerdo que fue ratificado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento - MVCS mediante Resolución Ministerial N° 375-2018-VIVIENDA de fecha 06 de noviembre de 2018:

Que, el artículo 73° del Texto Único Ordenado del Reglamento de Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 058-2023-SUNASS-CD. dispone que: **"Las empresas prestadoras deben operar y mantener en condiciones adecuadas los componentes de los sistemas de abastecimiento de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales, con el objeto de prestar dichos servicios con oportunidad y eficiencia. Para alcanzar dicho objetivo, las empresas prestadoras deben elaborar y ejecutar anualmente programas de mantenimiento preventivo,** con el fin que les permitan reducir riesgos (de contaminación de agua potable, de interrupciones o restricciones de los servicios), así como establecer las metas a alcanzar, por lo menos en los siguientes aspectos:

- (...)
- f) Programa de verificación del funcionamiento de las acometidas eléctricas. sensores, condensadores, y en general todo aquel dispositivo que forma parte de los tableros eléctricos.
- g) Programa de mantenimiento de las unidades de tratamiento de agua, incluyendo la limpieza de todas las unidades.
(...)
- i) Programa de mantenimiento de las unidades de desinfección.
(...)
- l) Programa de limpieza y desinfección de las estructuras de almacenamiento. los cuales deberán contemplar la ejecución de tales tareas por lo menos 2 veces al año.
(...)"

Que, mediante **INFORME N°0087-2026-EMUSAP S.A.G-O/SPAPTAR/Ama3**, de fecha 30 de marzo del 2026, el Supervisor de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual, hace llegar el "Manual de Operación y Mantenimiento de la PTAP", para lo cual solicita revisión y aprobación;

Que, mediante **INFORME N°134-2026-EMUSAP S.A.GO/Ama3**, de fecha 31 de marzo del 2026, el Gerente de Operaciones, solicita la aprobación mediante acto resolutivo del "Manual de Operación y Mantenimiento de PTAP" para su ejecución;

En virtud de ello, corresponde emitir el respectivo acto resolutivo que formalice la aprobación del "MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE CHCHAPOYAS" dejándose sin efecto cualquier dispositivo normativo que lo contravenga.

Que, estando a lo expuesto y en aplicación de las facultades conferidas a esta Gerencia General en el Artículo 40°, numeral 3, del Estatuto de la Empresa, y demás normas concordantes, con el visto de la Gerencia de Administración y Finanzas, Gerencia de Asesoría Jurídica y Gerencia de Operaciones.

"AÑO DE LA ESPERANZA Y EL FORTALECIMIENTO DE LA DEMOCRACIA"

Estando a lo expuesto, y en el uso de las atribuciones conferidas:

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - FORMALIZAR la aprobación del Manual de Operación y Mantenimiento Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Ciudad de Chachapoyas, remitido mediante Informe N°163-2024-EMUSAP S.A./GO/Ama3, y que forma parte integrante de la presente resolución.

ARTÍCULO SEGUNDO. - ENCARGAR a la Gerencia de Operaciones, a través del área de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales la correcta sociabilización, aplicación, implementación, supervisión y monitoreo permanente del Manual señalado en el artículo primero de la presente.

ARTÍCULO TERCERO. - NOTIFIQUESE la presente resolución a los órganos correspondientes de la EPS EMUSAP S.A., y demás instancias competentes interesadas.

ARTÍCULO CUARTO. - DEJAR sin efecto cualquier dispositivo normativo que se oponga a la presente resolución.

ARTÍCULO QUINTO. - DISPONER la publicación de la presente resolución y anexos (folios 160) en el portal institucional www.emusap.com.pe y en el Portal de Transparencia de la EPS EMUSAP S.A.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE.

 **EMUSAP S.A.**

Abog. Esgar Alfredo Diaz Chozo
REG. ICAL 5480
GERENTE GENERAL (e)

C.c.

Archivo

Reg. 261019.004

“Año de la esperanza y el fortalecimiento de la democracia”

INFORME N° 134-2026-EMUSAP S.A.-GO/Ama3

A : ABOG. JULITA P. FLORES PERDOMO
GERENTE GENERAL

ASUNTO : APROBACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE
CHACHAPOYAS

REFERENCIA : INFORME N° 087-2026-EMUSAP S.A.-GO/STAPTAR/Ama3

FECHA : Chachapoyas, 31 de marzo de 2026

Por medio de la presente me dirijo a Usted, para informar que, de acuerdo con el documento de referencia, se precisa lo siguiente:

I. ANTECEDENTES

- 1.1. Mediante Informe N° 087-2026-EMUSAP S.A.-GO/SPAPTAR/ama3, de fecha 30 de marzo de 2026 el Supervisor de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual, hace llegar el Manual de Operación y Mantenimiento “PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS”.

II. ANÁLISIS

- 2.1. Nuestra Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS) tiene la responsabilidad de garantizar la continuidad, calidad y seguridad en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento que brinda a la ciudad de Chachapoyas, conforme a la normativa vigente del sector saneamiento y a los estándares técnicos aplicables.
- 2.2. El Manual de Operación y Mantenimiento establece los lineamientos técnicos necesarios para el funcionamiento eficiente y seguro de la PTAP, comprendiendo: Descripción de la Planta, Canal de Ingreso, Procesos de la Planta de Tratamiento, Requerimientos previos a la puesta en marcha, operación y mantenimiento, Operación de puesta en marcha de la Planta de Tratamiento, Operación de la Planta de Tratamiento, Curvas de correlación entre la dosis óptima versus turbiedad o color del agua con insumos químicos que opera la PTAP, Determinación de la dosis óptima de policloruro de aluminio, Demanda de Cloro, Operación de emergencia, Mantenimiento, Control de Procesos y Calidad, Seguridad en el Laboratorio y Manejo de Sustancias.
- 2.3. La implementación del manual permitirá: Estandarizar la operación de la PTAP, Optimizar el uso de insumos y recursos, Garantizar la calidad del agua potable conforme a normativa, Reducir riesgos operativos y fallas en el sistema, Fortalecer las capacidades del personal operativo.

III. CONCLUSIONES

- 3.1. El Manual de Operación y Mantenimiento de la PTAP constituye un instrumento técnico fundamental para la adecuada gestión del sistema de tratamiento.
- 3.2. El Manual de Operación y Mantenimiento de la PTAP propuesto es técnicamente viable y responde a las necesidades reales de operación y conservación de los sistemas de tratamiento.
- 3.3. Se **aprueba** el manual, lo cual permitirá mejorar la eficiencia, continuidad y calidad del servicio de agua potable.



IV. RECOMENDACIONES

4.1. A lo expuesto, solicito aprobación mediante acto resolutivo del Manual de Operación y Mantenimiento de la PTAP para su ejecución durante el periodo establecido, para lo cual adjunto:

- Manual de Operación y Mantenimiento "Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Ciudad de Chachapoyas", con 160 folios.

4.2. Asignar oportunamente los recursos humanos, logísticos y financieros necesarios para su adecuada implementación.

Es todo cuanto informo para su conocimiento, evaluación y disposición correspondiente.


EMUSAP S.A.
ING. FREYDI JOHN VALLEJOS LEYVA
GERENTE DE OPERACIONES

C.c. Archivo

Expediente N.° 261019.002

Hora: 15:43

PROVEIDO - Gerencia General - EMUSAP S.A.
Fecha: <i>3/10/2020</i>
Departamento - <i>Legal</i>
1 <i>G. Servicio Jurídico</i>
2 <i>Contra Acto Resolutivo</i>
3

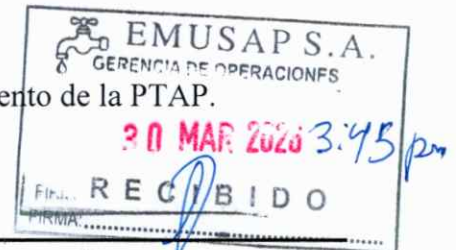


INFORME N° 0087-2026-EMUSAP S.A.G-O/ SPAPTAR/Ama3

AL : Ing. FREYDI JOHN VALLEJOS LEYVA
Gerente Operaciones

ASUNTO : Aprobación del Manual de Operación y Mantenimiento de la PTAP.

FECHA : Chachapoyas, lunes 30 de marzo 2026



Por el presente me dirijo a Usted, para hacerle llegar adjunto el Manual de Operación y Mantenimiento de la PTAP, para lo cual solicito su revisión y aprobación.

Atentamente,

 **EMUSAP S.A.**



ING. OLMEDO VEGA ZAVALETA
SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN DE AGUA
CENTRO DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

OVZ/ECCP

-C.c:

-Archivo

NÚMERO DE TRÁMITE: 261019.001

Fecha y Hora de Registro: 30/03/2026 03:12:44 PM

“MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO”

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS



CONTENIDO

GENERALIDADES

1.	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	6
1.1	Cámara rompe Presión.....	6
1.1.1	Sulfato de Cobre.....	6
2.	CANAL DE INGRESO.....	8
2.1	Cal hidratada.....	8
2.2	Medición de caudal.....	8
2.2.1	Medidas.....	8
2.3	Medidas del Canal de Ingreso hasta el Parshal.....	12
2.3.1	Medidas del Parshal.....	12
3.	PROCESOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	13
3.1	Mezcla rápida.....	13
3.1.1	Sulfato de Aluminio.....	13
3.1.2	Polímero Catiónico.....	15
3.1.3	Coagulación.....	17
3.2	Floculador Hidráulico.....	17
3.2.1	Medidas del Compartimiento N ^o 1.....	17
3.2.2	Medidas del Compartimiento N ^o 2.....	17
3.2.3	Medidas del Compartimiento N ^o 3.....	17
3.3	Decantador Convencional y de Placas Paralelas.....	18
3.3.1	Medidas del Decantador Convencional.....	18
3.3.2	Medidas del Decantador con Pantallas.....	18
3.4	Filtros Rápidos.....	19
3.5	Desinfección.....	19
4.	REQUERIMIENTOS PREVIOS A LA PUESTA EN MARCHA, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	20
4.1	Aspectos de Control de Parámetros Operacionales.....	20
4.2	Personal de Planta.....	20
4.2.1	Supervisor de Produccion de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual.....	20
4.2.2	Operarios de Produccion de Agua Potable y Agua Residual.....	20
4.3	Documentación Requerida.....	20
4.4	Requerimientos Administrativos.....	20
4.5	Equipo de Trabajo y Seguridad.....	20
4.6	Equipo de Protección (EPP)	20
4.7	Seguridad.....	22
5.	OPERACIÓN DE PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	22
5.1	Inspección Preliminar.....	22
5.2	Operaciones Iniciales.....	22
5.3	Llenado de Planta.....	22
6.	OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	23
6.1	Manejo de Sustancias Químicas.....	23
6.1.1	Recepción de Sustancias Químicas.....	23
6.1.2	Criterio Físico.....	23
6.1.3	Criterio Químico.....	23
6.2	Especificaciones Técnicas de los Insumos Químicos.....	23



6.2.1	Sulfato de Aluminio.....	24
6.2.2	Sulfato de Cobre.....	24
6.2.3	Hidróxido de Calcio (Cal Hidratada)	24
6.2.4	Polímero catiónico.....	24
6.2.5	Hipoclorito de Calcio (65 – 70%)	24
6.2.6	Cloro Líquido/Gaseoso.....	25
6.2.7	Policloruro de Aluminio.....	26
6.3	Almacenamiento de Sustancias Químicas.....	27
6.4	Transferencia.....	27
6.5	Operación de Unidades de Tratamiento.....	27
6.5.1	Parámetros Óptimos de Dosificación.....	27
6.5.2	Orden para Agregar los Insumos Químicos.....	27
6.5.2.1	Dosificación de Sulfato de Cobre.	28
6.5.2.2	Dosificación de Cal Hidratada.	32
6.5.2.3	Dosificación de Sulfato de Aluminio.....	33
6.5.2.4	Dosificación de Polímero Catiónico.....	34
6.6	Control de la Carrera Filtración y tiempo de Lavado de los filtros.....	36
6.7	Desinfección – Clorinador De Inyección Al Vacío.....	36
6.8	Procedimiento para la Determinación de Dosis Optima: Cal – Sulfato de Aluminio – Polímero Catiónico.	37
7.	CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE LA DOSIS ÓPTIMA VERSUS TURBIEDAD O COLOR DEL AGUA CON INSUMOS QUÍMICOS QUE OPERA LA PTAP.....	94
7.1	Correlación de Turbiedad Versus Sulfato de Aluminio.....	94
7.2	Correlación de Color versus Cal Hidratada.....	95
7.3	Correlación de Color versus Polímero Catiónico.....	96
8.	DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO.....	97
8.1	Correlación de Turbiedad versus Policloruro de Aluminio.....	121
8.2	Correlación de Color versus Policloruro de Aluminio.....	122
9.	DEMANDA DE CLORO.	124
10.	PARÁMETROS DE CONTROL DE PROCESOS.	129
10.1	Mezcla Rápida – Canal con Cambio de Pendiente.....	129
10.2	Floculador Hidráulico.....	130
10.3	Decantador.....	130
10.4	Filtros Rápidos.....	131
10.5	Desinfección – Clorinador de Inyección al Vacío.....	132
11.	OPERACIÓN EN EMERGENCIA.....	133
11.1	Medidas Preventivas al Desastre.	133
11.2	Identificación de Amenazas en la Zona.....	134
11.3	Plan de Operación de emergencia de plantas de Tratamiento y Sistemas de abastecimiento de Agua.....	134
11.4	Educación e Información del Personal y Público.....	134
11.5	Medidas Preventivas y Mitigación.....	134
11.6	Daño Estructural en Obras de Ingeniería.....	135
11.7	Fallas en el Transporte.....	136
11.8	Paralizaciones del Suministro de Energía.....	136
11.9	Tratamiento y Abastecimiento de Agua después de Desastres.....	137
11.10	Periodo de Respuesta.....	137
11.11	Periodo de Rehabilitación y Reconstrucción.....	137



11.12	Medidas Generales de Emergencia para el Abastecimiento de Agua.....	138
12.	MANTENIMIENTO.....	139
12.1	Supervisión.....	140
13	CONTROL DE PROCESOS Y CALIDAD.....	140
13.1	Control de Procesos.....	140
13.2	Descripción de Pruebas Típicas de Control de Procesos.....	141
13.3	Puntos de Recolección de Muestras.....	142
14	SEGURIDAD EN EL LABORATORIO Y MANEJO DE SUSTANCIAS.....	142
	ANEXO A.....	145
	Equipos que se utilizan para Análisis de agua.....	146
	Materiales.....	150
	ANEXO B.....	151
	Formatos De Reporte de Control de Calidad.....	151



GENERALIDADES

El manual define los procedimientos para la puesta en marcha y posterior operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable, produciendo agua apta para el consumo humano. Los objetivos de este manual de operación y mantenimiento son:

- Dar información técnica a los operadores de planta, sobre la puesta en marcha, operación y mantenimiento mínimos para el buen funcionamiento de las unidades que constituyen el sistema de tratamiento.
- Efectuar los controles necesarios del sistema, presentado en forma precisa los parámetros de control que deben efectuarse en cada una de las unidades.
- Capacitar a los operadores en la administración de la planta de tratamiento de agua potable, de modo que requieran las instrucciones específicas sobre el funcionamiento de las unidades.
- La información contenida en este manual se complementa con los antecedentes proporcionados en la memoria técnica y planos del proyecto de la planta.



1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

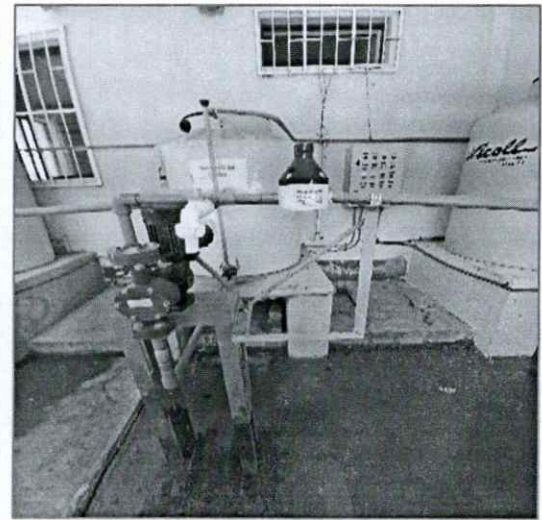
De acuerdo con los procesos de tratamiento utilizados, se espera que la planta entregue agua que cumpla con los requisitos exigidos por la normatividad vigente, para ser considerada potable. Los detalles del funcionamiento del sistema se pueden encontrar en la memoria técnica del proyecto y planos del proyecto de la planta.

1.1 CÁMARA ROMPE PRESIÓN

Es donde llega el agua de las fuentes de captación disminuyendo la presión, para ingresar al canal. A la salida de esta cámara se agrega el sulfato de cobre.

1.1.1 Sulfato de Cobre

Se agrega al agua para eliminar organismos de vida libre como: algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, entre otros. Se agrega al agua en forma continua con un dosificador.



Dosificador Sulfato de Cobre

DOSIFICACIÓN: "SULFATO DE COBRE"

ALTURA DEL CONTOMETRO	CAUDAL DE INGRESO (l/seg.)	DOSIFICACION DE DESULFATO DE COBRE (ml/seg.)	% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR
0	0	0	0
1	0.11	0.01	0
2	0.64	0.08	0.3
3	1.14	0.14	0.5
4	1.67	0.21	0.7
5	2.72	0.34	1.2
6	3.95	0.49	1.7
7	5.23	0.65	2.2
8	6.62	0.83	2.8
9	8.14	1.02	3.5
10	10.38	1.30	4.5
11	12.48	1.56	5.3
12	14.55	1.82	6.2
13	16.73	2.09	7.2
14	19.01	2.38	8.2
15	22.44	2.81	9.6
16	24.76	3.10	10.6
17	26.72	3.34	11.5
18	28.74	3.59	12.3
19	31.04	3.88	13.3
20	33.89	4.24	14.5
21	36.58	4.57	15.7
22	38.84	4.86	16.7
23	41.14	5.14	17.6
24	44.29	5.54	19.0
25	48.35	6.04	20.7
26	54.53	6.82	23.4
27	58.90	7.36	25.2
28	62.79	7.85	26.9
29	65.23	8.15	27.9
30	70.20	8.78	30.1
31	75.96	9.50	32.6
32	79.88	9.99	34.2
33	85.91	10.74	36.8
34	96.31	12.04	41.3
35	107.14	13.39	45.9

Caudal Máx. = 105 l/h = 29.17 ml/seg.

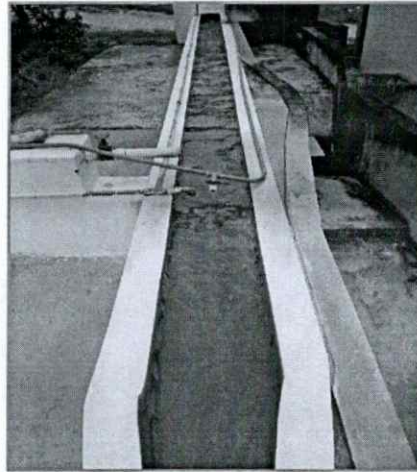
Dosis Optima = 0.50 mg/l.

$$Q = \frac{Q \times DO}{\%}$$



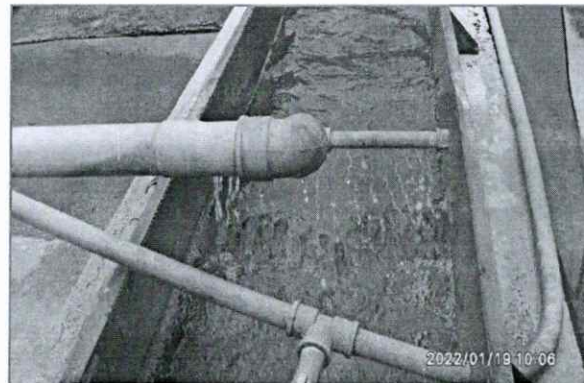
2. CANAL DE INGRESO

Es la zona de ingreso del agua a la planta, es la zona donde se agrega la solución de cal hidratada, se recoge muestras para análisis físico – químico y bacteriológico del agua cruda, material de construcción concreto armado.



2.1. Cal Hidratada

Se agrega en el canal de ingreso para aumentar el pH y la alcalinidad, con la finalidad de tener una buena coagulación. Se agrega al agua para su tratamiento cuando ingresa turbia a la planta.



2.2. Medición del Caudal

Se mide en el canal Parshall

2.2.1 Medidas

- Ancho del canal = 40.5 cm.
- Zona convergente = 68 cm.
- Ancho de la garganta = 14.5 cm.
- Largo de la garganta = 25.5 cm.
- Zona divergente = 69 cm.

El ancho del canal parshall no tiene una medida exacta, para la implementación se realizó una investigación sobre la formula a emplear para la medición del caudal del agua en este canal parshall, siendo la siguiente: Se encontró fórmulas para el ancho de la garganta de 3" y 6".

➤ $3'' = 0.003965(Ha)^{1.58}$

➤ $6'' = 0.006937(Ha)^{1.58}$

El ancho de la garganta del parshall de la PTAP = 14.5cm. = 5.71", que no coincide con 3" y 6" por lo que se realizó la interpolación para calcular la fórmula para este ancho de garganta:

$$Q = k_m = k_o + \frac{t_m - t_o}{t_f - t_o} (k_f - k_o)$$

to) 3" ----- 0.003965 (Ha)^{1.58}
 (tm) 5.71" ----- km (Ha)^{1.5}
 (tf) 6" ----- 0.006937(Ha)^{1.58}

Remplazando:

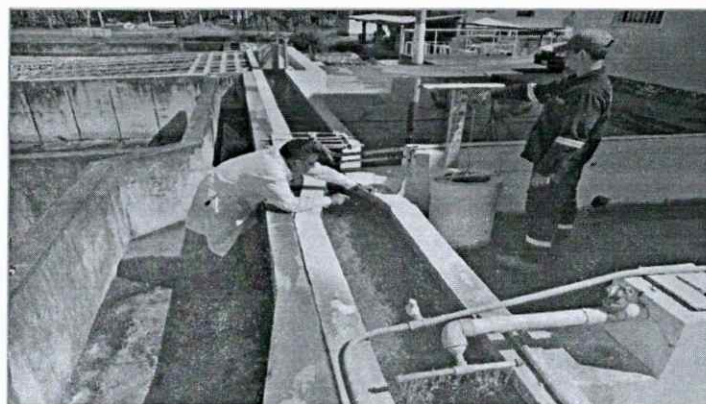
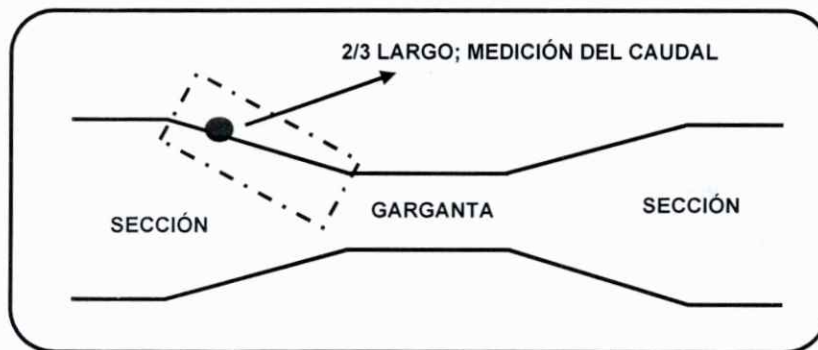
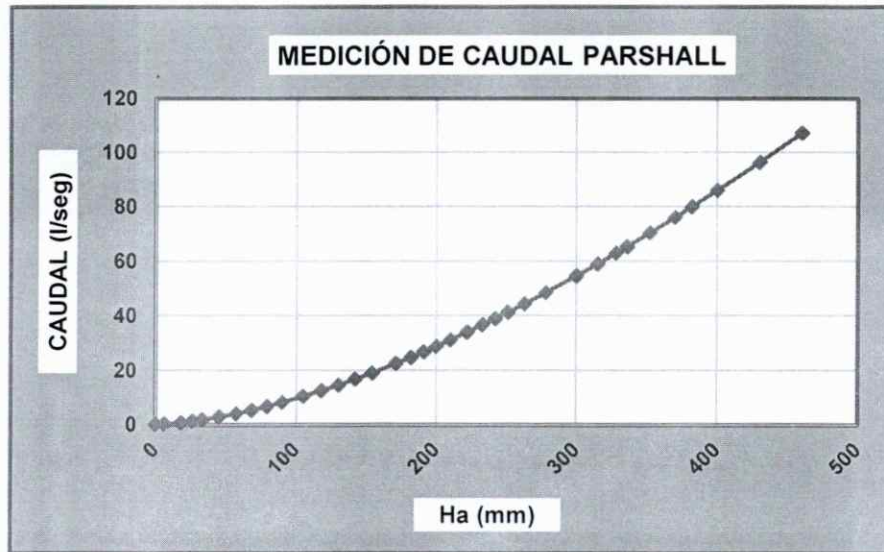
$$k_m = 0.003965 + \frac{5.71" - 3"}{6" - 3"} + (0.006937 - 0.003965) k_m (5.71") = 0.0066497 (Ha)^{1.58}$$

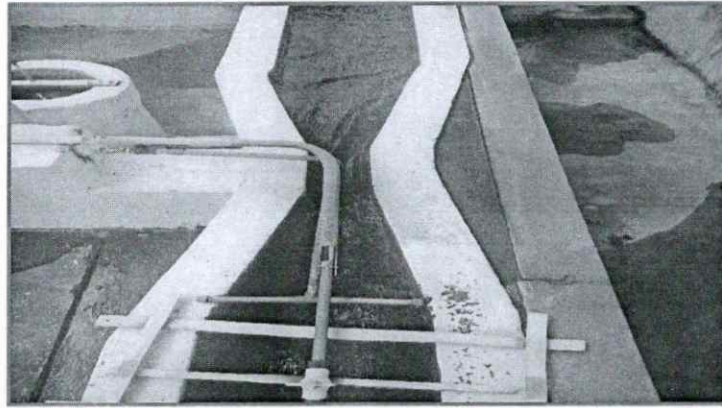
La fórmula para medir el caudal en la PTAP, $Q = 0.0066497 (Ha)^{1.58}$, Ha es el calado para calcular el caudal se ubica a los 2/3 de la longitud de la zona convergente desde su sección final.

ALTURA DEL CONTOMETRO (cm)	ALTURA DE LA CRESTA (mm)	CAUDAL (l/s)
0	0	0
1	6	0.11
2	18	0.64
3	26	1.14
4	33	1.67
5	45	2.72
6	57	3.95
7	68	5.23
8	79	6.62
9	90	8.14
10	105	10.38
11	118	12.48
12	130	14.55
13	142	16.73
14	154	19.01
15	171	22.44
16	182	24.76
17	191	26.72
18	200	28.74
19	210	31.04
20	222	33.89
21	233	36.58
22	242	38.84
23	251	41.14
24	263	44.29
25	278	48.35



ALTURA DEL CONTOMETRO (cm)	ALTURA DE LA CRESTA (mm)	CAUDAL (l/s)
26	300	54.53
27	315	58.90
28	328	62.79
29	336	65.23
30	352	70.20
31	370	75.96
32	382	79.88
33	400	85.91
34	430	96.31
35	460	107.14





Los canales de aforo tienen medidas establecidas y cualquier aforador que se construya deben apegarse a dichas medidas. Los errores de construcción generan mediciones erróneas.

La sumergencia es un parámetro que clasifica la descarga en libre o ahogada, si la sumergencia excede de 0.6 para canales de 3, 6 y 12 pulgadas, la descarga es ahogada.

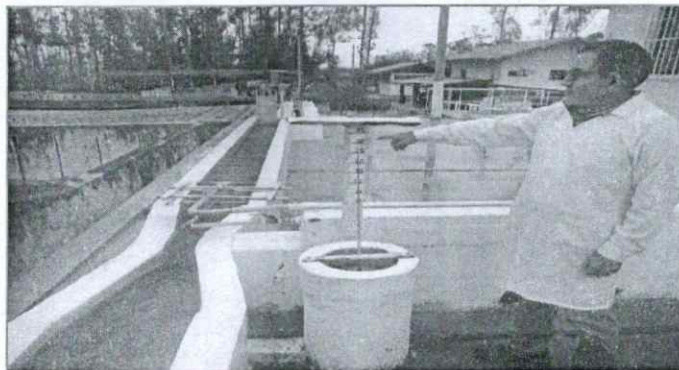
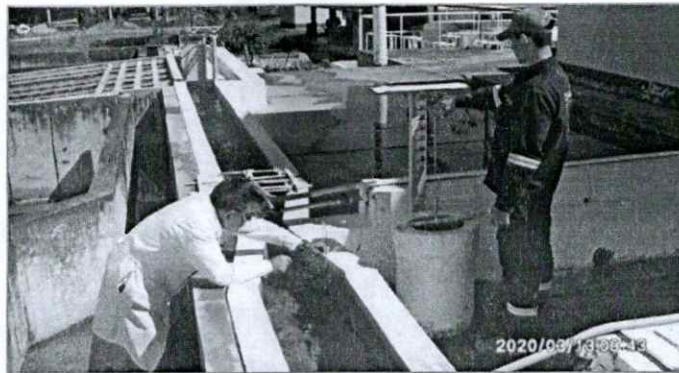
$$S = \frac{HB}{Ha} = \frac{21}{35.2} = 0.597, \text{ es menor a } 0,6 \text{ por lo tanto es una descarga libre.}$$

Se realizó el mejoramiento, por la empresa: **“Fabricaciones Metálicas TUESTA E.I.R.L”**



Mejoramiento del instrumento para medir





Calibración del instrumento para medir caudal mejorado y estable

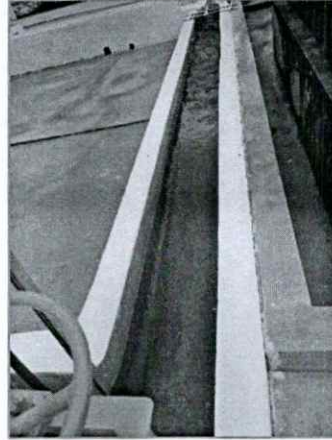


2.3. Medidas del Canal de Ingreso hasta el Parshal

- Largo: 10 metros.
- Ancho: 0.41 metros.
- Profundidad Total: 0.43 metros.

2.3.1 Medidas del Parshal

- Inicio del Parshal hasta la Garganta.
 - Largo: 0.66 metros.
 - Ancho mayor: 0.40 metros.
 - Ancho menor: 0.15 metros.
 - Profundidad total: 0.44 metros.
- Medidas de la Garganta del Parshal
 - Largo: 0.28 metros.
 - Ancho: 0.15 metros.
 - Profundidad total: 0.46 metros
- Medidas del Término de la Garganta hasta Término del Parshal
 - Largo: 0.68 metros.
 - Ancho menor: 0.15 metros.
 - Ancho mayor: 0.39 metros.
 - Profundidad total: 0.62 metros
- Medidas del canal: Término del Parshal hasta la compuerta del ingreso del Floculador
 - Largo: 6.25 metros.
 - Ancho: 0.41 metros.
 - Profundidad total: 0.62 metros
 - Material de construcción concreto armado.



3. PROCESOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

La Planta de Tratamiento cuenta con los siguientes procesos: Mezcla rápida, Floculación: Un Floculador Hidráulico con pantallas de tres compartimientos, Decantadores: Convencional y placas paralelas, Filtros: Una batería de 04 filtros rápidos y Desinfección: con 02 equipos de cloración al vacío.

3.1. Mezcla Rápida

Es donde se agrega el coagulante, en la zona de mayor movimiento del agua (Sulfato de Aluminio), para obtener una distribución instantánea y uniforme, produciéndose la coagulación, material de construcción concreto armado.

3.1.1 Sulfato de Aluminio

Se agrega al agua para neutralizar la energía negativa que los mantiene dispersos a las partículas que producen la turbiedad y el color (arcillas, limo, tierra finamente dividida, taninos, etc.). Se agrega al agua para su tratamiento cuando la turbiedad esta mayor o igual a **5 UNT** y el color mayor a **15 UCV escala Pt/Co**, para la dosificación de la solución de sulfato de aluminio se cuenta con 01 dosificador.



Dosificador de Sulfato de Aluminio

DOSIFICACIÓN: "SULFATO DE ALUMINIO"

% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.	% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.	% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.
0	0	42	132.42	84	264.84
1	3.15	43	135.57	85	267.99
2	6.31	44	138.72	86	271.14
3	9.46	45	141.88	87	274.29
4	12.61	46	145.03	88	277.45
5	15.76	47	148.18	89	280.60
6	18.92	48	151.33	90	283.75
7	22.07	49	154.48	91	286.90
8	25.22	50	157.64	92	290.06
9	28.37	51	160.79	93	293.21
10	31.53	52	163.95	94	296.36
11	34.68	53	167.10	95	299.62
12	37.83	54	170.25	96	302.67
13	40.97	55	173.40	97	305.82
14	44.14	56	176.56	98	308.97
15	47.29	57	179.71	99	312.13
16	50.44	58	182.86	100	315.28
17	53.60	59	186.02		
18	56.75	60	189.17		
19	59.90	61	192.32		
20	63.06	62	195.47		
21	66.21	63	198.63		
22	69.36	64	201.78		
23	72.51	65	204.93		
24	75.67	66	208.08		
25	78.82	67	211.24		
26	81.97	68	214.39		
27	85.13	69	217.54		
28	88.27	70	220.69		
29	91.43	71	223.85		
30	94.58	72	227.00		
31	97.74	73	230.15		
32	100.89	74	233.31		
33	104.04	75	236.46		
34	107.2	76	239.61		
35	110.35	77	242.77		
36	113.50	78	245.92		
37	116.65	79	249.07		
38	119.81	80	252.22		
39	122.96	81	255.38		
40	126.11	82	258.53		
41	129.26	83	261.68		

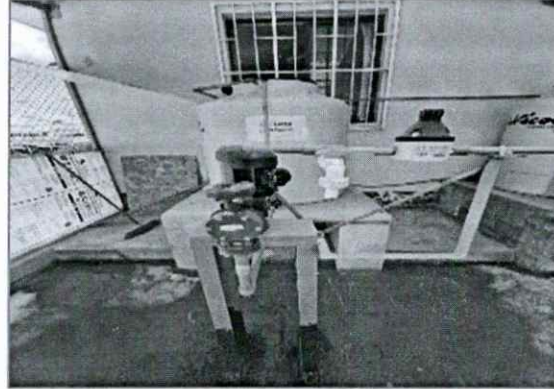
Caudal Máx. = 1135 L/h = 315.28 ml/seg.
Dosis Optima = 0.80 mg/l.

$$Q = \frac{Q \times DO}{\%}$$



3.1.2 Polímero Catiónico

Se agrega a continuación del sulfato de aluminio (30 centímetros), como ayudante de floculación y neutralizar la energía negativa que los mantiene dispersos a los iones que producen el color (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, etc.). Se agrega al agua para su tratamiento cuando la turbiedad esta mayor o igual a **5UNT** y el color mayor a **15 UCV** escala Pt/Co.



Dosificador de Polímero Catiónico



DOSIFICACIÓN: "POLÍMERO CATIÓNICO"

% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.	% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.	% DE ABERTURA DEL DOSIFICADOR	CAUDAL ml/seg.
0	0	42	12.25	84	24.50
1	0.29	43	12.54	85	24.79
2	0.58	44	12.83	86	25.09
3	0.86	45	13.13	87	25.38
4	1.17	46	13.42	88	25.67
5	1.46	47	13.71	89	25.96
6	1.75	48	14.00	90	26.25
7	2.04	49	14.29	91	26.54
8	2.33	50	14.59	92	26.84
9	2.63	51	14.88	93	27.13
10	2.92	52	15.44	94	27.42
11	3.21	53	15.46	95	27.71
12	3.50	54	15.75	96	28.00
13	3.79	55	16.04	97	28.29
14	4.08	56	16.34	98	28.57
15	4.38	57	16.63	99	28.88
16	4.67	58	16.92	100	29.17
17	4.96	59	17.21		
18	5.25	60	17.5		
19	5.54	61	17.79		
20	5.83	62	18.09		
21	6.13	63	18.38		
22	6.42	64	18.67		
23	6.71	65	18.96		
24	7.00	66	19.25		
25	7.29	67	19.54		
26	7.58	68	19.84		
27	7.88	69	20.13		
28	8.17	70	20.42		
29	8.46	71	20.71		
30	8.75	72	21.00		
31	9.04	73	21.29		
32	9.33	74	21.59		
33	9.63	75	21.88		
34	9.92	76	22.17		
35	10.20	77	22.46		
36	10.50	78	22.75		
37	10.79	79	23.04		
38	11.08	80	23.34		
39	11.38	81	23.63		
40	11.67	82	23.91		
41	11.96	83	24.21		

Caudal Máx. = 105 L/h = 29.17 ml/s

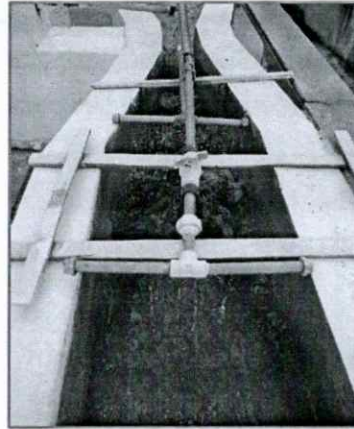
Dosis Optima = 0.80 mg/l.

$$Q = \frac{Q \times DO}{\%}$$



3.1.3 Coagulación

Proceso mediante el cual se desestabiliza o anula la carga eléctrica de las partículas presentes en una suspensión, mediante la acción del coagulante, para su posterior aglomeración en el floculador. A una distancia de 30 centímetros después de la caída del coagulante se agrega polímero catiónico para tratar el color, que es producido por sustancias orgánicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, etc.)



3.2. Floculador Hidráulico

Estructura diseñada para crear condiciones adecuadas para aglomerar las partículas desestabilizadas en la coagulación y obtener flóculos grandes, pesados que decanten con rapidez y que sean resistentes, se cuenta con un floculador hidráulico con pantallas, de tres compartimientos, material de construcción concreto armado. El floculador es hidráulico, de flujo horizontal con 03 compartimientos:

3.2.1 Medidas del Compartimiento N° 1

- Largo: 5.85 metros.
- Ancho: 5.14 metros.
- Profundidad Total: 1.16 metros.
- Profundidad hasta la altura del agua: 1.16 metros.
- Volumen: 34.88 m³.
- N° de pantallas: 26 unidades.
- Ancho de Pantalla a pantalla: 0.22 metros.

3.2.2 Medidas del Compartimiento N° 2

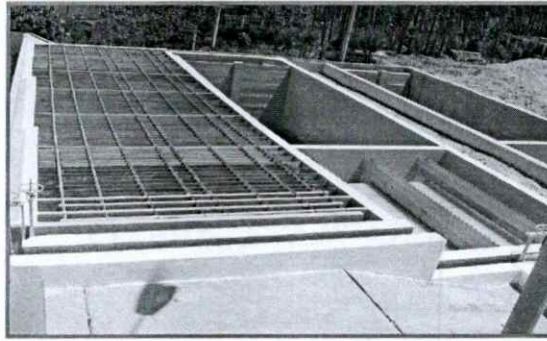
- Largo: 6.12 metros.
- Ancho: 5.22 metros.
- Profundidad total: 1.19 metros.
- Profundidad hasta la altura del agua: 0.97 metros.
- Volumen: 0.97 m³.
- N° de Pantallas: 23 unidades.
- Ancho de pantalla a pantalla: 0.26 metros

3.2.3 Medidas del Compartimiento N° 3

- Largo: 7.35 metros.
- Ancho: 5.39 metros.
- Profundidad total: 1.19 metros.
- Profundidad hasta la altura del agua: 0.78 metros.
- Volumen: 30.99 m³.

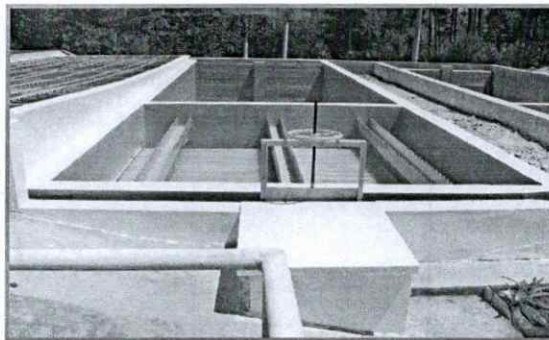


- N° de Pantallas: 18 unidades.
- Ancho de pantalla a pantalla: 0.38 metros.



3.3. Decantador Convencional y de Placas Paralelas

Es donde se efectúa el proceso de remoción de partículas discretas por acción de la fuerza de gravedad, se cuenta con un decantador convencional, con su pantalla de distribución al inicio, seguido de un decantador con pantallas paralelas, material de construcción concreto armado.



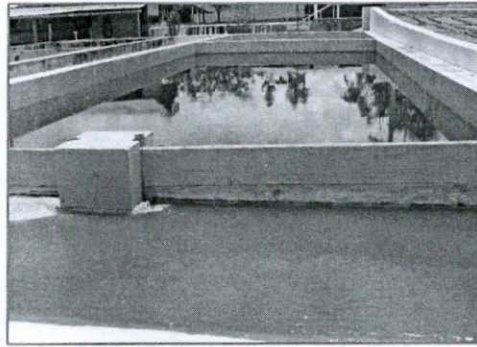
3.3.1 Medidas del Decantador Convencional

- Largo: 13 metros.
- Ancho: 4.93 metros.
- Profundidad Total: 3.32 metros.
- Profundidad hasta la altura del agua: 3.00 metros.
- Volumen: 192.27 m³.
- La pantalla difusora se encuentra a 1.15 metros del ingreso del decantador.

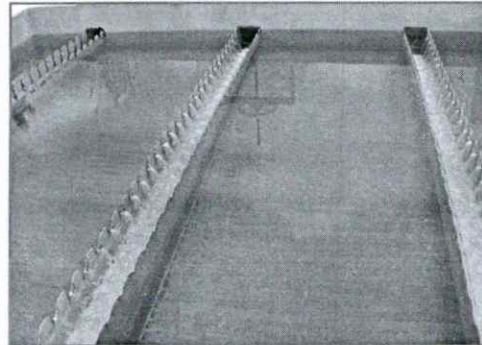
3.3.2 Medidas del Decantador con Pantallas

- Largo: 5.80 metros.
- Ancho: 4.93 metros.
- Profundidad total: 3.32 metros.
- Profundidad hasta la altura del agua: 3.04 metros.
- Volumen: 86.93 m³.
- Numero de pantallas: 75 unidades de vinilona.
- En la parte superior de este decantador se tiene 03 canales de fierro con sus respectivos vertederos donde se recoge el agua decantada que se conduce a los filtros rápidos. Medidas del canal, los tres tienen las mismas medidas:
 - Largo: 5.80 metros.
 - Ancho: 0.25 metros.
 - Profundidad: 0.23 metros.





Sistema de Decantación Convencional



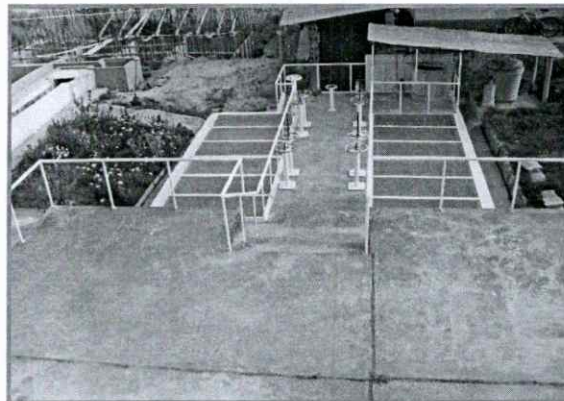
Sistema de Decantación con Pantallas



3.4. Filtros Rápidos

La filtración es un proceso que sirve para remover del agua los sólidos o materia coloidal más fina, que no alcanzo a ser removida en los procesos anteriores, material de construcción concreto armado. Se cuenta con una batería de 04 filtros de taza declinante, de doble lecho filtrante, cada filtro tiene las siguientes medidas:

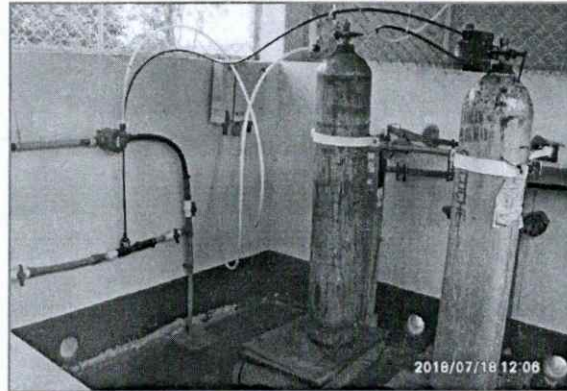
- Largo: 2.56 metros.
- Ancho: 1.96 metros y consta de:
- Material de soporte: 0.45 metros de grava.
- Material filtrante: 0.30 metros de arena.
- Material filtrante: 0.60 metros de antracita.



3.5. Desinfección

Se realiza para destruir microorganismos perjudiciales a la salud, se efectúa agregando cloro líquido – gaseoso o hipoclorito de calcio al agua. Se cuenta con 02 equipos dosificadores de cloro líquido gaseoso de inyección al vacío y dos equipos dosificadores de hipoclorito de calcio por goteo. - Luego de todo el proceso de tratamiento el agua llega al

reservorio R-2 de 1000 metros cúbicos donde termina el proceso de tratamiento con el tiempo de contacto mínimo de 30 minutos del cloro con el agua.



4 REQUERIMIENTOS PREVIOS A LA PUESTA EN MARCHA, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para la puesta en marcha de la planta de tratamiento, es requisito indispensable que se encuentre concluidos los trabajos de construcción y recepción de las obras relacionadas con las unidades de tratamiento. Los operadores de planta deberán tener presente los siguientes alcances y requisitos para un adecuado desarrollo de las actividades que conforman el arranque, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.

4.1 Aspectos De Control De Parámetros Operacionales.

- Tiene relación directa con el funcionamiento de los procesos y su control periódico que permite evaluar el compartimiento de cada unidad de tratamiento, para esto se cuenta con instrumentos de análisis y equipos de muestreo.
- Al ingreso de la planta, para el tratamiento del agua cruda se controla los siguientes parámetros: caudal, pH, turbiedad, color, alcalinidad.
- El monitoreo de la calidad de los efluentes de las distintas unidades de tratamiento, el laboratorio esta implementado con equipos y reactivos para las siguientes pruebas: prueba de jarras, turbiedad, pH, conductividad, color, alcalinidad, temperatura, nitratos, sulfatos, hierro, manganeso, cloruros, cloro residual libre, coliformes termo tolerantes, coliformes totales, etc.

4.2 Personal de la Planta

Está conformado por los operadores de planta y el responsable de producción y control de calidad. El Personal de Operación de la Planta:

4.2.1 Supervisor de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual

Tiene a su cargo la planta de tratamiento, así como la coordinación con los operadores para efectuar los trabajos de tratamiento, mantenimiento de PTAP y mantenimiento de las áreas verdes.

4.2.2 Operarios de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual

Encargados de realizar las tareas de control de la operación de la planta, para lo cual se les capacita, las responsabilidades asignadas son:

- Informar al responsable de producción y control de calidad sobre el funcionamiento y estado de las unidades de producción.
- Vigilancia y manipulación de los insumos químicos, que se utiliza para el tratamiento del agua.
- Realizar los controles necesarios para la normal operación de la planta de tratamiento entre ellos:



- Control del caudal de ingreso a la planta, lectura de los caudales de salida del reservorio R-2 (Macromedidores).
- Análisis de los parámetros (color, turbiedad, pH, cloro residual, turbiedad) y toma de muestra de agua de redes y reservorios.
- Llevar a cabo los programas de mantenimiento y desinfección de las unidades de producción.
- Mantener limpio las unidades de tratamiento y eliminar material flotante.
- Mantener las aéreas verdes.

4.3 Documentación Requerida

La documentación disponible en todo momento en la planta cuenta con los antecedentes del proyecto, a fin de conocer con las bases del diseño de la planta como la ubicación de cada uno de los procesos del sistema, se cuenta con lo siguiente:

- Memoria Técnica del proyecto.
- Juego completo de planos de construcción.
- Especificaciones técnicas de construcción.
- Registro de datos Operacionales y de Análisis de calidad.
- Documentos de Gestión
- Cuaderno de Observaciones.

4.4 Requerimientos Administrativos

Para el desarrollo de las funciones administrativas, la planta de tratamiento no cuenta con oficinas administrativas, cuenta con ambientes para realizar análisis físico químico y otro ambiente para análisis bacteriológico y el equipamiento mínimo para el desarrollo de las actividades.

4.5 Equipo de Trabajo y Seguridad

A fin de lograr el óptimo desarrollo de la puesta en marcha, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, el personal de operación cuenta con herramientas básicas para su trabajo, así como el equipo de protección necesario para realizar las funciones en condiciones seguras.

4.6 Equipo para Protección (EPP)

El equipo de protección se reduce a herramientas necesarias para mantenimiento. La planta cuenta con las siguientes herramientas de trabajo: escobillones, baldes, pico, Lampa, machete, alicate, llave estilson, manguera, etc. El equipo de protección para todo el personal de la planta es el siguiente:

- Casco de seguridad.
- Zapatos punta de acero.
- Botas.
- Guantes de protección de goma.
- Guantes de cuero para labores de abertura de compuertas.
- Mandiles de PVC.
- Lentes de amplia visión.
- Máscara Completa con filtros.

Una vez concluida las actividades diarias el personal de operación deberá limpiar y guardar cuidadosamente el equipo usado. La planta permanecerá cerrada, el portón con llave para asegurar las herramientas y equipos de trabajo. La responsabilidad del cuidado es del operador de turno.



4.7 Seguridad

Los riesgos a los que está expuesto un empleado en instalaciones de este tipo son principalmente las lesiones físicas y posibles infecciones. Estas se eliminan si se toman las medidas de prevención adecuadas, a continuación, se recomiendan algunas medidas de seguridad:

- Para prevenir caídas: guardar las herramientas en sus lugares asignados, limpiar adecuadamente las zonas donde se encuentran las unidades, es decir, remover los escombros de las áreas de trabajo. - En lugares apropiados, colocar signos de advertencia y señales de peligro.
- Para prevenir infecciones: los operadores utilizan guantes de cuero al manejar objetos grandes como tapas y compuertas, así mismo portan guantes de goma cuando se ejecuten labores de limpieza, usan la máscara con filtro, anteojos de amplia visión, mandil de plástico, etc.
- Se tiene un botiquín de primeros auxilios para el tratamiento inmediato de pequeñas cortaduras y heridas.
- Las lesiones de pequeña consideración pueden ser tratadas por primeros auxilios, en caso de heridas de mayor importancia, se requiere los servicios de un médico del establecimiento de salud.



5 OPERACIÓN DE PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Esta etapa se ejecuta habiendo finalizado la etapa constructiva, cuando la planta va a empezar a funcionar. Se repetirá en forma más abreviada cuando la planta sale de operación por labores de mantenimiento. Las principales actividades para llevar a cabo en la puesta en marcha de la planta de tratamiento son:



5.1 INSPECCIÓN PRELIMINAR

Se evalúa el estado físico de las obras, debiendo poner énfasis en los siguientes aspectos:

- Presencia visual de los daños.
- Funcionamiento de válvulas, compuertas y equipos.
- Existencia de reactivos, materiales y personal para la operación del sistema.

5.2 Operaciones Iniciales

Antes del llenado de la planta, deben efectuarse las siguientes tareas:

- Limpieza general de las estructuras, la planta deberá quedar libre de polvo, residuos de construcción y cualquier impureza que signifique peligro de contaminación.
- Revisión y calibración de todos los equipos de dosificación.
- Preparación de las soluciones de las sustancias químicas.
- Medición de los parámetros básicos para el control de los procesos: pH, turbiedad, color, alcalinidad y caudal.
- Determinación de los parámetros de dosificación: dosis, concentración y pH óptimo, en el equipo de jarras.
- Colocar las válvulas en posición de llenado: ingresos y salidas abiertas, los desagües cerrados.

5.3 Llenado de la Planta

El procedimiento será como a continuación se detalla:

- Abrir lentamente la válvula de ingreso de agua cruda a la planta.
- Llenar los Floculadores y, una vez que el agua llegue al nivel máximo establecer la dosificación.

- Simultáneamente al proceso de llenado de los decantadores, suspender el flujo por 15 minutos antes de pasar a los filtros.
- Llenar los filtros e iniciar la operación eliminando la producción al desagüe hasta que se obtenga la calidad de agua deseada.
- Efectuar el lavado sucesivo de los filtros.
- Controlar la calidad del agua. - Previo a la distribución del agua producida a la población se deberá tener en cuenta los siguientes parámetros:
- Turbiedad menor de 5.0 UNT.
- pH entre 6.5 a 8.5.
- Color menor de 15 UC.
- Cloro residual a la salida del reservorio R-2, en el intervalo de 1.40 - 1.60 mg/l, para que en las zonas más alejadas el cloro sea mayor o igual a 0.50 mg/l.



6 OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

6.1 Manejo de Sustancias Químicas

Esta actividad comprende las siguientes etapas

6.1.1 Recepción de Sustancias Químicas

Para la recepción de las sustancias químicas en todas sus presentaciones (sólido, líquido y gaseoso), se tendrá en cuenta la cantidad y las especificaciones técnicas del producto a recepcionar. La recepción se efectúa de acuerdo con los siguientes criterios:

6.1.2 Criterio Físico

- Determinar el peso de cada envase o tomar una muestra representativa del lote.
- Verificar el peso de cada envase con la cantidad solicitada.
- Chequear el estado de los envases y descartar los que estén en mal estado.
- Observar el rotulo de los envases para comprobar el producto que se recibe.

6.1.3 Criterio Químico

La composición química se determina en el laboratorio, con una muestra representativa del lote. - No se realiza en este laboratorio por no contar con los equipos y reactivos necesarios.

6.2 Especificaciones Técnicas de los Insumos Químicos

6.2.1 Sulfato de Cobre

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y/O TÉCNICAS DEL SULFATO DE COBRE	
<i>Químicas</i>	
Nombre Técnico	Sulfato de Cobre Granulado
Formula Química:	CuSO ₄ .5H ₂ O
Grado	Comercial
Peso molecular	249.68
Código de riesgos: R22-36/38-50/53 / S 22-60-61	
<i>Físicas</i>	
Estado Físico	Sólido
Apariencia	Cristales azules
Olor	Sin olor
Temperatura de Fusión	110 °C



Temperatura de Ebullición	No aplicable
Solubilidad	Soluble en agua.
Técnicas	
Pureza	No menor de 99% (concentración de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
Contenido de Cobre	Contenido de cobre: $< \text{ó} = 25\%$ (concentración de Cu)
Material insoluble	$< \text{ó} = 0.5\%$
Tamaño del cristal:	100% pasa malla N° 8 (Tamiz Estándar).
Contenido de Metales	Máximo 0.3%

6.2.2 Sulfato de Aluminio

Es el principal químico que se utiliza en el tratamiento de agua.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SULFATO DE ALUMINIO	
Apariencia	Sólidos granulados
Solubilidad	Soluble en agua
Color	Blanco
Aluminio, Al_2O_3	17% Min.
Basicidad, Al_2O_3	0.6% Max.
Hierro, Fe_2O_3	0.05% Max.
Insolubles	1% Max.

6.2.3 Hidróxido de Calcio (Cal Hidratada)

Cuyas especificaciones se presentan a continuación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CAL HIDRATADA	
Oxido de calcio	72% como CaO
R_2O_3	0.8% como $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$
Oxido de Silicio + Insolubles	0.8% Max. Como SiO_2
Oxido de Magnesio	0.6% Max. Como MgO
Azufre	0.4% Max. Como S
Hidróxido de calcio	80 – 95% como $\text{Ca}(\text{OH})_2$
Perdida por Ignición	25%

6.2.4 Polímero Catiónico

Por su alto peso molecular se caracteriza por su eficiencia como coagulante primario en la clarificación de agua cruda, cuyas especificaciones técnicas se presenta a continuación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL POLÍMERO CATIONICO	
Estado Físico	Líquido viscoso
Gravedad Especifica	1.15 – 1.17
Tipo	Poliamida
Solubilidad en el agua	100%
Color	Ámbar Rojizo
Viscosidad (cps)	5000 – 9000
pH	4.0 – 5.0
Peso Molecular	750000 – 1250000
Punto de Inflamación	Mayor a 93°C

6.2.5 Hipoclorito de Calcio (65 – 70 %)

Se utiliza en el tratamiento del agua: para la desinfección, cuyas especificaciones se presenta a continuación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL HIPOCLORITO DE CALCIO	
Cloro útil	67% Min
Humedad	5.5 – 10%
Hierro	Menor 200 ppm
Solubilidad	Soluble en agua
Color	Blanco
Estabilidad	No higroscópica
Aspecto	Polvo granulado
Olor	Típico a cloro o lejía

6.2.6 Cloro Líquido/Gaseoso

Se utiliza en la desinfección del agua al final del proceso de tratamiento, cuyas especificaciones técnicas se presenta a continuación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CLORO LÍQUIDO	
Pureza	Mín. 99.5 % v/v
Otros Gases Residuales	Máx. 0.10 % w/w
Residuos No Volátiles	Máx. 0.015 % w/w
Humedad	Máx. 0.015 w/w
Plomo	Máx. 10 ppm
Mercurio	Máx. 1 ppm
Arsénico	Máx. 3 ppm
Color (líquido)	Ámbar - Amarillo Verdoso



6.2.7 Policloruro de Aluminio. - El Policloruro es un coagulante y floculante catiónico utilizado en el tratamiento de aguas potables y residuales para eliminar la turbidez ocasionada por los sólidos en suspensión.

**FICHA TÉCNICA
POLICLORURO DE ALUMINIO**

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Químico	Policloruro de Aluminio
Formula Química	$(Al_2(OH)_n \cdot Cl_{6-n})_x$
Sinónimos	Polihidroxipolicloruro de Aluminio

2. DESCRIPCIÓN

El Policloruro es un polímero catiónico con alto peso molecular

3. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

%Al ₂ O ₃	19% Mín.
%Cl	10% Mín.
Relación Al/Cl	0.87±0.1 Mín.
pH Directo	2.1 – 3.6
Densidad (g/ml)	1.28 %
Basicidad	50 Mín.

4. PROPIEDADES

Apariencia:	Líquido
Color:	Transparente - Ámbar
Olor:	Dulce
Solubilidad:	Total

5. APLICACIONES

El Policloruro es un coagulante y floculante catiónico utilizado en el tratamiento de aguas potables y residuales para eliminar la turbidez ocasionada por los sólidos en suspensión. También ayuda en la reducción y sedimentación del hierro y el color presentes. Elimina color y materia orgánica. Reduce y sedimenta el hierro presente. Trabaja en un amplio rango de pH (5.0 – 8.5). Reemplaza hasta en un 100% el sulfato de aluminio. Se puede dosificar puro y es 100% soluble en agua. Proporciona un excelente balance técnico económico.



6.3 Almacenamiento de sustancias químicas

Para almacenar las sustancias químicas, se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- Almacenar las sustancias químicas sobre tarimas de madera (nunca en contacto con el piso o pared).
- No depositar sustancias químicas nuevas sobre las existentes.
- La altura máxima de apilamiento no debe ser mayor de 2 metros.
- Mantener el almacén seco y bien ventilado.
- No almacenar en la misma bodega sustancias que pueden reaccionar.
- El apilamiento será ordenado de tal manera que se facilite el recuento de las bolsas.
- Los cilindros de cloro líquido/gaseoso obligatoriamente deben estar en posición vertical y asegurarlo con cadenas o cuerdas que le brinden estabilidad.
- No dejar caer, ni golpearlo con otro envase u otro objeto.
- Nunca suspender un cilindro de cloro líquido/gaseoso por su cabeza (bonete).



6.4 Transferencia

Dependiendo de la sustancia química a manejar se tomarán las medidas de seguridad necesarias. Para la transferencia de las sustancias se podrán utilizar carretillas. En la tabla siguiente, se indican las precauciones y medidas de seguridad que deben tenerse en cuenta para la transferencia de sustancias químicas.



Sustancias Químicas	PRECAUCIONES Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN					
	Guantes	Máscara contra Polvo	Protector de Ojos	Protector de Piel	Respirados de Oxígeno	Detector de Fugas
Sulfato de Aluminio	X	X	X	X		
Cal Hidratada	X	X	X	X		
Polímero Catiónico	X					
Hipoclorito de Calcio	X	X	X	X		
Cloro Gas	X		X		X	X

6.5 Operación de las Unidades de Tratamiento

6.5.1 Parámetros Óptimos de Dosificación

- **Dosis óptima de Coagulante (mg/l):** Es la que produce la desestabilización de las partículas suspendidas en el agua causantes de la turbiedad y color. Habiéndose considerado una dosis promedio de sulfato de aluminio de 90 mg/l, obtenido en el equipo de jarras.
- **Concentración Óptima:** Es la concentración de la solución del coagulante, la concentración es del 2%.
- **pH óptimo:** Es el valor que optimiza la coagulación, se encuentra el rango de 6.5 a 8.5.
- **Alcalinidad Óptima:** Se encuentra en el rango de 60 a 120 mg/l, para obtener una buena coagulación.

6.5.2 Orden para Agregar los Insumos Químicos

- Primero se agrega la solución de sulfato de cobre
- Segundo se agrega la solución de cal hidratada

- Tercero se agrega la solución de sulfato de aluminio.
- Cuarto se agrega la solución de polímero catiónico.
- Quinto se agrega cloro líquido/gaseoso u solución de Hipoclorito de calcio.
- Dosificadores de Insumos Químicos

6.5.2.1 Dosificación de Sulfato de Cobre

- Está constituido por 02 tanques de PVC de 1100 litros cada uno, cada uno funciona por separado, donde se preparan la solución cada uno tiene su agitador, están conectados a un pequeño tanque en la parte exterior que funciona como regulador, luego se dosifica en la cámara rompe presión en todo lo ancho.

Operación de Puesta en Marcha

- Preparación del taque de solución al 0.40%.
- Determinar el volumen útil (Vu) del tanque de solución (altura por debajo del rebose).
- Cerrar la válvula de desagüe del tanque de solución.
- Llenar el volumen del tanque.
- Calcular el peso de sulfato de cobre necesario para obtener la concentración óptima.

$$P = Vu \times C$$

P = Peso en kg.

Vu = 1000 litros

C = 0.40% (4000mg/l)

P = (1000l) (4000mg/l) (1gr./1000mg.) (1kg./1000gr.)

$$P = 4 \text{ kg.}$$

- Agregar al tanque el peso calculado de sulfato de cobre.
- Encender el agitador eléctrico hasta que disuelva el sulfato de cobre.
- Iniciar la dosificación agregando en la cámara rompe presión.

Operación Normal

- Calcular el caudal de solución que se debe aplicar para reproducir la dosis óptima.

$$q = Q D / C.$$

q = Caudal de la solución.

Q = Caudal de operación de la planta (50 l/seg.).

D = Dosis óptima (mg/l).

C = Concentración óptima 0.40% (4000mg/l).

$$q = \frac{50 \text{ L/seg} * 0.50 \text{ mg/L}}{4000 \text{ mg/L}} = 0.00625 \text{ L/seg}$$

$$q = 6.25 \text{ ml/seg}$$

- Abrir la válvula de salida de la solución al agua cruda.

Operación de Parada

- Suspender la dosificación.
- Apagar el agitador eléctrico.



DETERMINACION: "DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE COBRE EN EL EQUIPO DE JARRAS"

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO ASHPACHACA"
FECHA: 07/01/2019
CAUDAL: 66.93 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.	AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA		
JA	Color: 1 UC.	MEZCLA RAPIDA	FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:		
RR	Turbiedad: 1.75 UNT.	Tiempo 5 Seg.	Tiempo de floc.....20mim. Tiempo de sed: 10 mim.			Nro.-----		
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.	Velocidad: 34 rpm. Gradiente..... 0					
N°	pH	Alcalinidad Total mg/l	Sulfato Cobre mg/l	pH	Color U.C.	Cobre Residual	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	6.95	18.62	0.50			0.16		
2	6.95	18.62	0.80			0.22		
3	6.95	18.62	1.00			0.27		
4	6.95	18.62	1.50			0.45		
5	6.95	18.62	1.80			0.49		
6	6.95	18.62	2.00			0.54		

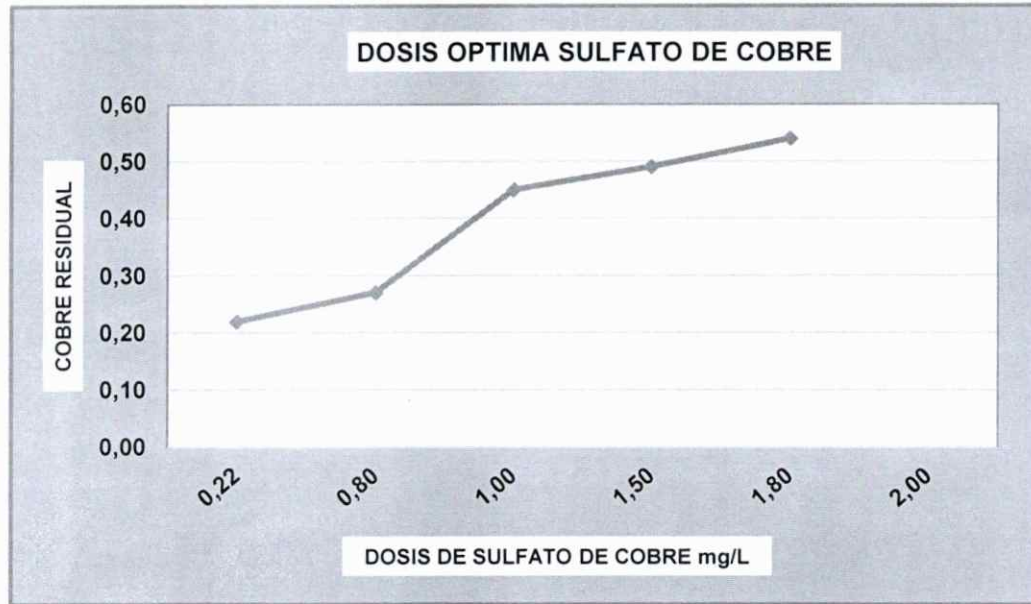


OBSERVACIONES:
 Orden de aplicación de los productos químicos:
 SULFATO DE COBRE
 Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:
 Dosis óptima de Sulfato Cu: **0.50 mg/l.**

FECHA: 07/01/2019
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 1.75 NTU.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 1 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Cobre mg/l (eje X)	Cobre Residual (eje Y)
1	0.50	0.16
2	0.80	0.22
3	1.00	0.27
4	1.50	0.45
5	1.80	0.49
6	2.00	0.54



Se agrega la dosis optima de 0.5 mg/l de sulfato de cobre al agua, se solicitó el análisis del agua de la salida de PTAP por un laboratorio acreditado (*Baltic Control*), el resultado nos arrojó "Ausencia de organismo de vida libre como. algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estados evolutivos- agua". Se adjunta análisis.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-874



INFORME DE ENSAYO N° 238012596/2022

Página 16 de 17

Microbiológicos

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Detección de Colifagos (Virus)	---	UFC/mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos (L.D: 0 N°org/L)	0	N° org/L	0
* Huevos y larvas de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos.	0	N° org/L	0
Recuento de Bacterias Heterótrofas: PCA 35 °C 48h.3h	1	UFC/mL	<1 Recuento estándar en placa estimado
Bacterias aeróbicas totales	1,1	NMP/100 mL	<1,1
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,1	NMP/100 mL	<1,1
Escherichia coli	1,1	NMP/100 mL	<1,1

Sensoriales

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
* Olor	---	---	Aceptable
* Sabor	---	---	Aceptable

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, %N Menor que el L.C.M.
(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sólidos Totales Disueltos (Acre) - Agua (L.C= 10 mg/L)	SMWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180° C
Sulfatos	SMWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO4 ²⁻ E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method

EL LÍMITE INFERIOR DE ESTE INFORME DE ENSAYO CORRESPONDE AL VALOR DE SANGONADO CONFORME A LA Ley N° 30911 (AUTORIDAD COMUNITARIA)
Este se debe reproducir al momento de revisar, excepto en los casos en los que la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A. indique lo contrario en el presente documento solo podrá realizarse con sus firmas, convalidando los resultados de los análisis no obtenidos con validación de conformidad con los métodos utilizados o como certificación de sistemas de control de la entidad que lo produce.
PACIFIC CONTROL S.A. S.A.

TJC COUNCIL
PACIFIC CONTROL S.A.C.
Phone: 051 94 441 4511 / 051 1 441 1110
Presidencia: Av. San Juan 2113 - Torre A - Pisco de Ilo-Ilo (M.I. 12) Lote 01 - 81 - 1700-01
Talcahuano



Este informe cumple con las Condiciones que aparecen en el folio de entrega de servicios y en el caso de requerir más información, favor comunicarse al teléfono 051 94 441 4511 o al correo electrónico: info@pacificcontrol.com

6.5.2.2 Dosificación de Cal Hidratada

- Está constituido por un tanque en forma cónica (saturador de cal) y tanque de PVC 1000 metros cúbicos, cada uno funcionan por separado, donde se preparan la solución, cada uno tiene su agitador, están conectados a un pequeño tanque en la parte exterior que funciona como regulador, luego se dosifica en la cámara rompe presión en todo lo ancho.

Operación de Puesta en Marcha

- Preparación del taque de solución al 0.90%.
- Determinar el volumen útil (Vu) del tanque de solución
- Cerrar la válvula de desagüe del tanque de solución.
- Llenar el volumen del tanque.
- Calcular el peso de la cal hidratada necesario para obtener la concentración óptima.

$$P = Vu \times C$$

P = Peso en kg.

$$Vu = 1/3 \pi h(R^2 + r^2 + Rr)$$

$$\pi = 3.1416$$

$$h = 2.38 \text{ metros}$$

$$R = 0.675 \text{ metros}$$

$$r = 0.25 \text{ metros}$$

$$Vu = 1/3 (3.1416)(2.38m) \times \{(0.675m)^2 + (0.25m)^2 + (0.675m)(0.25m)\}$$

$$Vu = 1.712 \text{ m}^3$$

Vu = Volumen útil en litro = 1712 L.

C = 0.90% (9000 mg/l).

$$P = 1712L * 9000 \frac{mg}{L} * \frac{1gr}{1000mg} * \frac{1kg}{1000g} = 15.408kg$$

$$P = 15 \text{ kg}$$

- Para evitar errores, se estandarizará de manera que el operador agregue una cantidad entera, sin decimales.
- Agregar al tanque el peso calculado de cal hidratada.
- Encender el agitador eléctrico hasta que disuelva la cal hidratada.
- Iniciar la dosificación cuando el floculador esté lleno.

Operación Normal

- Calcular el caudal de solución que se debe aplicar para reproducir la dosis óptima.
 - $q = Q \times D / C$
 - q = Caudal de la solución.
 - Q = Caudal de operación de la planta (l/seg.).
 - D = Dosis óptima (mg/l).
 - C = Concentración óptima 0.90% (9000mg/l).

$$q = \frac{50 \text{ L/seg} * 50 \frac{mg}{L}}{9000 \frac{mg}{L}} = 0.277 \text{ L/seg}$$

$$q = 277 \text{ ml/seg}$$

Abrir la válvula de salida de la solución al agua cruda.



Operación de Parada

- Suspender la dosificación.
- Apagar el agitador eléctrico.

6.5.2.3 Dosificación de Sulfato de Aluminio

Está constituido por 02 tanques donde se prepara la solución, cada uno con su agitador y un dosificador.

Operación de Puesta en Marcha

- Calibración del equipo dosificador de sulfato de aluminio.
- Preparación de solución en el tanque al 2%.
- Cerrar la válvula de desagüe del tanque de solución.
- Determinar el volumen útil (Vu) del tanque de solución (altura por debajo del rebose).
- Si es necesario marcar con pintura el nivel máximo por debajo del cual se tendrá el volumen útil disponible.
- Llenar el 50% del volumen del tanque.
- Calcular el peso del sulfato de aluminio necesario para obtener la concentración óptima.
- Cálculo del Peso de Sulfato de Aluminio

$$P = Vu \times C$$

P = peso en kg.

Largo (L) = 1.58 metros

Ancho (A) = 1.22 metros

- Profundidad hasta la altura de la solución (p) = 0.93 metros

$$Vu = L \times A \times p = (1.58m) (1.22m) (0.93m) = 1.793 \text{ m}^3$$

$$Vu = \text{Volumen útil} = 1.793 \text{ M}^3.$$

C = Concentración 2% (20000 mg/l)

$$P = (1793L) (20000\text{mg/L}) (1\text{gr}/1000\text{mg}) (1\text{Kg}/1000\text{gr.}) = 40\text{kg.}$$

P = 40 Kg. (Se estandariza el peso, de manera que el operador agregue una cantidad entera).

- Agregar al tanque el peso calculado de sulfato de aluminio y completar el llenado del tanque.
- Encender el agitador eléctrico hasta que todo el sulfato de aluminio se haya disuelto por completo y se obtenga una solución homogénea.
- Iniciar la dosificación cuando el floculador esté lleno.
- No agregar agua al tanque de solución, cuando se encuentre funcionando, porque disminuye la concentración y deteriora la eficiencia de todo el sistema.

Operación Normal

- Calcular el caudal de solución (q) que se debe aplicar para reproducir la dosis óptima determinada.

$$\frac{Q * D}{C}$$

q = Caudal de la solución.

Q = Caudal de operación de la planta 50L/Seg.

D = Dosis óptima determinado en laboratorio (90mg/L)

C = Concentración óptima 2% (20000 mg/l)



$$q = \frac{50 \text{ L/seg} * 90 \text{ mg/L}}{20000 \text{ mg/L}} = 0.225 \text{ L/seg}$$

$$q = 225 \text{ ml/seg}$$

- Abrir la válvula de ingreso de la solución dosificador y calibrar el caudal de solución determinada.
- Preparar el tanque de solución alternativo para efectuar el cambio apenas se termine el anterior. -
- No debe pasar agua sin dosificar porque la eficiencia de todo el sistema se deteriora.

Operación de Parada

- Cerrar la válvula de ingreso de salida de la solución.
- Suspender la dosificación
- Apagar el agitador eléctrico

6.5.2.4 Dosificación de Polímero Catiónico

Está constituido por un tanque de PVC donde se prepara la solución, se dosifica una carga constante.

Operación de Puesta en Marcha

- Preparación del tanque de solución al 0.40%.
- Determinar el volumen útil (Vu) del tanque de solución (altura por debajo del rebose).
- Cerrar la válvula de desagüe del tanque de solución.
- Llenar el volumen del tanque.
- Calcular el peso del polímero catiónico necesario para obtener la concentración óptima.

$$P = Vu \times C$$

P = Peso en kg.

Vu = Volumen útil en litros = 500L.

C = 0.40% (4000 mg/l).

$$P = 500L * 4000 \text{ mg/L} * \frac{1gr}{1000mg} * \frac{1kg}{1000gr} = 2kg$$

$$P = 2kg$$

- Agregar al tanque el peso calculado de polímero catiónico.
- Agitar la solución con una paleta hasta que todo el polímero catiónico se haya disuelto por completo y se obtenga una solución homogénea.
- Iniciar la dosificación cuando el floculador esté lleno.

Operación Normal

- Calcular el caudal de solución (q) que se debe aplicar para reproducir la dosis óptima determinada.

$$q = \frac{Q * D}{C}$$

q = Caudal de la solución.

Q = Caudal de operación de la planta L/Seg.

D = Dosis óptima determinado en laboratorio (mg/l) = 0.5 mg/l.

C = Concentración óptima (0.2%).



$$q = \frac{50 \text{ L/seg} * 0.5 \text{ mg/L}}{4000 \text{ mg/L}} = 0.00625 \text{ L/seg}$$
$$q = 6.25 \text{ ml/seg}$$

- Abrir la válvula de ingreso de la solución dosificador y calibrar el caudal de solución determinada.
- Dejar que se termine toda la solución del tanque. Preparar un nuevo tanque.

Operación de Parada

- Cerrar la válvula de salida de la solución.
- Suspender la dosificación.



6.6 CONTROL DE LA CARRERA DE FILTRACIÓN Y TIEMPO DE LAVADO DE LOS FILTROS

CONTROL DE LA CARRERA DE FILTRACIÓN Y TIEMPO DE LAVADO					
FECHA DE LAVADO DE FILTRO	NÚMERO DE FILTRO	HORA DE INICIO	HORA DE TÉRMINO	CARRERA DE FILTRACIÓN	NOMBRE DEL OPERADOR



6.7 DESINFECCIÓN – CLORINADOR DE INYECCIÓN AL VACÍO

Este dosificador del tipo compacto en el que la presión del gas cloro, proveniente del cilindro es reducido en el equipo clorinador que regula la cantidad a dosificar por medio del rotámetro. La aplicación es efectuada por medio de un difusor colocado dentro del tubo de 8", por donde pasa la masa de agua al reservorio y termina con el contacto con el agua, con un mínimo de 30 minutos.

Operación de Puesta en Marcha

- Manipular el cilindro de cloro y colocarlo en la balanza para determinar el peso del cloro líquido, asegurarlo con el dispositivo existente.
- Anotar en el formato de control el peso neto del cilindro del cloro líquido gaseoso.
- Quitar la tapa de protección del cilindro, usando las herramientas adecuadas llave inglesa para abrir y cerrar la válvula del cilindro del cloro gas).
- Colocar un empaque nuevo de PVC en la válvula auxiliar.
- Colocar el equipo en el cabezal del cilindro, coincidiendo la tuerca de la válvula del cilindro y afirmar la unión por medio de una llave inglesa ajustable para abrir y cerrar la válvula del cilindro del cloro gas.
- Abrir lentamente la válvula del cilindro accionándolo según el giro de las manecillas del reloj.
- Verificar si existen fugas de cloro, utilizando una solución de amoníaco, se deben chequear todas las unidades.

- Abrir la válvula del rotámetro para hacer pasar la cantidad adecuado de dosificación de cloro.

Operación Normal

- Ajustar la dosificación a la requerida rotando la perilla del dosificador, hacia la derecha aumenta la dosificación.
- Determinar el cloro residual libre y total a la salida del reservorio y anotarlos en el formato de control, se recomienda que el cloro residual libre salga entre 1.60 y 1.80 ppm.
- Verificar la existencia de fugas, por lo menos una vez al día, en todas las uniones y conexiones de la instalación, no se debe tolerar ninguna fuga de cloro.



6.8 Procedimiento para la Determinación de Dosis Optima: Cal – Sulfato de Aluminio – Polímero Catiónico. Realizar el *Primer ensayo* para determinar la dosis optima de coagulante al agua con alcalinidad natural (baja)

Prueba N° 1

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 0.93 UNT
- pH = 7.03
- Color = 96uC.
- Alcalinidad = 27.93 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.1
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃.

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 6000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 7.33
- Alcalinidad = 26.07 mg/l

$$\text{➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada} = \frac{30 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 22.5 \text{ mg/l}$$



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: " TILACANCHA "

FECHA: 11/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA	
JA	Color: 96 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS			FLOCULACION..... SEDIMENTACION:				Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 0.93 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.			Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.				N° ----	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)			Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0					
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formacion del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	
1	11.5	48.41	50	22.5		0	0	8.71	17	6.50				
2	11.5	48.41	60	22.5		10	2	7.73	0	1.37				
3	11.5	48.41	70	22.5		4	3	7.18	0	1.45				
4	11.5	48.41	80	22.5		5	2	6.78	0	0.48				
5	11.5	48.41	90	22.5		5	2	6.34	0	0.69				
6	11.5	48.41	100	22.5		5	2	6.11	0	0.85				

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato: 80mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.5 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l

Aluminio Residual: 0.20 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.

2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.

4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).

6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.

8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.

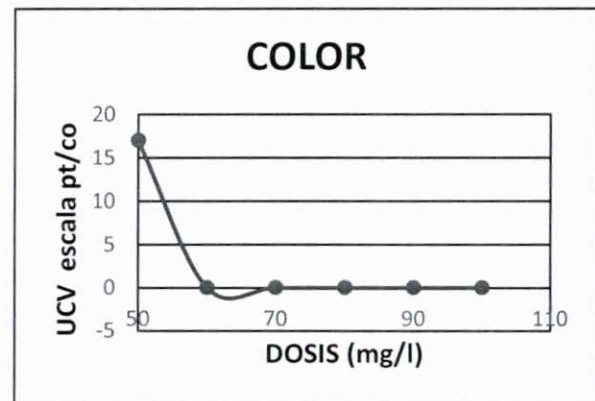
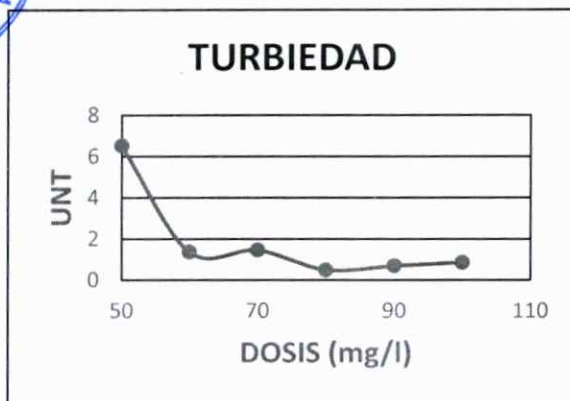
10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

FECHA: 11/12/2024

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 0.93 NTU.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 96 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	6.5
2	60	1.37
3	70	1.45
4	80	0.48
5	90	0.69
6	100	0.85



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 40 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.95
- Alcalinidad = 48.41 mg/l

$$25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 18.75 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA "

FECHA: 11/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA	
JA	Color: 96 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:				Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 0.93 UNT.	Tiempo 5 Seg.	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	N° -----	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.	60	30		Deflectores: Si..... No (X)	Velocidad: 40 rpm.	Gradiente... 0					
1	9.95	48.41	60	30		3	6	6.94	12	0.24			
2	9.95	48.41	65	30		2.5	4	7.08	58	0.32			
3	9.95	48.41	70	30		2	4	7.09	46	0.43			
4	9.95	48.41	75	30		4	4	7.12	42	0.48			
5	9.95	48.41	80	30		6	2	7.11	46	0.55			
6	9.95	48.41	85	30		12	2	6.98	64	0.53			

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 60 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 30 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.186 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

0 - Floc colorido. Ningún signo de aglutinación.

2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.

4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).

6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.

8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.

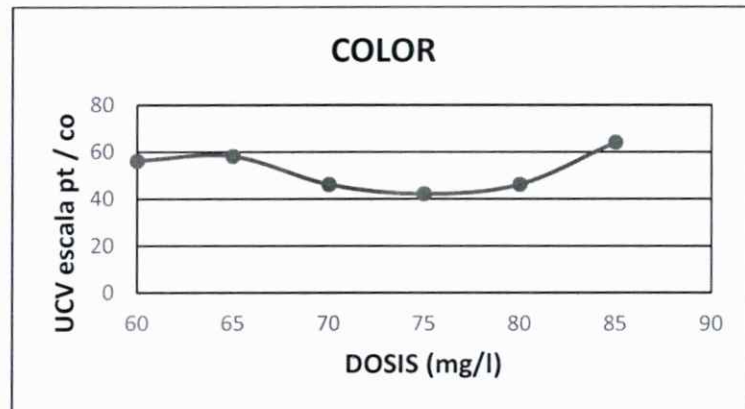
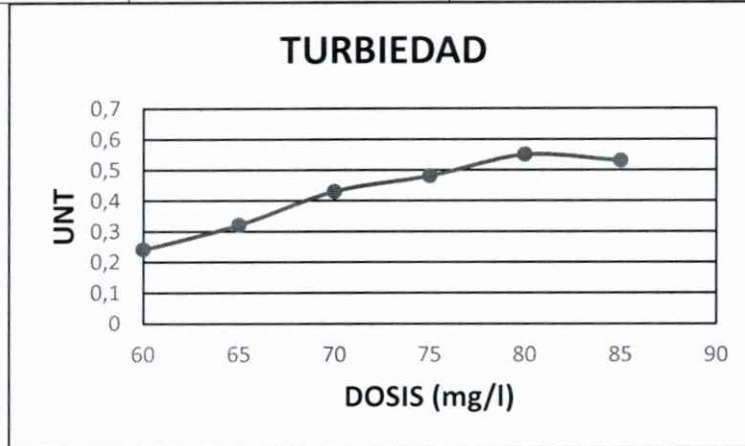
10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

FECHA: 11/12/2024

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 0.93 NTU.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 96 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	60	0.24
2	65	0.32
3	70	0.43
4	75	0.48
5	80	0.55
6	85	0.53



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 50 ml de solución de la cal al 0.9%
 - pH = 10.19
 - Alcalinidad = 42.83 mg/l
- $$\text{Dosis optima de solución de Cal Hidratada} = \frac{50 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 37.5 \text{ mg/l}$$

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 11/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 96 UC.	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 0.93 UNT.	Tiempo 5 Seg.			2000 ml.	Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			N° -----		
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)	Velocidad: 40 rpm. Gradiente: 0					
N°	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	10.19	42.83	55	37.5		0.50	2	8.84	166	7.03	
2	10.19	42.83	60	37.5		1.50	2	8.83	157	6.68	
3	10.19	42.83	65	37.5		2.00	2	8.74	154	15.11	
4	10.19	42.83	70	37.5		10.0	2	8.72	157	5.72	
5	10.19	42.83	75	37.5		5.00	4	8.58	87	0.90	
6	10.19	42.83	80	37.5		3.10	4	8.40	113	0.34	

INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 80mg/l

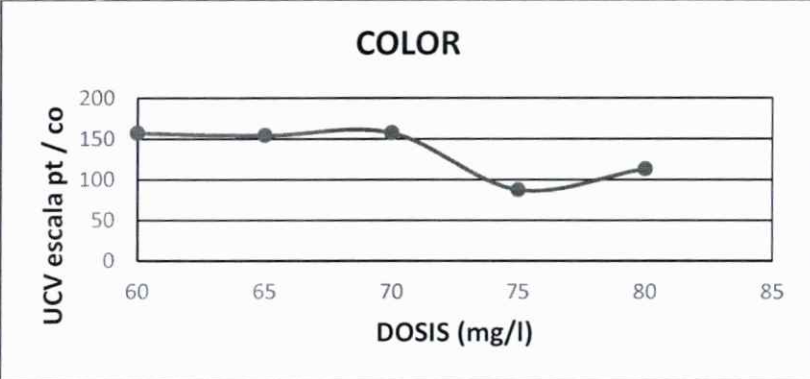
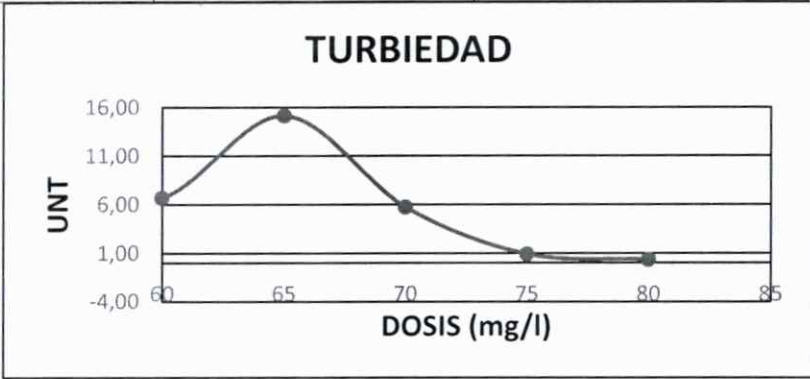
Dosis óptima de Cal Hidratada: 37.5 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.205 mg/L

FECHA: 11/12/2024
 TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 96 NTU.
 COLOR DEL AGUA CRUDA = 0.93 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	55	7.03
2	60	6.68
3	65	15.11
4	70	5.72
5	75	0.90
6	80	0.34



Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 7.91, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico.

- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 10.62
- Alcalinidad = 42.83 mg/l

$$25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 18.75 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 4 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 11/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA	
JA	Color: 96 UC.	MEZCLA RAPIDA		VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:		AGUA FILTADA		AGUA FILTADA	
RR	Turbiedad: 0.93 UNT.	Tiempo 5 Seg.	Tiempo 300 rpm.	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indicé de Willcomb	pH	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Marca filtro:
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.	Gradiente: Si..... No (X)	Deflectores: Si..... No (X)	Deflectores: Si..... No (X)	Velocidad: 40 rpm.	Gradiente.....0	Velocidad: 40 rpm.	Gradiente.....0	Velocidad: 40 rpm.	Gradiente.....0	Velocidad: 40 rpm.	Gradiente.....0
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Indicé de Willcomb	Tiempo de formación del floculo (min.)	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.
1	10.62	42.83	45	18.75	1	6	3.00	14	0.45	14	0.45		
2	10.62	42.83	50	18.75	1.1	6	3.10	2	0.21	2	0.21		
3	10.62	42.83	55	18.75	1.2	10	3.15	1	0.23	1	0.23		
4	10.62	42.83	60	18.75	1.3	8	6.00	0	0.31	0	0.31		
5	10.62	42.83	65	18.75	1.4	8	10.00	0	0.28	0	0.28		
6	10.62	42.83	70	18.75	1.10	8	12.00	0	0.56	0	0.56		

INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 50 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.5 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: 0.70 mg/l

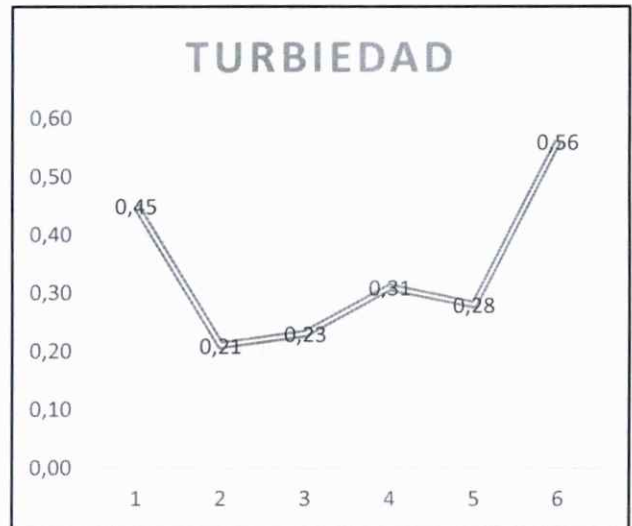
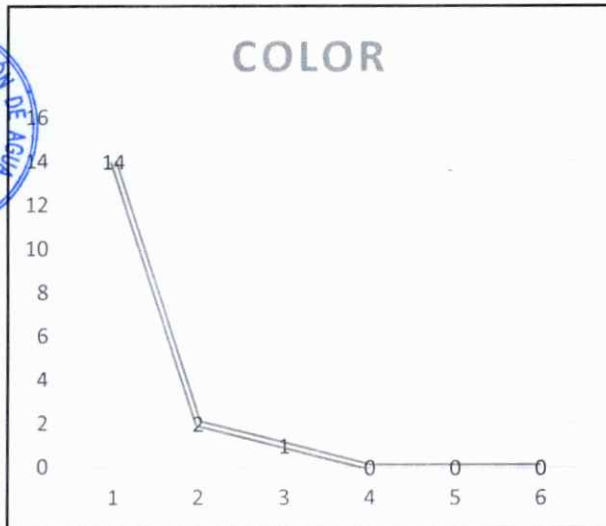
Aluminio Residual: 0.185 mg/L

FECHA: 11/12/2024

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 0.93 NTU.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 96 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	45	0.24
2	50	0.21
3	55	0.23
4	60	0.31
5	65	0.28
6	70	0.33



Prueba N° 2

Características del agua cruda

- Turbiedad = 4.69 UNT
- pH = 7.19
- Color = 125 uC.
- Alcalinidad = 20.48 mg/l.
- Temperatura = 12.8
- Dureza = 33.85

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 40 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 10.40
- Alcalinidad = 54 mg/l

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{40 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 30 mg/l



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 12/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA		
JA	Color: 125 UC.		MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS			FLOCULACION.....			SEDIMENTACION:		Marca filtro:
RR	Turbiedad: 4.69 UNT.		Tiempo 5 Seg.				2000 ml.			Tiempo de floc.: 20min.			Tiempo de sed.: 10 min.		N° ----
AS	Dureza: 38.09 mg/l.		Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)			Velocidad: 40 rpm.			Gradiente: ... 0		
N°	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T. B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.			
1	10.4	54	60	30		8.00	2	8.20	12.5	6.74					
2	10.4	54	65	30		3.40	8	7.12	8	1.06					
3	10.4	54	70	30		3.00	10	7.15	7.1	1.05					
4	10.4	54	75	30		2.05	10	6.98	6.25	0.75					
5	10.4	54	80	30		2.00	8	6.99	0	0.42					
6	10.4	54	85	30		2.10	4	7.10	0	0.50					

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:
 CAL HIDRATADA
 SULFATO DE ALUMINIO TIPO A
 POLIMERO CATIONICO
 Temperatura del agua:
CONCLUSIONES:
 Dosis óptima de Sulfato Al: 80 mg/l.
 Dosis óptima de Cal Hidratada: 30 mg/l.
 Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l
 Aluminio Residual: 0.110 mg/l

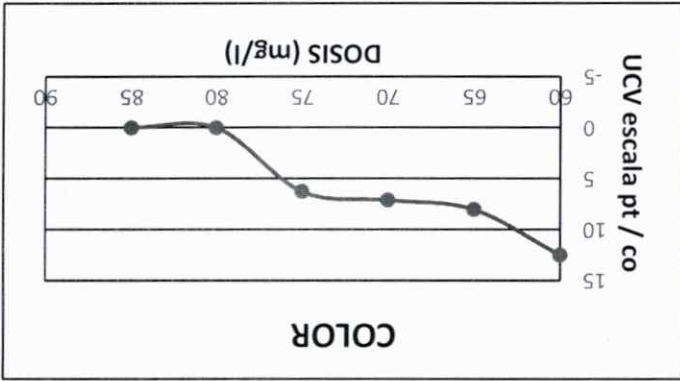
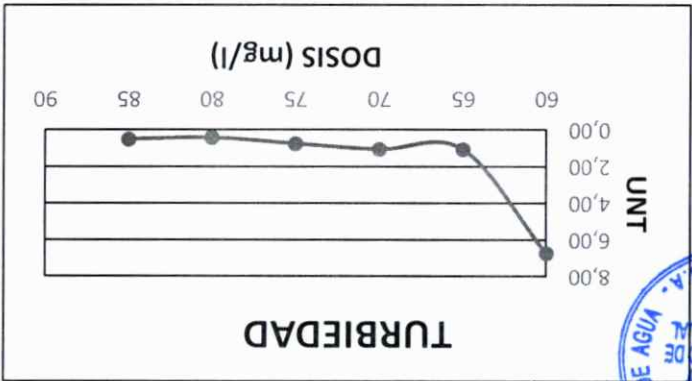
INDICE DE WILLCOMB

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

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 50 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 11.10
- Alcalinidad = 39.1 mg/l

50 ml X 9000 mg/l ----- = 37.5 mg/l
 Dosis optima de solución de Cal Hidratada = -----
 12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	60	6.74
2	65	1.06
3	70	1.05
4	75	0.75
5	80	0.42
6	85	0.50

FECHA: 12/12/2024

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.69 NTU.
 COLOR DEL AGUA CRUDA = 125 UC.

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS



EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 12/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA	
JA	Color: 125 UC.		MEZCLA RAPIDA		VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION:.....		SEDIMENTACION:		Marca filtro:						
RR	Turbiedad: 4.69 UNT.		Tiempo 5 Seg.		2000 ml.		Tiempo de floc.:20min.		Tiempo de sed.: 10 min.		Nro.						
AS	Dureza: 38.09 mg/l.		Gradiente 300 rpm.		Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm.		Gradiente:.... 0								
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.					
1	11.1	39.1	50	37.5		3.05	2	8.63	187	8.42							
2	11.1	39.1	55	37.5		3.10	2	8.75	190	7.29							
3	11.1	39.1	60	37.5		3.15	2	8.73	184	6.84							
4	11.1	39.1	65	37.5		3.00	4	8.64	173	5.20							
5	11.1	39.1	70	37.5		2.50	8	8.41	64	0.60							
6	11.1	39.1	75	37.5		2.70	8	8.37	54	0.88							

INDICE DE WILLCOMB

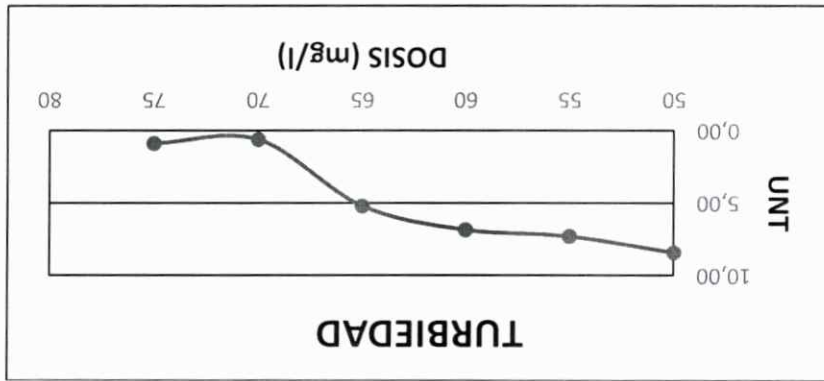
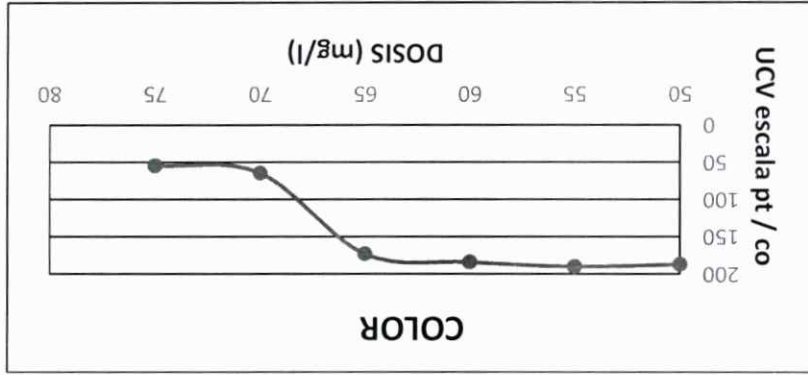
- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero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

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:
CAL HIDRATADA
SULFATO DE ALUMINIO TIPO A
POLIMERO CATIONICO
 Temperatura del agua:
CONCLUSIONES:
 Dosis Optima de Sulfato Al: 70 mg/l.
 Dosis Optima de Cal Hidratada: 37.5 mg/l.
 Dosis Optima de Polímero Cationico: mg/l
 Aluminio Residual: 0.231 mg/l

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 6000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.50
- Alcalinidad = 39.10 mg/l
- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 22.5 mg/l
30 ml x 9000 mg/l
12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	8.42
2	55	7.29
3	60	6.84
4	65	5.20
5	70	0.60
6	75	0.88

FECHA: 12/12/2024

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.69 NTU.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 125 UC.





DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 13/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

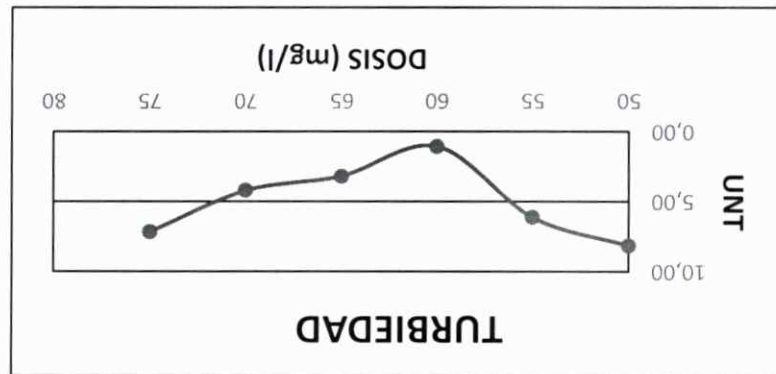
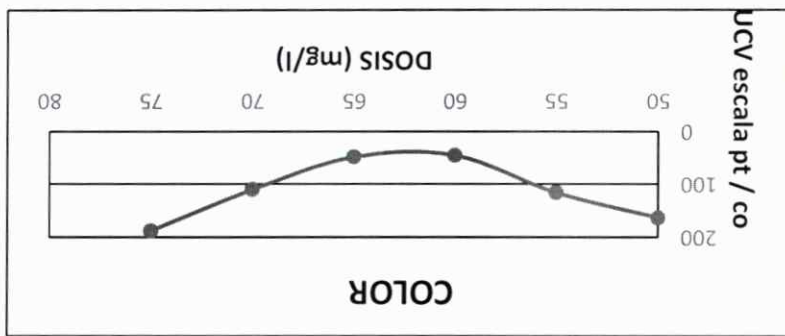
AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA								
JA	Color: 125 UC.	MEZCLA RAPIDA	VOLUMEN DE JARRAS	FLOCULACION:.....	SEDIMENTACION:	Marca filtro:	RR	Turbiedad: 4.69 UNT.	Tiempo 5 Seg.	2000 ml.	Tiempo de floc.:...20min.	Tiempo de sed.: 10 min.	Nro:.....	AS	Dureza: 38.09 mg/l.	Gradiente 300 rpm.	Deflectores: Si..... No (X)	Velocidad: 40 rpm.	Gradiente:.... 0	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Color U.C.	
1	9.50	39.10	50	22.5	5.12	2	8.63	163	8.14					2	9.50	39.10	50	22.5	5.12	2	8.63	163	8.14	
2	9.50	39.10	55	22.5	4.15	2	8.75	116	6.12					3	9.50	39.10	60	22.5	2.18	2	8.73	45	1.05	
3	9.50	39.10	60	22.5	2.18	2	8.73	45	1.05					4	9.50	39.10	65	22.5	3.25	4	8.64	48	3.18	
4	9.50	39.10	65	22.5	3.25	4	8.64	48	3.18					5	9.50	39.10	70	22.5	4.36	8	8.41	110	4.20	
5	9.50	39.10	70	22.5	4.36	8	8.41	110	4.20					6	9.50	39.10	75	22.5	5.10	8	8.37	188	7.16	
6	9.50	39.10	75	22.5	5.10	8	8.37	188	7.16															

INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES:
Orden de aplicación de los productos químicos:
CAL HIDRATADA
SULFATO DE ALUMINIO TIPO A
POLIMERO CATIONICO
Temperatura del agua:
CONCLUSIONES:
Dosis óptima de Sulfato Al: 60 mg/l.
Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.5 mg/l.
Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l
Aluminio Residual: 0.218 mg/l

- Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 7.91, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico.
- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 10.40
- Alcalinidad = 39.10 mg/l
- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 22.5 mg/l
30 ml x 9000 mg/l
12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	8.14
2	55	6.12
3	60	1.05
4	65	3.18
5	70	4.20
6	75	7.16

FECHA: 13/12/2024

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.69 NTU.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 125 UC.





EMUSAP S.A.
Tendencias para el futuro

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 4 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"
FECHA: 13/12/2024
CAUDAL: 48.35 l/s.



AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 125 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.69 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.....	
AS	Dureza: 38.09 mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formacion del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	10.40	39.10	55	22.25	1.1	3.05	2	8.63	7	2.05		
2	10.40	39.10	60	22.25	1.2	3.10	2	8.75	0	0.44		
3	10.40	39.10	65	22.25	1.3	3.15	2	8.73	0	0.49		
4	10.40	39.10	70	22.25	1.4	3.00	4	8.64	6	2.10		
5	10.40	39.10	75	22.25	1.5	2.50	8	8.41	8	3.15		
6	10.40	39.10	80	22.25	1.6	2.70	8	8.37	112	4.35		

INDICE DE WILLCOMB

- 0 - Floc coloidal. Ningun signo de aglutinacion.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimentación muy lenta)
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

OBSERVACIONES:

Orden de aplicacion de los productos quimicos:
CAL HIDRATADA
SULFATO DE ALUMINIO TIPO A
POLIMERO CATIONICO
Temperatura del agua:
CONCLUSIONES:
Dosis optima de Sulfato Al. 60 mg/l.
Dosis optima de Cal Hidratada 30 mg/l.
Dosis optima de Polimero Cationico 0.90 mg/l
Aluminio residual: 0.197

Prueba N° 3

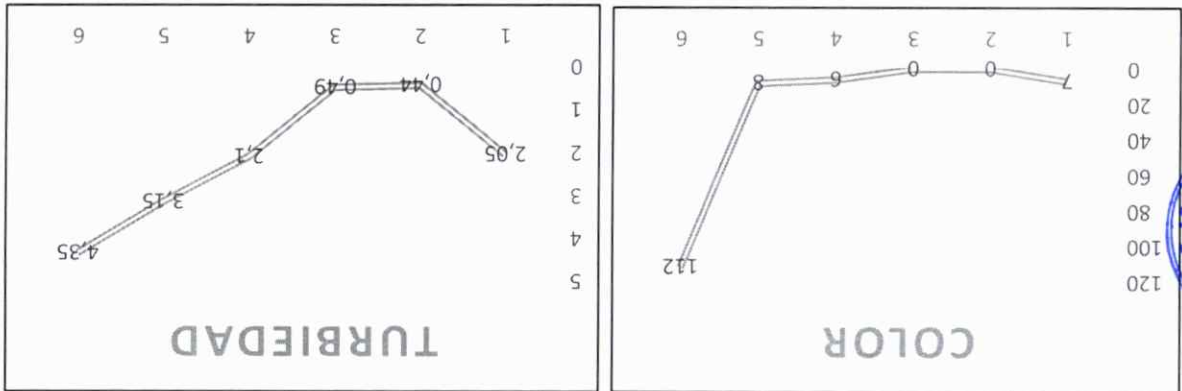
Características del agua cruda

- Turbiedad = 2.01 UNT
 - pH = 7.21
 - Color = 58 UC.
 - Alcalinidad = 18.62 mg/l.
 - Temperatura = 14.2
 - Dureza = 44.43
- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%
 - pH = 8.86
 - Alcalinidad = 37.24 mg/l

25 ml x 9000 mg/l

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 18.75mg/l

12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	55	2.05
2	60	0.44
3	65	0.49
4	70	2.10
5	75	3.15
6	80	4.35

FECHA: 13/12/2024

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.69NTU.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 125 UC.





DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"

FECHA: 18/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 58 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS	FLOCULACION.....		SEDIMENTACION:		Marca filtro:		
RR	Turbiedad: 2.01 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.	Tiempo de floc: 20min.		Tiempo de sed: 10 min.		Nro:-----		
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)	Velocidad: 40 rpm.		Gradiente..... 0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	
1	8.86	37.24	40	18.75	-	3.05	0	7.18	112	1.82		1	
2	8.86	37.24	45	18.75	-	3.10	0	7.15	50	1.89		2	
3	8.86	37.24	50	18.75	-	3.15	0	7.13	28	1.43		3	
4	8.86	37.24	55	18.75	-	3.00	0	7.11	0	0.69		4	
5	8.86	37.24	60	18.75	-	2.50	2	7.06	22	0.88		5	
6	8.86	37.24	65	18.75	-	2.70	2	7.09	42	0.92		6	

INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 55mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 18.75 mg/l.

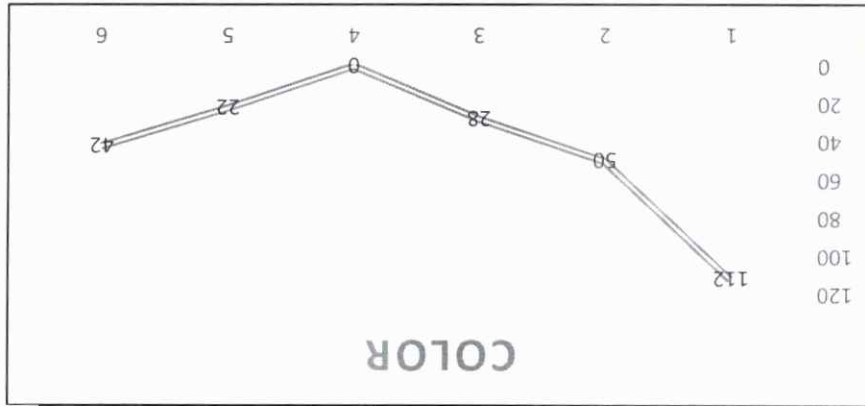
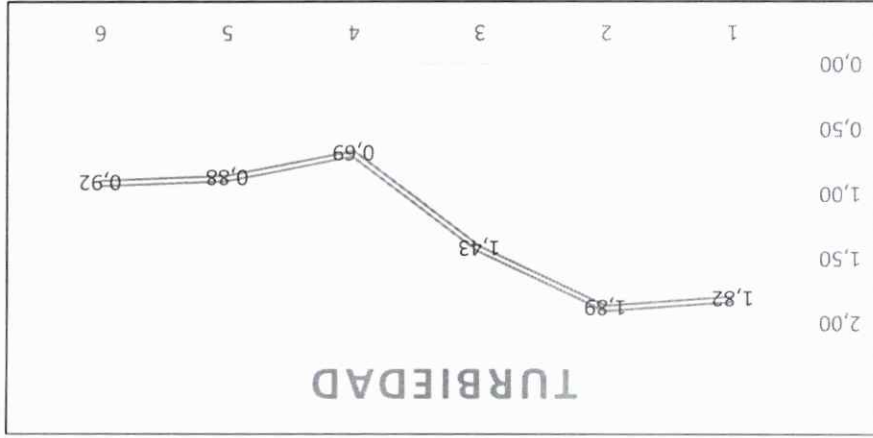
Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l.

Aluminio Residual: 0.215 mg/l

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 20 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.45
- Alcalinidad = 40.96 mg/l

- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 15 mg/l
20 ml X 9000 mg/l
- 12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	1.82
2	45	1.89
3	50	1.43
4	55	0.69
5	60	0.88
6	65	0.92

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 2.01 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 58 UC.

FECHA: 18/12/2024





DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA - BARRETACUCHO"

FECHA: 18/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA				DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA	
No.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	FLOCULACION:..... SEDIMENTACION:		Marca filtro:		
JA	Color: 58 UC.		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION:.....									
RR	Turbiedad: 2.01 UNT.		Tiempo 5 Seg.			2000 ml		Tiempo de floc.: 20min. Tiempo de sed.: 10 min.								Nro.	
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Defectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm.		Gradiente:.... 0							
1	9.45	40.96	40	20.25	-	3.05	0	7.18	89	1.82	1						
2	9.45	40.96	45	20.25	-	3.10	0	7.15	25	1.89	2						
3	9.45	40.96	50	20.25	-	3.15	0	7.13	0	0.69	3						
4	9.45	40.96	55	20.25	-	3.00	0	7.11	19	0.81	4						
5	9.45	40.96	60	20.25	-	2.50	2	7.06	38	0.98	5						
6	9.45	40.96	65	20.25	-	2.70	2	7.09	42	1.12	6						

OBSERVACIONES:

Orden de aplicacion de los productos quimicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 50mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 20.25mg/l.

Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l

Aluminio Residual: 0.195 mg/L

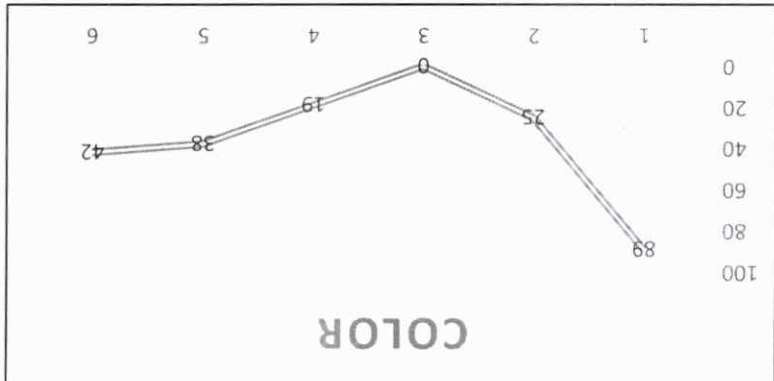
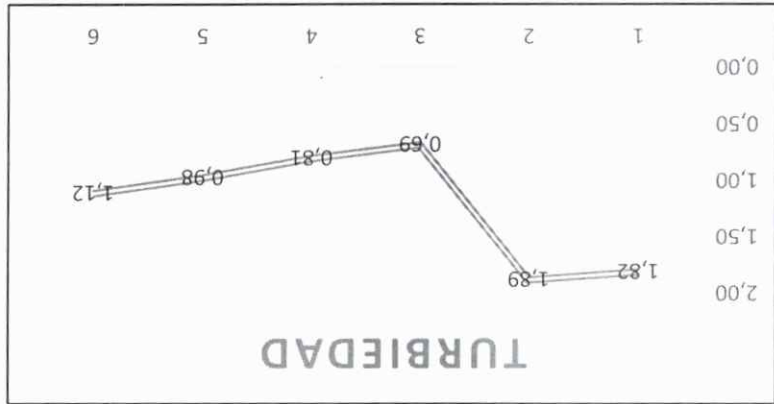
INDICE DE WILLCOMB

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

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 8.35
- Alcalinidad = 44.68 mg/l

30 ml X 9000 mg/l ----- = 22.5 mg/l
 12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	1.82
2	45	1.89
3	50	0.69
4	55	0.81
5	60	0.98
6	65	1.12

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 2.01 UNT.
 COLOR DEL AGUA CRUDA = 58 UC.

FECHA: 18/12/2024



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS



EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA - BARRETACUCHO"

FECHA: 18/12/2024

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA			
JA	Color: 58 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS			FLOCULACION:.....			SEDIMENTACION:		Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 2.01 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.			Tiempo de floc.: 20min.			Tiempo de sed.: 10 min.		Nro:-----	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)			Velocidad: 40 rpm.			Gradiente:.... 0			
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.			
1	9.82	44.68	35	22.50	-	3.05	0	7.18	86	1.82		1			
2	9.82	44.68	40	22.50	-	3.10	0	7.15	35	1.89		2			
3	9.82	44.68	45	22.50	-	3.15	0	7.13	0	0.69		3			
4	9.82	44.68	50	22.50	-	3.00	0	7.11	25	0.92		4			
5	9.82	44.68	55	22.50	-	2.50	2	7.06	66	1.12		5			
6	9.82	44.68	60	22.50	-	2.70	2	7.09	88	2.28		6			

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 45 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.50 mg/l.

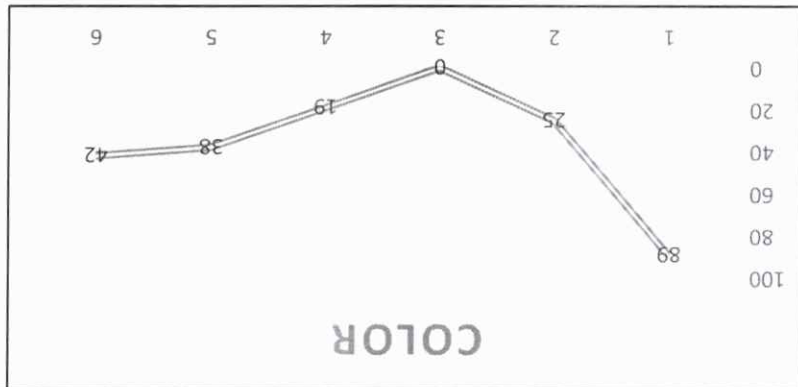
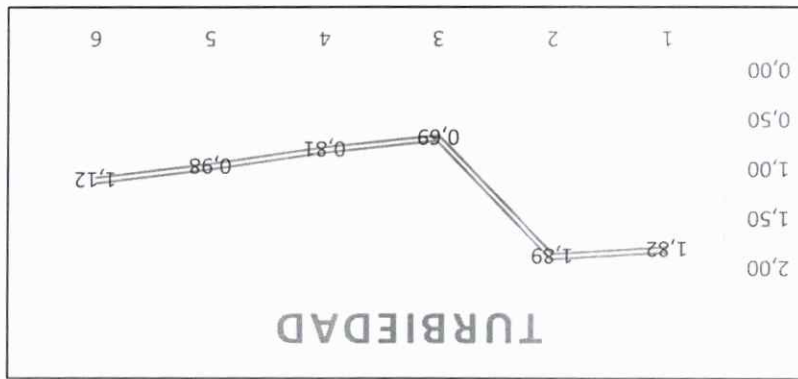
Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l

Aluminio Residual: 0.189 mg/L

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

- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 20 ml de solución de la cal al 0.9%.
- pH = 9.45
- Alcalinidad = 40.96 mg/l
- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 15 mg/l
20 ml x 9000 mg/l
- 12000 ml

Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 8.35, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico al 0.40%



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	35	1.82
2	40	1.89
3	45	0.69
4	50	0.92
5	55	1.12
6	60	2.28

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 58 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 64 UC.

FECHA: 18/12/2024





DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS 4 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA - BARRETACUCHO"

FECHA: 18/12/2024

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA		
JA	Color: 58 UC.		MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS			FLOCULACION.....			SEDIMENTACION:		Marca filtro:
RR	Turbiedad: 2.01 UNT.		Tiempo 5 Seg.				2000 ml.			Tiempo de floc.: 20min. Tiempo de sed.: 10 min.			Nro: -----		
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)			Velocidad: 40 rpm. Gradiente:.... 0					
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.			
1	9.45	40.96	40	15.00	0.50	3.05	0	7.18	112	1.89					
2	9.45	40.96	45	15.00	0.60	3.10	0	7.15	35	1.82					
3	9.45	40.96	50	15.00	0.70	3.15	0	7.13	0	0.69					
4	9.45	40.96	55	15.00	0.80	3.00	0	7.11	28	0.92					
5	9.45	40.96	60	15.00	0.90	2.50	2	7.06	66	1.58					
6	9.45	40.96	65	15.00	1	2.70	2	7.09	102	1.95					

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: **50 mg/l.**

Dosis óptima de Cal Hidratada: **20.25 mg/l.**

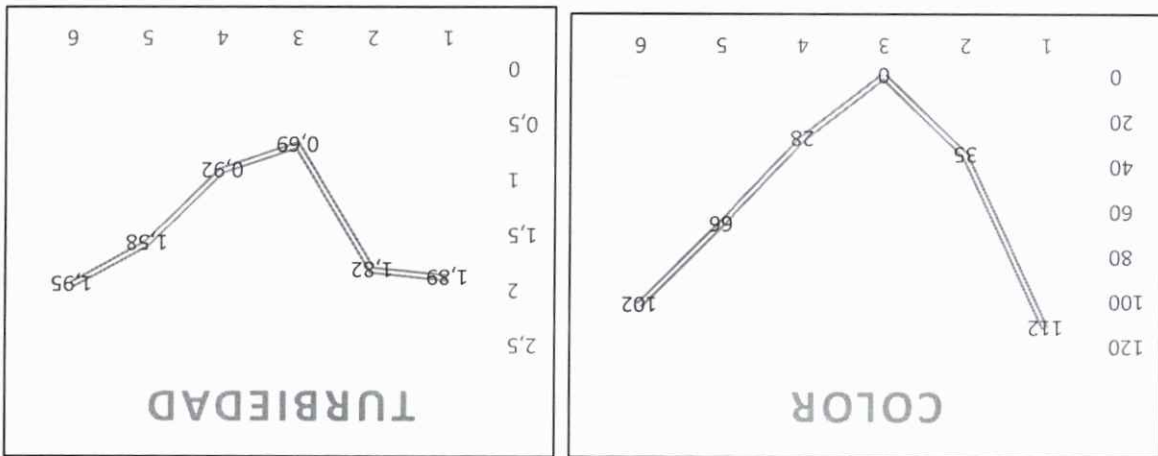
Dosis óptima de Polímero Cationico: **1.10 mg/l**

Aluminio Residual: **0.135 mg/l/L**

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

- Características del agua cruda
- Turbiedad = 11.09 UNT
 - pH = 7.16
 - Color = 126 UC.
 - Alcalinidad = 16.75 mg/l.CaCO₃
 - Temperatura = 13.8
 - Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃
- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 20 ml de solución de la cal al 0.9%
 - pH = 9.15
 - Alcalinidad = 40.96 mg/l
- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 15 mg/l
20 ml x 9000 mg/l
6000 ml

Prueba N° 4



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	1.82
2	45	1.89
3	50	0.69
4	55	0.87
5	60	0.92
6	65	1.95

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 2.01 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 58 UC.

FECHA: 18/12/2024



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 16/01/2025

CAUDAL: 48.35 l/s

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 58 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION.....			SEDIMENTACION: Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 2.01 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc... 20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.....	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.15	40.96	50	15.00	-	1.55	8	6.98	18	0.88		
2	9.15	40.96	60	15.00	-	5.00	8	6.89	36	1.16		
3	9.15	40.96	70	15.00	-	5.05	2	6.48	38	9.80		
4	9.15	40.96	80	15.00	-	5.10	2	5.96	48	10.80		
5	9.15	40.96	90	15.00	-	5.15	2	5.45	56	11.60		
6	9.15	40.96	100	15.00	-	7.00	4	4.97	52	12.70		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis optima de Sulfato Al: 50 mg/l.

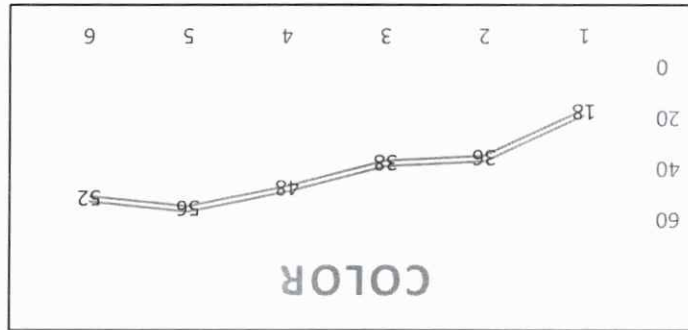
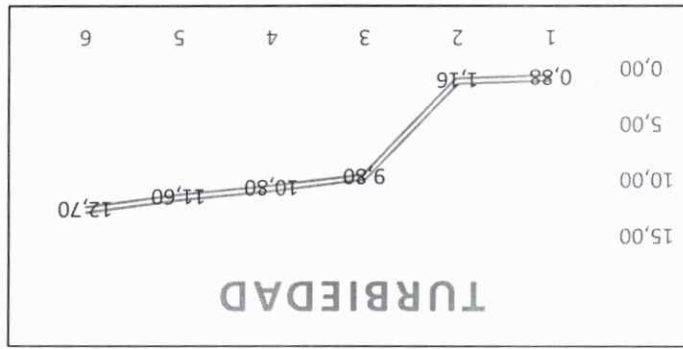
Dosis optima de Cal Hidratada: 20.25 mg/l.

Dosis optima de Polímero Catiónico: 1.10 mg/l

Aluminio Residual: 0.135 mg/L

- 0 - Floc coloridad. Ningun signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%
- 12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH =
- Alcalinidad = mg/l
- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 18.75 mg/l
25 ml X 9000 mg/l
12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	0.88
2	60	1.16
3	70	9.80
4	80	10.80
5	90	11.60
6	100	12.70

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 11.09 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 126 UC.

FECHA: 16/01/2025



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS



EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"
FECHA: 17/01/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 126 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION:..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 11.09 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc... 20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.	
AS	Dureza: 35.97 mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Defectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente:.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.45	42.86	45	18.75	-	5.00	8	7.92	136	9.59		
2	9.45	42.86	50	18.75	-	5.00	8	7.83	123	7.50		
3	9.45	42.86	55	18.75	-	4.30	2	7.76	66	4.24		
4	9.45	42.86	60	18.75	-	3.30	2	7.64	0	0.70		
5	9.45	42.86	65	18.75	-	3.00	2	7.53	0	1.26		
6	9.45	42.86	70	18.75	-	3.35	4	7.46	0	1.46		

INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 60 mg/l.

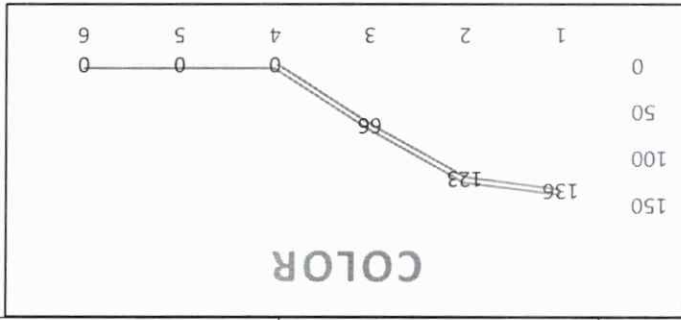
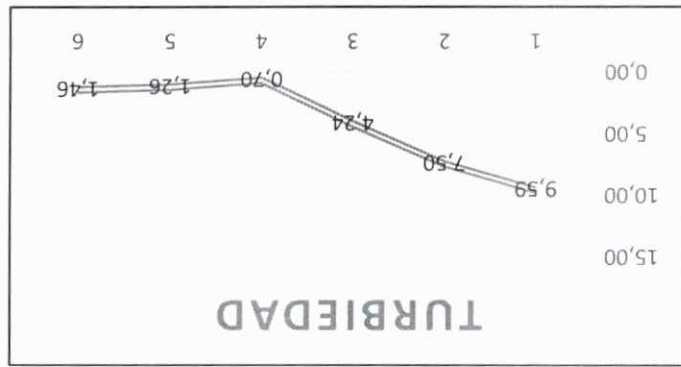
Dosis óptima de Cal Hidratada: 18.75 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l

Aluminio Residual: 0.084 mg/l

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.64
- Alcalinidad = 46.55mg/l
- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 22.5 mg/l
30 ml X 9000 mg/l



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	45	9.59
2	50	7.50
3	55	4.24
4	60	0.70
5	65	1.26
6	70	1.46

FECHA: 17/01/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 11.09 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 126UC.





DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS
EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"
FECHA: 17/01/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 126 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION:..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 11.09 NTU.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc.: 20min. Tiempo de sed.: 10 min.			Nro.	
AS	Dureza: 35.97 mg/l.	Gradiente 300 ppm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente:..... 0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.A. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.64	46.55	40	22.50	-	4.25	2	7.81	146	5.83		
2	9.64	46.55	45	22.50	-	4.30	2	7.41	167	6.96		
3	9.64	46.55	50	22.50	-	3.00	8	7.21	19	0.68		
4	9.64	46.55	55	22.50	-	2.08	10	7.13	9	0.79		
5	9.64	46.55	60	22.50	-	2.10	10	7.07	5	0.42		
6	9.64	46.55	65	22.50	-	2.15	10	7.09	2	0.55		

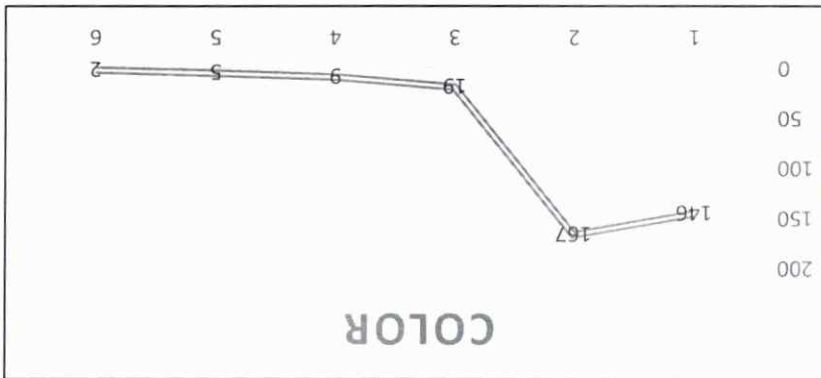
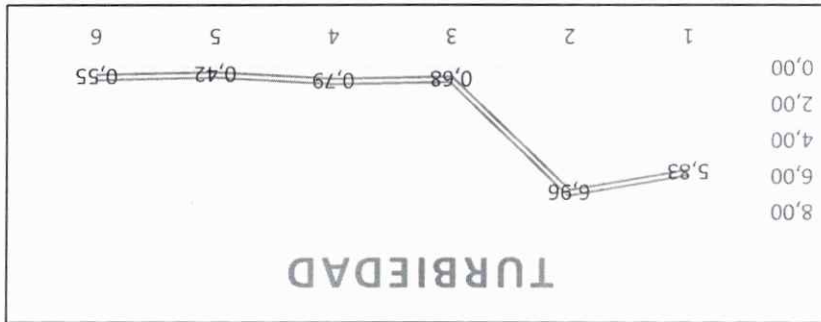
OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:
 CAL HIDRATADA
 SULFATO DE ALUMINIO TIPO A
 POLIMERO CATIONICO
 Temperatura del agua:
CONCLUSIONES:
 Dosis óptima de Sulfato Al: 60 mg/l.
 Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.5 mg/l.
 Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l
 Aluminio Residual: 0.111 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

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

- Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 8.20, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico al 0.40%
- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.64
- Alcalinidad = 46.55 mg/l
- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 22.50mg/l
30 ml x 9000 mg/l



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	5.83
2	45	6.96
3	50	0.68
4	55	0.79
5	60	0.42
6	65	0.55

FECHA: 17/01/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 11.09 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 126 UC.



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - ENSAYOS



EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONA"
 NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA - BARRETACUCHO"
 FECHA: 17/01/2025
 CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 126 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS			FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 11.09 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.			Tiempo de floc... 20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.....	
AS	Dureza: 35.97 mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)			Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	
1	9.64	46.55	40	22.50	0.90	2.00	2	7.11	52	6.70			
2	9.64	46.55	45	22.50	1.00	2.01	2	7.02	42	6.17			
3	9.64	46.55	50	22.50	1.10	2.02	8	6.53	35	5.17			
4	9.64	46.55	55	22.50	1.20	2.05	10	6.46	8	0.52			
5	9.64	46.55	60	22.50	1.30	2.01	10	6.41	28	1.52			
6	9.64	46.55	65	22.50	1.40	2.15	10	6.39	40	1.45			

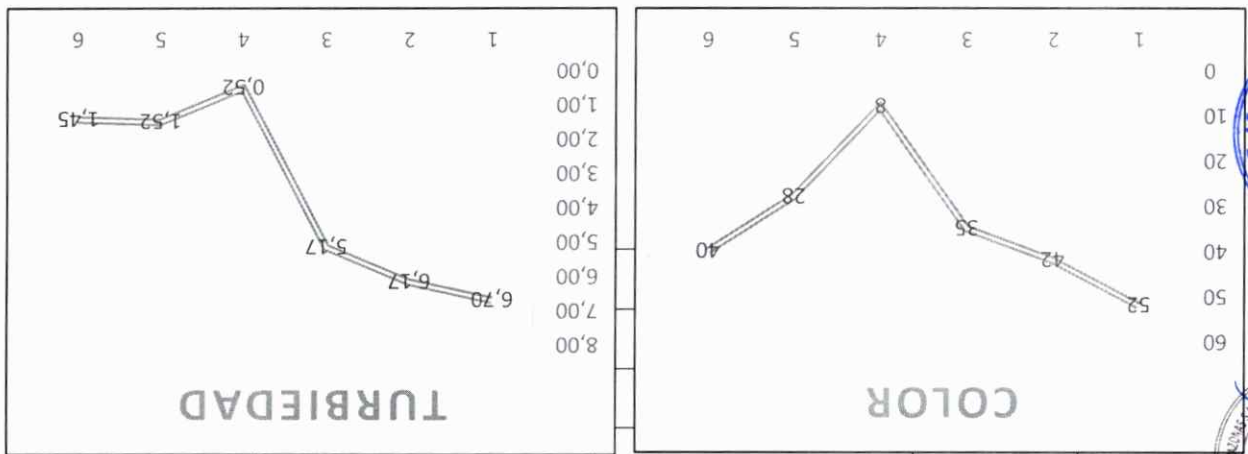
INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES:
 Orden de aplicación de los productos químicos:
 CAL HIDRATADA
 SULFATO DE ALUMINIO TIPO A
 POLIMERO CATIONICO
 Temperatura del agua:
CONCLUSIONES:
 Dosis óptima de Sulfato Al: 55 mg/l.
 Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.50 mg/l.
 Dosis óptima de Polímero Catiónico: 0.90 mg/l
 Aluminio Residual: 0.135 mg/L

- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 15 ml de solución de la cal al 0.9%
 - pH = 8.25
 - Alcalinidad = 37.24 mg/l
 - Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 11.25 mg/l
15 ml x 9000 mg/l
 - 12000 ml
- Características del agua cruda
- Turbiedad = 3.93 UNT
 - pH = 7.13
 - Color = 59 uc.
 - Alcalinidad = 20.48 mg/l. CaCO₃
 - Temperatura = 14.2°C
 - Dureza = 33.55 mg/l CaCO₃

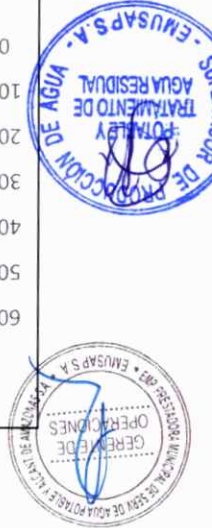
Prueba N° 5



JARAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	6.70
2	45	6.17
3	50	5.17

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 11.09 UNT.
 COLOR DEL AGUA CRUDA = 126 UC.

FECHA: 17/01/2025





DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"

FECHA: 29/01/2025

CAUDAL: 48.35 lps

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 59 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS			FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 3.93 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.			Tiempo de floc...:20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro:.....	
AS	Dureza:33.85 mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)			Velocidad: 40 rpm. Gradiente:.... 0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	
1	8.25	37.24	40	11.25	-	5.00	10	7.18	18	0.91			
2	8.25	37.24	45	11.25	-	5.15	10	7.21	2	0.77			
3	8.25	37.24	50	11.25	-	5.30	10	7.22	0	0.66			
4	8.25	37.24	55	11.25	-	6.00	8	7.19	5	1.53			
5	8.25	37.24	60	11.25	-	6.05	2	7.15	98	5.93			
6	8.28	37.24	65	11.25	-	6.10	2	7.13	100	7.23			

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 50 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 11.25 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l

Aluminio Residual: 0.203 mg/l

INDICE DE WILLCOB

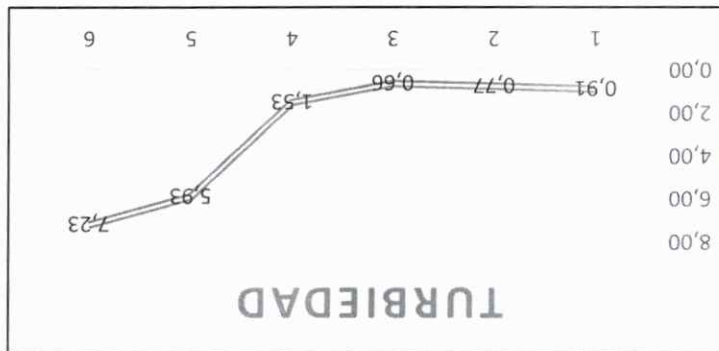
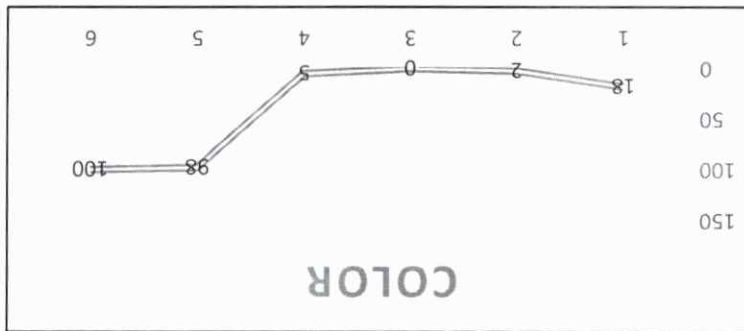
- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero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

FECHA: 19/01/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.93 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 59 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	0.91
2	45	0.77
3	50	0.66
4	55	1.53
5	60	5.93
6	65	7.23



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 20 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 8.78
- Alcalinidad = 42.82 mg/l

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 15 mg/l
20 ml X 9000 mg/l
12000 ml



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
 NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"
 FECHA: 5/03/2020
 CAUDAL: 48.35lps.



AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA	
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T. B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Color U.C.	Color U.C.	
1	8.78	42.82	40	15.00	-	2.30	8	7.15	2	0.70					
2	8.78	42.82	45	15.00	-	2.00	10	7.20	0	0.43					
3	8.78	42.82	50	15.00	-	2.08	10	7.22	0	0.38					
4	8.78	42.82	55	15.00	-	2.10	8	7.20	0	0.51					
5	8.78	42.82	60	15.00	-	2.15	8	7.17	0	0.36					
6	8.78	42.82	65	15.00	-	3.00	8	7.14	2	0.73					

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 50 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 15 mg/l.

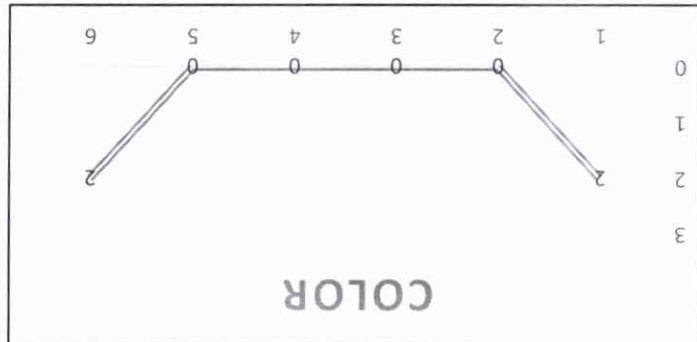
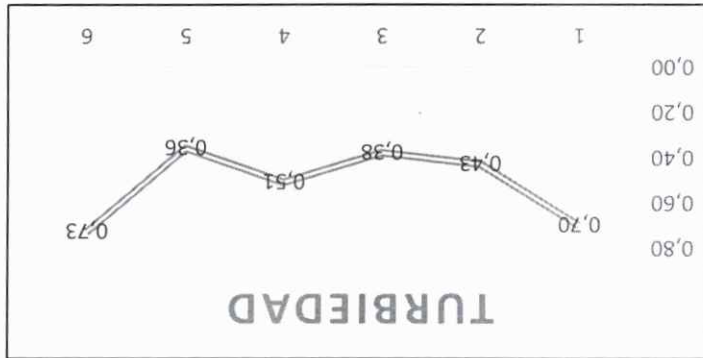
Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l

Aluminio Residual: 0.289 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

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

- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 8.05
- Alcalinidad = 46.55 mg/l
- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 22.50 mg/l
12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	0.70
2	45	0.43
3	50	0.38
4	55	0.51
5	60	0.36
6	65	0.73

FECHA: 19/01/2025

TURBIDAD DEL AGUA CRUDA = 3.93 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 59 UC.



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS



EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"
FECHA: 30/01/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA		AGUA FILTADA		
JA	Color: 59 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION:..... SEDIMENTACION:		Marca filtro:		
RR	Turbiedad: 3.93 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc.:20min. Tiempo de sed: 10 min.		Nro:.....		
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0				
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	8.05	46.55	40	22.50		1.15	2	8.19	60	5.30		
2	9.05	46.55	45	22.50		1.10	2	8.40	93	4.75		
3	9.09	46.55	50	22.50		0.50	2	8.53	72	4.80		
4	9.05	46.55	55	22.50		0.45	2	8.36	58	4.42		
5	9.05	46.55	60	22.50		0.20	10	7.90	27	0.39		
6	9.05	46.55	65	22.50		0.25	10	6.51	11	0.33		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 65 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.50 mg/l.

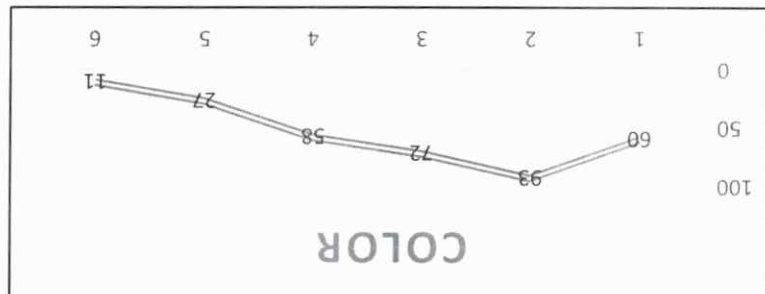
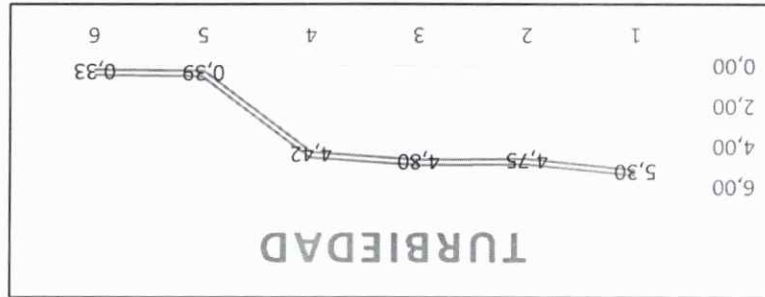
Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l

Aluminio Residual: 0.288 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

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

- Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 8.20, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico al 0.40%
- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 20 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 8.20
- Alcalinidad = 31.65 mg/l
- Dosis óptima de solución de Cal Hidratada = ----- = 15 mg/l
20 ml x 9000 mg/l
- 12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	5.30
2	45	4.75
3	50	4.80
4	55	4.42
5	60	0.39
6	65	0.33

FECHA: 19/01/2025
 TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.93 UNT.
 COLOR DEL AGUA CRUDA = 59 UC.



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 4 ENSAYOS



EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
 NOMBRE DE LA FUENTE: "TILACANCHA"
 FECHA: 30/01/2025
 CAUDAL: 48.35lps

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES				AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA	
JA	Color: 59 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS				FLOCULACION..... SEDIMENTACION:				Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 3.93 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.				Tiempo de floc.: 20min. Tiempo de sed.: 10 min.				Nro.	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)				Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0					
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.			
1	8.78	42.82	40	15.0	0.70	2.00	4	8.41	16	4.00					
2	8.78	42.82	45	15.0	0.80	0.30	10	8.24	0	0.41					
3	8.78	42.82	50	15.0	0.90	1.40	2	8.29	0	0.52					
4	8.78	42.82	55	15.0	1.00	0.45	10	7.94	2	0.59					
5	8.78	42.82	60	15.0	1.10	1.15	6	7.69	8	0.72					
6	8.78	42.82	65	15.0	1.20	1.20	4	7.45	21	0.85					

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: **45 mg/l.**

Dosis óptima de Cal Hidratada: **22.5 mg/l.**

Dosis óptima de Polímero Catiónico: **0.90 mg/l**

Aluminio Residual: **0.188 mg/L**

INDICE DE WILLCOMB

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

Prueba N° 6

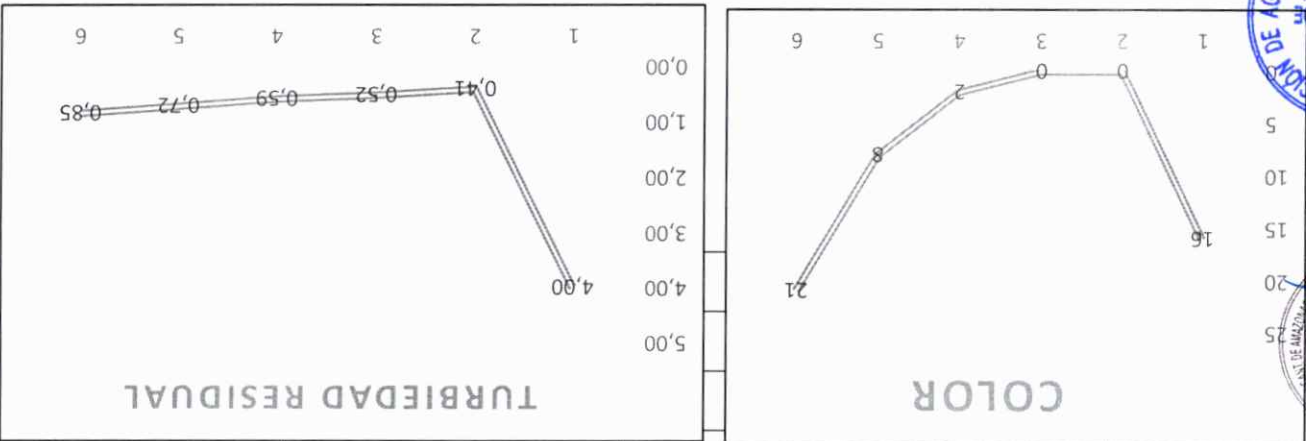
Características del agua cruda

- Turbiedad = 5.30 UNT
- pH = 6.96
- Color = 91 UC.
- Alcalinidad = 16.76 mg/l. CaCO₃
- Temperatura 13.1
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.65
- Alcalinidad = 37.24 mg/l

- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 18.75 mg/l
- 25 ml x 9000 mg/l
- 12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	4.00
2	45	0.41
3	50	0.52

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.93 UNT.
 COLOR DEL AGUA CRUDA = 59 UC.

FECHA: 5/03/2020





DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO"

FECHA: 05/02/2025

CAUDAL: 48,35 lps

AGUA CRUDA			DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA		
JA	Color: 91 UC		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS			FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:		
RR	Turbiedad: 5.30 UNT		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.			Tiempo de floc.: 20min. Tiempo de sed.: 10 min.			Nro.		
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)			Velocidad: 40 rpm. Gradiente: 0					
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.		
1	9.65	37.24	50	18.75		5	6	6.65	0	0.92				
2	9.65	37.24	60	18.75		12	6	6.63	0	2.31				
3	9.65	37.24	70	18.75		11	4	6.57	7	2.45				
4	9.65	37.24	80	18.75		18	4	6.89	91	12.12				
5	9.65	37.24	90	18.75		16	2	6.42	81	13.10				
6	9.65	37.24	100	18.75		16	2	6.16	75	12.70				

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 50 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 18.75 mg/l.

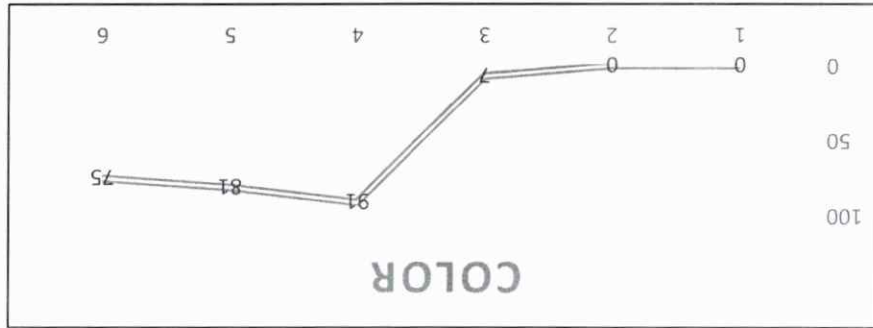
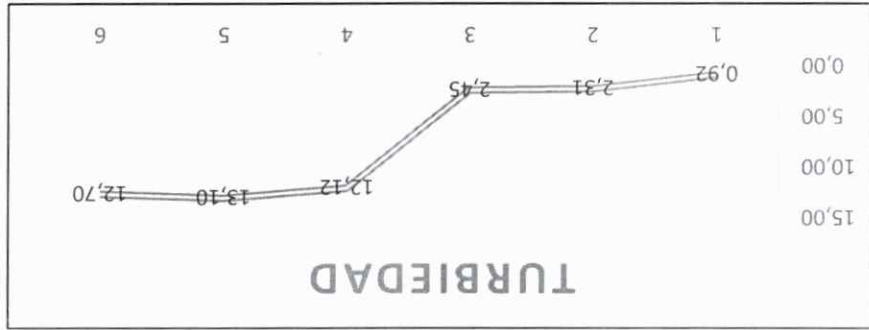
Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

Aluminio Residual: 0.195 mg/l

INDICE DE WILLCOMB

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

- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 30 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 8.79
- Alcalinidad = 39.10 mg/l
- Dosis óptima de solución de Cal Hidratada = ----- = 22.50 mg/l
30 ml X 9000 mg/l
- 12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	0.92
2	60	2.31
3	70	2.45
4	80	12.12
5	90	13.10
6	100	12.70

FECHA: 5/02/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 5.30 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 91 UC.



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO"

FECHA: 05/02/2025

CAUDAL: 48.35 lps



AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 91 UC	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS			FLOCULACION:..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 5.30 UNT	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.			Tiempo de floc.: 20min. Tiempo de sed.: 10 min.			Nro.	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)			Velocidad: 40 rpm. Gradiente:..... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	
1	8.79	39.1	30	22.50		5	8	6.68	0	1.36			
2	8.79	39.1	40	22.50		7	8	6.69	1	2.63			
3	8.79	39.1	50	22.50		10	6	6.06	97	12.10			
4	8.79	39.1	60	22.50		12	2	6.09	103	13.90			
5	8.79	39.1	70	22.50		11	2	5.34	131	12.20			
6	8.79	39.1	80	22.50		12	2	5.66	127	14.50			

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 30 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 22.50 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l

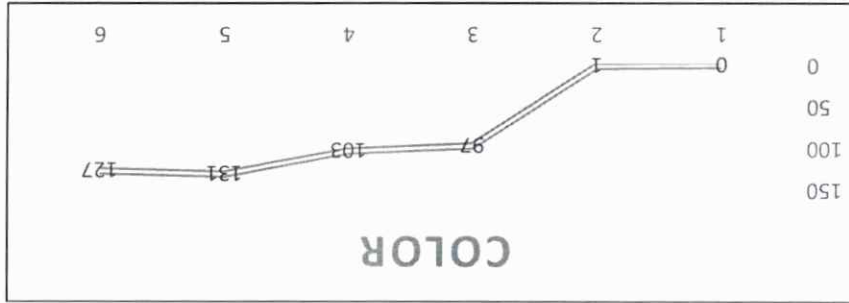
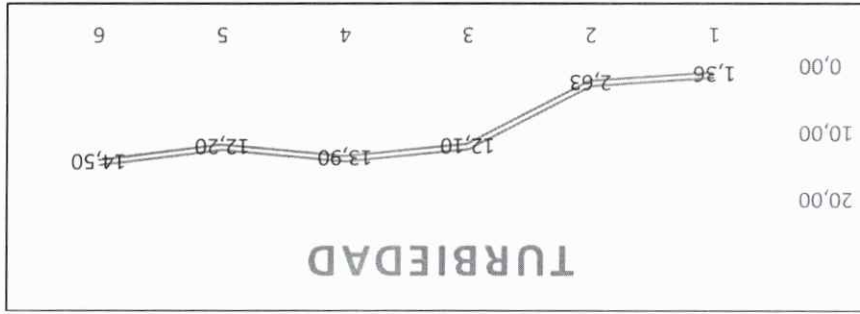
Aluminio Residual: 0.032 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

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

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 35 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 10.80
- Alcalinidad = 65.17 mg/l
- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = ----- = 26.25 mg/l
35 ml X 9000 mg/l
- 12000 ml



JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	30	1.36
2	40	2.63
3	50	12.10
4	60	13.90
5	70	12.20
6	80	14.50

FECHA: 5/02/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 5.30 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 91 UC.





DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO"

FECHA: 05/02/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 91 UC	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION:..... SEDIMENTACION:.....			Marca filtro:.....	
RR	Turbiedad: 5.30 UNT	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc.: 20min. Tiempo de sed.: 10 min.			Nro:.....	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente:..... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	10.8	65.17	20	26.25		4.00	2	10.22	185	16.60		
2	10.8	68.17	25	26.25		4.10	2	10.09	172	11.70		
3	10.8	65.17	30	26.25		4.20	2	9.91	151	10.60		
4	10.8	65.17	35	26.25		5.10	2	9.79	116	10.00		
5	10.8	65.17	40	26.25		5.60	2	9.56	120	4.50		
6	10.8	65.17	45	26.25		8.00	2	9.32	62	1.65		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 45 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 26.25 mg/l.

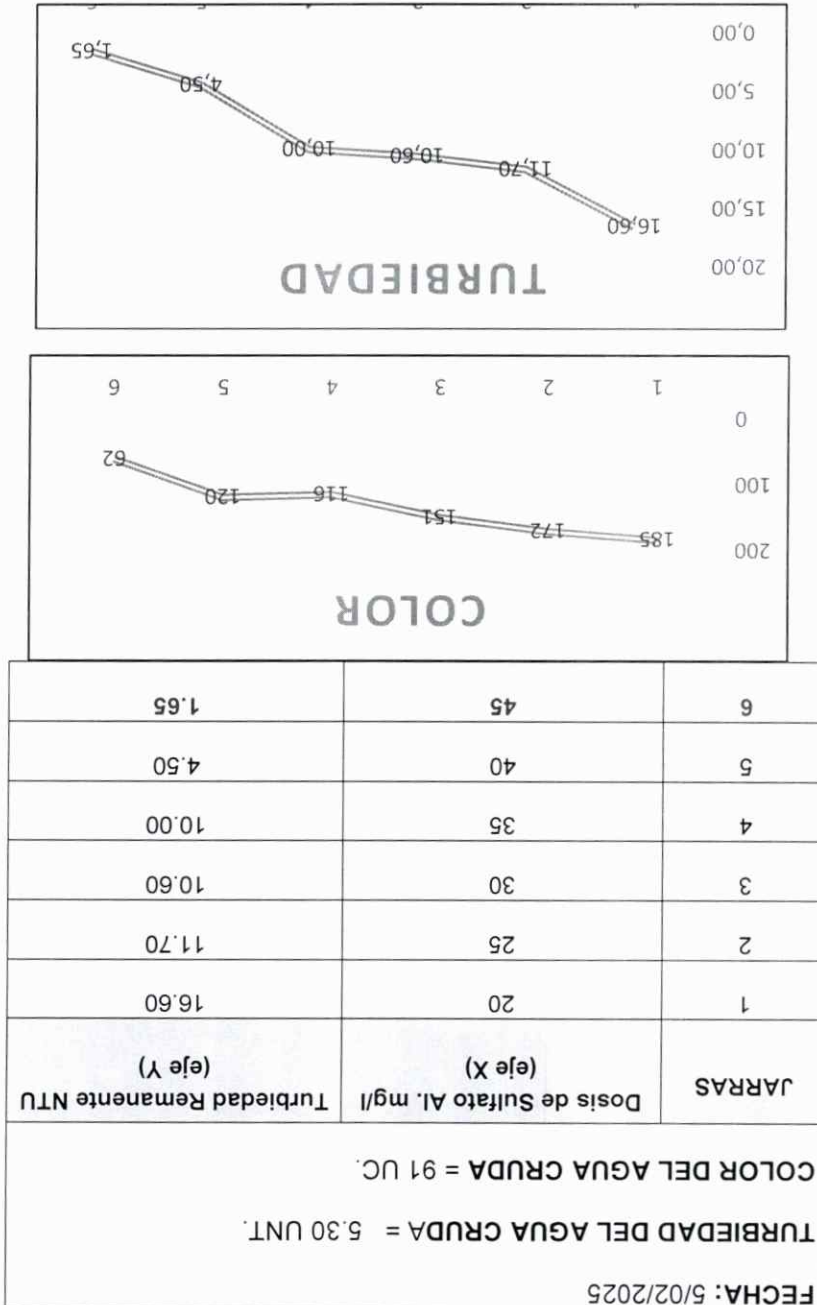
Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l

Aluminio Residual: 0.163 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

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

- Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 8.45, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico al 0.40%
- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.45
- Alcalinidad = 39.10 mg/l
- Dosis óptima de solución de Cal Hidratada = ----- = 18.75 mg/l
25 ml x 9000 mg/l



FECHA: 5/02/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 5.30 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 91 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	20	16.60
2	25	11.70
3	30	10.60
4	35	10.00
5	40	4.50
6	45	1.65



DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 4 ENSAYOS



EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"

FECHA: 05/02/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

		AGUA CRUDA	DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES	AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA		
JA	Color: 91 UC		MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS	FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:		
RR	Turbiedad: 5.30 UNT		Tiempo 5 Seg.			2000 ml.	Tiempo de floc... 20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----		
AS	Dureza: mg/l.		Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)	Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0					
Nº	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.45	39.1	40	18.75	0.90	2	6	7.18	32	1.20		
2	9.45	39.1	50	18.75	1.00	3	6	6.27	5	0.65		
3	9.45	39.1	60	18.75	1.10	4	4	6.56	29	1.90		
4	9.45	39.1	70	18.75	1.20	4	4	6.69	52	9.60		
5	9.45	39.1	80	18.75	1.30	5	2	6.09	65	10.20		
6	9.45	39.1	90	18.75	1.40	6	2	5.76	135	10.60		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: **50 mg/l.**

Dosis óptima de Cal Hidratada: **18.75 mg/l.**

Dosis óptima de Polímero Cationico: **1 mg/l**

Aluminio Residual: **0.025 mg/L**

INDICE DE WILLCOMB

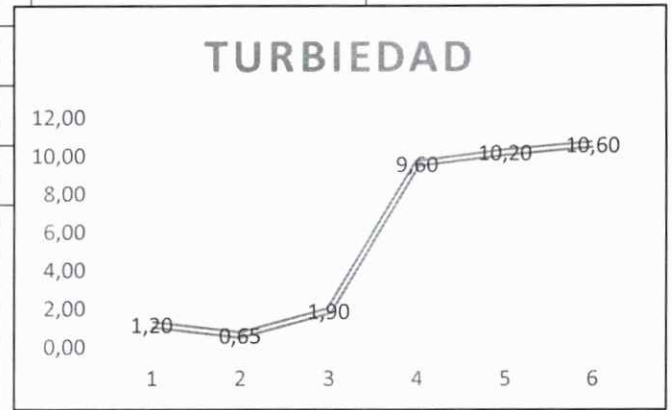
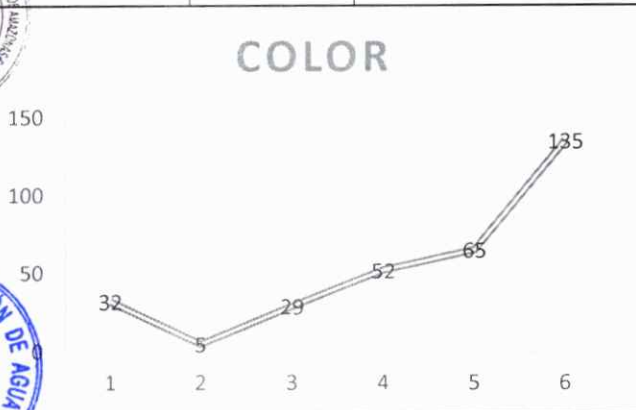
- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimentación muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande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

FECHA: 5/02/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 5.30 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA =91 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	1.20
2	50	0.65
3	60	1.90



Prueba N° 7

Características del agua cruda

- Turbiedad = 4.70 UNT
- pH = 7.14
- Color = 170uC.
- Alcalinidad = 18.62 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.4
- Dureza = 44.43 mg/l CaCO₃

Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 25 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 11.19
- Alcalinidad = 57.62 mg/l

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{25 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}} = 18.75 \text{ mg/l}$

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"

NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO"

FECHA: 25/02/2025

CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA		
JA	Color: 170 UC.	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:		
RR	Turbiedad: 4.70 UNT.	Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.....		
AS	Ph: 7.14	Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0					
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	11.19	57.62	50	18.75		0.40	6	8.51	7	3.62		
2	11.19	57.62	55	18.75		0.4	6	8.06	50	6.06		
3	11.19	57.62	60	18.75		0.45	2	7.6	137	11.04		
4	11.19	57.62	65	18.75		0.5	2	7.28	151	11.7		
5	11.19	57.62	70	18.75		0.55	2	7.11	151	12.1		
6	11.19	57.62	75	18.75		0.60	2	6.92	176	12.7		

INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 50 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 18.75 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Catiónico: mg/l

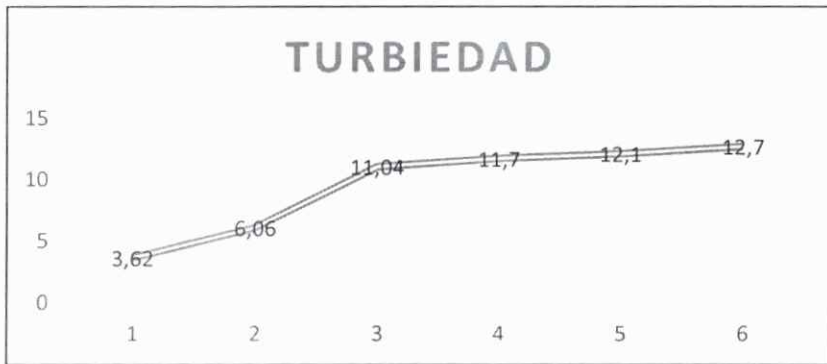
Aluminio Residual: 0.292 mg/L

FECHA: 25/02/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 1.6 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 113 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	50	3.62
2	55	6.06
3	60	11.04
4	65	11.7
5	70	12.1
6	75	12.7



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 40 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.07
- Alcalinidad = 35.38 mg/l

➤ Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{40 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 30 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 2 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"
FECHA: 25/02/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA	
JA	Color: 170 UC.	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION SEDIMENTACION:				Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.70 UNT.	Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.				Nro.	
AS	pH: 7.14	Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0					
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.07	35.38	40	15		0.35	8	7.45	6	0.83		
2	9.07	35.38	45	15		0.50	6	7.00	157	1.84		
3	9.07	35.38	50	15		1.05	2	6.95	150	3.62		
4	9.07	35.38	55	15		1.15	2	6.81	261	4.29		
5	9.07	35.38	60	15		1.25	2	6.71	157	7.70		
6	9.07	35.38	65	15		1.20	2	6.69	328	10.40		

INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 40 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 15 mg/l.

Dosis óptima de Polímero Cationico: mg/l

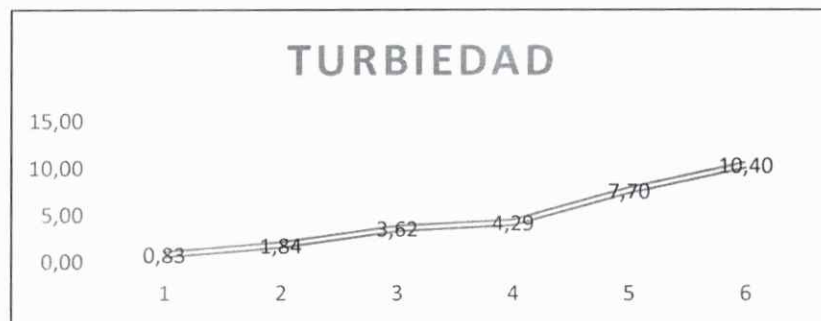
Aluminio Residual: 0.066 mg/L

FECHA: 25/02/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.70 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 170 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	40	0.83
2	45	1.84
3	50	3.62
4	55	4.29
5	60	7.70
6	65	10.40



Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.

- 12000 ml + 15 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 8.00
- Alcalinidad = 33.52 mg/l

$$15 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{15 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 11.25 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 3 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO"
FECHA: 26/02/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.		OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA		
JA	Color: 170 UC.	MEZCLA RAPIDA		VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:				Marca filtro:		
RR	Turbiedad: 4.70 UNT.	Tiempo 5 Seg.		2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.				Nro. ----		
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.		Defectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0						
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formacion del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	8.02	33.52	30	11.25		0.40	8	7.54	83	2.08		
2	8.02	33.52	35	11.25		0.40	8	7.2	94	3.27		
3	8.02	33.52	40	11.25		0.55	6	7.01	157	7.53		
4	8.02	33.52	45	11.25		1.00	2	6.96	197	11.2		
5	8.02	33.52	50	11.25		1.10	2	6.81	196	11.4		
6	8.02	33.52	55	11.25		1.15	2	6.82	201	11		

OBSERVACIONES:

Orden de aplicacion de los productos quimicos:

CAL HIDRATADA

SULFATO DE ALUMINIO TIPO A

POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 30 mg/l.

Dosis óptima de Cal Hidratada: 11.25 mg/l.

Aluminio Residual: 0.196 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

0 - Floc coloidad. Ningún signo de aglutinación.

2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.

4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).

6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.

8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.

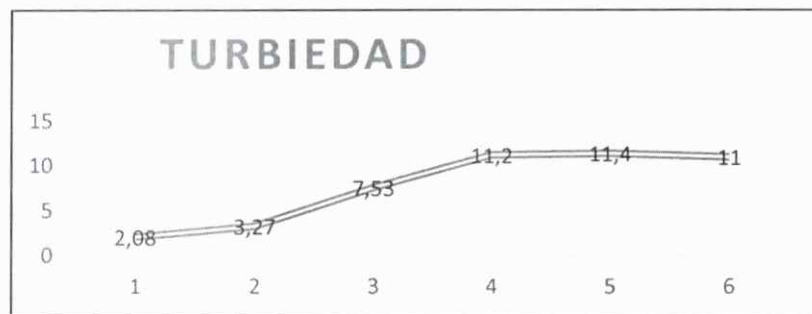
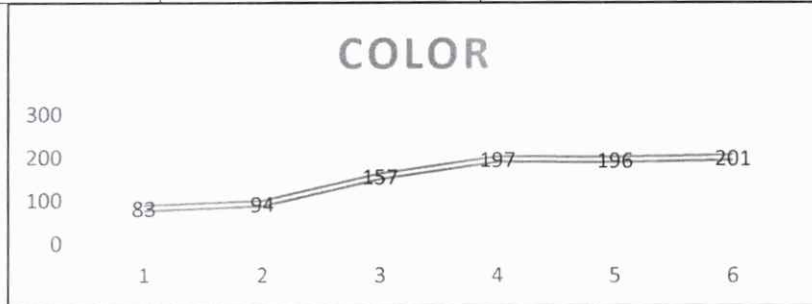
10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

FECHA: 26/02/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 11.6 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 113 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	30	2.08
2	35	3.27
3	40	7.53
4	45	11.2
5	50	11.4
6	55	11



Después de evaluar con tres pH diferentes, el que nos da mejor resultado es con pH = 8.00, entonces se realiza otra prueba de jarras con este pH y agregamos la solución de polímero catiónico al 0.40%

- Se separa 12 litros de agua cruda en un recipiente y se agrega gota a gota la solución de cal al 0.9%, para aumentar el pH y la alcalinidad del agua.
- 12000 ml + 40 ml de solución de la cal al 0.9%
- pH = 9.07
- Alcalinidad = 35.38 mg/l

$$40 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}$$

- Dosis optima de solución de Cal Hidratada = $\frac{40 \text{ ml} \times 9000 \text{ mg/l}}{12000 \text{ ml}}$ = 30 mg/l

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE SULFATO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 4 ENSAYOS

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"
FECHA: 26/02/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA	
JA	Color: 170 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:				Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.70 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.				Nro.	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0					
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Sulfato Al. T.B. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	9.07	35.38	60	30	1.20	0.30	8	7.98	18	7.25			
2	9.07	35.38	65	30	1.30	0.40	8	7.49	0	1.22			
3	9.07	35.38	70	30	1.40	0.50	2	7.35	24	9.7			
4	9.07	35.38	75	30	1.50	0.55	2	7.15	65	11.2			
5	9.07	35.38	80	30	1.60	1.10	2	6.97	125	12.8			
6	9.07	35.38	85	30	1.70	1.20	2	6.93	114	17.3			

25

INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

CAL HIDRATADA
SULFATO DE ALUMINIO TIPO A
POLIMERO CATIONICO

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

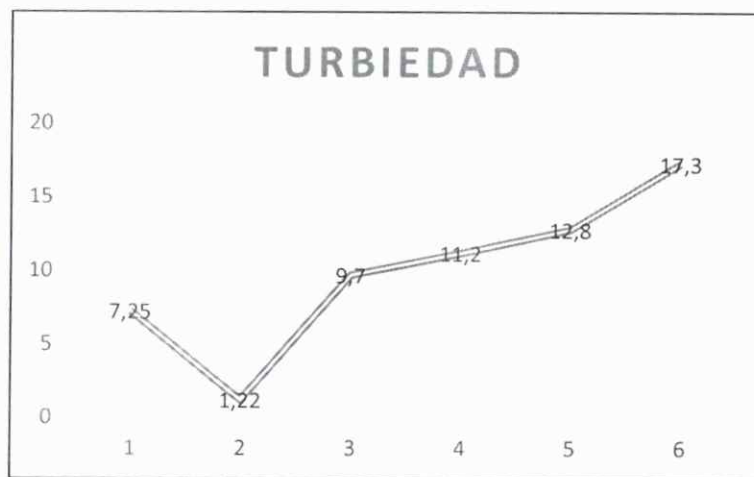
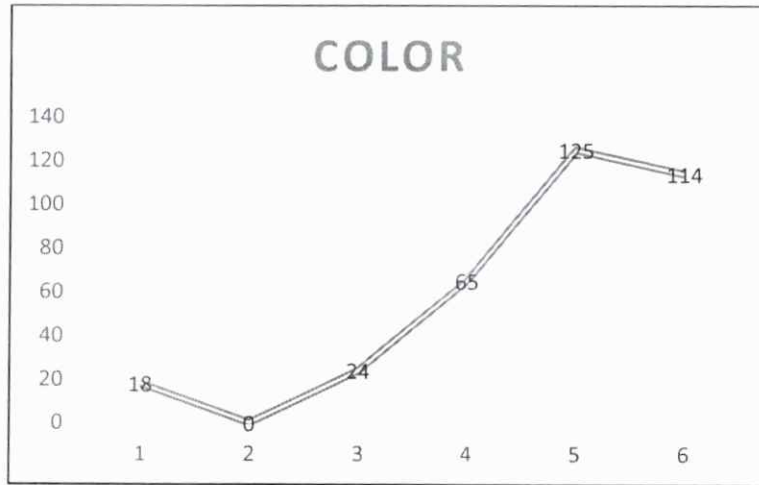
Dosis óptima de Sulfato Al: **65 mg/l.**
Dosis óptima de Cal Hidratada: **15 mg/l.**
Dosis óptima de Polímero Cationico: **1.00 mg/l**
Aluminio Residual: **0.053 mg/L**

FECHA: 26/02/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.70 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 170 UC.

JARRAS	Dosis de Sulfato Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	60	7.25
2	65	1.22
3	70	9.7
4	75	11.2
5	80	12.8
6	85	17.3



7 CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE LA DOSIS ÓPTIMA VERSUS TURBIEDAD O COLOR DEL AGUA CON INSUMOS QUÍMICOS QUE OPERA LA PTAP.

Las curvas de correlación de acuerdo con la evaluación en el equipo de jarras son:

7.1 Correlación de Turbiedad Versus Sulfato de Aluminio

$$Y = A + BX$$

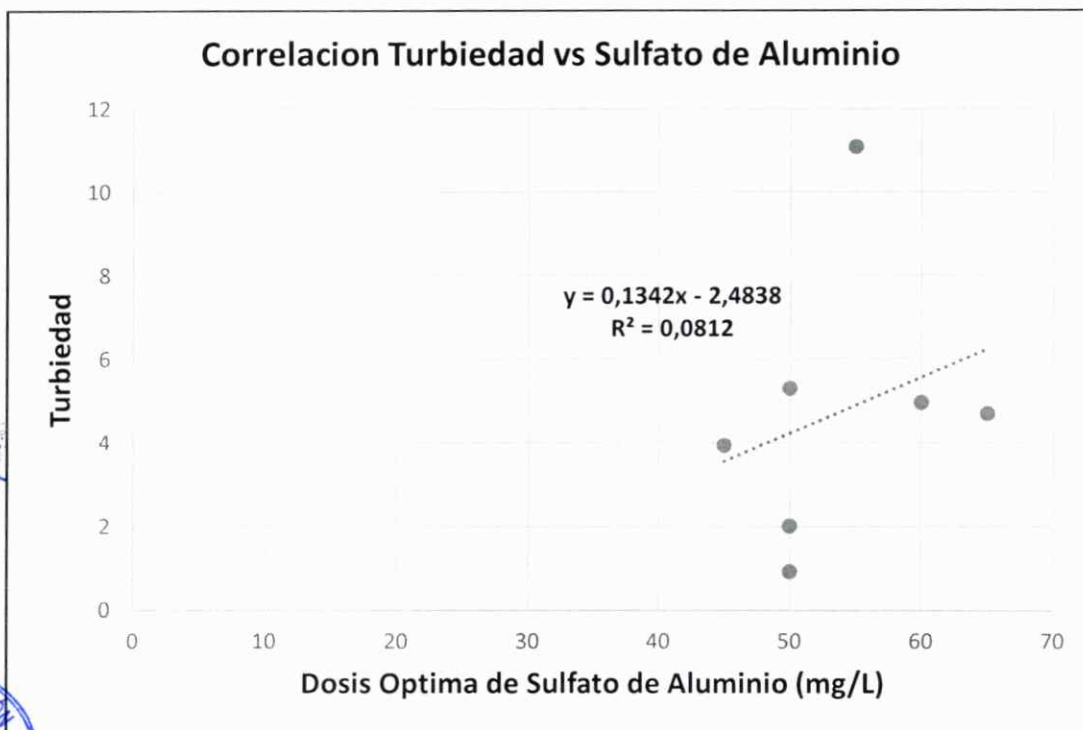
Nº	X	Y	X*Y	X ²	Y ²
1	50	0.93	46.5	2,500	0.8649
2	60	4.96	297.6	3,600	24.6016
3	50	2.01	100.5	2,500	4.0401
4	55	11.09	609.95	3,025	122.9881
5	45	3.93	176.85	2,025	15.4449
6	50	5.3	265	2,500	28.09
7	65	4.7	305.5	4,225	22.09
Σ	375	32.92	1801.9	20,375	218.1196

A =	0.1342
B =	- 2.4838

$$Y = 0.134 - 2.484X$$

A =	0.1342
B =	-2.4838
Rxy =	0.9585
R ² =	0.0812





7.2 Correlación de Color versus Cal Hidratada

$Y = A + BX$

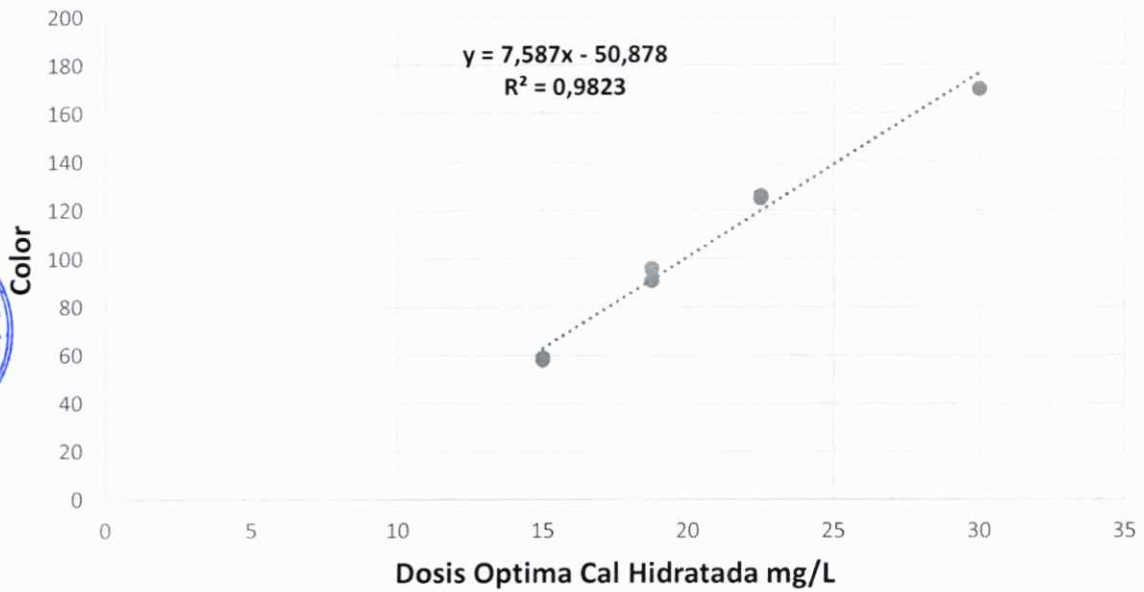
N°	X	Y	X*Y	X ²	Y ²
1	18.75	96	1,800	351.56	9,216
2	22.5	125	2,813	506.25	15,625
3	15	58	870	225	3,364
4	22.5	126	2,835	506.25	15,876
5	15	59	885	225	3,481
6	18.75	91	1,706	351.56	8,281
7	30	170	5,100	900	28,900
Σ	142.5	725	10,524	3,065.62	84,743

A =	7.587
B =	-50.878

$Y = 7.587x - 50.878$

A =	-50.878
B =	7.587
rXY =	0.8676
(R)² =	0.9823

Correlacion Color vs Cal Hidratada



7.3 Correlación de Color versus Polímero Catiónico.

$$Y = A + BX$$

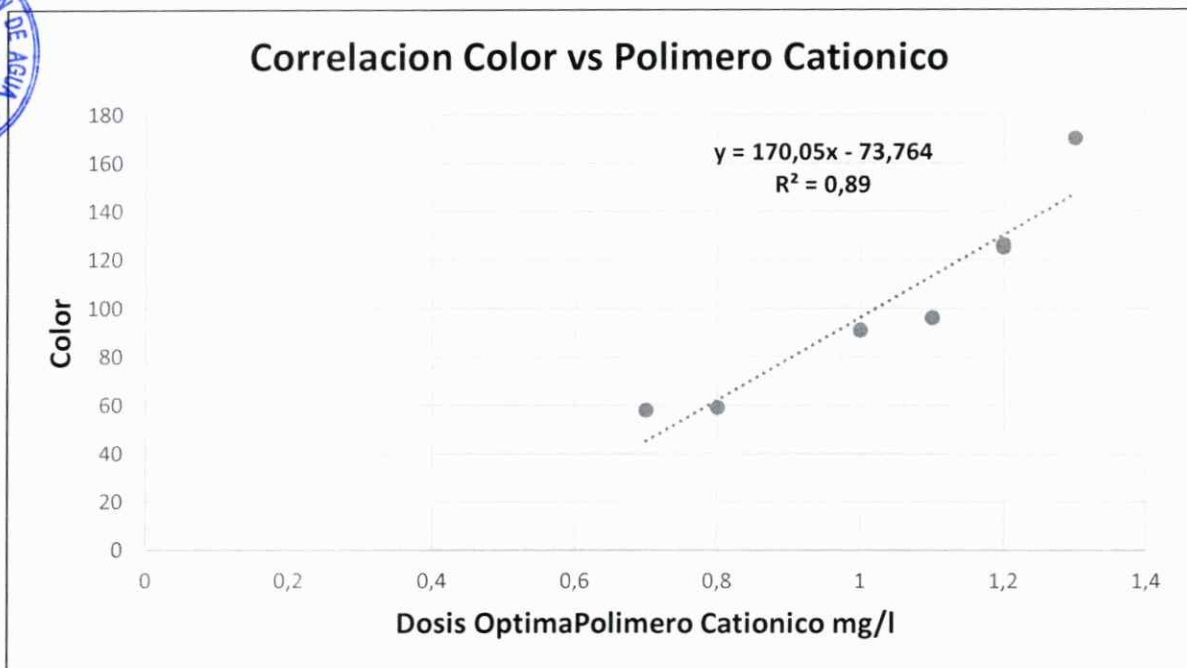
N°	X	Y	X*Y	X ²	Y ²
1	1.1	96	105.6	1.21	9,216
2	1.2	125	150	1.44	15,625
3	0.7	58	88.2	0.49	3,364
4	1.2	126	151.2	1.44	15,876
5	0.8	59	47.2	0.64	3,481
6	1.0	91	91	1.0	8,281
7	1.3	170	221	1.69	28,900
Σ	7.3	725	854.2	7.91	84743

A =	170.05
B =	- 73.764

$$Y = 170.05x - 73.764$$



Y =	- 73.764
X =	170.05
rXY =	0.8114
(R) ² =	0.89



8 DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO.

El objetivo es determinar la dosis óptima para la eliminación de partículas en suspensión, sólidos disueltos, neutralizar microorganismos y partículas coloidales.

Prueba N° 1

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 6.17 UNT
- pH = 7.21
- Color = 64uC.
- Alcalinidad = 16.50 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.3
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
 NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"
 FECHA: 02/01/2025
 CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.				OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA	
JA	Color: 64 UC.	MEZCLA RAPIDA				VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:				Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 6.17 UNT.	Tiempo 5 Seg.				2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.				Nro.	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0					
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.21	16.5	10			1.15	8	6.84	18	2.87			
2	7.21	16.5	15			1.20	4	6.9	21	2.08			
3	7.21	16.5	20			1.20	10	7.16	5	1.24			
4	7.21	16.5	25			1.25	6	7.2	16	1.37			
5	7.21	16.5	30			1.00	4	6.86	22	1.48			
6	7.21	16.5	35			1.10	4	6.91	17	1.60			

INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:
 Policloruro de Aluminio
 Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

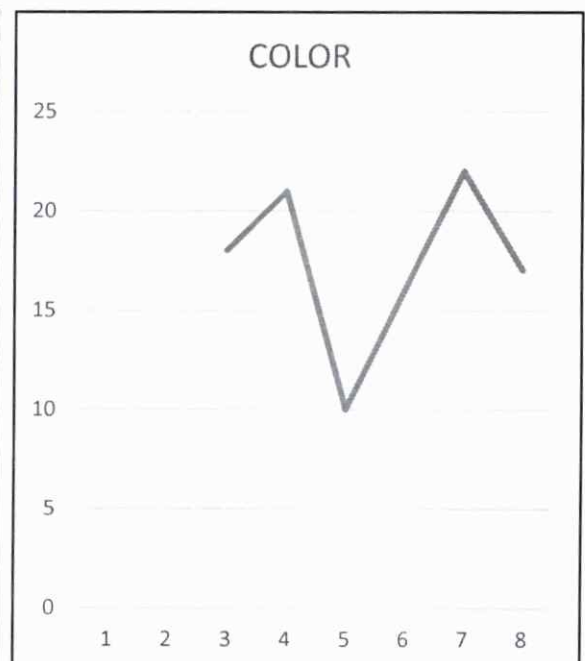
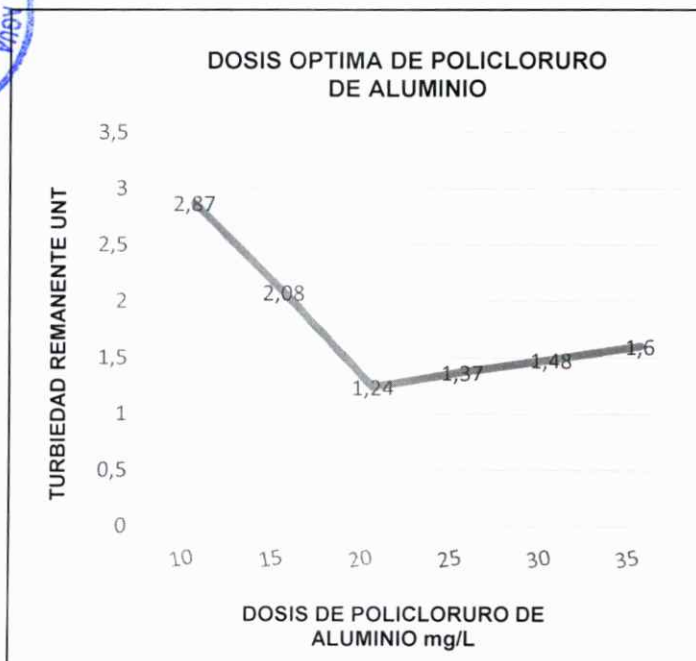
Dosis óptima de Policloruro Al: **20 mg/l.**
 Aluminio Residual: **0.162 mg/L**

FECHA: 02/01/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 6.17 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 64 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro	
	Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	10	2.87
2	15	2.08
3	20	1.24
4	25	1.37
5	30	1.48
6	35	1.6



Prueba N° 2

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 2.13 UNT
- pH = 7.20
- Color = 43 uC.
- Alcalinidad = 16.76 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.8
- Dureza = 38.08 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"
FECHA: 03/01/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 43 UC.	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 2.17 UNT.	Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc... 20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.20	16.76	2			2.2	2	7.07	33	1.43	
2	7.20	16.76	5			2.1	2	6.87	28	1.20	
3	7.20	16.76	10			1.35	6	6.75	20	0.41	
4	7.20	16.76	15			1.3	8	6.77	5	0.21	
5	7.20	16.76	20			1.4	4	6.69	25	0.49	
6	7.20	16.76	25			2	2	6.62	26	0.63	

INDICE DE WILLCOMB

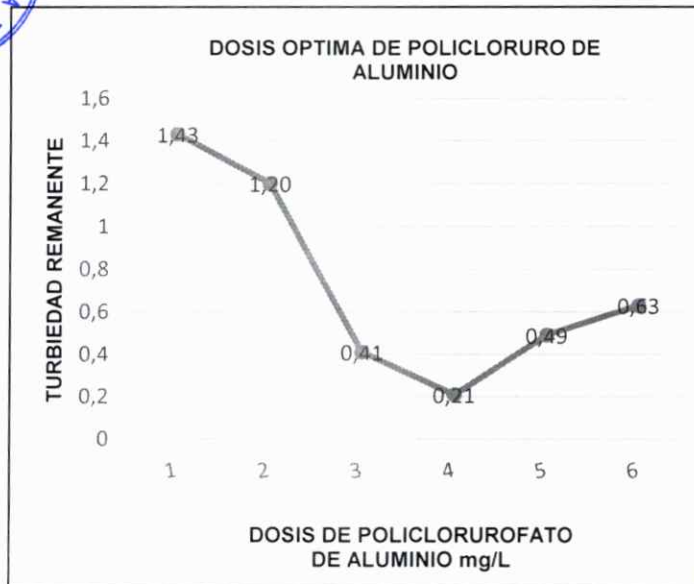
- OBSERVACIONES:**
Orden de aplicación de los productos químicos:
Policloruro de Aluminio
Temperatura del agua:
- CONCLUSIONES:**
Dosis óptima de Policloruro Al: **15 mg/l.**
Aluminio Residual: **0.092 mg/l**
- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
2 - Visible. Flock muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

FECHA: 03/01/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 2.17 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 43 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	2	1.43
2	5	1.20
3	10	0.41
4	15	0.21
5	20	0.49
6	25	0.63



Prueba N° 3

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 6.17 UNT
- pH = 7.21
- Color = 64 uC.
- Alcalinidad = 18.62 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.0
- Dureza = 38.08 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"
FECHA: 06/01/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.		OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA		
JA	Color: 64 UC.	MEZCLA RAPIDA		VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:		
RR	Turbiedad: 6.17 UNT.	Tiempo 5 Seg.		2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.		
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.		Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente 0					
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.21	18.62	10			7.50	6	6.84	18	1.87	
2	7.21	18.62	15			8.00	6	6.90	21	2.08	
3	7.21	18.62	20			8.00	8	7.16	10	1.24	
4	7.21	18.62	25			8.50	8	7.20	16	1.37	
5	7.21	18.62	30			6.00	4	6.86	22	1.48	
6	7.21	18.62	35			7.00	4	6.91	17	1.60	

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 20 mg/l.

Aluminio Residual: 0.105 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.

2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.

4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).

6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.

8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.

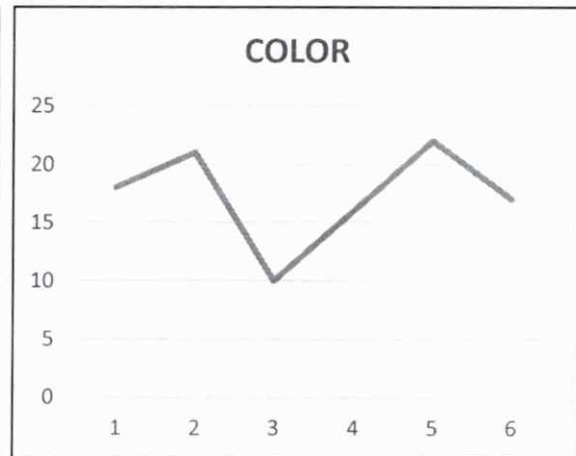
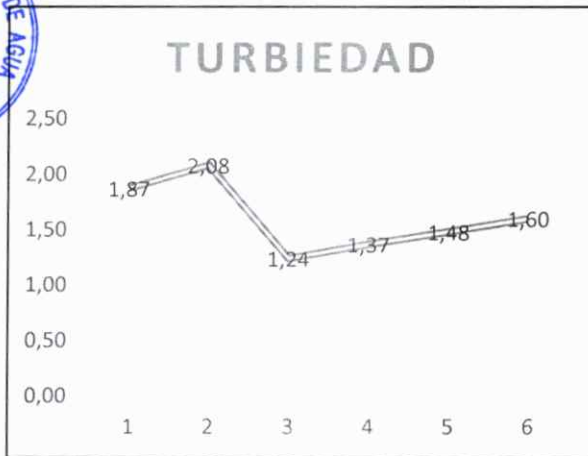
10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

FECHA: 06/01/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 6.17 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 64 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	10	1.87
2	15	2.08
3	20	1.24
4	25	1.37
5	30	1.48
6	35	1.60



Prueba N° 4

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 3.75 UNT
- pH = 6.74
- Color = 65 uC.
- Alcalinidad = 14.89 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.2.
- Dureza = 40.20 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"
 NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"
 FECHA: 07/01/2025
 CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA		
JA	Color: 65 UC.	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:				Marca filtro:		
RR	Turbiedad: 3.75 UNT.	Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.				Nro.		
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0						
N°.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Catiónico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	6.74	14.89	10			1.20	2	7.04	51	2.24			
2	6.74	14.89	15			1.10	2	6.98	50	2.17			
3	6.74	14.89	20			1.00	2	6.64	8	0.98			
4	6.74	14.89	25			1.05	2	6.84	44	2.00			
5	6.74	14.89	30			2.00	2	6.79	49	1.95			
6	6.74	14.89	35			2.20	2	6.90	60	1.94			

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Sulfato Al: 20 mg/l.

Aluminio Residual: 0.086 mg/L

INDICE DE WILLCOMB

0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.

2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.

4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).

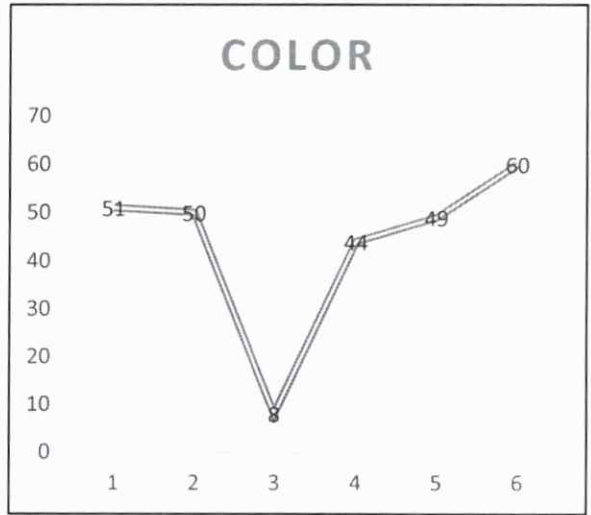
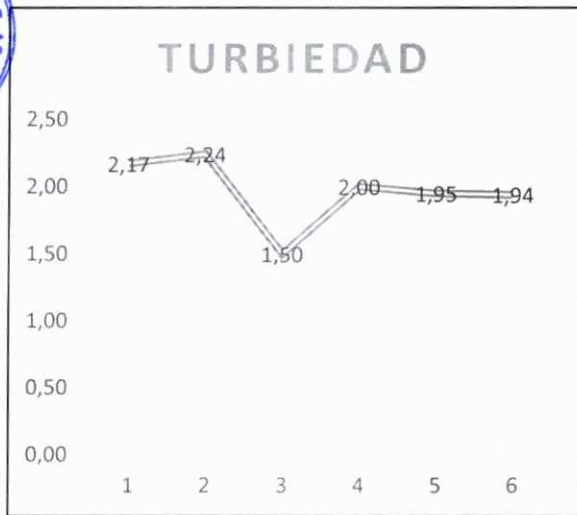
6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.

8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.

10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

FECHA: 06/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.75 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 65 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente
		NTU (eje Y)
1	10	2.17
2	15	2.24
3	20	0.98
4	25	2.00
5	30	1.95
6	35	1.94



Prueba N° 5

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 4.10 UNT
- pH = 7.02
- Color = 85 uC.
- Alcalinidad = 16.76 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.4.
- Dureza = 40.20 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
 NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"
 FECHA: 07/01/2025
 CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 85 UC.	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS	FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:		
RR	Turbiedad: 4.10 UNT.	Tiempo 5 Seg.			2000 ml.	Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.		
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)	Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0					
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formacion del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.02	16.76	25			0.12	6	6.58	78	2.99	
2	7.02	16.76	30			0.11	8	6.60	10	1.47	
3	7.02	16.76	35			0.10	8	6.63	46	2.49	
4	7.02	16.76	40			0.05	8	6.62	54	2.76	
5	7.02	16.76	45			0.00	10	6.60	68	3.80	
6	7.02	16.76	50			0.20	8	6.53	78	4.85	

INDICE DE WILLCOMB

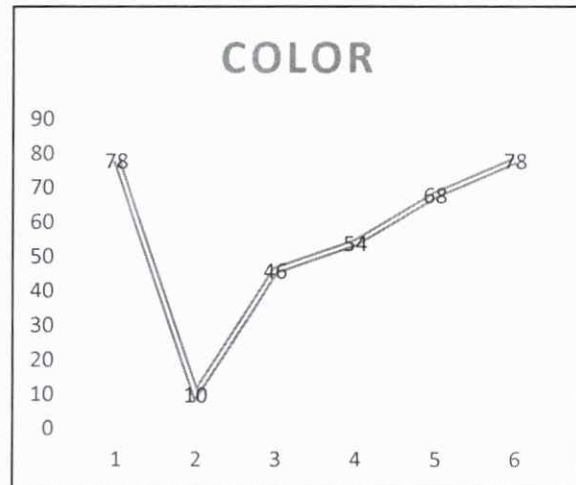
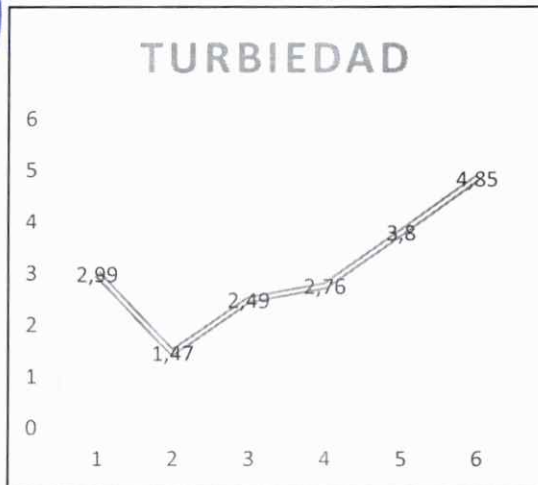
- OBSERVACIONES:**
 Orden de aplicacion de los productos quimicos:
 Policloruro de Aluminio
 Temperatura del agua:
- CONCLUSIONES:**
 Dosis optima de Policloruro Al: 30 mg/l.
 Aluminio Residual: 0.065 mg/L
- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

FECHA: 07/01/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.10 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 85 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente
		NTU (eje Y)
1	25	2.99
2	30	1.47
3	35	2.49
4	40	2.76
5	45	3.80
6	50	4.85



Prueba N° 6

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 11.09 UNT
- pH = 7.43
- Color = 126 uC.
- Alcalinidad = 13.03 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.9.
- Dureza = 38.08 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - TENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"
FECHA: 15/01/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.		OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA		
JA	Color: 126 UC.	MEZCLA RAPIDA		VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:						Marca filtro:
RR	Turbiedad: 11.09 UNT.	Tiempo 5 Seg.		2000 ml.	Tiempo de floc...20mim. Tiempo de sed: 10 min.						Nro.	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.		Deflectores: Si..... No (X)	Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0							
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.
1	7.43	13.03	25			2	6	7.31	73	3.7		
2	7.43	13.03	30			1.1	8	7.38	34	0.68		
3	7.43	13.03	35			1.05	10	7.27	14	0.35		
4	7.43	13.03	40			1.1	10	7.21	54	0.38		
5	7.43	13.03	45			2.3	2	7.09	66	0.86		
6	7.43	13.03	50			1.15	8	7.07	42	1.22		

INDICE DE WILLCOMB

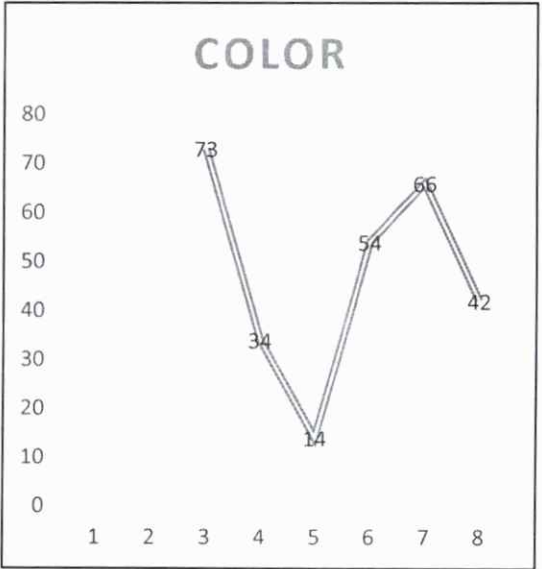
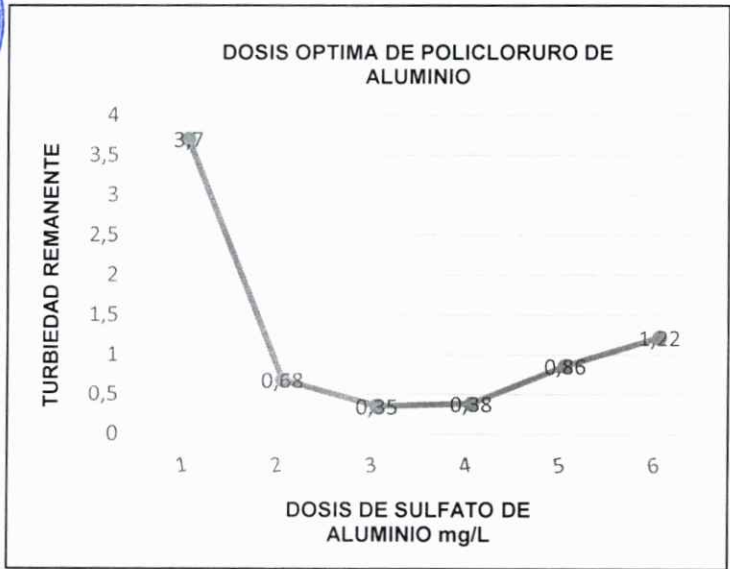
- OBSERVACIONES:**
- Orden de aplicación de los productos químicos:
Policloruro de Aluminio
Temperatura del agua:
- CONCLUSIONES:**
Dosis óptima de Policloruro Al: **35 mg/l.**
Aluminio Residual: **0.089 mg/L**
- INDICE DE WILLCOMB**
- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
 - 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
 - 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
 - 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
 - 8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
 - 10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

FECHA: 15/01/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 11.09 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 126 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	25	3.7
2	30	0.68
3	35	0.35
4	40	0.38
5	45	0.86
6	50	1.22



Prueba N° 7

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 2.61 UNT
- pH = 7.13
- Color = 38 uC.
- Alcalinidad = 20.48 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.8.
- Dureza = 38.08 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"
FECHA: 29/01/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 38 UC.	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 2.61UNT.	Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formacion del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.13	20.48	5			3.58	2	7.21	55	2.99	
2	7.13	20.48	10			3.48	2	7.23	43	2.47	
3	7.13	20.48	15			3.50	2	7.27	0	0.98	
4	7.13	20.48	20			3.00	10	7.27	0	2.76	
5	7.13	20.48	25			3.10	10	7.25	16	2.80	
6	7.13	20.48	30			3.30	8	7.25	25	2.85	

INDICE DE WILLCOMB

OBSERVACIONES:
Orden de aplicación de los productos químicos:
Policloruro de Aluminio
Temperatura del agua:

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

CONCLUSIONES:

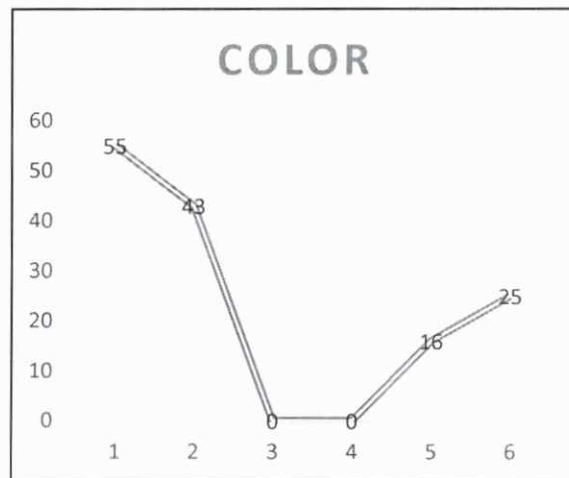
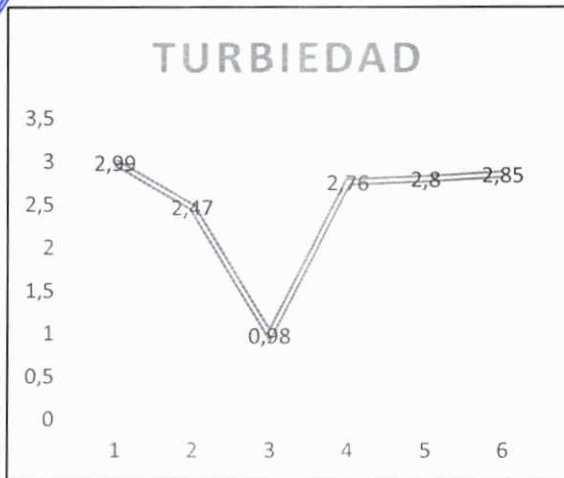
Dosis óptima de Policloruro Al: **15 mg/l.**
Aluminio Residual: **0.098 mg/L**

FECHA: 15/01/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 2.61 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 38 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	5	2.99
2	10	2.47
3	15	0.98
4	20	2.76
5	25	2.80
6	30	2.85



Prueba N° 8

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 3.53 UNT
- pH = 7.20
- Color = 45 uC.
- Alcalinidad = 20.48 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 14.2.
- Dureza = 38.08 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
 NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"
 FECHA: 29/01/2025
 CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.		OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA		
JA	Color: 45 UC.	MEZCLA RAPIDA		VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:		
RR	Turbiedad: 3.53 UNT.	Tiempo 5 Seg.		2000 ml.		Tiempo de floc....20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.		
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.		Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0					
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.20	20.48	5			3.58	2	7.31	39	3.53	
2	7.20	20.48	10			3.48	2	7.26	25	2.10	
3	7.20	20.48	15			3.50	2	7.26	0	0.35	
4	7.20	20.48	25			3.00	10	7.24	0	0.54	
5	7.20	20.48	30			3.10	10	7.22	0	0.81	
6	7.20	20.48	35			3.30	8	7.21	21	1.85	

INDICE DE WILLCOMB

OBSERVACIONES:
 Orden de aplicación de los productos químicos:
 Policloruro de Aluminio
 Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:
 Dosis óptima de Policloruro Al: 15 mg/l
 Aluminio Residual: 0.102 mg/L

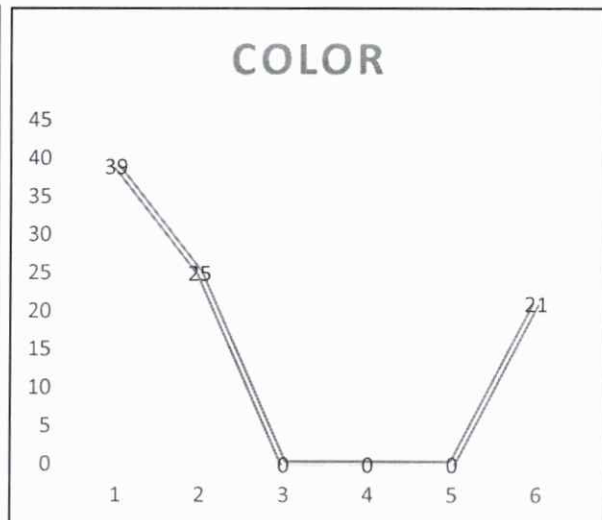
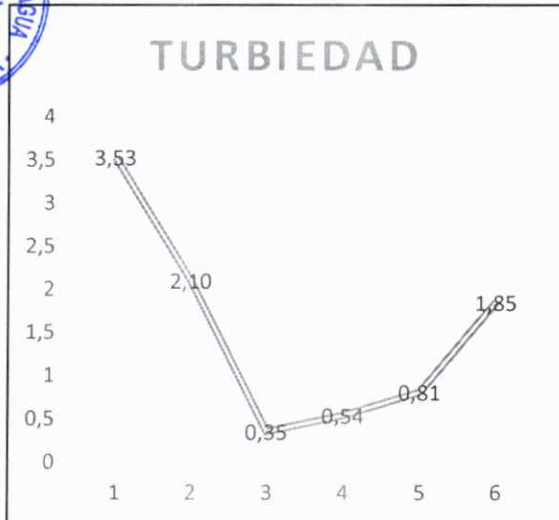
- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
- 2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
- 4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero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

FECHA: 15/01/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.53 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 45 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	5	3.53
2	10	2.10
3	15	0.35
4	25	0.54
5	30	0.81
6	35	1.85



Prueba N° 9

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 4.10 UNT
- pH = 7.14
- Color = 170 uC.
- Alcalinidad = 9.31 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.2.
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
 NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"
 FECHA: 25/02/2025
 CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 170 U.C.	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS			FLOCULACION.....	SEDIMENTACION:		Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 4.70 UNT.	Tiempo 5 Seg.			2000 ml.			Tiempo de floc...20min.	Tiempo de sed: 10 min.		Nro.....	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)			Velocidad: 40 rpm.	Gradiente.... 0			
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.14	9.31	30			1.20	2	7.08	173	6.07		
2	7.14	9.31	35			1.10	2	7.11	182	6.13		
3	7.14	9.31	40			0.50	8	7.02	8	0.42		
4	7.14	9.31	30			0.40	8	6.99	27	0.44		
5	7.14	9.31	35			0.45	10	6.96	52	0.47		
6	7.14	9.31	40			1.25	6	6.91	59	0.88		

INDICE DE WILLCOMB

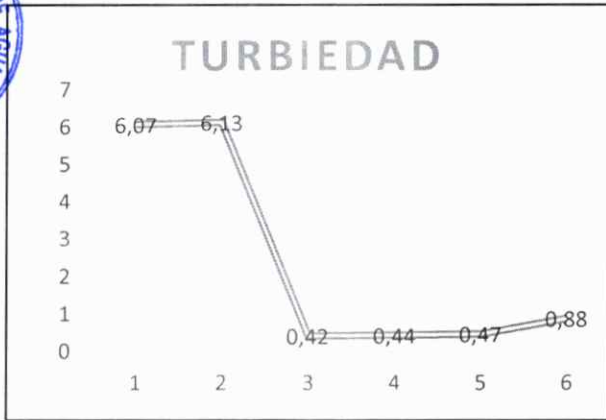
OBSERVACIONES:
 Orden de aplicación de los productos químicos:
 Policloruro de Aluminio
 Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:
 Dosis óptima de Policloruro Al: **40 mg/l.**
 Aluminio Residual: **0.096 mg/l**

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

FECHA: 15/01/2025
TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 4.70 UNT.
COLOR DEL AGUA CRUDA = 170 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	30	6.07
2	35	6.13
3	40	0.42
4	30	0.44
5	35	0.47
6	40	0.88



Prueba N° 10

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 16.5 UNT
- pH = 7.23
- Color = 182 uC.
- Alcalinidad = 16.76 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.1.
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"
FECHA: 20/03/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 182 UC.	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 16.5 UNT.	Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente.... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formacion del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.23	16.76	30			2.00	4	7.22	192	5.96	
2	7.23	16.76	35			1.00	6	7.00	48	2.25	
3	7.23	16.76	40			1.00	6	6.80	5	0.68	
4	7.23	16.76	50			2.00	2	6.51	66	14.00	
5	7.23	16.76	55			6.00	2	6.23	175	16.10	
6	7.23	16.76	60			7.00	2	6.17	310	18.25	

INDICE DE WILLCOMB

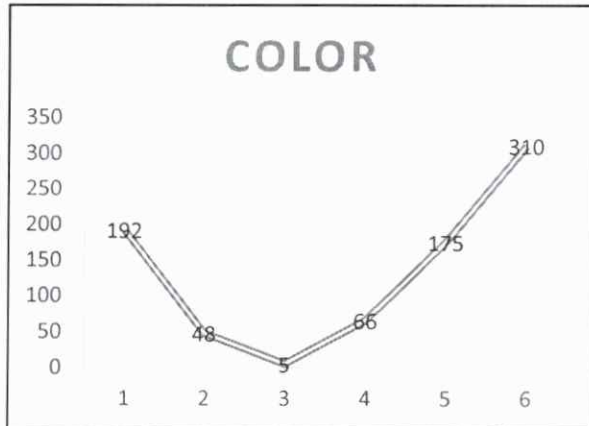
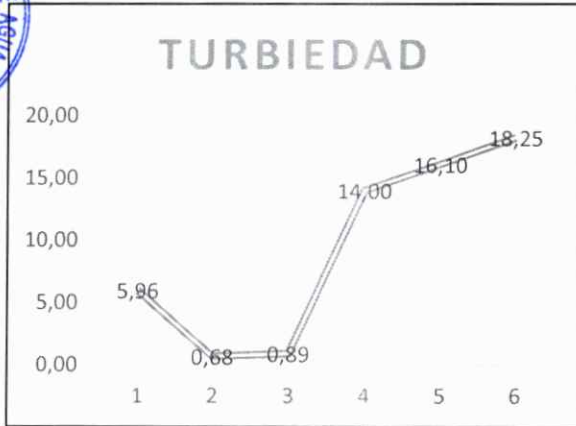
- OBSERVACIONES:**
Orden de aplicación de los productos químicos:
Policloruro de Aluminio
Temperatura del agua:
- CONCLUSIONES:**
Dosis óptima de Policloruro Al: **40 mg/l.**
Aluminio Residual: **0.088 mg/L**
- INDICE DE WILLCOMB**
0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
2 - Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un buen observador no entrenado.
4 - Disperso. Floc bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
6 - Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
8 - Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
10 - Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

FECHA: 15/01/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 16.5 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 182 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	30	5.96
2	35	2.25
3	40	0.68
4	50	14.00
5	55	16.10
6	60	18.25



Prueba N° 11

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 3.16 UNT
- pH = 7.16
- Color = 20 uC.
- Alcalinidad = 16.76 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 13.4
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS – 1 ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS – AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO – ASHPACHACA"
FECHA: 08/04/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES		AGUA SEDIMENTADA			AGUA FILTADA	
JA	Color: 20 UC.	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS		FLOCULACION:..... SEDIMENTACION:			Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 3.16 UNT.	Tiempo 5 Seg.			2000 ml.		Tiempo de floc...:20min. Tiempo de sed: 10 min.			Nro.-----	
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.			Deflectores: Si..... No (X)		Velocidad: 40 rpm. Gradiente..... 0				
Nº.	pH	Alcalinidad Total mg/l	Coagulante Policloruro de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formación del floculo (min.)	Índice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.
1	7.16	16.76	5			1.15	2	7.53	15	4.39	
2	7.16	16.76	10			0.55	2	7.52	2	0.41	
3	7.16	16.76	15			1.20	2	7.46	9	0.55	
4	7.16	16.76	20			0.30	8	7.35	18	0.78	
5	7.16	16.76	25			0.40	6	7.23	46	0.82	
6	7.16	16.76	30			0.45	6	7.20	96	0.98	

INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policloruro de Aluminio

Temperatura del agua:

CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policloruro Al: **20 mg/l.**

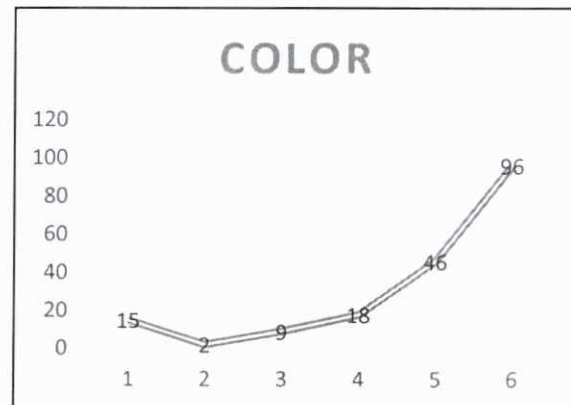
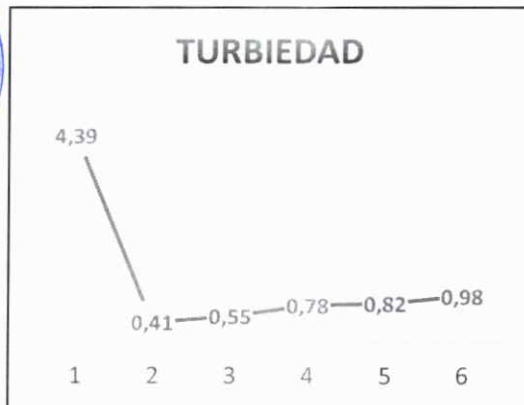
Aluminio Residual: **0.114 mg/L**

FECHA: 08/04/2025

TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 3.16 UNT.

COLOR DEL AGUA CRUDA = 20UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente
		NTU (eje Y)
1	5	4.39
2	10	0.41
3	15	0.55
4	20	0.78
5	25	0.82
6	30	0.98



Prueba N° 12

Características del agua cruda:

- Turbiedad = 28.5 UNT
- pH = 7.37
- Color = 303 uC.
- Alcalinidad = 14.89 mg/l. CaCO₃
- Temperatura = 12.8
- Dureza = 35.97 mg/l CaCO₃

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMA DE POLICLORURO DE ALUMINIO EN EL EQUIPO DE JARRAS - ENSAYO

EPS: EMUSAP S.A. "CHACHAPOYAS - AMAZONAS"
NOMBRE DE LA FUENTE: "BARRETACUCHO - ASHPACHACA"
FECHA: 11/04/2025
CAUDAL: 48.35 l/s.

AGUA CRUDA		DOSIFICACION mg/l.			OBSERVACIONES VISUALES			AGUA SEDIMENTADA				AGUA FILTADA	
JA	Color: 303 UC.	MEZCLA RAPIDA			VOLUMEN DE JARRAS			FLOCULACION..... SEDIMENTACION:				Marca filtro:	
RR	Turbiedad: 28.5 UNT.	Tiempo 5 Seg.	Coagulante Policlورو de Al. mg/l	Alcalinizante Cal Hidratante mg/l	Ayudante Pol. Cationico mg/l	Tiempo de formacion del floculo (min.)	Indice de Willcomb	pH	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Color U.C.	Turbiedad Residual UNT.	Nro.
AS	Dureza: mg/l.	Gradiente 300 rpm.				Deflectores: Si..... No (X)							
1	7.37	14.89	30			1.50	2	7.40	246	16.00			
2	7.37	14.89	35			1.30	4	7.36	186	11.30			
3	7.37	14.89	40			1.20	4	7.33	62	8.35			
4	7.37	14.89	45			1.00	6	7.27	2	1.49			
5	7.37	14.89	50			0.45	8	7.23	0	3.15			
6	7.37	14.89	55			0.55	8	7.21	0	4.16			

INDICE DE WILLCOMB

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

OBSERVACIONES:

Orden de aplicación de los productos químicos:

Policlورو de Aluminio

Temperatura del agua:

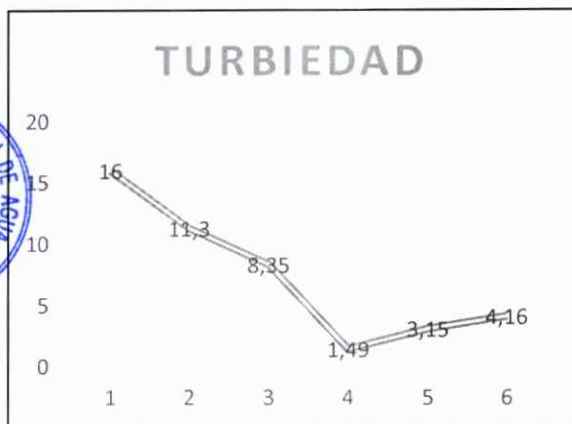
CONCLUSIONES:

Dosis óptima de Policlورو Al: **35 mg/l.**

Aluminio Residual: **0.096 mg/L**

FECHA: 11/04/2025
 TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA = 28.5 UNT.
 COLOR DEL AGUA CRUDA = 303 UC.

JARRAS	Dosis de Policloruro Al. Mg/l (eje X)	Turbiedad Remanente NTU (eje Y)
1	30	16.00
2	35	11.30
3	40	8.35
4	45	1.49
5	50	3.15
6	55	4.16



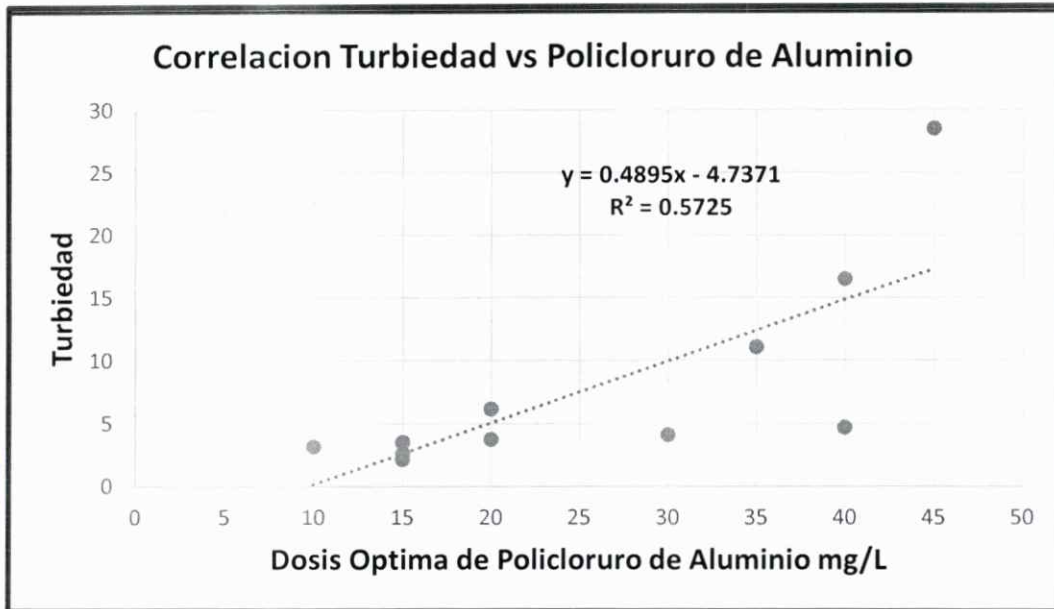
8.1 Correlación de Turbiedad versus Policloruro de Aluminio.
 $Y = A + BX$

Nº	X	Y	X*Y	X ²	Y ²
1	20	6.17	123.4	400	38.0689
2	15	2.17	32.55	225	4.7089
3	20	6.17	123.4	400	38.0689
4	20	3.75	75	400	14.0625
5	30	4.1	123	900	16.81
6	35	11.09	388.15	1225	122.9881
7	15	2.61	39.15	225	6.8121
8	15	3.53	52.95	225	12.4609
9	40	4.7	188	1600	22.09
10	40	16.5	660	1600	272.25
11	10	3.16	31.6	100	9.9856
12	45	28.5	1282.5	2025	812.25
Σ	305	92.45	3119.7	9325	1370.5559

A =	- 4.7371
B =	0.4795

$$Y = 0.4895x - 4.7371$$

A =	-4.7371
B =	0.4895
rXY =	-0.1651
(R) ² =	0.5725



8.2 Correlación de Color versus Policloruro de Aluminio.

$$Y = A + BX$$

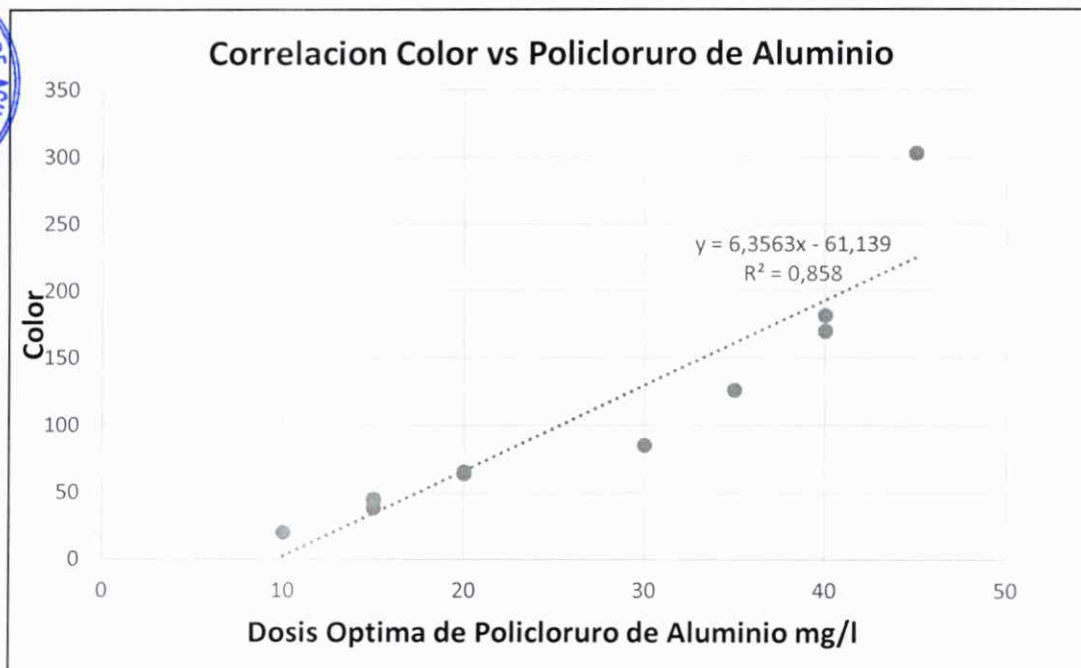
N°	X	Y	X*Y	X ²	Y ²
1	20	64	1280	400	4096
2	15	43	645	225	1849
3	20	64	1280	400	4096
4	20	65	1300	400	4225
5	30	85	2550	900	7225
6	35	126	4410	1225	15876
7	15	38	570	225	1444
8	15	45	675	225	2025
9	40	170	6800	1600	28900
10	40	182	7280	1600	33124
11	10	20	200	100	400
12	45	303	13635	2025	91809
Σ	305	1205	40625	9325	195069

A =	- 61.139
B =	6.3563

$Y = 6.3563x - 61.139$



A =	- 61.139
B =	6.3563
rXY =	- 0.1651
(R) ² =	0.858



9 DEMANDA DE CLORO

DETERMINACION DE LA DEMANDA DE CLORO EN PTAP

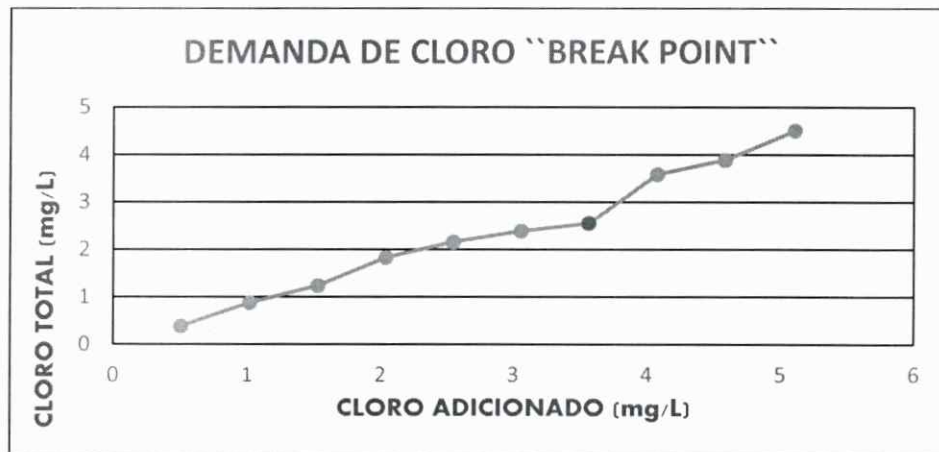
TURBIEDAD : 1.17 UNT
 COLOR : 32 UC.
 pH : 7.13
 AGUA : FILTRADA
 FECHA : 18/11/2024

TIEMPO DE CONTACTO = 30 MINUTOS
 Volumen analizado: 42 litros
 Concentración del hipoclorito de calcio, 65%



RECIPIENTES	CLORO ADICIONADO		HORA ADICIÓN	HORA ANÁLISIS	CLORO RESIDUAL			DEMANDA DE CLORO
	GRAMOS	mg/L			LIBRE mg/L	TOTAL mg/L	COMBINADO mg/L	
1	0.033	0.51	02:50	03:20	0.24	0.39	0.15	0.12
2	0.066	1.02	02:53	03:23	0.75	0.87	0.12	0.15
3	0.099	1.53	02:56	03:26	0.77	1.23	0.46	0.3
4	0.132	2.04	02:59	03:29	1.53	1.82	0.29	0.22
5	0.165	2.55	03:02	03:32	2.03	2.15	0.12	0.4
6	0.198	3.06	03:05	03:35	2.20	2.38	0.18	0.68
7	0.231	3.57	03:08	03:38	2.42	2.54	0.12	1.03
8	0.264	4.08	03:11	03:41	3.2	3.58	3.2	0.5
9	0.297	4.59	03:14	03:44	3.62	3.88	0.26	0.71
10	0.330	5.11	03:17	03:47	4.26	4.50	0.24	0.61

DEMANDA DE CLORO = Miligramos de Cloro Adicionado - Miligramos de Cloro Residual Total



BREAK POINT: 3,57 mg/L
 Cloro Residual Total a salida de PTAP: 2,54 mg/L

DETERMINACION DE LA DEMANDA DE CLORO EN PTAP

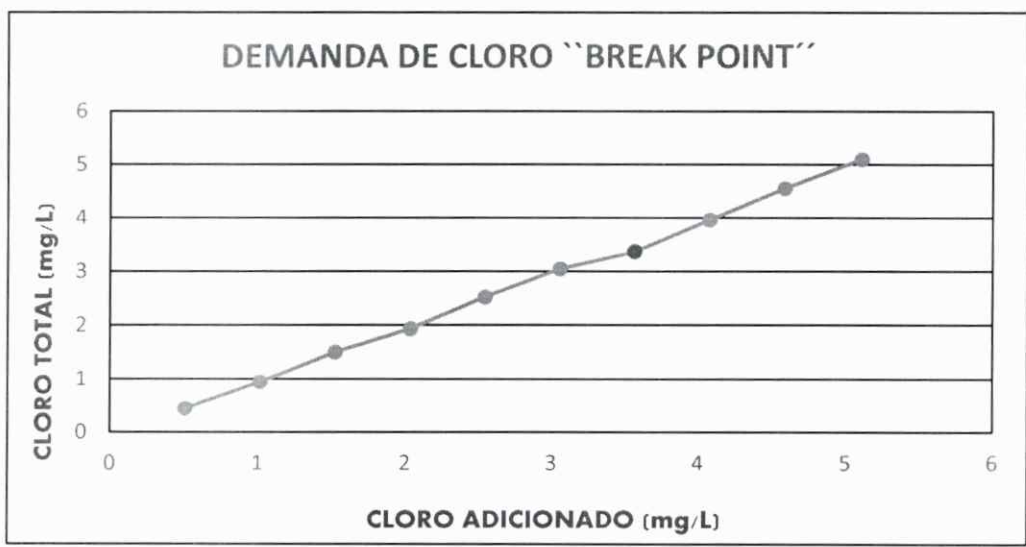
TURBIEDAD : 0.53 UNT
 COLOR : 0 UC.
 pH : 7.22
 AGUA : FILTRADA
 FECHA : 19/11/2024

TIEMPO DE CONTACTO = 30 MINUTOS
 Volumen analizado: 42 litros
 Concentración del hipoclorito de calcio, 65%

RECIPIENTES	CLORO ADICIONADO		HORA ADICIÓN	HORA ANÁLISIS	CLORO RESIDUAL			DEMANDA DE CLORO
	GRAMOS	mg/L			LIBRE mg/L	TOTAL mg/L	COMBINADO mg/L	
1	0.033	0.51	02:50	03:20	0.38	0.44	0.06	0.07
2	0.066	1.02	02:53	03:23	0.85	0.94	0.09	0.08
3	0.099	1.53	02:56	03:26	1.31	1.5	0.19	0.03
4	0.132	2.04	02:59	03:29	1.64	1.93	0.29	0.11
5	0.165	2.55	03:02	03:32	2.48	2.52	0.04	0.03
6	0.198	3.06	03:05	03:35	2.74	3.04	0.3	0.02
7	0.231	3.57	03:08	03:38	3.35	3.36	0.01	0.21
8	0.264	4.08	03:11	03:41	3.84	3.96	3.2	0.12
9	0.297	4.59	03:14	03:44	4.52	4.55	0.03	0.04
10	0.330	5.11	03:17	03:47	5.08	5.10	0.02	0.01



DEMANDA DE CLORO = Miligramos de Cloro Adicionado - Miligramos de Cloro Residual Total



BREAK POINT: 3,57 mg/L
 Cloro Residual Total a salida de PTAP: 3.36 mg/L

DETERMINACION DE LA DEMANDA DE CLORO EN PTAP

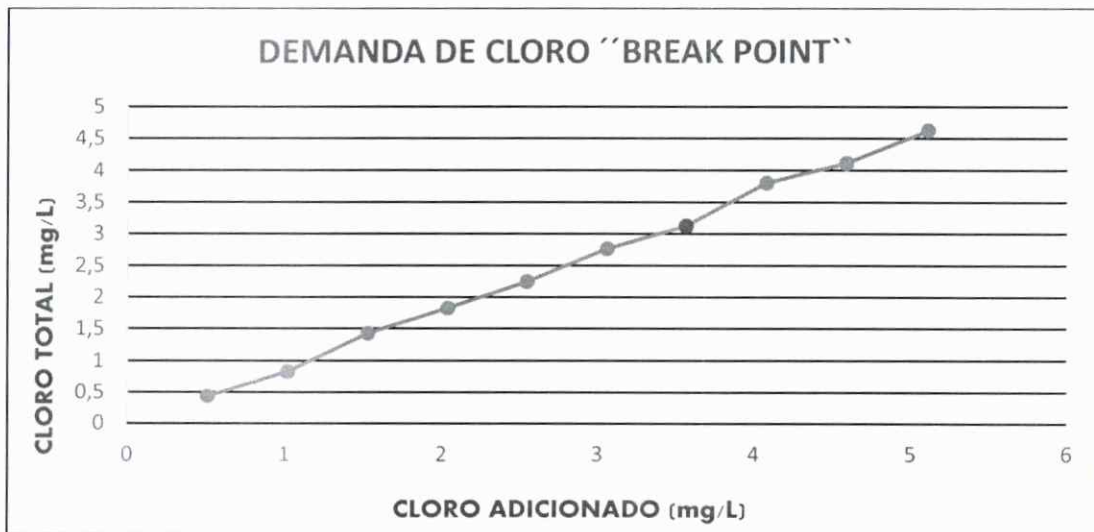
TURBIEDAD : 0.31 NT
 COLOR : 0.0 UC
 pH : 7.24
 AGUA : FILTRADA
 FECHA : 20/11/2024

TIEMPO DE CONTACTO = 30 MINUTOS
 Volumen analizado: 42 litros
 Concentración del hipoclorito de calcio, 65%



RECIPIENTES	CLORO ADICIONADO		HORA ADICIÓN	HORA ANÁLISIS	CLORO RESIDUAL			DEMANDA DE CLORO
	GRAMOS	mg/L			LIBRE mg/L	TOTAL mg/L	COMBINADO mg/L	
1	0.033	0.51	02:50	03:20	0.41	0.43	0.02	0.08
2	0.066	1.02	02:53	03:23	0.81	0.82	0.01	0.2
3	0.099	1.53	02:56	03:26	1.32	1.42	0.1	0.11
4	0.132	2.04	02:59	03:29	1.72	1.82	0.1	0.22
5	0.165	2.55	03:02	03:32	2.18	2.24	0.06	0.31
6	0.198	3.06	03:05	03:35	2.52	2.76	0.24	0.30
7	0.231	3.57	03:08	03:38	2.50	2.60	0.10	0.97
8	0.264	4.08	03:11	03:41	3.76	3.80	3.2	0.28
9	0.297	4.59	03:14	03:44	3.93	4.11	0.18	0.48
10	0.330	5.11	03:17	03:47	4.44	4.62	0.18	0.49

DEMANDA DE CLORO = Miligramos de Cloro Adicionado - Miligramos de Cloro Residual Total



BREAK POINT: 3.57 mg/L
 Cloro Residual Total a salida de PTAP: 3.12 mg/L

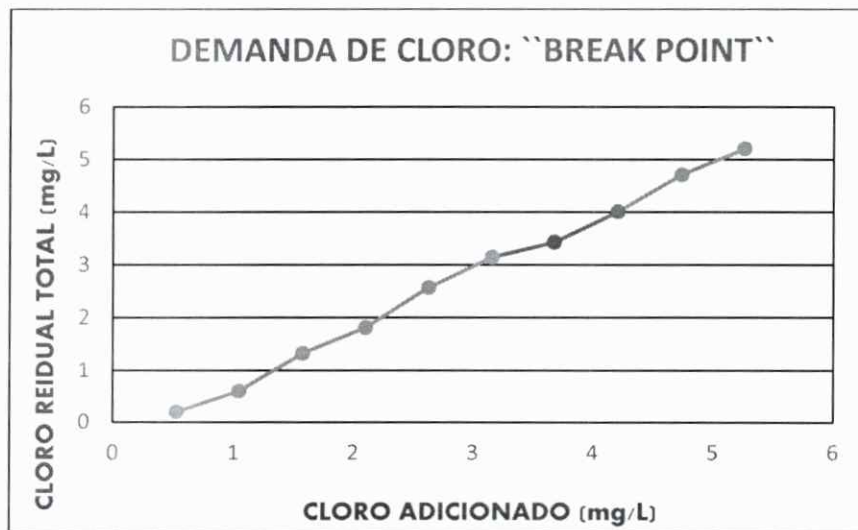
DETERMINACION DE LA DEMANDA DE CLORO EN PTAP

TURBIEDAD : 0.41 UNT
 COLOR : 0 UC.
 pH : 7.18
 AGUA : FILTRADA
 FECHA : 22/11/2024

TIEMPO DE CONTACTO = 30 MINUTOS
 Volumen analizado: 42 litros
 Concentración del hipoclorito de calcio, 65%

RECIPIENTES	CLORO ADICIONADO		HORA ADICIÓN	HORA ANÁLISIS	CLORO RESIDUAL			DEMANDA DE CLORO
	GRAMOS	mg/L			LIBRE mg/L	TOTAL mg/L	COMBINADO mg/L	
1	0.034	0.53	02:50	03:20	0.16	0.19	0.03	0.34
2	0.068	1.05	02:53	03:23	0.58	0.6	0.02	0.45
3	0.102	1.58	02:56	03:26	1.18	1.32	0.14	0.26
4	0.136	2.1	02:59	03:29	1.77	1.81	0.04	0.29
5	0.170	2.63	03:02	03:32	2.38	2.56	0.18	0.07
6	0.204	3.16	03:05	03:35	2.90	3.14	0.24	0.02
7	0.238	3.68	03:08	03:38	3.36	3.42	0.06	0.26
8	0.272	4.21	03:11	03:41	3.7	4.00	0.3	0.21
9	0.306	4.74	03:14	03:44	4.61	4.7	0.09	0.04
10	0.340	5.26	03:17	03:47	5.13	5.20	0.07	0.06

DEMANDA DE CLORO = Miligramos de Cloro Adicionado - Miligramos de Cloro Residual Total



BREAK POINT: 3,68 mg/L
 Cloro Residual Total a salida de PTAP: 3.42 mg/L

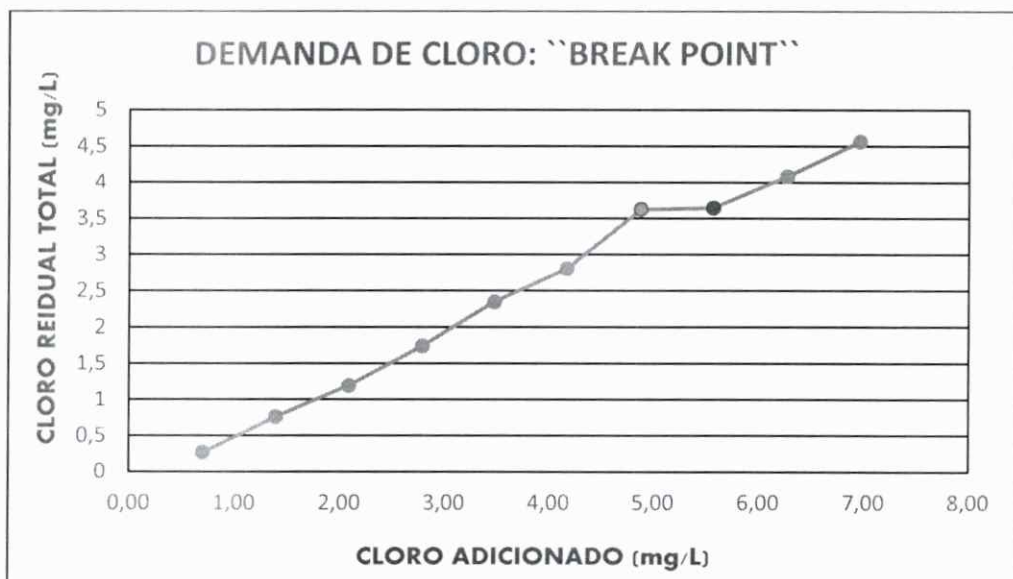
DETERMINACION DE LA DEMANDA DE CLORO EN PTAP

TURBIEDAD : 1.08 UNT
 COLOR : 15 UC.
 pH : 7.25
 AGUA : FILTRADA
 FECHA : 27/11/2024

TIEMPO DE CONTACTO = 30 MINUTOS
 Volumen analizado: 42 litros
 Concentración del hipoclorito de calcio, 65%

RECIPIENTES	CLORO ADICIONADO		HORA ADICIÓN	HORA ANÁLISIS	CLORO RESIDUAL			DEMANDA DE CLORO
	GRAMOS	mg/L			LIBRE mg/L	TOTAL mg/L	COMBINADO mg/L	
1	0.045	0.70	02:50	03:20	0.24	0.26	0.02	0.44
2	0.090	1.39	02:53	03:23	0.69	0.75	0.06	0.64
3	0.135	2.09	02:56	03:26	1.13	1.19	0.06	0.9
4	0.180	2.79	02:59	03:29	1.64	1.74	0.1	1.05
5	0.225	3.48	03:02	03:32	2	2.34	0.34	1.14
6	0.270	4.17	03:05	03:35	2.68	2.8	0.12	1.37
7	0.315	4.88	03:08	03:38	3.04	3.62	0.58	1.26
8	0.360	5.57	03:11	03:41	3.36	3.64	3.2	1.93
9	0.405	6.27	03:14	03:44	3.94	4.08	0.14	2.19
10	0.450	6.96	03:17	03:47	4.5	4.56	0.06	2.4

DEMANDA DE CLORO = Miligramos de Cloro Adicionado - Miligramos de Cloro Residual Total



BREAK POINT: 5.57 mg/L

10 PARAMETROS DE CONTROL DE PROCESOS

Rutinariamente se deben efectuar los análisis de los parámetros que sirven para controlar la calidad del agua tratada de manera que se asegure una buena eficiencia, estos parámetros se encuentran especificados en el siguiente cuadro.

10.1 Mezcla Rápida – Canal con Cambio de Pendiente

FORMATO DE CONTROL DE PROCESOS EN PTAP				
AÑO		MES		
PARÁMETROS DE CONTROL DE PROCESOS				
ENSAYOS	ENTRADA A LA PLANTA	SALIDA DECANTADORES	SALIDA DE FILTROS	SALIDA DE PLANTA
Turbiedad UNT	X	X	X	X
pH	X	X	X	X
Color uC.	X	X	X	X
Alcalinidad mg/l CaCO ₃	X			X
Cobre mg/l Cu.				X
Aluminio mg/l Al.				X
Sabor y Olor				X
Temperatura °C	X	X	X	X
Cloro Residual Libre				X
Prueba de Jarras	X			

En esta estructura se genera la agitación necesaria de la masa de agua para una mezcla homogénea del coagulante, se agrega donde se genera el mayor movimiento de agua.

Operación de Puesta en Marcha de la Mezcla Rápida

- Abrir la válvula de entrada.
- Comprobar si el resalto hidráulico se ubica en la posición del punto de aplicación del coagulante. En caso contrario, reubicar la dosificación de manera que se distribuya en forma uniforme sobre el inicio del resalto.

Operación Normal de la Mezcla Rápida

- Comprobar el inicio de la dosificación observando la salida de la solución a todo lo largo del difusor ubicado a todo lo ancho del resalto.
- Constatar que la solución se esté aplicando de manera uniforme en el punto de máxima turbulencia.
- Verificar que la planta está operando con el caudal óptimo, condición para que se cumpla la gradiente de velocidad, (se opera hasta 45L/seg.).
- El caudal óptimo analizado por SUM CANADA es de 30 L/seg.

- Verificar que no se produzcan grandes turbulencias, ocasionadas por caídas o restricciones después del punto de aplicación de las sustancias químicas (exceso de caudal, rotura de pantallas, deterioro de paredes).

Operación de Parada del Mezclador

- Cerrar la llave de entrada al dosificador.
- Suspender la dosificación.

10.2 Floculador Hidráulico

La función de esta unidad es la de ayudar el crecimiento de las partículas aglutinadas por el coagulante mediante condiciones de velocidad y tiempo, facilitando su posterior decantación. Esta unidad está compuesta por tres compartimientos, con pantallas de PVC, y soportes de fierro, pintados con pintura caucho clorado, según estudios de SUM CANADA, el primer compartimiento no tiene la gradiente adecuada

Operación de Puesta en Marcha

- Abrir completamente la compuerta de entrada de agua coagulada. - No estrangular la compuerta para mantener el nivel en la unidad, porque se incrementa la gradiente de velocidad y se afecta el tratamiento.
- Verificar que la dosificación de coagulante y la mezcla rápida estén operando satisfactoriamente.
- Constatar que el nivel de agua en los compartimientos no pase de la altura de operación.

Operación Normal

- Determinar la gradiente de velocidad en cada tramo del floculador.
- Comparar la gradiente de velocidad con el óptimo obtenido en el proyecto, con el obtenido en el equipo de jarras.

10.3 Decantador

Se entiende por decantación, a la sedimentación de las partículas (floculadas), provenientes del floculador, formadas por la aglutinación de partículas en suspensión mediante la acción del coagulante (sulfato de aluminio) y el ayudante de coagulación (polímero catiónico).

Operación de Puesta en Marcha

- Cerrar la válvula del desagüe.
- Ajustar el medidor del caudal a 30 L/seg u 45L/seg.
- El agua debe ingresar en todo lo ancho del decantador convencional.
- Llenar la unidad hasta el nivel de operación.
- Suspender durante 15 minutos la operación de llenado para que la unidad adquiera condiciones de reposo.

Operación Normal

- Dejar ingresar el agua al decantador.
- Determinar la turbiedad del agua de la salida del decantador, esta turbiedad debe ser en promedio de 2UNT.
- En el decantador de placas, comprobar que la capa de agua sobre las placas este tan clara que las placas se puedan contar.
- Cuando el agua esta turbia verificar la dosificación de insumos químicos, el caudal de operación, rotura de placas, rotura de pantalla difusora, etc.
- Verificar al ingreso del decantador que el agua se encuentre floculando.

Operación de Parada del Decantador



- No hacer ingresar agua al decantador, abriendo la válvula de mantenimiento del floculador.
- Si la parada excede las 24 horas, aplicar 5 mg/l de cloro residual o drenar los lodos de la unidad.

10.4 Filtros Rápidos

La filtración es el proceso de remoción física de las partículas que no sedimentaron y también la remoción de microorganismos patógenos, el agua que sale de los decantadores no debe tener una turbiedad mayor de 5 UNT.

Operación de Puesta en Marcha

- Colocar todos los filtros en posición de operación normal de lavado: la válvula de entrada abierta y la de desagüe cerrada, para que los filtros se llenen gradualmente.
- Cuando el nivel del agua pasa por el vertedero de salida de la batería, colocar en posición de lavado el filtro N° 01: compuerta de entrada cerrada y de desagüe abierta.
- Esta operación debe ser muy breve, solo se prolongará para que salga el aire retenido en el medio filtrante, se cierra el desagüe y se abre nuevamente el ingreso. Colocar rápidamente el filtro N° 2 en posición de lavado, proceder de igual manera y así sucesivamente, hasta que todos los filtros se hayan llenado en forma ascendente y eliminado el aire retenido en los poros del material, durante esta operación el agua producida se elimina al desagüe.

Duración del Lavado

- Cuando el filtro es nuevo lavar en forma prolongada cada uno de los filtros para eliminar todo el material fino que haya ingresado junto con el material durante la colocación del medio filtrante.
- El lavado de cada filtro en promedio es de 15 minutos cada uno, la duración de lavado varía en función a la turbiedad que está tratando la planta.

Instalación de la Taza Declinante

Se debe desfasar la operación de los filtros de manera que ninguno estará operando con la misma velocidad que el otro, pero entre todos producen el caudal deseado. Para instalar la taza declinante en la batería de filtros, se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Lavar todos los filtros uno a uno en forma secuencial y durante el tiempo óptimo establecido (15 minutos).
- Para instalar la taza declinante, determinar el intervalo entre lavados de la relación $24 \text{ horas} / 4 \text{ filtros} = 6$, cada 6 horas lavar un filtro durante esta etapa.
- Los filtros deberán lavarse en forma secuencial: Primero el filtro N° 01, luego de 6 horas el filtro N° 02, luego de 12 horas el filtro N° 03 y luego de 18 horas el filtro N° 04.
- Anotar en el formulario de control la hora de lavado de cada filtro, tiempo de lavado y si es necesario la turbiedad final.

Operación Normal



- A partir de que se hayan lavado todos los filtros a intervalos de 6 horas y la taza declinante está instalada, se volverá a lavar el filtro N° 01 solo cuando el nivel del agua en toda la batería haya llegado al máximo.
- Después del lavado del filtro N° 01 y vuelto en poner en servicio, el nivel del agua de la batería bajara al nivel de operación y se iniciara un nuevo ciclo, que concluirá cuando el nivel de agua llegue nuevamente a su posición máxima dentro de las cajas de los filtros, en esta ocasión se lavará el filtro N° 02 y luego el N° 03 y así sucesivamente se seguirá un estricto orden numérico.

Procedimientos para el Lavado del Filtro

- Cuando el nivel del agua ha llegado al máximo indicado en la caja del filtro, determinar cuál es la unidad que va lavar.
- Cerrar la compuerta de ingreso de agua decantada.
- Abrir la compuerta de desagüe de agua de lavado.
- Controlar el tiempo de lavado determinado a partir del momento en que el agua de lavado alcanza el borde de las canaletas de recolección.
- Por lo menos una vez a la semana aprovechar el lavado para limpiar las paredes del filtro con escobillas.
- Al concluir el tiempo de lavado, cerrar la compuerta de desagüe.
- Abrir lentamente la compuerta de ingreso de agua decantada.
- El operador anotara la fecha, hora y número de filtro en el cuaderno.

Operación de Parada del Filtro

- Cerrar lentamente la compuerta de entrada de agua decantada.
- Cerrar lentamente las compuertas de los filtros

10.5 Desinfección – Clorinador de Inyección al Vacío

Este dosificador del tipo compacto en el que la presión del gas cloro, proveniente del cilindro es reducido en el equipo clorinador que regula la cantidad a dosificar por medio del rotámetro. La aplicación es efectuada por medio de un difusor colocado dentro del tubo de 8", por donde pasa la masa de agua al reservorio y termina con el contacto con el agua, con un mínimo de 30 minutos.

Operación de Puesta en Marcha

- Manipular el cilindro de cloro y colocarlo en la balanza para determinar el peso del cloro líquido, asegurarlo con el dispositivo existente.
- Anotar en el formato de control el peso neto del cilindro del cloro líquido gaseoso.
- Quitar la tapa de protección del cilindro, usando las herramientas adecuadas (una llave).
- Colocar un empaque nuevo de plomo en la válvula auxiliar.
- Colocar el equipo en el cabezal del cilindro, coincidiendo la tuerca de la válvula del cilindro y afirmar la unión por medio de una llave ajustable.
- Abrir lentamente la válvula del cilindro accionándolo según el giro de las manecillas del reloj.
- Verificar si existen fugas de cloro, utilizando una solución de amoníaco, se deben chequear todas las unidades.
- Abrir la válvula del rotámetro para hacer pasar la cantidad adecuado de dosificación.



Operación Normal

- Ajustar la dosificación a la requerida rotando la perilla del dosificador, hacia la derecha aumenta la dosificación.
- Determinar el cloro residual libre y total a la salida del reservorio y anotarlo en el formato de control, se recomienda que el cloro residual libre salga entre 1.10 y 1.30ppm.
- Verificar la existencia de fugas, por lo menos una vez al día, en todas las uniones y conexiones de la instalación, no se debe tolerar ninguna fuga de cloro.

Operación de Parada del Equipo

- Cerrar el suministro de cloro accionando la válvula de control del cilindro de cloro en el sentido indicado para evitar el paso de cloro.
- Cuando el rotámetro del clorador marque cero, rotar la perilla hasta la posición de cero.



11 Operación en Emergencia

En los desastres los sistemas de abastecimiento de agua sufren problemas como: ruptura de tuberías, interrupción del servicio, variaciones en la calidad de las fuentes, etc., también están sujetos a actos de vandalismo, terrorismo, huelgas que pueden afectar el suministro de agua. Constituye una prioridad el abastecimiento de agua segura a los usuarios de la ciudad de Chachapoyas, adoptando medidas pertinentes para garantizar el servicio. Los Desastres y sus Efectos en el Tratamiento del Agua Un desastre puede ser un evento natural o realizado por el hombre que se presenta en un tiempo y espacio limitados y que afecta los patrones cotidianos de vida.

Los efectos que causan los desastres sobre las plantas de tratamiento y la calidad del agua pueden ser:

- Modificaciones de las fuentes
- Contaminación
- Aumento de turbiedad
- Variación del pH
- Modificaciones de caudales
- Daño estructural
- Destrucción Total o parcial de obras civiles
- Destrucción total o parcial de tuberías e instalaciones
- Transportes y comunicaciones
- Interrupción de las vías de acceso a las plantas y otros componentes del sistema.
- Interrupción de las comunicaciones telefónicas
- Energía
- Interrupción total o parcial.

11.1 Medidas Preventivas al Desastre

El objetivo de las medidas de prevención es reducir o eliminar posibles daños en la planta una vez ocurrido el desastre. Para lograr este objetivo, se tomara las siguientes medidas:

- Identificar las amenazas en la zona
- Desarrollar un plan de operaciones para emergencia



- Desarrollar un programa que abarque educación e información al personal y público.
- Adoptar medidas preventivas

11.2 Identificación de Amenazas en la Zona

Esta información disponible en instituciones como institutos meteorológicos, geofísicos, vulcanológicos, defensa civil y ver si se encuentran expuestas los componentes del sistema de abastecimiento de agua. También será fundamental conocer los periodos de ocurrencia en los cuales se presentan eventos que pongan en riesgo la infraestructura. Una vez conocidas y caracterizadas las amenazas, el personal de la planta de tratamiento sabrá qué fenómeno tenemos al frente.

11.3 Plan de Operación de emergencia de plantas de Tratamiento y Sistemas de abastecimiento de Agua

A partir de las amenazas identificadas, el personal que opera la planta definiremos las acciones que se deben seguir en caso de que se produzca una emergencia que afecte la planta u otros componentes del sistema. Debemos definir de manera clara quien hace que y cuando después de un desastre, tan pronto como un desastre sea pronosticado u ocurra, el plan debe incluir:

- Realizar un estudio de vulnerabilidad para definir los daños esperados a consecuencia del desastre.
- Estimar la capacidad disponible de los recursos que quedan después del desastre.
- Estimar las necesidades de la población en temas como cantidad y calidad de agua.
- Decidir cómo adaptar la capacidad de la planta a las necesidades existentes.
- Especificar prioridades para diferentes líneas de acción.
- Asignar tareas específicas al personal disponible.
- Responsable de la PTAP, realizará la evaluación del desastre de la PTAP e informará al jefe inmediato.
- Los operadores de PTAP, inmediatamente iniciaran la limpieza de la planta.
- La prioridad de la emergencia es el abastecimiento de por lo menos cantidades mínimas de agua segura.

11.4 Educación e Información del Personal y Público

La educación adecuada del personal ha de ser una de las prioridades fundamentales. Se desarrollará programas adecuados de entrenamiento para operaciones de emergencia, se realizarán ejercicios de entrenamiento (simulacros) para adiestrar al personal. Educación al público en situaciones de emergencia para prepararse ante los desastres, esta educación al público se coordinará que se realice utilizando las boletas que la empresa utiliza para el cobro del servicio.

11.5 Medidas Preventivas y Mitigación

Los efectos que ocasionan los desastres conducen a determinar los posibles problemas en el tratamiento del agua.

- Contaminación del sistema o de las fuentes
- Daño estructural en la planta, instalaciones y accesorios
- Deficiencia o paralización del transporte
- Paralización del suministro de energía
- Contaminación de los Abastecimientos de Agua

La contaminación puede producirse en los diferentes puntos: fuentes, líneas de conducción, planta de tratamiento, almacenamiento y red de distribución. En caso de emergencia, la contaminación microbiológica será la primera preocupación de los trabajadores de la planta de tratamiento de agua. Se realizará las siguientes medidas preventivas:

- Identificación de los posibles contaminantes y de los métodos de eliminación.
- Monitoreo, detección e identificación de las fuentes altamente contaminadas.
- Tratamiento oportuno y adecuado del agua.
- Identificación de fuentes alternas de abastecimiento de agua y su captación, reparación de las captaciones.
- Incremento de los periodos de retención en tanques de almacenamiento.
- Protección de los tanques de almacenamiento con cubiertas adecuadas.
- Provisión de desagües a todas las unidades de la planta y tanques de almacenamiento.
- Se tomará medidas preventivas contra la contaminación potencial de las cuencas y fuentes de abastecimiento de agua.



11.6 Daño Estructural en Obras de Ingeniería

Los desastres tienden a destruir o dañar las estructuras de obras de ingeniería de las plantas de tratamiento de agua, estos comprenden estructuras hidráulicas, edificios, tuberías, instalaciones, estaciones de bombeo, muros de contención, postes para líneas eléctricas, causar accidentes e interrumpir en forma parcial o total los servicios de agua en calidad y cantidad. Las medidas preventivas para las estructuras de obras civiles incluyen las siguientes. Modificaciones e implementación de obras de mitigación de las instalaciones existentes, a partir de los resultados de vulnerabilidad e impacto de daños en el caudal y las variaciones de calidad y tiempo de rehabilitación de los daños, entre estos tenemos:

- Reforzar las estructuras para que soporten los efectos del desastre.
- Disponer de facilidades para conexiones directas, evitando el paso del agua cruda por la planta, llevando lo directamente al lugar de cloración, para que el agua sea clorada.
- Hacer una interconexión entre los distintos procesos de tratamiento.
- Con maquinaria apoyar los tanques de almacenamiento para que resistan los efectos del desastre.
- Determinar procedimientos estándar de operación para contar con una buena preparación en caso de un desastre.
- Planificación para el diseño y construcción de una nueva infraestructura.

- Hacer estudios técnicos meteorológicos, topográficos, hidrológicos, geológicos y de suelos en las nuevas ubicaciones para eliminar las áreas vulnerables.
- Preparar, actualizar y usar métodos de diseño específicos para proteger estructuras, equipos y suministros contra el impacto de un desastre.
- Para plantas de tratamiento, contar con plantas convencionales de alta taza, dependiendo lo menos posible de electricidad.
- Actualizar los criterios de diseño y las especificaciones de los materiales utilizados en la construcción, a partir del comportamiento observado.

11.7 Fallas en el Transporte

El transporte es crítico en un desastre, las fallas en el transporte obedecen a los factores:

- Destrucción u obstrucción de carreteras y caminos.
- Destrucción o falta de vehículos apropiados.
- Carencia de combustible.

Los daños en los sistemas de transporte obstaculizan el acceso a la planta de tratamiento y dificulta el ingreso del personal, ingreso de insumos químicos y el tratamiento y distribución del agua, las medidas preventivas que se pueden adoptar son:

- Preparación de una lista de medios de transporte disponibles después del desastre.
- Tener en stock suficiente cantidad de insumos químicos para el tratamiento del agua.
- Abastecimiento de piezas de repuestos, siempre que sea posible se debe hacer arreglos con los distribuidores locales de combustible, productos químicos y repuestos.
- Se debe dar protección al personal de emergencia como vestimenta, vacunas, equipos de protección personal, alojamiento y instrucciones para el manejo adecuado de equipos y suministros.

11.8 Paralizaciones del Suministro de Energía

Estos son comunes durante de la mayoría de los desastres, se debe al daño en las líneas de transmisión, estructuras civiles y fallas del equipo, esta interrupción del suministro de energía aumenta los problemas en los servicios de suministros vitales y algunos de estos efectos son:

- Interrupción de las operaciones de las estaciones de bombeo y plantas de tratamiento de agua.
- Interrupción de las operaciones de dosificación.
- Descalibración de equipos.
- Interrupción de comunicaciones.

Estos efectos pueden reducirse o eliminarse adoptando las siguientes medidas:

- Uso de un UPS en equipos y sistemas donde el flujo de energía no se interrumpa.
- Uso de grupos electrógenos en la planta de tratamiento de agua y estaciones de bombeo.
- Adquisición de generadores portátiles.



- Empleo de abastecimiento de agua por gravedad.
- Lavar los filtros de tal manera que se produzca el lavado de un filtro con el flujo de otras unidades.
- Provisión de redes de energía eléctrica alternativas o auxiliares a las instalaciones de bombeo, plantas de tratamiento.

11.9 Tratamiento y Abastecimiento de Agua después de Desastres

Las medidas de emergencia deberán ponerse en práctica tan pronto como se advierta la ocurrencia inminente de un fenómeno natural, que puedan afectar la calidad y suministro.; se pueden identificar al menos tres momentos en la preparación y atención del desastre:

- Periodo de alerta (pocas horas o días antes que ocurra el desastre).
- Periodo de respuesta del desastre (variables según el tipo de amenaza natural).
- Periodo de rehabilitación, reconstrucción posterior al desastre (variable de semanas a un mes) .
- Periodo de Alerta
- Declarar la alerta en la empresa. Esto podrá hacerse cuando las autoridades locales lo hagan o bien como una declaratoria interna de la empresa.
- Tener inventarios del personal disponible y recomendable, de los equipos y suministros necesarios para solucionar los problemas y necesidades que se prevén en el área amenazada.
- Proteger los elementos claves del abastecimiento de agua y en especial la planta de tratamiento de agua.
- Examinar y difundir entre la población afectada los criterios para el uso de agua segura.

11.10 Periodo de Respuesta

Hacer una evaluación inmediata de los daños y preparar una lista estableciendo la prioridad de las medidas para atender las necesidades y problemas más urgentes y restablecer el servicio a la brevedad posible y asegurar el abastecimiento de agua a la población.

11.11 Periodo de Rehabilitación y Reconstrucción

Tan pronto el impacto del desastre disminuya hasta debe iniciarse la labor de operación de la planta de tratamiento de agua y abastecimiento de agua de emergencia, los objetivos básicos serán los siguientes:

- Abastecer de agua potable, segura, en cantidad de por lo menos 30 litros por habitante por día a la población en general y usuarios especiales: hospitales, clínicas y al personal de socorro y rescate.
- Proteger las fuentes y componentes del sistema y en especial la planta de tratamiento de agua.
- Realizar un reconocimiento para evaluar los daños sufridos en los diferentes componentes del sistema y de la planta.
- Hacer un inventario de los recursos disponibles de personal, logístico, de equipos y suministros.



- Obtener información sobre el movimiento de población dentro o cerca del área afectada, como las áreas evacuadas total o parcialmente, instalaciones del personal de socorro, dándonos información a que área se debe dar consideración prioritaria por su densidad poblacional y por el alto riesgo de enfermedades.

11.12 Medidas Generales de Emergencia para el Abastecimiento de Agua

- Producción y tratamiento de agua en cantidad adecuada.
- El agua debe distribuirse en cantidades que satisfagan las necesidades fisiológicas básicas de las personas que se encuentran en el área afectada.
- Es preferible que el agua sea obtenida de la red de distribución en funcionamiento, se debe ver la posibilidad de buscar agua de fuentes alternas (plantas de fuerza, manantiales, pozos) que no hayan sufrido daños. La calidad de agua de las fuentes debe ser cuidadosamente evaluadas para eliminar riesgos de infección y envenenamiento.
- No se deberá permitir que los abastecimientos disponibles de agua se vuelvan una fuente infecciosa, si se sospecha la contaminación del agua por desechos humanos o químicos, su uso deberá descartarse.
- Las fuentes de agua que se encuentran a inmediaciones de salida de desagües, plantas químicas, desechos sólidos y otros lugares peligrosos, se tienen por sospechosas.
- El agua distribuida entre la población afectada por el desastre debe mantenerse segura hasta ser consumida, debe mantenerse su pureza desinfectándolos en los puntos de distribución.
- Se considerará la cantidad de agua desperdiciada debido a daños y rupturas de redes de distribución, tanques de almacenamiento, instalaciones defectuosas y combatir los incendios luego de sismos.
- Para garantizar la pureza del agua potable, se necesita hacer lo siguiente:
- Aumentar la concentración de cloro residual en la red de distribución de agua. Esto reducirá los riesgos de contaminación en la red por infiltración de agua contaminada.
- Se realizará la desinfección de tuberías con una solución de 100 mg/l de cloro por una hora de contacto.
- Se aumentará la presión de agua para mantener la contaminación fuera del sistema de distribución y para compensar la pérdida de presión debido a las brechas en la tubería principal.
- Asegurarse que los tanques utilizados para el transporte y almacenamiento de agua potable estén libres de contaminantes y protegidos contra ellos. Los tanques que están disponibles localmente deben estar lavados y desinfectados antes de ponerlos en uso.
- Tener plantas móviles de purificación de agua para ser utilizados en emergencias.
- Desinfectar grandes volúmenes de agua con hipoclorito de calcio que será acarreada a campamentos o a otros usuarios en el área afectada.
- Si la población afectada no está consumiendo a agua clorada, se tendrá que comunicarles que deben hervir el agua o desinfecten con tabletas o polvos de hipoclorito de calcio o sodio.



- Se deberá tener cuidado de no clorar excesivamente el agua potable, manteniendo un cloro libre residual 0.50 – 1.00 mg/l.
- Para eliminar concentraciones excesivas de cloro en el agua desinfectada se recomienda utilizar 0.88 gramos de tiosulfato de sodio cada 1.000 mg de cloro.
- El control de calidad del agua se iniciara inmediatamente, sometiéndolo a pruebas normales de:
 - Calidad bacteriológica.
 - Concentración de nitratos y amoniaco.
 - Escherichia coli
- Las altas concentraciones de nitratos se consideran extremadamente peligrosos y en especial el amoniaco.
- La reparación y el restablecimiento del suministro de agua en su totalidad debe iniciarse de inmediato, e iniciarse con el aislamiento de elementos afectados, la reparación de tuberías, reservorios y las unidades de tratamiento de agua, dando énfasis a la ejecución de obras de rehabilitación para evitar que componentes del sistema se dañen.

12 Mantenimiento

El cronograma de mantenimiento de la planta tiene por objetivo primordial el lograr que las unidades componentes de la planta de tratamiento de agua potable trabajen económicamente en forma normal durante todo su periodo de vida útil y para eliminar toda clase de impurezas retenidas en el proceso de tratamiento.

Materiales

Se cuenta con los siguientes materiales: Lampa; Pico, Espátula, Escobillones de Fibra de Nylon, Electrobomba, Manguera de PVC, Hipoclorito de Calcio al 65 – 70%, Valdez de 5, 25 y 30 litros.

Norma de Mantenimiento

Se recomienda realizar el mantenimiento de la planta cuando el agua ingresa transparente (turbiedad menor de 5 UNT). Personal requerido para el mantenimiento mínimo 03 obreros para 1 día. Observar las fallas que ocurren en la estructura de la planta, para mejorarlo y anticipar problemas futuros.

Procedimiento

Una vez realizada la programación, adquirido los materiales, personal capacitado, se procede a la ejecución del mantenimiento.

- Disminuir el ingreso de agua, manipulando la válvula de control de ingreso; proceder a limpiar el canal de ingreso utilizando escobillones.
- Aumentar el agua a su estado normal, cerrar la compuerta de ingreso a los Floculadores y abrir la compuerta del baipás, para que el agua ingrese directamente a los filtros.
- Proceder a limpiar el piso y paredes de las pantallas del sistema de floculación utilizando escobillones y lavarlo con agua utilizando la manguera a presión.
- Abrir la válvula de desagüe del Floculador y eliminar todos los sólidos e impurezas agitando el agua con los escobillones.
- Abrir la válvula de desagüe de los decantadores, dejar vaciar el agua y proceder a limpiar las paredes, piso, láminas paralelas utilizando escobillones y lavarlos con agua utilizando la manguera a presión.
- Eliminar por el desagüe de los decantadores todos los sólidos e impurezas.



- Preparar una solución de 500 a 600 mg/l de hipoclorito de calcio, con esta solución desinfectar frotando: piso, paredes, láminas de los decantadores y Floculadores, dejarlos por 30 minutos y luego lavarlos, desechando el agua por el desagüe.
- Cerrar la compuerta de ingreso de agua del primer filtro y abrir la compuerta de desagüe, mientras se realiza el retro lavado, proceder a limpiar las paredes del filtro utilizando escobillones, lavarlos con agua utilizando la manguera a presión.
- Con la solución preparada de hipoclorito de calcio, frotar las paredes, dejarlos por 30 minutos y luego lavarlos, desechando el agua por el desagüe.
De la misma manera que se realizó con el primer filtro, proceder con los demás.
- Poner en funcionamiento normal la planta de tratamiento.

12.1 Supervisión

El control del programa de mantenimiento se lleva a cabo por el responsable de la planta, se evalúa In Situ, siendo esto permanente, para permitir corregir cualquier deficiencia que se presente en la aplicación del mantenimiento.



13 CONTROL DE PROCESOS Y CALIDAD

13.1 Control de Procesos

El control de procesos es el conjunto de procedimientos empleados para determinar las características físicas y químicas del agua en la planta de tratamiento. En el Anexo A, se incluye una lista de equipos y materiales que se cuenta en laboratorio para el control del proceso en la planta de tratamiento. Los controles de los procesos será efectuado por el responsable de la planta, en el siguiente cuadro se presenta las pruebas usuales que se realizan.

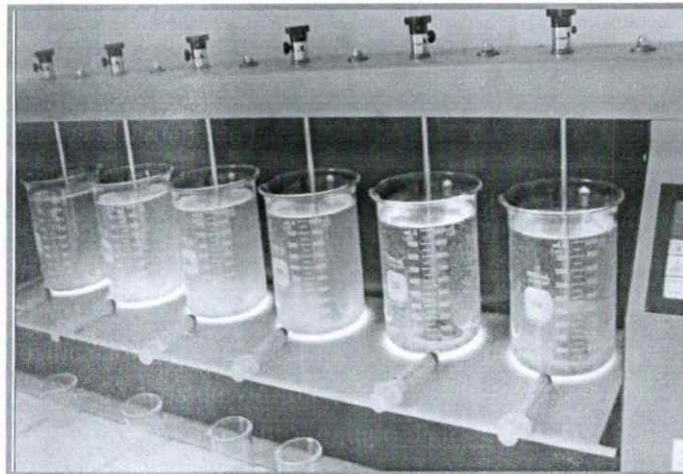
Ensayo	Entrada a la Planta	Salida del Decantador	Salida de los Filtros
Temperatura	X		
Turbiedad	X	X	X
Color	X	X	X
Sabor y Olor	X		
Alcalinidad	X	X	X
pH	X	X	X

Prueba de Jarras	X		
------------------	---	--	--

13.2 Descripción de Pruebas Típicas de Control de Procesos

Prueba de Jarra

En la planta de tratamiento se tiene el equipo de prueba de Jarras para controlar la dosificación de la cal hidratada, sulfato de aluminio y Polímero Catiónico. Este aparato incluye 6 vasos de vidrio de un 1 litro y 6 paletas agitadoras con velocidad de 0 – 300 revoluciones por minuto (equipo digital). Con esta prueba, se determina con suficiente precisión las dosis de insumos químicos necesarios para tratar el agua, cada vez que ocurra un cambio de la turbiedad y color del agua.



Turbiedad

Este parámetro es de tipo estético, es de gran utilidad en el control de los procesos. Se deberá controlar en forma estricta y evaluarlo en las diferentes fases del tratamiento (agua cruda, sedimentada y filtrada). El monitoreo de este parámetro se debe efectuar en periodos cortos si se producen cambios bruscos que lo ameriten. Después de la filtración el límite recomendable de turbiedad es 1UNT y el máximo aceptable de 5UNT.

Color

El color en el agua puede deberse a la presencia de sustancias orgánicas, usualmente ácidos húmicos, ácido fúlvicos y sustancias inorgánicas como el hierro y el manganeso, aguas de desechos provenientes de las industrias. Después de la filtración el límite recomendable del color es 5UC y el máximo aceptable 15UC

Alcalinidad

La alcalinidad del agua es una medida de su capacidad para neutralizar ácidos y se debe principalmente a la presencia de sales débiles, a ella contribuye también las bases débiles y fuertes. La alcalinidad es un parámetro básico en el tratamiento del agua, en primer lugar se necesita cierta concentración de alcalinidad para promover el proceso de coagulación con la sal de aluminio, es recomendable tener una alcalinidad en un rango de 60 – 120mg/l CaCO₃. Al no haber suficiente alcalinidad se agrega en forma de cal, una cantidad adecuada de acuerdo a los estudios de calidad del agua cruda.- En segundo lugar, el agua debe contener una mínima concentración de alcalinidad para que no se presenten problemas de corrosión.

Temperatura



En general no es un factor importante en la potabilidad del agua, sin embargo, puede influenciar en los procesos de tratamiento como la coagulación y la sedimentación.- Además el agua de temperatura muy baja o alta puede ser rechazada por el consumidor.

Ph

El pH es un parámetro básico que debe medirse en todo el agua, el agua tratada debe estar en un rango de 6.5 a 8.5.

Control de Calidad

Para tener éxito en el control de calidad de las aguas, se debe conocer las propiedades del agua cruda susceptibles al cambio, por lo tanto, se analiza el agua para identificar sus propiedades y, en caso necesario, modificar sus características. En los diferentes procesos que se utilizan en la planta de tratamiento y la eficiencia que se obtiene dependen principalmente de los contribuyentes presentes en las aguas crudas y las concentraciones aceptables para el consumo humano.- Por tal razón se dispone del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano vigente.

13.3 Puntos de Recolección de Muestras

Los puntos de muestreo son los mismos de control de procesos, incluido a la salida del reservorio R2 (1000m³.), en este tipo de control varían los parámetros analizados y la frecuencia de muestreo.- Los controles que se realizan son los siguientes.

Control de Calidad Físico Químico

Se realiza los parámetros de rutina.- Los parámetros y frecuencias mínimas de muestreo para el control de calidad que la SUNASS nos obliga. En el Anexo B, se incluye los cuadros de control de calidad Físico químico, cloro residual y control de insumos químicos utilizados.

Control de Calidad Bacteriológico

Se realiza los análisis de Coliformes Totales y Termotolerantes o fecales mediante la técnica de Filtración con Membrana, las mismas que se realizan cada 15 días o cuanto lo amerite realizarlo. *En el Anexo B*, se incluye los cuadros de control de calidad Bacteriológica.

14 SEGURIDAD EN EL LABORATORIO Y MANEJO DE SUSTANCIAS

Para el desarrollo de las funciones de control de calidad del agua, así como de las operaciones rutinarias en laboratorio, se deben tener cuidado en el desarrollo a fin de prevenir accidentes laborales.

Advertencias y Recomendaciones

- Para realizar las operaciones en laboratorio, tener en cuenta lo siguiente:
- Prohibido ingerir alimentos en el Laboratorio.
- Cuando se usa fósforo o mecheros Bucen en laboratorio, verificar si hay cerca algún frasco que contenga líquido inflamable. Si es así, retire el frasco.
- Cuando se incorpora o mezcla sustancias que reaccionan rápidamente, hágalo con cuidado, averiguar si necesitan refrigeración y en qué orden se debe agregar o mezclar las sustancias.
- Cuando se calienta un material de vidrio, mantenga el rostro alejado o cubierto con máscara para evitar un accidente grave en caso que se rompa, principalmente en los ojos.
- Cuando se usa sustancias tóxicas, se debe hacer bajo la campana extractora y, si se trata de sustancias volátiles, usar una máscara apropiada.



- Cuando se usa sustancias corrosivas, usar máscara y guantes de goma, tocar estas sustancias solo con varillas de vidrio y pinzas.
- Nunca dejar un mechero de gas abierto sin encenderlo, porque cuando el gas se mezcla con el oxígeno del aire, además de tóxico, es explosivo en contacto directo con la llama o con la chispa eléctrica.
- Nunca trabajar con sustancias cuyas propiedades se desconoce.
- Antes de iniciar la preparación de un producto, es necesario saber las propiedades de las sustancias que se va utilizar para la reacción, así como las del producto que se desea obtener.
- Nunca oler el contenido de un frasco porque puede tratarse de una sustancia tóxica.
- Nunca probar un producto para comprobar su sabor porque puede tratarse de veneno.
- Cuando se realiza un trabajo, controlar con mucho cuidado la temperatura y presión.
- Anotar cada procedimiento inmediatamente después de su realización para no olvidar el procedimiento.
- Las sustancias inflamables no se deben calentar directamente en el fuego.
- Con aparatos que funcionan al vacío, no usar recipientes de paredes finas ni superficies de paredes planas.
- Limpieza de material de Vidrio
- Para que los análisis no sufran interferencias por impurezas, suciedad o por reactivos de distinto tipo, es importante que el material de laboratorio este perfectamente limpio. Para realizar una limpieza adecuada se puede usar una solución sulfocrómica, que es altamente oxidante y quema o solubiliza las impurezas.



Es importante tomar las siguientes Precauciones

Las soluciones ácidas dañan la piel.- Evite el contacto con ellas.- En caso de salpicadura, lave inmediatamente la parte afectada con abundante agua.

- Las soluciones dañan la tela, tener cuidado de no rociarlas a la ropa.
- Utilizar mandil obligatoriamente, para proteger la ropa y la piel.
- Para que el material este limpio, lavarlo previamente.
- Cuando se utiliza jabones, detergentes para lavado, enjuagar bien el material para remover al máximo las grasas y los residuos.
- Después de aplicar una solución sulfocrómica, enjuagar el material de vidrio con abundante agua luego con agua destilada.

Medidas de Seguridad en el Manejo y Transporte del Cloro Gas

- En el manejo y transporte de los cilindros de cloro, es conveniente observar las siguientes medidas de seguridad:
- No mover los cilindros sin la caperuza protectora colocada y debidamente atornillada en su sitio (cilindros de 50 y 68 kilos).
- Evitar siempre que el sol no caliente los cilindros.- Nunca acercar una llama a los envases pues el cloro puede alimentar la combustión del acero.
- Encadenar o amarrar los cilindros con cloro, vacíos y el que se encuentra en servicio para evitar que puedan caerse y propiciar accidentes.
- Manejar los envases con cuidado
- No dejar caer, ni golpear con otros envases u objetos.
- Nunca suspender un cilindro de 68 y 50 kg por su cabeza (bonete).
- Los cilindros de 50 – 68 kg deben ser transportados OBLIGATORIAMENTE en posición vertical amarrados con cadenas o cuerdas que brinden estabilidad dentro del transporte.



- Para transportar cilindros de 50 – 68 kg el camión debe tener carrocería adecuada (barandas o argollas) que permitan un embalaje seguro.
- Los cilindros de 50 – 68 kg deben siempre almacenarse y utilizarse en posición vertical.
- Todos los tipos de cilindros están equipados con un fusible que se funde a 70 – 75°C en caso de que el envase de cloro se haya recalentado por cualquier motivo.

Equipos de Protección

Es necesario equipos de protección, para que se pueda detectar en cualquier momento los escapes de cloro y repararlos sin peligro para los operadores de planta.



Máscaras

- A fin de que las fugas puedan ser reparadas sin peligro para los operadores, se debe tener dentro del equipo de cloración máscaras protectoras y vestimenta adecuada.
- La máscara tipo “Canister”, que debe remplazarse periódicamente, no sirve para altas concentraciones de cloro en el ambiente.
- La máscara con tanque de aire que permite trabajar hasta 35 minutos es recomendable, también la máscara de oxígeno que tiene una duración de 45 minutos.

Guantes de Neopreno

Botellas de Amoniaco

El amoniaco es la forma más común de detectar las fugas de cloro, al destaparlo y acercarlo a los posibles escapes, se producen humos blancos que evidencian presencia de escapes de cloro. Debe tenerse presente que las fugas de cloro cuando empiezan pueden ser muy pequeñas pero a medida que continúan la formación de ácido clorhídrico en el punto de fuga va corroyendo el metal y ensanchando la abertura cada vez más.- De ahí que sea tan necesario detectarlas en sus comienzos, antes que pueda producirse daños más graves.





ANEXO “A”

EQUIPOS QUE SE UTILIZAN PARA EL ANALISIS DEL AGUA

1. Baño María

- Marca : Lab Line Instr. (USA)
- Modelo : 18007-1CE
- Capacidad : 14,6 Lts.
- Rango de Temperatura : Temperatura ambiente hasta 65°C.
- Pantalla : Digital
- Año que se adquirió : 2001

2. Incubadora N° 1

- Marca : Lab. Line /Barnstd – Thermolyne (USA)
- Modelo : 121
- Capacidad : 28 Lts.
- Funciona : A 230V, 50/60 Hz
- Rango de temperatura : 0 – 80°C
- Año que se adquirió : 2001

3. Incubadora N° 2

- Marca : Lab. Line /Barnstd – Thermolyne (USA)
- Modelo : 121
- Capacidad : 28 Lts.
- Funciona : A 230V, 50/60 Hz
- Rango de temperatura : 0 – 80°C
- Año que se adquirió : 2010

4. Estufa Esterilizadora

- Marca : Lab Line / Barnstead – Thermolyne (USA)
- Modelo : 3510-1
- Capacidad : 19,8 Lts.
- Funciona : 230 / 240V, 50/60 Hz.
- Rango de Temperatura : 0 – 150°C
- Año que se adquirió : 2001

5. Balanza Digital

- Marca : METTLER TOLEDO
- Modelo : PB 303-S
- Peso Max. : 310g. E=10mg
- Peso Min. : 0,02g. D= 1mg.
- Año que se adquirió : 2002

6. Balanza Mecánica

- Marca : OHAUS
- Modelo : TRIPLE BEAM
- Peso Max. : 2610g.
- Serie : 700 – 800
- Año que se adquirió : 1995

7. Equipo de Filtración al Vacío

- 06 Embudos : Marca Gelman de capacidad 300ml.
- 01 Matraz Kitasato : Marca Gelman de capacidad 1Lt.
- 01 pinza : Marca Gelman de acero inoxidable
- 01 Venteo Vacushild : Marca Gelman
- 01 Bomba al vacío : Marca Gast, Modelo DOA-p181-BN, Presión 4,1bar, Motor
- 1/8 Hp, vacío 61cm. Hg.
- Año que se adquirió : 2001

8. Desecador

- Marca : Nalgene
- Modelo : 150MM
- Rango de temperatura : 0 – 135°C
- Año que se adquirió : 2001



9. Destilador

- Marca : BARNSTEAD THERMOLYNE CORPORATION
- Serie : 495
- Capacidad : 4l/h
- Año que se adquirió : 2003



10. Medidor Digital de Conductividad

- Marca : Hach Co. (USA)
- Modelo : Sensión 5
- Funciona : con 4 baterías AA
- Rango : 0-19,99uS; 20-199,9us/cm.; 200-1999 uS/cm.
- TDS : 0-50,000 mg/l
- Salinity : 0-42 ppt %
- Temperatura : -10 to 105°C
- Año que se adquirió : 2008

11. Medidor Digital de pH

- Marca : OAKLON
- Modelo : RS 232
- Rango : 0 – 14
- Año que se adquirido : 2009

12. Medidor Digital de Turbiedad

- Marca : Hach
- Modelo : 2100P
- Rango : 0 – 100
- Unidad : NTU
- Año que se adquirió : 2009

13. Medidor Digital de Cloro Residual

- Marca : Hach
- Rango : 0 – 3.5

- Unidad : ppm, mg/l
- Año que se adquirió : 2009

14. Medidor Digital de Aluminio Residual

- Marca : Hach Company
- Rango : 0 – 0.80
- Unidad : mg/l
- Año que se adquirió : 2009

15. Kit para Cloruros

- Marca : Hach
- Modelo : CD-B
- Rango : 0 – 100
- Unidad : mg/l
- Año que se adquirió : 2001



16. Kit para Sulfatos

- Marca : Hach
- Modelo : SF-1
- Rango : 50 – 200
- Unidad : mg/l
- Año que se adquirió : 2001



17. Kit para Color

- Marca : Hach
- Modelo : CO-1
- Rango : 0 – 100
- Unidad : UC.
- Año que se adquirió : 2001

18. Kit para Nitratos

- Marca : Hach
- Rango : 0 – 50
- Unidad : mg/l
- Año que se adquirió : 2001

19. Equipo de Jarras

- Marca : Phipps y Bird
- Modelo : PB-900
- Jarras : 06 unidades
- Memoria secuencial : De 1 a 4
- Velocidad de agitación : 5 – 300 rpm.
- Periodo de agitación : 1 segundo a 99 minutos
- Numero de jarras : 6 unidades
- Capacidad de cada jarra : 1000ml.
- Año que se adquirió : 1998

20. Equipo Digital para Hierro Total

- Marca : Hach Company
- Modelo : Pocket Colorimeter II
- Rango : 0.02 - 5
- Unidad : mg/l
- Año que se adquirió : 2010

21. Equipo Digital para Manganeseo

- Marca : Hach
- Modelo : HR
- Rango : 0.20 – 20
- Unidad : mg/l
- Año que se adquirió : 2010



22. Equipo Digital para Oxígeno Disuelto

- Marca : Hach
- Modelo : Sension6
- Rango : 0 - 20
- Unidad : mg/l
- Año que se Adquirió : 2010



23. Equipo Digital DR/890

- Marca : Hach
- Año que se adquirió : 2010
- Analiza: Ozono, Fosfatos, Nitrógeno, Nitratos, Níquel, Hierro, Manganeseo, Fosfatos, Carbono, pH, Aluminio, Bromo, Color, Detergentes, etc.



MATERIALES

- Vasos de vidrio marca Pyrex de 250 ml.
- Vasos de vidrio marca pyrex de 50 ml.
- Probeta de vidrio marca Tekk de 1000 ml.
- Probeta de vidrio marca Fortuna de 100 ml.
- Probeta de vidrio marca Kimax de 50 ml.
- Probeta de vidrio marca Pyrex de 10 ml.
- Fiola de vidrio marca Kimax de 100 ml
- Fiola de vidrio marca Kimax de 250 ml.
- Matraz Erlenmeyer de vidrio marca pyrex de 250 ml.
- Bureta de vidrio de Kimax de 50 ml
- Pipeta volumétrica de vidrio marca Kimax de 25 ml.
- Pipeta de vidrio marca Smax de 20 ml
- Pipeta de vidrio marca HBO de 10 ml
- Frascos de vidrio para recoger muestras
- Balón de cuello corto de vidrio marca Simax de 1000 ml.
- Peseta de plástico de 500 ml.
- Espátula de hierro inoxidable.
- Agitador de vidrio.





ANEXO “B”



FORMATOS DE REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD

FORMATO N° 1

CONTROL DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE

EPS: EMUSAP S.A LOCALIDAD: CHACHAPOYAS MES: ENERO
2022

FUENTE: ASHPACHACA - BARRETACUCHO

PARAMETROS ANALIZADOS	AGUA CRUDA	AGUA SEDIMENTADA	AGUA FILTRADA	AGUA SALIDA DE PTAP
HORA				
TEMPERATURA °C				
TURBIEDAD NTU.				
PH				
CONDUCTIVIDAD uS/cm.				
SALES TOTALES %				
SOLIDOS TOTALES D.mg/l				
ALCALINIDAD mg/l.CaCO ₃				
NITRATOS mg/l.NO ₃				
COLOR uC.				
OLOR	Aceptable			Aceptable
SABOR	Aceptable			Aceptable
DUREZA TOTAL mg/l.CaCO ₃				
ALUMINIO mg/l.Al.				
CLORUROS mg/l.				
SULFATOS mg/l.SO ₄				
HIERRO mg/l. Fe.				
MANGANESO mg/l. Mn.				
COBRE mg/l Cu.				
ARSENICO mg/l. As.				
SODIO mg/l Na.				
BORO mg/l. B.				
TRIALOMETANOS TOTALES mg/l				
ZINC mg/l. Zn.				
OXIGENO DISUELTO mg/l. O ₂				



Nombre y Firma del Responsable
Supervisor de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual

Ch/01/01/2022
Lugar y Fecha

FORMATO N° 4

CONTROL BACTERIOLOGICO DE AGUA EN PLANTA DE TRATAMIENTO, SALIDA DE R2 Y CAPTACIONES [COLIFORMES TERMOTOLERANTES]

FUENTE: ASHPACHACA - BARRETACUCHO

**EPS: EMUSAP S.A. LOCALIDAD: CHACHAPOYAS MES: ENERO
2022**



ZONA DE MUESTREO	TOMA DE MUESTRA		SIEMBRA DE MUESTRA		NUMERO DE COLONIAS POR 100 ML
	FECHA	HORA	FECHA	HORA	
Salida de Reservorio R-2					
Salida de PTAP					
Agua Cruda					

TECNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACION: FILTRACION POR MEMBRANA

TIEMPO DE INCUBACION: DE 24 HORAS

TEMPERATURA DE INCUBACION: 44+/-0.5 GRADOS CENTIGRADOS

COLOR DE LAS COLONIAS: Un color azul típico de intensidad variable.

OBSERVACIONES:

RECOMENDACIONES:

El Agua tiene que tener tiempo de contacto con el cloro, como mínimo 30 minutos.

La planta no cuenta con cámara de contacto, después de clorar el agua pasa directamente al reservorio R2, donde termina el proceso de tratamiento y de este reservorio se distribuye el agua a toda la población.

Nombre y Firma del Responsable
Supervisor de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual

Ch/01/01/2022
Lugar y Fecha



FORMATO N° 5

CONTROL FISICO - QUIMICO DEL AGUA POTABLE EN REDES DE DISTRIBUCION

EPS : EMUSAP S.A. LOCALIDAD : CHACHAPOYAS MES: ENERO

2022

PARAMETROS ANALIZADOS		ZONAS DE MUESTREO			
SECTOR					
FECHA					
HORA					
TEMPERATURA °C					
TURBIEDAD NTU.					
COLOR u.c.					
PH					
CONDUCTIVIDAD uS/cm.					
SALES TOTALES %					
SOLIDOS TOTALES D. mg/l.					
ALCALINIDAD mg/l CaCO ₃					
NITRATOS mg/l. NO ₃					
DUREZA TOTAL mg/l CaCO ₃					
ALUMINIO mg/l. Al.					
CLORUROS mg/l.					
SULFATOS mg/l. SO ₄ .					
HIERRO mg/l. Fe.					
MANGANESO mg/l. Mn.					
COBRE mg/l Cu.					
ARSENICO mg/l.					
SODIO mg/l Na.					
BORO mg/l B.					
TRIHALOMETANOS TOTALES mg/l					
ZINC mg/l Zn.					
OXIGENO DISUELTO mg/l O ₂ .					

Ch/01/01/2022
Lugar y Fecha

Nombre y Firma del Responsable
Supervisor de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual

FORMATO N° 11

CONTROL BACTERIOLOGICO DE AGUA EN PLANTA DE TRATAMIENTO, SALIDA DE R2 Y CAPTACIONES [COLIFORMES TOTALES]

FUENTE: ASHPACHACA - BARRETACUCHO

**EPS: EMUSAP S.A. LOCALIDAD: CHACHAPOYAS MES: ENERO
2022**

ZONA DE MUESTREO	TOMA DE MUESTRA		SIEMBRA DE MUESTRA		NUMERO DE COLONIAS POR 100 ML
	FECHA	HORA	FECHA	HORA	
Salida de Reservoirio R-2					
Salida de PTAP					
Agua Cruda					

TECNICA UTILIZADA PARA LA DETERMINACION: Filtración por membrana

TIEMPO DE INCUBACION: De 24 horas

TEMPERATURA DE INCUBACION: 35+/-0.5°C

COLOR DE LAS COLONIAS: Un color rojo oscuro con brillo metálico típico

OBSERVACIONES :

RECOMENDACIONES :

El Agua tiene que tener tiempo de contacto con el cloro, mínimo 30 minutos.

La planta no cuenta con cámara de contacto, después de clorar el agua pasa directamente al reservorio R2, donde termina el proceso de tratamiento y de este reservorio se distribuye el agua a toda la población.

Nombre y Firma del Responsable

Supervisor de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual

Ch/01/01/2022

Lugar y Fecha

