



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA



Av. Freyre N° 616, Tel: 243665, Fax, (94) 234101 iifiqunap@yahoo.es

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA EN EL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y LA OFICINA DE CONTROL DE
CALIDAD DE LA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS SEDALORETO S.A.**

IQUITOS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTANDO POR EL BACHILLER:

RAÚL ENRIQUE URRO MELÉNDEZ

ASESOR:

ING. CÉSAR AUGUSTO SAENZ SÁNCHEZ, DR.

Iquitos, Perú

2019



UNAP

**Facultad de
Ingeniería Química**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

En la ciudad de Iquitos, a las *diecinueve horas y dieciocho minutos* del primer día del mes de febrero del año dos mil diecinueve, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, se dio inicio al acto público de sustentación del trabajo de suficiencia profesional titulado: : **“DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y LA OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS SEDALORETO S.A. IQUITOS”**, presentado por el bachiller: **RAÚL ENRIQUE URRO MELÉNDEZ**, para obtener el **TÍTULO PROFESIONAL de INGENIERO QUÍMICO** que otorga la UNAP, de acuerdo a la Ley 30220 y el Estatuto General de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

El Jurado Calificador nombrado por la Dirección de Escuela de Formación Profesional, está integrado por los siguientes catedráticos:

Ing. JUAN MANUEL ROJAS AMASIFÉN, Dr.	Presidente
Ing. LAURA ROSA GARCÍA PANDURO.	Miembro
Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ.	Miembro
Ing. CÉSAR AUGUSTO SÁENZ SÁNCHEZ, Dr. (+)	Asesor

Luego de haber escuchado con mucha atención la exposición y formuladas las preguntas respectivas las que fueron respondidas en forma *satisfactoria*, el Jurado Calificador -previa deliberación- llegó a las siguientes conclusiones:

El trabajo de suficiencia profesional ha sido: *aprobado* Por: *unanimidad*

Con calificación de: *muy bueno*

Siendo las *veinte horas y cuarenta minutos* se dio por concluido el acto, felicitando al sustentante por la exposición.

Ing. JUAN MANUEL ROJAS AMASIFÉN, Dr.
Presidente

Ing. LAURA ROSA GARCÍA PANDURO.
Miembro

Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ.
Miembro

MIEMBROS DEL JURADO



Ing. Juan Manuel Rojas Amasifén, Dr

Presidente



Ing. Laura Rosa García Panduro

Miembro



Ing. Víctor García Pérez

Miembro

Ing. César Augusto Sáenz Sánchez, Dr. (+)

Asesor

DEDICATORIA

A mis padres quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ayudándome a superarme y desear lo mejor en cada paso por este camino difícil arduo de la vida. Gracias por ser como son, porque su presencia y persona han ayudado a construir y forjar la persona que ahora soy.

ÍNDICE

	Pág.
CARATULA	1
ACTA DE SUSTENTACIÓN	2
MIEMBROS DEL JURADO	3
DEDICATORIA	4
ÍNDICE	5
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I	11
1.0 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	11
1.1 Identificación y descripción de la Empresa	11
1.2 La Empresa y su entorno	14
1.2.1 Planta de Tratamiento	14
a. Captación	15
b. Planta de Tratamiento Antigua	16
c. Planta de Tratamiento Nueva	20
1.2.2 Trabajadores	27
1.2.3 Usuarios	28
1.2.4 Proyección Social	28
1.3 Estructura Organizacional	29
CAPITULO II	30
2.0 PLANTEAMIENTO TÉCNICO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	30
2.1 Proceso de Potabilización	30
2.1.1 El agua y sus características	35
2.1.2 Descripción del Proceso de Potabilización	38
2.1.3 Capacidad de Producción	44
2.1.4 Perdida de Producción	44

2.2	Control de Calidad	45
2.2.1	Parámetros de Control	52
2.2.2	Descripción de los Métodos de Análisis	53
2.2.3	Frecuencia de muestreo de Parámetros	64
CAPITULO III		66
3.0	DESEMPEÑO PROFESIONAL	66
3.1	Descripción de la Experiencia Profesional Adquirida en el Departamento de Producción	66
3.2	Descripción de la Experiencia Profesional Adquirida en la Oficina de Control de Calidad	72
3.3	Limitaciones encontradas durante el desempeño de sus Funciones	76
3.4	Aportes profesionales y técnicos	77
CONCLUSIONES		79
RECOMENDACIONES		80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		81
ANEXOS		83

RESUMEN:

El agua potable es una necesidad fundamental para los seres vivos, más aún para el ser humano. Y, para garantizar su condición de potable es necesario someter al agua cruda a una serie de procesos y operaciones.

La formación del Ingeniero Químico, permite desenvolverse de manera eficiente en la actividad de potabilización del agua, asegurando la calidad del producto y el eficiente proceso de producción de agua de consumo humano; desde la verificación de la calidad de los insumos químicos usados, hasta la obtención de un producto final (Agua potable), en concordancia con la normativa peruana de calidad vigente. Todo esto dota al profesional con la capacidad de identificar problemas y plantear soluciones idóneas.

Entonces, este Informe técnico de experiencia profesional, describe las capacidades adquiridas en la EPS SEDALORETO S.A., específicamente en el Departamento de Producción y la Oficina de Control de Calidad. Desde la gestión administrativa y gestión de recursos, hasta la aplicación de técnicas y métodos de análisis en los procesos operativos.

Finalmente, la EPS SEDALORETO S.A., es una empresa que permite al ingeniero químico hacer uso de sus conocimientos y habilidades, para adquirir la experiencia suficiente y desenvolverse en un amplio campo de actividades que optimicen la obtención y/o fabricación de productos para el beneficio humano, como son los procesos industriales y la prestación de servicios.

ABSTRACT:

Potable water is a fundamental need for living beings, even more so for the human being. And, to assure its potable condition, is necessary to submit the raw water to a series of processes and operations.

The formation of the Chemical Engineer, allows to develop efficiently in the activity of water purification, ensuring the quality of the product and the efficient process of production of water for human consumption; from the verification of the quality of chemical inputs used, to the obtaining of a final product (potable water), in accordance with the current Peruvian quality regulations. All this provides the professional with ability to identify problems and propose suitable solutions.

Then, this professional experience technical report describes the capacities acquired in the EPS SEDALORETO S.A., specifically in the Production Department and the Office of Quality Control. From administrative management and resource management, to the application of analysis techniques and methods in operational process.

Finally, EPS SEDALORETO S.A. is a company that allow the chemical engineer to make use of his knowledge and skills, to acquire sufficient experience and to develop in a wide range of activities that optimize the obtaining and/or manufacturing of products for human benefit, such as industrial processes and the provision of services.

INTRODUCCIÓN:

La formación del Ingeniero Químico, posibilita desenvolverse en un amplio campo de actividad humana, como la investigación, la industria y la prestación de servicios. Donde se presentan aplicaciones propias de la ingeniería, permitiendo aplicar conocimientos y habilidades. La EPS SEDALORETO S.A., única empresa prestadora de servicios de saneamiento en la ciudad de Iquitos, es la encargada de procesar el agua para su potabilización y distribución.

El Departamento de Producción y la Oficina de Control de Calidad, permite al profesional que labora en estas áreas, asegurar la calidad del producto y la eficiencia del proceso de producción de agua para el consumo humano, desde la verificación de la calidad de los insumos químicos hasta la obtención de un producto de consumo que cumpla con la normativa peruana de calidad vigente, siendo capaz de identificar problemas y plantear soluciones idóneas.

El presente Informe técnico de experiencia profesional, es un trabajo de descripción de las actividades que realiza el bachiller en el desempeño de sus funciones, con la finalidad de optar por el Título de Ingeniero Químico.

El informe ha sido dividido en tres capítulos: Descripción general de la empresa, Planeamiento técnico de la experiencia profesional y Desempeño profesional.

En el capítulo inicial de Descripción general de la empresa se da conocer la identificación y la descripción de la empresa, indicando su objeto social y sus objetivos institucionales, haciendo una breve descripción histórica y técnica de la planta de tratamiento y presentando a su vez el Organigrama y los servicios que brinda.

En el capítulo intermedio de Planeamiento técnico de la experiencia profesional se describe todo el proceso de potabilización del agua y los controles que se realizan para brindar un servicio de calidad.

Y, en el capítulo final se describe el desempeño profesional, es aquí, donde se desarrolla y extiende el contenido del presente Informe técnico de experiencia profesional, como Bachiller (Optando el Título de Ingeniero Químico) adquirida en la EPS SEDALORETO S.A., específicamente en la Oficina de Control de Calidad y en el Departamento de Producción, dando a conocer las limitaciones encontradas, como los aportes profesionales y técnicos brindados, terminando con la realización de la evaluación de peligros para el sistema de abastecimiento.

Todo el conocimiento y habilidades proporcionadas por dicha empresa, tienen como objetivo demostrar la experiencia profesional adquirida por el Bachiller en el Departamento de Producción y la Oficina de Control de Calidad de la EPS SEDALORETO S.A.-Iquitos, y el aporte técnico propio a la misma.

CAPITULO I

1.0 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Agua Potable y Alcantarillado de Loreto Sociedad Anónima - EPS SEDALORETO S.A.; es una empresa estatal de derecho privado, constituida como Sociedad Anónima. A nivel de gestión, aun cuando su personal pertenece al régimen privado, pertenece a la calificación de “Entidad de Tratamiento Empresarial” – ETE, y por ende le son aplicables, en su mayoría, las disposiciones de control, presupuestales, normativas, y sectoriales, del sector público. (EPS SEDALORETO S.A. 2015).

Mediante los Decretos Legislativos N° 574 y N° 601 (abril de 1990) se norma el proceso de transferencia de las Acciones de las Empresas de Saneamiento a las Municipalidades Provinciales; y en lo específico, el Decreto Supremo N° 112-90-PCM, institucionaliza el 15 de noviembre de 1990, la Empresa Pública Municipal: Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Loreto - SEDALORETO, teniendo como accionistas a las Municipalidades Provinciales de Maynas, Alto Amazonas, y Requena. (EPS SEDALORETO S.A. 2015).

En 1997, la Junta General de Accionistas, cambia la denominación de SEDALORETO por la de EPS LORETO S.A., y la incorpora al régimen de Sociedades Mercantiles. El 25 de abril 2000, en Sesión 001-2000, mediante Acuerdo 001-2000, retoma el nombre de EPS SEDALORETO S.A. En 1998 se incorpora la Municipalidad Distrital de Punchana. (EPS SEDALORETO S.A. 2015)

A la fecha se encuentra inscrita en la Partida Electrónica N° 11001998 B004 de la Zona Registral N° IV Sede Iquitos. Se rige por lo establecido en su Estatuto y

la Ley General de Sociedades, Ley N° 26887; las disposiciones aplicables a las entidades prestadoras de saneamiento y demás normas inherentes. (EPS SEDALORETO S.A. 2015)

Su principal marco normativo lo establece la Ley N° 26338: Ley General de Servicios de Saneamiento; su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2005-VIVIENDA; su Reglamento de Prestaciones, y la Ley N° 28870 – Ley para Optimizar la Gestión de las Entidades Prestadores de Servicios de Saneamiento. (EPS SEDALORETO S.A. 2015)

A la fecha, el marco normativo se centra y actualiza en la Ley N° 30045 “Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento”, el que no solo centraliza y compatibiliza las normas señaladas, sino que crea el “Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento – OTASS”; y, modifica la Ley N° 26338 “Ley General de Servicios de Saneamiento”, referente a la conformación de los miembros del Directorio de las EPS; disponiendo que uno de sus integrantes sea un representante del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; su Reglamento, aprobado en noviembre del 2013, mediante la Resolución Ministerial N° 015-2014-VIVIENDA, mediante el cual se aprueba el “Reglamento de la Ley N° 30045, Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento”; en cuyo marco normativo, mediante Resolución Ministerial N° 319-2014-VIVIENDA, emitida en el mes de setiembre del 2014, se designó al Representante del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ante el Directorio de la EPS SEDALORETO S.A.. Finalmente, el Decreto Legislativo N° 1240, aprueba las modificaciones finales de la Ley N° 30045 y de la Ley N° 26338. (EPS SEDALORETO S.A. 2015)

Objeto Social

- El objeto de la entidad es la prestación de los servicios de saneamiento, dentro de los cuales, en el nivel general, están comprendidos: la producción distribución y comercialización del agua potable; la recolección tratamiento y disposición final del alcantarillado sanitario, y la disposición de excretas. (EPS SEDALORETO S.A. 2015)

Objetivos Institucionales

- Mejorar la calidad del agua potable, contribuyendo a mejorar la salud y la calidad de vida de la población.
- Incrementar la cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado, para mejorar el desarrollo socio-económico de la población.
- Mejorar la eficiencia de ventas y recaudación.
- Lograr una gestión administrativa y financiera eficiente, con racionalización de costos.
- Mejorar la gestión Institucional y organizacional, orientándola al planeamiento. (EPS SEDALORETO S.A. 2015)

Ubicación y Sedes

La EPS SEDALORETO S.A. tiene su ámbito de influencia en el Departamento de Loreto, y administra a la fecha los servicios del radio urbano en 3 provincias y localidades

- Sede Central en la ciudad de Iquitos, que incluye los servicios en los distritos de Punchana, San Juan y Belén.
- Sede Zonal en Yurimaguas.

- Sede Zonal en Requena. (EPS SEDALORETO S.A. 2015)

1.2 LA EMPRESA Y SU ENTORNO

La EPS SEDALORETO S.A, tiene presencia en tres (03) provincias dentro de nuestra Región las cuales son: Alto Amazonas cuya localidad donde se brinda el servicio es la ciudad de Yurimaguas con un total de población atendida de 50445; Requena cuya localidad atendida es la ciudad de Requena con un total de población atendida de 11556; y Maynas cuyas localidades atendidas son los distritos de Iquitos, Punchana, Belén y San Juan Bautista con un total de población atendida de 349537, es precisamente en la provincia de Maynas donde me desempeño profesionalmente. (EPS SEDALORETO S.A. 2015)

Actualmente la EPS SEDALORETO S.A.-Iquitos, al mes capta del río Nanay alrededor de 2'780,910 m³, llegando a producir alrededor de 2'743,825 m³ y distribuir alrededor de 2'644,627 m³. Las pérdidas de volumen que se puede observar se dan por parte del proceso productivo, como son las purgas en las unidades de tratamiento, lavados del sistema de filtros y lavado de las unidades de tratamiento. Las pérdidas en distribución son debido a la presencia de clandestinos, fugas, roturas y las purgas de las redes de distribución.

1.2.1 PLANTA DE TRATAMIENTO

La EPS SEDALORETO S.A.-Iquitos, (Planta de Tratamiento) se encuentra ubicada en Avenida Guardia Civil N° 1260, actualmente cuenta con un (01) sistema de captación y dos (02) plantas de tratamiento, denominadas planta de tratamiento antigua (PTAP antigua) y planta de tratamiento nueva (PTAP nueva).

a. CAPTACIÓN

Con referencia a la Planta de Tratamiento, la infraestructura de captación está ubicada a 1.2 Km., equivalente al tramo de la tubería de impulsión, aunque a 500 m. ya se puede notar la población asentada en varios AAHH con zonas inundables.

La actual fuente de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Iquitos, es el río Nanay, donde existen tres (03) captaciones de las aguas superficiales mediante bombeo. Las captaciones son tipo CAYSSON (02) y un tercer sistema flotante (Balsa cautiva).

La Captación N° 1, fue construida en 1943, para una capacidad de bombeo de 250 L/s. La Captación N° 2, fue construida en 1973, para una capacidad de bombeo de 500 L/s. El sistema flotante fue construido el año 2007 en el marco de Shock de Inversiones “Programa Agua para Todos”, para una capacidad de bombeo de 800 L/s.

La Captación N° 1, se encuentra ubicada casi a la mitad del cauce del río Nanay y está equipada con dos bombas centrífugas verticales de 400 L/s de capacidad y 250-HP de potencia cada una de ellas. Una de las bombas está en operación y la otra en reserva, con un funcionamiento alternado. Esta captación, dada su antigüedad, muestra un deterioro significativo.

La Captación N° 2, es relativamente nueva y está en regular estado de conservación. Sin embargo, se encuentra muy cerca de la orilla del río y presenta problemas de arenamiento. Está

equipada con tres bombas centrífugas verticales, con motores de potencia variable. La capacidad individual de tres (03) bombas es de 400 L/s

La Captación N° 3, fue construida el año 2007 en el marco del Shock de Inversiones “Programa Agua Para todos”, está en regular estado de conservación y se encuentra ubicada en medio de la Captación N° 01 y la Captación N° 02. Sin embargo. Está equipada con Dos bombas centrífugas horizontales, con motores de potencia 300 HP. La capacidad individual de las dos (02) bombas es de 350 L/s.

b. PLANTA DE TRATAMIENTO ANTIGUA

Esta planta es denominada así por su antigüedad, consta de tres (03) unidades de tratamiento, la primera es de tipo convencional y las otra dos (02) son de patente Degremont y DoorOliver, un sistema de filtración, un sistema de cloración, un reservorio apoyado y dos (02) salas de distribución. Esta planta de tratamiento procesa alrededor de 400 L/s.

Unidad de Tratamiento N° 01 (UT-1)

Es una unidad modelo hidráulico tipo CEPIS de flujo vertical con capacidad de diseño de 180 LPS. Construida en el año 1955, teniendo como última mejora de infraestructura el año 2014 consta de lo siguiente:

- Una cámara de mezcla donde se realiza el proceso de coagulación.
- Un floculador de flujo vertical ascendente descendente, donde se realiza el proceso de floculación a medida que la velocidad del flujo disminuye.
- Tres sedimentadores-decantadores de flujo horizontal.

En esta unidad de tratamiento se dosifica coagulantes como son el sulfato de aluminio y el policloruro de aluminio dado que este producto ayuda a remover el color presente en el agua cruda (rio Nanay).

Unidad de Tratamiento N° 02 (UT-02)

Esta unidad corresponde a un clarificador de patente americana denominado “Door Oliver” es de flujo vertical, donde se llevan a cabo los procesos de floculación y sedimentación en forma ascendente. Su estructura es de concreto armado con un diámetro de 22,50 m y 5 m de altura; la plataforma es metálica y sostiene todo el sistema de turbina y arrastre de lodos, con capacidad para tratar un caudal de 250 L/s. Posee un motor-reductor de velocidad, y otro motor para el barrido de lodos; la recirculación de estos lodos se efectúa por medio de una electrobomba de 5 HP.

Unidad de Tratamiento N° 03 (UT-3)

Esta unidad corresponde a un clarificador de patente francesa denominado “Infilco Degremont” de flujo vertical en el que se

realizan la floculación y sedimentación. El tanque es de concreto armado de 22,50 m de diámetro y 5 m de altura, la plataforma que sostiene todo el sistema de turbina y arrastre de lodo es metálico, con capacidad nominal de tratamiento de 250 L/s. Presenta un sistema de turbina y de barrido utilizan moto-reductores; la extracción de fangos se realiza por medio de válvulas de accionamiento temporizado.

Sistema de Filtración

El sistema de filtración de la PTAP-ANTIGUA cuenta con seis (06) filtros, de los cuales solo operan cinco (05) debido a que el filtro N° 04 se encuentra en reparación; el medio filtrante es el de lecho mixto (arena y antracita) y una cama de soporte para lecho de grava, con una capacidad de filtración de 100 m³/m²/día, por corresponder a filtros rápidos.

De los cuatro filtros 02 (Filtro N° 01 y Filtro N° 02) funcionan de forma neumática accionado por flujo de agua, los otros tres filtros (Filtro N° 03, Filtro N° 05 y Filtro N° 06) presentan un sistema de accionamiento manual para el ingreso de agua de lavado.

Después de un periodo de operación, será necesario promover el lavado del medio filtrante; para remover las impurezas retenidas. Este periodo de operación entre dos lavados es conocido como “carrera de filtración”. El final de la carrera de filtración ocurre por tres motivos:

- Por traspase del límite de turbiedad establecido para el agua filtrada.
- Por sobrecarga hidráulica de filtros.
- Por saturación debido al incremento de turbiedad del agua decantada.

Sistema de Cloración (Desinfección)

El sistema de cloración se ubica en una caseta abierta, donde se va instalado el sistema de cloración al vacío el cual inyecta el cloro gaseoso al agua filtrada.

La inyección de cloro se realiza mediante aplicación de cloro gas en la tubería que lleva agua al reservorio; la dosificación es mediante un Equipo Clorador marca Wallace & Tiernan/Siemens (USA) modelo V10K de Inyección al vacío, con la unidad de control montada en la pared, incluye rotámetro con capacidad de 0 a 500 lb/día. El equipo incluye los siguientes accesorios:

- 01 Unidad de Control
- 01 Rotámetro.
- 01 Manómetro para vacío incorporado en la unidad de control.
- 01 Llave.
- 01 Malla contra insectos.
- 01 Filtro de ingreso de gas cloro.
- 01 Inyector de 1” (está dentro de la caja del clorador).
- 01 Regulador de Vacío de 1000 lb.

- 01 Trampa de vapor.
- 01 Válvula reductora de presión.

Sistema de Almacenamiento

El sistema de almacenamiento de la PTAP antigua consta de un reservorio apoyado de 4,500 m³ donde se almacena el agua ya filtrada, clorada y alcalinizad-

Salas de Distribución

La PTAP antigua posee dos (02) salas de distribución, denominadas Sala de Distribución N° 01 y la Sala de Distribución N° 02, donde la primera Sala abastece a los Reservorios Elevados N° 06 y 07 y la segunda Sala abastece a los Reservorios Elevados N° 01 y 08.

c. PLANTA DE TRATAMIENTO NUEVA

El diseño de esta Planta, posee criterios modernos consecuentes con la tendencia de la búsqueda de una solución al problema de eliminación del color y la carga bacteriana

La nueva tecnología estudiada y aplicada en otros países fue revisada y comprobada, habiéndose trabajado para este fin con un floculador modelo hidráulico, combinando con lo mejor del sistema patentado con el objeto de obtener el mejor comportamiento posible para el logro de la eliminación del color que es el mayor problema del agua en la Amazonía.

Es de modelo hidráulico es tipo CEPIS de flujo vertical con capacidad de diseño de 700 L/s, construida en el año 2008 que consta de lo siguiente:

- Una cámara de mezcla rápido con salto hidráulico tipo vertedero donde se realiza el proceso de coagulación.
- Un floculador de flujo horizontal, donde se realiza el proceso de floculación a medida que la velocidad del flujo disminuye.
- Seis sedimentadores de flujo horizontal.

Cámara de Mezcla Rápida

En esta planta, el agua que proveniente de la captación descarga por el fondo a través de una tubería de DN 1000mm, a una caja de recepción.

Para poner en contacto las sustancias químicas, se utiliza la energía cinética del agua a través del vertedero rectangular que produce el resalto hidráulico, aplicándose las sustancias en el punto crítico de turbulencia.

Floculadores

Para este fin se cuenta con una batería de dos floculadores de flujo vertical ascendente y descendente, con pantallas laminares de madera cubiertas de fibra de vidrio, colocadas de tal manera de obtener mayor eficiencia, de acuerdo a las condiciones de operación. La fijación de las mismas está en base a ranuras

empotradas en concreto y fijadas al piso en un extremo; y, por el otro, sujetadas por arriostres de madera.

Sedimentadores

Los Decantadores Laminares son de funcionamiento hidráulico de dimensiones 11.05m x 7.17m. Son 4 unidades, las placas serán de láminas de vinilona inclinadas 60°.

La recolección de agua decantada se obtendrá mediante 6 canales provistos de 24 orificios en ambos lados.

Se ha previsto de 6 tolvas de lodos por decantador y en ellas una tubería de DN 150 mm con orificios de 10mm.

El control de la purga de lodos es mediante una válvula de accionamiento neumático y mando de control eléctrico. La purga de lodos por espacios de 20 segundos a 1 minuto, dará como resultado la disminución de nivel en el decantador hasta que nuevamente recupere su nivel luego del cierre de la válvula de purga.

El sistema de purga de lodos cuenta con una válvula de DN 150 mm en una de las tuberías de drenaje que permite vaciar el floculador y decantador si fuera necesario.

Sistema de Filtración

Se cuenta con 6 unidades de filtración rápida, diseñados para operar con agua coagulada y sedimentada, se denominan así, por que operan a velocidades de filtración que están por encima de

180 m³/m²/día son filtros a gravedad, que están constituidos por estructuras abiertas en las que el agua fluye a través de la arena impulsada por la fuerza de la gravedad. La instalación consta de tres partes:

- La galería de operación;
- La galería de tubos; y,
- Las estructuras o cajas de los filtros.

En la galería de operación: Se encuentran las mesas de operación, en éstas se encuentran los comandos para accionar las válvulas de agua sedimentada, filtrada, agua de lavado, mando de aire presurizado, así como los registradores de caudal de agua de lavado, y de agua filtrada.

La galería de tubos: Contiene toda la instalación de tuberías de los filtros e instrumentos de control.

La caja del filtro: Es el componente más importante de la instalación, contiene el sistema de drenaje, la capa de soporte, el lecho filtrante, las canaletas de lavado y una capa de agua sedimentada de altura variable. Debajo del drenaje se encuentra el falso fondo, consistente en un espacio para distribuir el agua de lavado en toda la sección del filtro y también para recolectar el agua filtrada.

El sistema de drenaje está conformado por boquillas sobre las cuales va una, capa de soporte constituido por 10 cm de grava (canto rodado de río) sobre la cual, se ha colocado 0,90 cm de arena.

El falso fondo está constituido por planchas prefabricadas, con orificios de descarga de 2,5 cm de diámetro, a donde se adosarán las boquillas o toberas.

La capa de grava con Diámetro Efectivo (DE), de 4 mm, tiene un espesor de 10 cm, estando constituida por material granular redondeado. El medio filtrante consta de una capa de 0,90m de espesor con las especificaciones dadas a continuación. La descarga del efluente del filtro se hace mediante un vertedero rectangular todos los filtros descargan a un canal colector, al final del cual se inicia una tubería de 1 000 mm de diámetro, que lleva el agua filtrada al reservorio.

La calidad del agua filtrada y el tiempo de funcionamiento (carrera) de los filtros dependen del tamaño de la arena.

Para efectos del lavado, se ha adoptado el sistema de lavado aire agua, con flujo proveniente de una cisterna de donde se bombea el agua para el lavado a presión.

Características de los filtros: Las unidades de filtración disponibles son del tipo filtro rápido, de lecho monocapa, de flujo descendente, con las que se puede trabajar con tasas desde $250\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ hasta $600\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$. Se ha aplicado los conceptos de velocidad constante y de lavado con aire y agua, ambos criterios permiten obtener diseños simples y control automático en la operación. La función de estos equipos es la de proporcionar un comportamiento uniforme al filtro a pesar del incremento gradual de la pérdida de carga; a medida que los poros de la arena

se van obstruyendo o colmatando con el sedimento al avanzar la carrera de filtración. El controlador de velocidad, lleva incorporada su propia unidad de medición, que mantiene la velocidad de filtración seleccionada constante, independientemente de la altura del agua de los filtros y de la pérdida de carga. Estos equipos incluyen además indicadores y registradores de velocidad, trabajando en forma sincronizada con el controlador de la velocidad.

En la filtración de velocidad constante, al iniciarse el proceso de filtración el agua filtrada que se obtiene no es de calidad, porque el filtro está eliminando agua sucia que quedo retenida dentro del drenaje y los poros del material filtrante, en pocos minutos (2 –3) el filtro se estabiliza y empieza a producir la mejor calidad de agua de toda la carrera, la cual va desmejorando paulatinamente hasta alcanzar el máximo de turbiedad o de color indicado por las normas vigentes (5 NTU); este comportamiento se debe a que los poros de arena se van obstruyendo a medida que progresa el proceso de filtración, como consecuencia de esto el agua que es forzada a pasar a través de los poros colmatados y arrastra el sedimento retenido, produciendo empobrecimiento en la calidad del, agua filtrada.

Simultáneamente con esta variación de la calidad del agua, va evolucionando la pérdida de carga, que es un fenómeno que se va dando en el filtro como consecuencia de la obstrucción de los poros de arena. Al inicio de la carrera la pérdida de carga es

mínima como consecuencia de la fricción originada por el paso del agua a través del lecho filtrante limpio, a medida que los poros de arena se van ensuciando, la pérdida de carga va aumentando hasta que llega a su máximo valor; este valor está limitado por la carga disponible en la instalación (línea pintada de rojo), la cual está dada por la altura del agua sobre la arena del filtro, que normalmente es 1,78 m.

Sistema de Cloración (Desinfección)

Es una sala implementada con descansos para los balones de cloro gaseoso de 907 a 1000 Kg, posee dos líneas de cloración que funcionan en paralelo debido a que en algunas épocas del año el consumo de cloro es mayor que 500 lb/día.

La cloración del agua filtrada se realiza mediante aplicación de cloro gas en la tubería que lleva agua al reservorio; la dosificación es mediante un Equipo Clorador marca Wallace & Tiernan/Siemens (USA) modelo V10K de Inyección al vacío, con la unidad de control montada en la pared, incluye rotámetro con capacidad de 0 a 500 lb/día. Cada equipo incluye los siguientes accesorios:

- 01 Unidad de Control
- 01 Rotámetro.
- 01 Manómetro para vacío incorporado en la unidad de control.
- 01 Llave.

- 01 Malla contra insectos.
- 01 Filtro de ingreso de gas cloro.
- 01 Inyector de 1" (está dentro de la caja del clorador).
- 01 Regulador de Vacío de 1000 lb.
- 01 Trampa de vapor.
- 01 Válvula reductora de presión.

Sistema de Almacenamiento

El sistema de almacenamiento del agua ya filtrada, clorada y alcalinizada, es en dos cisternas con una capacidad de 2x2500 m³, ubicadas a menor nivel. En su interior se encuentra la cámara de contacto del cloro aplicado.

Sala de Distribución

La PTAP nueva posee una (01) salas de distribución, denominadas Sala de Distribución N° 03, y está equipada con nueve (09) electrobombas, donde la seis (06) primeras se encargan de abastecer a los Reservorios Elevados N° 02, 03, 04 y 05 y la tres (03) ultimas se encargan de abastecer a los Reservorios Elevados N° 09, 10 y 11.

1.2.2 TRABAJADORES

La EPS SEDALORETO S.A. da ocupación permanente a 350 trabajadores entre empleados y obreros. La capacitación del personal es permanente, por lo que cuenta con programas de actualización que

comprende: seminarios, cursos de actualización dentro y fuera del país, contando así con personal de alto nivel profesional y técnico que permite competir en igual condición con las mejores empresas del Perú en el rubro.

1.2.3 USUARIOS

La EPS SEDALORETO S.A. brinda sus servicios alrededor de 73 563 usuarios, entre usuarios domésticos y no domésticos. Asimismo, vigila los reclamos referentes a la calidad del servicio, al personal y otras actividades, a fin de satisfacer sus usuarios. Además asegura que reciben un producto con el nivel de calidad establecido en el Reglamento de Calidad del Agua para el Consumo Humano.

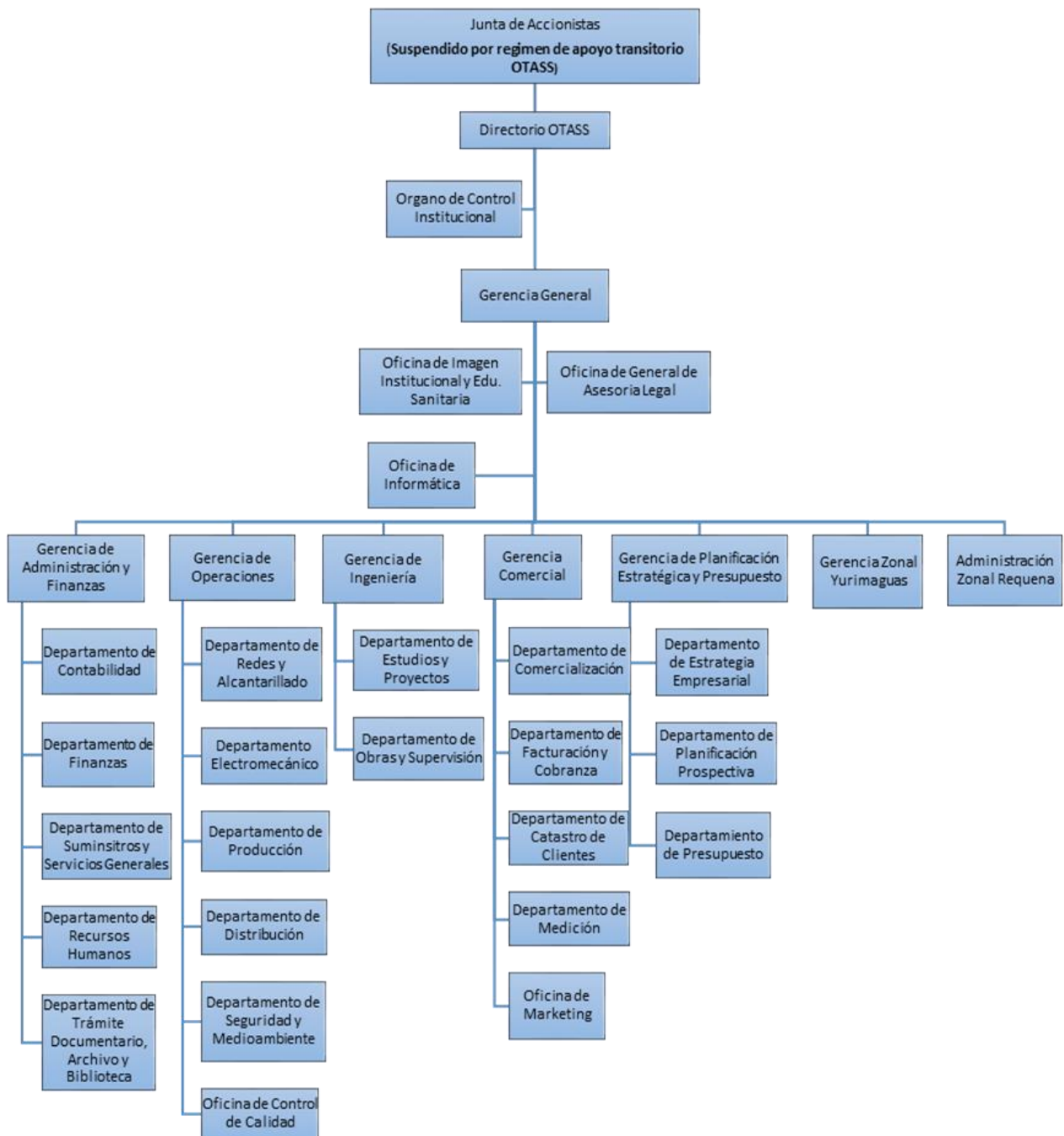
1.2.4 PROYECCIÓN SOCIAL A LA COMUNIDAD

La EPS SEDALORETO S.A. proyecta a la comunidad, apoyando con charlas sanitarias a los Asentamiento Humanos, Instituciones Educativas, Municipios, Universidades, Institutos pedagógicos, institutos Tecnológicos, otras Instituciones y a la población en general.

Además contamos con todo un Plan de visitas a planta con estudiantes de diferentes niveles de estudio, con la finalidad de dar a conocer las actividades principales de la Empresa y las prioridades que se a la Calidad durante la producción de Agua Potable.

1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Se resume en el siguiente organigrama, Representante del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ante el Directorio de la EPS SEDALORETO S.A. Finalmente, el Decreto Legislativo N° 1240, aprueba las modificaciones finales de la Ley N° 30045 y de la Ley N° 26338. (EPS SEDALORETO S.A. 2015)



CAPITULO II

2.0 PLANTEAMIENTO TÉCNICO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 PROCESO DE POTABILIZACIÓN

Las diversas actividades agrícolas, ganaderas, industriales y recreacionales del ser humano han traído como consecuencia la contaminación de las aguas superficiales con sustancias químicas y microbiológicas, además del deterioro de sus características estéticas. (OPS. 2004)

Para hacer frente a este problema, es necesario someter al agua a una serie de operaciones o procesos unitarios, a fin de purificarla o potabilizarla para que pueda ser consumida por los seres humanos. (OPS. 2004)

Una operación unitaria es un proceso químico, físico o biológico mediante el cual las sustancias objetables que contiene el agua son removidas o transformadas en sustancias inocuas. (OPS. 2004)

La mayor parte de los procesos originan cambios en la concentración o en el estado de una sustancia, la cual es desplazada o incorporada en la masa de agua. Este fenómeno recibe el nombre de transferencia de fase. Son ejemplos de ello la introducción de oxígeno al agua (transferencia de la fase gaseosa a la líquida) y la liberación de anhídrido carbónico contenido en el agua (transferencia de la fase líquida a la gaseosa) mediante el proceso de aereación. (OPS. 2004).

PRINCIPALES OPERACIONES UNITARIAS EMPLEADAS EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA

Los principales procesos de transferencia utilizados en el tratamiento del agua para consumo humano son los siguientes:

- transferencia de sólidos;

- transferencia de iones;
- transferencia de gases, y
- transferencia molecular o de nutrientes. (OPS. 2004)

Transferencia de sólidos

Se consideran en esta clasificación los procesos de cribado, sedimentación, flotación y filtración. (OPS. 2004).

Cribado o cernido: Consiste en hacer pasar el agua a través de rejillas o tamices, los cuales retienen los sólidos de tamaño mayor a la separación de las barras, como ramas, palos y toda clase de residuos sólidos. También está considerado en esta clasificación el microcernido, que consiste básicamente en triturar las algas reduciendo su tamaño para que puedan ser removidas mediante sedimentación. (OPS. 2004).

Sedimentación: Consiste en promover condiciones de reposo en el agua, para remover, mediante la fuerza gravitacional, las partículas en suspensión más densas. (OPS. 2004) Este proceso se realiza en los desarenadores, presedimentadores, sedimentadores y decantadores; en estos últimos, con el auxilio de la coagulación. (OPS. 2004).

Flotación: El objetivo de este proceso es promover condiciones de reposo, para que los sólidos cuya densidad es menor que la del agua asciendan a la superficie de la unidad de donde son retirados por desnatado. Para mejorar la eficiencia del proceso, se emplean agentes de flotación. (OPS. 2004)

Mediante este proceso se remueven especialmente grasas, aceites, turbiedad y color. Los agentes de flotación empleados son sustancias espumantes y microburbujas de aire. (OPS. 2004)

Filtración: Consiste en hacer pasar el agua a través de un medio poroso, normalmente de arena, en el cual actúan una serie de mecanismos de remoción cuya eficiencia depende de las características de la suspensión (agua más partículas) y del medio poroso. (OPS. 2004)

Este proceso se utiliza como único tratamiento cuando las aguas son muy claras o como proceso final de pulimento en el caso de aguas turbias. (OPS. 2004)

Los medios porosos utilizados además de la arena - que es el más común - son la antracita, el granate, la magnetita, el carbón activado, la cáscara de arroz, la cáscara de coco quemada y molida y también el pelo de coco en el caso de los filtros rápidos. En los filtros lentos lo más efectivo es usar exclusivamente arena; no es recomendable el uso de materiales putrescibles. (OPS. 2004).

Transferencia de iones

La transferencia de iones se efectúa mediante procesos de coagulación, precipitación química, absorción e intercambio iónico. (OPS. 2004).

Coagulación química: La coagulación química consiste en adicionar al agua una sustancia que tiene propiedades coagulantes, la cual transfiere sus iones a la sustancia que se desea remover, lo que neutraliza la carga eléctrica de los coloides para favorecer la formación de flóculos de mayor tamaño y peso. Los coagulantes más efectivos son las sales trivalentes de aluminio y hierro. Las condiciones de pH y alcalinidad del agua influyen en la eficiencia de la coagulación. Este proceso se utiliza principalmente para remover la turbiedad y el color. (OPS. 2004)

Precipitación química: La precipitación química consiste en adicionar al agua una sustancia química soluble cuyos iones reaccionan con los de la sustancia que se desea remover, formando un precipitado. Tal es el caso de la remoción de hierro y de dureza carbonatada (ablandamiento), mediante la adición de cal. (OPS. 2004)

Intercambio iónico: Como su nombre lo indica, este proceso consiste en un intercambio de iones entre la sustancia que desea remover y un medio sólido a través del cual se hace pasar el flujo de agua. Este es el caso del ablandamiento del agua mediante resinas, en el cual se realiza un intercambio de iones de calcio y magnesio por iones de sodio, al pasar el agua a través de un medio poroso constituido por zeolitas de sodio. Cuando la resina se satura de iones de calcio y magnesio, se regenera introduciéndola en un recipiente con una solución saturada de sal. (OPS. 2004).

Absorción: La absorción consiste en la remoción de iones y moléculas presentes en la solución, concentrándolos en la superficie de un medio adsorbente, mediante la acción de las fuerzas de interfaz. Este proceso se aplica en la remoción de olores y sabores, mediante la aplicación de carbón activado en polvo. (OPS. 2004)

Transferencia de gases:

Consiste en cambiar la concentración de un gas que se encuentra incorporado en el agua mediante procesos de aereación, desinfección y recarbonatación. (OPS. 2004)

Aereación: La aereación se efectúa mediante caídas de agua en escaleras, cascadas, chorros y también aplicando el gas a la masa de agua mediante aspersión o burbujeo. (OPS. 2004)

Se usa en la remoción de hierro y manganeso, así como también de anhídrido carbónico, ácido sulfhídrico y sustancias volátiles, para controlar la corrosión y olores. (OPS. 2004)

Desinfección: Consiste en la aplicación principalmente de gas cloro y ozono al agua tratada. (OPS. 2004)

Recarbonatación: Consiste en la aplicación de anhídrido carbónico para bajar el pH del agua, normalmente después del ablandamiento. (OPS. 2004).

Transferencia molecular

En el proceso de purificación natural del agua. Las bacterias saprofitas degradan la materia orgánica y transforman sustancias complejas en material celular vivo o en sustancias más simples y estables, incluido los gases de descomposición. (OPS. 2004)

También los organismos fotosintéticos convierten sustancias inorgánicas simples en material celular, utilizando la luz solar y el anhídrido carbónico producto de la actividad de las bacterias y, a la vez, generan el oxígeno necesario para la supervivencia de los microorganismos aeróbicos presentes en el agua. (OPS. 2004)

Este tipo de transferencia se lleva a cabo en la filtración, en la cual los mecanismos de remoción más eficientes se deben a la actividad de los microorganismos. (OPS. 2004)

Otros procesos utilizados

Además de los procesos de transferencia expuestos, también se utilizan en el tratamiento del agua para consumo humano la estabilización de solutos, la desalinización y la fluoruración. (OPS. 2004).

Estabilización de solutos: La estabilización de solutos consiste en transformar un soluto objetable en una forma inocua, sin llegar a su remoción. Son ejemplos de este proceso la transformación del anhídrido carbónico contenido en el agua en bicarbonato soluble mediante la adición de cal o el pasar el agua a través de lechos de mármol. También se puede citar la transformación de ácido sulfhídrico en sulfato. (OPS. 2004)

Desalinización: Proceso mediante el cual se remueve el exceso de cloruros en el agua, transformando las aguas salobres en dulces. Este proceso se puede realizar mediante destilación, ósmosis inversa, etcétera. (OPS. 2004).

2.1.1 EL AGUA Y SUS CARACTERISTICAS

El agua: un disolvente universal

El agua es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos. Tiene una gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza. Esta influencia no solo se debe a sus propiedades fisicoquímicas como molécula bipolar sino también a los constituyentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en ella. (OPS. 2004)

Se considera que el agua es un solvente universal, debido a que es capaz de disolver o dispersar la mayoría de sustancias con las que tiene contacto, sean estas sólidas, líquidas o gaseosas, y de formar con ellas

iones, complejos solubles e insolubles, coloides o simplemente partículas dispersas de diferente tamaño y peso. (OPS. 2004)

Desde el punto de vista de la salud humana, el agua ayuda a eliminar las sustancias resultantes de los procesos bioquímicos que se desarrollan en el organismo humano, a través de los órganos excretores, en especial la orina y el sudor. Sin embargo, por esta misma propiedad, puede transportar una serie de tóxicos al organismo que pueden afectar a diferentes órganos, de manera reversible o irreversible. (OPS. 2004).

Las fuentes de agua de origen superficial

Debido a que las principales fuentes de agua para el tratamiento con fines de consumo humano son de origen superficial, en el presente manual se tratarán los temas específicamente relacionados con este tipo de agua. (OPS. 2004)

En la sección anterior, destacamos la importancia que tiene el agua como solvente universal y señalamos que, debido a esta propiedad, es capaz de transportar casi la totalidad de sustancias que encuentra a su paso. (OPS. 2004)

Por otro lado, la contaminación de los recursos hídricos superficiales es un problema cada vez más grave, debido a que se estos se usan como destino final de residuos domésticos e industriales, sobre todo en las áreas urbanas e incluso en numerosas ciudades importantes del continente. Estas descargas son las principales responsables de la alteración de la calidad de las aguas naturales, que en algunos casos llegan a estar tan

contaminadas que su potabilización resulta muy difícil y costosa. (OPS. 2004)

Debido a la amplia gama de contaminantes, a los diferentes niveles de contaminación, así como a la cinética química de las sustancias, elementos, materia orgánica y microorganismos que se incorporan en el cuerpo de agua, es indispensable conocer las características físicas, químicas y biológicas del agua antes de seleccionarla como fuente de agua cruda. (OPS. 2004).

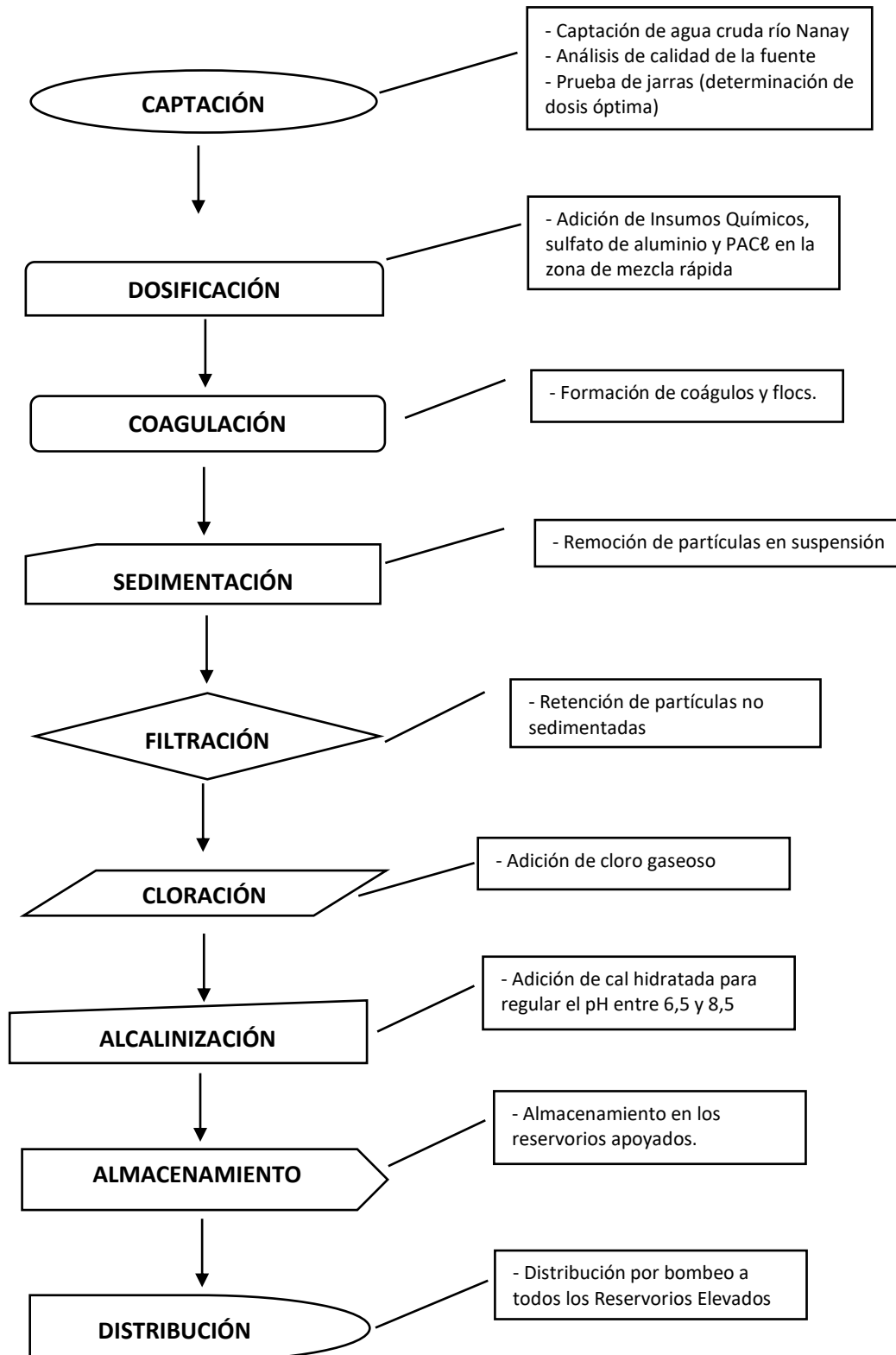
Aspectos fisicoquímicos

La presencia de sustancias químicas disueltas e insolubles en el agua — que pueden ser de origen natural o antropogénico— define su composición física y química. (OPS. 2004)

Algunos procesos fisicoquímicos que ocurren en el agua pueden ser evaluados si se recurre a los principios de equilibrio químico, incluida la Ley de Acción de Masas y la Ecuación de Nerst o al conocimiento de los mecanismos de reacción y de las proporciones para los procesos irreversibles. (OPS. 2004)

2.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO



CAPTACIÓN

El propósito del sistema de captación es recolectar el suministro necesario de agua cruda (río Nanay) para poder trasladarlo mediante bombeo a las Unidades de Tratamiento ubicadas en la Planta de tratamiento, por lo que el caudal de captación se encuentra entre los 1050 L/s - 1100 L/s.

En el laboratorio de control de calidad se realiza la caracterización de la fuente para determinar algún cambio significativo, de existir alguno se procede a realizar las pruebas de jarras pertinentes con la finalidad de determinar la dosis óptima de los insumos químicos.

Control de calidad del agua del río Nanay

Tabla 2- 1: Control de Parámetros Físicoquímicos del Agua Cruda (río Nanay)

CONTROL FÍSICO Y QUÍMICO AGUA CRUDA RÍO NANAY				
CÓDIGO	10F01-001	10F01-002	10F01-003	10F01-004
PARAMETRO FISICOQUIMICO	05/06/2018	12/06/2018	19/06/2018	26/06/2018
Turbiedad, UNT	21,70	20,30	23,90	24,10
pH, Valor de pH	5,83	4,48	5,05	5,40
Conductividad, $\mu\text{S}/\text{cm}$	6,97	7,06	8,20	11,52
Color, UCV Pt/Co	Aparente	60	60	60
	Verdadero	40	40	40
Cloruros, $\text{mg Cl}^- \text{L}^{-1}$	22,99	23,49	21,99	15,49
Sulfatos, $\text{mg SO}_4^- \text{L}^{-1}$	6,794	6,634	6,583	6,841
Dureza total, $\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	8,48	8,48	8,48	4,24
Nitratos, $\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	0,2	0,8	0,1	0,1
Hierro, mg Fe L^{-1}	1,189	0,963	1,22	1,528
Manganeso, mg Mn L^{-1}	0,60	0,46	0,55	0,54
Aluminio, mg Al L^{-1}	0,107	0,098	0,100	0,080
Coliformes Totales	380	360	330	350
Coliformes Termotolerantes	230	250	220	240

Fuente: INFORME TÉCNICO N° 006-2018-EPS SEDALORETO S.A.-GO-OCC

El agua con estas características físicoquímicas, no es apta para el consumo directo. El agua para consumo humano y para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal debe cumplir o aproximarse a los valores guía de salud establecidos en el Reglamento de

Calidad del Agua para el Consumo Humano; para tal efecto deberá ser sometido a tratamiento según indica los Estándares de Calidad Ambiental para aguas superficiales, a fin de poner a disposición de los consumidores un abastecimiento satisfactorio e inocuo.

PRUEBA DE JARRAS

Mediante la prueba de jarras se obtiene el indicador de dosis óptima para cada Planta de Tratamiento, esto es debido a que cada planta posee diferentes gradientes de velocidad para la mezcla rápida y la para la mezcla lenta. Una vez obtenida la dosis óptima en la prueba de jarras para cada Planta de Tratamiento, esta dosis es proyectada a las Plantas de Tratamiento.

DOSIFICACIÓN

En la etapa de dosificación de sustancias químicas se deberá tener en cuenta la dosis ensayada a nivel de laboratorio por el personal del Departamento de Producción, el cual proporcionará los lineamientos e indicadores para manejo de cantidades a dosificar de acuerdo al equipo dosificador (solución y/o sólido), y los resultados de dosis optima mediante la Prueba de Jarras.

Para efecto del cálculo se tendrá en consideración la fórmula siguiente:

Para insumo químico sólido:

$$\text{Caída} = Q \times D \times 0.06$$

Dónde: Caída = en gramos por minuto, g x min

Q = caudal en L/s

D = dosis de aplicación de coagulante en ppm

Para insumo químico en solución:

$$\text{Caída} = \frac{Q \times D \times 0.06}{d}$$

Dónde: caída= en mililitros por minuto, mL/min

Q = caudal en L/s

D = dosis de aplicación de coagulante en ppm

d = densidad de insumo químico en estado líquido, g/mL

La Dosificación consiste en agregar insumos químicos como Sulfato de Aluminio, Policloruro de Aluminio, esta adición de insumo químico se realiza en la mezcla rápida, el cual se da en el salto hidráulico, esto produce la desestabilización de las moléculas (sólidos suspendidos, color, arcilla, ácidos húmicos, ácidos fulvicos, etc.) presentes en el agua cruda, para que den inicio a la reacción, y así dar inicio a la siguientes etapa del proceso el cual es la coagulación.

COAGULCIÓN

Una vez mezclados los insumos químicos con el agua cruda empieza el proceso de coagulación el cual consiste en las siguientes etapas:

- Hidrólisis de los iones metálicos multivalentes y su consecuente polimerización hasta llegar a especies hidrolíticas multinucleadas.
- Adsorción de las especies hidrolíticas en la interfaz de la solución sólida para lograr la desestabilización del coloide.

- Aglomeración de las partículas desestabilizadas mediante un puente entre las partículas que involucra el transporte de estas y las interacciones químicas.
- Aglomeración de las partículas desestabilizadas mediante el transporte de las mismas y las fuerzas de Van der Waals.
- Formación de los flóculos.
- Precipitación del hidróxido metálico.

Algunas de estas etapas ocurren secuencialmente. Otras coinciden parcialmente y otras incluso pueden ocurrir simultáneamente. Se puede suponer que las diferentes etapas de la reacción pueden resultar controlables en un cierto porcentaje, bajo diversas condiciones químicas.

SEDIMENTACIÓN

En esta etapa del proceso la clarificación del agua se da por efecto gravitacional de las partículas floculentas, que son aquellas producidas por la aglomeración de partículas colides desestabilizadas a consecuencia de la aplicación del insumo químico, estas partículas se depositan en el sedimentador produciendo la clarificación del agua.

FILTRACIÓN

En esta etapa del proceso ocurre en los filtros, cuya función es retener las partículas que no pudieron ser removidas en la sedimentación, por lo que para esta etapa debido a la naturaleza de los filtros de la EPS SEDALORETO S.A. ocurre un cernido del agua con la finalidad de

retener las dichas partículas y actúa resistiendo los efectos cortantes del flujo.

CLORACIÓN

En esta etapa del proceso de potabilización la adición del insumo químico desinfectante el cual tiene como finalidad destruir los microorganismos que puedan haber pasado la etapa de filtración.

La cloración causa alteraciones físicas, químicas y bioquímicas en la pared de toda célula, de esta forma se destruye la barrera protectora de la misma dejándola indefensa, disminuyendo sus funciones vitales hasta llevarla a la muerte; como conclusión, el cloro no permite que la bacteria crezca, se reproduzca o cause ninguna enfermedad.

La cloración conlleva también un control biológico y químico, con respecto al primero, señalamos que su acción germicida elimina bacterias, mohos y algas, controla los microorganismos que se transmiten por el agua. El control químico es aquél que se encarga de destruir el sulfuro de hidrógeno y eliminar el amoníaco como otros compuestos nitrogenados que generan sabores desagradables y obstaculizan cualquier tipo de desinfección.

ALCALINIZACIÓN (regulación de pH)

Debido a la naturaleza de nuestra fuente (tiene pH ligeramente ácido), esta etapa del proceso es muy importante debido a que mediante la adición del insumo químico cal hidratada regulamos el pH del agua filtrada y clorada llevándolo a un pH dentro de lo establecido en el

Reglamento de Calidad del Agua Para el Consumo Humano entre 6.5 a 8.5.

ALMACENAMIENTO

En esta etapa del proceso el agua potable es almacenada en reservorios de 4500 m³ y 5000 m³ con la finalidad mantener un volumen de seguridad que garantice una reserva de agua potable y de esta manera poder realizar la siguiente etapa del proceso sin ningún inconveniente.

DISTRIBUCIÓN

En esta etapa mediante la acción mecánica de las electrobombas se distribuye el agua potable a los once (11) Reservorios Elevados ubicados en puntos estratégicos de nuestra ciudad, para que luego sean distribuidos a la población.

2.1.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

La EPS SEDALORETO S.A. tiene la capacidad instalada para poder potabilizar 1400 L/s de agua cruda, pero debido a la antigüedad de algunas unidades de tratamiento actualmente la Empresa potabiliza con un caudal entre 1050 L/s - 1100 L/s.

2.1.4 REGISTRO DE CONTROL DE PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN

La EPS SEDALORETO S.A. lleva el control de la cantidad de agua que se pierde como parte del proceso de producción del agua potable, según las siguientes consideraciones, tales como: agua de uso doméstico (usada

por el personal que se encuentra en las instalaciones de la PTAP), agua de uso industrial (utilizado para la preparación de las soluciones de los insumos químicos utilizados en el proceso de potabilización), purgas (eliminación de lodos provenientes del proceso de potabilización), retro-lavado de filtros (agua potable utilizada para realizar el retro-lavado de los filtros), limpieza y desinfección de las infraestructuras (agua potable utilizada para realizar la limpieza y desinfección de todas las infraestructuras destinadas al proceso de potabilización del agua) y fugas por parte de las infraestructuras (se tiene un registro de todas las fugas que posee las infraestructuras de EPS DALORETO S.A., como son los decantadores, los filtros y el reservorio apoyado N° 01).

Tabla 2-2: Registro de pérdidas en el proceso de Producción de 5 años

Tipo de Uso	Detalles	AÑO 2013	AÑO 2014	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018
		Volumen m ³	Volumen m ³	Volumen m ³	Volumen m ³	Volumen m ³	Volumen m ³
Domestico	Consumo Personal Administrativo	732	730	730	978	894	725
Uso Industrial	Tratamiento del Agua	31510	27600	27375	27375	27375	27301
Purgas	UT-1	18037	12300	15425	11725	4178	3305
	UT-2	52977	53446	49760	36472	15151	15111
	UT-3	49432	55963	48843	33149	14421	14393
	UT-4	93649	95568	149340	110484	93626	96097
Retro-lavado de Filtros PTAP-A	Retro-lavados	374358	354344	237703	205036	148549	148482
Retro-lavado de Filtros PTAP-N	Retro-lavados	277671	235475	308743	303480	592245	531272
Limpieza y Desinfección Reservorios	Apoyados	1900	3000	2942	3400	2400	0
Limpieza y Desinfección Reservorios	Elevados	450	5065	7035	8070	5150	2200
Limpieza y Desinfección de UT's	UT-1, UT-2, UT-3 y UT-4	46020	36216	58664	27842	13950	5100
Limpieza y Desinfección Filtros	Planta Antigua y Planta Nueva	910	2410	2900	3550	0	1100
Fuga Reservorio Apoyado	Planta Antigua	347306	193673	241557	309528	330169	329075
Fuga	Filtros PTAP y Decantador UT-4	0	0	0	198637	266129	267161
Volumen de Perdida Total		1294952	1075790	1151017	1279726	1514237	1441322

* Fuente: EPS SEDALORETO S.A. 2019

2.2 CONTROL DE CALIDAD

El agua, tal como se encuentra en la naturaleza, habitualmente no se puede usar en forma directa para consumo humano o para la industria, por no encontrarse

suficientemente pura. A su paso por el suelo, el subsuelo o el aire, el agua recoge materia en suspensión o solución como arcillas, organismos vivos como plantas, bacterias, virus y huevos de parásitos, sales disueltas, materias orgánicas y gases. (OPS. 2005)

La presencia de todas estas sustancias obliga a efectuar el tratamiento de las aguas antes de su empleo por los seres humanos. (OPS. 2005)

Las plantas de potabilización del agua —en general, todo centro de producción de agua potable— deben cumplir con el objetivo primordial de suministrar agua segura para la salud de los seres humanos. (OPS. 2005)

Con el fin de garantizar lo anterior, es necesario efectuar una serie de labores de supervisión de las diferentes fases de la producción del agua y del producto final de la planta de tratamiento. (OPS. 2005)

Estas labores son conocidas por el nombre genérico de control de calidad, pero en su concepción más amplia, involucran los siguientes componentes principales:

1. Control de procesos
2. Control de calidad del agua
3. Vigilancia de la calidad del agua

El control de procesos y el control de calidad del agua se efectúan en forma sistemática, continua y de acuerdo con programas específicos que debe ejecutar la institución o empresa encargada de brindar el servicio. (OPS. 2005)

La vigilancia de la calidad del agua usualmente debe ser ejercida por un ente superior o designado por ley como responsable de garantizar la potabilidad del agua. A diferencia de los programas de control que deben mantener las instituciones o empresas respectivas, la vigilancia no requiere necesariamente

monitoreos continuos sino más bien una organización adecuada, estableciendo prioridades sobre la base de estudios de vulnerabilidad de los acueductos, inspecciones sanitarias, denuncias explícitas de contaminación y otros factores que permitan reducir los riesgos que implica suministrar agua de mala calidad. (OPS. 2005).

1. CONTROL DE PROCESOS

El control de procesos es el conjunto de procedimientos empleados para determinar las características físicas y químicas del agua en una planta de tratamiento. (OPS. 2005)

De esta manera, se puede estudiar la magnitud de las transformaciones que sufre la calidad del agua durante los procesos de tratamiento. (OPS. 2005)

Rutinariamente, solo deben efectuarse aquellos análisis que sirvan para estudiar tales transformaciones o para controlar la calidad del agua tratada de manera que se asegure una eficiencia máxima. (OPS. 2005)

Por lo general, el control de procesos es efectuado directamente por los operadores (en su mayoría, funcionarios de nivel no profesional) y, por lo tanto, este tipo de control debe caracterizarse por su simplicidad y efectividad con el fin de reducir la posibilidad de errores, en nuestro caso estos controles lo realiza el Supervisor de Planta y el Analista de Laboratorio. (OPS. 2005)

Cuadro 2-3 : Paramétros de Control de Procesos			
Ensayo	Entrada a la Planta	Salida de decantadores	Agua Potable
Turbiedad	x	x	x
Color	x	x	x
pH	x	x	x
Conductividad	x		x
Cloro Residual			x
Alcalinidad	x	x	x
Dureza Total	x		x
Sulfatos	x		x
Nitratos	x		x
Cloruros	x		x
Hierro	x		x
Manganeso	x		x
Aluminio	x	x	x
Coliformes Totales	x	x	x
Coliformes Termotolerantes	x	x	x
Prueba de Jarras	x		

Fuente: EPS SEDALORETO S.A., 2015

Los puntos para la recolección de las muestras en la planta deben ser lo más representativos del proceso que sea posible y dependerán de cada planta en particular. Por ejemplo, si la planta consta de un canal de recolección de aguas sedimentadas, la muestra de agua sedimentada se recogerá en ese lugar, pero si cada sedimentador envía sus aguas a un filtro en particular, deberá recogerse una muestra en la salida de cada sedimentador. (OPS. 2005).

2. CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

Para tener éxito en el control de calidad de las aguas, es necesario conocer las propiedades del agua susceptibles al cambio, en las diversas formas en que esta existe en la tierra y como la usa el hombre. Por lo tanto, se examina el agua para identificar sus propiedades sobresalientes y, en caso necesario, modificar sus características. (OPS. 2005)

Los diferentes procesos utilizados en el tratamiento del agua y las eficiencias que pueden obtenerse dependen principalmente de los

constituyentes presentes en las aguas crudas y las concentraciones aceptables en los diferentes usos que esas aguas vayan a recibir. El grado específico de remoción de estos constituyentes es el necesario para corregir la calidad del agua cruda y alcanzar un producto final (agua tratada) que cumpla con los requisitos prefijados. Para llegar a la solución, es necesario disponer de metas sobre la calidad del agua en términos cuantitativos y precisos (norma de calidad). (OPS. 2005)

En cuanto a la protección de la salud de los seres humanos, se necesita una base para evaluar los riesgos relativos a las concentraciones de las sustancias y organismos presentes en el agua. Si se dispone de suficiente información sobre la concentración de un constituyente presente en el agua cruda y de la concentración final que sería aceptada en el agua en el sistema de distribución, puede usarse esa información para definir el tratamiento por aplicar. A menudo pueden establecerse correlaciones entre constituyentes presentes en las aguas y los riesgos de su presencia para la salud, ya sea por medio de estudios epidemiológicos o mediante investigación en animales. Sin embargo, con frecuencia se encuentran dificultades en ambos casos ya que es posible que solo después de un periodo de exposición prolongado aparezcan indicios de daños crónicos o genéticos. (OPS. 2005)

Además, algunas veces es posible evaluar las condiciones mediante la medición directa de los constituyentes, a menudo por medio de técnicas analíticas complejas o sofisticadas. En otros casos, inclusive con esas técnicas complejas no es posible recolectar la información necesaria para efectuar una valoración precisa de los riesgos para la salud. En esos

casos, podría ser necesario utilizar otros parámetros directos o indirectos para efectuar algún tipo de evaluación de los riesgos para la salud. (OPS. 2005)

Cuadro 2-4 : Parámetros de Control de Calidad			
Ensayo	Agua de Reservorios	Salida de Planta	Red Pública
Turbiedad	x	x	x
Color	x	x	x
pH	x	x	x
Conductividad	x	x	x
Cloro Residual	x	x	x
Alcalinidad	x	x	x
Dureza Total	x	x	x
Sulfatos	x	x	x
Nitratos	x	x	x
Cloruros	x	x	x
Hierro	x	x	x
Manganeso	x	x	x
Aluminio	x	x	x
Coliformes Totales	x	x	x
Coliformes Termotolerantes	x	x	x

Fuente: EPS SEDALORETO S.A., 2015

Para los demás parámetros establecidos en el Reglamento de Calidad del Agua para el Consumo Humano se realiza un control de calidad enviando muestras de agua cruda, aguas de reservorios, salida de planta y de la red pública a un laboratorio acreditado por INACAL. Estas muestras son enviadas trimestralmente con la finalidad de mantener un control y poseer datos históricos que puedan indicar algún cambio significativo en la calidad del agua de la fuente, como la del agua potable.

3. VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

La vigilancia de la calidad del agua puede definirse como la evaluación e inspección sanitarias de la inocuidad y aceptabilidad del suministro de agua potable. (OPS. 2005)

La protección sanitaria del abastecimiento de agua potable debe conseguir que cada elemento del sistema (fuente, tratamiento, almacenamiento y distribución) funcione con mínima probabilidad de fallo. Un tratamiento eficiente no sirve de nada si el sistema de distribución permite la contaminación a causa de instalaciones defectuosas o de interconexiones; un excelente sistema de distribución no protegerá la salud pública si el agua distribuida está insuficientemente tratada. Por otra parte, la capacidad de tratamiento puede no bastar si la fuente está contaminada. (OPS. 2005)

Finalmente, aunque el tratamiento y la red sean adecuados, la salud pública estará amenazada si la dotación de agua es insuficiente, intermitente y si no llega a la mayoría de la población. (OPS. 2005)

Los elementos de un programa de vigilancia comprenden el examen técnico, físico, biológico, químico e institucional del abastecimiento de agua. El examen técnico o encuesta sanitaria consiste en la inspección y la evaluación directas, por una persona calificada por la autoridad de vigilancia competente, de todos los dispositivos, las condiciones y las prácticas del sistema de abastecimiento que puedan presentar riesgos para la salud del consumidor. El examen físico, biológico (generalmente bacteriológico) y químico comprende análisis directos en el laboratorio de muestras de agua. El examen institucional se aplica a los factores de gestión y de funcionamiento que puedan entrañar un riesgo para la salud del consumidor; por ejemplo, la incompetencia del personal. (OPS. 2005)

La evaluación completa de los riesgos sanitarios en un sistema importante de abastecimiento de agua comprende como mínimo el examen crítico de los siguientes puntos:

- Calidad de la fuente.
- Producción de la fuente.
- Sistema de distribución (calidad).
- Control de la calidad (registros, toma de muestras, análisis).
- Eliminación de interconexiones y conexiones ilícitas.
- Cloro residual en el sistema de distribución cuando se aplica.
- Protección de la fuente.
- Suficiencia y seguridad del tratamiento.
- Prácticas de construcción y reparación, incluida la desinfección después de la reparación de daños.
- Métodos de conservación.
- Calidad del servicio.(OPS. 2005)

Usualmente, la vigilancia de la calidad del agua debe ser ejecutada por un organismo o institución con poder legal para ello. En la mayoría de los países de América Latina, esta labor corresponde a los ministerios de Salud Pública o instituciones equivalentes. (OPS. 2005).

2.2.1 PARÁMETROS DE CONTROL

La EPS SEDALORETO estableció quince (15) parámetros para realizar su control de calidad del agua potable, agua cruda y agua sedimentada, los demás parámetros de calidad establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas y en el Reglamento de Calidad del Agua

para el Consumo Humano lo realiza un laboratorio acreditado por INACAL cada tres (03) meses. En la tabla a continuación se muestran los parámetros que se analizan:

Cuadro 2-5 : Parámetros de Control de Calidad				
Ensayo	Agua de Reservorios	Agua Sedimentada	Salida de Planta	Red Pública
Turbiedad	x	x	x	x
Color	x	x	x	x
pH	x	x	x	x
Conductividad	x	x	x	x
Cloro Residual	x		x	x
Alcalinidad	x	x	x	x
Dureza Total	x		x	x
Sulfatos	x		x	x
Nitratos	x		x	x
Cloruros	x		x	x
Hierro	x		x	x
Manganeso	x		x	x
Aluminio	x	x	x	x
Coliformes Totales	x	x	x	x
Coliformes Termotolerantes	x	x	x	x

Fuente: EPS SEDALORETO S.A., 2015

2.2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE ANALISIS

A continuación haré una breve descripción de los métodos de análisis de los parámetros establecidos por la EPS SEDALORETO S.A., con relación a la tabla 2-5.

TURBIDEZ (OPS. 2005)

La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través del agua.

El método se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por una muestra de agua y una suspensión patrón de turbiedad en

idénticas condiciones. Cuando mayor es la intensidad de la luz dispersada, mayor es la turbiedad.

COLOR (OPS. 2005)

Existen dos tipos de medición de color, el color aparente y el color verdadero.

- Color Aparente: Color que se determina de una muestra de agua sin filtrar. El término incluye no solo el color debido a sustancias en solución, sino también debido a la materia suspendida.
- Color Verdadero: Color que se determina de una muestra de agua después de que se ha removido la turbiedad.

El color se determina mediante comparación visual de la muestra con concentraciones conocidas de soluciones coloreadas. La comparación también puede realizarse con discos especiales de cristal de color, adecuadamente calibrados. El método estándar de medida de color es el Platino-Cobalto, donde la unidad de color es correspondiente a 1 mg de Platino/L en la forma de ion cloroplatino.

pH (OPS. 2005)

Valor negativo del logaritmo decimal de la actividad de los iones hidrogeno ($\text{pH} = -\log \text{AH}^+$) donde AH^+ es la actividad de los iones hidrogeno.

El principio básico de la medición electrométrica del pH es la determinación de la actividad de los iones hidrogeno por medición potenciométrica, usando un electrodo de vidrio y un electrodo de

referencia. La fuerza electromotriz producida en el sistema del electrodo de vidrio, varía linealmente con el pH y esta relación es la que se grafica usando soluciones amortiguadoras de diferente pH. El pH de una muestra se determina por extrapolación.

CONDUCTIVIDAD (OPS. 2005)

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de medición. Esta medición se realiza utilizando un equipo conductímetro.

COLORO RESIDUAL (OPS. 2005)

El la cloración del agua sirve principalmente para destruir o desactivar los microorganismos causantes de enfermedades. El método utilizado es el colorimétrico del DPD (N,N-dietil-p-fenilendiamina), el cual medimos con un equipo colorimétrico programado y calibrado que nos proporciona la cantidad de cloro libre que contiene una muestra.

ALCALINIDAD (OPS. 2005)

La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua o un medio acuoso para neutralizar la acidez de los iones hidrógenos. La alcalinidad del agua se debe principalmente al contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxido, por lo cual se considera un indicador de la concentración de

estos componentes, pero también puede incluir contribuciones de boratos, fosfatos, silicatos y otras bases.

Los iones hidroxilo presentes en el agua, como resultado de la disociación o hidrólisis de los solutos, reaccionan con las adiciones de soluciones estándar de ácido, por lo que la alcalinidad depende del pH de punto final que se use.

Alcalinidad de fenolftaleína: Término para designar a la alcalinidad medida en mg/L de CaCO_3 mediante titulación a pH 8,3, independientemente del indicador de color que emplee para su determinación. Para este efecto se puede usar el indicador fenolftaleína o púrpura de metacresol.

Alcalinidad total: Término para designar la alcalinidad medida en mg/L de CaCO_3 mediante titulación a pH 8,3 y pH 4.5. Las variaciones de color producidas por los indicadores como fenolftaleína o púrpura de metacresol (a pH 8,3), verde de bromocresol, una mezcla de verde de bromocresol y rojo de metilo o anaranjado de metilo (a pH 4,5) conceden utilidad a estos indicadores para la determinación de la alcalinidad.

DUREZA (OPS. 2005)

Corresponde a la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio, de los cuales los más comunes son los de calcio y los de magnesio.

Aún no se ha definido si la dureza tiene efectos adversos sobre la salud. Pero se la asocia con el consumo de más jabón y detergente durante el lavado.

La dureza está relacionada con el pH y la alcalinidad; depende de ambos. Un agua dura puede formar depósitos en las tuberías y hasta obstruirlas completamente. Esta característica física es nociva, particularmente en aguas de alimentación de calderas, en las cuales la alta temperatura favorece la formación de sedimentos.

La remoción de la dureza en el tratamiento se lleva a cabo mediante la precipitación con cal o mediante el proceso combinado cal-carbonato, conocido como ablandamiento cal-soda.

En términos generales, puede considerarse que un agua es blanda cuando tiene dureza menor de 100 mg/L; medianamente dura, cuando tiene de 100 a 200 mg/L; y dura, cuando tiene de 200 a 300 mg/L (en todos los casos, como CaCO_3).

Las normas de calidad no establecen un límite específico para la dureza en el agua para consumo humano.

SULFATOS (OPS. 2005)

El ion sulfato precipita en medio ácido con cloruro de bario para formar una suspensión de sulfato de bario de tamaño uniforme. Se mide la absorbancia de la suspensión de sulfato de bario en un espectrofotómetro o nefelómetro y se determina la concentración del ion sulfato por comparación de la lectura con una curva de calibración.

NITRATOS (OPS. 2005)

La medición de la absorbancia de la luz en el rango Ultravioleta (UV), a la longitud de onda de 220 nm permite la determinación de nitratos. La

curva de calibración de NO_3^- sigue la ley de Beer hasta 11mg N/L. Debido a que la materia orgánica disuelta también absorbe a 220 nm se debe efectuar una segunda medición a 275 nm para corregir el valor debido a la absorción de la materia orgánica, ya que el NO_3^- no absorbe a 275 nm. El alcance de esta corrección empírica está relacionada con la naturaleza y con la concentración de materia orgánica y pueden variar de un tipo de agua a otra.

En consecuencia, este método no se recomienda para aguas que requieran una corrección significativa por absorbancia de materia orgánica, a pesar de que puede ser útil para controlar niveles de nitratos en aguas en las que la naturaleza de la materia orgánica disuelta permanezca constante. Los factores de corrección para la absorbancia de materia orgánica pueden establecerse por el método de adición en combinación con el análisis por otro método del contenido original de NO_3^- .

CLORUROS (OPS. 2005)

Las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas.

En las aguas superficiales por lo general no son los cloruros sino los sulfatos y los carbonatos los principales responsables de la salinidad.

A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción disolvente sobre ciertas sales presentes en el agua y también sobre

algunos componentes del cemento, al impartirles una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo.

Por sus características químicas y la gran solubilidad de la mayoría de los cloruros, su remoción requiere métodos sofisticados y costosos, muchos de ellos impracticables, especialmente cuando se trata de volúmenes relativamente altos.

El método tradicional, que puede resultar más eficiente y práctico, es el de la destilación. Actualmente se está trabajando en este campo para lograr unidades que aprovechen la energía solar y eliminen los cloruros de manera eficiente y a bajo costo. Este sistema puede resultar especialmente útil en comunidades costeras cuya única fuente sea el agua del mar.

Los límites fijados en el agua por las normas de calidad se sustentan más en el gusto que le imparten al agua que en motivos de salubridad.

Tomando en cuenta el límite de percepción del sabor de los cloruros en el agua, se ha establecido un límite de 250 mg/L en aguas de consumo, concentración que puede ser razonablemente excedida según las condiciones locales y la costumbre de los consumidores. La OMS considera que por encima de esta concentración, los cloruros pueden influir en la corrosividad del agua.

HIERRO (OPS. 2005)

El hierro es un constituyente normal del organismo humano (forma parte de la hemoglobina). Por lo general, sus sales no son tóxicas en las cantidades comúnmente encontradas en las aguas naturales.

La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua, producir manchas indelebles sobre los artefactos sanitarios y la ropa blanca. También puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbiedad y el color del agua.

Tiene gran influencia en el ciclo de los fosfatos, lo que hace que su importancia sea muy grande desde el punto de vista biológico. En la naturaleza se presenta en dos formas: asimilable y no asimilable.

En las aguas superficiales, el hierro puede estar también en forma de complejos órgano-férricos y, en casos raros, como sulfuros. Es frecuente que se presente en forma coloidal en cantidades apreciables.

Las sales solubles de hierro son, por lo general, ferrosas (Fe II) y la especie más frecuente es el bicarbonato ferroso: $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$.

En contacto con el oxígeno disuelto en el agua, las sales ferrosas se convierten en férricas por oxidación y se precipitan en forma de hidróxido férrico. Esta precipitación es inmediata con un pH superior a 7,5. Con un pH mayor de 2,2, el hidróxido férrico es insoluble. El ion ferroso lo es con un pH mayor de 6. De acuerdo con ello, las aguas subterráneas —que, por estar fuera del contacto con el aire, se encuentran en un medio natural fuertemente reductor— podrán tener en solución cantidades notables de hierro ferroso.

Este metal en solución contribuye con el desarrollo de microorganismos que pueden formar depósitos molestos de óxido férrico en la red de distribución.

La remoción del hierro de las aguas crudas superficiales es relativamente fácil con los procesos comunes de remoción de la turbiedad, mediante los

cuales su concentración puede bajar de 10 mg/L a 0,3 mg/L, que es la concentración recomendada para el agua de consumo. Sin embargo, es posible que haya problemas si el hierro está presente en complejos orgánicos inestables.

Por consideraciones de sabor y debido a que los tratamientos convencionales pueden eliminar el hierro en estado férrico pero no el hierro soluble Fe (II), las guías de calidad de la OMS y del Canadá recomiendan que en las aguas destinadas al consumo humano no se sobrepase 0,3 mg/L de hierro.

MANGANESO (OPS. 2005)

El manganeso es un elemento esencial para la vida animal; funciona como un activador enzimático. Sin embargo, grandes dosis de manganeso en el organismo pueden causar daños en el sistema nervioso central.

Su presencia no es común en el agua, pero cuando se presenta, por lo general está asociado al hierro.

Comúnmente se encuentra en el agua bajo su estado reducido, Mn (II), y su exposición al aire y al oxígeno disuelto lo transforma en óxidos hidratados menos solubles.

En concentraciones mayores a 0,15 mg/L, las sales disueltas de manganeso pueden impartir un sabor desagradable al agua.

La presencia de manganeso en el agua provoca el desarrollo de ciertas bacterias que forman depósitos insolubles de estas sales, debido a que se

convierte, por oxidación, de manganoso en solución al estado mangánico en el precipitado. Esta acción es similar en el hierro.

Por lo general, en el agua es más difícil de controlar el manganeso que el hierro. Su remoción se realiza formando sales insolubles, para lo cual, en muchos casos, es necesario el uso de oxidantes y un pH alto.

Las Guías de Calidad para Aguas de Consumo Humano de la OMS establecen como valor provisional 0,5 mg/L, pero las Guías de Calidad para Agua de Bebida del Canadá recomiendan una concentración diez veces menor: 0,05 mg/L, por consideraciones principalmente relacionadas con el sabor y el olor del agua.

ALUMINIO (OPS. 2005)

El aluminio se encuentra en la corteza terrestre en combinación con silicio y oxígeno para formar feldespatos, micas y arcillas minerales. Los minerales más importantes son la bauxita y el corindón que es usado como abrasivo. La abundancia promedio del aluminio en la corteza terrestre es de 8.1 %; en suelos es de 0.9 % a 6.5 %; en aguas superficiales es de 0.4 mg/L y en agua subterránea es menor a 0.0001 mg/L. Los compuestos de aluminio son usados en los procesos de tratamiento de agua para flocular las partículas suspendidas, pero esto puede dejar un residuo de aluminio al final del proceso.

La ocurrencia del aluminio en aguas naturales es controlada por el pH y por partículas minerales finamente suspendidas. El catión Al^{+3} predomina a pH menores de 4 y la forma disuelta predominante es $Al(OH)_4$. El aluminio no es esencial para plantas y animales.

Las soluciones de aluminio diluidas en soluciones amortiguadoras de pH 6.0 producen con el eriocromo cianina R un complejo de color rojo a rosado que presenta un máximo de absorción a 535 nm. La intensidad del color resultante depende de la concentración de aluminio, el tiempo de reacción, la temperatura, pH, alcalinidad y concentración de otros iones en la muestra. Para compensar el color y la turbiedad en la muestra, se prepara un blanco mediante la formación de un complejo de aluminio de una porción de muestra con EDTA. La interferencia de hierro y manganeso, dos elementos que se encuentran frecuentemente en el agua, se elimina por adición de ácido ascórbico.

COLIFORMES TERMOTOLERANTES (OPS. 2005)

Las bacterias coliformes Termotolerantes forman parte del total del grupo coliforme. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dentro de las 24 ± 2 horas. La mayor especie en el grupo de coliforme Termotolerantes es el *Escherichia coli*

El procedimiento por filtración consiste en hacer pasar con ayuda del vacío, un volumen de muestra de agua a través de una membrana de celulosa, el cual es colocada luego en una placa de Petri conteniendo un medio de cultivo (mFC) e incubada a una temperatura de $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta técnica permite examinar volúmenes muy variables de agua y ofrece un resultado directo de la concentración de bacterias coliformes (por recuento de colonias), en lugar de un estimado estadístico, como en el caso de tubos múltiples.

COLIFORMES TOTALES (OPS. 2005)

Son bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gram negativas no esporuladas y de forma alargada, que desarrollan una colonia roja con brillo metálico en un medio “Endo” que contenga lactosa tras una incubación de 24 horas a 35 °C.

El procedimiento por filtración consiste en hacer pasar con ayuda del vacío, un volumen de muestra de agua a través de una membrana de celulosa, el cual es colocada luego en una placa de Petri conteniendo un medio de cultivo (mENDO) incubada a una temperatura de 35 °C ± 0.5 °C. Esta técnica permite examinar volúmenes muy variables de agua y ofrece un resultado directo de la concentración de bacterias coliformes (por recuento de colonias), en lugar de un estimado estadístico, como en el caso de tubos múltiples.

2.2.3 FRECUENCIA DE MONITOREO

La EPS SEDALORETO S.A. estableció la frecuencia con la que debe realizar sus monitoreos basando en lo establecido en la Resolución de Consejo Directivo N° 015-2012-SUNASS-CD con lo que “Aprueban frecuencia de muestreo de los parámetros que deben ser controlados por las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) respecto a la calidad del agua potable”. Donde indica la frecuencia de muestreo de los quince (15) parámetros establecido por la Empresa. Para el resto de los parámetros establecidos en el Reglamento de Calidad del Agua para el Consumo Humano, las muestras se recolectan trimestralmente.

Cuadro 2-6 : Frecuencia de Monitoreo de Parámetros de Control de Calidad					
Ensayo	Fuente río Nanay	Salida de Decantadores	Agua de Reservorios	Salida de Planta	Red Pública
Turbiedad	cada 2 horas	cada 2 horas	cada 2 horas	cada 2 horas	25 muestras diarias
Color	cada 2 horas	cada 2 horas	cada 2 horas	cada 2 horas	11 muestras mensuales
pH	cada 2 horas	cada 2 horas	cada 2 horas	cada 2 horas	11 muestras mensuales
Conductividad	cada 2 horas	-	-	cada 2 horas	11 muestras mensuales
Cloro Residual	-	-	cada 2 horas	cada 2 horas	25 muestras diarias
Alcalinidad	semanal	semanal	-	tres veces por semana	11 muestras mensuales
Dureza Total	semanal	-	-	tres veces por semana	11 muestras mensuales
Sulfatos	semanal	-	-	tres veces por semana	11 muestras mensuales
Nitratos	semanal	-	-	tres veces por semana	11 muestras mensuales
Cloruros	semanal	-	-	tres veces por semana	11 muestras mensuales
Hierro	semanal	-	-	tres veces por semana	11 muestras mensuales
Manganeso	semanal	-	-	tres veces por semana	11 muestras mensuales
Aluminio	semanal	semanal	.	diario	11 muestras mensuales
Coliformes Totales	semanal	semanal	mensual	semanal	11 muestras mensuales
Coliformes Termotolerantes	semanal	semanal	mensual	semanal	11 muestras mensuales

Fuente: EPS SEDALORETO S.A., 2015

CAPITULO III

3. DESEMPEÑO PROFESIONAL

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN.

El Departamento de Producción tiene como propósito dirigir, controlar, evaluar y asegurar que los procesos y procedimientos se lleven de manera adecuada con la finalidad de producir un agua potable apta para el consumo humano.

La experiencia profesional que adquirí en el Departamento de Producción, se inició desempeñándome como Supervisor de Planta, este puesto me permitió afianzar los conocimientos adquiridos en mi etapa universitaria para cumplir de manera satisfactoria las funciones inherentes al puesto. Posteriormente asumí la Jefatura del Departamento de Producción donde actualmente me desempeño, por lo que en esta etapa de mi desarrollo profesional, se encuentra más ligada al cumplimiento de metas empresariales, por lo que los conocimientos adquiridos en la empresa proporcionaron las herramientas necesarias para poder evaluar y tomar las decisiones adecuadas a cada imprevisto operativo.

3.1.1 Jefe del departamento de Producción

Es el encargado de planear, dirigir, controlar y evaluar el proceso de producción tanto a nivel de tratamiento como de disposición final.

Funciones Específicas

- Formular y proponer normas, procedimientos y criterios técnicos para el desarrollo de los procesos enmarcados en la producción del agua potable.

Actividades Desarrolladas: Para poder cumplir con esta función se formuló el formato de limpieza superficial de la plantas de tratamiento, el cual consiste en prever el crecimiento de agentes que puedan afectar la calidad del proceso. También se establecieron criterios para realizar el retrolavado de los sistemas de filtración, que consta de evitar la saturación del sistema de filtración, con la finalidad de optimizar el proceso de filtración.

- Efectuar el planeamiento del volumen de producción de acuerdo al requerimiento del área de distribución, a fin de atender las variaciones diarias y estacionales, recopilando y analizando datos operacionales.

Actividades Desarrolladas: Con la finalidad de mantener constante la producción de agua potable se estableció como criterio en coordinación con el Departamento de Distribución, producir agua potable con un caudal de oscila entre los 1050 a 1100 L/s. Ya que la cantidad de agua producida diariamente sería suficiente para suplir la necesidad de la población.

- Controlar la producción de agua potable desde la etapa de captación hasta su almacenamiento en la planta de tratamiento, optimizando el uso de las materias primas.

Actividades Desarrolladas: El control de la parte productiva es permanente, ya que constantemente se realiza el control del proceso productivo, se vigila que no existan agente externos que puedan producir cualquier alteración en el sistema y se realiza un monitoreo constante de fuente de captación.

- Mantener reportes y estadísticas sobre los resultados obtenidos en la operación del sistema de producción, necesarios para la elaboración de los programas anuales de operación, mantenimiento, lavado y desinfección, teniéndose en cuenta la normativa de salubridad existente, asegurando la calidad del servicio, así como para su reporte a los requerimientos de mecanismos de gestión como parte de control interno y externo.

Actividades Desarrolladas: Se elaboran anualmente los programas de limpieza y desinfección de todas las infraestructuras que participan en el proceso, con la finalidad de cumplir la normativa exigida por SUNASS, para así asegurar la calidad del servicio. Se mantiene un control de toda la data el cual es plasmado en el informe técnico que se presenta mensualmente, donde se realizan comparaciones de los parámetros de producción y los indicadores de gestión.

- Coordinar la operación y control de las unidades de tratamiento de agua potable, teniendo en cuenta los procedimientos establecidos.

Actividades Desarrolladas: Se da cumplimiento a los manuales de operación tanto para la Planta Antigua como para la Planta Nueva, en caso de presentarse algún imprevisto no plasmado en el mencionado manual se realiza las coordinaciones entre el personal supervisor de planta y la Jefatura del Departamento con la finalidad de obtener el criterio de operación más adecuado ante el imprevisto.

- Elaborar y controla los programas de mantenimiento de la infraestructura sanitaria involucrada en el tratamiento de agua captada en concordancia con las directivas emitidas por entes supervisores internos y externos.

Actividades Desarrolladas: Se realiza el control de la ejecución de los programas de mantenimiento de infraestructura presentado por el Departamento Electromecánico el cual siempre realiza el mantenimiento correctivo y preventivo con la finalidad de evitar el desabastecimiento.

- Evaluar la fuente de captación para determinar posibles variaciones de las características fisicoquímicas del agua cruda, en estrecha coordinación con las oficinas internas y los organismos externos existentes.

Actividades Desarrolladas: El monitoreo de los parámetros operacionales de la fuente se realizan de manera constante y una vez por semana la Oficina de Control de Calidad no emite el análisis de calidad de la fuente con la finalidad de evaluar si existe una variación significativa en los parámetros medidos, para así de esa manera realizar las pruebas de jarras pertinentes y encontrar la dosis óptima para cada planta de tratamiento y de esta manera asegura un producción de agua de calidad.

3.1.2 Supervisor de Planta

Es el encargado de supervisar, controlar y evaluar el proceso de producción de agua potable en sus etapas de tratamiento.

Funciones Básicas

- Supervisar las etapas de tratamiento del agua cruda para su tratamiento en agua potable, desde captación hasta su almacenamiento.

Actividades Desarrolladas: Como supervisor de planta eres el encargado de realizar la supervisión de todo el proceso de producción, por lo que el control permanente es parte de la actividad que desarrolla, observado de manera visual cualquier comportamiento anormal o ajeno al proceso.

- Efectuar el control, recopilación e ingreso de datos, de los parámetros operacionales (hidráulicos, fisicoquímico, eléctricos) del sistema de tratamiento.

Actividades Desarrolladas: La recopilación de los parámetros operacionales es constante, se recopilan cada hora los cuales son control del amperaje y a que voltaje están operando todas las electrobombas, el control de los caudales de captación, producción y distribución, el control del nivel de los reservorios, el control de la cantidad de insumo químico consumido por hora. Para los controles de los parámetros fisicoquímicos del proceso de producción se realizan cada dos horas. Por lo que el control es permanente.

- Efectuar la evaluación de la información recopilada para la corrección y/o mejoras del proceso productivo, atendiendo las

necesidades de tratamiento del sistema en función a la normatividad existente.

Actividades Desarrolladas: La evaluación de la información recopilada es constante, debido a que cualquier cambio significativo en algún parámetro de operación afectaría la producción, por lo que es primordial siempre realizar estas evaluaciones de manera periódica.

- Mantener reportes y estadísticas sobre los resultados obtenidos en la operación del sistema de producción, así como el uso de estos para elaborar programas de control de la infraestructura existente.

Actividades Desarrolladas: Existen formatos para llenado de información donde se insertan todos los datos recopilados, el cual nos permite mantener un control estadístico de todos los parámetros de control operacional.

- Dirigir, controlar y hacer cumplir las condiciones adecuadas de seguridad establecidas en el sistema de operación en las unidades de tratamiento de agua potable y sistemas auxiliares.

Actividades Desarrolladas: Es función primordial del supervisor de planta hacer cumplir los lineamientos de seguridad establecidos para la operación de las plantas, estos se encuentran establecidos en el manual de operaciones de cada planta, donde como supervisor de planta debe estar presente para dirigir las actividades que se desarrollen, con la finalidad de evitar cualquier incidente que afecte a la empresa.

- Mantener las instalaciones de trabajo en un adecuado orden, limpieza y sobre todo orientar las acciones realizadas con las reglas de seguridad impartidas para asegurar la integridad física del personal supervisor así como de los operarios a cargo.

Actividades Desarrolladas: Como supervisor de planta es parte importante hacer cumplir los programas de limpieza de todas las áreas de trabajo y las infraestructuras del proceso para poder de esta manera asegurar la calidad del agua potable, así como también hacer cumplir los lineamientos del reglamento de seguridad y salud en el trabajo, constatando que las actividades desarrolladas cumplan con las medidas de seguridad adecuadas y que el personal use la indumentaria adecuada para las distintas actividades que desarrolla.

- Otras funciones afines al cargo designadas por el jefe del área en atención a los requerimientos de la empresa.

Actividades Desarrolladas: Estas actividades por lo general son coordinadas con la jefatura, que mediante una reunión de trabajo se analiza el imprevisto y las actividades que se deban desarrollar para superar dicha situación.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA EN LA OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD.

La Oficina de Control de Calidad tiene como propósito de garantizar que la calidad del producto entregado a los usuarios en la forma de prestación de un servicio, sea óptimo, a efectos de cautelar la salud de la población consumidora.

La experiencia profesional que adquirí en la Oficina de Control de Calidad me ayudo a afianzar mis conocimientos en química donde me desempeñé como Analista de Control de Calidad, dado que el tiempo que laboré en esa área, implementamos los procedimientos de análisis de los parámetros fisicoquímicos según las Normas Técnicas vigentes.

3.2.1 Analista de Control de Calidad

Es el encargado de efectuar inspecciones, muestreos, ensayos y pruebas de calidad de agua, mediante la aplicación técnicas y métodos establecidos.

Funciones Específicas

- Efectuar inspecciones visuales a las instalaciones, fuentes de captación, pozos, plantas y reservorios con la finalidad de observar deficiencias o riesgos potenciales de contaminación.

Actividades Desarrolladas: Se tiene un formato de control donde se apuntan todos los riesgos potenciales de contaminación realizados a raíz de las inspecciones realizadas en todo el proceso productivo.

- Efectuar la toma de muestras de agua a nivel de todos los componentes del proceso de producción y distribución de agua.

Actividades Desarrolladas: Se realiza la toma de muestra en todos los puntos de control establecido por la empresa, siguiendo el protocolo de monitoreo, con la finalidad de que la muestra recolecta.

- Aplicar técnicas y normas para la toma de muestra, su conservación transporte y almacenamiento.

Actividades Desarrolladas: Aplicación de lo establecido en la norma técnica peruana, el cual su cumplimiento asegura que la muestra tomada será representativa.

- Operar los equipos de laboratorio y aplicar reactivos químicos para efectuar las pruebas de calidad.

Actividades Desarrolladas: La operación de los equipos es desarrollada por el analista laboratorio, debido a que él es el que tiene los conocimientos que adquirió en la época universitaria, más la capacitación brindada por la Empresa son los que aseguran una adecuada operación de los equipos, manejo de la muestra, de aplicar los reactivos químicos y emitir resultados.

- Efectuar análisis fisicoquímicos y bacteriológicos del agua mediante la aplicación de técnicas y/o metodologías.

Actividades Desarrolladas: Esta encargado de realizar todos los análisis como se indica en la tabla 2- , aplicando las técnicas establecidas en la Norma Técnica Peruana y el los métodos estandarizados.

- Efectuar ensayos para la aplicación de metodologías y análisis.

Actividades Desarrolladas: El analista de laboratorio es el indicado para realizar ensayos para la aplicación de metodologías, debido a su capacidad de análisis. Ej. En el año 2017 se realizaron unos ensayos para determinar la dosis letal de

sulfato de cobre con la finalidad de inhibir el crecimiento de algas diatomeas en el agua sedimentada.

- Calibrar y mantener los equipos de laboratorio.

Actividades Desarrolladas: El analista de laboratorio es el encargado de revisar y mantener el correcto funcionamiento de los equipos de laboratorio, como estar al tanto cuando este ya necesita ser calibrado.

- Preparar reactivos químicos para el desarrollo de las pruebas e calidad.

Actividades Desarrolladas: El analista de laboratorio es el encargado de hacer la preparación de todos los reactivos que utilizará por cada análisis, siempre rotulando cada reactivo químico que prepara.

- Efectuar el control de calidad de los insumos para la producción.

Actividades Desarrolladas: El analista de laboratorio es el encargado de realizar el control de calidad de los insumos químicos con la finalidad de evaluar si estos cumplen con lo establecido en la Norma Técnica Peruana para insumos químicos utilizados para tratamiento de aguas.

- Realizar muestreos en las cuencas de abastecimiento y cuerpos receptores, sin perjuicio de las inspecciones domiciliarias para constatar la calidad del servicio.

Actividades Desarrolladas: El analista de laboratorio receptiona las muestras tomadas por el personal que realiza el

monitoreo en la red pública, y realiza todos los análisis concernientes para dicha muestra.

3.3 LIMITACIONES ENCONTRADAS DURANTE EL DESEMPEÑO DE SUS FUNCIONES.

Existen muchas condiciones que limitan el desempeño de un profesional en la EPS SEDALORETO S.A., estas pueden indicadas como:

- **Económicas:** Esta limitación se viene siendo arrastrada a través de los años, el cual dificulta que la Empresa pueda proyectarse a mejorar sus procesos debido a que no cuenta con los recursos económicos para ello. Por lo que el profesional que ingrese a laborar en la EPS SEDALORETO S.A. y se desempeñe en alguno de los puestos descritos en el Informe Técnico, deberá aplicar su ingenio, capacidad de reacción, adaptación para dar solución a las diferentes situaciones que se puedan presentar en su jornal laboral.
- **Social:** A consecuencia de las limitaciones económicas, el cual no permite mejorar el servicio que brinda la EPS SEDALORETO S.A. A pesar que la Empresa es capaz de potabilizar la cantidad de agua suficiente para abastecer a la población, pero debido a que presentamos un cuadro de pérdida en la red pública más del 50 % de agua distribuida, por lo que la mitad de nuestra producción se desperdicia, el cual causa un impacto social que es la disconformidad con el servicio que se brinda, esto se debe a

que la mayoría de nuestras redes principales tienen mucha antigüedad y no existe el catastro técnico adecuado.

Otras limitaciones que se pueden mencionar son:

- En nuestra ciudad no existen laboratorios acreditados por INACAL, por lo que todas las muestras que recolectamos, deben ser enviadas a otras ciudades del país que cuentan con laboratorios acreditados por INACAL.
- Demora en el traslado de los insumos químicos desde donde lo producen hasta que lleguen a nuestros almacenes tardan alrededor de 15 días de no presentarse imprevistos.

3.4 APOORTE PROFESIONAL Y TÉCNICO

En mi paso por diferentes puestos en EPS SEDALORETO S.A. realice varios aportes que aún siguen siendo usados. A continuación indicaré algunos aportes:

- Adecuación a la Norma Técnica Peruana para lo que respecta los análisis de control de parámetros de calidad.
- Implementación de reportes de control calidad con los 15 análisis entre fisicoquímicos y bacteriológicos.
- Adecuación e implementación a la frecuencia de muestro que recomienda SUNASS.
- Implementación de la alcalinización al agua cruda.
- Determinación de dosis letal de sulfato de cobre para combatir algas diatomeas.
- Actualización del Manual de Operaciones

- Elaboración de fichas técnicas de inversión para mejorar la infraestructura existente, construcción de caseta de cloración para la planta antigua, adquisición de equipos de laboratorio y mejoramiento de las instalaciones de la planta de tratamiento.

CONCLUSIONES

- La EPS SEDALORETO S.A. es una empresa que permite al ingeniero químico adquirir la experiencia profesional suficiente para desenvolverse en un amplio campo de la actividad humana como son los procesos industriales y la prestación de servicios, donde se presentan aplicaciones propias de la Ingeniería permitiendo demostrar conocimientos y habilidades.
- La experiencia profesional adquirida en Ingeniería Química en la EPS SEDALORETO S.A. permite al profesional desenvolverse en muchas áreas de la empresa, debido a que es capaz de identificar problemas y plantear soluciones.
- La experiencia profesional adquirida en la EPS SEDALORETO S.A. como analista de laboratorio permitió afianzar los conocimientos, aprendiendo nuevas técnicas y métodos de análisis para realizar los controles calidad en todo el proceso de potabilización.
- La experiencia profesional adquirida en la EPS SEDALORETO S.A. como supervisor de planta permitió adquirir los conocimientos sobre gestión administrativa y gestión operativa, por lo que el profesional que se desempeñe como supervisor de planta será capaz de gestionar los recursos (insumos químicos) y realizar el manejo adecuado de todos los equipos en todas las etapas del proceso asegurando la calidad del agua producida y la del personal que labora bajo su mando.
- La experiencia profesional adquirida en la EPS SEDALORETO S.A. como Jefe del Departamento de Producción permite al profesional tomar decisiones idóneas para un mejor manejo de los recursos destinados al proceso de potabilización, permitiendo evaluar y plantear mejoras al proceso productivo.

RECOMENDACIONES

- El personal profesional o técnico debe plantearse indicadores de desempeño en base a metas establecidas en un determinado tiempo, el cual ayudará a medir su desempeño laboral en la EPS SEDALORETO S.A.
- La EPS SEDALORETO S.A. debe aplicar la constante mejora de su proceso productivo, buscando tecnologías de punta, lo que resultaría brindar un servicio de mejor calidad a la población.
- Se recomienda que se firmen convenios marco todos los años entre la FIQ-UNAP y la EPS SEDALORETO S.A., para permitir que los egresados de la FIQ tengan oportunidad de realizar sus prácticas pre-profesionales y profesionales, esto facilitaría a que los egresados puedan realizar investigación el cual ayudaría a formar más ingenieros investigadores.
- En la actualidad, es una necesidad imperativa de todas las Empresas Prestadoras de Servicio de Saneamiento formular, aprobar y aplicar un propio Plan de Control de Calidad (PCC), para ello se debe realizar una serie de controles y/o evaluaciones; sean estas en la fuente, unidades de tratamiento, redes de distribución. Identificando cada punto crítico y su posterior control, para que de esa manera se garantice el cumplimiento del Reglamento de Calidad de Agua para el Consumo Humano y brindar un producto de calidad.
- La EPS SEDALORETO S.A. debería priorizar los estudios para poner en marcha la sectorización para las áreas de influencia de todos los reservorios elevados distribuidos por la ciudad, con la finalidad de identificar las principales causas de pérdidas en la red de distribución de agua potable, ya que este punto es en donde no se conoce en que zona y cuáles son las causas de la excesiva pérdida de agua potable en la red de distribución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PÉREZ J., VARGAS L. 2001. El agua: Calidad y Tratamiento para el consumo Humano. Manual I. Serie Filtración Rápida. Programa Regional.
- RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 015-2012-SUNASS-CD. Frecuencia de Muestreo de los Parámetros que deben ser Controlados por las EPS respecto a la Calidad del Agua Potable. Perú.
- ROJAS R. 2003. Controles Operacionales y Análisis de Agua Potable en el Laboratorio. Pág. 48-193.
- APHA, AWWA, WEF, 2005. “Standar Methods for the examination of water & waste water, 21st Edition, Centennial Edition, Washintong D.C.
- LETTERMAN R. 2002. Calidad y Tratamiento del Agua: Manual de Suministro de Agua Comunitaria. 5ta Edición. España. McGRAW-HILL. Pág. 948-1112.
- ODEBRECHT S.A. 2006. Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Iquitos: Manual de Operaciones y Mantenimiento. Perú. Pág. 02-85.
- OMS. 2006. Guías para la calidad del agua potable. Vol. 1. 3ra Edición. Recomendaciones. Tercera edición.
- OPS. 2004. Tratamiento de agua para consumo humano Plantas de filtración rápida Manual I: Teoría. Tomo I y II.
- OPS. 2005. Tratamiento de agua para consumo humano Plantas de filtración rápida Manual IV: Operación, mantenimiento y control de calidad.
- EPS SEDALORETO S.A-GPEP. 2015. Memoria Institucional 2015.
- EPS SEDALORETO S.A.-GO-DP, 2018. INFORME TECNICO N° 006-2018.
- DECRETO SUPREMO N° 031-2010-SA. Reglamento de Calidad de Agua para el Consumo Humano. Perú.

- DECRETO LEGISLATIVO N° 574. 1990. Promulgan mediante Decreto Legislativo la Ley de Organización y función del Ministerio de Vivienda y Construcción. Perú.
- DECRETO LEGISLATIVO N° 601. 1990. Procedimiento para la transferencia a que se refiere la Séptima Disposición Complementaria del Decreto Legislativo N° 574. Perú.
- DECRETO SUPREMO N° 112-90-PCM. 1990. Norma Proceso de transferencia del accionado que posee SENAPA en s filial SEDALORETO a las Municipalidades Provinciales. Perú.
- LEY N° 26887, 1997. Ley General de Sociedades. Perú.
- LEY N° 26338, 1994. Ley General de Servicios de Saneamiento. Perú.
- DECRETO SUPREMO N° 023-2005-VIVIENDA, 2005. Aprueban el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicio de Saneamiento, Ley N° 26338. Perú.
- LEY N° 28870, 2006. Ley para optimizar la gestión de las entidades prestadoras de servicio de saneamiento. Perú.
- LEY N° 30045, 2013. Ley de modernización de los servicios de saneamiento. Perú.
- DECRETO LEGISLATIVO N° 1240, 2015. Decreto Legislativo que modifica la Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento y la Ley N° 30045, Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento

ANEXOS

ANEXO I

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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

ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

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

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

ANEXO III

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrin y dieldrin	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrin	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroeteno	mgL ⁻¹	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,3
29. 1,1- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,03
30. 1,2- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,05
31. Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL ⁻¹	0,6
33. Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL ⁻¹	0,2
36. Estireno	mgL ⁻¹	0,02
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,7
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,5
39. Atrazina	mgL ⁻¹	0,002
40. Carbofurano	mgL ⁻¹	0,007
41. Clorotaluron	mgL ⁻¹	0,03
42. Cianazina	mgL ⁻¹	0,0006
43. 2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL ⁻¹	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02
48. DicloroPROP	mgL ⁻¹	0,1
49. Dimetato	mgL ⁻¹	0,006
50. Fenoprop	mgL ⁻¹	0,009
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,009
52. MCPA	mgL ⁻¹	0,002
53. Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01
54. Metolacloro	mgL ⁻¹	0,01
55. Molinato	mgL ⁻¹	0,006
56. Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02
57. Simazina	mgL ⁻¹	0,002
58. 2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,009
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,007
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02
61. Cloropirifos	mgL ⁻¹	0,03
62. Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,3
63. Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,001

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
64. Bromato	mgL ⁻¹	0,01
65. Bromodichlorometano	mgL ⁻¹	0,06
66. Bromoformo	mgL ⁻¹	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL ⁻¹	0,01
68. Cloroformo	mgL ⁻¹	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL ⁻¹ mgL ⁻¹	0,07 0,07
70. Dibromoacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL ⁻¹	0,05
72. Dicloroacetato	mgL ⁻¹	0,02
73. Dicloroacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,9
74. Formaldehído	mgL ⁻¹	0,02
75. Monocloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
76. Tricloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL⁻¹.

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

Nota 3: La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodichlorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{LMP_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{bromodichlorometano}}}{LMP_{\text{bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{bromoformo}}}{LMP_{\text{bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

ANEXO IV

DIAGRAMA DE INSPECCION DE PROCESO OPERACIONAL

