



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

#EPS en RAT Empresa prestadora de servicios de saneamiento en Régimen de Apoyo Transitorio

## RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL N° 047-2025-EPS-M/GG

Moyobamba, 17 de marzo de 2025

### VISTO:

El Informe N° 0298-2025-EPS-M/GG/GO de fecha 14 de marzo de 2025, Informe N° 057-2025-EPS-M/GG/GO/OPAPTAR de fecha 14 de marzo de 2025, y;

### CONSIDERANDO:

Que, la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Moyobamba Sociedad Anónima - EPS MOYOBAMBA S.A., es una Empresa Pública de accionariado Municipal, que tiene por objeto la prestación de los servicios de saneamiento en el ámbito de la Provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín y que se encuentra incorporada al Régimen de Apoyo Transitorio según Resolución Ministerial N°338-2015-VIVIENDA, publicado en el Diario Oficial El Peruano con fecha 18 de diciembre de 2015;

Que, el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), asume su rol de administrador en la EPS MOYOBAMBA S.A, a partir del 05 de abril del año 2017; en consecuencia, durante el periodo que dure el Régimen de Apoyo Transitorio, el Consejo Directivo del OTASS, constituye el órgano máximo de decisión de la EPS Moyobamba S.A, ejerciendo las funciones y atribuciones de Junta General de Accionistas de la EPS Moyobamba S.A.;

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, (...)";

Que, en el marco del Reglamento de Organización y Funciones (ROF) de la EPS MOYOBAMBA S.A., en el artículo 13° numeral 13.6, la Gerencia General en ejercicio de sus funciones está facultada para "Proponer o aprobar las directivas, guías, manuales, protocolos, instructivos y procedimientos de administración, recursos humanos, finanzas, presupuesto, inversión pública, relaciones institucionales y otras, en concordancia con los lineamientos que establezca el Directorio, así como la normativa de dichas materias que le son aplicables, dando cuenta al Directorio de la implementación de las mismas";

Que, de conformidad con el artículo 94° del Decreto Legislativo N° 1280, modificado por el Decreto Legislativo N° 1620 – Decreto Legislativo que aprueba la Ley del Servicio Universal de Agua Potable y Saneamiento, precisa que, el Régimen de Apoyo Transitorio tiene por objeto mejorar la eficiencia de las empresas prestadoras de





"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

#EPS en RAT Empresa prestadora de servicios de saneamiento en Régimen de Apoyo Transitorio

## RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL N° 047-2025-EPS-M/GG



servicios de agua potable y saneamiento públicas de accionariado municipal y las condiciones de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, ejecutando acciones destinadas al reflotamiento de la empresa, en términos de sostenibilidad económica – financiera y sostenibilidad de la prestación de los servicios, para el logro de los objetivos de la política pública del sector saneamiento.

Que, el numeral 44.1. del artículo 44° del Reglamento de la misma norma legal, señala que, para el ejercicio de sus funciones, las empresas prestadoras elaboran, aprueban e implementan los instrumentos y planes de gestión, que permitan una prestación eficiente y sostenible de los servicios de saneamiento, de conformidad con la normativa aplicable y en coordinación con las entidades competentes;



Que, mediante el Informe N° 0298-2025-EPS-M/GG/GO, de fecha 14 de marzo de 2025, la Gerencia de Operaciones previa validación trasladó el Informe N° 057-2025-EPS-M/GG/GO/OPAPTAR, de fecha 14 de marzo de 2025, donde el especialista en Oficina de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales, remite el "Manual de Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP San Mateo, PTAP Almendra y Sistema Juninguillo), de la EPS MOYOBAMBA S.A. 2025", con la finalidad de operar y mantener en condiciones adecuadas las plantas de tratamiento y sistema de agua potable, y recomienda ser aprobado mediante acto resolutivo;



Que, la EPS MOYOBAMBA S.A., como empresa de servicio público, tiene como principal objetivo lograr un servicio de calidad; incorporando para ello herramientas de gestión, manuales y otros, que permitan cumplir con su misión de mejorar la calidad de vida de la población atendida por la empresa mediante el acceso al abastecimiento eficaz, sostenible y seguro del agua potable y la gestión adecuada de las aguas residuales, propiciando su reúso, preservando el medio ambiente, por lo que, resulta necesario aprobar el "Manual de Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP San Mateo, PTAP Almendra y Sistema Juninguillo), de la EPS MOYOBAMBA S.A. 2025", con la finalidad de operar y mantener en condiciones adecuadas las plantas de tratamiento y sistema de agua potable;

Que, mediante Resolución Directoral N° 000029-2023-OTASS-DE, de fecha 10 de marzo de 2023, se designa al señor IVÁN GUSTAVO REÁTEGUI ACEDO, identificado con DNI N°01130970 como Gerente General de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Moyobamba Sociedad Anónima – EPS MOYOBAMBA S.A., en el marco de lo dispuesto en el Decreto Legislativo N°1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley del Servicio Universal de Agua Potable y Saneamiento; y se le DELEGAN LAS FACULTADES DE GERENTE GENERAL de la EPS Moyobamba S.A.; así como aquellas establecidas en el Estatuto Social de la Entidad, inscrito en la partida N°11001045 de la oficina registral de Moyobamba;



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

#EPS en RAT Empresa prestadora de servicios de saneamiento en Régimen de Apoyo Transitorio

## RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL N° 047-2025-EPS-M/GG

Por las consideraciones expuestas, con los vistos de la Gerencia de Asesoría Jurídica, Gerencia de Operaciones; y en uso de las facultades y atribuciones conferidas a este despacho a través del Estatuto Social de la Empresa;

### SE RESUELVE:

**ARTÍCULO PRIMERO.** – APROBAR el "MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP San Mateo, PTAP Almendra y Sistema Juningullo), DE LA EPS MOYOBAMBA S.A. 2025", con la finalidad de operar y mantener en condiciones adecuadas las plantas de tratamiento y sistema de agua potable, el mismo que se anexa y forma parte integrante de la presente resolución.

**ARTÍCULO SEGUNDO.** – DISPONER que el "Manual de Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Tratamiento de Agua Potable (PTARS), de la EPS MOYOBAMBA S.A. 2025", entrará en vigencia a partir de la presente fecha, y mantendrá su vigencia hasta que no sea modificada y/o derogada por otro documento o normativa de similar o mayor jerarquía.

**ARTÍCULO TERCERO.** – DISPONER que la Oficina de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales, gestione la ejecución y el cumplimiento del manual aprobado en el artículo primero de la presente resolución, con eficiencia y eficacia.

**ARTÍCULO CUARTO.** – DISPONER que la Gerencia de Operaciones, fiscalice el cumplimiento del Manual aprobado en el artículo primero de la presente resolución.

**ARTÍCULO QUINTO.** – DISPONER a la Oficina de Tecnología de la Información y Comunicaciones, que proceda a publicar la presente resolución en el Portal Institucional de la EPS MOYOBAMBA S.A. ([www.epsmoyobamba.com.pe](http://www.epsmoyobamba.com.pe)).

**ARTÍCULO SEXTO.** - NOTIFICAR la presente resolución y su anexo, a la Gerencia de Asesoría Jurídica, Gerencia de Operaciones, Oficina de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales, Oficina de Tecnología de la Información y Comunicaciones, y demás instancias competentes interesadas.

**REGÍSTRASE, COMUNÍQUESE, CÚMPLASE Y ARCHÍVESE**



# MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PTAP SAN MATEO DE LA EPS MOYOBAMBA S.A.

*PERIODO 2025-2026*

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	3
II.	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA .....	3
III.	DEFINICIONES .....	4
IV.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	5
4.2.	OPERACIÓN DE PUESTA EN MARCHA.....	7
4.2.1.	INSPECCIÓN PRELIMINAR .....	7
4.2.2.	OPERACIONES INICIALES.....	8
4.2.3.	LLENADO DE PLANTA .....	8
4.3.	OPERACIÓN NORMAL.....	10
4.3.1.	CÁMARA DE INGRESO DE AGUA CRUDA .....	10
4.3.2.	UNIDAD DE PRE-SEDIMENTACIÓN .....	11
4.3.3.	UNIDAD DE DOSIFICACIÓN .....	11
4.3.4.	UNIDAD DE MEZCLA RÁPIDA .....	12
4.3.5.	UNIDAD DE FLOCULACIÓN.....	12
4.3.6.	UNIDAD DE DECANTACIÓN .....	13
4.3.7.	UNIDAD DE FILTRACIÓN .....	13
4.3.8.	SALA DE DESINFECCIÓN .....	14
4.3.9.	ALMACENAMIENTO .....	15
4.4.	RESTRICCIONES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....	17
4.4.1.	CALIDAD DE AGUA .....	17
4.4.2.	VARIACIONES DE CAUDAL.....	18
4.5.	OPERACIÓN DE EMERGENCIA .....	18
V.	FORMATO DE CONTROL OPERACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SAN MATEO .....	19



## I. INTRODUCCIÓN

El agua que se utiliza en la PLANTA DE TRATAMIENTO SAN MATEO proviene de las quebradas Rumiyacu y Mishquiyacu, la cual pasa por un proceso de purificación para transformarse en agua potable. Esta agua tratada se almacena en reservorios y posteriormente se distribuye a las viviendas.

Para ser considerada potable, el agua debe cumplir con los requisitos físicos, químicos y microbiológicos establecidos por la normativa nacional, especialmente el D.S. N° 031-2010-SA, que regula la calidad del agua para consumo humano.

La operación de la planta tiene dos objetivos principales: garantizar la producción de agua segura para el consumo humano y asegurar el óptimo funcionamiento de los equipos e instalaciones.

Este documento tiene como propósito ofrecer directrices y recomendaciones para la correcta puesta en marcha y operación cotidiana del sistema de tratamiento. Se detallan las actividades que deben realizarse en cada una de las unidades que conforman la planta.

Se ha identificado que uno de los principales problemas en el mal funcionamiento de los sistemas de agua potable es la falta de formación técnica del personal encargado de su operación y mantenimiento. Por ello, es crucial que este personal reciba capacitación constante para asegurar la eficiencia del sistema. Las plantas de tratamiento deben ser ejemplo de higiene y mantenimiento, ya que son clave en el abastecimiento de agua potable.

## II. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La planta fue diseñada para una capacidad de 65 l/s, es de tipo hidráulico convencional con filtración rápida.

### COMPONENTES DE LA PLANTA:

- **Captación (Estructura represamiento)**
  - a) **Quebrada Rumiyacu:** se encuentra a 2km de la PTAP, con una fuente superficial y un caudal de 25-60 lps.
  - b) **Quebrada Mishquiyacu:** se encuentra a 1km de la PTAP, con una fuente superficial y caudal de 15-25 lps.
  - c) **Vertientes ubicadas:** a 800 m de la planta con capacidad de 10-30 LPS, consta de 4 cajas de reunión.
- **Desarenador:** con un ancho promedio de 4.44 m y largo promedio de 12.30 m.
- **Presedimentador:** se cuenta con una sola unidad y es de tipo convencional.
- **Medidor de caudal:** es electromagnético.
- **Mezcla rápido:** es tipo vertedero rectangular y su punto de aplicación es en el resalto hidráulico.
- **Floculador:** es de tipo hidráulico de pantallas de flujo horizontal, cuenta con un solo floculador, y 3 tramos. Su ancho promedio es de 5.50 m, su largo promedio de 16.04 m, la profundidad útil promedio de 1.00 m, el volumen de la unidad es de 87.78 m<sup>3</sup>.



- **Decantadores:** de tipo convencional, se cuenta con dos decantadores, su ancho promedio es de 5.42 m, el largo es 13.95m, área de cada unidad es un total de 75.60 m<sup>2</sup>.
- **Canal de alivio:** ancho promedio de 5.44m, y largo de 0.80 m.
- **Filtros:** Batería de 4 filtros de tasa declinante, tipo de lecho filtrante doble arena y antracita, área de filtración es de 22.09 m<sup>2</sup>, su tasa de filtración promedio es 254.23m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d.
- **Dosificación:**
  - **Coagulantes:** el producto químico que se agrega es sulfato de aluminio, el tipo de dosificador es volumétrico, se cuenta con 2 dosificadores.
  - **Cloración:** el tipo de dosificador es clorador con inyección al vacío, se agrega cilindros con una cantidad de 67 kg.
  - **Almacenamiento:** R1 con capacidad de 850 m<sup>3</sup>, R2 con capacidad de 450 m<sup>3</sup>.

### III. DEFINICIONES

- **Agua cruda:** Agua que ingresa a la planta y que es objeto de tratamiento.
- **Agua decantada:** Agua que sale del decantador, contiene menos concentración o cantidad de flóculos, es decir es un agua más clarificada.
- **Agua potable:** Agua que cumple los requisitos del D.S. 031-2010-SA "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"
- **Aguas Turbias:** Agua con presencia de Turbiedad.
- **Alcalinidad:** Parámetro fisicoquímico del agua que le da la capacidad de amortiguar (mantener) el pH en un rango adecuado para el tratamiento.
- **By-Pass:** Se refiere a una derivación o desvío del agua. Usualmente un canal paralelo por el cual se deriva el agua.
- **Calidad de agua:** Son las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua.
- **Caudal:** Es la cantidad de agua que pasa en un intervalo de tiempo. Se suele medir en litros por segundo (L/s).
- **Cebar:** Llenar con agua una tubería o manguera para iniciar conducción de un caudal.
- **Cloración:** Aplicación del cloro como sustancia desinfectante.
- **Cloro residual:** Concentración de cloro en una muestra de agua tratada.
- **Coagulante:** Sustancia química que "desestabiliza" las partículas pequeñísimas del agua. Con la desestabilización las partículas se pueden aglomerar con mayor facilidad.
- **Coloide:** Partículas muy finas o pequeñísimas, que están dispersas en el volumen de agua, al que le generan turbiedad y color.
- **Concentración óptima de coagulante:** Es la concentración de la solución de coagulante, que mejor remoción de turbiedad genera en la prueba de jarras.
- **Decantación:** Proceso de sedimentación de partículas floculantes formadas partir de la adición de sustancias coagulantes.
- **Desaguar:** Extraer o hacer salir el agua de una unidad de tratamiento.
- **Desinfectante:** Sustancia que permite eliminar microorganismo (bacterias, virus, etc.).
- **Dosificación:** Agregar una sustancia química en una dosis correspondiente (coagulante, cal, etc.)





- **Dosis óptima de coagulante:** Dosis de coagulante que mejor remoción de turbiedad genera en la prueba de jarras.
- **Efluente:** Es el agua que sale de una unidad de tratamiento
- **Flocs/Floculo:** Es un conglomerado de partículas sólidas que se genera a través de los procesos de coagulación y floculación.
- **Gradiente de velocidad:** Es el grado y/o intensidad de agitación en el agua. Mide el grado de turbulencia del agua.
- **Hoja de seguridad:** Ficha donde se describen los riesgos de una sustancia química peligrosa y suministra información sobre cómo se puede manipular, usar y almacenar el material con seguridad.
- **Medio filtrante:** Se refiere al material utilizado en la filtración, puede ser: arena, antracita, granate.
- **Natas:** Presencia de contaminantes suspendidos y/o sobrenadantes en las unidades de tratamiento.
- **NTU o UNT:** Unidad nefelométrica de turbiedad. Es la unidad de medida de la turbiedad en el agua. Parada: Detener la unidad de tratamiento.
- **pH:** Nos indica cuan ácido o básico se encuentra el agua. Polímero: Conocido como ayudante de la coagulación, es una sustancia química que promueve la aglomeración de partículas previamente desestabilizadas, para formar flocs.
- **Purga:** Proceso de eliminación de lodo de la unidad de tratamiento.
- **Reactivos químicos:** Toda sustancia que al entrar en contacto con otra produce una reacción química, cuyo resultado son otras sustancias químicas.
- **Resalto hidráulico:** Es un fenómeno que ocurre cuando la corriente de agua pasa de velocidades rápidas a lentas, entonces se produce turbulencia fuerte en el flujo de agua.
- **Tasa declinante:** Se refiere al sistema de filtración en el cual cada filtro es lavado después de un periodo de tiempo. El caudal de agua filtrada producido por el filtro (tasa) irá disminuyendo (declinante) hasta que sea lavado y se le restablezca.
- **Tolva:** Dispositivo parte del pre-sedimentador y decantador donde se acumula el material removido por sedimentación del agua (lodo)
- **Turbidez o Turbiedad:** Representa los contaminantes suspendidos en el agua. Se mide en unidades nefelométrías de turbiedad (UNT o NTU), con el turbidímetro.
- **Vertedero:** Estructura hidráulica (muro, placa), encima del cual se efectúa la descarga del agua hacia una superficie libre.

#### IV. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

##### 4.1. OPERACIÓN DE CAPTACIÓN

Esta actividad es desarrollada por los operarios de captación, cumpliendo los siguientes procesos:

###### 4.1.1. RESPRESAMIENTO DEL AGUA

- **Captación San Mateo:** la captación del agua procede de tres fuentes.
  - **Quebrada Rumiyacu** es una fuente superficial, con capacidad de 25-60lps, ubicada aproximadamente a 2 km de la planta de tratamiento, contando con una infraestructura de represamiento para la reserva del agua.
  - **Quebrada Mishquiyacu**, fuente superficial ubicada a 1 km de la planta, con capacidad de 15-25lps, cuenta con una infraestructura de represamiento.



- **Vertientes ubicadas** a 800 ml de la planta con capacidad de 10-301ps, consta de 4 cajas de reunión.

➤ **Limpieza de captación**

La actividad diaria del operario de captación consiste en la limpieza y verificación del normal funcionamiento de todo el sistema de captación desde la represa según el sistema que corresponda hasta el ingreso a la planta de tratamiento. La limpieza diaria consiste en la eliminación de malezas acumuladas utilizando las mallas metálicas en la captación, Cajas de reunión, vertimientos, batería de filtros por anillas y desarenador.

➤ **Control de operación de captación:**

El operario verifica y controla el normal funcionamiento del sistema de captación, debiendo reportar oportunamente las ocurrencias encontradas:

- **Represa se encuentra con material acumulado (arena, piedras, palos, etc):**

Se comunica al jefe de la oficina para gestionar el personal para el mantenimiento. (en épocas de invierno), así como diversas incidencias que puedan ocurrir en campo.

- **Línea de conducción se encuentra con malezas:**

Los operarios de captación realizan la limpieza de malezas según el turno que les corresponda.

- **Corte de captación**

El operario responsable de tratamiento utilizando el turbidímetro, mide la turbiedad del agua, en caso de detectar alta turbiedad, (niveles superiores a 1000 NTU) que imposibilita el tratamiento coordina con el operador de captación para el corte de la fuente de ingreso. En caso de cortar las captaciones de Rumiyacu y Mishquiyacu, solo se trabaja con las vertientes

➤ **Reapertura de captación**

Posterior al corte, el operario de captación se traslada a captación y/o cajas de reunión a verificar si disminuyo la turbiedad utilizando el turbidímetro; en casos de detectar que la turbiedad ha disminuido (menos de 1000 NTU) se reapertura la captación del sistema de abastecimiento San Mateo.

➤ **Registro del Cuaderno de Ocurrencias**

Al finalizar la jornada laboral, cada operario registra en el cuaderno las ocurrencias según el turno que les corresponde.

➤ **Mantenimiento de captación**

Los operarios de captación informan al jefe de oficina la necesidad de efectuar el mantenimiento en el sistema de captación, pudiendo ser: Sedimentación de material granular (arena, piedra, etc) en la represa por causa de fuertes lluvias. Rotura de la tubería en la línea de conducción. Sedimentación en el desarenador

➤ **Evaluación de la magnitud del problema**

El jefe de oficina de producción, evalúa el tipo de problema a fin de identificar las necesidades (materiales y recursos humanos) para su atención, en caso de requerir apoyo, se solicita al departamento de mantenimiento el personal necesario.



➤ **Equipamiento**

La oficina de producción de agua potable y tratamiento de aguas residuales, prevé la adquisición de insumo y de herramientas y/o materiales que serán necesarios para el cumplimiento de las labores de mantenimiento.

➤ **Ejecución del mantenimiento**

Las acciones de mantenimiento se ejecutan con la supervisión del jefe de producción, y consisten:

- **Mantenimiento de represas**

El personal operativo con el uso de palanas, ejecutan la eliminación del material sedimentado en la represa, hacia aguas abajo de la represa. Concluida la limpieza, se procede con la desinfección utilizando una solución de 2 Kg. de hipoclorito de calcio en 20 litros de agua.

- **Mantenimiento de Cámara Rompe presión y Cajas de Reunión**

Se ejecuta de la siguiente manera: Apertura de válvula de limpia, en caso cuente con esta. El personal operativo con el uso de palanas y baldes, eliminan los residuos sedimentados en la cámara rompe presión. Una vez concluida la limpieza, se cierra la válvula para los casos que corresponda. Finalmente, se procede con la desinfección utilizando una solución de 2 Kg. de hipoclorito de calcio en 20 litros de agua.

- **Mantenimiento del Desarenador**

El operario desvía el agua por el bypass mediante la manipulación de las válvulas, para que el suministro del agua a la planta no se interrumpa.

Abrir la válvula de limpia del desarenador hasta que se elimine toda el agua. El personal operativo ingresa al desarenador para proceder a la eliminación de los sedimentos con el uso de palanas y baldes por la tubería de limpia. Una vez eliminado todos los sedimentos, se procede con la desinfección utilizando una solución de 2 Kg. de hipoclorito de calcio en 20 litros de agua.

- **Mantenimiento de Líneas de Conducción**

Su ocurrencia se da por rotura de la tubería o falla en las uniones que ocasionan fugas de agua, su mantenimiento se da: Corte del ingreso de agua de captación, Excavación de zanja, Corte de la tubería dañada, Empalme de nueva tubería con uniones de reparación. Apertura del ingreso de agua en captación, verificación de la reparación controlando que no exista fugas. En caso se detecte fugas se corrige el trabajo. Relleno y compactación de zanja

- **Reporte en el cuaderno de ocurrencias**

Las actividades de mantenimiento del sistema de captación, finalmente son reportadas en el cuaderno de ocurrencias.

#### **4.2. OPERACIÓN DE PUESTA EN MARCHA**

Se requiere efectuar una serie de operaciones preliminares antes de poner en operación la planta. Esta labor también se puede dar después de una paralización completa de la planta en la que se haya evacuado toda el agua de la planta. Deben tomarse las precauciones que se describen a continuación:

##### **4.2.1. INSPECCIÓN PRELIMINAR**

Tiene como objetivo evaluar el estado de las obras. Debe ponerse especial atención en los siguientes aspectos: Presencia visual de daños Funcionamiento de válvulas, compuertas y equipos (dosificador, etc.). Existencia de reactivos, materiales y personal requerido para la operación de la planta.

#### 4.2.2. OPERACIONES INICIALES

Previamente al llenado de la planta deben efectuarse las siguientes labores:

- Limpieza general de la planta, la cual debe quedar libre de polvo, residuos de construcción y cualquier otra impureza que signifique peligro de contaminación.
- Calibración de los equipos dosificadores y revisión detallada de los mismos.
- Medición de los siguientes parámetros básicos para el control de procesos de tratamiento: Determinar turbiedad y/o color Determinar la alcalinidad. Determinar pH. Medir el caudal.
- Determinación de parámetros de dosificación: dosis, concentración y pH óptimo: Coordinar con el supervisor de planta. Determinar la dosis óptima. Determinar concentración óptima. Determinar pH óptimo.
- Preparación de soluciones dosificar de acuerdo con la necesidad (en la dosis óptima y concentración óptima determinada). La solución de coagulante. De ser necesario cal y/o polímero.

#### 4.2.3. LLENADO DE PLANTA

- Colocar las válvulas y/o compuertas en posición de llenado: ingresos salidas abiertas, desagües cerrados.
- Cerrar todas las válvulas de desagüe.
- Regular la válvula y/o compuerta de ingreso de agua cruda a la planta en un caudal al 20% del caudal de diseño de la planta. Esto para evitar empujes indeseables contra las pantallas de los floculadores.
- Permitir el ingreso del agua cruda a los pre-sedimentadores. Una vez lleno suspender el ingreso por 15 minutos.
- Permitir el ingreso del agua al floculador. Cuando llegue a su nivel máximo, iniciar la dosificación de la solución de coagulante en las dosis optimas determinadas, en el resalto hidráulico.
- En caso de requerir dosificación de cal para modifica el pH, aplicarlo una distancia antes del resalto hidráulico.
- En caso de requerir dosificación de polímero, aplicarlo a una distancia posterior del resalto hidráulico.
- Simultáneamente al proceso de llenado debe aplicarse una dosis alta de desinfectante en la entrada(-7 mg/1), por espacio de dos horas; esto para desinfectar la planta.
- Permitir el ingreso del agua al decantador. Una vez se llene suspender el ingreso de agua por 15 minutos para dejar que las partículas decanten.
- Poner en funcionamiento la unidad de filtración
- Llenado de los filtros
- Colocar todos los filtros con válvula y/o compuerta de entrada abierta y válvula de desagüe cerrada, llenando los filtros gradualmente.





- Observar el vertedero de salida de agua, estando atento cuando el agua va alcanzar el nivel del vertedero. En esta etapa NO se permite que el agua pase a la cámara de contacto de cloro porque no reúne las condiciones de calidad adecuadas.
- Cuando el nivel de agua este a 10 cm de alcanzar el vertedero, colocar en posición de lavado el filtro 1, válvula y/o compuerta de entrada cerrada y válvula de desagüe abierta por 5 minutos, para remover el aire retenido en el medio filtrante.
- Cerrar la válvula de desagüe y abrir la válvula y/o compuerta de entrada.
- Realizar esta operación en forma consecutiva para el filtro 2, 3, y 4, sin permitir que el agua pase a la cámara de contacto de cloro.
- Lavado de filtros
- Lavar sucesivamente cada uno de los filtros (tres o cuatro lavados) para eliminar impurezas. El lavado se efectúa de la siguiente manera: Cerrar la válvula y/o compuerta de ingreso al filtro. Se abre la válvula de salida de agua de lavado. Se espera un lapso de 7 a 8 minutos aproximadamente, contados a partir del momento en que el agua empieza a rebalsar por las canaletas de lavado. Cerrar la válvula de salida del agua de lavado. Abrir lentamente la válvula de ingreso (en un lapso de dos a tres minutos aproximadamente).
- Calibración del vertedero de salida de los filtros
- Durante la operación de lavado se debe calibrar el vertedero de salida de los filtros. Esperar nuevamente que el agua se encuentre cerca al vertedero de control.
- Colocar nuevamente en posición de lavado el filtro 1.
- Medir la expansión de arena y comprobar que se encuentra entre 25% y 30%.
- Si la expansión deseada se encuentra por debajo de estos valores incrementar el nivel del vertedero pudiendo agregar tablas de madera.
- Si la expansión supera el 30%, se debe disminuir el nivel del vertedero para evitar pérdida del material filtrante.
- Una vez que todos los filtros estén limpios y se han llenado por la parte inferior, se pone a operar a todos juntos.
- **IMPORTANTE:** El agua producida inicialmente no debe suministrarse a la población hasta que su calidad haya sido analizada y se compruebe que es de buena calidad. El volumen inicial se evacua por los canales de lavado de filtros.
- Para iniciar el abastecimiento, es necesario esperar resultados de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. Normalmente se requiere suministrar el agua a la población en el menor tiempo posible, en caso de emergencia, se recomienda controlar los siguientes parámetros en el agua tratada, por ser suficientes para autorizar su uso (Recomendación CEPIS):
- Turbiedad menor a 1 UNT (unidades nefelométricas de turbiedad)  
Color aparente menor a 15 UC (unidad de color) pH entre 6.5 y 8.5.  
Cloro residual a la salida de la planta: 1 mg/1.



- Instalación de la tasa declinante.
- Colocar el cilindro de cloro en la balanza para determinar el peso del mismo (peso total)
- Restar al peso de la balanza (peso total) el peso de la tara (peso del cilindro vacío) indicada en el cilindro para determinar el peso del cloro neto de cloro.
- Anotar en el formato de control el peso de la tara y el peso neto de cloro gas.
- Quitar la tapa de protección del cilindro.
- Colocar la empaquetadura de polímero en la entrada del dosificador (no usar nunca otros tipos ni materiales de empaquetadura).
- Hacer coincidir la tuerca de la válvula auxiliar con la rosca ubicada en la válvula del cilindro y ajustar.
- Montar el dosificador sobre la válvula del tubo rodeando, la válvula con el yugo; alinear la entrada del dosificador con la salida de la válvula y ajustar el tornillo del yugo.
- No debe ajustarse excesivamente ya que comprime la empaquetadura de plomo haciéndola rebasar la unión.
- Regular la dosificación de gas girando el rotámetro para aumentar o disminuir la cantidad de gas que pasa.
- Verificar si existen fugas de cloro en todas las uniones, utilizando la solución de amoníaco.
- Observar el funcionamiento de toda la planta, tomando y analizando las muestras de agua cruda, salidas de la unidad de sedimentación, caja de reunión y del reservorio; anotando en los registros de análisis en el laboratorio los resultados y/o algunas fallas que puedan existir durante el tratamiento.

#### 4.3. OPERACIÓN NORMAL

##### 4.3.1. CÁMARA DE INGRESO DE AGUA CRUDA

- **Operación del sistema:**
  - Observar que se mantenga el nivel normal del agua de ingreso y verificar que el caudal no sobrepase al caudal de diseño.
  - Mantener una comunicación directa con el operador de captación, para controlar las variaciones y las condiciones de calidad de agua.
  - Mantener constante el caudal de la planta para así poder dosificar la cantidad exacta de insumos químicos y cloro.
  - El operador tendrá que sacar muestras de agua cruda cada 2 horas y llevar al laboratorio para determinar la turbiedad, pH y temperatura.
  - Cualquier irregularidad el operador de turno deberá informar de inmediato al supervisor.
- **Disminución del caudal**
  - Cerrar poco a poco la válvula de ingreso de la línea de conducción hasta obtener el caudal deseado.
  - Avisar inmediatamente al operador de la captación para que reduzca el caudal. No se debe tener caudal de rebose al ingreso de la planta.
- **Aumento del caudal**

- Avisar al operador de la captación que se requiere mayor caudal. Abrir poco a poco la válvula de ingreso de la línea de conducción hasta obtener el caudal deseado.

#### 4.3.2. UNIDAD DE PRE-SEDIMENTACIÓN

##### - Operación normal

- Controlar el nivel de la unidad. Para este propósito.
- El Operador de turno tendrá que retirar las natas y material flotante de la superficie del sedimentador.
- Operar de forma simultánea las dos unidades en paralelo para optimizar la eliminación de material.
- Analizar una muestra de agua ya sedimentada cada dos horas para controlar la turbiedad y pH.

##### - Mantenimiento del sistema

- Cuando el depósito de material almacenado en la tolva alcance el nivel máximo, se procederá a limpieza.
- La purga de lodos se debe realizar con una frecuencia inter diaria, abriendo la válvula de desagüe hasta que el nivel de agua disminuya 0.30m.
- Cada tres meses, o cuando el supervisor lo considere necesario se debe realizar la limpieza de la unidad. Es posible que por la longitud de la misma los lodos almacenados en la parte final no se hayan purgado de manera adecuada.
- Coordinar la programación con la Gerencia de Operaciones.
- Cerrar el ingreso a uno de los presedimentadores, abrir la válvula de desagüe, desaguar toda la unidad.
- Con ayuda de agua a presión evacuar la totalidad de lodo en la unidad.
- Poner en operación la unidad.
- Realizar lo mismo para el otro pre sedimentador.
- **Residuos generados en la operación y mantenimiento**
- Natas, Material flotante o sedimentos en forma de arena o partículas finas acumuladas.

#### 4.3.3. UNIDAD DE DOSIFICACIÓN

Para operar correctamente el equipo de dosificación, se requiere determinar los parámetros óptimos de dosificación en pruebas de laboratorio, así mismo mantener los equipos bien calibrados.

##### - Parámetros de dosificación

- Dosis óptima de coagulante (mg/L).
- Concentración óptima.
- pH óptimo.

##### - Operación del sistema

- **Puesta en marcha:** Realizar la curva de calibración del dosificador y la curva de calibración de la válvula del tanque de solución. Iniciar la dosificación cuando el floculador esté lleno.
- **Operación normal:** Verificar el correcto funcionamiento del dosificador. Mantener la tolva del dosificador llena. Regular la dosificación de acuerdo a la dosis óptima y tabla de dosificación.



Regular el caudal de agua de preparación para obtener la concentración óptima determinada.

- **Procedimiento para iniciar la dosificación:** Determinar la turbiedad del agua cruda que ingresa a la planta. Identificar la dosis óptima de coagulante (en mg/L) que le corresponde a la turbiedad de agua cruda, de la curva de dosificación preparada por la EPS. Colocar el dosificador en la abertura correspondiente para generar la dosis deseada de acuerdo a la curva de dosificación preparada por la EPS.

#### 4.3.4. UNIDAD DE MEZCLA RÁPIDA

La rampa se encuentra diseñada para que genere un resalto hidráulico al pie de la misma. Este resalto se utiliza para producir una mezcla homogénea de los reactivos químicos con el agua, operación básica para alcanzar un tratamiento eficiente.

- **Operación del sistema**
- Verificar continuamente la salida uniforme del coagulante, a través de la tubería perforada de PVC, y su aplicación en el punto de mayor turbulencia.
- Verificar que la planta esté operando con el caudal de diseño, condición para que se cumpla el gradiente de velocidad deseado.
- Verificar que no se produzcan grandes turbulencias después de la aplicación del coagulante.
- Cualquier irregularidad, el operador de turno deberá informar de inmediato al jefe de Planta y/o tomar las acciones correctivas del caso.

#### 4.3.5. UNIDAD DE FLOCULACIÓN

La función de las unidades de floculación es ayudar al crecimiento del floculo, mediante condiciones óptimas de velocidad y tiempo, para dar origen a un floculo suficientemente grande y pesado que decante con facilidad.

- **Operación del sistema**
- En esta unidad, el operador, rutinariamente deberá remover las natas y espumas y todo material flotante que pueda llegar a la unidad (Figura 2). Para ello utilizará una espumadera de tela con mango largo y liviano.
- Observar que se esté formando los flóculos, en la mitad del compartimento de la unidad del floculador.
- Cualquier irregularidad, el operador de turno deberá informar de inmediato al supervisor y/o tomar las acciones correctivas del caso.
- **Mantenimiento del sistema: lavado del floculador**
- Coordinar la programación con el supervisor.
- Se recomienda que se realice en días donde la turbiedad es baja.
- Verificar que el reservorio se encuentre lleno y utilizar el by-pass de filtración directa.
- Para la limpieza general de los floculadores habrá que drenar completamente la unidad abriendo la válvula y/o compuerta de desagüe.
- Con ayuda de agua a presión, evacuar la totalidad de lodo en la unidad.



- Cada año se procederá al pintado de las paredes y pantallas para evitar la formación de algas.
- La solución para el pintado es una proporción aproximada de 1:3, consta de sulfato de cobre y cal hidratada; a la solución disuelta de sulfato de cobre se le agrega la cal poco a poco hasta formar una solución viscosa y se procederá a pintar con brochas de nylon y/o rodillos.

#### 4.3.6. UNIDAD DE DECANTACIÓN

##### - Operación normal

- Determinar la turbiedad del efluente cada 3 horas.
- Las compuertas y/o válvulas de entrada a los decantadores nunca deben utilizarse para regular caudal. Estas deben trabajar siempre abiertas o cerradas. Solo deben cerrarse cuando se realizarán purgas de lodos o cuando se sacará de servicio la unidad.
- El Operador de turno tendrá que retirar las natas y material flotante de la superficie del decantador. Para ello utilizara unas espumaderas de tela con mango largo liviano.
- Se espera una turbiedad menor a 2 UNT

##### - Operación especial

- Incremento de turbidez en el agua decantada. Causas: Por una inadecuada dosificación. Por un incremento brusco de aguas turbias. Alto nivel de lodos.
- El operador debe: Verificar los parámetros del agua cruda de turbiedad y pH, para ajustar las dosificaciones óptimas de sulfato de aluminio. Reducir su caudal de tratamiento dependiendo de la turbiedad de ingreso. Verificar que haya buena formación de flocs en los floculadores Purgar los lodos en caso el nivel sea alto.

##### - Mantenimiento del sistema

- La limpieza se realiza semestralmente. Purga de lodos: Se realiza independientemente para cada unidad. Cerrar la compuerta o válvula de ingreso. Abrir la válvula y/o compuerta de drenaje hasta que el nivel del agua descienda 0.3m. Cerrar la válvula y/o compuerta de drenaje. Abrir la compuerta y/o válvula de ingreso. Anotar la fecha y hora de realizada la limpieza
- Si la parada excede las 24 horas, aplicar 5 ppm de cloro residual y drenar los lodos de la unidad.

#### 4.3.7. UNIDAD DE FILTRACIÓN

Los filtros de la planta son del tipo denominado "tasa declinante", lo cual significa que la velocidad de filtración declina desde un valor alto cuando el filtro está limpio, hasta un valor bajo cuando se encuentra colmatado y requiere ser puesto fuera de operación para lavarlo. Durante este lapso, el nivel del agua en los filtros varía desde un nivel bajo hasta el nivel máximo de operación.

##### - Operación del sistema

- La operación normal se inicia posterior a la instalación de la tasa declinante (luego de lavar los 04 filtros, en forma consecutiva, cada 12 horas.
  - Inspección preliminar



- Verificar que las válvulas y/o compuerta de desagüe estén cerradas, cuando el filtro este operativo.
- Verificar que estén abiertas todas las válvulas y/o compuertas de ingreso de agua decantada.

- **Lavado de filtro**

- Los filtros deben lavarse en secuencia numérica para evitar confusiones y anotarse en la bitácora y/o registro de la planta, el número de filtro, la hora y fecha del lavado.
- Después de establecer la tasa declinante, se lavará primero el filtro N°1 cuando se alcance el nivel máximo de operación.
- Posterior al lavado del filtro N°1, cuando el nivel del agua vuelva a llegar al nivel máximo de filtración, se debe lavar el filtro N° 2 y así consecutivamente el filtro 3, 4, 5, 6 y 7, luego nuevamente el filtro 1,2,3, etc

- **Mantenimiento del sistema**

- Una vez a la semana durante el lavado del filtro limpiar las paredes del filtro con escobillas.
- Se tendrá que pintar las paredes del filtro con una solución de sulfato de cobre y cal hidratada, siempre que el supervisor lo indique.
- Dejar secar las paredes del filtro por unas tres horas.
- Si las características iniciales del medio filtrante han variado, dicho medio filtrante será cambiado, este cambio será establecido por el jefe de planta y/o supervisor después de haber realizado la evaluación de la unidad.

**4.3.8. SALA DE DESINFECCIÓN**

- **Operación del sistema**

- Verificar que el equipo dorador esté en funcionamiento.
- Ajustar la dosificación de acuerdo al caudal de operación y la tabla de dosificación de cloro.
- Verificar en cada turno si existen fugas de cloro; por lo menos una vez al día, en todas las uniones y conexiones de la instalación, utilizando la solución de amoniaco. No tolerar ninguna fuga de cloro
- **IMPORTANTE:** Tener presente que el gas cloro es sumamente tóxico, en pequeñas dosis irrita las mucosas y en especial las del aparato respiratorio y las de los ojos, produciendo tos, y en fuertes cantidades puede producir la muerte. Se debe realizar esta labor con sumo cuidado utilizando los equipos de protección correspondientes. Leer la hoja técnica y la hoja de seguridad del insumo químico.
- Determinar el peso del cloro consumido durante el día y anotarlo en el formato de control
- Determinar el residual de cloro en el efluente de la planta y anotarlo en el formato de control de cloración; es recomendable hacerlo cada hora.
- Este debe ser suficiente para satisfacer el residual mínimo de 0,5 mg/L en el punto más alejado de la red de distribución.

- **Cambio del cilindro de cloro**

- Determinar el peso neto del gas cloro licuado que contiene el cilindro.





- Colocar el cilindro en la balanza y observar el peso en la balanza (peso bruto del cilindro+ peso del cloro liquido)
- Identificar el peso bruto del cilindro que aparece registrado en este (donde dice tara). El peso neto del gas cloro licuado es la resta de estos valores.
- Anotar en el formato de control de cloración.
- Colocar una empaquetadura de polímero en la entrada del dosificador (no usar nunca otros tipos ni materiales de empaquetadura).
- Montar el dosificador sobre la válvula del tubo rodeando, la válvula con el yugo; alinear la entrada del dosificador con la salida de la válvula y ajustar el tornillo del yugo.
- No debe ajustarse excesivamente ya que comprime la empaquetadura de plomo haciéndola rebasar la unión.
- Abrir la válvula inyectora girándola en el sentido indicado para dar paso de agua.
- Regular la dosificación de gas girando el rotámetro para aumentar o disminuir la cantidad de gas que pasa.
- Verificar si existen fugas de cloro en todas las reuniones, utilizando la solución de amoniaco.
- **Parada del equipo**
  - Cerrar el suministro de cloro al clorador accionando la válvula de control en el sentido indicado para evitar el paso del cloro.
  - Cuando el rotámetro del dosificador marque cero (0), rotar la perilla hasta la posición de cerrado.

#### 4.3.9. ALMACENAMIENTO

- **Operación del sistema**
  - Ingreso de agua tratada a los reservorios El agua tratada ingresa de manera constante a los reservorios, para su almacenamiento y distribución.
  - Almacenamiento Cuenta con 2 reservorios que sirven como unidades de almacenamiento del agua tratada. R1 con capacidad de 850 m<sup>3</sup>, ubicado en la planta San Mateo. R2 con capacidad de 450 m<sup>3</sup>, ubicado en la planta San Mateo.
  - Medición de caudal, nivel del agua y parámetros fisicoquímicos Los operarios de captación cada 3 horas toman la medida del caudal de acuerdo al registro del macromedidor de salida de reservorio. Se toma la muestra a la salida del R1 y R2 para determinar el Cloro Residual, según la frecuencia de muestreo, para verificar que se encuentre dentro los límites máximos permisibles (LMP) rango 0.9 y 51.5 ppm o mg/l y 0.9 y 51.5 ppm o mg/l en R3.
- **Regulación de válvula de salida**
  - A las 4.00 am se apertura la válvula de salida, aproximadamente con 10 vueltas.
  - A las 7.00 am se normaliza la apertura, adicionando 20 vueltas.
  - A las 9.00 pm se cierra la válvula unas 10 vueltas.
  - A las 00.00 horas se cierra totalmente la válvula, para garantizar el llenado de los reservorios. Sin embargo, en temporadas de lluvia a

las 00.00 horas se cierra 15 vueltas, dejando una operación del abastecimiento con 5 vueltas en los casos de los R1 y R2 y una vuelta en el caso del R3.

- **Registro**

Las actividades de almacenamiento son registradas en los formatos de reservaría, así como también en cuaderno de ocurrencias.

- **Elaboración del programa de mantenimiento de las unidades de almacenamiento**

- El jefe del departamento de producción anualmente elabora el programa de mantenimiento de las unidades de mantenimiento, ingresando en el Sistema de Captura y Transferencia de Datos (SICAP), considerando la normativa de SUNASS Eventualmente, se pueden realizar mantenimientos no programados, según la necesidad.

- **Acciones previas**

- Previo a la ejecución del mantenimiento el jefe de producción coordina con el responsable de imagen institucional para la comunicación oportuna a la población de las acciones de mantenimiento y los efectos que pudiera generar (baja presión o desabastecimiento).
- Por otro lado, se solicita al departamento de mantenimiento el apoyo de personal operativo y a su vez se prevé los materiales y herramientas a utilizar.
- Se debe coordinar con el Operador de Captación para que no se llene el reservaría sobre el que se va a ejecutar el mantenimiento, la noche anterior.

- **Ejecución del mantenimiento**

- Se abre la válvula de purga del reservorio para vaciar el agua existente.
- Provisto de escobas y escobillas, los operarios proceden a la limpieza de las paredes y pisos del reservorio.
- Luego, se procede al enjuague de las paredes y pisos con agua limpia, mediante el uso de baldes.
- Con una solución de Hipoclorito de Calcio con agua, se procede a la desinfección de paredes y pisos, utilizando una solución de 1/2 Kg. hipoclorito de calcio en 20 litros de agua
- Se cierra la válvula de purga y se abre totalmente la válvula de llenado, previo cierre del By-pass

- **Mantenimiento del entorno del sistema de almacenamiento**

El operador de Reservorio, provisto de machete y palana, procede al cultivo y mantenimiento de las áreas verdes circundantes a los reservorios.

- **Mantenimiento de equipos electromagnéticos**

Establecer los lineamientos y procedimientos para ejecutar el mantenimiento preventivo y/o correctivo de los equipos electromecánicos de la EPS.

- **Requerimiento del mantenimiento de equipo**



El operador de planta (de turno) informa el requerimiento de mantenimiento de los equipos al jefe del departamento de producción en forma verbal, produciéndose por fallas o de manera preventiva para garantizar el buen funcionamiento de los equipos, como son: Batidor de Sulfato, Dosificador de Polímero, Cloradores Electrobombas, Reparación de Válvulas en planta y/o reservorios, Desperfectos eléctricos en el sistema, entre otros.

- **Evaluación del problema del equipo**

El personal de mantenimiento evalúa el tipo de problema del equipo a fin de determinar si la reparación es ejecuta por la empresa o por terceros.

- **Mantenimiento de equipo por la empresa**

Se identifica los tipos de materiales, repuestos y accesorios a utilizar Se ejecuta el requerimiento al equipo funcional de logística mediante el formato de requerimiento, indicando el tipo y cantidad de los accesorios.

El equipo funcional de logística atiende los requerimientos solicitados para el inicio del mantenimiento.

Contando con los materiales, repuestos y accesorios necesarios se procede con la ejecución de la reparación del equipo según sea el caso. Culminada la reparación se realiza la prueba de funcionamiento, para asegurar la operatividad del equipo.

Se comunica al responsable de la operación del equipo la conformidad del trabajo realizado.

- **Mantenimiento de equipo por terceros**

Se solicita la contratación de un tercero considerando la especialidad según sea el caso.

El equipo funcional de logística procede con la contratación del tercero.

En la prestación del servicio del tercero el jefe de oficina ejecuta la supervisión para garantizar la calidad del servicio.

Culminado el servicio, el área usuaria emite conformidad del trabajo realizado.

#### **4.4. RESTRICCIONES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

##### **4.4.1. CALIDAD DE AGUA**

Referente a la calidad de agua cruda que se puede tratar, las plantas de tratamiento presentan limitaciones. En general los principales parámetros que no podrían ser tratadas por la planta son:

- Turbiedad > 1000
- UT Color > 600 UC

Así también, cuando ocurran cambios muy bruscos de calidad del agua cruda, de no disponer de estanque anterior a la planta o presedimentador, es conveniente en ocasiones veces suspender el tratamiento mientras se diluye la contaminación.

Parámetros a monitorear en la práctica



- Contenido de cloruros (salinidad) superior a 250 mg/l. de cloruros.
- Presencia de pesticidas y agroquímicos en general, que obligue a un estudio especial de la calidad del agua.
- Presencia de hidrocarburos.
- Sustancias productoras de olor y sabor (fenoles).
- Sustancias tóxicas extremadamente peligrosas. Por ejemplo: Arsénico, Cadmio, Mercurio, Cianuro, Plomo

#### 4.4.2. VARIACIONES DE CAUDAL

Las variaciones de caudal pueden generar cambios en la eficiencia de la planta. Los caudales diferentes a los caudales de diseño más bajo o más altos pueden producir los siguiente:

##### - **Bajo caudal:**

Al cambiar el caudal los parámetros de los procesos varían. Cuando el caudal baja se afectan la mezcla rápida, el floculador y los filtros. Los gradientes de velocidad decrecen y los tiempos de retención se incrementan, pudiendo quedar fuera del rango adecuado. En estas circunstancias se estaría formando un floculo grande y esponjoso que difícilmente va a sedimentar y muy fácilmente se va a romper por efecto de los esfuerzos cortantes dentro del lecho filtrante. El filtro con caudales menores durante el lavado no expandirá adecuadamente, la arena no quedará bien lavada y gradualmente se irá apelmazado y deteriorando la eficiencia de las unidades.

##### - **Alto caudal**

Con caudales mayores al de diseño, los gradientes de velocidad se incrementan y los tiempos se acortan, pudiendo romperse el floculo dentro del floculador. Las tasas de decantación y filtración se incrementan decreciendo la eficiencia de los procesos. La velocidad de lavado se incrementa al incrementarse el caudal de lavado, la expansión será demasiado alta y gradualmente se podría ir perdiendo el medio filtrante.

#### 4.5. OPERACIÓN DE EMERGENCIA

La planta de tratamiento esta propensa a sufrir desastres de origen antropogénico (provocados por el hombre) como vandalismo, terrorismo, huelgas, otros, o natural como terremotos, inundaciones, otros. Los desastres pueden causar la interrupción total o parcial del tratamiento de agua y finalmente el suministro de agua de calidad a la población.

Los efectos prevenientes de un desastre en general son los siguientes:

- a. **Modificación de la calidad del agua cruda:** Contaminación con agentes externos, Aumento de turbiedad, Variación del pH, Variación de caudal.
- b. **Daño estructural:** Destrucción de obras civiles, Destrucción de tuberías y equipos
- c. **Transportes y comunicaciones:** Interrupción de las vías de acceso a la planta
- d. **Energía:** Interrupción total o parcial de energía

Al tener los desastres en su mayoría la naturaleza de ser impredecible, la única manera para mejorar los efectos del desastre es implementando medidas de prevención a través de un plan de contingencia, el cual debe ser realizado por la EPS, debiendo contener como mínimo lo siguiente:



- Identificación de las amenazas presentes en la zona.
- Plan de operaciones para emergencia.
- Programa de emergencias que incluya educación e información al personal de operación y usuarios del servicio.
- Medidas preventivas y de mitigación.

**V. FORMATO DE CONTROL OPERACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SAN MATEO**







# MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PTAP ALMENDRA DE LA EPS MOYOBAMBA S/A.

*PERIODO 2025-2026*

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	3
II.	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA .....	3
III.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	3
3.1.	OPERACIÓN DE CAPTACIÓN .....	4
3.1.1.	INSPECCIÓN PRELIMINAR .....	4
3.1.2.	OPERACIONES INICIALES.....	4
3.2.	OPERACIÓN NORMAL.....	4
3.2.1.	CAPTACIÓN.....	4
3.2.2.	LÍNEAS DE CONDUCCIÓN .....	5
3.2.3.	CÁMARA DE INGRESO DE AGUA CRUDA .....	6
3.2.4.	DESARENADOR .....	6
3.2.5.	PRE-CLORACIÓN.....	6
3.2.6.	UNIDAD DE MEZCLA RÁPIDA .....	6
3.2.7.	UNIDAD DE FLOCULACIÓN.....	7
3.2.8.	UNIDAD DE DECANTACIÓN .....	7
3.2.9.	UNIDAD DE FILTRACIÓN.....	8
3.2.10.	DESINFECCIÓN.....	9
3.2.11.	ALMACENAMIENTO .....	9
IV.	ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	11
4.1.	DETERMINACIÓN DE LA TURBIDEZ .....	11
4.2.	DETERMINACIÓN DE COLOR .....	11
4.3.	DETERMINACIÓN DE CLORO RESIDUAL.....	11
4.4.	DETERMINAR LA ALCALINIDAD .....	12
4.5.	DETERMINACIÓN DE PH.....	12
V.	FORMATO DE CONTROL OPERACIONAL DE LA PLANTA TRATAMIENTO DE ALMENDRA.....	12



## I. INTRODUCCIÓN

El agua que se utiliza en la PLANTA DE TRATAMIENTO ALMENDRA proviene de las quebradas de Almendra que se encuentra ubicada en la altitud de 860 860 m.s.n.m. capta un caudal de aporte entre 12L/s, con tratamiento convencional, sin reservorio. Esta es tratada hasta convertirla en agua potable para ser entregada al sector oeste de la ciudad (Asentamiento Humanos, Urbanización Fonavi II, Barrio de Belén) con un caudal aproximado de 20 L/s.

Las aguas de esta quebrada son permanentes y superficiales, las que son captadas luego de un pequeño recorrido por su cauce, el cual se realiza entre bosques en las que no existe presencia de actividades desarrolladas por el hombre, como son las de la agricultura, ganadería y explotación forestal.

El agua para ser considerada potable debe cumplir con ciertos parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos en la normativa nacional como el D.S. N° 031- 2010-SA "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano".

El presente documento contiene información útil para la puesta en marcha, operación y mantenimiento rutinaria del sistema de tratamiento, se detalla las actividades a desarrollar para cada una de las unidades que la conforman. A su vez, es importante el conocimiento para todas las personas que laboran en ella, por tanto, deben ser capacitados constantemente.

## II. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La planta fue diseñada para una capacidad de 12 l/s, es de tipo hidráulico convencional con filtración rápida, cuenta con los siguientes procesos:

### COMPONENTES DE LA PLANTA:

- **Captación (Tipo superficial)**
- **Desarenador:** con un ancho promedio de 3.52 m y largo promedio de 12.65 m.
- **Canal de alivio:** con un ancho promedio de 3.52m y largo de 1.29 m.

### CÁMARA DE REUNIÓN

- **Floculador 1:** con un ancho de 2.39m y largo de 6.87 m.
- **Floculador 2:** ancho de 1.61m y largo de 6.04m.
- **Decantador:** se cuenta con un solo decantador y sus medidas promedios son (ancho 1.55m y largo 6.04m)
- **Canal de recolección:** con un ancho promedio 0.58m y largo de 5.36m.
- **Filtros:** se tiene a la disposición 4 filtros con retrolavado y sus medidas son (ancho 1.25m y largo 2.15m).

### CLORACIÓN

- **Tipo de dosificador:** por goteo.

## III. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Este procedimiento es para aplicación por parte del personal operativo de la EPS que esté debidamente entrenado para uso y manipulación de los equipos y materiales indicados. El área de Aseguramiento de la Calidad es el responsable por la fiscalización de los trabajos y por el muestreo de calidad requerido. Asimismo, el Departamento de Control de Calidad emitirá el "Certificado de Desinfección", y será responsable por el seguimiento de ejecución de los Programas de Limpieza,



emitiendo y controlando las "Notificaciones para Medida Correctiva" que sean necesarias.

### **3.1. OPERACIÓN DE CAPTACIÓN**

Se requiere efectuar una serie de operaciones preliminares antes de poner en operación la planta. Esta labor también se puede dar después de una paralización completa de la planta en la que se haya evacuado toda el agua de la planta. Deben tomarse las precauciones que se describen a continuación:

#### **3.1.1. INSPECCIÓN PRELIMINAR**

Tiene como objetivo evaluar el estado de las obras. Debe ponerse especial atención en los siguientes aspectos: Presencia visual de daños, Existencia de reactivos, materiales y personal requerido para la operación de la planta.

#### **3.1.2. OPERACIONES INICIALES**

Previamente al llenado de la planta deben efectuarse las siguientes labores:

- Limpieza general de la planta, la cual debe quedar libre de polvo, residuos de construcción y cualquier otra impureza que signifique peligro de contaminación.
- Calibración de los equipos dosificadores y revisión detallada de los mismos.
- Medición de los siguientes parámetros básicos para el control de procesos de tratamiento: Determinar turbiedad y/o color Determinar la alcalinidad. Determinar pH. Medir el caudal.
- Determinación de turbiedad y/o color.
- Determinar la alcalinidad
- Determinar el pH
- Medir el caudal.
- parámetros de dosificación: dosis, concentración y pH óptimo: Coordinar con el supervisor de planta. Determinar la dosis óptima. Determinar concentración óptima. Determinar pH óptimo.
- Preparación de soluciones dosificar de acuerdo con la necesidad (en la dosis óptima y concentración óptima determinada). La solución de coagulante. De ser necesario cal y/o polímero.

### **3.2. OPERACIÓN NORMAL**

#### **3.2.1. CAPTACIÓN**

Esta actividad es desarrollada por los operarios de captación, cumpliendo los siguientes procesos:

##### **CAPTACIÓN ALMENDRA**

Se encuentra ubicada en la altitud de 860 m.s.n.m., caudal de aporte entre 13 a 15 L/s, La estructura está Conformada por un muro (barraje) que cruza el cauce de concreto armado de 0,375 m de espesor promedio, 7.00 m de largo y 2.00 m de alto; cuenta además con un canal de concreto cuyas dimensiones son de 7.00 m de largo por un ancho libre de 0.65 m, un espesor de 0.175 m y 1.35 m de profundidad, en cuyo extremo se encuentra el inicio del tubo de conducción (2,5 km) de PVC de 160mm de diámetro, el mismo que cuenta con un aliviadero de mampostería de piedra.



La canaleta de captación que empalma a la línea de conducción, se ubica al lado derecho del riachuelo Almendra. Para retención de material flotante y sólidos en suspensión en el agua se tiene instalado mallas de nylon en la canaleta de captación.

#### **OPERACIÓN:**

El operario verifica y controla el normal funcionamiento del sistema de captación, debiendo reportar oportunamente las ocurrencias encontradas.

#### **MANTENIMIENTO DE CAPTACIÓN**

La limpieza general se realiza cada seis meses, pero; la actividad diaria del operario de captación consiste en la limpieza y verificación del normal funcionamiento de todo el sistema de captación hasta el ingreso a la planta de tratamiento. La limpieza diaria consiste en la eliminación de malezas acumuladas en la malla de nylon. Se comunica al jefe de la oficina para gestionar el personal para el mantenimiento. (en épocas de invierno), así como diversas incidencias que puedan ocurrir en campo. Las acciones de mantenimiento se ejecutan con la supervisión del jefe de producción. Sedimentación de material granular (arena, piedra, etc) en el barraje de concreto armado por causa de fuertes lluvias. Rotura de la tubería en la línea de conducción.

#### **EVALUACIÓN DE LA MAGNITUD DEL PROBLEMA**

El jefe de oficina de producción, evalúa el tipo de problema a fin de identificar las necesidades (materiales y recursos humanos) para su atención, en caso de requerir apoyo, se solicita al departamento de mantenimiento el personal necesario.

#### **REGISTRO EN EL CUADERNO DE OCURRENCIAS**

Al finalizar la jornada laboral, cada operario registra la hora y fecha de limpieza en el cuaderno las ocurrencias según el turno que les corresponde.

### **3.2.2. LÍNEAS DE CONDUCCIÓN**

Consta de una línea de 160 mm de material HDPE. desde la captación hasta el Desarenador de la PTAP, en ciertos tramos de la línea se encuentran válvulas de aire para poder mantener la línea completamente llena y no exista el desabastecimiento del líquido elemento, la línea de conducción es de aproximadamente 330 metros lineales.

#### **MANTENIMIENTO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Los operarios de captación realizan la limpieza de malezas según el turno que les corresponda. Su ocurrencia se da por rotura de la tubería o falla en las uniones que ocasionan fugas de agua, estos también podrían ser por: Excavación de zanja Corte de la tubería dañada Empalme de nueva tubería con uniones de reparación. Verificación de la reparación, controlando que no exista fugas. En caso se detecte fugas se corrige el trabajo. Relleno y compactación de zanja Malezas en la línea Anotar la fecha y hora de realizar la limpieza



### 3.2.3. CÁMARA DE INGRESO DE AGUA CRUDA

- **Operación del sistema:**
  - Observar que se mantenga el nivel normal del agua de ingreso y verificar que el caudal no sobrepase al caudal de diseño.
  - Mantener una comunicación directa con el operador de captación, para controlar las variaciones y las condiciones de calidad de agua.
  - Mantener constante el caudal de la planta para así poder dosificar la cantidad exacta de insumos químicos y cloro.
  - El operador tendrá que sacar muestras de agua cruda cada 2 horas y llevar al laboratorio para determinar la turbiedad, pH y temperatura.
  - Cualquier irregularidad el operador de turno deberá informar de inmediato al supervisor.
  
- **Medición de caudal**
  - Controlar y registrar el caudal de agua que ingresa a la planta hora a hora, esto se realiza mediante un macro medidor instalado en la PTAP.



### 3.2.4. DESARENADOR

Consta de un Desarenador ubicado en ingreso de la PTAP, es de sección rectangular, reúne las aguas de la captación Almendra.

#### MANTENIMIENTO DEL DESARENADOR

- La limpieza general se realiza cada seis meses
- El operario desvía el agua por el bypass mediante la manipulación de las válvulas, para que el suministro del agua a la planta no se interrumpa.
- Abrir la válvula de limpia del desarenador hasta que se elimine toda el agua.
- El personal operativo ingresa al desarenador para proceder a la eliminación de los sedimentos con el uso de palanas y baldes por la tubería de limpia.
- Una vez eliminado todos los sedimentos, se procede con la desinfección utilizando una solución de 3 Kg. de hipoclorito de calcio en 20 litros de agua.
- Anotar la fecha y hora de realizar la limpieza

### 3.2.5. PRE-CLORACIÓN

Se realiza inyectando Hipoclorito de Calcio en dosis óptima de acuerdo al caudal de ingreso y al clima, a la entrada de la línea a la Planta de tratamiento, con la finalidad de eliminar el crecimiento de algas por el elevado contenido de materia orgánica de tipo vegetal que traen las fuentes.

### 3.2.6. UNIDAD DE MEZCLA RÁPIDA

La mezcla se realiza a través de un sistema hidráulico: "Canal Parshall". El agua de entrada a la Planta es conducida a una caja de reunión, pasando seguidamente por la canaleta Parshall que aprovechando el resalto hidráulico se dosifican Sulfato de Aluminio tipo A o Polímero Catiónico, esto depende de la turbiedad del agua.

### **Operación del sistema**

- Verificar continuamente la salida uniforme del coagulante, a través de la tubería perforada de PVC, y su aplicación en el punto de mayor turbulencia.
- Verificar que la planta esté operando con el caudal de diseño, condición para que se cumpla el gradiente de velocidad deseado.
- Verificar que no se produzcan grandes turbulencias después de la aplicación del coagulante.
- Cualquier irregularidad, el operador de turno deberá informar de inmediato al jefe de Planta y/o tomar las acciones correctivas del caso.

### **MANTENIMIENTO DEL SISTEMA**

Verificar que no haya obstrucciones en la tubería que conduce la solución del coagulante hasta la mezcla rápida, si los hubiese limpiar periódicamente

#### **3.2.7. UNIDAD DE FLOCULACIÓN**

La estructura es hidráulica de flujo horizontal en donde se aprecia 2 zonas con gradientes de velocidad decreciente. Las pantallas son prefabricadas de planchas corrugadas de PVC. Al paso del flujo del agua se aprecia en el recorrido el serpentín y la formación de flóculos.

##### **- Operación del sistema**

- En esta unidad, el operador, rutinariamente deberá remover las natas y espumas y todo material flotante que pueda llegar a la unidad (Figura 2). Para ello utilizará una espumadera de tela con mango largo y liviano.
- Observar que se esté formando los flóculos, en la mitad del compartimento de la unidad del floculador.
- Cualquier irregularidad, el operador de turno deberá informar de inmediato al supervisor y/o tomar las acciones correctivas del caso.

##### **- Mantenimiento del sistema: lavado del floculador**

- La limpieza general se realiza cada seis meses.
- Se recomienda que se realice en días donde la turbiedad es baja.
- Para la limpieza general de los floculadores habrá que drenar completamente la unidad abriendo la válvula y/o compuerta de desagüe.
- Con ayuda de agua a presión, evacuar la totalidad de lodo en la unidad.
- Cada año se procederá al pintado de las paredes y pantallas para evitar la formación de algas.
- Anotar la fecha y hora de realizar la limpieza

#### **3.2.8. UNIDAD DE DECANTACIÓN**

##### **- Operación normal**

- Las compuertas y/o válvulas de entrada a los decantadores nunca deben utilizarse para regular caudal. Estas deben trabajar siempre abiertas o cerradas. Solo deben cerrarse cuando se realizarán purgas de lodos o cuando se sacará de servicio la unidad





- El Operador de turno tendrá que retirar las natas y material flotante de la superficie del decantador. Para ello utilizara unas espumaderas de tela con mango largo liviano.
- **Mantenimiento del sistema**
  - La limpieza se realiza semestralmente. Purga de lodos: Se realiza independientemente para cada unidad.
  - Cerrar la compuerta o válvula de ingreso.
  - Abrir la válvula y/o compuerta de drenaje hasta que el nivel del agua descienda 0.3m.
  - Cerrar la válvula y/o compuerta de drenaje.
  - Abrir la compuerta y/o válvula de ingreso. Anotar la fecha y hora de realizada la limpieza

### 3.2.9. UNIDAD DE FILTRACIÓN

- El agua clarificada de los decantadores se reúne en un canal para repartirse posteriormente a los 4 filtros rápidos existentes de lecho doble. El proceso de lavado se realiza en forma ascendente con agua; donde para lavar un filtro se emplea el caudal que producen los filtros restantes. Cada batería de filtros está dotada de un vertedero general de salida de agua filtrada, cuya función es mantener una altura de agua tal, que proporcione la presión necesaria sobre la canaleta de eliminación de agua de lavado, como para que el flujo se invierta y penetre a través de la unidad en proceso de lavado al abrir la válvula de desagüe.
- **Operación del sistema**
  - El Operador de turno tendrá que retirar rutinariamente las natas y material flotante del filtro, si las hubiera.
  - El operador tendrá que sacar muestras de agua filtrada cada 3 horas y llevar al laboratorio para determinar turbiedad, pH y cloro residual.
- **Mantenimiento del sistema**
  - Se cierra la válvula y/o compuerta de ingreso de agua decantada al filtro.
  - Se abre la válvula y/o compuerta de salida de agua de lavado.
  - Lavar los filtros correspondientes.
  - Una vez empezado el proceso de lavado de un filtro, con una escoba larga o rastrillo de jardín, de extremo a extremo del filtro, se rasga la superficie del lecho filtrante con un movimiento de vaivén durante tres o cuatro minutos.
  - Se tendrá que pintar las paredes del filtro con una solución de sulfato de cobre y cal hidratada, siempre que el supervisor lo indique.
  - Dejar secar las paredes del filtro por unas tres horas.
  - Se concluye el lavado.
  - Se cierra la válvula y/o compuerta de salida del agua de lavado
  - Se abre lentamente la válvula o compuerta de ingreso de agua decantada al filtro (en un lapso de 2 a 3 minutos aproximadamente).
  - Anotar en el registro de lavado de filtros: el número de filtro, el día, la hora de lavado y el tiempo de la carrera de filtración.
  - Cualquier irregularidad, el operador de turno deberá informar de inmediato al jefe de Planta y/o tomar las acciones correctivas del caso.

### 3.2.10. DESINFECCIÓN

- **Operación del sistema**
  - Ajustar la dosificación de acuerdo al caudal de operación y la tabla de dosificación de cloro.
  - Mantener una solución de 3kg en 200 litros de agua.
- **Mantenimiento del sistema**
  - Lavar adecuadamente los timbos de plástico.
  - Anotar la fecha y hora de realizar la limpieza
- **Residuos generados en la operación y mantenimiento:**

Los residuos generados deberán disponerse en los tachos señalizados y/o punto de acopio general de la planta. Residuos generales como parte del mantenimiento (residuo especial). Bolsas

  - Cerrar el suministro de cloro al clorador accionando la válvula de control en el sentido indicado para evitar el paso del cloro.
  - Cuando el rotámetro del dorador marque cero (0), rotar la perilla hasta la posición de cerrado.

### 3.2.11. ALMACENAMIENTO

- **Operación del sistema**
  - Ingreso de agua tratada a los reservorios El agua tratada ingresa de manera constante a los reservorios, para su almacenamiento y distribución.
  - Almacenamiento Cuenta con 2 reservorios que sirven como unidades de almacenamiento del agua tratada. R1 con capacidad de 850 m3, ubicado en la planta ALMENDRA. R2 con capacidad de 450 m3, ubicado en la planta ALMENDRA.
  - Medición de caudal, nivel del agua y parámetros fisicoquímicos Los operarios de captación cada 3 horas toman la medida del caudal de acuerdo al registro del macromedidor de salida de reservorio. Se toma la muestra a la salida del R1 y R2 para determinar el Cloro Residual, según la frecuencia de muestreo, para verificar que se encuentre dentro los límites máximos permisibles (LMP) rango 0.9 y 51.5 ppm o mg/l y 0.9 y 51.5 ppm o mg/l en R3.
- **Regulación de válvula de salida**
  - A las 4.00 am se apertura la válvula de salida, aproximadamente con 10 vueltas.
  - A las 7.00 am se normaliza la apertura, adicionando 20 vueltas.
  - A las 9.00 pm se cierra la válvula unas 10 vueltas.
  - A las 00.00 horas se cierra totalmente la válvula, para garantizar el llenado de los reservorios. Sin embargo, en temporadas de lluvia a las 00.00 horas se cierra 15 vueltas, dejando una operación del abastecimiento con 5 vueltas en los casos de los R1 y R2 y una vuelta en el caso del R3.
- **Registro**

Las actividades de almacenamiento son registradas en los formatos de reservaría, así como también en cuaderno de ocurrencias.
- **Elaboración del programa de mantenimiento de las unidades de almacenamiento**





- El jefe del departamento de producción anualmente elabora el programa de mantenimiento de las unidades de mantenimiento, ingresando en el Sistema de Captura y Transferencia de Datos (SICAP), considerando la normativa de SUNASS Eventualmente, se pueden realizar mantenimientos no programados, según la necesidad.
- **Acciones previas**
- Previo a la ejecución del mantenimiento el jefe de producción coordina con el responsable de imagen institucional para la comunicación oportuna a la población de las acciones de mantenimiento y los efectos que pudiera generar (baja presión o desabastecimiento).
- Por otro lado, se solicita al departamento de mantenimiento el apoyo de personal operativo y a su vez se prevé los materiales y herramientas a utilizar.
- Se debe coordinar con el Operador de Captación para que no se llene el reservorio sobre el que se va a ejecutar el mantenimiento, la noche anterior.
- **Ejecución del mantenimiento**
- Se abre la válvula de purga del reservorio para vaciar el agua existente.
- Provisto de escobas y escobillas, los operarios proceden a la limpieza de las paredes y pisos del reservorio.
- Luego, se procede al enjuague de las paredes y pisos con agua limpia, mediante el uso de baldes.
- Con una solución de Hipoclorito de Calcio con agua, se procede a la desinfección de paredes y pisos, utilizando una solución de 1/2 Kg. hipoclorito de calcio en 20 litros de agua
- Se cierra la válvula de purga y se abre totalmente la válvula de llenado, previo cierre del By-pass
- **Mantenimiento del entorno del sistema de almacenamiento**  
El operador de Reservorio, provisto de machete y palana, procede al cultivo y mantenimiento de las áreas verdes circundantes a los reservorios.
- **Mantenimiento de equipos electromagnéticos**  
Establecer los lineamientos y procedimientos para ejecutar el mantenimiento preventivo y/o correctivo de los equipos electromecánicos de la EPS.
- **Requerimiento del mantenimiento de equipo**  
El operador de planta (de turno) informa el requerimiento de mantenimiento de los equipos al jefe del departamento de producción en forma verbal, produciéndose por fallas o de manera preventiva para garantizar el buen funcionamiento de los equipos, como son: Batidor de Sulfato, Dosificador de Polímero, Cloradores Electrobombas, Reparación de Válvulas en planta y/o reservorios, Desperfectos eléctricos en el sistema, entre otros.



- **Evaluación del problema del equipo**  
El personal de mantenimiento evalúa el tipo de problema del equipo a fin de determinar si la reparación es ejecuta por la empresa o por terceros.
- **Mantenimiento de equipo por la empresa**  
Se identifica los tipos de materiales, repuestos y accesorios a utilizar  
Se ejecuta el requerimiento al equipo funcional de logística mediante el formato de requerimiento, indicando el tipo y cantidad de los accesorios.  
El equipo funcional de logística atiende los requerimientos solicitados para el inicio del mantenimiento.  
Contando con los materiales, repuestos y accesorios necesarios se procede con la ejecución de la reparación del equipo según sea el caso.  
Culminada la reparación se realiza la prueba de funcionamiento, para asegurar la operatividad del equipo.  
Se comunica al responsable de la operación del equipo la conformidad del trabajo realizado.
- **Mantenimiento de equipo por terceros**  
Se solicita la contratación de un tercero considerando la especialidad según sea el caso.  
El equipo funcional de logística procede con la contratación del tercero.  
En la prestación del servicio del tercero el jefe de oficina ejecuta la supervisión para garantizar la calidad del servicio.  
Culminado el servicio, el área usuaria emite conformidad del trabajo realizado.

#### IV. ANÁLISIS DE LABORATORIO

##### 4.1. DETERMINACIÓN DE LA TURBIDEZ

- Colocar la muestra en el frasco del equipo (turbidímetro)
- Limpiar el frasco con papel tissue o franela.
- Colocar el frasco en el equipo.
- Realizar la medición.

##### 4.2. DETERMINACIÓN DE COLOR

###### COLOR REAL

- Filtrar la muestra.
- Llene hasta la marca indicada en el tubo Nessler de 50 ml con la muestra filtrada.
- Compare con los patrones de color en el comparador visual.

###### COLOR APARENTE

- Use el mismo procedimiento para medir color real, pero con la muestra original (sin filtrado).

##### 4.3. DETERMINACIÓN DE CLORO RESIDUAL

- Abrir el sachet de DPD y adicionarlo al frasco para analizar.
- Luego ir adicionando agua hasta la marca.
- Agitar y se procede a leer con el equipo

#### 4.4. DETERMINAR LA ALCALINIDAD

La alcalinidad se determinará en un laboratorio cercano a la planta. La alcalinidad es un parámetro importante pues actúa para amortiguar el agua (buffer) en un rango de pH donde el coagulante pueda ser efectivo. El procedimiento de medición, distingue entre las tres clases de alcalinidad: hidróxido (OH), carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Para esto se efectúa una titulación con 0.02 N de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, usando dos indicadores sucesivamente: la fenolftaleína (C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>) y el anaranjado de Metilo (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> N C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>N.

#### 4.5. DETERMINACIÓN DE PH

El pH puede medirse bien sea colorimétricamente o electrométricamente. pH es un término universalmente usado para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución.

##### A) MÉTODO ELECTROMÉTRICO

- Equipo, medidor de pH.
- Procedimiento de medición: colocar la muestra en el frasco del equipo, colocar el frasco en el equipo, realizar la medición.
- Calibrar el pH: calibrar el equipo de acuerdo a lo indicado por el fabricante.

##### B) MÉTODO COLORÍMETRO (RUEDA)

- Para determinar el pH por este método usaremos el indicador rojo de fenol.
- Tomar una muestra de 10 ml de agua en el muestreador (tubo) del equipo.
- Adicionar 4 gotas de la solución de Rojo de Fenol.
- Agitar y luego colocar el tubo en el equipo. Según el color que se forme comparar y determinar el pH en la rueda de colores.

#### PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

Este procedimiento es para aplicación por parte del personal operativo de la EPS que esté debidamente entrenado para uso y manipulación de los equipos y materiales indicados.

La Oficina de Producción deberá decidir el método más adecuado para una situación determinada. La elección del método que se va a utilizar deberá basarse en la disponibilidad de materiales y equipos para la desinfección, capacitación del personal que llevará a cabo la desinfección, y las condiciones de seguridad.



#### V. FORMATO DE CONTROL OPERACIONAL DE LA PLANTA TRATAMIENTO DE ALMENDRA





# MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA JUNINGUILLO DE LA EPS MOYOBAMBA S.A.

*PERIODO 2025-2026*

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	3
II.	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA .....	3
III.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	3
3.1.	OPERACIÓN DE CAPTACIÓN .....	3
3.1.1.	Captación el Milagro .....	3
3.1.2.	Captación Chuyayacu.....	3
3.2.	LÍNEAS DE CONDUCCIÓN.....	4
3.2.1.	LÍNEA DE CONDUCCIÓN EL MILAGRO .....	4
3.2.2.	LÍNEAS DE CONDUCCIÓN CHUYAYACU.....	4
IV.	ANÁLISIS DE LABORATORIO .....	7
4.1.	DETERMINACIÓN DE LA TURBIDEZ .....	7
4.2.	DETERMINACIÓN DE COLOR .....	7
4.3.	DETERMINACIÓN DE CLORO RESIDUAL.....	7
4.4.	DETERMINAR LA ALCALINIDAD .....	7
4.5.	DETERMINACIÓN DE PH .....	7
V.	FORMATO DE CONTROL OPERACIONAL DE LA PLANTA TRATAMIENTO DE JUNINGUILLO..	8



## I. INTRODUCCIÓN

El agua producida en el SISTEMA JUNINGUILLO tiene dos principales contribuyentes, que son la quebrada Chuyayacu y El Milagro, las mismas que se encuentran en la parte Nor-Oeste del reservorio a una altitud de 1015 msnm., consta de líneas de conducción, filtración, caseta de desinfección y reservorio R3 con una capacidad de 1000 m<sup>3</sup>. Se utiliza Filtración (Con una batería de filtros tipo cartucho), la cual es tratada hasta convertiría en agua potable para almacenar en el reservorio y posteriormente e a las conexiones domiciliarias abasteciendo al Sector Operacional N°1 (Zaragoza).

Este documento presenta pautas para mantener correctamente el servicio de agua potable, lo cual nos permitirá asegurar que la familia consume agua de buena calidad, proporcionar de forma constante, prolongar la vida de los componentes del sistema y disminuir los gastos en sus reparaciones.

Se incluye información de operación y mantenimiento, por un lado, de las captaciones, líneas de conducción y reservorio de almacenamiento, para que funcione de forma continua y eficiente, así mismo con la finalidad de prevenir o evitar problemas de funcionamiento.

Finalmente se incorpora información sobre las herramientas y materiales necesarios utilizar para la operación y mantenimiento.



## II. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Sistema Juninguillo, cuenta con los siguientes procesos: Captación, conducción, filtros, caseta de desinfección y reservorio con una capacidad de 28 L/s.

### COMPONENTES DE LA PLANTA:

- **Captación**
  - A) **Quebrada El Milagro:** es de fuente superficial y tiene un caudal de 12 l/s.
  - B) **Quebrada Chuyayacu:** es de fuente superficial y tiene un caudal de 17 l/s.
- **Líneas de conducción:** con una longitud de 1.8 km.
- **Caseta de desinfección:** inyección al vacío.
- **Reservorio R3:** capacidad de 1000m<sup>3</sup>.

## III. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### 3.1. OPERACIÓN DE CAPTACIÓN

#### 3.1.1. Captación el Milagro

Se encuentra en la parte nor-oeste del reservorio R3 a una altitud de 1015 msnm con una antigüedad de 10 años. En época de estiaje el agua es bastante clara, con un caudal de captación 10 l/s. La captación está conformada por un barraje central, compuerta de regulación y caja de captación lateral que empalma a la línea de conducción.

#### 3.1.2. Captación Chuyayacu.

Se encuentra a una altitud de 1010 msnm, con un caudal promedio de 12 l/s al lado noreste del reservorio R3 y antigüedad de 10 año. La estructura de captación está conformada por una caja de reunión construida en el cauce del riachuelo Chuyayacu, con compuerta de regulación.

### **Mantenimiento de la captación**

Se realiza cada seis meses con la finalidad de eliminar material acumulado, para ello se comunica con el jefe de la oficina de producción para gestionar el personal para el mantenimiento, así como diversas incidencias que pueden ocurrir en la captación, siendo:

- Sedimentación de material granular (arena, piedra, palos, etc) en el barraje de concreto armado por causa de fuertes lluvias.
- Rotura de la tubería en la línea de conducción y otros que impida el funcionamiento correcto.

### **Equipos de mantenimiento**

- La oficina de producción de agua potable, prevé la adquisición de insumo y de herramientas y/o materiales que serán necesarios para el cumplimiento de las labores de mantenimiento.

## **3.2. LÍNEAS DE CONDUCCIÓN**

### **3.2.1. LÍNEA DE CONDUCCIÓN EL MILAGRO**

La línea de conducción de aproximadamente 1.5 km de longitud de PVC de DN 160 mm. En la línea de conducción se cuenta con baterías de filtros de cartucho con anillos de filtración, se transporta hacia el reservorio R3.

### **3.2.2. LÍNEAS DE CONDUCCIÓN CHUYAYACU**

La línea de conducción de aproximadamente 1.8 km con tubería de PVC DN 160 mm, conduce el agua desde la captación hasta el reservorio R3. En la línea de conducción se cuenta con baterías de filtros de cartucho con anillos de filtración.

### **MANTENIMIENTO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

La limpieza se realiza cada seis meses, considerando todo el tramo hasta el reservorio, estos pueden ser por motivo:

Malezas en la línea Excavación de zanja, Corte de la tubería dañada, Empalme de nueva tubería con uniones de reparación. Verificación de la reparación, controlando que no exista fugas. En caso se detecte fugas se corrige el trabajo. Relleno y compactación de zanja

## **3.3. FILTROS**

El "Equipo de filtrado con anillos "autolimpiantes", filtración por disco, es un sistema de filtrado por medio de anillas de polietileno reforzado con nylon, de filtración eficiente y continua que aseguran una larga vida útil y una seguridad de filtración sin fisuras ni roturas. El funcionamiento básico de este tipo de equipo implica el uso de anillas autolimpiantes que están diseñadas para eliminar automáticamente las impurezas y los sólidos del medio que se está filtrando.

### **DISEÑO DE ANILLA**

Las anillas centradas y con canales inter-seccionados diseñados de manera cruzada, garantizan una filtración profunda y la retención de la máxima cantidad de partículas del tamaño seleccionado según el grado de filtración deseado.





### **ELEMENTO FILTRANTE AUTOLIMPIANTE**

El diseño telescópico de la instalación de las anillas y su muelle de retención le permite liberar las anillas para asegurar una mejor limpieza de las partículas más profundas.

### **INCORPORANDO LA UNIDAD DE CONTROL**

El equipo es autónomo para realizar un proceso de lavado de las anillas cuando detecte una pérdida de presión, esto nos garantiza una mayor uniformidad en la presión de riego en el caudal.

### **VÁLVULA DE CONTRALAVADO**

La válvula de contralavado garantiza la evacuación del agua de lavado de forma automática, garantizando la separación de los flujos de aguas limpias y aguas de lavado sin que se puedan mezclar y llegar hasta nuestro cultivo.

### **FUNCIONAMIENTO DE LOS FILTROS**

- Anillas autolimpiantes: Estas anillas están diseñadas con una estructura especial que les permite atrapar las impurezas mientras el líquido fluye a través del equipo de filtrado.
- Acumulación de sólidos: Con el tiempo, las impurezas y los sólidos se acumulan en las anillas, reduciendo su eficacia para filtrar el medio.
- Proceso de limpieza automática: Cuando las anillas se saturan con suficientes sólidos, el sistema activa un proceso de limpieza automática. Este proceso puede implicar el uso de métodos como el lavado a contracorriente, la agitación mecánica o la purga de los sólidos acumulados.
- Filtración continua: Este proceso de limpieza automática permite que el equipo de filtrado opere de manera continua, sin necesidad de detenerse para la limpieza manual, lo que mejora la eficiencia del proceso y reduce los tiempos de inactividad

### **MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS**

La limpieza de los filtros se realiza de manera quincenal, lo cual consiste en retirar y lavar las anillas que se encuentren con los sólidos acumulados.

Después de la limpieza, las anillas vuelven a su posición original y están listas para comenzar el proceso de filtración nuevamente.

## **3.4. DESINFECCIÓN**

Se cuenta con una caseta de desinfección donde de forma simultánea se inyecta cloro a la salida de filtros ubicados en las líneas de conducción. En dicha caseta se ubican los balones de cloro.

### **3.4.1. TIPO DE DESINFECTANTE**

El cloro utilizado en la desinfección puede estar en la forma líquida, solución de hipoclorito de sodio y gránulos o tabletas de hipoclorito de calcio.

#### **A) CLORO LÍQUIDO**

El cloro líquido contiene cloro 100% disponible y está empacado en cilindros de acero de normalmente de 68 kg de peso neto. El cloro líquido debe ser utilizado solamente:

1. En combinación con cloradores y eyectores para proporcionar una alimentación controlada al agua a ser clorada de una solución con alta concentración.
2. Baja la supervisión directa de una persona capacitada y equipada para manejar cualquier emergencia que pueda surgir.
3. Se capacita al personal operario para su correcta operación y prácticas de seguridad apropiadas para proteger al personal de trabajo y al público.

#### B) HIPOCLORITO DE CALCIO

El hipoclorito de calcio está disponible en forma granulada o en pequeñas tabletas, y contiene aproximadamente 32% o 65% de cloro disponible por peso. El material debe ser mantenido en un ambiente fresco, seco y oscuro para minimizar su deterioro. Es la forma más común de desinfectante utilizada en las operaciones de limpieza.

### 3.5. ALMACENAMIENTO

Este sistema cuenta con un reservorio circular R3 con capacidad de 1000 m<sup>3</sup> en estado operativo y bueno, cuenta con macromedidor. Es abastecido por las captaciones El milagro y Chuyayacu abasteciendo así al sector operacional N°1 (Zaragoza). La cloración se realiza por inyección al vacío en el mismo reservorio.

#### OPERACIÓN

El agua ingresa de manera constante y el operario toma medida del caudal cada tres horas de acuerdo al registro del macromedidor, se toma la muestra para determinar el cloro residual, turbiedad y pH, para verificar que se encuentre dentro de los límites máximos permisibles (LMP) y tomar medida de la altura de agua de reservorio, posterior a ello se anota todas las medidas en el formato de control operacional para llevar un buen registro.

#### MANTENIMIENTO DEL RESERVORIO

Se realiza cada seis meses, previo a la ejecución del mantenimiento el jefe de producción coordina con el responsable de imagen institucional para la comunicación a la población sobre las acciones de mantenimiento a realizar y los efectos que pudiera generar (baja presión o desabastecimiento del líquido). Se solicita personal operativo y a su vez se provee los materiales y herramientas a utilizar. Se coordina un día antes con el operador de turno para que no se llene el reservorio y se pueda ejecutar correctamente el mantenimiento.

#### EJECUCIÓN

- Se abre la válvula de purga del reservorio para vaciar el agua existente.
- Todo material que puede existir en el interior del tanque, tales como lodo, arena, etc. deberá ser removido.
- Provisto de escobas y escobillas, los operarios proceden a la limpieza de las paredes y pisos del reservorio.
- Se debe tomar las precauciones necesarias para evitar que el material removido con las escobillas ingrese en las tuberías de ingreso y salida de agua potable. Luego, se procede al enjuague de las paredes y pisos con agua limpia, mediante el uso de baldes.



- Con una solución de Hipoclorito de Calcio con agua, se procede a la desinfección de paredes y pisos, utilizando una solución de 3 Kg. hipoclorito de calcio en 20 litros de agua
- Se cierra la válvula de purga y se abre totalmente la válvula de llenado, previo cierre del By-pass
- Mantenimiento del entorno del reservorio se realiza el cultivo de áreas verdes con machete y palana.

#### IV. ANÁLISIS DE LABORATORIO

##### 4.1. DETERMINACIÓN DE LA TURBIDEZ

- Colocar la muestra en el frasco del equipo (turbidímetro)
- Limpiar el frasco con papel tissue o franela.
- Colocar el frasco en el equipo.
- Realizar la medición.

##### 4.2. DETERMINACIÓN DE COLOR

###### COLOR REAL

- Filtrar la muestra.
- Llene hasta la marca indicada en el tubo Nessler de 50 ml con la muestra filtrada.
- Compare con los patrones de color en el comparador visual.

###### COLOR APARENTE

- Use el mismo procedimiento para medir color real, pero con la muestra original (sin filtrado).

##### 4.3. DETERMINACIÓN DE CLORO RESIDUAL

- Abrir el sachet de DPD y adicionarlo al frasco para analizar.
- Luego ir adicionando agua hasta la marca.
- Agitar y se procede a leer con el equipo

##### 4.4. DETERMINAR LA ALCALINIDAD

La alcalinidad se determinará en un laboratorio cercano a la planta. La alcalinidad es un parámetro importante pues actúa para amortiguar el agua (buffer) en un rango de pH donde el coagulante pueda ser efectivo.

El procedimiento de medición, distingue entre las tres clases de alcalinidad: hidróxido (OH), carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Para esto se efectúa una titulación con 0.02 N de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, usando dos indicadores sucesivamente: la fenolftaleína (C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>) y el anaranjado de Metilo (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> N C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>N.

##### 4.5. DETERMINACIÓN DE PH

El pH puede medirse bien sea colorimétricamente o electrométricamente. pH es un término universalmente usado para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución.

###### A) MÉTODO ELECTROMÉTRICO

- Equipo, medidor de pH.
- Procedimiento de medición: colocar la muestra en el frasco del equipo, colocar el frasco en el equipo, realizar la medición.
- Calibrar el pH: calibrar el equipo de acuerdo a lo indicado por el fabricante.

###### B) MÉTODO COLORÍMETRO (RUEDA)

- Para determinar el pH por este método usaremos el indicador rojo de fenol.



- Tomar una muestra de 10 ml de agua en el muestreador (tubo) del equipo.
- Adicionar 4 gotas de la solución de Rojo de Fenol.
- Agitar y luego colocar el tubo en el equipo. Según el color que se forme comparar y determinar el pH en la rueda de colores.

#### **PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES**

Este procedimiento es para aplicación por parte del personal operativo de la EPS que esté debidamente entrenado para uso y manipulación de los equipos y materiales indicados.

La Oficina de Producción deberá decidir el método más adecuado para una situación determinada. La elección del método que se va a utilizar deberá basarse en la disponibilidad de materiales y equipos para la desinfección, capacitación del personal que llevará a cabo la desinfección, y las condiciones de seguridad.

#### **V. FORMATO DE CONTROL OPERACIONAL DE LA PLANTA TRATAMIENTO DE JUNINGUILLO**



**FORMATO DE CONTROL OPERACIONAL DE SISTEMA JUNINGUILLO**

HORA	INGRESO A PLANTA			CONTROL DE PROCESOS										
	LECTURA DEL MEDIDOR M <sup>3</sup>	VOLUMEN M <sup>3</sup>	CAUDAL (L/s)	Dosisación de cloro desinfeccion		Preparacion de Hipoclorito de calcio			Cl Libre mg/L salida	Turbiedad (NTU)	Sulfato de Aluminio Tipo A	Polimero Cationico	Pastilla DPD	Arandelas de Plomo
				Peso Kg/24h	Dosif. Lb/24h	Cant. Kg	Agua L	Dosif. %						
01:00														
02:00														
03:00														
04:00														
05:00														
06:00														
07:00														
08:00														
09:00														
10:00														
11:00														
12:00														
13:00														
14:00														
15:00														
16:00														
17:00														
18:00														
19:00														
20:00														
21:00														
22:00														
23:00														
24:00														
<b>TOTAL</b>														

NOMBRE Y FIRMA DEL OP. TURNO (DIA):

NOMBRE Y FIRMA DEL OP. TURNO (NOCHE):

OBSERVACIONES:

