

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 1 de 94

## EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE SIBATÉ S.C.A. E.S.P.

## MANUAL DE OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

**2017**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 2 de 94

## INTRODUCCIÓN

El propósito del presente Manual es fijar los criterios de funcionamiento y actividades de operación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable y control de riesgos o situaciones de alarma que puedan llegar a provocar la suspensión parcial o temporal, garantizando la calidad, cobertura y continuidad del servicio de agua potable cumpliendo con los estándares de la normatividad vigente.

## DEFINICIONES

**Aducción** Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

**Aeración** Proceso en el que se produce un contacto entre el aire y el agua con el objetivo de oxigenarla o de excluir gases o sustancias volátiles.

**Agua cruda** Agua superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.

**Agua dura** Agua que contiene cationes divalentes y sales disueltas en concentraciones tales que interfieren con la formación de la espuma del jabón.

**Agua potable** Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 1575 de 2007, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

**Alcalinidad** Capacidad del agua para neutralizar los ácidos. Esta capacidad se origina en el contenido de carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ) y ocasionalmente boratos, silicatos y fosfatos. La alcalinidad se expresa en miligramos por litro de equivalente de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

**Almacenamiento** Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.

**Análisis físico-químico del agua** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.

**Análisis microbiológico del agua** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

**Análisis organoléptico** Se refiere a olor, sabor y percepción visual de sustancias y materiales flotantes y/o suspendidos en el agua.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 3 de 94

**Anclaje** Apoyo que soporta los empujes ocasionados por el cambio de dirección en una tubería sometida a presión interna.

**Boca de acceso** Abertura que se localiza sobre una tubería con el objeto de permitir el acceso a su interior.

**Bocatoma** Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

**Calibración** Determinación, verificación o rectificación de la graduación de cualquier instrumento que proporcione medidas cuantitativas.

**Calidad del agua** Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua.

**Cámara de succión** Depósito de almacenamiento de agua en el cual se encuentra la tubería de succión.

**Canal** Conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

**Capacidad de almacenamiento** Volumen de agua retenido en un tanque o embalse.

**Capacidad hidráulica** Caudal máximo que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

**Capacidad máxima** Caudal máximo de diseño de una estructura hidráulica.

**Captación** Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

**Carbón activado** Forma de carbón altamente adsorbente, usado para remover material orgánico disuelto causante del mal sabor, color y olor del agua.

**Caudal de diseño** Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

**Caudal máximo diario** Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

**Caudal máximo horario** Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

**Caudal medio diario** Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 4 de 94

**Cloración** Aplicación de cloro al agua, generalmente para desinfectar o para oxidar compuestos indeseables.

**Cloro residual** Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado.

**Coagulación** Aglutinación de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes.

**Coagulantes** Sustancias químicas que inducen el aglutinamiento de las partículas muy finas, ocasionando la formación de partículas más grandes y pesadas.

**Coloides** Sólidos finamente divididos (que no disuelven) que permanecen dispersos en un líquido por largo tiempo debido a su menor diámetro y a la presencia de una carga eléctrica en su superficie.

**Conducción** Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

**Contaminación del agua** Alteración de sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, como resultado de las actividades humanas o procesos naturales, que producen o pueden producir rechazo, enfermedad o muerte al consumidor.

**Control de calidad del agua potable** Análisis organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos realizados al agua en cualquier punto de la red de distribución, con el objeto de garantizar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Decreto 1575 de 2007.

**Cuenca hidrográfica** Superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.

**Desarenador** Componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación.

**Desinfección** Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

**Desinfectante** Sustancia que tiene el poder de destruir microorganismos patógenos.

**Diámetro nominal** Es el número con el cual se conoce comúnmente el diámetro de una tubería, aunque su valor no coincida con el diámetro real interno.

**Diámetro real** Diámetro interno de una tubería determinado con elementos apropiados.

**Dosificación** Acción mediante la cual se suministra una sustancia química al agua.

**Dosis óptima** Concentración que produce la mayor eficiencia de reacción en un proceso químico.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 5 de 94

**Dotación** Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.

**Eficiencia de remoción** Medida de la efectividad de un proceso en la remoción de una sustancia específica.

**Efluente** Flujo proveniente de un sistema hidráulico.

**Emergencia** Evento repentino e imprevisto que se presenta en un sistema de suministro de agua para consumo humano, como consecuencia de fallas técnicas, de operación, de diseño, de control o estructurales, que pueden ser naturales, accidentales o provocadas que alteran su operación normal o la calidad del agua, y que obliguen a adoptar medidas inmediatas para minimizar las consecuencias.

**Ensayo de trazabilidad** Estudios efectuados a nivel de laboratorio o de planta piloto, a una fuente de abastecimiento específica, para establecer el potencial de aplicación de un proceso de tratamiento.

**Filtración** Proceso mediante el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso.

**Filtración de contacto o en línea** Proceso de filtración sin floculación ni sedimentación previa.

**Filtración lenta** Proceso de filtración a baja velocidad.

**Filtración rápida** Proceso de filtración a alta velocidad.

**Floculación** Aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada.

**Flotación** Proceso de separación de los sólidos del agua mediante adhesión de microburbujas de aire a las partículas para llevarlas a la superficie.

**Flujo a presión** Aquel transporte en el cual el agua ocupa todo el interior del conducto, quedando sometida a una presión superior a la atmosférica.

**Flujo libre** Aquel transporte en el cual el agua presenta una superficie libre donde la presión es igual a la presión atmosférica.

**Fuente de abastecimiento de agua** Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

**Fugas** Cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.

**Golpe de ariete** Fenómeno hidráulico de tipo dinámico oscilatorio, causado por la interrupción violenta del flujo en una tubería, bien por el cierre rápido de una válvula o apagado del sistema de bombeo, que

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 6 de 94

da lugar a la transformación de la energía cinética en energía elástica, tanto en el flujo como en la tubería, produciendo sobreelevación de la presión, subpresiones y cambios en el sentido de la velocidad del flujo.

**Lecho de filtración** Medio constituido por material granular poroso por el que se hace pasar un flujo.

**Lodo** Contenido de sólidos en suspensión o disolución que contiene el agua y que se remueve durante los procesos de tratamiento.

**Macromedición** Sistema de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

**Mantenimiento** Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la reparación de los mismos cuando se producen.

**Mantenimiento correctivo** Conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzosa o imprevista.

**Mantenimiento preventivo** Conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia de trabajo, evitando que se produzcan paradas forzosas o imprevistas.

**Medición** Sistema destinado a registrar o totalizar la cantidad de agua transportada por un conducto.

**Mezcla lenta** Agitación suave del agua con los coagulantes, con el fin de favorecer la formación de los flóculos.

**Mezcla rápida** Agitación violenta para producir dispersión instantánea de un producto químico en la masa de agua.

**Mezclador** Equipo para producir turbulencia en el agua.

**Muestra puntual de agua** Muestra tomada en un punto o lugar en un momento determinado.

**Norma de calidad del agua potable** Valores de referencia admisibles para algunas características presentes en el agua potable, que proporcionan una base para estimar su calidad.

**Pérdida de carga** Disminución de la energía de un fluido debido a la resistencia que encuentra a su paso.

**Pérdidas menores** Pérdida de energía causada por accesorios o válvulas en una conducción de agua.

**Pérdidas por fricción** Pérdida de energía causada por los esfuerzos cortantes del flujo en las paredes de un conducto.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 7 de 94

**pH óptimo** Valor de pH que produce la máxima eficiencia en un proceso determinado.

**Plan operacional de emergencia** Procedimiento escrito que permite a las personas que prestan el servicio público de acueducto, atender en forma efectiva una situación de emergencia.

**Planta de potabilización** Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.

**Poscloración** Adición de cloro al efluente de la planta para propósitos de desinfección después de que éste ha sido tratado.

**Potencial de hidrógeno (pH)** Expresión de la intensidad de la condición básica o ácida de un líquido.

**Precloración** Adición de cloro al iniciar un proceso o una serie de procesos.

**Presión** Fuerza por unidad de superficie.

**Presión dinámica** Presión que se presenta en un conducto con el paso de agua a través de él.

**Presión estática** Presión en un conducto cuando no hay flujo a través de él.

**Presión nominal** Presión interna máxima a la cual puede estar sometida una tubería, considerando un factor de seguridad, y que es dada por el fabricante según las normas técnicas correspondientes.

**Rebosadero** Estructura hidráulica destinada a evitar que el nivel del agua sobrepase una cota determinada; permite la evacuación del agua de exceso en un embalse, tanque o cualquier estructura que almacene agua hacia un lugar conveniente.

**Registro de control de calidad** Recopilación escrita de los resultados de los análisis del agua que se suministra a la población.

**Rejilla** Dispositivo instalado en una captación para impedir el paso de elementos flotantes o sólidos grandes.

**Resalto hidráulico** Discontinuidad de la superficie del agua en la cual el flujo pasa de una manera abrupta de un régimen rápido (supercrítico) a un régimen tranquilo (subcrítico) y depende del número de Froude.

**Sedimentación** Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad, previa adición de químicos coagulantes.

**Sistema de conducción** Conjunto de tuberías, ductos o canales que sirven para conducir un fluido.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 8 de 94

**Sistema de potabilización** Conjunto de procesos unitarios para purificar el agua y que tienen por objeto hacerla apta para el consumo humano.

**Sistema de suministro de agua potable** Conjunto de obras, equipos y materiales utilizados para la captación, aducción, conducción, tratamiento y distribución del agua potable para consumo humano.

**Sustancias flotantes** Materiales que se sostienen en equilibrio en la superficie del agua y que influyen en su apariencia.

**Sustancias húmicas** Compuestos orgánicos responsables del color natural del agua, producidos por la extracción de sustancias orgánicas provenientes de la vegetación o por la solubilización de la materia orgánica del suelo.

**Tanque de almacenamiento** Depósito destinado a mantener agua para su uso posterior.

**Tiempo de contacto para la desinfección** Tiempo que toma al agua moverse desde el punto de aplicación del desinfectante hasta el punto donde se mide la concentración residual del mismo.

**Tratamiento** Conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable de acuerdo a las normas establecidas en el Decreto 1575 de 2007.

**Turbiedad** Propiedad óptica del agua basada en la medida de luz reflejada por las partículas en suspensión.

**Velocidad de filtración** Caudal de filtración por unidad de área.

**Velocidad de lavado** Caudal de lavado por unidad de área.

**Vertedero** Dispositivo hidráulico de rebose de un líquido.

**Vida útil** Tiempo estimado para la duración de un equipo o componente de un sistema sin que sea necesaria la sustitución del mismo; en este tiempo solo se requieren labores de mantenimiento para su adecuado funcionamiento.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 9 de 94

### OBJETIVO GENERAL

Garantizar la calidad, continuidad y cobertura del servicio de agua potable a todos los usuarios cumpliendo con los estándares exigidos por ley.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ◆ Elaborar un manual de operación accesible, práctico y de fácil entendimiento para todos los funcionarios de la empresa.
- ◆ Realizar una descripción detallada de las instrucciones necesarias de como operar el sistema de tratamiento en condiciones normales y en condiciones de emergencia.
- ◆ Determinar los puntos críticos de control en el proceso de tratamiento de agua.
- ◆ Implementar listas de chequeo para el control y mantenimiento preventivo de cada uno de los equipos involucrados en la operación de la planta.
- ◆ Implementar un instructivo de los análisis mínimos a realizar para controlar los procesos en la planta, con su respectivo formato de control.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 10 de 94

## MARCO LEGAL

### REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – RAS

A.11.6.12. Mantenimiento: Los procedimientos y medidas pertinentes para llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Instalación y los Manuales de Operación y Mantenimiento que deben tener disponibles en todo momento los operadores de las Entidades Prestadoras de los Servicios Municipales de Acueducto, alcantarillado y aseo para cada uno de sus componentes en el caso de sistemas que están en operación.

B.4.7.2. Mantenimiento correctivo y preventivo: Todas las estructuras que forman parte de la obra de captación deben tener programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

B.6.7.1. Mantenimiento correctivo y preventivo: Todas las estructuras que forman parte de la obra de aducción o conducción deben tener programas de mantenimiento correctivo y preventivo.

B.7.10. Aspectos de Mantenimiento: Con respecto al mantenimiento de la red matriz y secundaria de la red de distribución de agua potable.

B.8.14. Aspectos de Mantenimiento: Programa rutinario de labores de inspección, mantenimiento y reparación, estableciendo una serie de actividades diarias, mensuales y anuales para los equipos eléctricos, de bombeo.

B.9.9. Aspectos de mantenimiento de los Tanques de almacenamiento.

C.16.5.4 Manual de Operación: Toda planta de tratamiento tiene la obligación de elaborar un manual de operación que sea práctico y de fácil funcionamiento para las personas que tienen acceso a este. Todo el personal que opere en la planta debe tener acceso a este manual para que conozca el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento.

#### **C.16.5.4.1 Contenido**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

Este manual debe contener como mínimo lo siguiente:

- Introducción y datos de la institución.
- Descripción operativa de la planta de tratamiento para cada uno de sus componentes.
- Entrada del agua.
- Medición de caudal afluente.
- Dosificación de productos químicos (coagulantes, alcalinizantes y desinfectantes).
- Mezcla rápida.
- Floculación.
- Sedimentación.
- Filtración.
- Tanque de contacto con cloro.
- Tanque de almacenamiento.
- Medición de caudal efluente.
- Instrumentación.
- Procesos alternativos de acuerdo al tipo de planta.

Adicionalmente debe presentarse un diagrama de flujo de la planta completa, con todas sus válvulas, equipos y las instrucciones de como operar el sistema en condiciones normales y en condiciones de emergencia.

Es indispensable anexar debidamente clasificados todos los catálogos de los fabricantes.

#### ***C.16.5.4.2. Características del manual***

En la elaboración del manual de operación de la planta de tratamiento deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

### **1. Calibración de equipos**

El manual debe incluir datos reales del funcionamiento de la planta y de sus equipos como:

- a) Curva de descarga real de bombas dosificadoras y de equipos dosificadores en general.
- b) Calibración de las unidades de medición de caudales.
- c) Revisión y calibración de equipos de laboratorio.

### **2. Redacción del manual**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 12 de 94

Debe tenerse en cuenta que el manual de operación es un documento dirigido fundamentalmente a los operadores de la planta. Por lo tanto, debe encontrarse redactado tomando en cuenta los siguientes criterios:

- a) Emplear instrucciones directas y simples, evitando descripciones teóricas complejas. Debe incluir la descripción detallada de la teoría de cada proceso.
- b) Hacer uso de un lenguaje claro y conceptos puntuales.
- c) Emplear diagramas, esquemas y tablas para facilitar la comprensión de los procedimientos de operación.
- d) Incluir formularios modelo para que el operador registre los datos que recopile durante la operación de la planta, si esta no está instrumentada.

C.17. Actividades de mantenimiento: Establece las condiciones mínimas que deben cumplirse para el mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable. (Floculadores, Sedimentadores, Filtros, dosificadores)

#### **Decreto 1575 del 9 de Mayo 2007**

Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

#### **Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007**

Por medio del cual se señalan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

**Resolución 2314 de 1986.** Calidad de insumos químicos para agua (cloro, hipoclorito, sulfato)

#### **Ley 142 de 1994 TITULO IX. CAPITULO 1. ART 15 – ART 134 AL 139 - ART 160 – ART 161**

##### DE LAS PERSONAS PRESTADORAS DE SERVICIOS PUBLICOS

Artículo 15. Personas que prestan servicios públicos. Pueden prestar los servicios públicos:

15.1. Las empresas de servicios públicos.

15.2. Las personas naturales o jurídicas que produzcan para ellas mismas, o como consecuencia o complemento de su actividad principal, los bienes y servicios propios del objeto de las empresas de servicios públicos.

15.3. Los municipios cuando asuman en forma directa, a través de su administración central, la prestación de los servicios públicos, conforme a lo dispuesto en esta Ley.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 13 de 94

15.4. Las organizaciones autorizadas conforme a esta Ley para prestar servicios públicos en municipios menores en zonas rurales y en áreas o zonas urbanas específicas.

15.5. Las entidades autorizadas para prestar servicios públicos durante los períodos de transición previstos en esta Ley.

15.6. Las entidades descentralizadas de cualquier orden territorial o nacional que al momento de expedirse esta Ley estén prestando cualquiera de los servicios públicos y se ajusten a lo establecido en el parágrafo del Artículo 17.

Artículo 16. Aplicación de la ley a los productores de servicios marginales, independiente o para uso particular. Los productores de servicios marginales o para uso particular se someterán a los artículos 25 y 26 de esta Ley. Y estarán sujetos también a las demás normas pertinentes de esta Ley, todos los actos o contratos que celebren para suministrar los bienes o servicios cuya prestación sea parte del objeto de las empresas de servicios públicos, a otras personas en forma masiva, o a cambio de cualquier clase de remuneración, o gratuitamente a quienes tengan vinculación económica con ellas según la Ley, o en cualquier manera que pueda reducir las condiciones de competencia. Las personas jurídicas a las que se refiere este artículo, no estarán obligadas a organizarse como empresas de servicios públicos, salvo por orden de una comisión de regulación. En todo caso se sobreentiende que los productores de servicios marginales independientes o para uso particular de energía eléctrica están sujetos a lo dispuesto en el artículo 45 de la ley 99 de 1993.

#### DE LA PRESTACION DEL SERVICIO

Artículo 134. Del derecho a los servicios públicos domiciliarios. Cualquier persona capaz de contratar que habite o utilice de modo permanente un inmueble, a cualquier título, tendrá derecho a recibir los servicios públicos domiciliarios al hacerse parte de un contrato de servicios públicos.

Artículo 135. De la propiedad de las conexiones domiciliarias. La propiedad de las redes, equipos y elementos que integran una acometida externa será de quien los hubiere pagado, si no fueren inmuebles por adhesión. Pero ello no exime al suscriptor o usuario de las obligaciones resultantes del contrato y que se refieran a esos bienes. Sin perjuicio de las labores propias de mantenimiento o reposición que sean necesarias para garantizar el servicio, las empresas no podrán disponer de las conexiones cuando fueren de propiedad de los suscriptores o usuarios, sin el consentimiento de ellos. Lo aquí dispuesto no impide que se apliquen los procedimientos para imponer a los propietarios las servidumbres o la expropiación, en los casos y condiciones previstos en la ley.

#### EL CUMPLIMIENTO Y LA PRESTACION DEL SERVICIO

Artículo 136. Concepto de falla en la prestación del servicio. La prestación continua de un servicio de buena calidad, es la obligación principal de la empresa en el contrato de servicios públicos. El incumplimiento de la empresa en la prestación continua del servicio se denomina, para los efectos de esta Ley, falla en la prestación del servicio. La empresa podrá exigir, de acuerdo con las condiciones uniformes del contrato, que se haga un pago por conexión para comenzar a cumplir el contrato; pero no podrá alegar la existencia de controversias sobre el dominio del inmueble para incumplir sus obligaciones mientras el suscriptor o usuario cumpla las suyas.

Artículo 137. Reparaciones por falla en la prestación del servicio. La falla del servicio da derecho al suscriptor o usuario, desde el momento en el que se presente, a la resolución del contrato, o a su cumplimiento con las siguientes reparaciones:

137.1. A que no se le haga cobro alguno por conceptos distintos del consumo, o de la adquisición de bienes o servicios efectivamente recibidos, si la falla ocurre continuamente durante un término de quince

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 14 de 94

(15) días o más, dentro de un mismo periodo de facturación. El descuento en el cargo fijo opera de oficio por parte de la empresa.

137.2. A que no se le cobre el servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos, si en cualquier lapso de treinta días la frecuencia de recolección es inferior al cincuenta por ciento (50%) de lo previsto en el contrato para la zona en la que se halla el inmueble.

137.3. A la indemnización de perjuicios, que en ningún caso se tasarán en menos del valor del consumo de un día del usuario afectado por cada día en que el servicio haya fallado totalmente o en proporción a la duración de la falla; mas el valor de las multas, sanciones o recargos que la falla le haya ocasionado al suscriptor o usuario; mas el valor de las inversiones o gastos en que el suscriptor o usuario haya incurrido para suplir el servicio. La indemnización de perjuicios no procede si hay fuerza mayor o caso fortuito. No podrán acumularse, en favor del suscriptor o usuario, el valor de las indemnizaciones a las que dé lugar este numeral con el de las remuneraciones que reciba por las sanciones impuestas a la empresa por las autoridades, si tienen la misma causa.

Artículo 138. Suspensión de común acuerdo. Podrá suspenderse el servicio cuando lo solicite un suscriptor o usuario, si convienen en ello la empresa y los terceros que puedan resultar afectados. De la misma manera podrán las partes terminar el contrato.

Artículo 139. Suspensión en interés del servicio. No es falla en la prestación del servicio la suspensión que haga la empresa para:

139.1. Hacer reparaciones técnicas, mantenimientos periódicos y racionamientos por fuerza mayor, siempre que de ello se dé aviso amplio y oportuno a los suscriptores o usuarios.

139.2. Evitar perjuicios que se deriven de la inestabilidad del inmueble o del terreno, siempre que se haya empleado toda la diligencia posible, dentro de las circunstancias, para que el suscriptor o usuario pueda hacer valer sus derechos.

## AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Artículo 160. Prioridades en la aplicación de las normas. Cuando la Comisión de regulación de agua potable y saneamiento, y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios apliquen las normas de su competencia, lo harán dando prioridad al objetivo de mantener y extender la cobertura de esos servicios, particularmente en las zonas rurales, municipios pequeños y áreas urbanas de los estratos 1 y 2; y de tal manera que, sin renunciar a los objetivos de obtener mejoras en la eficiencia, competencia y calidad, éstos se logren sin sacrificio de la cobertura.

Artículo 161. Generación de aguas y cuencas hidrográficas. La generación de agua, en cuanto ella implique la conservación de cuencas hidrográficas, no es uno de los servicios públicos a los que esta Ley se refiere. Si lo es la generación de agua, en cuanto se refiere al desarrollo de pozos, la desalinización y otros procesos similares.

## JUSTIFICACIÓN

Debido a la necesidad de darle cumplimiento a la normatividad vigente, es imprescindible establecer directrices de funcionamiento y actividades de operación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), control de riesgos y manejo de situaciones de alarma.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 15 de 94

## DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de Sibaté E.S.P., fue creada mediante acuerdo 02 de 1999, cobró vida jurídica mediante los decretos 49 y 50 de 1999 e inicio operaciones en el mes de enero del año 2000, así mismo, y como resultado de requerimientos de tipo normativo, urgidos por organismos de control como la Procuraduría General de la Nación y la Contraloría Departamental, la Administración Municipal en trabajo conjunto con la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de Sibaté E.S.P., presentó a consideración del Concejo Municipal de Sibaté un proyecto de acuerdo que buscó darle seguridad jurídica que requiere el ente prestador municipal de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, especialmente en el casco urbano, ajustándolo a lo contemplado en la Ley 142 de 1994, lo cual dio como resultado la aprobación del Acuerdo 06 de 2007, lo que conllevó a que la Empresa fuera transformada, entregando la totalidad de su patrimonio a un nuevo prestador, constituido este último como resultado de la sociedad entre La Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de Sibaté y la Alcaldía Municipal de Sibaté bajo la figura de una sociedad comercial del tipo societario de la en comandita por acciones. En consecuencia, el nuevo prestador se denomina Empresas Públicas Municipales de Sibaté S.C.A. E.S.P., y se identifica con el NIT 900.171.710-9, quien conforme a su acto de constitución debe asumir las obligaciones pendientes o vigentes del anterior prestador, como en efecto lo ha hecho, asegurando de tal forma la continuidad, la oportunidad y la calidad en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, especialmente en el casco urbano del Municipio de Sibaté, conforme le perímetro donde ha operado la Empresa.

Consecuentemente con lo anterior, ha sido meta fundamental el asegurar una prestación eficiente, buscando alcanzar los más altos índices de calidad y eficacia, limitando los costos y gastos de la Empresa dentro del marco de un mercado competitivo respecto de sus proveedores de insumos y servicios, con la finalidad de cumplir con una tarifa que busque consultar la realidad municipal, ello sin dejar de lado la obligatoriedad constitucional, legal y reglamentaria, impuesta por los límites de una libertad tarifaria regulada por el organismo competente, véase la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA.

Nivel de Complejidad del Sistema

Según la clasificación establecida por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000, Las Empresas públicas Municipales de Sibaté S.C.A E.S.P., corresponden al **nivel medio alto de complejidad**, por lo cual las labores de mantenimiento serán preferiblemente de tipo correctivo pero de igual manera también se recomiendan mantenimientos preventivos.

## DESCRIPCION DE LA PLANTA

### GENERALIDADES

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 16 de 94

La Sociedad Empresas Públicas Municipales de Sibaté S.C.A. E.S.P., cuenta con una planta convencional Tipo III, su diseño es totalmente en concreto reforzado y su sistema de tratamiento consta de: Cámara de quietamiento, Canaleta Parshall, 2 floculadores paralelos, 2 sedimentadores con unidades de sedimentación de alta tasa, 8 filtros rápidos y Tanques de almacenamiento; el caudal de diseño de la Planta es de 63.54 l/seg donde el caudal de tratamiento varía de acuerdo a los consumos del día.

Inicialmente el agua llega por medio de una tubería P.V.C. de 8" la cual viene del proceso de conducción, ingresa a la cámara de distribución de caudales en donde la energía es disipada y, posteriormente es conducida a la canaleta Parshall en la cual de inicia el proceso de potabilización. La capacidad máxima de recepción es de 100 l/seg.

- **TANQUE DE CONTROL BIOLÓGICO:**

El primer paso del agua cruda que ingresa a la Planta de Tratamiento, lo hace al Tanque de Control Biológico, el cual permite mantener un control constante de la calidad del agua de la fuente. Esta agua es captada mediante un collarín ubicado en la tubería que conduce el agua cruda hacia la cámara de llegada, del cual sale una tubería de 1" para conducir parte del agua cruda al Tanque. El flujo de agua de entrada se realiza por la parte superior del tanque y su salida se realiza por la parte opuesta por medio de un rebose, lo que permite que el agua del tanque esté en constante movimiento y rotación, garantizando así la representatividad del agua cruda para su vigilancia.

- **FLUJÓMETRO:**

La medición del caudal del agua cruda que entra a la planta se realiza mediante el Flujómetro, el cual está instalado sobre la tubería que conduce el agua a la cámara de llegada. El flujo de agua entra por un orificio pequeño haciendo que una pequeña pesa suba y de un nivel sobre la reglilla impresa en el flujómetro. La lectura está dada en Litros por minuto. (LPM).

- **BY-PASS AGUA CRUDA:**

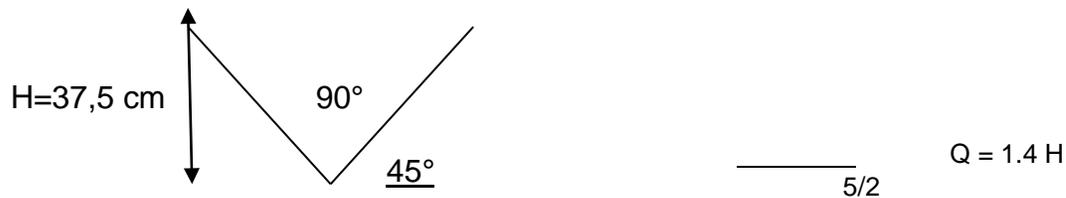
Existen tres válvulas (No.1, No. 5 y No. 6), las cuales de acuerdo a la necesidad permiten el paso del agua cruda a la cámara de llegada o el paso del agua directamente a la tubería que conduce a la Canaleta Parshall. Normalmente las válvulas No. 1 y No. 5 permanecen abiertas y la No. 6 cerrada. Cuando por labores de mantenimiento se necesita desocupar la cámara de llegada, se cierra la Válvula No. 1 y la No. 5 y se abre la válvula No. 6, de esta manera se evita interrupciones en el tratamiento de agua.

- **CÁMARA DE QUIETAMIENTO**

Es la cámara de ingreso de agua a la planta cuya función es medir el caudal de ingreso a la planta y disminuir la velocidad de llegada del agua para su posterior conducción a la canaleta Parshall. La cámara cuenta con un vertedero en forma triangular cuyo aforo está relacionado a continuación:

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F



Altura de Lámina la H cm	Caudal de entrada Q = l/seg
37,5	121
37	117
36	109
35	101
34	94
33	88
32	81
31	75
30	69
29	63
28	58
27	53
26	48
25	44
24	40
23	36
22	32
21	28
20	25

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

19	22
18	19
17	17
16	14
15	12
14	10
13	8,5
12	6,9
11	5,6
10	4,4
9	3,4
8	2,5
7	1,5
6	1,2
5	0,78
4	0,44
3	0,21

### CANALETA PARSHALL

La canaleta Parshall es un elemento aforador con el que se calcula el caudal de ingreso de agua a tratamiento, basándose en la pérdida de altura en el nivel de agua, que se produce por el paso forzado del agua a través de una garganta o paredes convergentes de un canal, cuyo fondo posee una depresión. La exactitud permite márgenes de error inferiores al 5%.

Una vez disipada la energía producida a la llegada en la cámara de aquietamiento, el agua entra a una canaleta Parshall de 9" de garganta cuyo rango de utilidad va desde 0 l/seg hasta 180 l/seg.

El sistema de aforo en la canaleta se hace por medio de un sistema de calibración incorporado en la canaleta que marca el volumen de entrada. En esta misma estructura se realiza el proceso de mezcla rápida, aprovechando el resalto hidráulico producido por el cambio de sección y la caída de la canaleta.

Después de la canaleta se presenta una caída de 0.305 m para asegurar que no se presente aquietamiento.

### FLOCULADORES:

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

Existen 2 unidades en paralelo, bajo un sistema de bafles de flujo horizontal, en el cual el agua es agitada haciéndola pasar a través de una serie de canales acomodados en forma paralela; estos bafles se componen de placas removibles. Las plaquetas tienen un espesor aproximado de 4 mm se proyectan en lámina de acrílico poliestireno de alto impacto suficientemente ancladas y soportadas por perfiles en acero que van fijados a la pared. El agua después de recorrer el primer canal da la vuelta al final y emboca al segundo canal y así sucesivamente hasta el último. Los primeros canales son más angostos para que la velocidad sea mayor y luego se van ensanchando hacia el final para que la velocidad y la agitación disminuyan. Cada floculador maneja 32 L/seg., con un tiempo de retención total de 27.45 minutos y una velocidad media de 0.175 m/s. Las dimensiones de cada estructura son:

Ancho de floculador:	3.80m
Largo total	14.2m
Altura de Agua H	1.0 m
Volumen Total:	54.0 M3
Volumen útil	52.2 M3 aprox. (descontando volumen de plaquetas)

Si	Q	32.0 L/s = 1.91 m <sup>3</sup> /min
Tiempo de detención		27.0 min aprox.

### Tramo 1

Espacio entre tabiques:	E = 0.155 m
Espesor:	e = 0.005 m
Espacio Libre:	E-e = 0.15 m
Área del canal:	A = 0.15m
Numero de vueltas:	N = 4.7 m / 0.155 m = 30 (4.65m)
Longitud Total del canal:	LT = 30x 3.8 m = 114.0 m

### Tramo 2

Espacio entre tabiques:	E = 0.195 m
Espesor:	e = 0.005 m
Espacio Libre:	E-e = 0.19 m
Área del canal:	A = 0.190 m <sup>2</sup>
Numero de vueltas:	N = 4.7 m / 0.195 m = 25 (4.875)
Longitud Total del canal:	LT = 25x 3.8m = 95 m

### Tramo 3

Espacio entre tabiques:	E = 0.225 m
Espesor:	e = 0.005 m
Espacio Libre:	E-e = 0.22 m
Área del canal:	A = 0.22m
Numero de vueltas:	N = 4.7 m / 0.225 m = 21 (4.725m)
Longitud Total del canal:	LT = 21 x 3.8 m = 79.8 m

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 20 de 94

El canal de entrega del agua floculada al sedimentador, tiene una velocidad de aproximadamente 0.130 m/s la cual es menos de la velocidad de salida de los floculadores.

El sistema de desagüe se hace por una tubería de 6" con válvulas de compuerta en sus extremos, las cuales desembocan al pozo No. 1 y pozo No. 2.

### **SEDIMENTADORES:**

El agua sale de los floculadores por vertederos de 1.85 metros de longitud, la altura de la lámina es de 0.30 metros. Se tiene una caída de 0.07 metros para asegurar su funcionamiento libre, pasa por un canal de 0.60 metros de ancho. La profundidad del agua es de 0.30 metros y una velocidad de 0.23 metros/seg. Este canal la conduce a la entrada de los sedimentadores.

El área de sedimentación es de 84 m<sup>2</sup> con un periodo de retención de 96.88 47 minutos y una velocidad promedio de 0.28 cm/s. Ambos sedimentadores cuentan con unidades de sedimentación de alta tasa los cuales están compuestos de módulos hexagonales de 6 cm x 6 cm de sección, longitud de 40 pulgadas. (1.02 m), con un ángulo de inclinación de 60° en los últimos 10.5 m de longitud de los sedimentadores.

El sistema de desagüe se realiza por una tubería de 12" a través de válvulas de fondo de espigo con vástago de extensión, columna de manejo y rueda de maniobra, las cuales desembocan al pozo No. 2 y pozo No. 3.

La entrada a los filtros se realiza mediante canales que se extienden a través de cada sedimentador y entregan sobre el vertedero permitiendo una distribución uniforme en todo el canal de recolección de agua sedimentada para la entrega a los filtros. El agua descarga a un canal de 0.50 metros de ancho y 1.71 metros de profundidad, se deja después del vertedero una caída de 0.05 metros para asegurar al funcionamiento libre y el canal conduce el agua a las entradas de los filtros.

### **FILTROS:**

La entrada se realiza a través de un orificio de 8" situado por debajo del nivel mínimo; debajo del canal de admisión se encuentra el canal colector del agua de lavado de 8" y se encuentra sobre la misma vertical que la admisión de los filtros, de tal forma que se utiliza una compuerta circular de doble posición para cerrar una entrada mientras se abre la otra, según el proceso que se realice.

El agua entra a los filtros a través de 4 orificios de 6" ubicados a la entrada de los filtros No. 1, No. 2, No. 3, No. 4. Para el caso de los filtros No. 5, No. 6, No. 7 y No. 8, el agua es transportada por una tubería hasta la canaleta de repartición y entra a cada uno de los filtros a través de 4 orificios de 6". Las dimensiones del cajón general de cada filtro No. 1, No. 2, No. 3, No. 4, No. 5, No. 6, No. 7 y No. 8 tiene 1.85 m de largo \* 1.5 metros de ancho de área filtrante, con lo cual se consigue una tasa de filtración de 7.94 L/s es decir 686.02 m<sup>3</sup>/día. El fondo de los filtros está diseñado de modo que permite una distribución uniforme y satisfactoria del agua de lavado en toda el área del lecho filtrante.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

El falso fondo de los filtros No. 1, No. 2, No. 3, No. 4, está constituido por una lámina en fibra de vidrio semicurva con orificios a lo largo y ancho de la lámina. Para el caso de los filtros No. 5, No. 6, No. 7 y No. 8, el falso fondo consiste en un sistema de boquillas ranuradas en polipropileno, lamina en PFVR o polietileno y base en acero impermeabilizado. Este sistema aumenta la carrera de filtración hasta un 35% evitando la erosión de los mismos; lavado menor ya que disminuye la altura del lecho filtrante, reemplazado el sistema de viguetas y placas planas de concreto.



Boquillas ranuradas en polipropileno

La técnica utilizada para el lavado de los filtros en este caso es de Flujo ascendente. El sistema está diseñado para que la velocidad del agua que se inyecta por los drenes produzca expansión del lecho del 20 al 40%. El caudal del filtro que se está lavando se reparte entre los tres restantes. Por consiguiente, cada uno de estos trabajara con el 33% más del caudal. La tasa de filtración será: 372.7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d

El lecho filtrante es de tipo mixto y está conformado de la siguiente manera:

Antracita		0.45 m
Arena	0.5 mm	0.18 m
Arena	1.0 mm	0.07 m
Grava	1/8 – 2 mm	0.1 m
Grava	¼ - 1/8"	0.05 m
Grava	½ - ¼"	0.05 m
Grava	1 ½ - 1"	0.2 m
Total		1.1 m

Al salir el agua de cada filtro, esta ingresa a una cámara independiente que recolecta el agua los filtros No. 1, No. 2, No. 3 y No. 4 y otra cámara independiente que recolecta el agua de los filtros No. 5, No. 6, No. 7 y No. 8 donde por rebose pasan a cámaras comunes independientes para cada grupo de filtros. De allí salen por una tubería de 8" y mediante una T se recogen los caudales de agua filtrada que vienen de las unidades de filtración, donde el agua filtrada se distribuye a los Tanques de Almacenamiento.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 22 de 94

El agua sucia de lavado de los filtros se descarga al canal diseñado para tal fin, y luego por una tubería que descarga al pozo No. 5.

### **TANQUES DE ALMACENAMIENTO:**

Los tanques de almacenamiento, son tanques convencionales semienterrados, de concreto reforzado y que cumplen las normas de sismoresistencia. Existen tres tanques los cuales tienen una capacidad de 700 m<sup>3</sup> (Tanque No. 1), 830 m<sup>3</sup> (Tanque No. 2), 200 m<sup>3</sup> (Tanque No. 1) y 20 m<sup>3</sup> (Tanque No. 1) que distribuyen agua para el casco urbano y adicionalmente el tanque con mayor capacidad, distribuye a la red de la zona industrial.

Durante el año 2013 se efectuó obras de ampliación de la PTAP, las cuales incluyeron demolición del Tanque No. 2 y No. 4 y construcción de un Tanque de mayor capacidad (830 m<sup>3</sup>) en reemplazo del Tanque No. 2; en el caso del Tanque No. 4 se hizo la instalación de un Tanque en PVC de mayor capacidad (20 m<sup>3</sup>) y al Tanque No. 1 se realizó un tratamiento de impermeabilización.

En la actualidad los tanques se encuentran funcionando hidráulicamente bien pues garantizan la continuidad del servicio y las presiones adecuadas en la red de distribución, el área de emplazamiento de los tanques es estable, no han sufrido ningún tipo de desplazamiento, deslizamiento o asentamiento que desestabilice las estructuras.

### **LECHOS DE SECADO**

La Planta de Tratamiento cuenta con 16 unidades de lechos de secado con una capa de arena sobre grava y con tuberías de drenaje subterráneas para recoger el agua. Estos operan bajo el principio simple de extender el lodo y dejarlo secar, Una gran cantidad de agua remueve por drenado o decantación y el resto del agua se evapora antes que se alcance la concentración final deseada de sólidos.

En la Planta de Tratamiento de agua, los lodos provenientes de los procesos de mantenimiento de los floculadores, sedimentadores, unidades de filtración salen directamente por tubería descargando en los pozos hasta llegar a los lechos de secado. Durante el mantenimiento, la compuerta ubicada en el pozo No. 6 se manipula, cerrándola para permitir el paso de los lodos hacia los lechos de secado. En los lechos de secado, se abren las válvulas según necesidad, es decir de acuerdo al caudal de evacuación de lodos. (Ver Anexo 4. Inventario de pozos).

### **DISPOSICIÓN DE LODOS**

Los lodos una vez deshidratados, serán retirados del lecho de secado, se depositará en el sitio de acopio para tal fin, mientras se realiza la disposición final a un sitio autorizado por la autoridad ambiental.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 23 de 94

## CONTROL MANEJO DE LODOS

Se registrara una vez al mes el nivel de los lodos y semestralmente se realizará una caracterización de los lodos con el fin de determinar la concentración al peso de los lodos.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN

La operación normal de la Planta de Tratamiento incluye todas las actividades necesarias para no provocar la suspensión parcial o temporal de la planta y que asegure que está produciendo el caudal para el cual fue diseñada la planta, junto con la calidad requerida y que se encuentra especificada en la Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de Protección Social. Las actividades en la operación normal son: (Ver Anexo No. 1: Diagrama de flujo Procesos PTAP)

1. Medición de caudal
2. Pruebas al agua cruda
3. Dosificación y mezcla rápida
4. Floculación
5. Sedimentación
6. Filtración
7. Estabilización
8. Desinfección
9. Almacenamiento

1. **MEDICIÓN DE CAUDAL:** El agua llega desde la bocatoma por gravedad en tubería de PVC de 8" hasta la Planta de Tratamiento y antes de hacer su ingreso a la cámara de quiebre en la tubería se tiene instalado un Fluómetro para verificar la cantidad de agua que ingresa a la cámara de quiebre. Siguiendo su recorrido el agua ingresa a la cámara de quiebre o de llegada, la cual consta de un vertedero en "V" de donde sale el agua cruda y es conducida a la canaleta Parshall por medio de una tubería de 8" en HF (Hierro Fundido).

En esta canaleta se realiza la medición del caudal, verificando el nivel (altura) en el que se encuentra el agua. Se observa en una tabla (Tabla 1) a cuanto corresponde el caudal dado en litros por segundo y/o m<sup>3</sup>/h según el nivel del agua.

**TABLA 1.**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

<b>CAUDAL DE AGUA TRATADA (l/seg.)</b>	
<b>Caudal (l/seg.)</b>	<b>.m3/h</b>
0	0
5	17.5
10	35.9
15	54.3
20	72.3
25	90
30	107.9
35	126.8
40	144.5
45	162.9
50	180.7
55	197.9
60	217.0
65	236.2
70	262.5
75	270.2
80	288.3
85	306.5
90	324.1
95	343.4
100	361.4
105	378.0
110	396.6
115	415.5
120	433.0
125	450.7
130	468.6
135	486.8
140	505.2
145	522.0
150	540.8
155	558.0
160	577.3
165	594.3
170	612.6
175	632.0
180	650.0

Elaborado por:  
Ing. Carlos Augusto Murcia  
Subgerente Técnico Operativo  
Dra. Diana Marcela Rozo G.  
Profesional Universitario

Revisado por:  
Dra. Paola Cortés  
Jefe de Control Interno

Aprobado por:  
Dr. Ernesto Forero Clavijo  
Gerente General

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 25 de 94

**2. PRUEBAS AL AGUA CRUDA:** En cada uno de los turnos de operación de la PTAP (mañana, tarde y noche) se realizan las pruebas de rutina al agua cruda: Color, turbiedad, pH, alcalinidad y conductividad (tal como se describe en el Manual de Procedimientos del Laboratorio de Control de Calidad), lo cual nos sirve para saber las condiciones del agua cruda a tratar. Si las condiciones del agua cruda cambian considerablemente hasta el punto que sea necesario determinar una nueva dosis óptima para el tratamiento, por ejemplo en casos de aumento de la turbiedad y color, se realiza el ensayo de jarras o una prueba rápida de coagulación (Ver apartado Prueba de Jarras) para determinar la dosis óptima de coagulante y las condiciones óptimas de operación necesarias para obtener una calidad de agua tratada que se encuentre dentro de los requisitos exigidos en la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de Protección Social. Una vez al día se realizan las siguientes pruebas al agua cruda que entra al proceso de potabilización: Color, turbiedad, pH, alcalinidad, dureza total, cloruros, hierro, fosfatos, nitritos, sulfatos, conductividad y la prueba microbiológica.

**3. DOSIFICACIÓN Y MEZCLA RÁPIDA:** Los coagulantes que se utilizan en la PTAP son coagulantes con sales de aluminio. En esta Planta se utiliza el Sulfato de Aluminio Tipo B granulado. Una vez determinada la dosis adecuada para el tratamiento se procede a realizar la respectiva descarga

en los equipos utilizados para tal fin. Estos dosificadores constan de una tolva con capacidad de 70 Kg de sulfato o 50 Kg de Cal, que se descarga sobre un platillo de vaivén, que a su vez descarga el producto directamente a la cámara de mezcla de capacidad adecuada para diluir el químico y aplicarlo. La capacidad de descarga se regula mediante un tornillo que acciona una compuerta en el platillo basculante. Este movimiento de vaivén conducido por un motoreductor de 220 voltios, trifásico 60 Hertz, mediante una polea de movimiento graduable. A su vez, el motor es accionado por un variador de velocidad de frecuencia, lo cual permite regular la velocidad y una amplia capacidad de descarga. (Ver manejo y Operación de dosificadores de este mismo manual). Esta mezcla y dilución se logra con la entrada de agua a presión ya sea cruda o tratada (dependiendo de las condiciones del agua cruda, si el color es menor a 20 UPC se puede hacer la dilución con ésta agua, de lo contrario es necesario hacer la mezcla con agua tratada); En el caso del coagulante, la mezcla del Sulfato de aluminio es llevada a través de una tubería a la canaleta Parshall en el punto donde se genera mayor turbulencia para hacer la **MEZCLA RÁPIDA** y así obtener una aplicación homogénea en toda el agua a tratar. Cuando el agua de la fuente trae un bajo pH < 6.5, se recomienda aumentar el pH añadiendo hidróxido de calcio (Ca (OH)<sub>2</sub>) antes de proceder a la aplicación del sulfato para que haya una buena reacción con el coagulante. A este proceso en la Planta se le denomina **PRECAL**. En esta corrección del pH, se utiliza un dosificador independiente destinado para tal fin con cal hidratada, del cual sale en una tubería de ¾" y que se dirige a la canaleta Parshall a una distancia de 2.30 metros antes del punto de aplicación del sulfato de aluminio, terminando en una manguera con un registro. Para una mezcla homogénea se utiliza un tubo en PVC perforado en varios puntos para dispersar la solución de cal por todo el ancho de la canaleta. La dosis es aquella necesaria para garantizar un pH entre 8.0 – 9.0, se ajusta la descarga de la mezcla de cal, utilizando un registro de paso ubicado en el extremo de la manguera y midiendo el pH en el punto con el Kit

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 26 de 94

de pH o con el pHmetro. Luego se procede a la dosificación del coagulante. Finalmente, el agua recorre un canal para llegar a los floculadores.

4. **FLOCULACIÓN:** Una vez el agua con el coagulante entra a los 2 floculadores, se inicia el proceso de floculación donde se forma el precipitado de aluminio que empieza a englobar y aglutinar las partículas difíciles de sedimentar (formación de flocs). La estructura de los floculadores permite que los flocs aumenten de tamaño y adquieran suficiente peso para el proceso de sedimentación. La agitación en los floculadores es decreciente, es decir fuerte al principio y va disminuyendo hasta ser muy leve al final para tener un floculo de peso y tamaño adecuados. La verificación de este proceso es de manera visual y debe realizarse mínimo 4 veces por turno, donde el floc debe empezar a formarse entre los baffles 15 en época de verano y entre el baffle 8 en época de invierno. Si no se evidencia la floculación, se debe revisar la descarga del coagulante y si se encuentra en lo determinado, se procede a revisar pH del agua cruda y el caudal de trabajo; dado el caso, se debe realizar la corrección de la descarga de coagulante, del pH y/o verificación del caudal de tratamiento. Cuando el agua sale de los floculadores entra a la canaleta de repartición a la entrada de los sedimentadores, para seguir en el siguiente proceso.
  
5. **SEDIMENTACIÓN:** Una vez el agua entra a los tanques de sedimentación, las partículas formadas en el proceso de floculación debido a su forma, peso y velocidad de asentamiento caen al fondo del tanque considerándose así removidas. Los sedimentadores cuentan con unos módulos de sedimentación de alta tasa, tipo colmena que aumentan el porcentaje de sedimentación de partículas en el último tramo de estos. La verificación del proceso de sedimentación se realiza tomando una muestra de agua al final de los tanques de sedimentación, la cual debe dar por debajo de 20UPC. En el caso que esta prueba arroje resultados superiores a 20 UNT se debe desocupar los tanques de sedimentación y reiniciar el proceso desde la dosificación y mezcla rápida. Esta verificación debe hacerse mínimo 4 veces por turno. Al final del proceso de verificación el agua pasa por una canaleta de recolección para distribuirla a las unidades de filtración.
  
6. **FILTRACIÓN:** El agua que entra a los filtros, pasa a través de un lecho filtrante de antracita, arena y un lecho de soporte de gravilla, grava y falsos fondos. Este es el principal proceso de la planta, donde se separan las partículas y microorganismos que no hayan quedado retenidos en los procesos de floculación y sedimentación, por lo tanto el rendimiento de los filtros depende de la eficiencia de los procesos preparatorios mencionados (dosificación, floculación y sedimentación). La verificación de este proceso se realiza una vez por turno mediante la determinación del color y la turbiedad a la salida de los filtros los cuales debe estar en un color menor 8 UPC y una turbiedad menor a 1,5 NTU. Sí no cumple con estos parámetros se debe proceder a hacer el lavado de los filtros para asegurar su adecuado funcionamiento. Al salir el agua de cada filtro, esta ingresa a cámaras independientes, una para recolectar el agua los filtros No. 1, No. 2, No. 3 y No. 4 y otra que recolecta el agua de los filtros No. 5, No. 6, No. 7 y No. 8, donde por rebose pasan a cámaras comunes

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

independientes para cada grupo de filtros. De allí salen por una tubería de 8" y mediante una T se recogen los caudales de agua filtrada que vienen de las unidades de filtración.

7. **DESINFECCIÓN:** El proceso de desinfección tiene como objetivo la eliminación de todos los microorganismos vivientes que son potencialmente infecciosos y que pueden estar contenidos en el agua y asegurar también una concentración de cloro en el agua que mantenga su calidad higiénicosanitaria durante todo el proceso de almacenamiento y su posterior distribución hasta el usuario final. Después de la T que recoge los caudales que viene de cada grupo de filtros se realiza el proceso de desinfección con Cloro gaseoso. El cloro gaseoso viene en cilindros de 68 Kg y se aplica mediante un clorador y una motobomba, donde se transporta agua filtrada y la hace pasar por un mezclador el cual succiona cloro gaseoso. Esta mezcla entre cloro gaseoso y agua es conducida por una tubería PVC e inyectada hacia una sección de la tubería que trae el agua filtrada. (Manejo y operación de cloradores, cambio de pipetas y Protocolo de Seguridad en manejo de Cloro Gaseoso en este mismo Manual), (Ver manejo y Operación de motobombas).
  
8. **ESTABILIZACIÓN:** Debido a la aplicación de Sulfato de aluminio y luego de todo el proceso el pH baja casi hasta 4.7 quedando por fuera de lo exigido por la resolución 2115/07 (6.5-9.0), es por ello que se hace la aplicación de un alcalinizante (Cal hidratada) la cual se dosifica de la misma forma que el sulfato de aluminio (descrito en el ítem de dosificación y mezcla rápida). La mezcla de la cal hidratada es llevada del dosificador mediante una tubería de 2" y conectada a una sección del tubo que colecta los caudales de agua filtrada mediante un orificio de 2". Este punto es posterior al punto donde se realiza la desinfección.
  
9. **ALMACENAMIENTO:** Una vez realizada la desinfección, el agua pasa a los tanques de almacenamiento a través de tuberías de PVC de 8" (Ver descripción Tanques de almacenamiento). Antes de pasar a los tanques de almacenamiento, el agua tratada es medida mediante un macromedidor ultrasónico, para después dirigir el agua a los tanques de almacenamiento. La verificación de los últimos tres procesos se realiza mediante la determinación de varios parámetros al agua potable de los tanques una vez por turno: Color, turbiedad, pH, Alcalinidad, Cloro residual y una vez por día todos los parámetros físico-químicos y microbiológicos: Color, turbiedad, pH, Alcalinidad, Dureza Total, Cloruros, Cloro residual, Hierro, Fosfatos, Nitritos, Sulfatos, Aluminio, conductividad y coliformes totales y E. coli. Si los parámetros analizados exceden el IRCA (Resolución 2115/07) del 5% el agua es NO APTA PARA CONSUMO HUMANO y se debe desocupar los tanques y cerrar el suministro de agua a la red de distribución, debe reiniciarse todo el proceso de potabilización. Si el agua cumple con los parámetros establecidos por la resolución 2115/07, es APTA PARA CONSUMO HUMANO, entonces de los tanques de almacenamiento el agua es distribuida a la RED DE DISTRIBUCIÓN. También existe el IQ Sensor Net es un sistema digital de medición, que funciona como punto para máximo 20 sensores para control de múltiples parámetros. Actualmente mediante este sistema se mantiene el control del Cloro Residual Libre y pH en Tanques de Almacenamiento. El sistema cuenta con una motobomba la cual succiona muestras de agua cada minuto para la determinación inmediata de los parámetros en mención.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F



**DISPOSICIÓN DE LODOS PROVENIENTES DE MANTENIMIENTOS:** Una vez realizado los mantenimientos de los floculadores, sedimentadores, unidades de filtración, los cuales se descargan en los pozos hasta llegar a los lechos de secado.

**DILIGENCIAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN:** Se diligencian los formatos relacionados con el proceso: R03-02-01: Control de procesos del tratamiento; R03-02-02: Pruebas de rutina; R03-02-03: Pruebas diarias; R0302-04: Control aplicación de sulfato, cal y cloro gaseoso; R03-02-05: Control diario de operación; R03-02-06 y R03-02-07: Lectura de macromedidores; R0302-09: Control salida de bultos de insumos químicos; R03-02-10: Control salida de insumos químicos de potabilización; R03-02-11: Control de mantenimientos diarios Planta de Tratamiento de Agua Potable; R03-02-01: Mantenimientos Correctivos y/o preventivos Planta de Tratamiento de Agua Potable.

**CRITERIOS DE MUESTREO Y DE ANÁLISIS DE AGUA:** Es importante mencionar que según corresponda en cualquiera de los procesos anteriormente descritos, si aplica se debe tener en cuenta los criterios de muestreo y de análisis de agua descritos en el P03-03 numerales 7 y 8 respectivamente.

Numeral 7. Criterios de muestreo de agua

CRITERIOS		
TIPO DE MUESTRA	PUNTO DE TOMA DE MUESTRA	PERIODICIDAD

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

CRUDA	Canaleta Parshall	Mínimo una en cada turno
AGUA EN PROCESO	Final tanques de sedimentación	Mínimo cuatro en cada turno
AGUA EN PROCESO	Canaleta común de salida de los filtros.	Una en cada turno
TRATADA	Tanques de almacenamiento.	Una en cada turno
TRATADA	Tanque Intermedio o de paso.	Mínimo dos veces al mes
TRATADA	Red de distribución: Puntos concertados con la Secretaría de Salud cada año.	Según las frecuencias establecidas por la resolución 2115/07, según la población servida: Mínimo 15 muestras al mes.

Numeral 8. Criterios de análisis de agua

CRITERIOS				
TIPO DE PRUEBAS	PUNTO DE TOMA DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	ANÁLISIS A DETERMINAR	PERIODICIDAD
PRUEBAS DE RUTINA	Canaleta Parshall y Tanques de almacenamiento	Cruda	Color, Turbiedad, pH, alcalinidad, conductividad	Mínimo una en cada turno
		Tratada	Color, Turbiedad, pH, alcalinidad, cloro residual	
PRUEBAS DIARIAS	Planta de Tratamiento (Canaleta Parshall y Tanques de almacenamiento). Red de distribución: Puntos concertados con la Secretaría de Salud cada año.	Cruda	Color, Turbiedad, pH, alcalinidad, dureza total, cloruros, hierro, fosfatos, nitritos, sulfatos, conductividad y prueba microbiológica (Coliformes totales y E. coli)	Una diaria de la Planta de Tratamiento y de red de distribución según las frecuencias establecidas por la resolución 2115/07, según la población servida: Mínimo 15 muestras al mes
		Tratada	Color, Turbiedad, pH, alcalinidad, dureza total, cloruros, cloro	

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 30 de 94

			residual, hierro, fosfatos, nitritos, sulfatos, aluminio residual, conductividad y prueba microbiológica (Coliformes totales y E. coli)	
PRUEBAS DE CONTROL DE PROCESOS DEL TRATAMIENTO	Sedimentadores.	Agua en Proceso	Color	4 veces por turno
	Canaleta común de salida de los filtros		Color, Turbiedad,	Mínimo una en cada turno

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

### CONTROL DE PROCESOS DEL TRATAMIENTO

Se establecieron varios puntos de control en el proceso de tratamiento, para garantizar el éxito del proceso y suministrar agua potable apta para consumo humano que cumpla con la normatividad vigente. Estos puntos deben ser verificados y evaluados con cierta frecuencia para vigilar el desarrollo del proceso. A continuación se encuentra una tabla con dichos puntos:

PUNTO DEL PROCESO	MEDICIONES A REALIZAR	FRECUENCIA	ACCIÓN
Verificación del agua del Afluente (Cruda)	Verificación del pH	1 vez por turno	Sí el pH del agua cruda no es el adecuado se debe corregir el pH para que haya una reacción adecuada de coagulación.
Verificación de la Floculación	Formación y tamaño del floc	4 veces por turno (verano) y 8 veces por turno	Sí la formación y el tamaño del floc no es el adecuado, se debe proceder a verificar y corregir el pH del agua cruda, el caudal de

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

		(invierno)	trabajo y la descarga de coagulante.
Verificación de la Sedimentación	Color	4 veces por turno	Sí no cumple con el parámetro establecido se deben vaciar los tanques de sedimentación
Verificación de la Filtración	Color y Turbiedad	1 vez por turno	Sí no cumple se debe hacer el lavado de los filtros

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

Verificación al final del proceso al agua tratada	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pruebas de rutina: Color, turbiedad, pH, alcalinidad y Cl<sub>2</sub>.</li> <li>● Pruebas diarias: Color, turbiedad, pH, alcalinidad, dureza, cloruros, Cl<sub>2</sub>, hierro, fosfatos, nitritos, sulfatos, conductividad, aluminio residual y Coliformes totales y E. coli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Una vez por turno</li> <li>● Una vez al día</li> </ul>	<p>Sí el agua tratada no cumple con lo estipulado en la resolución 2115/07 excediendo un 5% de Índice de Riesgo, se debe desocupar los tanques de almacenamiento y suspender el suministro de agua a red de distribución.</p>
---	---	---	---

Estas pruebas de control en ciertos puntos del proceso, no exonera la necesidad de realizar otras pruebas establecidas en el presente manual para el agua cruda:

- Pruebas de rutina: Color, turbiedad, pH, alcalinidad y conductividad deben ser realizadas en cada turno
- Pruebas diarias: Color, turbiedad, pH, alcalinidad, dureza, cloruros, hierro, fosfatos, nitritos, sulfatos, conductividad y prueba microbiológica que se deben realizar una vez al día.
- Adicionalmente se cuenta con un módulo IQ Sensor Net de medición in situ, el cual tiene conexión a unas sondas de Cloro Residual Libre y pH en el Tanque de Almacenamiento. Estas lecturas las realiza cada minuto.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

### **PROTOCOLO DE SEGURIDAD EN CASO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA CRUDA.**

La Planta de Tratamiento de Agua Potable de las Empresas Públicas Municipales de Sibaté S.C.A. E.S.P. tiene establecidos varios indicadores para sospechar el aumento de sustancias disueltas en el agua cruda. Este incremento de sólidos disueltos y su procedencia serán investigados de inmediato por las autoridades sanitaria y ambiental competente y por la Empresa.

1. Valor de la conductividad del agua de la fuente: El decreto 2115 establece que un incremento de los valores habituales de la conductividad del agua de la fuente superior al 50%, indica un cambio sospechoso en la cantidad de sólidos disueltos. Cuando se da la alarma por el valor de conductividad, se debe correlacionar con otros parámetros como cambios de pH, incrementos en los valores de nitritos y fosfatos e iniciar la respectiva investigación.
2. Valor de cloruros del agua de la fuente: Este parámetro es un indicador importante de contaminación de las aguas. Al igual que el indicador anterior, el aumento súbito y repentino del nivel habitual de cloruros en agua de la fuente, puede indicar contaminación con aguas residuales.
3. Tanque de Control Biológico: Existe un tanque de control biológico a la entrada de la Planta de tratamiento antes de la cámara de aquietamiento, donde ingresa agua cruda que viene de la red de conducción. Este tanque nos permite mantener un control constante de la calidad del agua de la fuente. Cuando se haga el mantenimiento del Tanque de Control Biológico se pasaran los peces a un balde con agua que ingresa a la PTAP.

En casos que se sospeche de una contaminación del agua cruda por variación importante de los indicadores anteriores se debe seguir el siguiente PROTOCOLO DE SEGURIDAD:

- ◆ Cerrar las compuertas de la captación.
- ◆ Instalar trampas de grasa a la entrada de la bocatoma. Suspender inmediatamente el tratamiento del agua cruda.
- ◆ Suspender el suministro de agua potable a red de distribución mediante la manipulación de las válvulas de salida de la planta.
- ◆ Informar a la Subgerencia Técnico Operativa, el cual a su vez debe informar a la autoridad sanitaria y ambiental competente para que se inicie la investigación de la posible contaminación del agua de la fuente.
- ◆ Toma, seguimiento y control de tomas de muestras: Determinar todos los parámetros fisicoquímicos tanto del agua de la fuente como del agua tratada de los tanques de almacenamiento (Color, turbiedad, pH, alcalinidad, dureza, cloruros, cloro residual, aluminio, hierro, fosfatos, nitritos, sulfatos, conductividad) para buscar indicios de algún tipo de contaminación en el agua. Adicionalmente se debe tomar una muestra para análisis de parámetros que no se determinan en el Laboratorio de la Empresa para que sean enviados a un laboratorio particular y hacer investigación de plaguicidas organofosforados, plaguicidas organoclorados, metales pesados, Hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP), trihalometanos, cloroformo. (Ver Listado de proveedores).

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

- ◆ Sí se confirma algún tipo de contaminación en alguna estructura de la PTAP, se debe desocupar la cámara de aquietamiento, floculadores, sedimentadores y tanques de almacenamiento.
- ◆ Hacer lavado y desinfección de cada una de las estructuras de Captación: Bocatoma, tubería de aducción, desarenadores, tubería de conducción; de la Planta de Tratamiento que incluya la cámara de aquietamiento, la canaleta Parshall, floculadores, sedimentadores, filtros, canaleta común, tanques de almacenamiento y tubería. Los responsables de las acciones anteriores serán los funcionarios de acueducto encargados de la Planta de Tratamiento y el Profesional Universitario.
- ◆ El técnico supervisor coordinara los trabajos pertinentes con los funcionarios de Acueducto y Alcantarillado, haciendo lavado y desinfección en la infraestructura de la red de distribución. Por su parte la Gerencia y la Subgerencia Técnico Operativa, coordinaran el suministro de Agua Potable a la población mediante Peajes de agua, teniendo como proveedores al Acueducto de Bogotá, Acueducto de Fusagasugá, o bypass con el acueducto de la Paz para garantizar la continuidad del servicio y de acuerdo a las medidas establecidas en el Manual de Emergencias y Contingencias de la Empresa.
- ◆ Una vez controlada la emergencia y la contaminación de Agua de la Fuente, se reiniciará el proceso de potabilización, siempre y cuando la secretaria departamental y municipal de Salud lo autoricen.

A continuación encontramos un cuadro de diferentes tipos de contaminación del agua:

TIPO DE CONTAMINACIÓN	FUENTE	EFECTOS
TÉRMICA	Vertimientos Industriales	Elevación de la temperatura del agua, reducción de los niveles de oxígeno disuelto, aumento de la actividad biológica y química
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	Escorrentías de zonas erosionadas, procesos industriales: cemento, cerámicas, curtiembres.	Cambian la estructura de los lechos de ríos y lagos, modificando los ecosistemas, impiden el paso de la luz solar.
GRASAS ACEITES	Y Vertimientos industriales, goteo de tanques de almacenamiento, accidentes, derramamientos	Previene la absorción de oxígeno disuelto, reducción de los niveles de oxígeno disuelto, puede inhibir la flora y fauna acuática. Causa daños directos en plantas y animales.
NITRATOS NITRITOS	Y Escorrentías de zonas de agricultura intensiva que usan fertilizantes nitrados. Degradación de residuos orgánicos nitrogenados.	Nitratos: Causa excesivo crecimiento de algas y plantas acuáticas. Si este es severo, reduce los niveles de oxígeno disuelto. Puede contribuir a la eutrofización de lagos y embalses. Nitritos: Presenta un riesgo para la salud humana, ya que son los causantes de la metahemoglobinemia y en el tracto digestivo puede reaccionar con aminos secundarios formando nitrosaminas (agente cancerígeno)

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

FOSFATOS	Escorrentías de zonas de agricultura intensiva que usan fertilizantes fosfatados. Detergentes, vertimientos de Industrias de alimentos	Altos niveles de fosfatos están asociados con la eutrofización de ríos, lagos y embalses.
pH	Suelo, tipo de rocas, residuos industriales	Valores extremos de pH pueden resultar tóxicos para los peces, plantas acuáticas y microorganismos.
MICROBIOLÓGICA	Vertimientos domésticos	Enfermedades gastrointestinales.
METALES PESADOS	Suelo, tipo de rocas, residuos industriales	Algunos son tóxicos a los humanos causando desórdenes físicos, neurológicos y teratogénicos.
PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS Y ORGANOCLORIDOS	Pesticidas agroquímicos.	Efectos cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos, Náuseas, mareos, alteraciones neurológicas.
HIDROCARBUROS	Derrames de crudo.	Contaminación de acuíferos. Afectan el sistema nervioso.

### **CONSIDERACIONES IMPORTANTES EN EL MANEJO Y OPERACIÓN DE LA PLANTA EN OTRAS SITUACIONES DE EMERGENCIA.**

Se considera situaciones de emergencia aquellas que por su naturaleza puedan alterar la continuidad del trabajo en la planta de Tratamiento y por lo tanto afectar en algún grado el suministro de agua tratada a red de distribución.

Dentro de ellas podemos encontrar:

- ◆ Contaminación del agua de la fuente (Se mencionó en el tratado anterior) □ Taponamiento de la bocatoma, daño en accesorios, estructuras o redes de conducción de agua hacia la planta.
- ◆ Agua cruda con altos niveles de color y turbiedad.

### **TAPONAMIENTO DE LA BOCATOMA, DAÑO EN ACCESORIOS, ESTRUCTURAS O EN REDES DE CONDUCCIÓN DE AGUA DE LA PLANTA.**

1. Cuando por algún motivo se presenta este inconveniente, no llega agua cruda a la planta de tratamiento, se debe avisar al Técnico Supervisor y luego al Subgerente Técnico Operativo y finalmente al Gerente) para determinar las causas. El Técnico Supervisor coordinará el personal y recursos necesarios para hacer una visita de inspección a la bocatoma para tomar las medidas necesarias para restablecer el servicio a la mayor brevedad.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

2. Si esta suspensión se prolonga por varias horas se recomienda cerrar la válvula de la Zona Industrial y la salida de los Tanques para evitar que este baje de nivel rápidamente siempre con previa aprobación del Subgerente Técnico Operativo.

#### **AGUA CRUDA CON ALTOS NIVELES DE COLOR Y TURBIEDAD.**

1. Se debe aumentar la dosis de coagulante y alcalinizante, empezar a estabilizar el pH del agua cruda si se encuentra en un valor menor a 6.5.
2. Proceder a realizar el ensayo de jarras para establecer la dosis óptima para el tratamiento de acuerdo a las características del agua cruda.
3. Si el tratamiento se dificulta debido a las condiciones del agua cruda (turbiedad superior a 1000 NTU), es mejor suspender el tratamiento para evitar la contaminación de tanques de sedimentación o de almacenamiento. (Además porque el tratamiento de este tipo de agua resultaría en costos altos)
4. Reanudar el tratamiento cuando las condiciones del agua cruda mejoren.

#### **DAÑO EN INFRAESTRUCTURA DE LA BOCATOMA, ADUCCIÓN, DESARENADORES, CONDUCCIÓN Y/O EN PLANTA DE TRATAMIENTO**

Si por motivo de un evento geológico (sismo, terremoto, etc.) se afectara la infraestructura del Sistema de Captación, aducción, desarenadores, conducción y/o en la Planta de Tratamiento se procederá a lo siguiente:

- ◆ Luego de la ocurrencia del evento el Subgerente Técnico Operativo coordinara con todo el personal de Acueducto y Alcantarillado, todas las acciones pertinentes para la verificación de todo el Sistema de Acueducto incluyendo la red de distribución, con el fin de valorar las condiciones de la infraestructura.
- ◆ Una vez evaluados los daños se ejecutaran todas las obras necesarias para el arreglo de la(s) infraestructura(s) afectada(s).
- ◆ Si es inevitable la suspensión del suministro de agua potable, la Gerencia y la Subgerencia Técnico Operativa, coordinaran el suministro de Agua Potable a la población mediante Peajes de agua, teniendo como proveedores al Acueducto de Bogotá, Acueducto de Fusagasugá, o bypass con el acueducto de la Paz para garantizar la continuidad del servicio, mientras se realizan las obras de mantenimiento de la infraestructura. (Ver Manual de Emergencias y Contingencias del Sistema de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.)

#### **INSUMOS QUÍMICOS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN**

##### **□ SULFATO DE ALUMINIO TIPO B:**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

El Sulfato de aluminio es un sulfato doble, sal que tiene un metal univalente o radical tal como potasio, sodio, y un metal trivalente tal como aluminio, ion férrico, cromo, cobalto, etc. El cual forma cristales definidos con 24 moléculas de agua.

#### USOS

Tratamiento de Aguas mediante la coagulación que consiste en la desestabilidad y agrupación de los sólidos en pequeñas masas o flocs, cuyo peso específico es superior al del agua. Los dos pasos más importantes son: mezcla y floculación. La mezcla es el proceso por el cual los coagulantes son rápidamente dispersados en toda la masa de agua, por otra parte la floculación es la ayuda dada por medios mecánicos a la formación del floc. La coagulación se emplea para quitar del agua las impurezas que no sería posible remover por otros métodos.

#### Coagulación con Sulfato de Aluminio

El sulfato de aluminio es el coagulante-floculante de más bajo costo, y su manejo es realmente sencillo; además ayuda a controlar las bacterias y mejorar el sabor del agua. Por estas razones es más utilizado para el tratamiento de aguas. Las partículas coloidales de la turbidez se mantienen en suspensión debido a su carga electrostática o potencial zeta. Debido a esta carga existe una repulsión mutua entre las partículas que supera a las fuerzas de atracción de Van der Waals. De esta manera, las partículas no pueden acercarse lo suficiente para formar flocs más pesados que puedan sedimentar rápidamente. El sulfato de aluminio es un coagulante primario, y como tal trabaja con eficacia sin necesidad de agregar ayudantes de coagulación.

#### COMPOSICIÓN

El producto es una sal inorgánica, compuesta por una mezcla de Sulfato de Aluminio y Sulfato Férrico en presencia de diferentes minerales inertes e insolubles en agua.

$Al_2(SO_4)_3$ : 15.86 %

$Fe_2(O_3)$ : 0.55%

#### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Fórmula:  $Al_2(SO_4)_3$  Aspecto: granular o polvo.

Color: café.

Olor: ninguno.

Punto de fusión: ND

Temperatura de ignición: ND

El material no es corrosivo cuando está seco; es moderadamente corrosivo cuando se disuelve en agua.

#### IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO



Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

Inflamabilidad: No es inflamable  
 Salud: Puede ser irritante  
 Reactividad: No reacciona Casos  
 Especiales: N.D.

En los ojos causa irritación, el material fino puede ser inhalado y producir irritaciones en mucosas. No es un producto combustible, pero emite vapores al ser incinerado.

#### RIESGOS

El producto no es combustible. En caso de incendio utilice equipo autónomo y evite inhalar los vapores desprendidos. El material en estado sólido es inofensivo. Se debe rociar cal sobre los residuos que quedan después de recoger el material derramado, para evitar acidificación del suelo cuando haya corrientes de agua.

#### PRIMEROS AUXILIOS

En caso de contacto con los ojos, enjuagar con abundante agua durante más de 15 minutos, levantando los párpados ocasionalmente. En caso de ingestión, consultar al médico.

#### MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Almacenar sobre estibas, por ser moderadamente higroscópico, el Sulfato de Aluminio Sólido debe ser almacenado en un lugar seco protegido de la humedad, mientras se está utilizando con el fin de evitar empastamientos que dificultan su manejo. El producto no se deteriora con el tiempo mientras sea manejado bajo las condiciones explicadas. El sulfato de aluminio es estable bajo condiciones usuales de almacenamiento: no es afectado por las temperaturas ordinarias y es químicamente inerte a la atmósfera. Evitar vertimientos a los cursos de agua.

#### CONTROL DE EXPOSICIÓN Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Emplear guantes, gafas protectoras y mascarillas para evitar inhalar el material fino. El producto es no inflamable e inofensivo para la salud. No tiene condiciones especiales de manejo, la dilución en agua no es peligrosa. El producto disuelto en agua puede oxidar el hierro metálico.

#### ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

El producto se ha clasificado de baja reactividad, es estable en condiciones normales de almacenamiento. Reacciona con agentes quelantes. Libera gases tóxicos en caso de incendio.

#### INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El producto es tóxico por vía oral en cantidades superiores a 9000mg/Kg. (DL50, rata). El producto puede ser irritante en las mucosas, pero no letal.

#### INFORMACIÓN ECOLÓGICA

El producto aporta aluminio al suelo, que es un inconveniente en suelos con fines agrícolas. Es tóxico para los peces en una concentración superior a 6.5g/m<sup>3</sup>. No contribuye a la DQO en los cursos de agua. No permanece en la cadena alimenticia.

#### CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

El producto no es un desecho peligroso. Su disposición en un relleno sanitario no es peligrosa.

□ **CAL HIDRATADA:**

La cal hidratada se produce agregando agua lentamente a cal viva triturada o molida (óxido cálcico), producida quemando varias formas de piedra caliza. La cal hidratada es un polvo granular blanco, gris, inodoro, no combustible ni explosivo.

**USOS**

Potabilización de aguas: Para aguas con bajo nivel de alcalinidad (Alcalinidad < 5 mg/L CaCO<sub>3</sub>, pH < 6.5), se recomienda aumentar el pH añadiendo hidróxido de calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) antes de proceder a la aplicación del sulfato para que haya una buena reacción con el coagulante. Adicionalmente al final del proceso de potabilización debido a la aplicación de Sulfato de aluminio el pH del agua baja casi hasta 4.5, quedando por fuera de lo exigido por la resolución 2115/07 (6.59.0), es por ello que se hace la aplicación de un alcalinizante (Cal hidratada), para estabilizar el pH del agua tratada.

**COMPOSICIÓN**

Hidróxido de Calcio  
Concentración 10-50

**PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

Aspecto: granular o polvo.  
Color: blanco  
Olor: inodoro  
Punto de fusión: ND  
Temperatura de ignición: ND

El material no es corrosivo cuando está seco.

**IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO**

Ocular: El polvo aéreo puede causar irritación o inflamación inmediatamente o demorada causando quemaduras químicas, incluso ceguera dependiendo el nivel de exposición.

Dérmico: Piel seca, molestias, irritación y quemaduras intensas si existe una exposición con cal húmeda o cal seca en zonas húmedas del cuerpo causándose quemaduras cáusticas incluidas quemaduras de tercer grado. La exposición dérmica puede ser peligrosa aunque no haya dolor ni molestia.

Inhalación: El material fino puede ser inhalado y producir irritaciones en mucosas (nariz, garganta o pulmones) produciendo incluso asfixia según el grado de exposición.

**RIESGOS**

Producto no combustible ni explosivo. El hidróxido de calcio se descompone a 580 grados C, dando óxido de calcio y agua. El óxido de calcio no es inflamable, pero genera calor en contacto con el agua y los ácidos.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

#### PRIMEROS AUXILIOS

Caso de inhalación: Llevar al expuesto fuera del sitio de exposición, respirar profundamente aire fresco. Obtener atención médica si existen síntomas como tos persistente.

Caso de contacto con la piel: Quitarse la ropa y lavarse bien con jabón neutro y abundante agua. Obtener atención médica si existen erupciones o algún tipo de síntoma en la piel expuesta.

Caso de contacto con los ojos: Enjuagar meticulosamente los ojos incluso debajo de los párpados con abundante agua durante más de 15 minutos, para eliminar las partículas. Obtener atención médica en caso de quemaduras o abrasiones. Caso de ingestión: No provocar al vómito. Si el expuesto está consiente dar a beber abundante agua y obtener atención médica.

#### MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Almacenar sobre estibas, en un lugar fresco, seco y bien ventilado, protegido de la humedad. Evitar vertimientos a los cursos de agua. No almacenar cerca de materiales incompatibles. El producto se ha clasificado de baja reactividad, no inflamable e inofensivo para la salud. No tiene condiciones especiales de manejo, la dilución en agua no es peligrosa.

#### CONTROL DE EXPOSICIÓN Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

El material en estado sólido es inofensivo. Evitar la formación de polvo. Evitar todo contacto con los ojos y la piel, evitar respirar el polvo, usar gafas con protección lateral, mascarilla anti- polvo.

#### ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

El producto es estable y no reactivo en condiciones normales de almacenamiento. Libera gases tóxicos en caso de incendio. La humedad puede provocar el fraguado y endurecimiento del producto.

#### INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El producto es tóxico por vía oral en cantidades superiores a 8000mg/kg (DL50, rata). El producto puede ser irritante en las mucosas, pero no letal.

#### INFORMACIÓN ECOLÓGICA

En caso de derrame accidental de producto en el agua se puede producir un débil aumento de pH. El producto fraguado es un material estable que fija sus compuestos y los hace solubles.

#### CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

El producto no es un desecho peligroso. Su disposición en un relleno sanitario no es peligrosa.

#### □ CLORO GASEOSO:

El cloro es uno de los elementos más comunes para la desinfección del agua. El cloro se puede aplicar para la desactivación de la actividad de la gran mayoría de los microorganismos, y es relativamente barato. El cloro es un gas verde amarillento o líquido ámbar (licuado bajo presión), de olor picante e irritante. Es un producto altamente reactivo y las reacciones en las que interviene son fuertemente exotérmicas. El contacto con materiales combustibles o con compuestos orgánicos, puede causar incendio o explosión, o puede reaccionar en forma violenta o explosiva con muchas otras sustancias. Reacciona con el agua y con la humedad del ambiente para formar ácido clorhídrico e hipocloroso, altamente corrosivos. Peligroso en espacios confinados. Altamente tóxico, puede resultar fatal si se

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

inhala. Extremadamente irritante para el sistema respiratorio. El gas licuado puede causar congelación y lesiones corrosivas en los ojos y la piel. Puede causar quemaduras químicas y daño permanente, incluyendo ceguera. Altamente tóxico para organismos acuáticos. Como gas es más pesado que el aire. Se debe evitar el escape como cloro líquido (al evaporarse como gas ocupa aprox. 460 veces más volumen que como líquido) Puede causar daños a la vegetación.

#### USOS

Cien años después de su descubrimiento se pudo obtener cloro en forma líquida para desinfectar el agua. Previamente se empleaba para este fin una mezcla de cal clorada que contenía hipoclorito de calcio. Este es un polvo soluble en agua que se puede emplear para purificar pequeñas cantidades de agua siempre que esta sea ligeramente alcalina (Ph7.2 a 7.4). La cloración es un método bastante efectivo, económico y simple para la desinfección del agua, por eso es el más usado en la actualidad. Pero no es su único efecto. También evita la formación de algas, elimina olores y sabores, decolora, ayuda a sacar el hierro y el magnesio y facilita la coagulación de materias orgánicas.

#### COMPOSICIÓN

Cloro Líquido: 99.6% m/v

#### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Familia Química: Halógeno

Formula Molecular: Cl<sub>2</sub>

Peso Molecular: 79,91 g/gmol

Apariencia: Gas amarillo verdoso, como líquido ámbar transparente

Olor: Picante, irritante

PH: 1.5 – 2.0 (Solución acuosa al 0.8%)

Densidad Relativa del vapor: (Aire=1,3 kg/m<sup>3</sup>) 2.49 (0°C y 1 atm)

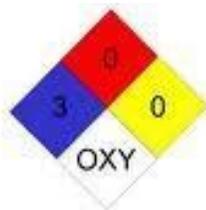
Punto de ebullición: -34°C (-29°F) a 1atm (760 mm Hg)

Punto de Fusión o congelación: -101°C (-150°F) a 1 atm

Solubilidad en agua: 8.3 kg/m<sup>3</sup> (6.93 lb/100gals) a 60°F y 1 atm (15.6 °C y 101.3 kPa)

Temperatura Crítica: 290.8 °F (143.75°C)

#### IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO



Salud: 3 y 4: Peligro Severo y/o grave para la salud

Inflamabilidad: 0: No combustible

Reactividad: 0: No reacciona

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

Casos Especiales: Oxidante

## RIESGOS

**Riesgo de fuego y explosión:** El cloro no es combustible. Sin embargo es un FUERTE AGENTE OXIDANTE y presenta un serio riesgo de incendio y explosión debido a que promueve la combustión al igual que el oxígeno. La mayoría de los materiales combustibles se incendian en atmósferas con cloro, formando gases corrosivos y tóxicos. Los cilindros o contenedores pueden explotar violentamente debido al exceso de presión generado por la exposición al calor durante un periodo de tiempo; por lo que cuentan con válvulas o tapones fusibles de seguridad que dejaran escapar el gas en caso de aumento de temperatura por encima de 71°C (160°F). Un Calor intenso y localizado (por encima de 200°C) en las paredes de acero de los cilindros puede causar un incendio de hierro y cloro que dé como resultado la ruptura del recipiente. El gas de cloro es más pesado que el aire, por lo que se acumula en sótanos, fosas, hoyos, depresiones y otras áreas confinadas o bajas.

### Medidas contra incendios:

Medio para extinguir el fuego: No utilice extintores de polvo químico seco, dióxido de carbono o compuestos halogenados. Es recomendable usar agua en forma pulverizada, cuando se trata de enfriar tanques expuestos al fuego.

**Procedimientos especiales para bomberos:** Aplique agua desde la mayor distancia posible en cantidades que inunden, ya sea como rocío o niebla, para mantener los cilindros, contenedores o equipo frescos y para absorber el calor, hasta un buen tiempo después de que el incendio sea apagado. Si hay una fuga de cloro, detenga el flujo de gas si puede hacerlo con seguridad. Un incendio de cloro solo se puede extinguir deteniendo la fuga. Use un rocío de agua para proteger al personal (debe estar capacitado para atender fugas con cloro) que esté intentando cerrar el flujo. Retire todos los materiales inflamables y combustibles que se encuentren cerca, especialmente el aceite y la grasa. Use el agua con cuidado. No le aplique agua directamente al cloro licuado o gaseoso. Permanezca alejado de los extremos de los tanques. En un incendio avanzado debe evacuarse el área; use sujetadores automáticos para las mangueras o boquillas con monitor.

Evacuación: Si algún tanque, contenedor o cilindro participa en un incendio, RETIRELO por 1 kilómetro y EVACUE la misma distancia a la redonda.

### Efectos en la salud

**Inhalación** (Es la vía principal de exposición): El cloro es un irritante severo de la nariz, garganta y tracto respiratorio. Las personas que se exponen al cloro, aunque sea por cortos periodos de tiempo, pueden desarrollar tolerancia a su olor y a sus propiedades irritantes. En exposiciones ligeras los síntomas incluyen rinitis, tos, dolor de cabeza, garganta irritada, dolor pectoral, náuseas y déficit en la función pulmonar. Después de exposiciones más severas los síntomas clínicos incluyen traqueobronquitis ulcerativa, edema pulmonar, falla respiratoria y la muerte.

**Contacto con la piel:** El gas en el aire puede irritar y quemar la piel. El contacto directo con el gas licuado puede causar congelación o "quemadura química". Los síntomas de la congelación ligera incluyen adormecimiento, picazón y comezón en el área afectada. Los síntomas de un congelamiento

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 43 de 94

más severo incluyen una sensación de quemadura y endurecimiento del área afectada, puede tomar una tonalidad blanca o amarillenta.

**Contacto con los ojos:** El gas cloro es un severo irritante de los ojos. Se puede observar irritación, sensación de quemadura, parpadeo rápido, enrojecimiento y lagrimeo de los ojos, en concentraciones de 1 o más ppm. El contacto directo con el cloro puede causar congelación, quemaduras y daño permanente, incluyendo ceguera.

**Ingestión:** Aunque no es una ruta probable de exposición para gases, si llegara a ocurrir puede causar quemaduras severas, en boca, esófago y estómago, acompañado de náuseas, dolor, vómito, pudiendo ser fatal.

Condiciones médicas existentes que posiblemente se agraven por la exposición: Asma, bronquitis, enfisema y otras enfermedades pulmonares, así como las condiciones crónicas de la nariz, los senos nasales, la garganta y el corazón.

**Exposición crónica:** Baja concentración de cloro gaseoso en el aire produce ligeros síntomas irritantes después de horas de exposición. Exámenes de personas expuestas en tales condiciones no muestran efectos crónicos. Puede ocurrir edema pulmonar.

#### **PRIMEROS AUXILIOS:**

**Inhalación:** Antes de intentar un rescate tome las precauciones adecuadas para garantizar su propia seguridad, (es decir, use el equipo de protección adecuado e ingrese al área siempre acompañado). Retire a la víctima del área contaminada. Tan pronto como el gas entra en la garganta la víctima sentirá una repentina contracción (forma natural de evitar la entrada a los pulmones). No permita que la víctima se mueva si no es necesario. Los síntomas de edema pulmonar pueden aparecer hasta 48 horas después de la exposición. En caso de que la víctima no esté respirando suministre respiración artificial, preferiblemente con ayuda de equipos de primeros auxilios. Proporcione resucitación cardiopulmonar si no hay pulso ni respiración. Notifique inmediatamente al Subgerente Técnico Operativo para coordinar una atención médica inmediata.

**Contacto con la piel:** Retire rápidamente a la víctima del lugar contaminado y lave el área afectada con una corriente de agua, en lo posible tibia, durante min. 20 min. Gas licuado: No trate de elevar de nuevo la temperatura del área afectada en el sitio del accidente. No frote el área ni le aplique calor. Retire cuidadosamente la ropa o joyas que puedan restringir la circulación. Recorte cuidadosamente la ropa alrededor de la que este pegada a la piel y retire el resto de la prenda. Cubra sin apretar el área afectada con una gasa estéril. No permita que la víctima beba alcohol o fume. Notifique inmediatamente al Subgerente Técnico Operativo para coordinar una atención médica inmediata.

**Contacto con los ojos:** Enjuague inmediatamente los ojos con agua preferiblemente tibia, durante 20 minutos mínimo. En caso de presentarse quemaduras en los ojos, cúbralos con gasa estéril. Notifique inmediatamente al Subgerente Técnico Operativo para coordinar una atención médica inmediata.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 44 de 94

**Ingestión:** Si llegara a ocurrir y la persona esta consiente dé abundante agua. No induzca al vómito, pero si éste ocurre lave, y de a beber más agua. Mantenga a la víctima en reposo y caliente. Notifique inmediatamente al Subgerente Técnico Operativo para coordinar una atención médica inmediata

### MANEJO Y ALMACENAMIENTO

**Manejo:** El cloro no constituye un riesgo industrial, si quienes trabajan con él están adecuadamente instruidos y supervisados en la manera correcta de manejarlo. El personal debe conocer los peligros que pueden resultar de un manejo inadecuado. Igualmente, cada persona debe saber cómo actuar en caso de una emergencia. Tome todas las precauciones necesarias para evitar el contacto. Evite que el gas se libere en el aire del área de trabajo. Disponga siempre de una ventilación adecuada. Mantenga los cilindros o contenedores alejados de materiales incompatibles, del calor, chispas, llamas y otras fuentes de ignición. Solo se debe utilizar válvulas o equipos especialmente diseñados para cloro. No utilice equipos de acero inoxidable. Abra y cierre las válvulas de los cilindros al menos una vez al día mientras se está utilizando el cilindro, para evitar el congelamiento de dichas válvulas. Siempre asegure los recipientes de golpes o caídas. Las fugas deben atenderse inmediatamente para evitar que la situación empeore. El gas de cloro es más pesado que el aire. Evite que el líquido o el vapor entren al drenaje. Utilice equipo de respiración autónoma para evitar sofocación. Absténgase de realizar trabajos de soldadura o mantenimiento en líneas que contengan cloro. Todo el personal de operarios debe haber recibido capacitación en el manejo seguro del cloro.

**Almacenamiento:** Almacene en un área fresca, seca y bien ventilada, alejada de la luz solar directa, del calor, de materiales inflamables e incompatibles, y alejada de las áreas de procesamiento y manejo. No lo almacene cerca de los ascensores, corredores o zonas de embarque. No almacene debajo del nivel del suelo ni en espacios confinados. El área de almacenamiento debe estar claramente identificada, libre de obstrucciones, y con acceso solo del personal capacitado y autorizado. Coloque señalización de advertencia, Haga inspecciones periódicas para verificar que no haya daños ni fugas. Mantenga las menores cantidades posibles en almacenamiento. Para el almacenamiento a gran escala de este material, considere la instalación de un sistema de detección de fugas con una alarma. Evite el almacenamiento de cilindros o contenedores por más de seis meses. Use primero el más antiguo. Con el tiempo y algunas condiciones se pueden presentar problemas en las válvulas. Este material es altamente reactivo, Almacene siempre los cilindros o contenedores con la etiqueta original. Mantenga los cilindros o contenedores bien cerrados cuando no se utilicen y aun cuando estén vacíos (Llenos de cloro gaseoso). Las válvulas deben estar bien cerradas. Los capuchones deben estar asegurados. Revise siempre la válvula para asegurarse que no existe evidencia de daño, óxido o suciedad, los cuales pueden afectar su funcionamiento. Siempre encadene o asegure bien los cilindros o contenedores almacenados. Almacene los vacíos separados de los llenos con las válvulas cerradas y los capuchones asegurados. Los recipientes vacíos contienen residuos peligrosos. El almacenamiento exterior de cilindros o contenedores debe ser protegido de la lluvia y sol, y tener un drenaje adecuado. Mantenga extintores adecuados.

**Temperatura de almacenamiento:** Evite temperaturas extremas: (Nunca exponga los cilindros a temperaturas mayores a 52°C (125°F) ni por debajo de – 29°C (-20°F) a menos que estén diseñados para ello.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

Otras precauciones: Las paredes, pisos, accesorios, iluminación y sistemas de ventilación en el área de almacenamiento deben estar hechos de materiales que no reaccionen con el cloro.

#### **CONTROL DE EXPOSICIÓN Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:**

Las recomendaciones que se enlistan indican el tipo de equipo que proporciona protección contra la sobre exposición a este producto. Las áreas deben estar aisladas y con adecuada ventilación para mantenerse la concentración bajo 0.5 ppm.

#### **EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:**

**Protección para los ojos:** Use protección facial completa y lentes de seguridad cuando exista riesgo de contacto. Tenga disponible duchas y lavajos de seguridad.

**Protección de la piel:** Si existe la posibilidad de contacto con el líquido o gas, use guantes protectores contra químicos y se requiere ropa especial para rutinas de operación. Mantenga disponibles una ducha de emergencia con su lavajos cerca al área de trabajo (15 gpm, 30 psi).

#### **Protección respiratoria:**

En condiciones de operación normal, utilice la mascarilla facial con cartucho para gases halógenos. Para casos emergentes, utilice el equipo de respiración autónomo.

#### **ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

**Estabilidad:** Estable en condiciones normales de uso y almacenamiento (presión atmosférica, temperatura ambiente, bajo sombra, humedad relativa máxima 80%, recipientes con perfecta hermeticidad). Evitar temperaturas de 121°C (250°F) y humedad.

**Reactividad:** Húmedo es altamente corrosivo para la mayoría de los metales. Con algunos compuestos orgánicos puede ser explosivo. Además evite el amoníaco, el acetileno, grasas lubricantes, hidrocarburos, éter. Reacciona violentamente con alcoholes.

#### **INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

Cloro: LC50 rata 147 ppm (exposición de 4 horas) 293 ppm (exposición de 1 horas) 690 ppm (exposición de 30 minutos)

LC50 ratón 70 ppm (exposición de 4 horas) 151 ppm (exposición de 1 hora) Mutagenicidad: No existen datos disponibles concernientes a humanos.

Efectos reproductivos: No existe información disponible de evidencia disponible. Teratogenicidad y Fetotoxicidad: No existe evidencia

#### **INFORMACIÓN ECOLÓGICA**

El cloro es altamente tóxico para todas las formas de vida acuática. No existe potencial para la bioacumulación o la bioconcentración. Destino acuático: La estabilidad del cloro en el agua natural es

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 46 de 94

muy baja debido a que es un fuerte oxidante y a que oxida rápidamente los compuestos inorgánicos y orgánicos (más lentamente). Unos de los principales usos del cloro es la desinfección del agua.

### CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Se recomienda la revisión de la legislación vigente, tanto nacional como internacional, antes de su disposición final. No disponga de los desechos con la basura normal, ni en los sistemas de drenaje o alcantarillado. Lo que no se pueda recuperar para reproceso o reciclaje, incluyendo los recipientes de almacenamiento, deben manejarse por personal capacitado en instalaciones para tal fin, adecuadas y aprobadas para la disposición de desechos. El procesamiento, uso, o contaminación de este producto puede cambiar las opciones de manejo de desechos.

### PROCEDIMIENTOS EN CASO DE ESCAPE ACCIDENTAL

Derrames, fugas o descargas: • Restrinja el acceso al área hasta que se termine la atención de la emergencia. Asegúrese que sea atendida por personal capacitado.

- Use equipo de protección personal adecuado, incluyendo protección respiratoria.
- Los escapes pequeños se detectan con el gas de una solución amoniaca al 2030%
- Retire todos los materiales combustibles e inflamables.
- Elimine todas las fuentes de ignición (fumar, quemadores, chispas o llamas).
- Ventile el área.
- De ser posible, contenga la fuga sin exponer al personal. Evite que sea en fase líquida (el líquido se evapora a temperatura ambiente y ocupa 460 veces más volumen).
- Evacuación: Si no está capacitado evacue el área, en dirección contraria al viento y evitando zonas bajas. Utilice los elementos de protección personal. No use nada húmedo sobre la boca o nariz. Notifique inmediatamente al Subgerente Técnico Operativo.
- Fugas Grandes: Mantenga alejado a todo el personal no autorizado. Manténgase en contra de la dirección del viento y si es seguro, de las áreas bajas. Evite la entrada a drenajes y áreas confinadas. El agua utilizada para eliminar los vapores es tóxica y corrosiva, por ello es importante represarla con diques de contención. Asegúrese de utilizar materiales compatibles.
- Cilindro o contenedor con fuga: Sólo debe ser atendido con personal capacitado con equipo de protección personal adecuado. Siga las instrucciones para controlar la fuga con el uso de las herramientas adecuadas. Cuando haya descargado todo el gas, cierre la válvula del cilindro y etiquete o marque el cilindro como defectuoso.

Químicos de neutralización: Hidróxido de sodio, bicarbonato de sodio y cal hidratada seguidos de un agente reductor.

Eliminación de residuos: Disponga del material de desecho en una instalación aprobada para el tratamiento y disposición de desechos, de acuerdo con los reglamentos que aplican. No disponga del desecho en la basura normal ni en los sistemas de drenaje.

### CONTACTOS DE EMERGENCIA 24 HORAS

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 47 de 94

BRINSA BETANIA 091 8522566 o 4846000 Ext. 444 En Colombia

### HIPOCLORITO DE CALCIO:

En el tratamiento de grandes volúmenes de agua como ocurre en las grandes ciudades se usa el gas cloro que requiere un manejo experto, mientras que para pequeños suministros se usa hipocloritos de sodio o de calcio Debido a su facilidad de uso, efectividad y fácil control, el cloro (o alguno de sus derivados como los hipocloritos de calcio o de sodio) es el elemento más utilizado para desinfectar el agua. Los hipocloritos se presentan en el mercado con diferentes concentraciones siendo los más convenientes los que contengan un mayor porcentaje (en peso) de cloro equivalente. Dado que son bastante inestables siempre deben guardarse en envases herméticos y en lugares secos.

### COMPOSICIÓN

Hipoclorito de Calcio 65% min (p/p)

### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Apariencia: polvo o gránulos blancos

Olor: parecido al cloro

Temperatura de descomposición: 177 °C (El producto se descompone rápidamente)

Densidad específica: 2.35 g/cm<sup>3</sup> Solubilidad en agua:

217 g/l. a 27 °C

pH de las soluciones: alcalino

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

## IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO



Salud 3: Peligro Grave para la salud  
 Inflamabilidad: 0: No combustible  
 Reactividad: 0: No reacciona  
 Casos Especiales: Oxidante

## RISGOS

**Incendio y Explosión:** Por sí solo no genera riesgos de fuego, pero esta sustancia es un agente oxidante fuerte y su calor de reacción con agentes reductores o combustibles puede causar ignición. Este producto se descompone al calentarse e involucrado en un incendio puede explotar. Con materiales orgánicos (hidrocarburos) o agentes oxidantes produce una reacción explosiva y puede encender otros materiales combustibles (madera, papel, telas, etc).

**Medio para extinguir el fuego:** Use abundante agua en forma de niebla o spray. Enfríe los recipientes expuestos al fuego. Evite el contacto directo del agua con el producto ya que la reacción con agua libera cloro gas. Combata el fuego a máxima distancia. No utilice polvo químico seco a base de compuestos de amonio ya que se puede dar lugar a una explosión. No permita que el agua fluya hacia alcantarillas o fuentes de agua.

### Salud:

**Inhalación:** Destruye las mucosas y el tracto respiratorio superior, los síntomas pueden incluir sensación de quemadura, tos, dolor de cabeza, respiración dificultosa, náusea, vómito. Finalmente puede resultar una neumonitis química y edema pulmonar.

**Ingestión:** Puede causar una severa corrosión en la boca, garganta y estómago. Otros síntomas incluyen vómito, colapso circulatorio, confusión, coma y hasta la muerte. Puede causar edema en la faringe, glotis y laringe y perforación del esófago y el estómago.

**Contacto con la Piel:** Puede causar enrojecimiento, dolor y severa quemadura con presencia de ampollas.

**Contacto con los Ojos:** El contacto puede causar visión borrosa, enrojecimiento, dolor y quemadura del tejido ocular.

**Exposición crónica:** Repetida exposición al hipoclorito de calcio puede causar bronquitis con tos y respiración dificultosa.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 49 de 94

### PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Procure aire fresco. Si no respira, dé respiración artificial. Si la respiración es dificultosa, dé oxígeno. Solicite atención médica inmediatamente.

**Ingestión:** No inducir vómito. Dé grandes cantidades de agua. Si la persona está inconsciente no administre nada por la boca. Solicite inmediatamente atención médica.

**Contacto con la Piel:** Lave inmediatamente la piel con abundante agua, por lo menos durante 15 minutos mientras remueve la ropa y zapatos contaminados. Solicite atención médica. Enjuague completamente la ropa y zapatos antes de usarlos de nuevo.

**Contacto con los Ojos:** Lave inmediatamente los ojos con abundante agua por lo menos durante 15 minutos, levante ocasionalmente los párpados superior e inferior. Solicite atención médica inmediatamente.

### MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Evite el almacenamiento cerca de ácidos, compuestos oxidantes, amoniacales, alcoholes o hidrocarburos. Las áreas de almacenamiento deben ser limpias, frescas y libres de humedad. Evite el contacto con metales. Mantenga los recipientes bien cerrados, evite almacenarlos sobre pisos de madera y protéjalos de daños físicos e impactos. Los tambores no deberán ser apilados en más de dos paletas. No almacene en áreas sujetas a inundaciones. Las temperaturas de almacenamiento no pueden exceder los 57°C. Tenga la precaución de mantener disponible una ducha de emergencia y una estación lavaojos.

### CONTROL DE EXPOSICIÓN Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Las recomendaciones que se enlistan indican el tipo de equipo que proporciona protección contra la sobre exposición a este producto. Las áreas deben estar aisladas y con adecuada ventilación.

### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

**Respirador personal:** Utilice un respirador con filtro químico para gases ácidos, cuando puedan existir contaminantes suspendidos en el aire.

**Protección de ojos:** Use gafas plásticas de seguridad y en lugares susceptibles de salpicaduras, utilice la mascarilla facial completa. Mantenga una ducha y un equipo para lavado de ojos en el lugar de trabajo.

**Protección de la Piel:** Usar delantal de PVC, incluyendo botas de caucho, guantes de caucho.

### PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAMES

Ventile el área. El personal de la brigada de emergencia, debe contar con el equipo de protección. Aísle el área de riesgo al menos 25 metros a la redonda. Elimine las fuentes de ignición. Mantenga el agua lejos del material derramado. Mantenga fuera del área al personal no protegido. Proceda a recoger el material de manera que no genere polvos que vayan a ser dispersados por el viento. Use herramientas anti explosivas. El material recogido debe depositarse en recipientes limpios y rotulados. No descargue a la alcantarilla producto concentrado. Si ocurre incendio o descomposición violenta, inmediatamente empañar con abundante agua o barrer todo el material liberado con una pala y una escoba limpia y seca y disuelva el material con agua.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

### **ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

Se descompone rápidamente en contacto con el aire. La exposición a la luz solar en forma directa o al calor producirá una descomposición violenta. Térmicamente es inestable, a los 100 °C se vuelve explosivo y se descompone a 177 °C. Peligros por descomposición: Cuando entra en descomposición, emite vapores tóxicos de cloro, oxígeno y monóxido de cloro.

Incompatibilidades: El hipoclorito de calcio es un oxidante fuerte, reacciona con agua y con ácidos liberando gas cloro, forma compuestos explosivos con amoníaco y aminas. Es incompatible con materiales orgánicos, compuestos nitrogenados y materiales combustibles. No hay conocimiento de que este material se polimerice.

Condiciones a evitar: Calor, llamas, humedad, polvos, fuentes de ignición e impactos, y productos incompatibles.

### **INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

El Hipoclorito de calcio no se acumula en la cadena alimentaria. Los efectos tóxicos del hipoclorito de calcio se deben principalmente a sus propiedades corrosivas. Si usted ingiere una pequeña cantidad del producto, puede experimentar irritación gastrointestinal. Si usted ingiere una solución comercial más concentrada puede sufrir lesiones corrosivas graves en la boca, la garganta, el esófago y el estómago acompañado de hemorragia. Los sobrevivientes de intoxicaciones severas pueden quedar con cicatrices y estrechamiento permanentes del esófago. Si usted inhala cloro gaseoso liberado de soluciones concentradas de hipoclorito puede sufrir irritación nasal, dolor de garganta y tos. El contacto con la piel puede causar inflamación y ampollas. El contacto de los ojos con soluciones de concentración moderada puede causar irritación leve y pasajera. Soluciones más concentradas pueden causar lesiones serias en los ojos. La exposición prolongada a bajos niveles de hipoclorito puede producir irritación de la piel.

### **INFORMACIÓN ECOLÓGICA**

Cuando se libera al aire, el hipoclorito de calcio es degradado por la luz solar y por compuestos que ocurren normalmente en el aire. En el agua y el suelo, el hipoclorito de calcio se separa en iones de calcio e hipoclorito ((un ión es un átomo o molécula con una carga eléctrica). Estos iones pueden reaccionar con otras sustancias que se encuentran en el agua. Las masas de agua pueden sufrir un transitorio cambio de pH. No se acumula en la cadena alimentaria. Los métodos para determinar biodegradabilidad no son aplicables para esta sustancia inorgánica. En plantas de tratamiento de aguas, el hipoclorito de calcio se comporta como oxidante.

## **INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

### **EQUIPO DE ENSAYO DE JARRAS:**

#### **DESCRIPCIÓN**

El equipo de realizar el ensayo o prueba de jarras consiste en un set de agitadores mecánicos (agitadores de paletas), de velocidad variable, controlados por un aparato que regula esta (tacómetro), que puede crear turbulencia simultánea en 6 vasos de precipitado.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 51 de 94

## PRUEBA DE JARRAS

Este es el principal ensayo que se hace en una planta de tratamiento y consiste en simular en vasos de precipitado o jarras, el proceso de coagulación-floculación que se producirá en la planta de tratamiento y evaluar distintos parámetros durante o al final de los ensayos para caracterizar su funcionamiento. Su objetivo básico es la determinación de la dosis óptima de coagulante que produce el más rápido aglutinamiento de partículas finamente divididas y coloidales en la planta, haciendo que se forme un coagulo (o floc) pesado y compacto que decante fácilmente en los sedimentadores o no se rompa en el filtro.

### Equipos necesarios:

Equipo de ensayo de jarras  
Un cronómetro  
Seis vasos de precipitado de 1000 ml de capacidad  
Una probeta de 1000 ml  
Una balanza analítica  
Una espátula  
Seis jeringas desechables de 10ml  
Dos pipetas graduadas de 1 ml  
Dos matraces aforados de 100 ml

### Reactivos

Sulfato de Aluminio Tipo B  
Cal hidratada

### Procedimiento de para determinación de dosis óptima

- a. Hacer la solución de sulfato de 10 ppm: Pese 1 g de sulfato de aluminio tipo B que está en uso, transfíralo a un vaso de precipitado y disuelva con agua destilada o agua tratada. Transfiera la solución a un matraz aforado de 100 ml y complete el volumen con agua, tape y mezcle varias veces por inversión. Un mililitro de esta solución tiene una concentración de 10 ppm (10 mg/L). Proceda de la misma manera para preparar la solución de cal hidratada.
- b. Recoja en un balde una muestra de agua cruda (suficiente para llenar los vasos del equipo de jarras) de la canaleta Parshall. Determinar color, turbiedad, pH y alcalinidad del agua cruda.
- c. Medir con una probeta, 1000 ml de esta agua para cada una de las seis jarras y colocarlas en el equipo.
- d. Introducir las paletas del aparato mezclador en cada una de las jarras de manera que queden bien centradas.
- e. Prenda el tacómetro a una velocidad de 100 rpm (Velocidad correspondiente a la mezcla rápida en la planta y si no se conoce se utiliza 100).

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 52 de 94

- f. Tome las seis jeringas y llénelas con la solución preparada con la dosificación deseada teniendo en cuenta que un mililitro equivale a 10 mg/L.
- g. Transfiera el contenido de las jeringas simultáneamente a cada una de las jarras lo más rápido posible e iniciar el cronómetro.
- h. Después de un minuto reduzca a la velocidad correspondiente de los floculadores (si no la conoce use 40 rpm).
- i. Observe el tiempo que tarda en aparecer el floc. Este proceso tarda aproximadamente de 10 a 15 minutos. Se debe estar atento en cual de las jarras aparece primero el floc y observar también el tamaño.
- j. Después de este tiempo (15 min., máximo 20 min.) reducir la velocidad del tacómetro a cero y apagar el equipo de jarras. Retire las paletas de cada una de las jarras con cuidado para evitar que se rompa el floc formado.
- k. Esperar durante 15 a 20 min. (simulación de la sedimentación) y observe la velocidad de sedimentación del floc.
- l. Pasado este tiempo, tomar muestras de cada una de las jarras del líquido clarificado con cuidado de no remover el floc sedimentado y haga determinación de color, turbiedad, pH y alcalinidad.
- m. La dosis óptima, es la mínima dosis con la que se obtiene un buen floc, que sedimenta fácilmente y con el cual se obtengan los mejores resultados en cuanto a remoción de color y turbiedad y la que menos disminuya los valores de pH y alcalinidad.
- n. Una vez determinada la dosis óptima de coagulante también se debe determinar a la jarra elegida aluminio residual y luego se procede a calcular la descarga del dosificador: cantidad de solución aplicada x 10 x 0.06 x caudal.

NOTA: Cuando el pH del agua cruda es menor a 6.5 (se aplica precal para estabilizar el pH), se recomienda tomar la muestra de agua cruda de la canaleta Parshall después de la precal y antes de la aplicación del coagulante. El pH debe estar entre 8.5 y 9.0.

Sí por algún motivo las condiciones del agua cruda cambian repentinamente que no dan tiempo para realizar una prueba de jarras se puede realizar la siguiente prueba rápida de coagulación, para establecer una dosis aproximada mientras se realiza la Prueba de Jarras:

### PRUEBA RÁPIDA DE COAGULACIÓN.

Para poder realizar la prueba rápida de coagulación para determinar una dosis óptima, en caso que las condiciones del agua cambien de manera considerable de un momento al otro y que no den tiempo para realizar la habitual Prueba de Jarras se debe proceder de la siguiente manera.

- a. Previo a la implementación de la prueba se hicieron tomas sucesivas del pH al final de los floculadores en condiciones óptimas de potabilización (es decir del agua con el sulfato de aluminio) la

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 53 de 94

cual arroja valores entre 4.8 hasta 5.2. Es importante conocer este dato ya que nos va a servir como guía para la prueba rápida de coagulación.

b. Hacer la solución de sulfato de 10 ppm: Pese 1 g de sulfato de aluminio tipo B que está en uso, transfiera a un vaso de precipitado y disuelva con agua destilada o agua tratada. Transfiera la solución a un matraz aforado de 100 ml y complete el volumen con agua, tape y mezcle varias veces por inversión. Un mililitro de esta solución tiene una concentración de 10 ppm (10 mg/L). Proceda de la misma manera para preparar la solución de cal hidratada.

c. Recoger 1000 ml de agua cruda para realizar la prueba de la canaleta Parshall. Determinar color, turbiedad, pH y alcalinidad del agua cruda.

d. Colocar 1000 ml de la muestra en un vaso de precipitado y llevarla al agitador magnético y colocar las barras magnéticas dentro del vaso de precipitado.

e. Iniciar la agitación a 100 rpm (Velocidad correspondiente a la mezcla rápida en la planta y si no se conoce se utiliza 100).

f. Introducir el electrodo del pHmetro para ir realizando lecturas de pH.

g. Tomar una jeringa de 5 ml y llénela con la solución preparada de sulfato de aluminio (teniendo en cuenta que un mililitro equivale a 10 mg/L).

h. Ir adicionando de ésta solución gota a gota en el vaso que contiene la muestra de agua, hasta obtener un pH de 4.8 a 5.2. Cuando se llegue al pH deseado, se revisa cuantos ml de solución se gastaron y se realiza el cálculo respectivo considerando que un mililitro equivale a 10 mg/L y así obtener la dosis óptima. Ejemplo: Si se gastó 2.3 ml de la solución equivale a una dosis de 23 ppm (mg/L), dosis óptima x 0.06 x caudal del momento (36.9 L/seg). La dosificación óptima a realizar sería de 50.92 g/min y su aplicación real sería 51 g/min.

i. Esta prueba rápida junto a las curvas de dosificación (levantada de datos históricos) nos da una guía inicial de la dosis óptima del momento, mientras se estabiliza las condiciones de turbiedad del agua y nos permite realizar el ensayo de Jarras habitual.

NOTA: Cuando el pH del agua cruda es menor a 6.5, se debe estabilizar el pH con Cal hidratada, El pH debe estar entre 8.5 y 9.0.

## DOSIFICADORES:

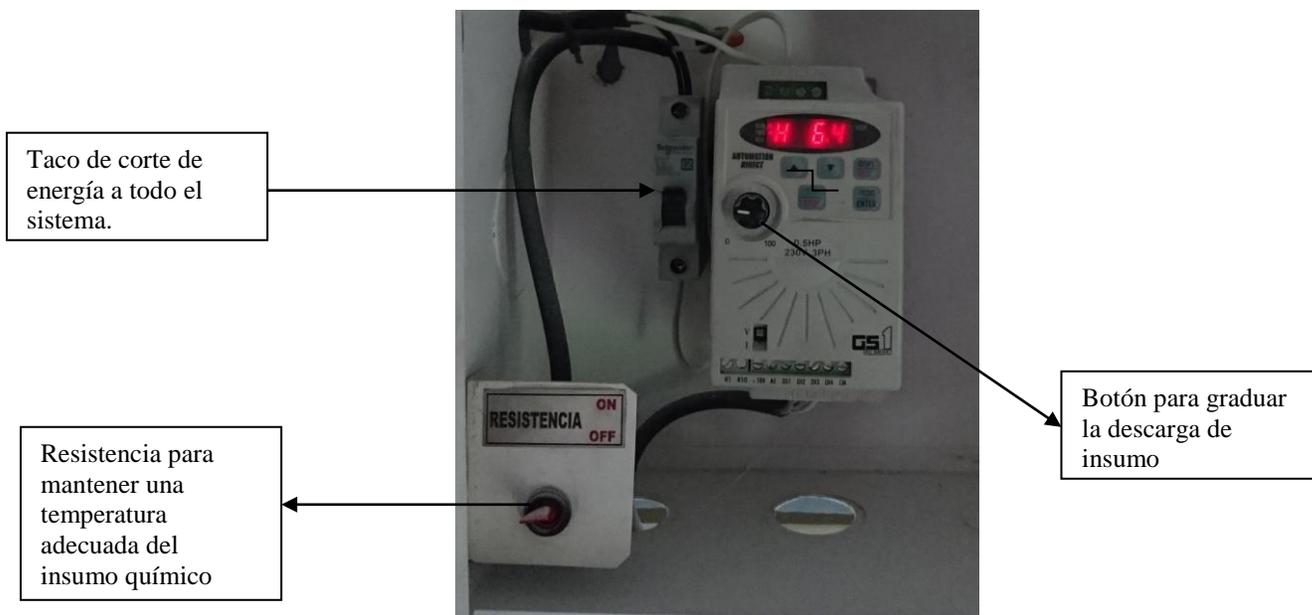
### DESCRIPCIÓN:

Los dosificadores son elementos destinados a introducir en el agua, el material químico para el tratamiento físico químico de sus propiedades, en proporciones previamente calculadas.

Los dosificadores existentes son mecánicos y utiliza un sistema de tolva de alimentación que se emplea para la colocación del producto a dosificar; tornillos sinfín accionado por un motor eléctrico de velocidad variable, dotados de un sistema indicador o dosímetro. La dosificación se obtiene mediante la variación de la velocidad de rotación del elemento dosificador que consiste en regular la velocidad del motor eléctrico.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F



### MANEJO Y OPERACIÓN:

1. Verificación del contenido de la tolva, la cual debe estar en no menos de la cuarta parte del dosificador.
2. Verificar que haya una buena entrada de agua al mezclador del dosificador que genere una buena disolución del insumo químico (sulfato de aluminio tipo B o cal hidratada)
3. Verificar que el taco de paso de energía esté en posición ON
4. Verificar que el botón de la resistencia esté en posición ON
5. Graduar el botón de descarga de insumo químico de acuerdo a la dosis requerida y al caudal tratado en el momento según prueba de jarras.
6. Se debe verificar la descarga de insumo de cada dosificador de acuerdo a la dosis óptima. Esta se realiza mediante la recolección del químico en dos bandejas durante un tiempo determinado (1 minuto) para luego ser pesada en la balanza de dos brazos. Esta pesada debe coincidir con la descarga óptima.

NOTA: En el caso del dosificador de cal hidratada se debe tener en cuenta que la calefacción esté funcionando adecuadamente.

### CLORADORES

#### DESCRIPCIÓN

Sistema mediante el cual se hace la aplicación de cloro al agua, generalmente para desinfectar o para oxidar compuestos indeseables.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

### MANEJO Y OPERACIÓN:

1. El clorador debe estar conectado a la pipeta de cloro gaseoso.
2. La motobomba del cloro debe estar en marcha (ver manejo y operación motobomba del clorador).
3. Abrir la perilla de graduación del rotámetro.
4. Graduar el rotámetro de acuerdo a la dosis óptima de cloro.

### CAMBIO DE PIPETAS DE CLORO GASEOSO

1. Verificar que la pipeta en uso este totalmente vacía. Esto sucede cuando el rotámetro del clorador estando en uso, se encuentra en cero.
2. Apagar la motobomba del clorador.
3. Cerrar la válvula de seguridad de la pipeta.
4. Quitar el clorador aflojando la contratuerca.
5. Colocar el tapón de la salida del cloro y caperuza de protección de la válvula de seguridad.
6. Retirar la pipeta vacía y llevarla a la bodega de las pipetas de cloro.
7. Llevar una pipeta llena hasta el cuarto de dosificación de cloro gaseoso.
8. Retirar la caperuza y tapón de salida de cloro.
9. Cambiar el empaque de plomo del clorador por uno nuevo.
10. Instalar el clorador en la pipeta llena, asegurando la contratuerca y apretar moderadamente.
11. Poner en marcha la motobomba y abrir la válvula de seguridad de la pipeta de cloro.
12. Verificar posibles fugas llevando el frasco que contiene amoniaco cerca de la válvula de salida. Sí se observa una neblina al agitar el frasco de amoniaco, cerrar la válvula de seguridad y verificar el procedimiento de instalación.
13. Sí no se detecta ninguna fuga con el proceso anterior. Se procede a la graduación del rotámetro para aplicar la dosis necesaria.

### MOTOBOMBAS

#### DESCRIPCIÓN

Es un aparato que se emplea para la impulsión de líquido a través de las diferentes estructuras y aparatos.

### MANEJO Y OPERACIÓN MOTOBOMBA DE MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS.

**Finalidad:** Llenado del tanque de almacenamiento ubicado arriba de la cámara de llegada (que sirve para alimentar a los dosificadores y suministra agua a varias casas aledañas), lavado de estructuras de la Planta de Tratamiento y ocasionalmente se utiliza para el llenado de carrotanques. En el tanque No.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 56 de 94

1 y en el Tanque No. 2 se encuentran sumergidas una motobomba en cada tanque las cuales son accionadas alternadamente, es decir se pone en funcionamiento una motobomba y a la semana siguiente la otra. El control se realiza mediante el tablero de control.



Los tableros tienen la función de activar o encender la motobomba que se requiera. También cuentan con un botón de mando para activar la motobomba de manera automática o modo manual, un testigo de color verde que indica cuando está encendida la motobomba o se encuentra en funcionamiento y otro testigo de color rojo que indica que hay un nivel bajo de agua en el tanque de almacenamiento, casos en los cuales el funcionamiento de la motobomba se detiene.

## MANEJO Y OPERACIÓN MOTOBOMBA DEL CLORADOR

**Finalidad:** Mezclar el cloro gaseoso con el agua para el proceso de desinfección del agua filtrada.

1. Verificar que esté cargada la motobomba, quitando el tapón de purga.
2. Verificar el nivel de agua del tanque de donde se alimenta la motobomba.
3. Verificar que el mezclador del cloro esté conectado al clorador y este a su vez a la pipeta de cloro gaseoso.
4. Poner en marcha el motor de la bomba mediante el contactor.
5. Verificar su correcto funcionamiento observando que el rotámetro esté funcionando.

## VÁLVULAS

Hay diferentes tipos de válvulas que podemos encontrar en la Planta de Tratamiento:

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 57 de 94

Válvula de ventosa: Permiten la salida de aire en los sitios donde la línea de conducción cambia de ascendente a descendente, para evitar la acumulación de bolsas de aire dentro de la tubería.

Válvulas de cierre: Están destinadas a confinar el líquido en un tramo de la instalación hidráulica, con el fin de suspender temporalmente el flujo del líquido. Estas válvulas pueden ser de compuerta o de globo, que a su vez pueden ser de accionamiento manual o automático y de control directo o remoto. La primera se utiliza para el manejo de grandes presiones, en tuberías de gran diámetro.

Válvulas bypass: Permiten el redireccionamiento en una u otra dirección.

Las válvulas se deben manipular por lo menos cada dos meses siguiendo las siguientes recomendaciones: La válvula se deben cerrar lentamente, una vuelta cada quince segundos para evitar presiones y la infiltración de aire al sistema por golpe de ariete, que puedan llegar a causar daño en las tuberías, accesorios y a la misma válvula; también se recomienda registrar el número de vueltas de la válvula y el número con el cual está trabajando. Dejar siempre las válvulas con el mismo número de vueltas con las que trabaja normalmente, siempre y cuando no haya una orden de modificarla; las cajas de las válvulas y ventosas deben mantenerse totalmente limpias de basura, y vegetación (ver recomendaciones adicionales en el Manual de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento)

Las válvulas existentes en la Planta de Tratamiento se adjuntan en el Anexo No. 2 Inventario de Válvulas y Anexo No. 3 Mapa de Válvulas.

## MACROMEDIDORES

### DESCRIPCIÓN

Los macromedidores son utilizados para la medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

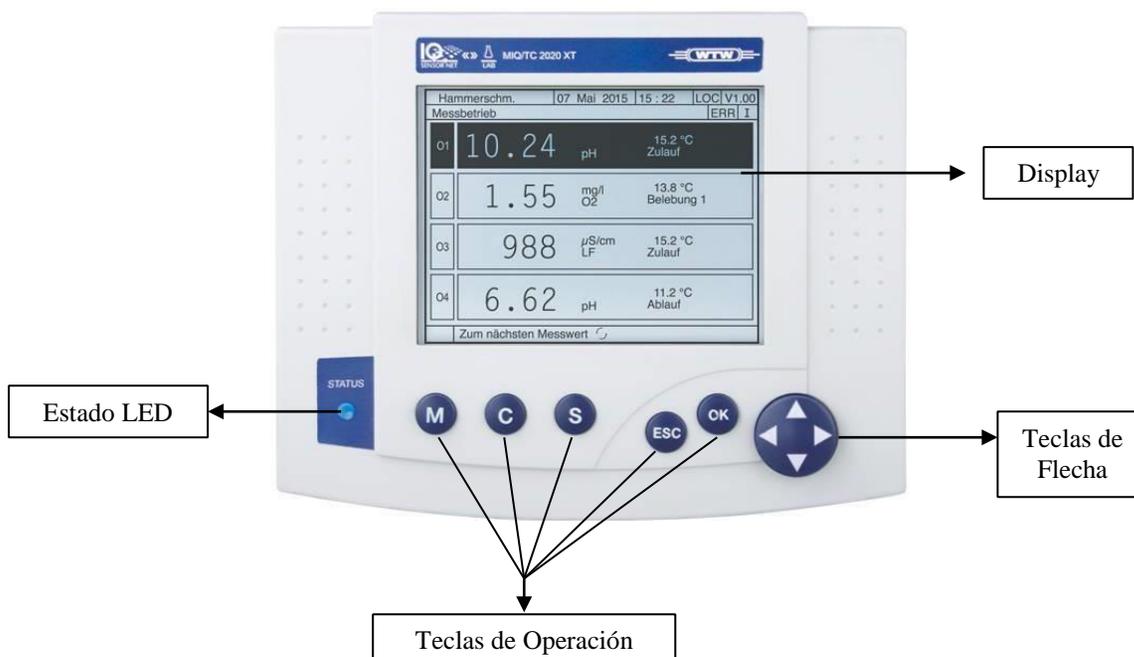
La Planta de Tratamiento de Agua Potable cuenta con tres macromedidores ultrasónicos, ubicados de la siguiente manera:

- Un macromedidor de ocho pulgadas (8") ubicado a la entrada de los tanques de almacenamiento que totaliza la cantidad de agua tratada antes de su entrada a cada uno de los tanques de almacenamiento.
- Un macromedidor de cuatro pulgadas (4") que mide la cantidad de agua que va para zona industrial por la red antigua.
- Un macromedidor de seis pulgadas (6") instalado en marzo del 2016 que también mide la cantidad de agua que alimenta la zona industrial por la red nueva, es decir por la red instalada en el año 2015.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--



	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F



#### 4. El display contiene la siguiente información.

- Nombre de la pantalla
- Nombre de la función de terminal y el controlador alterno (Regulador o controlador de reserva)
- Fecha
- Hora
- Usuarios autorizados.
- control de acceso sencillo:
  - Un candado abierto: Los ajustes son desbloqueado y la configuración del sistema se pueden cambiar.
  - Un candado cerrado: Los ajustes se bloquean y los ajustes del sistema sólo pueden ser leídas.
  - Corona: Autorización del administrador. Configuración y funcionamiento continuo del sistema.
  - Herramienta: Mantenimiento de autorización. La operación continúa del sistema y el mantenimiento.
  - Ojo: Ver la autorización. Sólo permiso de lectura, sin el funcionamiento del sistema
- Error: Si el símbolo de error parpadea, es porque se identifica un error nuevo o no reconocido, que aparece en la bitácora del sistema y que requiere de una acción inmediata. Ver detalles bitácora más adelante.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 60 de 94

- Información del símbolo i: Si el símbolo parpadea, es porque hay la información nueva o no reconocida que se encuentra en la bitácora.
- Rango de visualización de los valores medidos, menús, listas, etc.
- Línea de ayuda con instrucciones de uso.
- Bitácora: Es una lista con todos los mensajes de todos los módulos. Puede contener hasta 1000 entradas. Si hay más de 1000 mensajes, se eliminan las entradas más antiguas. Los nuevos mensajes pueden ser reconocidos por el símbolo de información intermitente o por el símbolo de error. La bitácora siempre contiene el último mensaje en la primera posición. Ellos todavía no tienen una marca de verificación en el campo de estado. El parpadeo de la información o de error de símbolos sólo se detiene cuando se ha abierto y detallado el texto de aviso en la bitácora y se marca con un símbolo de verificación (✓). la categoría de mensaje que aparecen son de información (I) o de error (E). Los tipos de mensajes son por datos de calibración (C), por instalación y puesta en marcha (I), por instrucciones para el servicio y reparación (S) e instrucciones de aplicación (A).

5. principios generales de funcionamiento: El funcionamiento del IQ SENSOR NET es estandarizada y fácil de usar. Las teclas de flecha, <◀▶▶▶▶▶> son para hacer una selección, resaltar los elementos individuales en los menús, listas y tablas, por ejemplo, entradas de menú, elementos de la lista, columnas o campos, seleccionar un ajuste en los campos de selección, seleccione un carácter en los campos de entrada de texto.
- La tecla <OK> para confirmar una selección.
  - La tecla <Esc> sirve para anular una acción y cambiar al siguiente anterior del menú.
  - La tecla <C> se utiliza para iniciar un procedimiento de calibración.
  - La tecla <S> se utiliza para entrar al menú de configuración.
  - la tecla <M> se utiliza para cambiar a la indicación del valor medido y salir de las acciones actuales. En la línea inferior del display se dan instrucciones cortas.

**Nota: Para mayor información remitirse al Manual del Controlador IQ SENSOR NET TC 2020 TX. FLUJOMETRO**

#### DESCRIPCIÓN

Los medidores de flujo o flujómetro son instrumentos utilizados para determinar la cantidad de flujo másico que pasa a través de una tubería. Existe una gran cantidad de principios con los cuales operan este tipo de instrumentos, su selección está en función de la precisión requerida de las lecturas, así como de su costo y mantenimiento. En general se clasifican en: diferencial de presión, desplazamiento positivo, por medición de velocidad y por medición de masa. Los medidores de flujo más comunes son los de diferencial de presión que se basan en el cambio de presión debido a una reducción en el diámetro de la tubería. A mayor diferencia de presión mayor es el flujo.

El flujómetro instalado en la Planta de Tratamiento para medición del caudal de llegada a la Planta es un flujómetro Blue White modelo F-308 el cual es un tubo Pitot donde el fluido en movimiento es obligado a pararse debido a que se encuentra un objeto estacionario, se genera una presión mayor que la presión de la corriente del fluido. La magnitud de esta presión incrementada se relaciona con la velocidad del

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

fluido en movimiento. El tubo pitot es un tubo hueco puesto de tal forma que los extremos abiertos apuntan directamente a la corriente del fluido. La presión en la punta provoca que se soporte una columna del fluido. El fluido en o dentro de la punta es estacionario o estancado llamado punto de estancamiento. Solo se requiere la diferencia entre la presión estática y la presión de estancamiento para calcular la velocidad, que en forma simultánea se mide con el tubo pitot estático.

Este flujómetro tiene capacidad de medición de 2000 a 7200 LPM el cual está colocado en la tubería de llegada a la Planta de Tratamiento antes de la Cámara de llegada o de quiebre donde se mide el caudal constantemente (cada 4 horas) y el cual se registra en una planilla donde el valor anotado está en LPS.

## PLANTA ELÉCTRICA

### DESCRIPCIÓN

La Planta de Tratamiento de Agua cuenta con un generador Diésel trifásico marca KIPOR, la cual se utiliza en casos de cortes del fluido eléctrico y evitar suspensiones del proceso de potabilización.

#### Manejo y operación:

#### PREPARACIÓN DEL EQUIPO PARA EL ARRANQUE

1. Verificar el recorrido del combustible: La llave se debe encontrar en posición abierta para permitir el paso y las mangueras deben estar conectadas.
2. Suministrar en el tanque la cantidad necesaria de combustible (Diésel)
3. Verificar el nivel de aceite retirando el medidor (color naranja), gírelo hacia el lado izquierdo y observe que el nivel se encuentre adecuado (último rombo parte superior), si hace falta, complete el nivel vertiendo Aceite 15W40 Diésel.
4. Revisar que la palanca de aceleración se encuentre en posición RUN.
5. Conectar la batería, retirando las tapas de los bornes y conectando el cable rojo al borne donde se ubica la tapa roja y el cable negro donde se ubica la tapa azul, apretar las borneas.
6. Revisar el nivel del líquido refrigerante retirando la tapa del radiador, esta operación se debe realizar cuando la planta no esté operando, ya que de realizarlo puede generar accidentes. Si se presenta un faltante, favor suministrar líquido refrigerante hasta completar el nivel.

#### ENCENDIDO ELÉCTRICO

1. Arranque del equipo: Tome la llave de encendido, que se encuentra en el paquete de los manuales e insértela en el interruptor de arranque que se encuentra en el tablero de control.
2. Gire la llave hacia la derecha hasta la posición ON y luego gírela hasta la posición START, manteniéndola hasta que el equipo inicie. Suelte la llave cuando el equipo haya iniciado.
3. Si el equipo no inicia, verifique el botón de parada de emergencias no se encuentre obturado, de estarlo, favor gírelo en el sentido que indican las manecillas y proceda a realizar nuevamente los anteriores pasos hasta que logre iniciarlo.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

## APAGADO DEL EQUIPO

1. Gire la llave del encendido hacia la izquierda hasta la posición OFF, luego diríjase a la palanca de aceleración y llévela hasta observar que esta retorne a la posición STOP.

## PERSONAL REQUERIDO EN LA PLANTA

El Ministerio de Desarrollo Económico junto con el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA en 1998, adelantaron las necesidades de personal en el sector de agua potable y saneamiento básico certificado en competencias laborales certificación de las personas que se desempeñan en los diferentes oficios de Agua Potable y Saneamiento Básico. Es por ello que la Planta de Tratamiento debe contar con trabajadores certificados de conformidad con la resolución 1076 de 2003 y la resolución 1570 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que hacen referencia al Plan Nacional de Capacitación y asistencia técnica para el Sector de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental y sobre el plan de certificación de las competencias laborales. El equipo humano encargado de la operación de la planta debe estar conformado por personas responsables, que hayan realizado cursos para desempeñar su función o acrediten amplia experiencia en su oficio, certificados por el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA. Deben estar entrenados para atender situaciones de emergencia y trabajar bajo la presión que el cargo exige.

En la actualidad la Planta de Tratamiento cuenta con 4 operadores certificados en Normas de Competencia laboral en Operación de Sistemas de Potabilización Nivel III, los cuales están distribuidos en turnos de 8 horas (6:00 a.m.-2:00 p.m./2:00 p.m.-10:00 p.m./10:00-6:00 a.m.), para mantener en operación las 24 horas del día la Planta de Tratamiento

La Planta de tratamiento además cuenta con un profesional de laboratorio con certificación en normas de competencia laboral en Laboratorios de Análisis de Aguas Nivel IV, con la experiencia suficiente en la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua y en garantizar la confiabilidad y veracidad de los resultados mediante la aplicación de un estricto Programa de Garantía de la Calidad.

## CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA EL TRABAJO DIARIO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Se debe contar con áreas independientes para la dosificación, cloración y bodegas de almacenamiento. El equipo de protección mínimo para los operarios que tienen contacto directo con los productos químicos debe ser: un par de guantes de goma, un respirador apto para polvos tóxicos o gases ácidos, ropa protectora adecuada, incluyendo gafas o caretas.

Debe tenerse en cuenta las siguientes medidas de seguridad para prevenir accidentes en planta:

1. El punto de aplicación de los productos químicos debe garantizar la máxima seguridad a los operadores.
2. Ofrecer la máxima flexibilidad de operación especificando distintos puntos de aplicación, cuando sea apropiado.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 63 de 94

3. Evitar el contraflujo o contra sifonaje entre los puntos múltiples de alimentación a través de distribuidores comunes.
4. Productos químicos incompatibles no deben ser almacenados, manipulados, ni alimentados conjuntamente.
5. Deben desecharse productos fácilmente deteriorables o aquellos que requieran condiciones muy específicas para su manejo y conservación.
6. Implementar un plan de emergencia que en caso de accidentes permita darles una solución rápida.
7. Las canalizaciones, ductos, conexiones, válvulas y accesorios complementarios que tengan contacto con los productos químicos, deben ser de material resistente a estos productos y no deben transmitir toxicidad al agua.
8. Los pisos deben ser lisos, impermeables, antideslizantes y con un desagüe.
9. Debe proveerse almacenamiento adecuado para el equipo de desinfección y para el desinfectante en un área independiente o aislada del edificio, para reducir los peligros.

#### Oficinas

Las oficinas deben tener condiciones de seguridad extremas que permitan realizar en forma correcta las funciones. Las precauciones contra situaciones peligrosas que se puedan presentar son las siguientes:

1. Pisos que no ofrezcan situaciones peligrosas de deslizamiento.
2. Barandas en los corredores, pasillos y escaleras como medios de apoyo.
3. Espacios lo suficientemente amplios en lugares de bastante movilización de personal.
4. Condiciones higiénicas con alto grado de exigencia en todas las secciones.

#### REGISTROS DE INFORMACIÓN:

Se debe llevar un registro detallado de Control de Calidad de Agua Potable, donde se especifique caudal, jornada diaria trabajada, cantidad de agua tratada, cantidad de insumos químicos utilizados en el tratamiento, resultados de los análisis organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 64 de 94

## PLAN DE EMERGENCIAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

### INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de las actividades normales de una organización siempre estarán presentes los diferentes riesgos generados por los diferentes procesos en ella efectuados, debiendo implementarse acciones tendientes a lograr su control. Sin embargo persiste la posibilidad de que eventos de origen natural o externos a la organización puedan convertirse en una amenaza para los trabajadores y visitantes.

Por esto, dentro de las actividades de prevención de accidentes laborales, es de suma importancia el establecer procedimientos de emergencia que permitan hacer un adecuado manejo de este tipo de situaciones y, al mismo tiempo, permitan disminuir las lesiones personales y pérdidas materiales que ellas pueden generar de llegarse a presentar.

### OBJETIVOS

#### General

Establecer los procedimientos de seguridad a seguir por parte de los ocupantes de la planta de Tratamiento en caso de presentarse una situación de emergencia, con el fin de garantizar la salida oportuna y segura del personal que labora.

#### Específicos

- Identificar y valorar en forma anticipada, todas las eventualidades que puedan amenazar a las instalaciones y por ende a sus ocupantes.
- Servir como documento de consulta y guía para funcionarios nuevos o antiguos en aspectos de seguridad con el fin de facilitar la implementación de los procedimientos establecidos.
- Brindar una orientación técnica y eficaz que permita adoptar comportamientos seguros en caso de situaciones de emergencia dentro de las instalaciones de la empresa.

### ALCANCE

Este documento ha sido elaborado para las instalaciones de la PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE SIBATE

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 65 de 94

S.C.A E.S.P. Por lo tanto cubre de forma permanente durante las 24 horas del día todo el personal de trabajadores y visitantes que las ocupan.

Dada la importancia de las acciones establecidas en el presente documento en caso de presentarse una situación de emergencia real o potencial dentro de las instalaciones mencionadas, su conocimiento, divulgación y aplicación se considera obligatorio por parte de todos los niveles de mando y personal subalterno dentro de la organización (incluso los contratistas que eventualmente pudieran existir al interior de la empresa).

### DEFINICIONES

**Alarma:** Aviso o señal que se da para que sigan instrucciones específicas de emergencia debido a la presencia real o inminente de un evento peligroso.

**Alerta:** Estado anterior a la ocurrencia de un desastre, declarado con el fin de tomar precauciones específicas, debido a la probable y cercana ocurrencia de un evento catastrófico.

**Amenaza:** Posibilidad de manifestación de un evento externo de origen natural o provocado por el hombre, que puede presentarse en un sitio específico y un tiempo determinado, también se utiliza el término “peligro”.

**Análisis de vulnerabilidad:** Es la valoración objetiva de la capacidad de respuesta y el nivel de preparación de una comunidad frente a un conjunto de amenazas previamente establecidas.

**Brigada de emergencia:** Grupo de reacción formado por personal de la propia empresa con capacitación en tres áreas específicas: control y prevención de incendios, primeros auxilios y evacuación y rescate. Su misión será la de prevenir y atender situaciones de emergencia que puedan afectar a la comunidad.

**Desastre:** Evento de origen natural o provocado por el hombre que causa alteraciones intensas a las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, excediendo la capacidad de respuesta de la comunidad afectada.

**Emergencia:** Toda situación que involucra un estado de perturbación parcial de un sistema, posterior a la ocurrencia de un siniestro cuya magnitud puede poner en peligro la estabilidad del mismo, o requerir una ayuda superior a la establecida mediante los recursos normalmente disponibles.

**Evacuación:** Acción planificada mediante la cual cada persona amenazada por riesgos colectivos, desarrolla procedimientos predeterminados, tendientes a ponerse a salvo por sus propios medios, o por medios existentes en su área, mediante el desplazamiento hasta y a través de sitios de menor riesgo.

**Instructivo de Trabajo:** Documento que describe las instrucciones específicas para ejecutar las diversas tareas. Debe describir detallada y claramente la forma en la que el trabajo debe ejecutarse y el nivel de calidad requerido, cuando, en donde, que materiales, equipos y documentos se deben usar, y como se controlaran y registrarán dichas tareas.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

Manual: Documento que recopila las practicas referentes a un tema o área específica.

Plan: Documento que permite organizar, dirigir y desarrollar una actividad de manera controlada.

Preparación: Conjunto de medidas para reducir al mínimo la pérdida de vidas humanas y otros daños, organizando oportuna y eficazmente las acciones de respuesta y rehabilitación.

Prevención: Conjunto de medidas cuyo objetivo es impedir que los fenómenos naturales o provocados por el hombre, causen o den lugar a desastres o a otras situaciones de emergencia.

Rescate: Acciones mediante las cuales los grupos entrenados del sitio, o los grupos de socorro externos a la institución desarrollan acciones de búsqueda, acceso, penetración, estabilización y extracción de afectados que hayan resultado heridos por el evento.

Riesgo: Probabilidad de que un evento negativo o siniestro pueda presentarse.

Vulnerabilidad: Es el grado de sensibilidad de un sistema, empresa o edificación a la presentación de un siniestro, basado en la posibilidad y probabilidad de ocurrencia del mismo, su gravedad potencial y a los medios de protección existente.

## **NORMATIVIDAD VIGENTE**

El presente plan de emergencia está basado en las exigencias legales emitidas por el Ministerio de Protección Social, mediante una serie de leyes y decretos que reglamentan el tema, así como de normas técnicas internacionales sobre protección de edificaciones y sus ocupantes. A continuación se enuncian algunas de las normas relacionadas:

- Decreto No. 919 de mayo 1 de 1979, por el cual se organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres y se dictan otras disposiciones. Este decreto consta de cinco capítulos en los que se plantean las actividades a realizarse, los responsables de cada una de ellas y la disposición y distribución de los recursos necesarios en las situaciones de emergencia en el país.
- Ley 9 de 1979, denominada Código Sanitario Nacional, en sus artículos 96, 114 y 116 hace referencia a la necesidad de contar con medios y recursos humanos entrenados y con equipos adecuados y suficientes para combatir incendios en una empresa.
- Resolución 2400 de 1979, denominada Estatuto de Seguridad Industrial, en los artículos 16, 205, 220, 221, 222 a 234 hace referencia a la prevención y extinción de incendios en los lugares de trabajo, salidas de emergencia, señales de alarma, escaleras, ascensores e iluminación.
- Resolución 1016 de 1989, reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollarse en el país. En el artículo 18, trata de la obligación de organizar y desarrollar un plan de emergencias teniendo en cuenta las ramas preventiva, pasiva o estructural y activa o de control de emergencias.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

- Decreto 614 de 1984. Bases para la Organización y Administración de la Salud Ocupacional en Colombia.
- Decreto 321 del 17 de febrero de 1999, del Ministerio del Interior, por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas.
- Decreto 1295 de 1994 establece la Organización y Administración del Sistema General de Riesgos Profesionales, artículos 35 y 58.
- NTS OHSAS 18001, normalización en salud ocupacional, en su sección 4.4.7 Preparación y respuesta ante emergencias.

## DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

La Planta de Tratamiento de agua potable de la Empresa de servicios Públicos Domiciliarios de Sibaté está ubicada en Carrera 3 No. 6 – 40 Barrio la Inmaculada Sibaté, la cual efectúa todos los procesos y operaciones necesarios para producir agua potable apta para el consumo humano. La Planta de Tratamiento cuenta con dos partes: Una edificación construida en ladrillos, tejas tipo eternit (asbesto) y puertas de lámina de hierro y vidrio, esta edificación cuenta con una oficina, un laboratorio para análisis físicos, químicos y microbiológicos, cuarto de operadores, un cuarto de dosificadores (Sulfato, cal y cloro), un baño. Por otro lado tenemos las estructuras de la planta de tratamiento como tal, la cual es de tipo convencional, su diseño es totalmente en concreto reforzado que consta de dos floculadores paralelos, dos sedimentadores y ocho filtros rápidos, dos tanques de almacenamiento semienterrado de concreto reforzado de capacidad de 830 m<sup>3</sup> y 700 m<sup>3</sup> y un tercer tanque en PVC de 20 m<sup>3</sup>. El caudal de diseño es de 63.54 litros/segundo

### Carga ocupacional

La Planta de Tratamiento cuenta con 5 empleados (4 operadores y una Profesional Universitaria) distribuidos en turnos de ocho horas El promedio de visitantes diarios puede variar entre 5 – 15.

### Horarios de trabajo

Los turnos de los operarios de la Planta de Tratamiento están distribuidos así: 6:00 am – 2:00 pm, 2:00 pm – 10:00 pm, 10:00 pm – 6:00 am. La Laboratorista se encuentra en el horario de 6:00 am – 2:00 pm.

### Maquinaria y Equipos

Para la prestación de servicios la Planta de Tratamiento cuenta principalmente con los siguientes equipos:

### AREA ADMINISTRATIVA

- ◆ Equipos de cómputo: Dos computadores de mesa, una impresora.
- ◆ Muebles de oficina: Dos escritorios, ocho sillas, dos archivadores.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 68 de 94

- ◆ Teléfonos: 1Teléfono fijo y uno móvil y un radio de comunicaciones.

#### AREA ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

- ◆ Un pHmetro
- ◆ Un Turbidímetro
- ◆ Un conductivímetro
- ◆ Una balanza analítica
- ◆ Tres Buretas Digitales
- ◆ Un Desecador
- ◆ Dos autoclaves
- ◆ Un destilador  Un agitador magnético  Un horno secador.
- ◆ Una incubadora
- ◆ Un fotómetro
- ◆ Un Espectrofotómetro  Un termoreactor  Una lámpara U.V.
- ◆ Refrigerador
- ◆ Equipo de Jarras de seis puestos

#### AREA OPERATIVA

- ◆ Balanza de dos brazos
- ◆ Un dosificador con motor para sulfato
- ◆ Un dosificador con motor para cal
- ◆ Un dosificador con motor para la precal
- ◆ Un clorador
- ◆ Una motobomba
- ◆ Una Planta eléctrica

#### ORGANIZACIÓN PARA EMERGENCIAS

Organización Operativa.

En el caso de la ocurrencia de una eventualidad o emergencia en la Planta de Tratamiento, el Operador de turno tendrá la responsabilidad de liderar y orientar eficaz y oportunamente las acciones necesarias de acuerdo al tipo de emergencia, en caso de que en el momento se encontrará una visita en las instalaciones, ya que normalmente solamente hay una persona en la Planta de Tratamiento.

#### FUNCIONES

- ◆ En caso de incendios, una vez se haya controlado la emergencia, debe inspeccionar el área afectada con el fin de asegurar el control del riesgo  Restablecer las protecciones del área

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

afectada luego de la emergencia  Verificar la existencia y dotación de botiquines de primeros auxilios.

- ◆ Instruir periódicamente al personal de su área en procedimientos de evacuación y respuesta a emergencias

## ORGANIZACIÓN TÉCNICA

### Protección contra incendios

En la edificación se cuenta con tres niveles de protección para la prevención y control de incendios, así: Sistemas de extinción manual. Como elemento de primera respuesta se tiene un extintor portátil de incendio ubicados y señalizados de acuerdo al tipo de riesgo existente.

AREA	CLASE EQUIPO	CANTIDAD	TIPO	CAPACIDAD
ÁREA ADMINISTRATIVA	Agente Limpio 123	1	ABC	10
ÁREA LABORATORIO	Polvo químico seco	1	ABC	10
ÁREA OPERATIVA	Extintor satélite Multipropósito	1	ABC	150
ÁREA BODEGA INSUMOS QUÍMICOS	Polvo químico seco	1	ABC	10

### Elementos de primeros auxilios

El botiquín de primeros auxilios se encuentra ubicado en el área administrativa, cuenta con:

- Isodine Solución. Frasco 60 ml
- Algodón Bolsa 100g
- Gasa Antiséptica caja 5 ½ yardas - Baja lenguas paquete. 20 Unid.
- Curas Hansaplast. Unid.
- Un par de guantes quirúrgicos - Copitos
- Un frasco de alcohol x 120 ml.

### Sistemas de comunicaciones

Los sistemas de comunicaciones con que cuenta la edificación pueden clasificarse de dos formas, internas y externas.

**Comunicaciones externas:** Basadas en el sistema telefónico corriente y centralizado por un conmutador, Internet.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 70 de 94

**Comunicaciones internas:** Existe un sistema telefónico fijo y un sistema mixto que es el teléfono móvil. También se cuenta con un radio de comunicaciones el cual nos mantiene en permanente comunicación con: Gerencia, Subgerencia Técnico Operativa, Supervisor Técnico Operativo y Fontaneros.

### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS POTENCIALES

Con el fin de orientar las acciones de respuesta y control ante situaciones de emergencia, es indispensable evaluar cuáles son los riesgos más probables de afectar a las instalaciones y sus posibles consecuencias. Para identificar estos riesgos, se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Condiciones geográficas
- Condiciones climáticas
- Sector de la ciudad
- Uso de la instalación y estado de la misma
- Condiciones sociales

Los riesgos considerados para ser evaluados son:

- Incendio
- Explosión
- Movimiento sísmico
- Terrorismo
- Derrame de sustancias químicas
- Intrusión, sabotaje
- Asonada

A continuación se presenta el análisis de amenazas y determinación de la vulnerabilidad de la Planta de Tratamiento.

### OBJETIVOS.

- Determinar la ubicación, características, consecuencias y patrón de comportamiento de los fenómenos de tipo natural, de tipo antrópico o por los procesos de trabajo y que en cualquier momento pueden generar alteraciones repentinas en las actividades normales.
- Determinar el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, teniendo en cuenta los elementos sometidos a riesgo como son: personas, recursos, sistemas y procesos.

### METODOLOGIA DE TRABAJO

Para el siguiente estudio se aplicó un análisis observacional a las instalaciones para identificar amenazas tanto internas como externas, que significa la posible ocurrencia de un fenómeno físico de

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

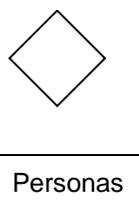
origen natural, tecnológico o provocado por el hombre y que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, consolidándose en un inventario general de factores de riesgos observados. Una vez identificadas las amenazas se procedieron a evaluarlas, combinando el análisis probabilístico, con el comportamiento físico de la fuente generadora, utilizando información de eventos ya ocurridos en la empresa, se calificó de forma cualitativa con base en la siguiente escala:

CLASE	CRITERIOS	COLOR
POSIBLE	Es aquel fenómeno que puede suceder o que es factible porque no existen razones históricas y científicas para decir que esto no sucederá.	VERDE
PROBABLE	Es aquel fenómeno esperado del cual existen razones y argumentos técnicos científicos para creer que sucederá	AMARILLO
NMIMENTE	Es aquel fenómeno esperado que tiene alta probabilidad de ocurrir	ROJO

Luego de conocer la naturaleza de las amenazas de la PLANTA DE TRATAMIENTO, se realizó un inventario de recursos tanto internos como externos, con los que se cuenta para evitar un desastre y atender correctamente la situación de peligro; al respecto se consideraron: Talento humano, recursos logísticos y recursos económicos. De acuerdo con el punto anterior, se procedió a determinar la vulnerabilidad, entendida como la predisposición o susceptibilidad que tiene a amenazas la PLANTA DE TRATAMIENTO, a ser afectada o a sufrir una pérdida. Igualmente, para su análisis se incluyeron los elementos sometidos a riesgo tales como: Personas, recursos, sistemas y procesos.

En cuanto a **PERSONAS** se calificó

Criterios	0
Organización	
Capacitación	
Dotación	



0 = Se cuenta con suficientes elementos

0.5 = Se cuenta parcialmente con los elementos o están en proceso de consecución.

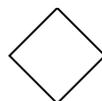
1.0 = Cuando se carece completamente o no se cuenta con recursos.

En **RECURSOS** se calificó:

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

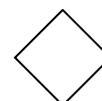
Criterios	0
Materiales	
Edificación	
Equipos	



Recursos

En **SISTEMAS Y PROCESOS** se calificó: servicios públicos, sistemas alternos y recuperación.

Criterios	0	0.5	1	Total
Servicios públicos				
Sistemas alternos				
Recuperación				



Sistemas y Proc

Una vez calificado cada uno de los elementos, se procedió a sumarlos y determinar el grado de vulnerabilidad tanto en las personas, recursos, sistemas y procesos de la siguiente manera:

	R. ALTO	R. MEDIO	R. BAJO
Verde			3
Amarillo		3	1 o 2
Rojo	3	2	

- 0.0 – 1.0      Baja (Verde)
- 1.1 – 2.0      Media (Amarillo)
- 2.1 – 3.0      Alta (Rojo)

Realizado el observacional, se procedió a plantear algunas recomendaciones como medidas para la prevención, preparación y atención de emergencias.

## RESULTADOS ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD PLANTA DE TRATAMIENTO

### INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN

#### PERSONAS

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>

Criterios	0	0.5	1	Total
Organización	X			0
Capacitación	X			0
Dotación		X		0.5

**Personas**



Criterios	0	0.5	1	Total
Materiales		X		0.5
Edificación	X			0
Equipos	X			0

**RECURSOS**



**Recursos**

**SISTEMAS Y PROCESOS:** servicios públicos, sistemas alternos y recuperación.

Criterios	0	0.5	1	Total
Servicios públicos	X			0
Sistemas alternos	X			0
Recuperación	X			0

**Sistemas y Proc**



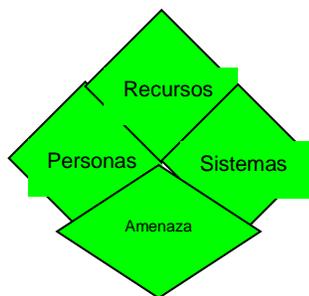
Una vez calificado cada uno de los elementos, se procedió a sumarlos y determinar el grado de vulnerabilidad tanto en las personas, recursos, sistemas y procesos de la siguiente manera: 0.0 – 1.0 Baja (Verde)

1.1 – 2.0

Media (Amarillo)

2.1 – 3.0 Alta (Rojo)

Grado de Riesgo ante la amenaza: Establecido por el número de rombos de colores, según tabla.



**RIESGO:**  
BAJO.

	R. ALTO	R. MEDIO	R. BAJO
Verde			3
Amarillo			
Rojo			

**INTRUSIÓN Y SABOTAJE**

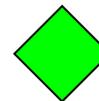
**PERSONAS**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

Criterios	0	0.5	1	Total
Organización	X			0
Capacitación		X		0.5
Dotación		X		0.5

**Personas**



RECURSOS

Criterios	0	0.5	1	Total
Materiales		X		0.5
Edificación	X			0
Equipos		X		0.5



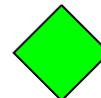
Recursos

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

**SISTEMAS Y PROCESOS:** servicios públicos, sistemas alternos y recuperación.

Criterios	0	0.5	1	Total
Servicios públicos		X		0.5
Sistemas alternos	X			0
Recuperación	X			0



**Sistemas y Proc**

Una vez calificado cada uno de los elementos, se procedió a sumarlos y determinar el grado de vulnerabilidad tanto en las personas, recursos, sistemas y procesos de la siguiente manera: 0.0 – 1.0 Baja (Verde)

1.1 – 2.0 Media (Amarillo)

2.1 – 3.0 Alta (Rojo)



Grado de Riesgo ante la amenaza: Establecido por el número de rombos de colores, según tabla.

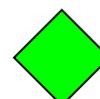
	R. ALTO	R. MEDIO	R. BAJO
Verde			3
Amarillo			
Rojo			

**RIESGO: BAJO.**

## MOVIMIENTO SISMICO

### PERSONAS

Criterios	0	0.5	1	Total
Organización	X			0
Capacitación		X		0.5
Dotación	X			0



**Personas**

### RECURSOS



**Sistemas y Proc**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

Criterios	0	0.5	1	Total
Materiales		X		0.5
Edificación		X		0.5
Equipos		X		0.5

**Recursos**   
SISTEMAS Y

*PROCESOS: servicios públicos, sistemas alternos y recuperación.*

Criterios	0	0.5	1	Total
Servicios públicos		X		0.5
Sistemas alternos		X		0.5
Recuperación		X		0.5

Una vez calificado cada uno de los elementos, se procedió a sumarlos y determinar el grado de vulnerabilidad tanto en las personas, recursos, sistemas y procesos de la siguiente manera: 0.0 – 1.0 Baja (Verde)

1.1 – 2.0      Media (Amarillo)  
2.1 – 3.0      Alta (Rojo)



Grado de Riesgo ante la amenaza: Establecido por el número de rombos de colores, según tabla.

	R. ALTO	R. MEDIO	R. BAJO
Verde			1
Amarillo			2
Rojo			

RIESGO: BAJO.

### ASONADA

Criterios	0	0.5	1	Total
Organización		X		0.5
Capacitación		X		0.5
Dotación		X		0.5

  
**PERSONAS**  
**Personas**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

*RECURSOS*

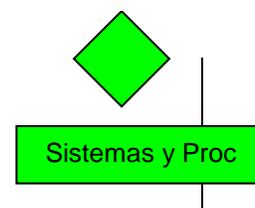
Criterios	0	0.5	1	Total
Materiales		X		0.5
Edificación	X			0
Equipos		X		0.5




*SISTEMAS Y PROCESOS: servicios públicos, sistemas alternos y recuperación.*

Criterios	0	0.5	1	Total
-----------	---	-----	---	-------

Servicios públicos		X		0.5
Sistemas alternos		X		0.5
Recuperación	X			0



Una vez calificado cada uno de los elementos, se procedió a sumarlos y determinar el grado de vulnerabilidad tanto en las personas, recursos, sistemas y procesos de la siguiente manera:

- 0.0 – 1.0 Baja (Verde)
- 1.1 – 2.0 Media (Amarillo)
- 2.1 – 3.0 Alta (Rojo)

**RIESGO: BAJO.**

Grado de Riesgo ante la amenaza: Establecido por el número de rombos de colores, según tabla.

	R. ALTO	R. MEDIO	R. BAJO
Verde			2
Amarillo			1
Rojo			

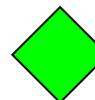
Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

## TERRORISMO

Criterios	0	0.5	1	Total
Organización	X			0
Capacitación	X			0
Dotación		X		0.5

PERSONAS



Personas

RECURSOS

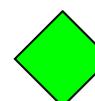
Criterios	0	0.5	1	Total
Materiales		X		0.5
Edificación	X			0
Equipos		X		0.5



Recursos

*SISTEMAS Y PROCESOS: servicios públicos, sistemas alternos y recuperación.*

Criterios	0	0.5	1	Total
Servicios públicos		X		0.5



Sistemas y Proc

Sistemas alternos		X		0.5
Recuperación	X			0

Una vez calificado cada uno de los elementos, se procedió a sumarlos y determinar el grado de vulnerabilidad tanto en las personas, recursos, sistemas y procesos de la siguiente manera:

0.0 – 1.0	Baja (Verde)
1.1 – 2.0	Media (Amarillo)
2.1 – 3.0	Alta (Rojo)

	R. ALTO	R. MEDIO	R. BAJO
Verde			3

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

Amarillo			
Rojo			

Grado de Riesgo ante la amenaza:  
Establecido por el número de rombos de colores, según tabla.

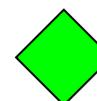


**RIESGO: BAJO.**

**DERRAME DE SUSTANCIAS QUÍMICAS**

*PERSONAS*

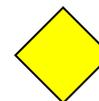
Criterios	0	0.5	1	Total
Organización		X		0.5
Capacitación		X		0.5
Dotación	X			0



**Personas**

*RECURSOS*

Criterios	0	0.5	1	Total
Materiales		X		0.5
Edificación		X		0.5
Equipos		X		0.5



**Recursos**

*SISTEMAS Y PROCESOS: servicios públicos, sistemas alternos y recuperación.*

Criterios	0	0.5	1	Total
Servicios públicos		X		0.5
Sistemas alternos		X		0.5
Recuperación		X		0.5

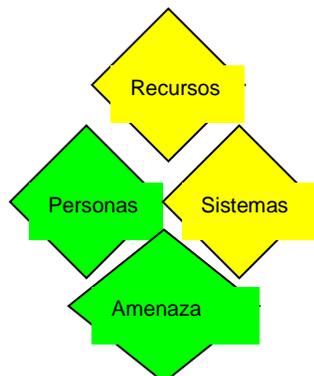


Una vez calificado cada uno de los elementos, se procedió a sumarlos y determinar el grado de vulnerabilidad tanto en las personas, recursos, sistemas y procesos de la siguiente manera: 0.0 – 1.0 Baja (Verde)  
1.1 – 2.0 Media (Amarillo)

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

2.1 – 3.0 Alta (Rojo)



Grado de Riesgo ante la amenaza: Establecido por el número de rombos de colores, según tabla.

	R. ALTO	R. MEDIO	R. BAJO
Verde			1
Amarillo			2
Rojo			

RIESGO: BAJO.

**PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DE EMERGENCIAS:** Tener en cuenta para el caso de una evacuación la ruta de evacuación establecida y la respectiva señalización. (Ver Anexo No. 6. Ruta de Evacuación)

#### SISMOS O TERREMOTOS

Precauciones a tener:

- Realizar periódicamente mantenimiento a las instalaciones físicas de la bodega y oficinas  
Realizar mantenimiento preventivo a los tanques de almacenamiento de agua, los cuales deben estar siempre llenos.  
Todo el personal debe conocer la ubicación exacta de los mecanismos de corte de fluido eléctrico y agua, los cuales deben estar debidamente señalizados.
- Se debe realizar simulacros de evacuación, ejercicios que deben ser evaluados, al igual que se deben tomar las medidas necesarias para afrontar este tipo de emergencias

Durante el Sismo.

- El personal de la Planta no debe salir corriendo, deben caminar rápido, lo importante es mantener la calma. Recuerde que el pánico es tan peligroso como los movimientos sísmicos.
- Todo el personal que maneje sistemas o maquinaria electrónica dentro de las instalaciones de la empresa debe apagarla y desconectarla antes de salir, si las condiciones del medio lo admiten.
- Aléjese de las ventanas, lámparas y estanterías que estén próximas a su lugar de trabajo.
- Si el movimiento sísmico se presenta cuando esté trabajando dentro de las instalaciones o en sus oficinas protéjase de la caída de objetos, cielo raso, ladrillos, artefactos eléctricos, materas,

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 81 de 94

libros, cuadros entre otros, ubicándose debajo de su escritorio o en el marco de la puerta de su oficina.

- En caso de evacuación salga ordenada y rápidamente sin aglomerarse en las puertas de salida.
- Siga siempre la señalización de emergencias y reúnanse en los sitios de encuentro. (Cerca al Tanque de Control Biológico)

Después del Movimiento Sísmico.

- El personal debe estar alerta, luego de un sismo se puede presentar réplicas del mismo.
- Revise el estado de vigas, columnas y muros fijos o falsos en oficinas, si éstos están por derrumbarse salga cuidadosamente y no se apoye sobre éstos, pueden caerse y atraparlo.
- Si queda atrapado dentro de las instalaciones use una señal visible o sonora para llamar la atención como pitos o linternas.
- El agua de los grifos puede estar contaminada, por lo tanto utilice como reserva el agua de los sanitarios y de otros tanques limpios.
- Suspenda el suministro de energía eléctrica y de gases; reestablézcalos sólo cuando esté seguro que no hay cortos circuitos o escapes y que no se presentaran nuevas réplicas.  
Durante las tres primeras horas use el teléfono solamente para informar sobre cualquier situación que ponga en peligro vidas humanas.  
No pise escombros y si requiere moverlos, sea sumamente cuidadoso; evite al hacerlo tumbar muros o columnas débiles, ya que puede estar soportando estructuras.
- El personal de la planta, debe quedarse en el sitio seguro hasta que pase totalmente la emergencia, esperando que le den la orden de ingresar de nuevo a las instalaciones.
- Verifique siempre su sitio de trabajo, si éste se encuentra en buenas condiciones reanude sus actividades, no difunda rumores al resto del personal porque puede causar alarma o desconcierto.

## INCENDIOS

Precauciones a tener:

- Todo el personal debe conocer las normas de seguridad para evitar los incendios.
- Conocer la ubicación del extintor existente en la Planta y aprender su uso correcto, además identificar las rutas de evacuación, la salida de emergencia y sitio seguro.
- Respecto de los planos de evacuación, éstos deben evidenciar las rutas de evacuación y la ubicación de los extintores actuales, dichos equipos deben ser señalizados y ubicados en áreas visibles a una altura de 1,10 m desde el nivel del piso, con el propósito de obtener una fácil percepción de los mismos en el momento de una emergencia.
- Se debe revisar periódicamente los equipos eléctricos de su puesto de trabajo e informar al Jefe directo sobre las instalaciones eléctricas defectuosas o deterioradas.
- Se debe evitar recargar los tomacorrientes con la conexión simultánea de varios equipos eléctricos.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

- El que entrega el turno, debe cerciorarse de que los equipos quedaron conectados y funcionando y notificar al que recibe el turno.
- Se deben mantener los corredores, pasillos, áreas comunes, escaleras y salidas libres de obstáculos, que limiten o imposibiliten el libre paso del personal en caso de una emergencia.

Durante el Incendio:

- Asegúrese primero que existe un conato de incendio y no una falsa alarma. Comunique inmediatamente al Jefe inmediato y éste a su vez iniciará la cadena de llamadas. Se identificará qué clase de incendio se presenta, si se puede controlar y se avisará a las entidades de socorro (Bomberos, Defensa Civil, Policía).
- Si no le es posible usar el extintor que está cerca de su puesto de trabajo, evacue inmediatamente, teniendo en cuenta el desconectar los aparatos eléctricos y guardar el dinero en las cajas de seguridad para evitar pérdidas económicas posteriores.
- El personal flotante deben ser orientados por el operador para la rápida evacuación, según la señalización visible e ilustrativa desde todos los ángulos de las instalaciones locativas.
- Procure retirar los objetos que sirvan de combustible al fuego.
- No se quede a voluntad en los baños, cocina, áreas de trabajo y espacios confinados, ya que puede ser atrapado allí o presentar asfixia por inhalación de humo.
- Si el lugar está lleno de humo en la parte superior, salga agachado (gateando) cubriéndose la nariz y la boca con un pañuelo húmedo.
- Si se llegase a incendiar su ropa en algún conato, no corra, arrójese al suelo y dé vueltas sobre su cuerpo. (auto-apagado).
- Si en su ruta de evacuación se encuentra una puerta, tóquela, si está caliente no la abra, busque otra salida.
- Recuerde siempre la instrucción dada y visualizada en el plano de evacuación.

Después del Incendio

- Mantenga siempre la calma y atienda las indicaciones del personal entrenado para este tipo de emergencias.
- El personal de la Planta de Tratamiento no debe regresar al lugar del incendio hasta que se les dé la orden de retorno a sus actividades.

#### ATENTADO TERRORISTA O AMENAZA DE BOMBA

Para el manejo y control de este tipo de amenaza se debe manejar el siguiente procedimiento de acción.

Precauciones a tener en cuenta:

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 83 de 94

- Al llegar al sitio de trabajo, todo el personal debe revisar su área asignada diariamente, con el fin de detectar cualquier elemento extraño como bolsas, paquetes, cajas y demás objetos que sean desconocidos y no sean de su propiedad.  
Los Vigilantes no debe limitarse a verificar su sitio de trabajo, sino que antes de recibir turno, debe verificar la parte externa que comprende los exteriores de la Planta de Tratamiento y la parte interna.
- Es importante que cada empleado conozca su entorno, debe saber qué elementos permanecen en ese sitio, de esta forma es fácilmente identificar cualquier elemento extraño.
- El personal directivo debe estar ilustrado sobre las precauciones que deben tener frente a acciones terroristas de acuerdo a los siguientes parámetros:
  - Tratar de asimilarse al ambiente, es decir, no permanecer aislado en un lugar determinado.
  - Evitar hacer alarde de los bienes materiales y procedimientos que se tengan.
  - Si se desplaza en un vehículo, cambiar con frecuencia la ruta de desplazamiento y el sitio de estacionamiento.
  - El personal administrativo debe evitar establecer rutinas diarias a fin de ser impredecible.
  - Si se encuentra en un bloqueo sospechoso, evítelo alejándose en sentido contrario. Estar preparado para el escape, ya sea evitando el obstáculo o enfrentándolo.
- Todo el personal que tenga un teléfono a la mano deberá tener frente a ellos en forma visible y permanentemente el número telefónico de: Policía, Defensa Civil, Cruz Roja, Bomberos.

#### Sospecha de atentado terrorista.

- Lo más importante cuando se esté viviendo una situación de crisis, y como primer paso, es conservar la calma.
- Si usted descubre elementos sospechosos o encuentra personas con comportamientos extraños o inusuales, notifíquelo inmediatamente, describiendo la situación en la cual se encuentra y qué solución puede tomar, es importante conservar siempre la calma.
- No mueva o toque ningún material sospechoso.
- No se enfrente al asaltante o grupo terrorista, especialmente cuando éste se encuentra armado.
- Espere indicaciones de los grupos de emergencia internos, externos y de las autoridades competentes.
- Si se le ordena evacuar hágalo inmediatamente utilizando la salida de emergencia de forma organizada y lentamente, en caso contrario, es decir, si las personas sospechosas imposibilitan el paso y cierran la salida, guarde la

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 84 de 94

- calma y trate de dialogar con los agresores mientras llegan las autoridades competentes.
- Trate de identificar a los agresores, si son varios, determine el número de ellos pero solamente debe fijarse en uno, ya sea el más próximo a usted o el jefe de la banda. Es muy importante que no los mire a los ojos, ya que pueden volverse agresivos y tomarlo como un desafío.
- Este tipo de situaciones críticas, hacen que tanto los agresores como usted mismo tengan comportamientos anormales o irracionales, puesto que es un momento muy tenso. No haga nada que pueda agravar la situación, ya que pueden presentarse desde rehenes hasta homicidios.
- Si se presentan intercambio de disparos, arrójese al suelo y conserve la calma.

#### Amenaza de Bomba.

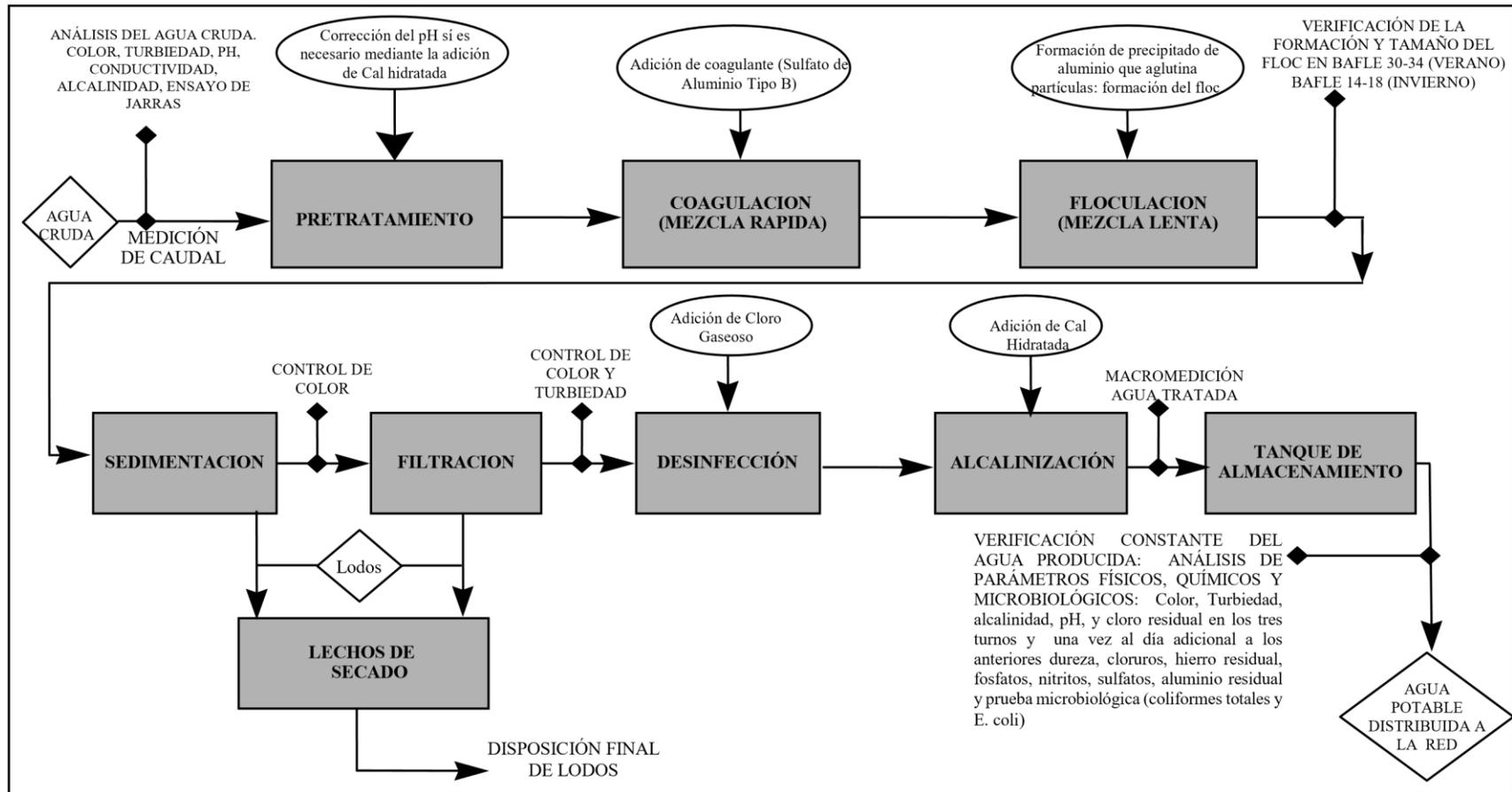
- Si usted recibe una llamada sospechosa o de atentado terrorista, trate de prolongar la conversación; pregunte quién llama, por qué lo están haciendo, de dónde llama; tipo de amenaza, cuándo va a suceder, dónde sucederá, trate de captar detalles significativos (voz, acento, ruidos de fondo, modismos, interferencias, frases repetitivas, nombres, entre otros). No cuelgue, deje que quien llama lo haga.
- No comente con nadie el hecho, ni suministre información a nadie diferente a los directivos o a las autoridades competentes.
- Para el personal de vigilancia que se encuentra en la Empresa, no pase ninguna llamada que reciba a menos que sea un organismo de emergencia o socorro, Policía, Bomberos, Cruz Roja y Defensa Civil.
- Indique por escrito o por señas al Director o al Jefe de Seguridad que notifique a las autoridades competentes a través de llamada fuera de las instalaciones.
- Espere indicaciones del Jefe de Seguridad o autoridades competentes.
- Si las indicaciones son de evacuación recuerde ilustraciones recibidas y rutas de escape según plano.

#### Después del Atentado Terrorista o amenaza de Bomba

- Si no pudo activar la alarma en el momento de la crisis, hágalo inmediatamente después.
- Aísle la zona que fue utilizada por los agresores y no permita que nadie entre, hasta que la autoridad competente lo autorice.
- Si las circunstancias lo ameritan, cierre las instalaciones.
- El personal debe reanudar nuevamente las actividades que estaban realizando antes de que sucediera la emergencia.
- Controle el pánico reprimido, piense y actúe con claridad.
- Tan pronto como sea posible, escriba todo lo que pueda ser importante para las autoridades, como descripciones, actitudes de los agresores, etc. No se fíe de su memoria por mucho tiempo.
- No hable con sus compañeros sobre las descripciones de los agresores, ya que puede llegar a confundirlos.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--

## ANEXOS 1. : DIAGRAMA DE FLUJO No. 1 PROCESOS PLANTA DE TRATAMIENTO



	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

## ANEXO 2: INVENTARIO DE VÁLVULAS DE LA PTAP

INVENTARIO DE VÁLVULAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE		
VÁLVULA No.	NOMBRE DE LA VÁLVULA	FUNCIÓN DE LA VÁLVULA
1	<u>Válvula de entrada a la Cámara de aquietamiento</u>	Permite el paso de agua cruda a la cámara de aquietamiento. Permanece abierta totalmente. Hace parte del bypass de entrada de agua a la canaleta Parshall.
2	<u>Válvula de desagüe del vertedero en V de Cámara de aquietamiento</u>	Se utiliza para el lavado y mantenimiento del vertedero.
3	<u>Válvula de paso Salida Vterdedero 1</u>	Permite el paso del agua cruda desde el vertedero hacia la canaleta Parshall.
4	<u>Válvula de desagüe de la cámara de aquietamiento</u>	Para lavado y mantenimiento de la cámara
5	<u>Válvula de paso Salida Vterdedero 2</u>	Permite el paso del agua cruda desde el vertedero hacia la canaleta Parshall. Hace parte del bypass de entrada de agua a la canaleta Parshall.
6	<u>Válvula para el Bypass entrada de agua Cruda a Canaleta Parshall</u>	Cuando se abre esta válvula y se cierra las válvulas No. 1 y No. 5, el agua cruda, pasa directamente a la canaleta Parshall sin entrar a la Cámara de llegada. Sirve para realizar mantenimientos a la cámara de llegada
7	<u>Válvula de graduación de caudal de ingreso a la Canaleta Parshall</u>	Gradua el caudal de entrada a la canaleta parshall para tratamiento. Se gradua de acuerdo al caudal requerido.
8.1	<u>Válvula de desagüe de floculador No. 1</u>	Válvula utilizada para el desagüe cuando se hace el lavado y mantenimiento de los floculadores No. 1.
8.2	<u>Válvula de desagüe de floculador No. 2</u>	Válvula utilizada para el desagüe cuando se hace el lavado y mantenimiento de los floculadores No. 2.
9.1-9.2-9.3-9.4	<u>Válvula de desagüe de los filtros No. 1, No. 2, No. 3 y No. 4</u>	Son 4 válvulas utilizadas para el secado de los filtros No. 1, No. 2, No. 3 y No. 4
10	<u>Válvula de Salida de Cámara de Estabilización</u>	Permite el paso de agua tratada hacia el macromedidor de la zona urbana.
11	<u>Válvula de salida del macromedidor de la zona urbana</u>	Permite el paso de agua tratada hacia tanques de almacenamiento. Hace parte del bypass que permite el paso de agua tratada hacia tanques almacenamiento.
12	<u>Válvula bypass paso de agua tratada hacia tanques de almacenamiento</u>	Al abrir esta válvula y cerrar las válvulas No. 10 y No. 11, el agua tratada va directamente a los tanques de almacenamiento, sin pasar por el macromedidor de la zona urbana. Se utiliza en caso de mantenimiento.
13	<u>Válvula directa</u>	Gradúa el paso de agua tratada hacia los tanques y permite el paso de agua directa a la red de distribución.



**MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**

**M03-02-01**

Subsistema emisor  
Subgerencia Técnico Operativa

Fecha de Emisión  
01-Sep-08

Fecha último cambio:  
01-Agos-2017

L/C:  
F

Pág. 87 de 94

14	Válvula directa 2	Al cerrar esta válvula, toda el agua tratada entra a los tanques de almacenamiento
15	Válvula de entrada al tanque no. 2	Regula la entrada de agua al tanqueno. 2. Se gradua de acuerdo a la necesidad de entrada de agua al Tanque.
16	Válvula de entrada al tanque No. 1	Regula la entrada de agua al tanque No. 1. Se cierra para el lavado de los filtros.
16-A	Válvula de entrada al tanque No. 1	Permite el paso de agua hacia el Tanque No. 1
17	Válvula de la malla	Sectoriza y regula el paso del agua a diferentes sectores del pueblo proporcionando mayor presión a la parte norte o sur de la red de distribución según la necesidad.
18	Válvula de salida del tanque No. 1	Permite la salida de agua del tanque No. 1
19	Válvulas de salida del tanque no. 2	Permite regular la salida de agua del tanque no. 2 hacia los sectores de San Jorge, Inmaculada y la paz
20	Válvula de salida de tanque no. 2	Regula el paso de agua hacia un sector de la Inmaculada
21	Válvula salida tanque No. 2 Tanq 200 m3 a año 2013	Permite el paso del agua tratada hacia el sector de la inmaculada

Elaborado por:  
Ing. Carlos Augusto Murcia  
Subgerente Técnico Operativo  
Dra. Diana Marcela Rozo G.  
Profesional Universitario

Revisado por:  
Dra. Paola Cortés  
Jefe de Control Interno

Aprobado por:  
Dr. Ernesto Forero Clavijo  
Gerente General

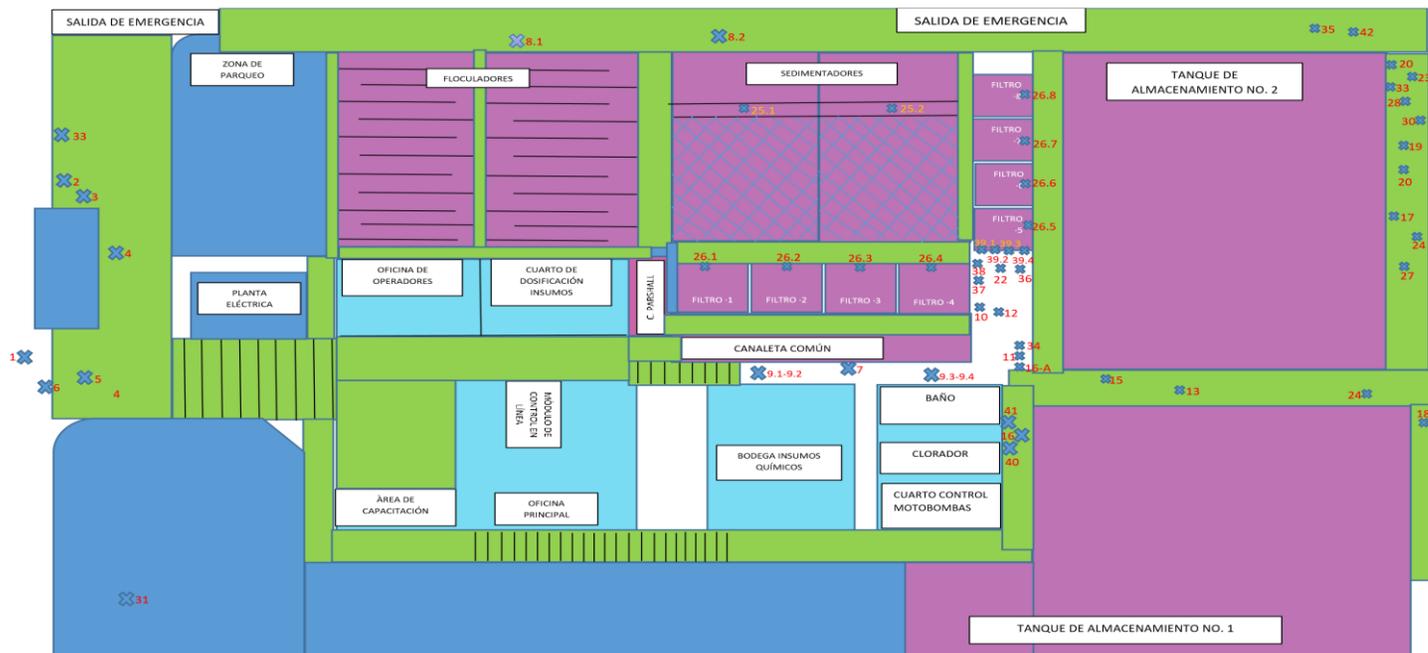
INVENTARIO DE VÁLVULAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

VÁLVULA No.	NOMBRE DE LA VÁLVULA	FUNCIÓN DE LA VÁLVULA
22	Válvula de lavado de filtros No. 1, 2, 3 y 4	Se abre en el momento de lavados de los filtros No. 1, No. 2, No. 3 y No. 4 y permite la salida de agua que se desecha del lavado.
23	Válvula de desagüe y lavado del tanque no. 2	Se abre en el momento del lavado del tanque no. 2 o cualquier reparación en el mismo y permite la salida de agua que se desecha.
24	Válvula de desagüe y lavado del tanque No.1	Se abre en el momento del lavado del tanque grande o cualquier reparación en el mismo y permite la salida de agua que se desecha.
25.1	Válvula cortina de desagüe y lavado de sedimentador No. 1	Se abre en el momento del lavado del sedimentador No. 1 o cualquier reparación en el mismo y permite la salida de agua que se desecha.
25.2	Válvula cortina de desagüe y lavado de sedimentador No. 2	Se abre en el momento del lavado del sedimentador No. 2 o cualquier reparación en el mismo y permite la salida de agua que se desecha.

26.1-26.2-26.3- 26.4-26.5-26.6- 26.7-26.8	<u>Cortinas para lavados de filtros No. 1, No. 2, No. 3, No. 4, No. 5, No. 6, No. 7 y No. 8</u>	Se abre en el momento del lavado de los filtros y permite la salida de agua que se desecha. Están enumeradas como 26.1, 26.2, 26.3, 26.4, 26.5, 26.6, 26.7 y 26.8 de acuerdo al filtro.
27	<u>Válvula zona industrial</u>	Permite el paso de agua tratada hacia el macromedidor de la zona industrial.
28	<u>Válvula zona industrial 2</u>	Permite el paso de agua tratada hacia el macromedidor de la zona industrial. Hace parte del bypass que permite el paso de agua tratada a la red de zona industrial
29	<u>Válvula de salida del macromedidor de la zona industrial</u>	Permite el paso del agua ya medida hacia la tubería de red de distribución de la zona industrial. Hace parte del bypass que permite el paso de agua tratada a la red de zona industrial
30	<u>Válvula bypass macromedidor zona industrial</u>	Permite el paso de agua tratada a la red de zona industrial. Al abrir esta válvula y cerrar las válvulas no. 28 y no. 29, el agua tratada pasa directamente a la red de zona industrial sin pasar por el macromedidor. Se utiliza para mantenimientos del macromedidor
31	<u>Válvula ventosa</u>	Libera aire que pueda estar atrapado en la tubería que conduce el agua cruda de la cámara de llegada a la canaleta parshall.
32	<u>By pass Tanque No. 1 y No. 2</u>	Conecta las tuberías de salidas de los tanques No. 1 y No. 2. Se abre en caso de bajo nivel de alguno de los dos tanques o para mantenimiento de los mismos.
33	<u>By pass Tanque No. 4</u>	Permite el paso del agua hacia un sector de la Inmaculada. Se abre en caso de daño en la tubería principal que surte al sector de la Inmaculada o bajas de presión en este sector.
34	<u>Válvula entrada macromedidor zona urbana</u>	Permite el paso del agua hacia el macromedidor de la zona urbana. Se cierra cuando está en funcionamiento el bypass (Válvula 34).
35	<u>Válvula zona industrial Tanque No. 2</u>	Permite el paso del agua hacia la red nueva de la zona industrial.
36	<u>Válvula Lavado de Filtros No. 5, 6, 7 y 8</u>	Se abre en el momento de lavados de los filtros No. 5, No. 6, No. 7 y No. 8 y permite la salida de agua que se desecha del lavado.
37	<u>Válvula de paso de agua a Cámara de entrada Filtros No. 5, 6, 7, 8</u>	Permite el paso de agua de los sedimentadores hasta la cámara de entrada a los filtros No.5, No. 6, No. 7 y No. 8. Permanece totalmente abierta
38	<u>Válvula de paso de agua filtrada de Filtros No. 5, 6, 7, 8 a Tanques de Almacenamiento</u>	Permite el paso del agua filtrada de los filtros No. 5, No. 6, No. 7 y No. 8 hacia los tanques de almacenamiento.
39.1-39.2- 39.3-39.4	<u>Válvulas secado de filtros No. 5, No. 6, No. 7 y No. 8</u>	Son 4 válvulas utilizadas para el secado de los filtros No. 5, No. 6, No. 7 y No. 8.
40	<u>Válvula ventosa. Fuera de uso.</u>	Permite el paso de agua cruda directamente al Tanque No. 1. Permanece cerrada, porque se encuentra fuera de uso. Se utilizaba cuando se necesitaba sacar aire de la tubería.
41	<u>Válvula paso de agua cruda a Parshall.</u>	Permite el paso de agua cruda hacia la canaleta parshall. Permanece totalmente abierta.
42	<u>Válvula salida Tanque No. 2 a Red de San José. Suspendida</u>	Salida del Tanque No. 2 hacia la red del San José. Está suspendida.

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
	Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F

### ANEXO. 3 MAPA DE VÁLVULAS



### ANEXO 4. INVENTARIO DE POZOS PTAP

INVENTARIO DE POZOS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE		
AÑO _____		
POZO No.	FUNCIÓN DEL POZO	OBSERVACIONES
POZO No. 1	Desagüe del floculador No. 1 y agua de la canaleta ubicado al final del mismo floculador.	Los pozos desde el No.1 hasta el pozo No. 8 están conectados.
POZO No. 2	Desagüe del floculador No. 2 y del sedimentador No. 1. Por este pasa el agua del pozo No. 1	
POZO No. 3	Desagüe del sedimentador No. 2. Por este pasa el agua del pozo No. 1 y No. 2	
POZO No. 4	Recibe aguas lluvias y también agua proveniente de los pozos anteriores.	
POZO No. 5	Desagüe del lavado de todos los filtros (No. 1 al No. 8). Por este pasa aguas provenientes de los anteriores pozos. También es desagüe cuando se realiza el secado de los filtros No. 5, 6, 7 y 8, en caso de requerirse algún mantenimiento o revisión de dichos filtros.	



**MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**

**M03-02-01**

Subsistema emisor  
Subgerencia Técnico Operativa

Fecha de Emisión  
01-Sep-08

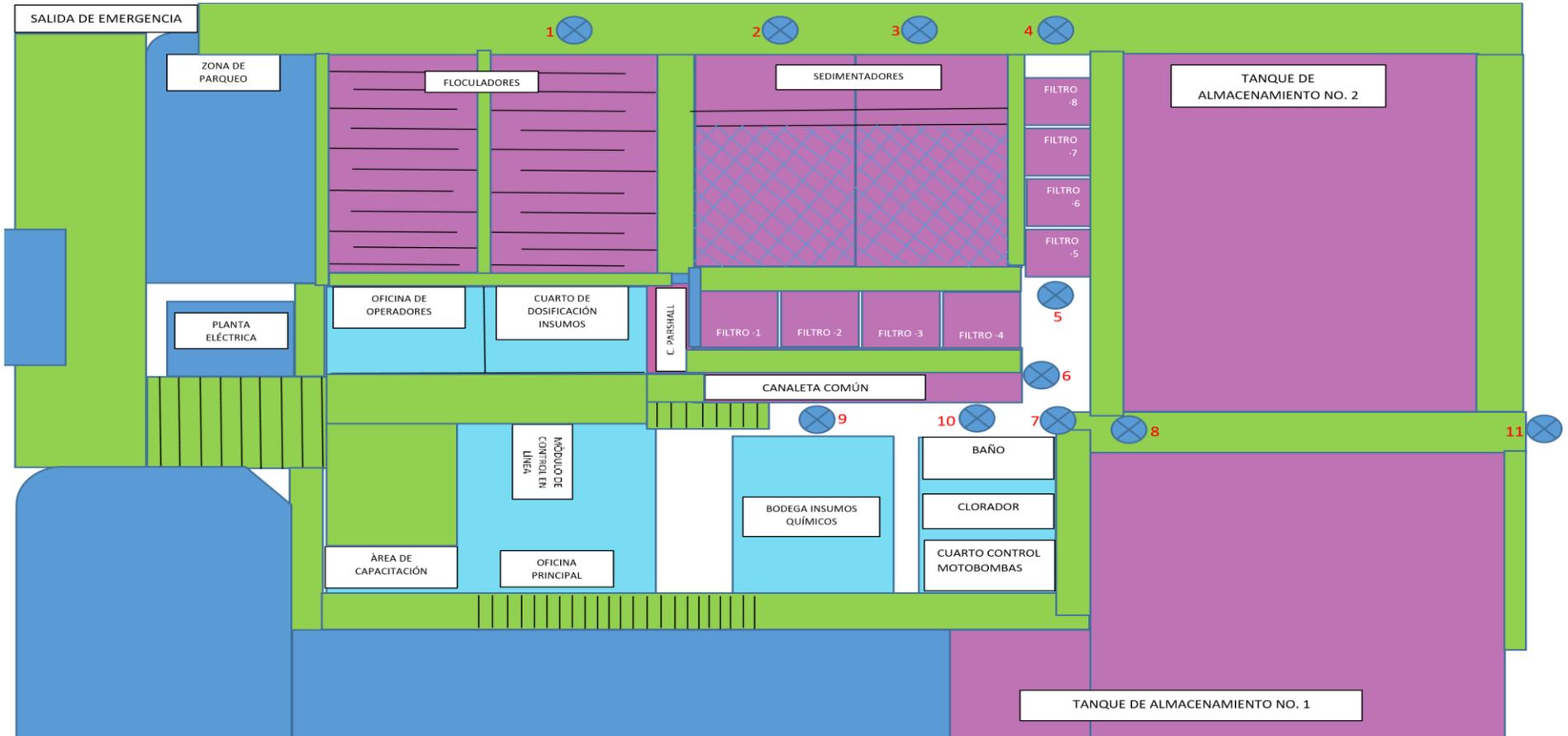
Fecha último cambio:  
01-Agos-2017

L/C:  
F

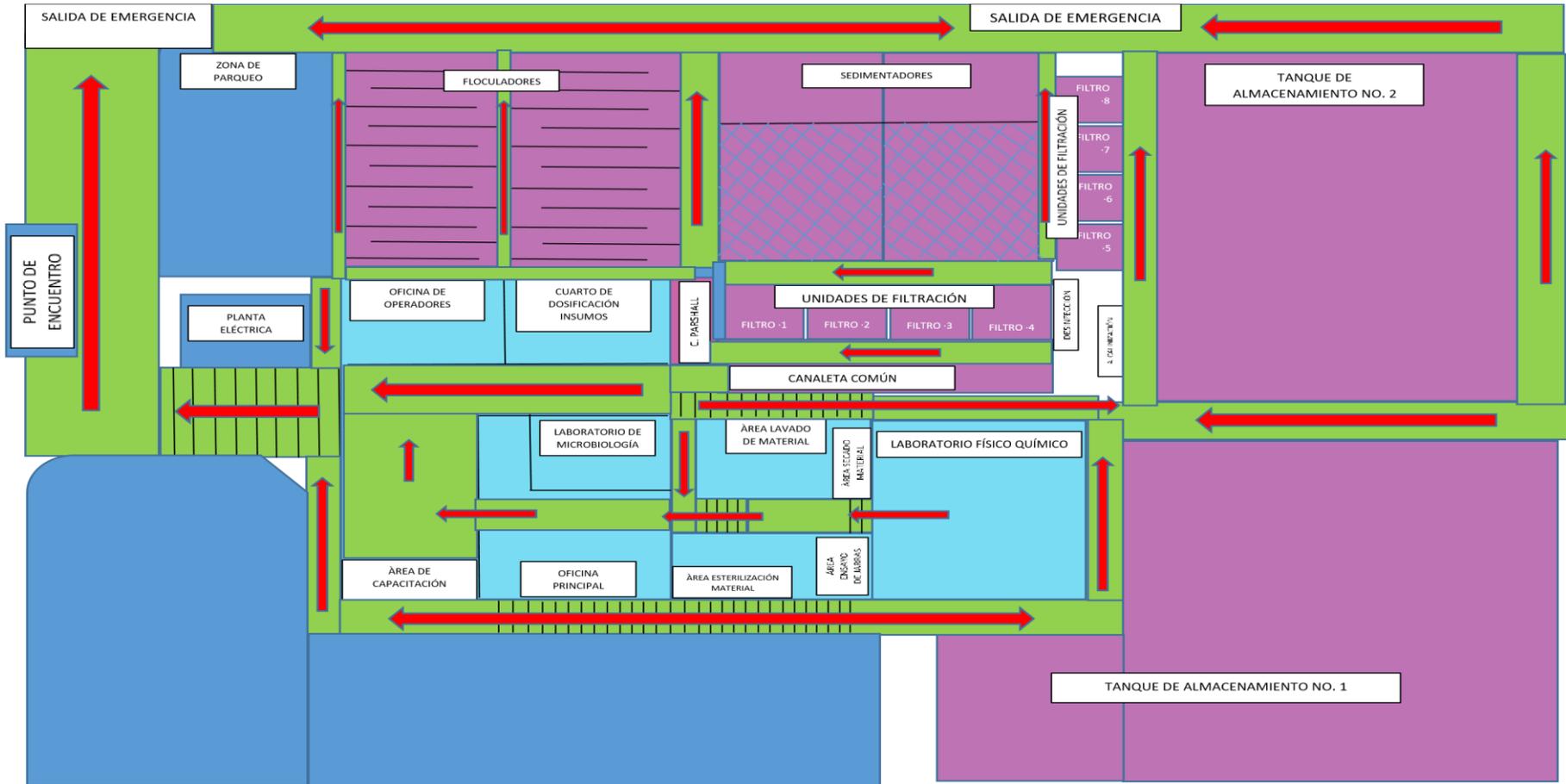
Pág. 90 de 94

POZO No. 6	En este pozo está ubicada una compuerta, que al cerrarla evita que el agua proveniente de los mantenimientos de los floculadores, sedimentadores y unidades de filtración, pasen al pozo No. 7 y estas aguas se dirijan hacia los lechos de secado directamente. Esta compuerta permanece cerrada. Recibe agua de los pozos No. 1 al No. 5.
POZO No. 7	Pozo de paso para las aguas provenientes de los pozos No. 9 y No. 10.
POZO No. 8	Pozo de paso para las aguas provenientes de los pozos No. 7, No. 9 y No. 10.
POZO No. 9	Desagüe de los filtros No. 1 y No. 2 cuando se requiere el secado de estos por algún mantenimiento o revisión.
POZO No. 10	Desagüe de los filtros No. 3 y No. 4 cuando se requiere el secado de estos por algún mantenimiento o revisión. También recibe aguas devueltas de la canaleta Parshall, desagüe del baño de la PTAP. Todo el contenido pasa al Pozo No. 9.
POZO No. 11	Recibe los lodos provenientes de los pozos No. 7, No. 8, No. 9 y No. 10

**ANEXO 5: MAPA DE POZOS**



**ANEXO 6. RUTA DE EVACUACIÓN PTAP**



	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 93 de 94

## BIBLIOGRAFÍA

1. CENAGUA. Centro Nacional del Agua. Curso Operación y mantenimiento de Plantas de Tratamiento de agua Potable. 2001.
2. Ministerio de la Protección Social. Decreto 1575 del 9 de mayo de 2007.
3. Ministerio de la Protección Social. Resolución 2115 del 22 de junio de 2007.
4. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable – RAS. 2000.
5. Decreto 1575 del 9 de mayo de 2007
6. Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007
7. Ley 142 de 1994.

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-02-01</b>
Subsistema emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio: 01-Agos-2017	L/C: F	Pág. 94 de 94

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario	Revisado por: Dra. Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
---	---	--