

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

“MANUAL DE OPERACIÓN - PROCEDIMIENTOS- PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA EPS SEDALORETO S.A- PTAP NUEVA



RESOLUCION DE GERENCIA GENERAL N° 093 - 2015 - EPS SEDALORETO S.A - GG

Iquitos, Junio 01 del 2,015.

VISTO:

El Informe N° 142-2015-EPS SEDALORETO S.A.-GO, mediante el cual la Gerencia Comercial, presenta los documentos técnico normativos: “Manual de Operaciones – Procedimientos: Proceso de Tratamiento de agua potable de la EPS SEDALORETO S.A. - PTAP Antigua”, y “Manual de Operaciones – Procedimientos: Proceso de Tratamiento de agua potable de la EPS SEDALORETO S.A. - PTAP Nueva”, proponiendo su Aprobación;

CONSIDERANDO:

Que, la Resolución de Gerencia General N° 159-2013-EPS SEDALORETO S.A.-GG, aprobó el Plan de Fortalecimiento de Capacidades Empresariales - EPS SEDALORETO S.A. 2014-2018.; como instrumento de gestión empresarial en concordancia con el Contrato de Explotación, Plan Maestro Optimizado y Planes Operativos de la empresa; así como el Equipo responsable de su monitoreo y cumplimiento;

Que, los Manuales de Procedimientos refieren instrumentos de gestión y operación que forman parte componente y compromisos institucionales del Plan de Fortalecimiento de Capacidades y la propia necesidad institucional; así como la implementación de observaciones permanentemente emitidas en los exámenes de auditoría externa, emitidos por los periodos 2012 – 2013 y 2014;

Que, la Gerencia General, mediante el Memoranda N° 003-2015-EPS SL-GG; y la Gerencia de Planificación Estratégica y Presupuesto, mediante Memo Múltiple N° 002-2015-EPS SL-GPEP; han requerido a cada una de las dependencias, en calidad de prioridad, la elaboración e implementación de Manuales de Procedimientos, actualizados

Que, los Manuales de Procedimientos de Visto; norman los procesos básicos y metodológicos para operar y mantener de manera adecuada las Unidades de Tratamiento y a su vez asegurar la inocuidad del agua mediante la eliminación o reducción a una concentración mínima de los componentes peligrosos, garantizando la calidad y continuidad del servicio de agua potable para consumo humano.

Estando a lo Acordado, con el V° B° de la Oficina de Asesoría Legal, Gerencia de Planificación Estratégica y Presupuesto; y Gerencia de Operaciones; y con las atribuciones conferidas al Despacho por el Estatuto Vigente;

SE RESUELVE:

Artículo 1°: APROBAR los siguientes documentos técnico Normativo de la EPS SEDALORETO S.A.; en su versión actualizada al mes de Junio del año 2015.

- 1.- "Manual de Operaciones – Procedimientos: Proceso de Tratamiento de agua potable de la EPS SEDALORETO S.A. - PTAP Antigua; contenido en 55 páginas;
- 2.- "Manual de Operaciones – Procedimientos: Proceso de Tratamiento de agua potable de la EPS SEDALORETO S.A. - PTAP Nueva"; contenido en 169 páginas

Artículo 2°: ENCARGAR y RESPONSABILIZAR al Departamento de Producción, la correcta aplicación e implementación de los Manuales que se aprueba por la presente; así como a la Gerencia de Operaciones su supervisión y monitoreo permanente de sus procesos y cumplimiento.

REGISTRESE, COMUNIQUESE, CUMPLASE


Ing. Johnny J. Escudero Contreras
Gerente General
EPS SEDALORETO S.A.

Av. Guardia Civil N° 1260 – Pampachica – Iquitos
Teléfono: 065 – 26-7807 – 26-8708

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	Pág. 04-05
2.	OBJETIVO	Pág. 05
3.	USUARIOS DEL MANUAL	Pág. 06-08
	3.1 TRATAMIENTO RECOMENDADO	Pág. 08
	3.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO	Pág. 08-12
	3.1.2 TRATAMIENTO RECOMENDADO PARA OBTENER MINIMO RIESGO	Pág. 12
	3.2 COAGULANTES	Pág. 13-18
	3.3 CRITERIOS DEL DISEÑO	Pág. 18
	3.4 COMPONENTES DEL SISTEMA	Pág. 18-23
	3.5 DESINFECCION	Pág. 23-24
	3.6 LABORATORIO	Pág. 24
	3.7 RESERVORIOS	Pág. 24
4.	CONTROL DE PROCESOS	Pág. 24-25
	4.1 OPERACIÓN DE DOSIFICADORES EN SOLUCION	Pág. 25-33
	4.2 COAGULACION	Pág. 33-41
	4.3 OPERACIÓN DE LOS DECANTADORES	Pág. 41-47
	4.4 OPERACIÓN DE LOS FILTROS	Pág. 47-72
	4.5 DESINFECCION – CLORACION	Pág. 72-94
	4.6 MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE DOSIFICADORES DE CLORO	Pág. 94-102
	4.7 LABORATORIO DE UNA PLANTA	Pág. 102-105
	4.8 OPERACIONES ESPECIALES	Pág. 105-107
	4.9 OPERACIONES INTERMEDIAS	Pág. 107-110
	4.10 OPERACIONES ALTERNATIVAS	Pág. 110-111
	4.11 OPERACIÓN EN SITUACIONES DE EMERGENCIA	Pág. 112
	4.12 DESASTRES Y SUS EFECTOS EN TRATAMIENTO DE AGUA	Pág. 112-119
	4.13 TRATAMIENTO Y APROVISIONAMIENTO DE AGUA DESPUES DE CATASTROFES	Pág. 120-128
	4.14 PROBLEMAS MÁS COMUNES EN LA OPERACIÓN DE UNA PLANTA	Pág. 128-130
	4.15 OTROS PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN DE LA PLANTA	Pág. 131-132
5.	NORMAS TECNICAS DE CALIDAD	Pág. 133
	5.1 INTRODUCCION	Pág. 133-134
	5.2 DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y SU PROTECCION	Pág. 134-141
	5.3 DE LA RAZON DE LOS REQUISITOS	Pág. 141-142
	5.4 DE LAS MUESTRAS	Pág. 142-144
	5.5 NORMAS INTERNACIONALES DE POTABILIDAD	Pág. 145-146
6.	ADMINISTRACION GENERAL DE LA PLANTA	Pág. 146-147
	6.1 MANIOBRAS SISTEMATICAS DE ENTRENAMIENTO	Pág. 147-148
	6.2 MECANISMOS DE CONTROL Y EVALUACION DE LA GESTION	Pág. 148-151
	6.3 FUNCIONES Y ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA	Pág. 152-156
	6.4 AMBIENTES COMPLEMENTARIOS	Pág. 156
	6.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Pág. 156-157

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA			
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A			Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15

6.6 GENERALIDADES	Pág. 157-158
6.7 SEGURIDAD PERSONAL	Pág. 158-159
6.8 SEGURIDAD EN PLANTAS DE TRATAMIENTO	Pág. 159-166
6.9 SEGURIDAD INDUSTRIAL	Pág. 166
6.10 SEGURIDAD EN LA MANIPULACION DE CLORO GAS	Pág. 166-168
7. BIBLIOGRAFÍA	Pág. 169

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO NUEVA DE IQUITOS-700 LPS

1. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos más importantes para la vida ya que está presente en todos los aspectos de la actividad humana existente en la tierra, en el uso agrícola, poblacional, pecuario, industrial, minero, generación de energía, etc.

El volumen de agua en la naturaleza, es aproximadamente 1 350 millones de km³, en sus tres estados, sólido líquido y gaseoso, a pesar de esta enorme cantidad de agua existe el gran problema de disponibilidad, por su desigual distribución espacial, temporal y de calidad. A nivel mundial existe desequilibrio hidrológico, ya que las demandas de agua, se incrementan por el aumento de la población y su disponibilidad tiende a disminuir por la contaminación, de ríos lagos y mares, tal es el caso de nuestra Amazonía, que rodeada de grandes ríos navegables, sus aguas están contaminadas y concierne a toda la sociedad la decisión final de la preservación de las cuencas.

En la medida de lo posible, las fuentes de agua se deben proteger de la contaminación, por desechos de origen humano o animal, que pueden contener multiplicidad de bacterias, virus, protozoarios patógenos, así como helmintos y parásitos; si no se consigue proteger o tratar eficazmente el agua, la comunidad correrá el riesgo de sufrir brotes de afecciones intestinales y otras enfermedades infecciosas. Es tal la gravedad de las posibles consecuencias de la contaminación microbiana, que su control deberá ser siempre de primordial importancia, para evitar especialmente los brotes de enfermedades transmitidas por el agua, que pueden dar lugar a la infección simultánea de gran parte de la comunidad.

El riesgo que representan para la salud, las sustancias tóxicas acumulativas, o sustancias derivadas del cloro, que pueden afectar la salud tras períodos prolongados de exposición pasa a un plano posterior, debido a que son pocas las sustancias químicas tóxicas, que pueden causar problemas agudos, salvo

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

contaminación accidental, sin embargo cuando se advierte la existencia de una situación potencialmente peligrosa, debe tomarse en consideración el riesgo para la salud y prevenirse soluciones adecuadas.

2. OBJETIVOS

Los principales objetivos del manual son:

- ❖ Dar al personal que interviene en el desarrollo de los procesos de tratamiento un conocimiento adecuado sobre las instalaciones y equipos que constituyen, sobre los procesos que se desarrollan y sobre la mejor manera de operar esas instalaciones y equipos.
- ❖ Normalizar la operación y los procesos.
- ❖ Disponer de una recopilación ordenada y sistemática de los datos referentes a la planta, sus estructuras, procesos, etc.

El principal objetivo del tratamiento, es asegurar la inocuidad del agua mediante la eliminación o reducción a una concentración mínima de los componentes peligrosos para la salud; haciendo todo lo posible para obtener la mejor calidad que permitan las circunstancias.

MARCO LEGAL

- ✓ Resolución de Consejo Directivo N° 066-2006-SUNASS, Reglamento General de Reclamos de Usuarios de servicios de saneamiento.
- ✓ Resolución de Consejo Directivo N° 011-2007-SUNASS: Reglamento de calidad de la prestación de servicios de saneamiento.
- ✓ Resolución de Consejo Directivo N° 088-2007-SUNASS.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable- EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

3. USUARIOS DEL MANUAL

Con el objeto de contribuir al accionamiento efectivo y oportuno, se consideró conveniente desarrollar este manual, que está dirigido al personal encargado de las operaciones de la planta potabilizadora nueva de

agua de Iquitos. Los conocimientos que se presentan pretenden dar orientación básica integral, sobre la función y características de cada una de las unidades y equipos que constituyen la planta; para que conscientes de la función que desempeñen, comprendan la importancia de ejecutar con precisión y exactitud las actividades de operación, mantenimiento y control de la planta.

Para la operación de la planta de tratamiento es preciso desarrollar 4 tipos de actividades:

- ◆ Actividades de operación, destinadas al desarrollo y control de procesos de tratamiento, control de las instalaciones y equipos.
- ◆ Actividades de mantenimiento, destinadas a hacer que las instalaciones y equipos se encuentren permanentemente en condiciones adecuadas de funcionamiento.
- ◆ Actividades de control de calidad destinadas a garantizar que el agua cumpla con las especificaciones de calidad establecidas para las diferentes etapas de los procesos de tratamiento.
- ◆ Actividades de administración, las actividades de apoyo administrativo que requieren los elementos que integran la planta.

El personal que interviene en el desarrollo de las actividades de operación de la planta de tratamiento, deberá tener experiencia y capacitación, debido a que el abastecimiento de agua está regido por principios de servicio público y principio sanitario.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

❖ **El principio de servicio público**

Los servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, son servicios esenciales y deben prestarse en forma continua, regular e indiscriminada, debe tenerse presente, el número de habitantes que el servicio afecta, en caso de toma de decisiones, para reducir la cantidad de personas afectadas y minimizar las incomodidades y molestias en duración como un tipo de inconvenientes.

❖ **El principio sanitario**

Las actividades de operación y mantenimiento de cualquier naturaleza deben orientarse fundamentalmente a preservar la salud de la comunidad empleándose todos los recursos para el buen saneamiento.

La operación y mantenimiento de los servicios se puede desarrollar en tres situaciones diferentes:

1. **En situaciones normales.-** Cuando las estructuras y los recursos hídricos son suficientes para atender las necesidades.
2. **En situaciones eventuales y/o diferentes.-** Cuando las estructuras no satisfacen la demanda.
3. **En situaciones de emergencia.-** Como consecuencia de situaciones de catástrofe, pueden presentarse situaciones de avería en las estructuras principales del sistema.

La orientación se da bajo tres aspectos:

- © **En primer lugar:** Se considera la calidad del agua que hay que entregar, dando especial atención a los parámetros que definen la calidad del agua de bebida y las normas de potabilidad existentes.
- © **En segundo lugar:** Trata sobre las operaciones unitarias, así como los reactores involucrados en cada uno de ellas.
- © **En tercer lugar:** Se enfoca la parte más importante, la orientación al operador, para realizar las acciones que debe ejecutar, a fin de operar

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

cada uno de los componentes de la planta en condiciones normales, especiales y de emergencia.

Las plantas de tratamiento de agua pueden considerarse como grandes fábricas, que reciben una materia prima siempre cambiante (agua cruda) y tiene que entregar un producto manufacturado (agua tratada) que esté en concordancia con las normas de salud pública, en cantidad suficiente y con la continuidad requerida para satisfacer las necesidades de la población servida.

El agua con características físico-químicas y bacteriológicas que no estén enmarcadas en normas para aguas de consumo humano, no son aptas para ingerirlas directamente. El agua para consumo humano y para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal debe cumplir o aproximarse a los valores guía de salud establecidos por el Ministerio de Salud del Perú y la OMS; para tal efecto deberá ser sometido a tratamiento a fin de poner a disposición de los consumidores un abastecimiento satisfactorio e inocuo.

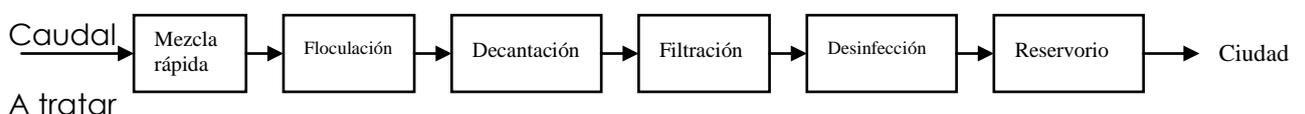
3.1 TRATAMIENTO RECOMENDADO

La operación de potabilización del agua comprende una serie de procesos cuya finalidad, es transformar la materia prima inicial (agua cruda) en un producto final (agua potable), que esté de acuerdo con las normas y características de salud, sugeridas para el agua potable.

En el tratamiento del agua, se utilizan una serie de procesos y equipos, en una secuencia tal que el proceso siguiente, va removiendo las impurezas, que no eliminó la operación anterior.

En el siguiente esquema, se ilustran las unidades o reactores que componen la planta completa;

3.1.1 Diagrama de flujo de los procesos de tratamiento



	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

El procesamiento del agua se inicia con la medición de caudal, para comprobar el volumen de agua que está ingresando a la planta, y a través de la prueba de jarra, se determina la dosis óptima de productos clarificantes que se van a utilizar. En la dosificación se aplican por lo general Sulfato de Aluminio, para anular las cargas eléctricas de las partículas y Cal para modificar el pH del agua cruda y favorecer las reacciones de la coagulación y el polímero, para elevar el peso de los flóculos. La mezcla rápida, tiene como función distribuir uniformemente los productos químicos de tratamiento, la floculación o mezcla lenta, facilita el agrupamiento de las partículas para formar los flóculos, los que al tener mayor tamaño y peso, van a separarse fácilmente del agua durante la sedimentación. En los filtros se separan las partículas que no sedimentaron, finalmente se agrega un desinfectante, para inactivar los microorganismos remanentes del proceso de tratamiento.

Al decidir que procesos de tratamiento se utilizarán en el caso concreto del agua del río Nanay, (agua de tierras bajas) se observó la calidad de la fuente, el alto grado de contaminación que ella muestra, en este caso los procesos recomendados por la Organización Mundial de la Salud comprenden por lo general la:

- ◆ Desinfección previa (precloración).
- ◆ Coagulación – floculación.
- ◆ Sedimentación.
- ◆ Filtración.
- ◆ Desinfección (post cloración).

Se pueden introducir fases adicionales o sustituir por otras. La desinfección es la última salvaguarda y protección del agua potable contra la contaminación externa y la reparación de elementos nocivos durante la distribución.

Cuando se extrae el agua y se trata sin primero almacenarla, es habitual someterla a un proceso de precloración que destruye la fauna y reduce el número de bacterias fecales y agentes patógeno, contribuyendo a la desaparición de algas durante la coagulación y filtración.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

La desinfección previa tiene la función también de eliminar el amoníaco, en el caso del agua coloreada, con alto contenido de ácido húmicos y fúlvicos, **se corre el riesgo de la formación de compuestos organoclorados y carbono orgánico biodegradable**. Además el agua debe ser sometida a tratamiento adicional, para eliminar compuestos de fierro y manganeso de ser posible para alcanzar una calidad próxima a lo recomendado en los valores guía de salud.

Después de la dispersión de compuestos químicos como el Sulfato de Aluminio, para neutralizar las cargas de las partículas y facilitar la aglomeración, durante el lento proceso de mezcla que tiene lugar en la fase de floculación. Las masas flocosas resultantes forman coprecipitados con las partículas colorantes y minerales de origen natural, las absorben y las retienen, reduciendo considerablemente la turbiedad, el color y el número de protozoarios, bacterias y virus.

La coagulación y la floculación, requieren grandes aptitudes de supervisión. Antes de decidir utilizar la coagulación como parte del tratamiento, se deben considerar cuidadosamente las probabilidades de contar con el suministro regular de productos químicos y con el personal calificado para la operación.

La finalidad de la sedimentación es permitir que las masas flocosas se depositen, reduciendo así los sólidos en suspensión que deben eliminarse mediante filtros. Algunos factores que influyen en ella son: el tamaño, la forma y el peso de la masa flocosas; la viscosidad y por lo tanto la temperatura del agua; el tiempo de retención; el número de unidades la profundidad y la superficie de los depósitos; la tasa de rebose superficial; la velocidad de la corriente y el diseño de la entrada y de la salida, con extracción frecuente de fangos y disponer de ellos en forma inocua, cuando la masa flocosas no es abundante, se puede sustituir la sedimentación por la filtración directa después de la coagulación.

Para que el control de los Trihalometanos por coagulación y sedimentación sea lo más eficaz posible, sólo se debe comenzar agregar el cloro una vez terminado el proceso, a fin de conseguir la máxima eliminación de precursores

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

antes de la cloración, en esta forma habrá un 75% de reducción de Trihalometanos.

Cuando la filtración rápida tiene lugar después de una adecuada coagulación, el éxito de la eliminación de los microorganismos, la turbiedad y el color están asegurados y varía entre el intervalo entre dos lavados por corrientes de agua limpia, inmediatamente después de uno de estos lavados, los resultados no son satisfactorios, hasta que el lecho filtrante se compacta. Los resultados se deterioran también cuando hace falta un lavado, ya que la masa flocosas puede escapar a través del lecho filtrante, introduciéndose en el agua tratada. Todo esto pone de relieve la necesidad de supervisar y controlar adecuadamente la filtración, así como los procesos previos.

La desinfección final del agua distribuida por las tuberías, tiene una importancia fundamental y es casi universal, porque constituye la última barrera contra la transmisión de enfermedades bacterianas y víricas por el agua: Aunque los productos que más se utilizan con este fin son el cloro y el hipoclorito.

La eficacia del proceso de desinfección depende de que se haya conseguido agua con un alto grado de pureza mediante el tratamiento previo, debido a la presencia de materia orgánica y compuestos fácilmente oxidables en el agua que neutralizan en mayor o menor medida la acción de los desinfectantes. Los microorganismos aglomerados o absorbidos por partículas, están también protegidos contra la desinfección y en muchos casos no se logra destruir a los patógenos y las bacterias fecales, cuando la turbiedad y el color son superiores a 5 unidades. Es esencial que antes de la desinfección final, el agua se someta a un tratamiento para conseguir que la mediana de la turbiedad No sea superior a 1 NTU, y que no sobrepasen 5 unidades de turbidez y color.

Con una planta que funcione adecuadamente, se obtendrán regularmente valores muy por debajo de estos límites.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

La cloración en condiciones normales (es decir cloro residual en estado libre > 0,5 mg/l después de 30 minutos de contacto), pH inferior a 7,5; turbiedad del agua inferior a 1 NTU, puede reducir en más del 99% el número de Echerichia Coli y de ciertos virus, pero no el de quistes u oquistes de protozoarios parásitos.

Los componentes que más han de controlarse en el agua de bebida, son particularmente los que pueden tener repercusión directa en la salud pública; por ello la finalidad fundamental del tratamiento es proteger al consumidor contra los agentes patógenos y de las impurezas que pueden resultarle desagradables o ser perjudiciales para su salud.

El agua presenta características variables y se ven afectados por fenómenos naturales como las lluvias en la cuenca, antes de ser sometidas a tratamiento, deben ser caracterizados por análisis diarios y/o cada vez que se observen cambios en la turbidez y el color, para dar tratamiento adecuado, siempre recordando que es para suministro público, en tal sentido debe cumplir con las normas de calidad y el control de procesos.

3.1.2 Tratamiento recomendado para obtener mínimo riesgo

TIPO DE FUENTE	TRATAMIENTO RECOMENDADO / OMS.
Aguas con cuenca hidrográfica no protegida, y con contaminación fecal considerable.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Desinfección previa ◆ Tratamiento completo que incluye: (Mezcla, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección).

La planta de tratamiento ha sido diseñada con el fin de clarificar y remover la carga bacteriana del agua; para este fin se utilizarán productos coagulantes, alcalinizantes y ayudantes de coagulación (polímeros aniónicos), cuya aplicación y dosificación serán calculadas diariamente después de la ejecución de la prueba de jarras en el laboratorio.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

3.2 Coagulantes

Son compuestos de Aluminio o Hierro, capaces de producir hidróxidos gelatinosos insolubles y englobar las impurezas del agua, produciendo iones de cargas eléctricas positivas, que atraen y neutralizan las cargas eléctricas de los coloides protegidos entre la turbiedad y que generalmente son de carga negativa. Entre los coagulantes más comunes tenemos:

- ◆ Sulfato de Aluminio.
- ◆ Sulfato Ferroso.
- ◆ Sulfato de Hierro II Clorado.
- ◆ Cloruro Férrico.

3.2.1 Propiedades de los coagulantes

1. Reaccionan con los álcalis produciendo hidróxidos gelatinosos que rodean y aglutinan las impurezas.
 2. Producen iones trivalentes de cargas eléctricas positivas que atraen y neutralizan las cargas eléctricas de los coloides protegidos, que en general son negativas.
- ❖ La Propiedad N° 1, es la más adecuada para la eliminación de la turbiedad, y la Propiedad N° 2 es útil, para la eliminación del color.

3.2.2 Factores que influyen en la coagulación

❖ **Clase de coagulante:**

- ◆ De Aluminio.
- ◆ De Hierro.

❖ **Cantidad de coagulante, está relacionada con:**

- ◆ La turbiedad y el color a ser eliminados.
- ◆ Al contenido bacteriológico.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Dosajes convenientes de coagulantes reducen más el contenido bacteriológico, con economía en la desinfección. La cantidad exacta, sólo puede ser determinada en la práctica con la prueba de jarras.

Contenido y tipo de color y turbiedad:

- ◆ Mayor o menor cantidad de coloides protegidos.
- ◆ Mayor o menor cantidad de emulsiones.
- ◆ Sustancias colorantes disueltas, etc.

Otras características químicas del agua:

- ◆ Alcalinidad natural.
- ◆ Contenido de hierro.
- ◆ Materia orgánica, etc.
- ◆ Cada mg/l de sulfato de aluminio aplicado actúa con 0,45 mg/l de alcalinidad.
- ◆ Concentración hidrogenoidea del agua (pH = potencial de Hidrógeno).
- ◆ Hay un pH óptimo de floculación, que también se determina prácticamente en el laboratorio en la prueba de jarras.

Tiempo de mezcla rápida y lenta:

- ◆ La mezcla rápida hará la dispersión del coagulante, a fin de que la reacción para la coagulación suceda en toda la extensión de la masa de agua.
- ◆ La mezcla lenta, para la formación de grumos (agrupación). Aglomeración de material gelatinoso (coagulo) en partículas mayores que se asientan más rápidamente como copos o grumos.

Temperatura

- ◆ La coagulación se da mejor a temperaturas altas que a temperaturas bajas.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

Agitación

- ◆ Si la velocidad de la agitación fuera poca, la formación de coágulos disminuye dificultando la decantación, y ensuciando más los decantadores.
- ◆ Si la velocidad es muy violenta, sucede la formación de grumos y rotura de los mismos en partículas menores y consecuentemente demora la decantación.

Presencia de núcleos

- ◆ Los coadyuvantes (complementos de la coagulación) son sustancias capaces de promover núcleos más densos para obtener grumos pesados.

Observación: El proceso de coagulación, comprende la dispersión del coagulante, su reacción con la alcalinidad para la formación del coágulo (hidróxido) y además la deposición de esa gelatina en las partículas de la turbiedad, para la formación del grumo (agrumación).

En una planta de tratamiento de agua ese fenómeno ocurre en dos etapas, que son consideradas diferentemente (mezcla rápida y mezcla lenta).

Coagulación: Trabajo realizado en mezcla rápida.

Agrumación: Trabajo realizado en mezcla lenta (floculación).

3.2.3 Alcalizantes

Son productos capaces de determinar la alcalinidad necesaria para la coagulación, entre estos tenemos:

- La cal viva u óxido de calcio.
- Hidróxido de calcio - cal hidratada.
- Hidróxido de sodio - soda cáustica.
- Carbonato de sodio- soda ASH.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

3.2.4 Auxiliares de coagulación

Son sustancias capaces de agregar partículas y tornarlas más densas y de volver a los flocs más pesados, son utilizados en los siguientes casos:

- En ciertas aguas que no tengan cantidades suficientes de núcleo para la formación del floc. En estos casos, el tratamiento es difícil, utilizándose los coagulantes primarios comunes.
- Cuando hay necesidad de aumentar el caudal de la planta, el producto auxiliar, puede contribuir al aumento de la necesidad del floc, permitiendo una sedimentación adecuada al nuevo caudal.

Evaluación de la eficiencia de los ayudantes de coagulación

Existe una gran variedad de ayudantes de coagulación. Unos se pueden usar en procesos industriales o en aguas servidas por que son tóxicos o cancerígenos. Otros en cambio están aprobados por la EPA (Environmental Protection Agency), para uso en agua potable. Por lo tanto la primera condición o requisito que un polielectrolito debe tener es que no sea peligroso para la salud; la EPA, publica periódicamente la lista de polielectrolitos que pueden usarse en aguas para consumo.

No todos los polielectrolito dan buenos resultados como coagulantes o ayudantes de coagulación, al contrario algunos de estos perjudican la coagulación, debido a que con ciertas aguas dispersan el floc, todo depende de la carga que posean (unos pueden ser catiónicos, aniónicos, y otros pueden ser no iónicos o neutros), así como la carga eléctrica de las partículas en suspensión presentes en el agua y la energía necesaria para la absorción de los polímeros.

Por tanto la única forma de seleccionar cual es el polímero o polielectrolito más apropiado, o el que mejor se adapta a la calidad de agua que se va flocular es por medio de pruebas de jarras hechas con un buen número de ellos (líquidos o en polvo) hasta hallar el que más le convenga, tanto desde el punto de vista técnico, como económico. El resultado de las pruebas puede indicar a veces que no conviene usar ayudantes de coagulación, pues o no

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

son suficientemente eficientes o encarecen demasiado el costo de producción, los ensayos con este propósito se pueden realizar de la manera siguiente:

- ◆ Efectuar una prueba de jarras en forma convencional, para determinar la dosis óptima de coagulante metálico (sulfato de aluminio o cloruro férrico).
- ◆ Prepárese luego una nueva prueba de jarras en la que se agrega la misma dosis óptima a todas las muestras, pero se añade a cada vaso excepto al primero, cantidades crecientes del polielectrolito que se ensaya, (por ejemplo 0,01, 0,05, 0,07, 0,1, etc. De acuerdo a las recomendaciones del fabricante. El vaso al cual no se le agrega polielectrolito, sirve de punto de comparación con los demás.
- ◆ Durante el proceso determínese el índice de Willcomb, y el tiempo de aparición del floc inicial en cada jarra.
- ◆ Suspendida la agitación al cabo de 15 a 30 minutos, déjese sedimentar el agua por 10 ó 15 minutos, tómese el sobrenadante y determínese la turbiedad, el color, coagulante y pH residuales. Este ensayo debe repetirse con el mayor número posible de polielectrolitos disponibles en el mercado, a fin de hacer una selección preliminar.

Hecho esto, con el que mejor resultado produzca, se pueden hacer nuevos ensayos, disminuyendo la dosis de coagulante metálico, por ejemplo (50% del óptimo) y agregando polielectrolito en cantidad variable o manteniendo constante la dosis de polímero y variando el coagulante y alcalinizante, hasta obtener la combinación más económica de coagulante y polímero. Si la calidad del agua en la planta varía durante el año, deben hacerse ensayos para diferentes condiciones de turbiedad y color.

No da por lo general los mismos resultados, si se agrega polielectrolito antes de los coagulantes metálicos, que después de ellos.

Comúnmente esta segunda alternativa es más conveniente, pero deben ensayarse ambas posibilidades durante los experimentos, a fin de constatar

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

cual es la secuencia que debería adoptarse, debiendo estudiarse también los costos y su comportamiento en diferentes condiciones climáticas y de composición química del agua.

3.3 Criterios del diseño

El diseño de esta Planta, posee criterios modernos consecuentes con la tendencia de la búsqueda de una solución al problema de eliminación del color y la carga bacteriana no excede el nivel tecnológico e industrial del lugar y se automatizó a fin de lograr un buen funcionamiento.

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

3.4 Componentes del sistema

3.4.1 Medición de caudal y mezcla rápida

Es de primordial importancia, para la adecuada operación de la planta conocer el caudal de ingreso o caudal de agua a tratar, en algunos casos se requerirá evacuar el excedente, abriendo las válvulas hacia el rebose. Siempre que se conozca el verdadero caudal, los cálculos para una óptima dosificación de productos clarificantes y desinfectantes darán los mejores resultados.

En esta planta, el agua proveniente de la captación descarga por el fondo a través de una tubería de DN 1000mm, a una caja de recepción, siendo el caudal medido a través de un medidor tipo ultrasónico paso seguido recibe los clarificantes, que en orden a su aplicación se menciona:

- ◆ Cal o hidróxido de calcio.
- ◆ Sulfato de aluminio.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Para poner en contacto las sustancias químicas, se utiliza la energía cinética del agua a través del vertedero rectangular que produce el resalto hidráulico, aplicándose las sustancias en el punto crítico de turbulencia. La medición también podrá realizarse en forma hidráulica a través del vertedero ubicado en la parte superior de la caja.

Para su operación correcta se siguen los siguientes pasos:

- ◆ Calibración del dosificador de solución. Estos dosificadores tienen dispositivos de mezcla mecánicos para hacer las soluciones. La operación de esta unidad es sencilla:
- ◆ Siempre agregar un 50% de agua.
- ◆ Encender el mezclador.
- ◆ Pesar la sustancia química, según los cálculos obtenidos en la prueba de dosis óptima.
- ◆ Verificar que la solución se vierta en todo el ancho del canal asegurando la mezcla completa.
- ◆ El agua coagulada, ingresa a la cámara de mezcla lenta o floculador.

3.4.2 Floculadores

Para este fin se cuenta con una batería de dos floculadores de flujo vertical ascendente y descendente, con pantallas laminares de madera cubiertas de fibra de vidrio, colocadas de tal manera de obtener mayor eficiencia, de acuerdo a las condiciones de operación. La fijación de las mismas está en base a ranuras empotradas en concreto y fijadas al piso en un extremo; y, por el otro, sujetadas por arriostres de madera.

3.4.3 Sedimentadores

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

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

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

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

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

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

3.4.4 Filtros - componentes

Se cuenta con 6 unidades de filtración rápida, diseñados para operar con agua coagulada y sedimentada, se denominan así, por que operan a velocidades de filtración que están por encima de 180 m³/m²/d son filtros a gravedad, que están constituidos por estructuras abiertas en las que el agua fluye a través de la arena impulsada por la fuerza de la gravedad. La instalación consta de tres partes:

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

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

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

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

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

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

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

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

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

Especificaciones de la arena para los filtros

CARACTERÍSTICAS	RECOMENDACIONES
Altura del lecho	0.90 m
Diámetro efectivo	0.7-0.9 mm
Coefficiente de uniformidad	1,2-1.45
Coefficiente de esfericidad	0.8
Solubilidad en HCl al 40%/24 h	0.7
Dureza en escala Moh	7.0

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

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

❖ Características de los filtros

Las unidades de filtración disponibles son del tipo filtro rápido, de lecho monocapa, de flujo descendente, con las que se puede trabajar con tasas desde 250m³/m²/d hasta 600 m³/m²/d. Se ha aplicado los conceptos de velocidad constante y de lavado con aire y agua, ambos criterios permiten obtener diseños simples y control automático en la operación. La función de estos equipos es la de proporcionar un comportamiento uniforme al filtro a pesar del incremento gradual de la pérdida de carga; a medida que los poros de la arena se van obstruyendo o colmatando con el sedimento al avanzar la carrera de filtración. El controlador de velocidad, lleva incorporada su propia unidad de medición, que mantiene la velocidad de filtración seleccionada constante, independientemente de la altura del agua de los filtros y de la pérdida de carga. Estos equipos incluyen además indicadores y registradores de velocidad, trabajando en forma sincronizada con el controlador de la velocidad.

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

Simultáneamente con esta variación de la calidad del agua, va evolucionando la pérdida de carga, que es un fenómeno que se va dando en

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

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

3.5 Desinfección

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

- ◆ 01 Unidad de Control
- ◆ 01 Rotámetro.
- ◆ 01 Manómetro para vacío incorporado en la unidad de control .
- ◆ 01 Llave.
- ◆ 01 Malla contra insectos
- ◆ 01 Filtro de ingreso de gas cloro.
- ◆ 01 Libro de instrucciones totalmente detallado sobre operación, mantenimiento, repuestos, incluye el manual del Instituto de Cloro
- ◆ 01 Inyector de 1" (está dentro de la caja del clorador).
- ◆ 01 Regulador de Vacío de 1000 lbs.
- ◆ 01 Intercambiador remoto (switch over).
- ◆ 01 Trampa de vapor.
- ◆ 01 Válvula reductora de presión.
- ◆ 01 Detector de fugas de cloro gas.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

◆ 02 Sensores.

3.6 Laboratorio

Se dispone ambientes destinados para laboratorio de Microbiología, controles de procesos y análisis físico-químicos, con servicios de agua, desagüe, energía eléctrica y servicios higiénicos, ubicados dentro de la edificación administrativa, el que además cuenta con varios armarios, lavadero de acero inoxidable. Los equipos, materiales de vidrio e instrumental, se acondicionarán adecuadamente, según el plano adjunto en anexos debiendo disponerse de estabilizadores de voltaje para los instrumentos electrónicos tales como el espectrofotómetro de absorción atómica, cromatógrafo, turbidímetro, potenciómetro, equipo de prueba de jarras, etc.

❖ Para el control de procesos y control de calidad del agua que se produce.

3.7 Reservorios

Existe para este fin, a menor nivel dos cisternas con una capacidad de 2 500 m³, al que llega el agua potabilizada, lista para ser entregada al servicio de la ciudad.

En su interior se encuentra la cámara de contacto del cloro aplicado

4. CONTROL DE PROCESOS

Cuando hay cambios notorios en la turbiedad y el color del agua, son indicadores o pautas de la necesidad de adecuar el tratamiento del agua. Para que el proceso de tratamiento, dentro de ellos la mezcla rápida, coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección se lleven a cabo en forma satisfactoria a fin de obtener la clarificación adecuada como primera medida se efectúa la prueba de jarras para determinar la dosis óptima, y pH óptimo.

Luego de obtenidas las dosis óptimas de alcalinizante, coagulante y ayudante de coagulación, mediante la prueba de jarras y aplicadas en planta en el punto de mezcla, se controla el proceso de formación y desarrollo de los floc o

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

flóculos, mediante comparación entre los resultados de los ensayos en el laboratorio y las ocurrencias dentro de la estructura, utilizando como referencia criterios, tales como el índice de Willcomb, del Water Research Institute, con relación al tiempo de formación de flocs y calidad de éstos desde el inicio del proceso.

Los desfases que puedan ocurrir, entre los ensayos del laboratorio y la reproducción de los fenómenos en la estructura hidráulica, podrán corregirse experimentando con la separación de las pantallas, pudiendo optimizarse el proceso por aproximaciones sucesivas

Es necesario cuidar el aspecto estético, eliminando las espumas que se forman y acumulan sobre todo en la primera y segunda zona. de floculación.

Como medida de precaución es conveniente disponer en el almacén de una cantidad de maderas o planchas para colocar barreras que contribuyan a una mejor agitación.

4.1 Operación de dosificadores en solución

Esta clase de dosificadores, se emplean cuando es necesario que la sustancia aplicada entre en contacto inmediato con el agua. La planta de Iquitos, cuenta con tanques de concreto revestido de epoxi, para la preparación de clarificantes; la operación de éstas es sencilla ya que se reduce a graduar la válvula de salida cuando varían las condiciones de caudal y calidad del agua cruda (turbidez), para aplicar clarificantes se hace lo siguiente:

- ◆ En el tanque limpio: cargar un 50% de su capacidad con agua filtrada.
- ◆ Pesar la sustancia química, de acuerdo a la dosis obtenida en la prueba de jarras, y los cálculos hechos para la aplicación en planta la cual se agrega lentamente.
- ◆ Encender el agitador para disolver la sustancia.
- ◆ Completar el volumen hasta el punto establecido (por ejemplo 1 m³).
- ◆ Abrir la válvula del dosificador, haciendo los ajustes, según el caso y la necesidad.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Se recomienda hacer tablas para la dosificación, efectuando diariamente pruebas de jarras por un período continuo de dos años consecutivos. Después de ese tiempo rectificar las tablas debido a la variación en las características del agua (se recomienda chequear las tablas cada 6 meses por lo menos).

4.1.1 Aplicación de cal

La dosificación puede realizarse bajo la forma de lechada de cal para la manipulación de la cal, así como de otros productos químicos debe tenerse especial cuidado debido a que produce gran cantidad de polvo que irrita la piel y las mucosas.

❖ Dosificación de lechada de cal

Para la dosificación de cal hidratada por vía húmeda, es necesario mezclarla con agua, preparando la suspensión comúnmente llamada lechada de cal, la mezcla se preparará en el tanque de concreto, para este fin se carga de agua aproximadamente el 50% de su capacidad, y se vierte la cal con agitación continua y vigorosa. Se limita la concentración de la suspensión a 10%, para evitar la deposición en las tuberías de conducción hasta el punto de aplicación. Es importante mantener la suspensión en continua agitación.

La dosificación requerida para el tratamiento, se hace en función a la dosis óptima obtenida en el laboratorio (prueba de jarras).

Las tuberías que transportan la suspensión de cal, deben presentar facilidades para la limpieza e inspección del personal operador debido a la fácil sedimentabilidad de la suspensión de cal.

4.1.2 Aplicación de sulfato de aluminio

El sulfato de aluminio, es el más común de los coagulantes, su rango óptimo de pH para coagular aguas turbias se encuentra entre 6 - 8, el sulfato de aluminio es el producto obtenido de la reacción entre el ácido sulfúrico y la bauxita (mineral rico en aluminio), normalmente se produce en forma de terrones o granulado sus características químicas son:

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Fórmula: $Al_2 (SO_4)_3 17H_2O$

Contenido de óxido de aluminio: $Al_2O_3 = 17\%$ mínimo

Contenido de óxido de fierro: $Fe_2O_3 = 0,75 \%$ máximo

Contenido de material insoluble 0,5 % máximo,

Es ligeramente higroscópico, se vende en bolsas de 25 kg.

El almacenamiento se realiza en rumas o pilas de 8 a 10 bolsas, las bolsas deben almacenarse en tarimas de madera, aisladas del piso y de las paredes, debe dejarse pasillos entre las rumas de tal modo que las carretillas, o los cargadores puedan circular entre ellas y el material se pueda usar por orden de llegada. La transferencia del material a la sala de dosificación, se realiza en forma manual y/o mecánica.

❖ Etapas de proceso de dosificación.

◆ Determinación de la dosis óptima.

◆ Determinación de la cantidad de sustancia a aplicarse en planta (kg/m^3).

◆ Calibración del dosificador.

◆ Operación de la unidad.

◆ Determinación de la dosis óptima.

❖ El equipo utilizado para este fin es el equipo de prueba de jarras, que consta de:

◆ Un agitador mecánico regulable con eje provistos de paletas, con capacidad para operar a velocidades de 0-100 rpm, medidas en un dial.

◆ Un sistema de iluminación y soporte.

◆ Jarras de 2 litros de capacidad.

La prueba se inicia, tomando una muestra de agua cruda, la que se agita para uniformizarla, se llenan las jarras o vasos con un volumen exacto (2 litros)

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

se colocan debajo de las paletas del equipo y se agitan a la máxima velocidad.

Se prepara una solución patrón de sulfato de aluminio al 10%, disolviendo 100 g de sulfato en 1 litro de agua destilada, a partir de este patrón, se preparan todos los días una solución, de 1 a 2%, para preparar una solución al 1%, se toma 10 ml de la solución patrón y se completará con agua destilada hasta 100ml, esta solución diluida sólo dura 24 horas

La dosis de sulfato diluido que se echarán a cada vaso, serán diferentes, para poder definir por comparación de los resultados que se obtenga, cual es la dosis más efectiva. Las dosis se expresan en miligramos por litro (mg/l).

Echar a cada jarra el equivalente de mililitros de solución al 1%, teniendo en cuenta que al usarse, jarras de 2 litros, cada ml de solución, equivale a 5 mg/l, de coagulante aplicado. Así la dosis y mililitros a aplicarse son los indicados en el cuadro siguiente:

JARRAS	DOSIS EN MG/L	ML DE SOLUCIÓN AL 1%
1	5	1
2	10	2
3	15	3
4	10	4
5	25	5
6	30	6

En cada uno de los vasitos de 50 ó 100 ml verter, la cantidad de ml de solución al 1%, que se va agregar a cada jarra.

Se extrae de cada vasito con jeringas descartables con las agujas puestas, de modo que no quede ni una gota del coagulante en los vasitos.

Graduar la velocidad del equipo a 100 rpm, y agregar el coagulante simultáneamente a todas las jarras, apuntando con las agujas de la jeringa,

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

hacia las paletas (punto de mayor agitación) dentro de la jarra. A partir del momento en que se agrega el coagulante, se empieza a contar el período de mezcla rápida, por lo general se asume 1 minuto, cumplido este tiempo, graduar el regulador de velocidad a 40 rpm, y flocular el agua durante 21 a 25 minutos (tiempo teórico de floculación en la planta), mientras se desarrollan los flocs, registrar el índice de Willcomb, y los otros datos en el cuadro correspondiente. Pasado el tiempo indicado apagar el equipo y empezar a contar de 5 a 10 minutos de sedimentación, colocar los tomadores de muestra en cada jarra y extraer muestras, verificar la turbidez, color, pH y alcalinidad residuales.

La forma de seleccionar la dosis óptima, es a través del siguiente ejemplo:

JARRAS	1	2	3	4	5	6
Dosis	5	10	15	20	25	30
Turbiedad Final (NTU)	7,0	4,8	3,20	1,85	1,70	2,10

La jarra que contiene la menor turbiedad (1,7 NTU), es la jarra N° 5, por lo tanto la dosis óptima de coagulante será 25 mg/l. Este es un ejemplo en la planta de Iquitos. El factor de mayor importancia de corrección es el "color" en tal sentido las pruebas deben de concretarse a la eliminación del color.

4.1.3 Aplicación de polímero

El producto puede ser suministrado en forma sólida (polvo o gránulos), en bolsas o tambores o en forma líquida (emulsión), el almacenamiento debe ser en lugar seco y temperatura ambiental fresca.

Para preparar la solución, el tanque de preparación debe cargarse en un 50% con agua filtrada luego adicionar el producto lentamente, con el equipo de mezcla encendido, es importante que el equipo de mezcla opere con baja velocidad, para evitar el quiebre de las largas moléculas del producto (primero se prepara una solución patrón al 1%, a partir del cual diluir a 0,1%).

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Dosaje:

El dosaje puede tener enorme variación, en función de las características del agua a ser tratada.

Cálculos adicionales:

Para poner a operar la unidad es necesario obtener unos datos adicionales.

1. Medir el caudal del agua (Q) que está tratando la planta en m³/min.
2. Calcular a partir de la dosis óptima determinada (D) en mg/l, la cantidad de sustancia química (p) a dosificar en kg/min.
3. Calcular la cantidad de agua (q) para efectuar la disolución con la concentración del (c).

$$P = \frac{D \times Q}{1000} \qquad q = \frac{p \times 100}{c}$$

Adición:

Se recomienda preparar solución patrón concentrada en un tanque, para aplicar la solución concentrada del producto, debe utilizarse bombas dosificadoras con sistemas de mezcla continua para la obtención de la dilución final.

Concentración:

La solución patrón del producto deberá ser un máximo de 1%, y la solución final de aplicación debe ser de 0,1 a 0,02%.

La solución no debe ser utilizada dentro de las 24 horas de su preparación.

Embalaje:

BULAB 5650 es presentado en tambores de 50 y 200 kg y en contenedores, no ofrece perjuicios para la salud siempre que se use razonablemente según las condiciones de manipuleo industrial. Residuo de polímero puro o en solución, produce un piso resbaladizo, el que puede ser causa de serios accidentes. Siempre que hubiera estos residuos, utilizar papeles o paños de limpieza, no utilice nunca agua, por que el piso quedará más escurridizo.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Mantenga siempre los tambores de polímero cerrados para evitar la evaporación del solvente y el consecuente exceso de polimerización, en el fondo del tambor como material de construcción utilice acero inoxidable, fibra de vidrio o plástico, nunca utilice fierro, cobre, o aluminio como parte integrante del sistema de dosificación.

Almacenamiento:

Los embalajes deben ser mantenidos en local limpio y seco, protegidas de la intemperie, se recomienda agitarse el producto con agitador mecánico cada 2 meses, debido a la separación de fases. Mantener el embalaje cerrado, para la obtención de mejores resultados. Este producto debe ser aplicado puro, directamente del embalaje original. En el caso de necesitar dilución, se efectúa utilizando agua ablandada o desmineralizada o con retorno de buena calidad. Usar tanque de mezcla dotada de agitador y trampa.

- Manipulación

Se debe evitar la ingestión, inhalación y contacto con la piel y los ojos; utilizar máscaras, mamelucos, lentes, botas y demás materiales de seguridad recomendados para la manipulación de productos químicos.

- Preparación de la solución

Como medida de precaución, los tambores de polímero puro, deben agitarse vigorosamente cada tres meses, para evitar la separación de fases, y el endurecimiento del producto.

Las soluciones deberán ser siempre preparadas utilizando una dilución previa al 1% (solución stock), esta solución deberá ser preparada, en un tanque dotado de agitador con velocidad sobre los 500 rpm. Para una buena dispersión, llenar el tanque de preparación de la solución stock, con agua hasta la mitad de la capacidad del tanque, conectar el agitador, con rotación suficiente para que se forme un vortex, adicionar la cantidad requerida de polímero cuidadosamente en el vortex, después, completar el nivel del tanque con agua, manteniendo una buena agitación durante por lo menos 15 minutos. Para maximizar los resultados, el polímero debe ser

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

dosificado a través de una solución de 1% ó menos. Esta solución deberá ser adicionada en puntos de buena agitación para asegurar una completa mezcla y homogenización.

4.2 Coagulación

Este proceso de tratamiento consiste en agregar al agua, productos químicos con propiedades coagulantes, el cual actúa sobre las sustancias disueltas y coloides contenidos en el agua, transfiriendo sus iones o elementos para que se unan formando flóculos.

4.2.1 Factores que influyen en el proceso

Cuando la alcalinidad natural del agua no es suficiente, para combinarse con el sulfato de aluminio, debe incrementarse su contenido mediante la aplicación de hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o $\text{Ca}(\text{HCO})_3$, corrientemente denominado cal. Otro compuesto utilizado con este mismo propósito es el carbonato de sodio Na_2CO_3 .

La máxima precipitación de hidróxido de aluminio se produce cuando la coagulación se efectúa al pH óptimo, se requieren dosis exactas de sustancias químicas para obtener el precipitado insoluble de hidróxido de calcio, por que las reacciones de coagulación son reversibles, es decir si se agrega mayor o menor cantidad de alcalinizante al agua, se corre el riesgo, que no formen buenos flocs. Las reacciones de coagulación son muy sensibles al contenido de sustancias minerales, en las que predomine el contenido de iones negativos como los iones sulfato, coloides negativos de color, las reacciones de coagulación son más efectivas, en un rango de pH que puede variar entre 4,4 y 6,0.

4.2.2 Etapas del proceso de coagulación

En el proceso de coagulación se pueden distinguir tres etapas:

- La dosificación.
- La mezcla rápida: y,

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

– La floculación.

- Influencia de la concentración de coagulante.

La concentración de la solución de coagulante influye en la eficiencia de la mezcla rápida y cambia los resultados de la coagulación.

El ensayo puede llevarse a cabo en la siguiente forma:

- Efectuar una prueba de jarras en forma convencional, y determine la dosis óptima, para esto utilizar una solución de coagulante de 10g/ l (sol. Al 1%), la cual tiene un pH entre 4 y 4,5.
- A partir de la solución patrón de 100g/l, prepare una nueva solución y al 5% y otra al 0,5 %.
- Poner las muestras de agua en los vasos.
- Añadir a cada uno de los vasos, las dosis óptimas encontradas, pero con soluciones de coagulante de las concentraciones sugeridas, por ejemplo si se usan jarras de 2 000 ml y la dosis óptima es de 20 mg/l y la solución de coagulante tiene diversos porcentajes de concentración, en la siguiente tabla se puede observar la cantidad de ml que deberá usarse para cada vaso.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

DOSIS POR APLICAR MG/ L	CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE COAGULANTE				
	10%	5%	1%	0.5%	0.1%
10	0.2	0.4	2	4	20
15	0.3	0.6	3	6	30
20	0.4	0.8	4	8	40
25	0.5	1.0	5	10	50
30	0.6	1.2	6	12	60
35	0.7	1.4	7	14	70
40	0.8	1.6	8	16	80
55	0.9	1.8	9	18	90
50	1.0	2.0	10	20	100

- Hecha la mezcla rápida, procédase a flocular y sedimentar el agua en forma usual.
- Durante el procesos evalúese el tamaño del floc (índice de Willcomb) y la velocidad de reacción.
- Tómese del sobrenadante, la turbiedad y colores residuales, grafique y compare.

➤ Determinación de la velocidad de sedimentación de las partículas.

El grado de floculación se expresa como N_t/N_o , en donde N_o es la concentración de las partículas iniciales, y N_t concentración de partículas sin flocular después del tiempo t . Para una suspensión de partículas finamente divididas, la concentración puede ser medida por la dispersión que sufre la luz al pasar por ella, es por la turbiedad, considerando que a mayor turbiedad mayor concentración de coagulante, se sigue así y si medimos la turbiedad residual a través del tiempo, durante un ensayo de coagulación, podemos obtener N_t para diferentes N_o .

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

$$\text{Valor de } t = \frac{N_t}{N_o} = \frac{\text{Turbiedad del agua en el momento } t}{\text{Turbiedad del agua cruda}}$$

Este ensayo puede realizarse en la forma siguiente, usando un agitador convencional para la prueba de jarras:

- 1.- Se determina la turbiedad del agua cruda (N_o).
- 2.- Se aplican los coagulantes mientras se hace girar el agitador a 100 rpm, o se agrega el agua a la jarra con coagulante.
- 3.- Después de hecha la mezcla rápida, se cambia la velocidad de las paletas a 40 rpm, o la que juzgue conveniente, durante 15 a 30 minutos.
- 4.- Se suspende la agitación, se levantan las paletas y se empiezan a tomar muestras del sobrenadante a intervalos regulares de tiempo, por ejemplo: $t_1 = 1$ min, $t_2 = 3$ min; $t_3 = 5$ min; $t_4 = 10$ min; $t_5 = 60$ min, para extraer las muestras se puede usar pipeta volumétrica, introduciéndola de 4 a 5 cm dentro del agua.
- 5.- Con los resultados, se dibuja en una curva, el floc removido versus tiempo de sedimentación. Al agua analizada se determina turbiedad inicial y turbiedad residual

De las curvas, así obtenidas se puede deducir, que la concentración de coagulante tiene directa influencia en la velocidad de floculación y asentamiento de los flocs.

- Como se ve la prueba sirve para comparar las diferentes concentraciones de coagulante.
- Compara el trabajo de coagulantes distintos.
- Comparar el trabajo de los coagulantes en las jarras y en la planta de tratamiento. En este último caso se puede comparar los resultados obtenidos con una muestra de agua cruda y otra proveniente del final de la floculación, agregándoles la misma dosis de coagulante a ambas muestras. Al tomar las muestras en el floculador, se debe evitar el rompimiento del

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

floc, a ambas se le debe determinar la turbidez residual, dibujar las curvas similares.

Para que este tipo de ensayo sea válido, es conveniente observar las siguientes precauciones:

- Se debe extraer el agua a una tasa constante. Siempre la misma para todos los ensayos, por cuanto la velocidad de entrada del flujo al sifón o a la pipeta influye en el número de partículas arrastradas. A mayor velocidad de entrada, mayor cantidad de floc succionado.
- La muestra debe tomarse a una profundidad constante de 4 – 5 cm.
- Debe buscarse que el nivel del agua en las jarras baje el mínimo indispensable durante el ensayo. Para evitar una modificación sustancial del volumen analizado. Esto limita a un máximo de 400 ml de muestras que se pueden obtener de una jarra de 200, lo que produciría una reducción del 20% de volumen.
- La temperatura debe ser la misma en todas las jarras durante todo el tiempo que dure el experimento, e igual a la temperatura de la planta.
 - Determinación de la influencia del pH en la coagulación

Este ensayo se hace de la siguiente manera:

- Se efectúa la prueba de jarras en forma convencional, y se determina la dosis óptima de coagulante.
- Se coloca luego la misma cantidad de agua en las 6 jarras y a cada una de ellas se agrega dosis crecientes de cal diluida 0,1N, para subir el pH, hasta que el pH varíe desde el original hasta 8 – 9 en la última jarra.
- A continuación, se pone rápidamente la dosis óptima de coagulante, agitando el agua durante el proceso.
- Se disminuye la velocidad de rotación a 30 – 40 rpm y se deja flocular por 20- 30 minutos.
- Se retiran las paletas de los vasos, se deja sedimentar por 10 – 15 minutos.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Se extrae el sobrenadante y se determina el pH, la turbiedad el color y alcalinidad residuales.
- Se grafican los datos obtenidos.
- Se repite el procedimiento, utilizando polímero. En ambos casos se ve la influencia del pH.

El polímero no sólo resulta buen coagulante, sino que da mayor consistencia y peso a los flocs.

Ejemplo:

Efecto de la variación de pH, para una misma dosis de coagulante.

a) Mezcla rápida

Este proceso consiste en distribuir el coagulante en forma rápida e instantánea en toda la masa del agua,

La mezcla rápida debe ser instantánea, por que las reacciones de coagulación demoran apenas entre 0,1 y 7 segundos, dependiendo de la turbiedad del agua.

Cuando la turbiedad del agua es muy baja, menor de 30 NTU, hay poca concentración de partículas en el agua y se necesitan dosis alta de coagulante para juntarlas, y mayor tiempo para que se realice la reacción, a este tipo de coagulación se llama coagulación por arrastre o por barrido.

Cuando la turbiedad es alta, las reacciones de coagulación, se efectúan muy rápidamente, debido a la alta concentración de partículas presentes en el agua. Este tipo de coagulación se le denomina coagulación por absorción.

La mezcla debe efectuarse en forma uniforme y completa. El coagulante debe aplicarse en un punto de gran turbulencia y en soluciones de concentración muy baja de 1- 4%. El problema principal para lograr una mezcla uniforme, reside en las cantidades de coagulante son muy pequeñas comparadas con el volumen de agua tratado. Así por ejemplo una dosis media de sulfato de alúmina de 30 mg/l a una concentración del 10% aplicada a una masa de agua a tratar de 1 m³/s, significa dispersar 300 ml de

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

solución en un metro cúbico de agua por segundo, por esta razón, la concentración del coagulante debe ser muy baja, para que la diferencia de volúmenes no sea tan acentuada y la mezcla se facilite; pero si las soluciones se diluyen demasiado, traerá como consecuencia, una acentuada disminución de la eficiencia del proceso de coagulación.

Otro factor importante para lograr una mezcla completa reside en la forma de aplicación del coagulante esta será utilizando difusores, para una distribución uniforme, para su correcta operación seguir los siguientes pasos:

- Calibración del dosificador y arranque.
- Abrir la compuerta de ingreso del agua a la planta.
- Observar cuidadosamente que la dosificación sea correcta.
- Observar que la mezcla sea completa y uniforme.

b) Mezcla lenta o floculación

Luego que el coagulante se mezcla con el agua, se forma el precipitado de aluminio que empieza a englobar a las partículas difíciles de sedimentar formando flóculos muy pequeños.

Para que estos microflóculos aumenten de tamaño y adquieran el peso suficiente para sedimentar, es necesario someter el agua a una agitación lenta, para que las partículas contenidas en el agua choquen con los flóculos recién formados y se adhieran a ellos. A este proceso de agitación lenta se conoce como floculación.

Cada tipo de agua precisa una intensidad de agitación y de un tiempo específico, que esta debe durar para conseguir un buen flóculo. El flóculo para su completa formación, generalmente requiere de agitación decreciente, es decir fuerte al principio y luego va disminuyendo hasta ser muy leve al final, hasta cuando el flóculo formado alcance su tamaño y peso apropiado.

Para la operación y control de los floculadores, es importante analizar los siguientes factores:

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Tiempo de detención.- Este tiempo depende del caudal, para un caudal definido el tiempo es fijo, por lo tanto no se puede controlar o realizar ninguna acción.

Dosificación.- Para la dosificación y el respectivo pH, deben realizarse los ensayos de jarras como se explicó anteriormente.

Buena coagulación.- Lo importante es determinación de la dosificación mínima y el pH óptimo de floculación, una buena coagulación dependerá también de la dispersión adecuada de los productos químicos en el agua a tratar y de las condiciones de mezcla rápida.

La agitación.- Conforme a lo explicado, para obtener buenos resultados en la floculación es necesario que haya una agitación para aumentar el contacto entre partículas, para esto: Vigilar el nivel del agua que no exceda ni baje del nivel normal de operación, debido a que alteraría la velocidad del agua, afectando seriamente la formación del flóculo. Constatar en que parte de la unidad se está formando el flóculo.

Seguir el siguiente procedimiento:

- En la primera parte del floculador, tomar una muestra de agua en un vaso de vidrio, observar al tras luz la formación de flocs, repetir la operación hasta el final, hasta que se visualicen los flóculos, anotar en el informe. Normalmente deben encontrarse flóculos en el primer tercio de la unidad, en caso contrario, estaría indicando que la mezcla o la dosificación es defectuosa.
- En el último tramo observar si se produce sedimentación, esto indicaría dosis inapropiada de coagulante.
- Retirar las natas y espuma de la superficie del agua, si las hubiere.

La limpieza del floculador:

- 1.- Cerrar la compuerta de ingreso de agua, abrir el by pass para desviar el agua hacia las unidades de filtración.
- 2.- Abrir la compuerta del fondo, para vaciar la unidad.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

3.- Lavar las paredes del floculador con escobillones, aplicar chorros de agua a presión, una vez limpia la unidad, cerrar la compuerta del fondo, abrir la compuerta de ingreso, cerrar el by pass, la unidad estará operando.

4.- Chequear la dosificación de clarificantes, vigilar la formación del floc siguiendo las indicaciones anteriores, de ser necesario corregir la dosificación.

4.2.3 Evaluación de la operación del floculador

La evaluación del funcionamiento del floculador se efectúa a través del control rígido y sistemático de los principales parámetros físico-químicos de los procesos unitarios de la planta y se compara con los resultados obtenidos en la prueba de jarras.

Resultados muy diferentes en relación a los resultados de la prueba de jarras, pueden significar problemas hidráulicos en los procesos unitarios o problemas en los filtros.

En este caso conviene efectuar diagnóstico técnico de la planta, para solucionar problemas operacionales.

Para la evaluación de la eficiencia de la prueba de jarras, se adoptará el planeamiento sugerido por los boletines diarios del control de operación.

4.3 Operación de los decantadores

La operación de los decantadores se hace para conseguir un efluente de baja turbiedad y color, hechos que facilitarán la filtración.

En la sedimentación se verifica el proceso de depósito de materias en suspensión que fueron coaguladas; la remoción de materiales en suspensión se consigue aquietando o reduciendo la velocidad de pasaje del agua, a tal punto que provoque depósito de partículas dentro de un determinado tiempo de detención.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Descripción de un sedimentador

Para una mejor comprensión del funcionamiento de la unidad, se puede dividir en 4 zonas:

Zona de torbellinos

Es la zona situada en la entrada del agua, se denomina así porque las partículas están dispersas como torbellinos, esta zona se caracteriza por cierta agitación; la localización de las partículas es variable, y las nubes de flocs cambian de lugar constantemente (fenómeno de entrada).

Zona de sedimentación.

Es la zona donde las nubes de flocs se mantienen aparentemente inmóviles o estacionarias. En ésta zona no hay agitación y las partículas avanzan y descienden lentamente, dirigiéndose a la zona de reposo.

Zona de ascensión

Esta zona es relativamente tranquila, como la segunda, pero en la salida los flocs que no alcanzaron la zona de reposo, siguen en movimiento de ascensión del agua y aumentan la velocidad, y ésta se torna máxima en su paso por el vertedero, efecto de salida.

Zona de reposo

Donde el lodo se acumula. Esta zona, no sufre la influencia de la corriente de agua por un brusco cambio de temperatura, fermentación del lodo, etc.

- Evaluación de la sedimentación

Para una buena operación y consecuentemente para la obtención de buenos resultados en la sedimentación, es necesario controlar los siguientes aspectos:

- Del afluente:

La turbiedad y El color.

- Del sedimentador:

Las purgas oportunas cada 45 minutos y el estado del sedimentador.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Cuando los resultados no corresponden a las especificaciones de funcionamiento dadas en la memoria descriptiva, se debe corregir las posibles deficiencias en procesos anteriores (coagulación y floculación), verificando la dosis óptima de clarificantes.

- Puesta en marcha
 - Cerrar las válvulas de drenaje de lodos.
 - Abrir la compuerta del agua de ingreso en un 25% de su capacidad, dejar llenar la unidad lentamente, hasta que alcance el nivel normal de operación.
 - Una vez lleno el sedimentador: abrir completamente la compuerta del agua de ingreso.
 - Dejar el agua en reposo por un tiempo prudencial (+ - 1 hora).
 - Observar si hay pérdida de flóculos por el efluente; esto puede ser motivado por una sobre carga de la unidad o que el flóculo obtenido es muy ligero.
 - Retirar el material flotante mediante un mariposero o malla para este fin.
 - Después de dos o tres meses de funcionamiento, observar si existe desprendimiento de burbujas de aire, esto puede ser debido a la fermentación de lodos por su inadecuada purga o que existen espacios muertos en el sedimentador.
 - Medir la altura de los lodos, si éstos alcanzan un nivel máximo previsto, se procederá a efectuar la limpieza general.
- Parada
 - Cerrar la compuerta de ingreso, derivar el agua hacia las otras unidades en funcionamiento.
 - Abrir el drenaje, para vaciar la unidad, paralelamente a la descarga, inicie la limpieza de las paredes internas, rasquetear las algas que se hayan adherido a las paredes.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- Una vez vacío, bajar al fondo de la unidad y con ayuda de lampas llevar los lodos al desagüe, esta operación debe efectuarse rápidamente para evitar el endurecimiento de lodos.
- Utilizando chorros de agua a presión de abajo hacia arriba, limpie las placas.
- Si existen muchas algas antes de llenar la unidad, pintar con sulfato de cobre al 1%, dejar secar por un momento.
- Cerrar la descarga, y llenar el decantador lentamente, abriendo parcialmente la compuerta de ingreso para evitar la rotura de los flocs formados en la fase anterior.
- Después que el decantador esté lleno, abrir completamente la válvula de entrada de agua desde el floculador.
- Comprobar por lo menos cada dos horas la turbiedad del agua decantada.
- Estos muestreos deben ser más frecuentes, cuando el manto de lodo se muestra inestable. Pudiendo distanciarse en caso contrario.
- Verificar la calidad del efluente, la turbiedad no debe ser superior a 20 NTU y el color no debe exceder las 5 UC.
- La turbidez y color elevados puede significar que la sedimentación es deficiente y esto puede tener las siguientes causas:
 - Dosaje de coagulación imperfecto.
 - pH óptimo de floculación equivocado.
 - Sedimentadores sucios.
- La determinación de oxígeno consumido, también es una buena forma de controlar la eficiencia del funcionamiento de los sedimentadores; el porcentaje de reducción debe ser:

$$\frac{O_2 \text{ Cons. de agua cruda} - O_2 \text{ Cons. del agua sedimentada} \times 100}{O_2 \text{ Consumido del agua cruda}} = > 50\%$$

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- Otra forma de controlar la eficiencia de la sedimentación es a través del método de control bacteriológico; la reducción de la carga bacterial, es un buen signo de adecuado funcionamiento.
- La turbiedad del agua sedimentada aumenta, cuando la zona de reposo, alcanza niveles máximos de lodos.
- El oxígeno consumido aumenta el porcentaje de reducción y el oxígeno disminuye cuando el lodo entra en fermentación.
- Se aconseja, realizar purgas cortas de sólo 45 segundos periódicamente (entre 20 min. a 1 hora), en todas las válvulas de descarga para mantener mayores áreas de sedimentación.
- La limpieza general de sedimentadores debe realizarse de preferencia cada dos meses, debido a que las altas temperaturas ambientales degradan rápidamente el sulfato de los lodos, hecho que puede generar malos olores y sabor en el agua.

Inspección diaria

Deben hacerse inspecciones de rutina con frecuencia diaria o siempre que haya un cambio de caudal en la planta, o en la calidad del agua cruda que ingresa, verificando donde se está depositando la nube de flocs.

Inspecciones cada 8 horas

Debe observarse cada 4 horas, el tamaño del floc; éste debe ser compacto y su tamaño no muy grande, para que pueda sedimentar, antes de alcanzar los 2/3 de la extensión del sedimentador. En caso, de que la relación tamaño/peso del floc sea grande, la zona de sedimentación, será trasladada hacia la salida del sedimentador, provocando un arrastre muy grande de flocs hacia los filtros, dificultando la operación de éstos (reducen la carrera, y producen alta turbiedad a la salida de los filtros).

En el caso de que la relación tamaño/peso del floc sea pequeña, no habrá remoción adecuada en el agua tratada, tanto el color como la turbiedad y el color quedarán remanentes.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

El lodo se acumula en la zona de reposo y cuando comienza a alcanzar otras zonas se debe lavar el sedimentador, porque en caso contrario, la corriente de agua ascendente arrastrará los flocs. Ese aumento de flocs es observado en la canaleta de salida del sedimentador (zona de ascensión); sin embargo puede ocurrir, que antes de alcanzar esta situación, se inicie la fermentación o putrefacción del lodo interior, produciendo desprendimiento de gases que generan olor y gusto desagradables en el agua efluente.

Como operación rutinaria se recomienda las purgas horarias por sólo 45 segundos cada 45 minutos, la posibilidad de acumulación de lodos es muy remota.

- Control de la sedimentación

Determinación de la tasa de sedimentación o tasa de escurrimiento superficial.

Los sedimentadores se dimensionan basándose en la tasa de escurrimiento superficial, que es expresada en m³ de agua/m² de superficie de sedimentación, por 24 horas (m³/m²/d).

Esas tasas se establecen prácticamente en función de la calidad del agua.

Ejemplo:

- Área del sedimentador: 79,22 m²
- Caudal a tratar: 700 l/s m³/ día
175 l/s ó 15/20 m³/día

$$TD = \frac{15\ 120\ m^3}{79,22\ m^2 \times \text{día}} = \frac{60\ 480\ m}{m^2 \times \text{día}} = 190,9\ m^3/m^2/día$$

Los parámetros utilizados para el control del agua sedimentada son: color y turbidez,

El agua sedimentada debe tener un máximo de 5 UC (Unidades de Color).

Turbiedad

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

El sedimentador debe remover por lo menos el 90% de la turbiedad.

El color y la turbiedad elevados pueden significar que la sedimentación no esté siendo eficiente por alguna de las siguientes razones:

- Aplicación de coagulante en zona inconveniente.
- Dosificación de coagulante imperfecto (sin previa prueba de jarras).
- pH de floculación inadecuado.

El control del sedimentador, utilizando los parámetros indicados proporciona al operador, la manera de asegurar la eficiencia del proceso de sedimentación, y evidentemente aconseja la corrección de las fallas que puede existir.

4.4 Operación de los filtros

Al proceso de remoción de las partículas suspendidas no sedimentadas, a través de un medio poroso se conoce como filtración; es prácticamente el proceso de refinación del agua antes de la desinfección, por lo tanto, la calidad del agua filtrada, debe estar de acuerdo con los patrones de calidad establecidos.

Para esta planta se ha propuesto filtros monocapa de tasa constante, esto permite reducir las pérdidas de carga desde el sedimentador y los filtros, y conservar los microflóculos.

El nivel constante se puede obtener, con un sifón y válvula automáticos, controlado con un medidor de caudal.

Al pasar el agua a través de un lecho de arena, se verifica:

- La remoción de los materiales en suspensión y sustancias coloidales.
- La reducción de bacterias presentes, este fenómeno ocurre por la acción mecánica de colado. Después de un período de operación la capacidad de filtración disminuye, debido a que los espacios existente entre los poros o los granos de arena van disminuyendo a esta resistencia, al pasaje del agua se conoce con el nombre de pérdida de carga.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

Para los efectos de esta fase se cuenta con seis (6) unidades de filtración rápida de alta tasa con un área efectiva de filtración de 60,00 m² diseñados para operar con 172,80 m³/ m²/ d.

El falso fondo está constituido por placas planas cuadradas, con orificios para roscado de boquillas ranuradas o toberas, para la descarga del agua filtrada.

El espaciamiento entre cada boquilla es de 0,14 cm.

El sistema de apoyo del medio filtrante está constituido por 10 cm de grava y el medio filtrante, está constituida por arena por una capa de 0,90 m de arena especial.

La descarga del efluente del filtro se hace mediante vertedero regulable, con el que se fija la pérdida de carga admisible; todos los filtros descargan a un canal colector, al final del cual se inicia una tubería de 1 000 mm de diámetro, que lleva el agua filtrada al reservorio.

Para efectuar el lavado, se ha adoptado el sistema de lavado aire agua, para este fin se cuenta con el sistema de aire comprimido y sistema de bombas para inyectar el agua a presión, automatizada y conectada entre todas las unidades de filtración a través de válvulas tipo.

Las características de los filtros son:

Largo (m)	10,22
Ancho (m)	7,36
Superficie útil (m ²)	60,00
Número de boquillas	2940

Después de un período de funcionamiento, será necesario efectuar el lavado del medio filtrante para remover las impurezas retenidas.

El período entre lavados se conoce con el nombre de carrera de filtración; la duración de la carrera dependerá de:

- La calidad de agua que ingresa a los filtros.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Las características del medio filtrante (granulometría, espesor de la camada y calidad del material filtrante).
- Las características hidráulicas del sistema, (tasa de filtración).
- Las características del filtro (carga hidráulica disponible y controles de operación).
- Especificaciones de materiales filtrantes

Arena

- Espesor: 0,90 m.
- D°: 0,60 mm (ninguna arena debe pasar por el tamiz 0,6 mm).
- D₁₀: 0,85 mm (10% pasa el tamiz de 0,85 mm).
- D₆₀: < 1,20 mm (toda la arena debe pasar por el tamiz de 1,9 mm).
- C. U.: < 1,4, (CU = D₆₀/D₁₀ = < 1,4), la tolerancia sobre el diámetro efectivo es de 0% ó de + 0,5% (0,85 < 10 < 0,89).

Pérdida por inmersión en HCl al 20% = < 2%.

La arena deberá ser de material cuarsico o silíceo, sin polvos ni tierra. Deberá ser arena de río con granos redondeados.

La instalación de la arena debe ser realizado en tres capas de 0,30 cm cada una, después de cada vertido de arena, ésta debe uniformizarse con regla.

Grava

- Espesor: 0,10 m.
- D₁₀: 4,00 mm.
- C.U.: < 1,5.
- Toberas o boquillas.
- N° de boquillas por m²: 49 (dependiendo de la calidad de las boquillas y la geometría de las placas prefabricadas).

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Las toberas deberán ser de material plástico rígido y soportar golpes sin dañarse. Las toberas deben estar constituidas de dos partes:

- Un soporte (anillo enroscado), empotrado en el hormigón de los orificios del falso fondo.
- La tobera propiamente dicha, que deberá enroscarse sobre el anillo empotrado.

Las toberas tendrán las siguientes características:

- Diámetro del tubo y superficie total de las ranuras, deberá permitir tener una pérdida de carga de h en m; $H < 0,9$, q_2 en lavado y $H < q_2$ en filtración con caudal unitario en tobera en l/s.
- Diámetro del tubo principal 25 mm.
- Longitud del tubo 230-300 mm.
- Diámetro de la cabeza de tobera 40-50 mm.
- Abertura de las ranuras 0,8 mm.
- Superficie total de abertura de las ranuras embudo con ángulo de 45°
- Diámetro del agujero de entrada del aire 6-8 mm.
- Posición del agujero del aire Para adaptarse al falso fondo
- Altura de cabeza de tobera 25 – 40 mm

Falso fondo

Planchas prefabricadas (detalles en memoria descriptiva).

- Bombas para lavado de filtros

El equipo de bombeo para lavado de filtros, está constituido por tres bombas.

Bomba N° 1, Estará en funcionamiento al mismo tiempo que el soplador de aire, para el lavado aire/agua. Entrará en funcionamiento, cuando se encienda la bomba N° 2, durante el enjuague.

Bomba N° 2, Funciona al mismo tiempo que la bomba N° 1, para enjuague de los filtros.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Bomba N° 3, Es una bomba en *stand by*.

Las tres bombas son controladas desde cada uno de los 6 tableros de mando, el control está localizado en la galería superior o galería de operaciones.

- Lavado de los filtros sin expansión de los medios
- El lavado sin expansión de los medios filtrantes, se obtiene con aire y agua.
- Lavado agua y aire; y,
- Enjuague con agua.

En este sistema los caudales de gasto de agua de lavado es mucho menor, que en el sistema convencional de lavado con expansión de lechos.

La inyección de aire permite romper la capa superficial de la arena, donde se acumula la mayor parte de microflóculos depositados en el filtro; el lavado propio se efectúa a nivel microscópico, por la fricción de los granos.

Una importante consecuencia es que después del lavado con aire y agua, la primera agua filtrada sale perfecta menos de 1 NTU, hecho que no se da con los filtros convencionales, que requieren un promedio de 10 minutos para estabilizarse y generar agua de buena calidad. Además el medio queda muy bien oxigenado, evitando el desarrollo microbiológico, eliminando el amonio y la materia orgánica, con la consecuente disminución de la cantidad de cloro para la desinfección.

El caudal del agua de lavado al efectuarse con bomba, es constante en todo momento, dando como resultado una efectiva limpieza.

La calibración del caudal, se hace utilizando:

- Una bomba, para el lavado con una velocidad de (8m/h).
- Dos bombas para el enjuague con velocidad de (20 m/h)
- Operación de los filtros

Estas unidades se operaran mediante el cierre o apertura de las válvulas por accionamiento neumático comandados mediante una mesa de control, donde se concentran todos los mandos del filtro.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- 1.- Registrador de caudal de lavado.
 - 2.- Registrador de caudal de filtración.
 - 3.-Registrador de pérdida de carga.
 - 4.- Control del agua sedimentada.
 - 5.- Control de salida del agua filtrada, control de la válvula de drenaje.
 - 6.- Control de la válvula de retrolavado.
 - 7.- Control de las válvulas de aire.
 - 8.- Totalizador del volumen de agua de lavado.
 - 9.- Registrador de expansión de arena.
- Operación de lavado
 - Comprobar que el tanque o cisterna de agua de lavado esté completamente lleno, antes de iniciar la operación de lavado.
 - Anotar en la hoja de control la hora que se inicia la operación.
 - Cerrar la válvula de ingreso de agua al filtro.
 - Dejar filtrar el agua que queda en el filtro.
 - Cerrar la válvula de agua filtrada.
 - Abrir el desagüe del filtro.
 - Accionando el interruptor encender el soplador de aire.
 - Inyectar aire solo por 3 a 5 minutos, después de ese tiempo.
 - Encender la bomba N° 1 del sistema de lavado profundo, mantener el lavado con aire y agua, por un período de 7 a 10 minutos más, pasado ese tiempo.
 - Apagar el aire y encender la bomba N° 2, para enjuagar el filtro por 5 minutos más, transcurrido ese tiempo.
 - Anotar el agua gastada durante el lavado, indicada en el registrador de la mesa de control.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- Apagar las bombas, cerrar el desagüe del filtro.
- Abrir lentamente el agua de ingreso al filtro.
- Abrir la válvula del agua filtrada.

4.4.1 Control del proceso de filtración

Antes de poder realizar cualquier estudio del proceso de filtración en una planta de tratamiento es necesario:

- Analizar las condiciones en que éste se desarrolla, específicamente la precisión de los datos suministrados por los equipos de control y medida de flujo del filtro, así como el estado en que se encuentra el medio granular que se usa.
- Conocida esta información, evaluar la forma como se está desarrollando el proceso y la eficiencia en la remoción de microorganismos y partículas suspendidas no sedimentadas.

El primer tipo de estudio comprende:

1.- Precisión de los instrumentos de control de la filtración:

- Medidor de caudal de filtración.
- Medidor de pérdida de carga.
- Amplitud de las oscilaciones de la pérdida de carga.

2.- Control de lavado:

- Controlador del caudal de lavado.
- Duración del lavado.
- Expansión de la arena.
- Desplazamiento de la grava.

3.-Análisis del medio filtrante:

- Granulometría.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- Determinación de bolas de lodo.
- Peso específico.
- Porosidad.
- Dureza.
- Solubilidad en ácido clorhídrico.

El segundo tipo de estudio comprende:

- 1.- Medición de turbiedad.
- 2.- Medición del número de partículas, control microscópico.
- 3.- Dureza del floc.
- 4.- Medición del aluminio residual.
- 5.- Análisis bacteriológico.

Es evidente que no siempre se requiere realizar todas las pruebas anteriores. Según el criterio del operador, algunas de ellas podrán o tendrán que realizarse en forma rutinaria, otras sólo ocasionalmente, cuando se desean efectuar estudios específicos.

a) Medidor de caudal de filtración

El sistema de medida de flujo en el caso de estos filtros, se determina por la variación en el nivel del agua, en la mesa de operación se incluye un dial que marca los l/s o m³/h, que cada unidad de filtración está produciendo.

Es conveniente determinar cuál es la precisión de las lecturas que aparecen en él, el método más simple es el siguiente:

- Cerrar la válvula afluente.
- Cerrar la válvula efluente.
- Lavar el filtro en forma convencional. Suspender el lavado y llenar el filtro hasta el nivel normal.
- Colocar la regla graduada en el filtro.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Abrir la válvula efluente y determinar en segundos el tiempo que tarde en bajar el nivel de 20 a 30 cm.

Conocida el área (A) del filtro, en m², para un descenso de 20 cm, el flujo promedio será:

$$Q = \frac{0,20 A}{t}$$

Si el flujo Q, así hallado no coincide con el que marca el dial, es señal de que éste se encuentra, descalibrado, y debe buscarse la manera de repararlo.

- b) Medidor de pérdida de carga.

Al desconocerse la carga con la que está trabajando el filtro y al no tenerse monitores de turbiedad para saber la calidad del efluente que está produciendo, el operador queda totalmente a ciegas, respecto al momento en el cual tiene que lavar el filtro, por eso es conveniente instalar en la galería de tubos un piezómetro de plástico u otro material transparente, conectado al tubo de agua filtrada.

Este tipo de accesorio suplementario puede tener dos usos:

- Servir para el chequeo del medidor de pérdida de carga de la planta.
- Servir como controlador temporal de pérdida de carga cuando el medidor regular esté descompuesto o sus lecturas no sean confiables.

En lo posible debe hacerse trabajar el medidor de pérdida de carga, porque es una pieza del equipo necesaria para el buen funcionamiento de la planta, el piezómetro puede utilizarse sólo como un auxiliar, y como tal presta un gran servicio; por eso es conveniente montar en cada filtro, dejándole una válvula para poder cerrar el flujo en él cuando se realiza el lavado de la unidad correspondiente.

- Control del lavado
- Por lo general en toda planta de tratamiento del agua existe un controlador del caudal de lavado, que además afora la velocidad

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

ascensional en pulgadas por minuto o en m/s, el cual puede estar descalibrado.

Para calibrarlo se puede proceder de la siguiente manera:

- Cerrar la válvula afluente y cuando el nivel del agua descienda hasta el borde de las canaletas, cerrar la válvula efluente.
- Abrir la válvula de desagüe y de lavado. Fijar la velocidad de lavado en una cantidad determinada.
- Cerrar la válvula de desagüe y medir el tiempo que tarda en subir el nivel de agua en la caja del filtro 30 cm.
- Abrir la válvula de desagüe y continuar con el lavado normal, la distancia de 30 cm, dividida por el tiempo que tarda el agua en ascender (s), será la velocidad de lavado en cm/s. Si ésta no coincide con el dato suministrado por el controlador de caudal significa, que dicho aparato se encuentra descalibrado y debe corregirse.

- Duración del lavado

Cuando se hace el lavado de un filtro, la turbiedad del agua aumenta rápidamente, al principio hasta llegar a valores superiores a 1000 NTU, y luego a medida que el lecho, se va limpiando, va disminuyendo, hasta alcanzar cifras inferiores a 10 NTU, las cuales no decrecen por debajo de cierto límite, aún cuando se prolongue el tiempo de lavado. Al estudiar esta curva, se puede determinar el tiempo óptimo de lavado. El procedimiento para determinar dicha curva es el siguiente:

- Prepárese 15 frascos de 150 ml numerados.
- Inicie el lavado normal del filtro, y tan pronto como caiga la primera agua de lavado de la canaleta o arteza, llénese el frasco N° 1, rápidamente, continúese llenando los frascos cada minuto, hasta completar los 15 frascos.
- Determínese las turbiedades de cada muestra y dibujar una curva en papel semilogarítmico (3 ciclos), con los valores obtenidos.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- Obsérvese en la curva el punto de inflexión inferior, en donde ésta tiende a ser asintótica, con respecto al eje horizontal. Márquese ese punto y léase el tiempo, que corresponderá al óptimo de lavado, a partir del cual, no se gana prolongando el lavado.

En los filtros con lavado con aire y agua, el tiempo óptimo que se requiere para lavar un filtro, será de 12 a 15 minutos.

- Expansión del lecho

Según la velocidad con que se inyecte el agua de lavado y el tamaño del medio granular, el lecho filtrante tenderá a expandirse más o menos.

En los filtros de diseño europeo como éstos, con arena gruesa de 0,8 a 1,2 mm de diámetro efectivo y lavado con agua y aire, la expansión es sólo del 0 al 5%.

El procedimiento para medir la expansión es el siguiente:

- Medir la distancia entre el borde del filtro hasta la superficie del medio granular, con las válvulas afluentes y efluentes cerrados.
- Abrir la válvula de lavado y la de drenaje, medir nuevamente la distancia entre el borde del filtro y el lecho filtrante expandido. La diferencia entre las dos lecturas, será el aumento de espesor, el cual se expresa como porcentaje de espesor del total, de la siguiente manera:

$$\% \text{ expansión} = \frac{\text{Diferencia de altura} \times 100}{\text{espesor del lecho}}$$

La determinación de la distancia entre el borde del filtro y la superficie del medio granular durante el lavado, presenta cierta dificultad en la mayoría de los casos, pues no siempre el agua al final del proceso de limpieza queda tan clara, como para que esta medida, se pueda hacer con facilidad, cuando esto no es posible, se puede utilizar una varilla a la cual se sueldan cucharas metálicas cada dos cm, al dejarla fija sobre el lecho, las cucharas se llenan de arena durante el lavado, hasta la altura correspondiente hasta la que haya

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

subido el lecho. Cuando se suspende el lavado, se mide la distancia entre la tapa más alta que se encuentra con arena y la superficie del medio filtrante. Esta será la expansión.

Cuando se utiliza este sistema de lavado, debe ser iniciado muy lentamente. De lo contrario los chorros fuertes de agua, pueden hacer que la arena suba y penetre en una de las cucharas más altas, lo que podría dar resultados falsos.

- Desplazamiento de la grava

El objetivo de ésta prueba es determinar los movimientos que pueden presentarse en la capa de grava haciendo los sondeos sobre el levantamiento topográfico, de la forma como está colocada en el filtro. Dichos movimientos son causados por deficiencias en el sistema de drenaje cuando no se distribuye bien el agua de lavado, o por aberturas muy rápidas de las válvulas de entrada del agua de lavado, o por la entrada de aire a los drenes del filtro. El procedimiento es el siguiente:

- Obténgase los planos detallados de los filtros, con la colocación exacta acotada de las canaletas de lavado y de los canales de desagüe.
- Marcar una serie de puntos fácilmente identificable en el terreno, a lo largo y ancho del filtro.
- En los puntos del lecho, previamente seleccionados, clávese una varilla o sonda, hasta tocar la grava, como nivel de referencia puede tomarse la superficie de la arena cuando está perfectamente nivelada, o la superficie del agua, dejando ésta a unos 10 cm por encima del lecho durante el sondeo
- Los datos tomados se llevan al plano y con ellos se dibujan curvas de nivel de 2 cm en 2 cm; puede así estudiarse la posición exacta que tiene la grava dentro del filtro.
- Las variaciones de nivel entre las cotas más altas y las más bajas de un filtro deben ser inferiores a 5 cm. Las variaciones mayores a 10 cm, deben ser corregidas, especialmente las causas que provocaron.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- Análisis del medio filtrante.

Granulometría del medio filtrante.

Para determinar la granulometría del lecho filtrante, se procede a sacar una muestra inalterada y analizar en la siguiente forma:

- Drenar completamente el lecho filtrante.
- Luego con un movimiento de percusión-rotación, introducir hasta la grava un muestreador de arena, extrayendo la tapa roscada superior, el que se le pone para sacarlo, a fin de que el medio granular no se caiga.
- La muestra así extraída, se coloca en un recipiente donde se le deseca a 100°C durante 12 a 24 horas, hasta quitarle toda la humedad.
- Una vez seca, se mezcla varias veces y se extrae una porción de 200 ó 500 g, el cual se pesa y se coloca en la serie de tamices seleccionados, en la serie Tyler desde el N° 8 hasta el 48 o serie standard americana (del 10 hasta el N° 50).
- Se somete a vibración intensa ya sea manual o mecánicamente, para que el material se clasifique según su tamaño.
- Se extrae el contenido retenido en cada uno de los tamices, se pesa cuidadosamente, y se anota el número de tamiz, el tamaño de abertura en mm y el peso retenido por unidad.
- Los resultados se expresan en términos de tamaño o diámetro efectivo y coeficiente de uniformidad.
- Para calcular estos parámetros, el peso retenido por tamiz se acumula y luego se obtiene el peso que pasa, restando al peso de la muestra el peso retenido acumulado. Luego en papel de probabilidades, se dibuja para cada tamaño de grano o abertura de tamiz el porcentaje de pesos acumulados de material granular que pasa, con lo cual resulta una curva que caracteriza la distribución de dicho material.
- En la curva se determina el tamaño del grano para el valor del 10% que pasa y ese será el diámetro efectivo. Se halla luego el tamaño del grano

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable- EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

para el 60% y se divide por el del 10%, y ése será el coeficiente de uniformidad.

Ejemplo:

De una planta de tratamiento se extrajo y desecó una muestra de 200 g de un lecho filtrante, se cribó en la serie U.S standard de tamices y se obtuvo los resultados que se incluyen en la siguiente tabla.

1 TAMIZ SERIE U.S.	2 TAMAÑO DE LA ABERTURA (MM)	PESO (G)			6 % QUE PASA ACUMULADO POR TAMIZ $\Sigma A \times 100$ 200
		3 RETENID O (G)	4 RETENIDO ACUMULADO ΣA	5 QUE PASA ACUMULADO 200 ΣA	
12	1.68	20	20	180	90
16	1.19	25	45	155	77.5
20	0.841	45	90	110	55
30	0.595	55	145	55	27.5
40	0.420	40	185	15	7.5
50	0.297	14	199	1	0.5
<50	<0.297	1	200	0	
Total muestra: 200 g.					

En la tabla anterior las columnas 1, 2, y 3, son los datos tomados durante el ensayo. La columna 4, resulta de acumular los valores de la columna 3, la columna 5, es el peso de la muestra (200 g) menos los valores de la columna 4, la columna 6, es la 5 expresada en porcentaje del peso total de la muestra.

Los datos de la columna 2 y 6 se deben graficar en un papel de probabilidades, en ella se puede leer:

- Diámetro efectivo (tamaño del 10%) = 0,45 mm.
- Tamaño del 60% = 0,90 mm

Coeficiente de uniformidad

$$= \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0,90}{0,45} = 2$$

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

La arena es un poco fina (diámetro efectivo es de 0,45), Un 8% es menor de 0,42 mm y un 0,5% menor de 3,0 mm. Estas partículas tan pequeñas acortan innecesariamente las carreras de filtración, sin que produzcan una mejor calidad de agua, y deben por eso removerse haciendo un fuerte lavado con bastante expansión del lecho para botarlas (50%). Hay un 10% de partículas mayores de 2,0 mm que no son convenientes, pues son demasiado grandes y aumentan el coeficiente de uniformidad hasta 2.

Una vez repetidos los lavados vigorosos, pueden mejorar las características granulométricas del lecho filtrante analizado, porque al eliminar las partículas finas aumentará el tamaño efectivo y disminuirá el coeficiente de uniformidad.

- Bolas de lodo

El objetivo de esta prueba es medir la cantidad de bolas de lodo existentes en el medio filtrante.

La presencia de estas se debe generalmente a un lavado deficiente que no remueve el material retenido en el lecho durante el proceso de filtración o a una frecuencia incorrecta en los lavados. El procedimiento es el siguiente:

- Drenar el filtro hasta cerca de unos 30 cm por debajo del nivel de la arena.
- En cuatro puntos seleccionados del lecho filtrante, introduzca un muestreador para extraer muestras del medio granular. El volumen aproximado de un muestreador de 10 cm de diámetro por 16 de profundidad, es aproximadamente 1250 ml, las 4 muestras darán un total de 5 litros.
- El material se vierte en un tamiz N° 10, el que se sumerge luego en un balde con agua, moviendo el tamiz suavemente, para que la arena se desprenda y queden retenidas las bolas de lodo. No debe colocarse porciones grandes de muestra en el tamiz, para evitar el rompimiento de las bolas.
- Transferir las bolas en una probeta conteniendo una cantidad conocida de agua, por ejemplo puede utilizarse una probeta de 500 ml, a la que se agregó 200 ml de agua, el volumen de bolas de lodo será dado por el aumento del volumen de agua en la probeta.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- El resultado se expresa en porcentaje con respecto al volumen de la muestra procesado así:

$$\% \text{ bolas de lodo} = \frac{\text{Incremento de volumen en la probeta} \times 100}{\text{Volumen de muestra}}$$

La calificación del filtro según su porcentaje de bolas de lodo, se da en la tabla siguiente:

% DE VOLUMEN DE BOLAS DE LODO	CONDICIONES DEL MEDIO FILTRANTE.
0 - 0,1	Excelente
0,1 – 0,2	Muy bueno
0,2 – 0,5	Bueno
0,5 – 1,0	Regular
1,0 – 2,5	De regular a malo
2,5 – 5,0	Mal
7.5	Muy malo

- **Peso específico**

La determinación del peso específico de una muestra de medio granular puede realizarse de la siguiente manera:

- Secar la muestra del medio filtrante que se quiere analizar durante 24 horas a 103° C.
- Pesar cuidadosamente una muestra de 150 g y colocarla en un vaso de precipitados de 400 ml.
- Añadir 100 ml de agua destilada y hervir durante 5 minutos a fin de expulsar el aire.
- Pesar un matraz desecado de 250 ml.
- Enfriar y llevar la muestra a ese matraz. Completar con agua destilada hasta la marca.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Pesar el agua y el matraz más la muestra de lecho filtrante. El peso específico será igual a:

$$\delta = \frac{\text{Peso de la muestra (150 g)}}{\text{volumen de la muestra}}$$

El volumen de la muestra es igual a:

$$V_m = V_a - V_b.$$

$$V_a = \text{Volumen de la muestra + agua} = 250 \text{ ml.}$$

$$V_b = \text{Volumen de agua desplazada.}$$

La secuencia de cálculo se puede observar en el ejemplo siguiente:

- Peso del matraz + la muestra + agua = 441,4 g.
- Peso de matraz sol = 98,2 g.
- Peso de muestra + agua (441,4 - 98,2) = 343,2.
- Volumen del agua (343,2 - 150) = 193,2,
- Volumen de la muestra (250 - 193,2) = 56,8,
- Peso específico $= \frac{150}{56,8} = 2,64$

- Porosidad

La porosidad del lecho filtrante debe determinarse de manera que sea indicativa de la que existe en los filtros.

En la práctica la porosidad no es constante, sino que cambia con la velocidad del lavado y con la sedimentación de las partículas cuando se suspende el flujo ascensional. Se considera que varía entre 42 y 44 % para arena. Existen dos métodos para analizarla, se describe el método de Hulbert y Feben.

- Colocar 150 g de arena en un tubo Jackson de 0,75 m de largo y 2,8 cm de diámetro, llenar hasta la mitad con agua. La muestra debe lavarse previamente para eliminarse la tierra y el polvo que puede contener.
- Agitar a fin de extraer el aire.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- Si el agua es turbia decantar hasta clarificar.
- Llenar el tubo completamente con agua, y colocarle un tapón de goma de modo que no quede burbujas de aire adentro.
- Rotar el tubo en 180°
- Cuando la arena se sedimente en el fondo del tubo rotar de nuevo rápidamente 180 y colocarlo en un soporte a fin de que permanezca verticalmente sin perturbaciones.
- Marcar el tubo con un lápiz especial el borde de la arena.
- Remover la arena y el agua del tubo.
- Añadir agua hasta la marca que se hizo en el tubo y medir este volumen en un cilindro graduado (probeta).

La porosidad en porcentaje será igual a:

$$P = \frac{\text{Volumen de vacíos}}{\text{Volumen de la muestra}} \times 100$$

El volumen de vacíos puede hallarse por la diferencia entre el volumen medido en el cilindro graduado, volumen total menos el volumen de la muestra (peso de la muestra, 150g) por su peso específico.

La secuencia del cálculo puede verse en el ejemplo siguiente:

- | | |
|---|-------|
| - Volumen total hasta la marca hecha en el tubo Jackson | 111,9 |
| - Peso de la muestra | 150 g |
| - Peso específico de la muestra (medido previamente) | 2,64 |
| - Volumen de la muestra 150/2,64 | 56,8 |
| - Volumen de vacíos 111,9 - 56,8 | 55,1 |
| - Porosidad 55,1/111,9 x 100 | 49,4 |

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Se sugiere colocar suficiente muestra de material granular en un tubo de vidrio, como para que alcance 60 cm, o sea alrededor de 1 kg de arena (desechada y pesada), este medio filtrante se lava con flujo ascendente, hasta producir una expansión del 50%, luego se deja asentar lentamente.

La porosidad hallada es 1 a 2 % menor.

- Dureza de la arena

La dureza puede obtenerse, determinando el porcentaje que se pierde por abrasión. Para ello se coloca 500g de arena desecada a 103°C durante 24 horas y pesada. El material filtrante que se quiere analizar en un tubo de vidrio, se inyecta por el fondo un flujo suficiente para obtener la fluidificación.

Incipiente por 60 m horas, no debe fluidificarse el medio, por que en este caso no hay abrasión.

Se saca el medio filtrante, se le deseca durante 24 horas a 103°C, se pesa de nuevo, la diferencia de peso será el peso del material perdido por abrasión. El porcentaje D, de pérdida será:

$$D = \frac{500 - W_c}{500} \times 100$$

Donde W_c = peso después de 60 horas de lavado.

- Solubilidad en ácido clorhídrico

La solubilidad en ácido clorhídrico del medio filtrante se determina de esta manera:

- Lavar una muestra de 10 g de arena con agua destilada, desecarla a 103°C durante 24 horas y pesar.
- Sumergirla en solución de ácido clorhídrico al 40% (al volumen, preparado diluyendo 4 volúmenes de HCl, de peso específico 1,18 – 1,20 con 10 volúmenes de agua destilada).
- Dejar la muestra así durante 24 horas a temperatura de 18 a 20 °C.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Retirar la arena, lavar en agua destilada desecar y pesar de nuevo. El porcentaje de solubilidad será:

$$\% \text{ de solubilidad} = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso original}} \times 100$$

La arena debe tener una solubilidad menor del 5 %.

4.4.2 Eficiencia de los filtros

La determinación de la eficiencia de los filtros, puede hacerse de varias maneras, las más comunes son:

- Medida de la turbiedad del efluente.
- Control del número de partículas.
- Medición de aluminio residual en el efluente.
- Filtración en filtros pilotos.

Turbiedades permisibles del agua filtrada

Los límites permisibles de turbiedad del agua deben analizarse desde dos aspectos: el estético y el sanitario.

El aspecto estático es el que recibió mayor consideración en el pasado, desde este punto de vista se fijó como límite una turbiedad máxima permisible de 10 NTU para el efluente de los filtros, el cual bajó a 5 NTU.

Desde 1988, rige la norma de la EPA que exige una turbiedad inferior a 1,0 NTU en el 95% de las muestras tomadas en un mes.

En realidad, el control de la turbiedad es uno de los métodos más simples y prácticos, para evaluar la eficiencia no sólo de la filtración sino de todos los procesos de tratamiento. Las turbiedades inferiores a 1.0 NTU indican una operación cuidadosa de todo el sistema, es segura desde el punto de vista bacteriológico, en lo referente a la remoción de virus y protozoarios patógenos, que difícilmente son eliminados en los procesos de desinfección.

 EPS Sedaloro S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Hudson (1962), correlacionó el número de casos de hepatitis en las diversas localidades de los Estados Unidos, con la turbiedad del agua filtrada, y se encontró que existe paralelismo, entre la incidencia de enfermedades virales y el grado de clarificación obtenido.

Sobre la efectividad de tratamiento y la remoción de virus se demostró que cuando existe paso de turbiedad por el filtro simultáneamente aparecen un incremento de la población viral en el efluente, surgiendo la teoría de que las partículas de virus van asociadas a la turbiedad. Estos hechos condujeron a hacer más estrictos los reglamentos sobre calidad de agua filtrada.

La AWWA adoptó como meta 0,1 NTU como un máximo de turbiedad de agua filtrada; debido a que existe.

evidencia de que la ausencia de organismos patógenos está asociada con la ausencia de la turbiedad, y que la completa ausencia de sabor y olor requieren ese grado de clarificación.

La EPA (Agencia de Protección ambiental de los Estados Unidos) ha fijado como norma una turbiedad igual o inferior a 0,5 NTU, para el 95% de muestras tomadas en el mes.

Por otra parte el costo de producción de un agua que cumple con estas especificaciones, generalmente no es mayor, debido a que solamente se debe obtener un mejor rendimiento de las instalaciones existentes.

- Índice de dureza del floc

Existe una serie de métodos sugeridos para evaluar la dureza del floc; uno de ellos es correlacionar el esfuerzo cortante que ha sufrido el floc, con la pérdida de carga del filtro (h) asumiendo que ha llegado a su máximo y cuando la turbiedad en el efluente ha excedido el límite permisible de turbiedad (1,0 NTU). Este esfuerzo cortante crítico puede ser mayor, menor o igual que el esfuerzo cortante producido cuando alcanza la máxima pérdida terminal de carga h. de aquí resulta que:

$$\frac{\tau_c}{\tau_m} = \frac{(hc)^{1/2}}{(bm)^{1/2}} = I_D = \text{índice de dureza}$$

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Ejemplo:

Si en una carrera de filtración se alcanza a una turbiedad efluente de 1 NTU (máxima aceptable), cuando la pérdida de carga en ése momento era de 1,20 m y la máxima permisible del filtro es de 2,0 m:

$$I_D = \frac{1,20}{2,0} = 0,77$$

Desde el punto de vista de la economía de agua de lavado, el floc óptimo para filtración es aquel que tiene un $I_D = 1$ ó se aproxima a ese valor. Si es menor el floc debe considerarse como blando, y duro si es mayor. La siguiente tabla puede servir de guía.

Dureza del floc

VALORES DE I_D	CALIFICACIÓN DEL FLOC
< 0.65	No adhesivo
0.65 - 0.80	Muy blando
0.80 - 0.95	Blando
0.95 - 1.05	Optimo
1.05 - 1.10	Duro
> 1.10	Muy duro

- Sistemas de conteo del número de partículas

En la actualidad existen diversas marcas de aparatos para la determinación del número de partículas, existen los que miden tamaño y número en flujo continuo y otros.

El conteo de partículas puede hacerse conjuntamente con la turbiedad y el NMP de coliformes; pues existe una directa correlación directa entre reducción de turbiedad y reducción de carga bacteriana, quistes y ooquistes presentes en el agua.

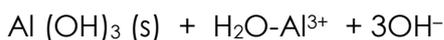
 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Aluminio residual

Si bien el aluminio residual no puede considerarse como una manera de medir la eficiencia de la filtración, es un parámetro importante que debe determinarse por los perjuicios que produce el mantener altos contenidos de Al^{3+} en la red; básicamente estos perjuicios son dos:

- Post precipitación de partículas en el sistema de distribución con el consiguiente mal aspecto del agua.
- Intoxicación de los pacientes de diálisis, debido a l alto contenido de aluminio.

La ecuación de disociación del hidróxido de aluminio en las aguas es como sigue:



Por tanto:

$$K = \frac{[Al^{3+}][OH^-]^3}{[Al(OH)_3]} = 10^{-33}$$

Cuando se agrega sulfato de aluminio al agua, puede disolverse hasta 500 g/l, sin producir sobre saturación, siempre y cuando el pH baje por debajo de 3; las soluciones concentradas de sulfato, tienen un pH entre 2 y 2,5, según sea la alcalinidad que tenga el agua, por eso se puede disolver tanto sulfato.

Valores de solubilidad del aluminio

Solubilidad mg/l de	pH			
	3	4	5	5.5
$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	10 000	51.3	0.3	0.03
Al^{+++}	450	2.33	0.014	0.014

En cambio en las soluciones diluidas que tienen pH relativamente altos, superiores a 5,5, las solubilidades del sulfato es baja, pero aumenta rápidamente en proporción de un orden y magnitud por cada unidad de pH. Por eso el pH 6,5 la temperatura de 15°C, la solubilidad del sulfato es del orden

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

de 0.3 mg/l equivalente a 0.014 mg/l de Al⁺⁺⁺, mientras que a pH 8 la solubilidad llega hasta 12 mg/l de sulfato de aluminio equivalente a 0.45 mg/l de Al⁺⁺⁺.

La meta de la AWWA es un valor de 0.05mg/l de Al⁺⁺⁺ como el deseable, pero muchas veces no es posible en todos los casos llegar a ese ideal, se presenta la siguiente tabla para fijar los límites de alúmina residual.

Límites fijados por Palin para el aluminio residual.

PH	6.5	7.0	7.5	8.0
Límite recomendado mg/l	0.05	0.10	0.15	0.20
Límite tolerable mg/l	0.15	0.20	0.25	0.40

Las aguas poco alcalinas y de bajo pH, tiene menor capacidad para mantener en solución el aluminio residual, sin embargo no debería contener valores superiores a 0,15 mg/l para pH = 7,5 con un máximo de 0,45 mg/l para pH 8.

Si estos valores se exceden, se presenta una post-precipitación en la red de los coloides que han quedado sin filtrar.

Esta agua sobresaturada con ión aluminio tiende a precipitar dentro de las tuberías y cisternas arrastrando las partículas remanentes de turbiedad. En el siguiente cuadro se pueden observar el número de partículas remanentes de acuerdo a la turbiedad residual, las cuales tienden a formar con el tiempo un floc lo suficientemente visible, como para dar un mal aspecto al agua en la red.

Número de partículas agua filtrada

TURBIEDAD	NÚMERO DE PARTÍCULAS / ML
5	10 ⁷
0.5	10 ⁶
0.05	10 ⁵

 EPS Sedaloro S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Palin halló una correlación entre concentración de compuestos de aluminio soluble en el agua coagulada y filtrada, la turbiedad y el número de partículas.

Correlación de aluminio residual, turbiedad y número de partículas.

Sulfato de aluminio, mg/l	20	40	55	70	100	130
Aluminio residual, mg/l	0,11	0,10	0,08	0,06	0,19	0,43
Turbiedad residual	0,23	0,07	0,07	0,11	0,37	0,90
Tamaño en micras	Número de partículas por tamaños en 50µ l del efluente de un filtro					
0,59 – 1,0	97000	55000	23000	17000	24000	30000
1,0 – 2,0	1,610	705	565	385	1780	4900
2,0 – 3,0	113	83	73	85	740	2320
3,0 – 4,0	30	26	33	30	236	635

- Estudio microscópico del agua.

El procedimiento para el estudio microscópico del agua filtrada consiste en tomar una muestra de 2 litros o más, si fuera necesario, concentrarla de acuerdo a los métodos normales, ya sea por centrifugación o por filtración en el embudo Sedgwick-Rafter, colocar el concentrado en un microscopio calibrado, provisto de ocular micrométrico y contar el número de partículas presentes en la celda.

Este método de evaluación del agua filtrada permite evaluar el material que pasa por los filtros e identificar la materia de origen biológico y las masas amorfas de origen químico.

De esta manera se puede detectar el material microscópico no óptico, que no aparece registrado como turbiedad y que tiene importancia en la evaluación de los procesos de tratamiento del agua. Este punto merece especial consideración debido a que existe poca correlación entre la turbiedad y el conteo microscópico de partículas. De aquí, que puede deducirse que la turbiedad no es un buen índice del número de partículas que el agua filtrada contiene y, por lo tanto, de la posible carga orgánica del efluente, debido a

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

que parte del material suspendido no puede detectarse por fotometría por la insuficiente diseminación de la luz.

El problema radica en que el conteo microscópico es un procedimiento lento y tedioso que debe realizarse aunque sea en forma ocasional.

- Análisis bacteriológico

El análisis bacteriológico del agua es uno de los ensayos más característicos para medir la eficiencia del proceso de filtración y en general de los procesos de tratamiento.

El agua proveniente de los filtros, cuando el efluente tiene una muy baja concentración de partículas, debe aparecer con poca o nula contaminación bacterial, expresada como número más probable de bacterias coliformes por 100 ml. Mayores datos sobre el análisis bacteriológico se proporcionan en la sección controles de laboratorio.

4.5 Desinfección - Cloración

La desinfección tiene por finalidad la destrucción de organismos vivos, potencialmente infecciosos contenidos en el agua, esta operación, se puede efectuar mediante la aplicación, de cloro, ozono, luz ultravioleta o iones de plata. La operación más generalizada es la aplicación de cloro.

La cloración consiste en la adición de cloro al agua con la finalidad de:

- Desinfectar las aguas.
- Controlar olores y sabores.
- Prevenir el crecimiento de algas y micro-organismos. La función más importante es la desinfección.

a) Propiedades del cloro

- Físicas

Es un gas de color verde amarillento, 2,5 veces más pesado que el aire.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Químicas

Es altamente corrosivo para los metales comunes, cuando está mezclado con el agua. Seco sólo afecta al aluminio y al latón.

Solo no es explosivo ni inflamable, pero ayuda a la combustión (es un gas comburente).

En estado gaseoso es tóxico aún en pequeñas cantidades, causa irritación a las vías respiratorias; en cantidades mayores puede causar la muerte por sofocación y asfixia.

En estado líquido puede causar quemaduras a la piel.

b) Reacciones del cloro

El cloro es un gas soluble en el agua.

Se combina con muchos compuestos orgánicos e inorgánicos, produciendo calor y en algunos casos hasta luz.

Por ejemplo:

- La reacción del cloro con el hidrógeno sulfurado (H_2S) y con las impurezas inorgánicas.
- La reacción del cloro con el amoníaco (NH_3), para formar varios tipos de cloraminas.
- El cloro se combina también con los compuestos naturales contenidos en el agua, tales como los ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales producen coloración en el agua (provienen de la vegetación descompuesta); de esta combinación se forman los complejos compuestos, entre los cuales tenemos los Trihalometanos.
- La reacción del cloro con algunas sustancias orgánicas puede ser en algunos casos violentamente explosiva, por ejemplo la mezcla de cloro gas (Cl_2), y el metano (gas que se produce por efecto de la descomposición de la materia orgánica) en presencia de la luz solar, o luz artificial, es muy explosiva.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- La mezcla del cloro con la parafina, u otros hidrocarburos (petróleo y derivados) puede también causar fuerte explosión.

c) Desinfección con cloro.

El agua contiene millones de millones de pequeños microorganismos, tales como las bacterias y los virus. Muchos de estos organismos son inofensivos, pero algunos de ellos pueden causar enfermedades como:

- Gastroenteritis
- Tifoidea
- Disentería
- Hepatitis infecciosa
- Cólera

El propósito de la cloración es destruir los organismos responsables de la difusión de enfermedades originadas por el agua.

En la destrucción o mortandad de microorganismos hay dos factores extremadamente importantes que afectan el éxito de la cloración:

- 1.- El tiempo de contacto; y,
- 2.- La cantidad de cloro añadido.

Existen también otros factores que son importantes en la cloración:

- La temperatura, que afecta la acción desinfectante del cloro, a mayor temperatura, más rápida es la destrucción bacterial.
- El pH, también afecta, a medida que el pH aumenta el valor sobre 7,0, se necesitan tiempos de contacto mayores.
- Debido a que el cloro tiene propiedades químicas activas, reacciona con muchas sustancias que se encuentran en el agua en forma natural. A menos que se encuentren en cantidades considerables consumirán todo el cloro y evitarán la formación de cloro residual libre.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable- EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Para comprender mejor la formación del cloro residual libre, veamos cómo reacciona el cloro con el agua destilada y comparemos luego su reacción con el agua natural.



En el agua destilada la cantidad de cloro residual, está directamente relacionada con la dosis de cloro añadida, por ejemplo si se añade 2 mg/l de cloro, se produce un residual de 2 mg/l, en el agua destilada todo el residual es libre.

En el agua natural, debido a las impurezas que naturalmente se encuentran, los residuales de cloro libre no se empiezan a formar sino hasta cuando se haya añadido la cantidad de cloro como para pasar el punto de quiebre. Vamos a revisar el concepto del punto de quiebre y como se forma el cloro residual libre.

Por ejemplo, una muestra de agua contiene, algo de manganeso, hierro, nitrito, materia orgánica y amoníaco. ¿Qué sucede en este caso, cuando se añade una pequeña cantidad de cloro? No se produce cloro residual, por que el cloro se combina con todos los elementos minerales y es consumido, por lo tanto no se produce el cloro residual; no hay desinfección.

Ahora añadamos un poquito más de cloro, el cloro empieza a reaccionar con el amoníaco y la materia orgánica, formando las cloraminas y compuestos organoclorados, a estos dos productos se les denomina "Cloro residual combinado". Tenemos ahora un residual de cloro, pero éste está combinado con otros compuestos, los residuales combinados, tienen poder desinfectante muy pobre.

Si añadimos un poquito más de cloro, el residual decrece, ésta dosis debe ser desechada por dos razones:

- 1.- Es un residual combinado, con acción desinfectante débil.
- 2.- Es un residual que causa olores y sabor en el agua.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable- EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

A partir de ése momento añadimos un poquito más de cloro y comenzará a formarse cloro residual libre, libre en sentido de que no ha reaccionado con nada más y es disponible, en el sentido de que se puede y va reaccionar con otras sustancias contenidas en el agua. El cloro residual libre es un poderoso desinfectante, 25 o más veces más efectivo que su forma combinada; a esto se conoce como cloración al punto de quiebre.

La dosis necesaria para alcanzar el punto de quiebre, es la dosis mínima necesaria para mantener un residual libre en el sistema.

El cloro en su forma gaseosa, puede aplicarse directamente como gas, o en dilución, a través de equipos denominados cloradores; en este caso se va a utilizar un clorador de solución al vacío.

d) Dosificadores de cloro

El clorador de solución al vacío, es el de uso más generalizado, debido a su confiabilidad y seguridad en la operación.

Una instalación completa de este tipo, está constituida por:

- Cilindros (container) de cloro de 1000 kg (2 200 lbs) vacíos.
- Clorador propiamente dicho, cuyas características varían según el modelo y el fabricante. Para este caso se ha utilizado un Equipo Clorador modelo V10K de inyección al vacío para montaje en pared, con capacidad de 0 a 500 lbs/día.

e) Partes del clorador

El clorador propiamente dicho, es de marca Wallace & Tiernan / Siemens (USA) modelo V10K de inyección al vacío, con la unidad de control montada en la pared, incluye rotámetro con capacidad de 0 a 500 lbs/día. El equipo está constituido fundamentalmente por las siguientes partes:

- Un inyector con salida de ¾" de diámetro (está dentro de la caja del clorador)

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Venturi, mediante el cual se succiona el cloro a través del equipo. Este inyector de 1" sirve como cámara de mezcla entre el cloro y el agua que se empleó para ejercer el vacío.
- Una válvula para controlar o ajustar la dosificación, normalmente es una válvula de aguja que puede taponarse u obstruirse fácilmente, por lo que es más recomendable un orificio o vástago ranurado.
- Un medidor de gasto o rotámetro, es un tubo de vidrio, que indica la cantidad de gas que pasa a través del equipo. Como la densidad de un gas es afectada por los cambios de temperatura y presión atmosférica, se cuenta con válvulas reguladoras de presión a la entrada y de vacío (de 1000 lbs) a la y salida del medidor.
- Una Trampa de vapor

4.5.1 Operación del clorador

En la operación del clorador se pueden distinguir tres aspectos.

- 1.- El manejo y almacenamiento del cloro.
- 2.- La determinación de la dosis a aplicar.
- 3.- La operación del equipo.

En este caso la planta de tratamiento de Iquitos, cuenta con cilindros de 2000 libras de capacidad (containers), que están equipados con:

Dos tubos de evacuación, dos válvulas, seis dispositivos de seguridad en forma de tapones fusible, y un capuchón protector de válvula, una placa de latón para identificación del propietario, una placa para identificación del fabricante.

Los contenedores DOT 106^a500X, están autorizados para transporte de cloro, capacidad de almacenamiento 907 kgs. ó 2 000 lbs.

Las válvulas de salida obedecen a un diseño especial, de acuerdo a las especificaciones técnicas de las normas norteamericanas, estas válvulas están equipadas de seis fusibles metálicos roscados de seguridad, los cuales están

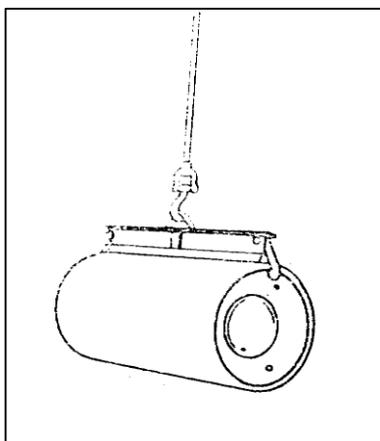
	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

diseñados para fundirse a temperaturas entre 70 y 74°C, aliviando la presión del cilindro y previniendo la rotura del recipiente en casos de incendio o de cualquier otro tipo de exposición a mayores temperaturas que las ambientales.

Manipulación de los contenedores

El cloro es una sustancia riesgosa, y sus recipientes deben ser manipulados con sumo cuidado. Cuando se trasladan los cilindros, los casquetes de protección de las válvulas deben estar colocados, no deben dejarse caer ni recibir fuertes golpes con otros objetos. Los recipientes deben ser cargados y descargados de los camiones sobre una plataforma de recepción, que debe estar a la misma altura que la plataforma del camión.

Para transferir los contenedores al almacén deben usarse grúas hidráulicas de puente. La grúa sólo debe ser operada por personal capacitado, para prevenir el riesgo de que los recipientes caigan o se golpeen. Cuando los contenedores deben alzarse y no se disponga de grúa especial o elevador, deberá utilizarse una polea, con soporte de plataforma especial para asegurar bien el recipiente.



Almacenamiento de los contenedores

Los recipientes de cloro pueden almacenarse dentro del almacén, echados sobre apoyos de madera.

Cuando el área de almacenamiento se encuentra dentro del interior del edificio, el recinto debe estar bien ventilado, los recipientes deben ubicarse propiciando una fácil manipulación para casos de producirse fugas de gas.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Los recipientes de cloro deben mantenerse alejados de cualquier foco de irradiación de calor intenso como radiadores térmicos o líneas de vapor, por que el fusible de seguridad del cilindro al detectar temperaturas alrededor de 70° puede fundirse y comenzar a escapar.

Los recipientes llenos y vacíos, deben almacenarse por separado. Aún cuando el recipiente esté vacío deben llevar sus casquetes de protección, y colocado el tapón en la válvula de salida.

No almacenar los recipientes cerca de materiales inflamables, ni donde se encuentre frecuentemente expuestos a la humedad.

Colocar los recipientes en orden de llegada, para ser usados de acuerdo a este orden. Los recipientes no deben estar expuestos a los rayos del sol ni a la intemperie, mantenerlos en almacenes techados en condición limpia e inspeccionar en forma regular para detectar fugas de gas.

➤ **Precauciones en el uso del cloro y sus derivados**

El cloro en todas sus formas, es una sustancia que debe manejarse con sumo cuidado, ya que es altamente tóxico. Evidentemente, en su forma gaseosa es cuando presenta mayor peligrosidad, ya que puede diseminarse rápidamente en el ambiente donde se encuentra.

Pero, los hipocloritos, tanto de sodio (líquido) como de calcio (polvo o gránulos) también requieren ser manejados cuidadosamente, ya que tienen acción corrosiva, que puede facilitar su derrame o su mezcla con otras sustancias accidentalmente. Debiendo tenerse presente aquella frase que dice: "los accidentes no suceden, se originan".

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta en el manejo del cloro, es que los equipos dosadores patentados, traen consigo las indicaciones para su instalación y funcionamiento, cuyo contenido debe ser rigurosamente aplicado. En ese sentido los operadores de estos equipos deben recibir la capacitación adecuada, tanto en el manejo del equipo, como en los cuidados a tenerse en cuenta.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

En muchos casos se ha observado que ante una fuga de cloro en forma gaseosa, el pánico cunde entre los operadores, agravando el problema. De ahí que, cada cierto tiempo, ese personal debe llevar a cabo simulacros de fuga de cloro, así como también la revisión periódica de los equipos de protección.

- **Manejo y almacenamiento del cloro gaseoso**

En el manejo y almacenamiento del cloro gaseoso, debe tenerse presente las siguientes recomendaciones: (1)

No manejar bruscamente los cilindros de cloro; nunca dejar caer los cilindros ni permitir que choquen entre sí. Los recipientes de 907 kg, deben usarse montacargas, especialmente diseñados, provistos de una barra, para bajar de un camión al suelo, es conveniente usar elevadores automotrices, o correderas con un cojín de hule en el fondo.

Evitar elevar los recipientes; si es indispensable hacerlo utilizar mordazas o camas de seguridad; evitar el uso de cuerdas, cables o eslingas de cadenas. Para mover los cilindros del almacenamiento al lugar de consumo, conducirlos en montacargas, debidamente balanceadas, de preferencia con un soporte de mordaza o una cadena de seguridad, que los fijen aproximadamente a dos tercios de su altura; por lo general, los recipientes de 907 kg se manejan con el mismo tipo de equipo de seguridad que se usa para su descarga de los cilindros de furgones de carga.

No almacenar los recipientes debajo del nivel del suelo o en la sala de alimentación de cloro. Los cilindros de 907 kg se almacenan acostados, sobre soportes o plataformas adecuadas, debidamente bloqueados para impedir que rueden.

Conservar siempre los casquetes protectores en su lugar, cuando los cilindros o recipientes no se encuentran en uso, lo mismo que cuando se están manejando, porque las válvulas de descarga y los tapones fusibles no están diseñados para soportar choques; tan pronto como se vacíe y se desconecte un recipiente, volver a colocarle el casquete protector. Siempre marcar o

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

rotular de inmediato los cilindros o recipientes vacíos; asimismo, para evitar confusiones en el manejo, es recomendable que los recipientes llenos y vacíos se almacenen en diferentes secciones de la zona de almacenamiento.

Comprobar que la zona de almacenamiento se encuentra bien ventilada y que los recipientes o cilindros se han dispuesto en forma que permita retirar una unidad con fugas con el menor manejo posible de los demás recipientes; arreglar que se utilice una bodega a prueba de incendio, equipada con un sistema de ventilación por extracción.

Algunas marcas de cloradores poseen además, alarmas internas dentro del aparato, acopladas a la válvula de alivio, que suenan cada vez que disminuye el vacío por debajo de un límite fijado o incrementa por encima del nivel de operación. Lo primero puede suceder por una falla en el suministro de agua, por el taponamiento del inyector o por cualquier fuga en el sistema de vacío.

Lo segundo puede suceder cuando existe una falla en el abastecimiento de cloro al clorador.

- **Control de gas fugas de cloro**

Para controlar las fugas que pudieran producirse en las estaciones de cloración, deberá tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

El menor olor a cloro puede indicar una fuga y debe exigir atención inmediata, porque las fugas pequeñas pueden ampliarse rápidamente.

Deben destinarse dos hombres para la reparación o corrección de una fuga de cloro para que uno de ellos actúe como observador de seguridad.

Deben hacerse con particular cuidado las conexiones al cilindro; cuando se utilizan conexiones de rosca, debe comprobarse que las roscas de los dispositivos y uniones sean las mismas que las de las válvulas de descarga del recipiente; nunca se deben forzar las conexiones que no ajusten, pues, invariablemente dan lugar a fugas.

A no ser que el aparato clorador se encuentre diseñado para manejar cloro líquido para la extracción del gas, la válvula de un recipiente de 907 kg, debe

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

encontrarse en la posición adecuada. Las dos válvulas idénticas en una de las cabezas de un recipiente de 907 kg se encuentran conectadas a tuberías eyectoras en el interior del recipiente. Cuando se encuentra acostado y las válvulas se hallan en línea vertical (una arriba de la otra), la válvula inferior descarga cloro líquido y la válvula superior descarga cloro gaseoso de la cámara de gas sobre el nivel del líquido.

Muchas plantas que utilizan recipientes de 907 kg disponen de cunas que soportan a los recipientes sobre las básculas, o también en una posición ligeramente inclinada, con la cabeza que contiene las válvulas 2,5 cm. más alta que la otra cabeza, para elevar la cámara de gas del tanque, de modo que cuando se extrae cloro de un recipiente lleno se asegura la descarga de cloro gaseoso, en lugar del líquido.

El consumidor nunca debe alterar o reparar los recipientes o válvulas, excepto para atacar las fugas alrededor de los vástagos de las válvulas apretando la tuerca del prensa-estopas. Nunca se deben tocar o pisar los dispositivos de seguridad. No se puede regular abajo del asiento de la válvula. El recipiente de 907 kg se encuentra equipado con seis tapones metálicos fusibles (tres en cada extremo), fabricados para que se derritan o fundan entre 70°C y 74°C, permitiendo en esta forma la descarga del contenido del recipiente.

Deben abrirse lentamente las válvulas de los recipientes; no deben usarse llaves de más de 15 cm de longitud, pues el empleo de llaves más grandes o de llaves de tubo, dañan a las válvulas. Con una vuelta completa del vástago de la válvula en sentido contrario al reloj, la válvula se abre en un grado suficiente para permitir la descarga máxima.

- **Medios de seguridad para el manejo del cloro**

“A todos los empleados que manejan o utilicen cloro, debe dotárseles de una máscara anticloro gaseoso del tipo aprobado, instruyéndolos debidamente en su uso”.

Debe conducirse un programa de ensayos, cuando menos mensuales, para familiarizar al personal con el uso de las máscaras y con la aplicación de los

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

dispositivos de seguridad para las fugas de cloro. En gavetas colocadas fuera de la zona del equipo de cloro, donde se pueda llegar fácilmente en una emergencia, deben encontrarse máscaras antigas, guantes gruesos holgados y mandiles de materiales no porosos.

Las instalaciones que empleen cloro líquido deben considerar la necesidad de establecer tanques de absorción, en los cuales el recipiente del cloro pueda quedar sumergido en una solución de soda cáustica o de álcali, de profundidad y volumen suficientes para que absorba completamente los contenidos del recipiente o del cilindro, en el caso que éste presente una fuga que no se pueda contener. El tanque con soda cáustica o álcali debe situarse en una zona inmediata a la del almacenamiento o uso. Tales tanques deben estar equipados con dispositivos adecuados de anclaje, para mantener sumergidos los recipientes o cilindros, evitando que floten cuando se hallen casi vacíos. El grado de peligro se indica por la localización de la planta de cloro, que debe ser un factor decisivo para determinar la necesidad de los tanques de absorción.

Cuando la planta de tratamiento se halla aislada de zonas edificadas, no es tan imperiosa la necesidad de los tanques de absorción, como en el caso en que el equipo de alimentación de cloro y sus recipientes se encuentra situados en un sitio de hacinamiento urbano.

Cuando se presenta una fuga de cloro, debe ponerse en marcha inmediatamente el sistema de ventilación de la sala de cloro.

Para la investigación de las fugas de cloro sólo debe intervenir personal autorizado y adiestrado. Las demás personas deben mantenerse alejadas de la zona afectada. Si la fuga se presenta en el exterior de un edificio, todas aquellas deben mantenerse en el lado de donde sople el viento, con respecto a la fuga, y si es posible a mayores alturas.

Cuando se presenta una fuga en el equipo que utiliza cloro, antes que todo deben cerrarse las válvulas de los recipientes que lo contienen.

 EPS Sedaloro S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Si un recipiente de cloro con fugas, se encuentra en una posición en la que escapa cloro líquido, debe hacerse girar o levantar el recipiente, para que únicamente descargue cloro gaseoso. La cantidad de cloro que escapa de una fuga de gas es apenas alrededor del 6,23% de la cantidad de una fuga de líquido que escapa de una perforación del mismo tamaño.

“Nunca debe aplicarse agua a una fuga de cloro, porque se crea una situación peligrosa y se empeora la fuga por la corrosiva del cloro y del agua.”

Se retarda considerablemente la evaporación si se dispone de hielo seco y se puede empacar alrededor del recipiente con fuga; si no se puede detener la fuga, debe sumergirse todo el cilindro en un tanque de absorción con solución alcalina.

Debe notificarse inmediatamente al abastecedor del cilindro, indicándole que se encuentra defectuoso y que debe tomar medidas para eliminarlo.

“Nunca debe aplicarse calor directamente a un recipiente, ya que éste puede romperse por la presión interna. Si es necesario calentar un recipiente, debe valerse de un baño de agua regulado a una temperatura no mayor de 27°C”.

Nunca debe usarse grasa en las conexiones de cloro. Pueden aplicarse, con cuidado, ciertos tipos de grasas de silicones en los vástagos de las válvulas y en las conexiones de hule duro.

Antes de desmontar las conexiones flexibles que van de los recipientes al colector múltiple, debe cerrarse la válvula del cilindro, y a continuación debe extraerse el gas a presión en el múltiple, y en las conexiones flexibles antes de cerrar la válvula del cabezal.

Debe ponerse en marcha el sistema de extracción y mantenerse en esta condición mientras se desconectan los cilindros y se procede a las reparaciones en las líneas y equipo.

Si se produce un incendio, deben hacerse todos los esfuerzos para proteger los cilindros o recipientes de cloro para retirarlos de la zona de peligro. Debe informarse a los bomberos con respecto a su localización y la naturaleza tóxica del gas.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

– Máscara antigases

A fin de que las fugas puedan ser reparadas sin peligro para los operadores, debe incluirse dentro del equipo de cloración máscaras protectoras. Este es un requisito que por desgracia se descuida con demasiada frecuencia.

Hay básicamente tres tipos de máscaras:

La máscara tipo "canister" que tiene un filtro especial en la parte inferior, que debe reemplazarse periódicamente y no sirve para altas concentraciones de cloro en el ambiente;

La máscara con tanque de aire que permite trabajar hasta 35 min, mientras dura una fuga de gas;

La máscara de oxígeno, que fabrica este elemento y tiene una duración de 45 min.

Estos dos últimos tipos, son utilizados cuando las fugas son bastante severas.

Las más utilizadas son las de tipo canastillas (canister) con las que debe tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

Las máscaras deben ser del tipo de cubierta facial completa, con canastillas apropiadas para hacer frente al cloro.

Se utilicen o no las canastillas deben sustituirse cada 6 meses por otras nuevas. Las canastillas deben cambiarse inmediatamente que se observe que se encuentren agotadas.

Las máscaras deben conservarse en gabinetes localizados convenientemente cerca de (pero no en) la sala de cloro, donde puedan tomarse en casos de emergencia, sin necesidad de llegar a la zona de cloro.

De preferencia, debe asignarse una máscara a cada empleado que tenga que ocuparse de las fugas de cloro, incluyendo a los mecánicos y todo personal que tenga que trabajar en los aparatos de cloro. Sólo mediante tal procedimiento puede ajustarse la máscara en forma permanente a la cara de la persona que tenga que usarla, con lo que, durante una emergencia, no se pierde tiempo en adaptar las máscaras.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

Debe asignarse a un empleado la obligación de llevar un registro de la condición de las máscaras. Dos veces al mes deben efectuarse prácticas con las máscaras de cloro y debe exigirse que cada empleado inspeccione cuidadosamente las fugas que pueda presentar su máscara, como oculares sueltos, conexiones defectuosas de los tubos, puntos defectuosos o desgastados y canastillas desprendidas.

La reparación de las máscaras ha de estar a cargo de un empleado adiestrado para ese trabajo, siendo recomendable que se conserven a mano las partes de repuesto, lo mismo que las canastillas adicionales para usos en emergencia. El empleado, al que se ha adiestrado apropiadamente para inspeccionar y desechar máscaras inseguras, debe realizar frecuentes inspecciones en cada máscara en servicio.

Debe advertirse a todos los empleados que deben evitar las exposiciones al cloro gaseoso por descuido o negligencia; nadie logra inmunidad frente al cloro.

Si un empleado es atrapado sin máscara en una zona con cloro gaseoso, debe abandonarla inmediatamente, conservando la cabeza levantada y la boca cerrada, absteniéndose de toser y de respirar profundamente y conservando su cabeza tan erguida como sea posible, hasta que llegue a la zona de aire fresco, colocarse en sentido contrario a la dirección del viento.

En un lugar destacado en el exterior de la sala en la que se maneja cloro, debe fijarse un ejemplar de las instrucciones de seguridad sobre el cloro; otro de esos ejemplares debe encontrarse en el equipo de primeros auxilios.

– Temperatura de la sala

Si la sala de la balanza para el cloro se encuentra separada de la sala destinada a su dosificación, la temperatura del aire de esta última debe ser, cuando menos 3°C más alta que la de la primera.

Las temperaturas más bajas en el equipo de dosificación pueden producir la condensación del gas, para formar cloro líquido, creando dificultades con dicho equipo. Se conoce que las llamadas "cargas" de cloro líquido han

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

producido reventazones en los tubos de los rotámetros y en las líneas de gas, de paredes delgadas, de los alimentadores.

- Frascos de amoníaco

La botella de amoníaco es la forma más antigua y probablemente más común de detectar las fugas de cloro. Si hay fugas de cloro aparecerá un humo blanco, ajustar o cambiar la empaquetadura de plomo para eliminar la fuga.

Abrir un cuarto de vuelta la válvula del cilindro, dejarla bien abierta, y volver a controlar si existe fugas, si no existe, dejar en funcionamiento el clorador.

4.5.2 Determinación de la demanda de cloro

La determinación de la demanda de cloro está dada por la diferencia entre la cantidad de cloro aplicada y la cantidad de cloro residual total libre o combinado, que permanece al final del período específico de contacto (es el cloro consumido por las impurezas, después de un tiempo de contacto).

- Materiales y reactivos.
 - Equipo para análisis de cloro.
 - De 5 a 10 frascos oscuros de boca ancha.
 - Soluciones para análisis de cloro.
 - Solución de agua de cloro con concentración previamente determinada.
- Procedimiento
 - Llenar cada frasco con 500 ml de agua de agua cruda.
 - Colocar en cada frasco cantidades crecientes de cloro, por ejemplo en el frasco N° 1, agregar 1 ppm, en el N°2 agregar 2 ppm, en el N° 3° agregar 2,5, en el N°4 agregar 3 ppm, en el N° 5 agregar 3,5 ppm, y así sucesivamente, agitar y dejar en reposo un mínimo de 20 minutos (debe evitarse la luz del sol).

FRASCO N°	CLORO		HORA DE ADICION	HORA DE ANALISIS	CLORO RESIDUAL		
	Ppm	ml			LIBRE	TOTAL	COMBINA DO
1	1,0	0,5			0,1	0,5	0,4
2	2,0	1,0			0,1	0,8	0,5
3	2,5	1,5			0,1	1,0	0,5
4	3,0	2,0			0,2	1,0	0,2
5	3,5	2,5			0,2	1,2	0,5
6	4,0	3,0			1,0	2,0	1,8
7	4,5	3,5			0,5	1,5	1,5
8	5,0	4,0			0,3	5,0	0,5
9	5,5	4,5			0,1	6,5	3,5

DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE QUIEBRE

DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE QUIEBRE



“BREAK POINT” PUNTO DE QUIEBRE.

DEMANDA DE CLORO AL “BREAK POINT” = PPM DE CLORO ADICIONADO EN EL
“BREAK POINT” – PPM DE CLORO RESIDUAL LIBRE TOTAL

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

DEMANDA = $10 - 1,2 = 8,8$ PPM

Dejar por un período de 30 minutos.

Al final del tiempo de contacto tomar una muestra y determinar el cloro residual libre, y el cloro residual total, graficar.

La demanda de cloro será aquella que alcance el punto de quiebre.

Dosificación de cloro en la planta

$$Ppm = \frac{Q_d}{Q^{Pta}} \quad \text{en donde: } Q_d = \text{Caudales dosaje y } Q^{Pta} = \text{Caudales de la planta}$$

Ejemplo de la aplicación de la fórmula:

El rotámetro de un clorador indica un caudal de cloro de 24 kg/día, siendo el caudal de PTA 500 m³/h. Determinar la dosificación en ppm.

Que hacer:

$$\text{Caudal del dosificador } \frac{24Kg}{\text{día}} \quad (1) \quad \text{Caudal de la PTA} \rightarrow Q_{PTA} = \frac{500m^3}{h} \quad (2)$$

Unidades de tiempo no coherentes (1) y (2)

Transformar el caudal del dosificador en kg/h:

$$Q_d = \frac{24kg}{24h} = \frac{1kg}{h} \quad (3)$$

Las unidades de tiempo (2) y (3) son semejantes. Pero las unidades coherentes para los cálculos de dosificación son g y m³.

Transformar la unidad de masa en unidad coherente con la unidad de volumen:

$$Q_d = \frac{(g)}{(h)} = \frac{1000g}{(h)} \quad \text{y} \quad Q^{Pta} = \frac{(m^3)}{(h)} = \frac{500m^3}{h}$$

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Ahora si son unidades coherentes, determinar la dosificación en ppm:

En una hora se aplicaron 1 000 g de cloro en 500 m³ de agua, por lo tanto:

$$\text{Dosificación} = \frac{1000\text{g}}{500\text{m}^3} = \frac{2\text{g}}{\text{m}^3} = 2 \text{ ppm}$$

Hay dos factores extremadamente importantes que afectan el éxito de la cloración: La destrucción de microorganismos que es directamente relacionada al tiempo de contacto con el agua y a la concentración de cloro añadido; en consecuencia al incrementar el tiempo de contacto se disminuye la dosis de cloro añadido y ocurrirá lo contrario si el tiempo de contacto es mínimo, se incrementará la dosis.

Hay también otros factores que son importantes en la cloración, la temperatura, el pH y el cloro residual, a mayor temperatura su accionamiento es más eficaz, a menor pH actúa con más efectividad.

El cloro residual libre es un poderoso desinfectante, 25 o más veces más efectivo que en su forma combinada, está libre de olor y sabor. Como su formación se inicia con el punto de quiebre, se le denomina también cloración al punto de quiebre. La dosis necesaria para alcanzar el punto de quiebre es la dosis mínima necesaria para mantener un residual libre en el sistema.

- **Dosis para mantener residual libre en sistema de distribución**

De acuerdo a los conceptos revisados para establecer la dosis de cloro que permita mantener una residual libre de 0,5 mg/l a través del sistema de distribución, se atravesará por tres etapas de transición.

Primera, Todo el cloro residual aplicado es consumido por los metales del agua y la materia orgánica (sedimento depositado en el sistema). Esta etapa puede acortarse mediante una limpieza progresiva del sistema de distribución, (debe purgarse todas las redes de la ciudad) comenzando en la planta de tratamiento, para terminar en las líneas de distribución más alejadas. Durante esta etapa no se detecta ningún tipo de residual en el sistema.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Segunda, Cuando la demanda inicial ha sido satisfecha, y el residual de cloro aplicado es consumido por el amoniaco. Esta etapa se identifica por la presencia de cloro residual combinado.

Tercera, Finalmente las demandas anteriores han sido satisfechas y se empieza a detectar cloro residual libre.

El procedimiento para la determinación de la dosis de cloro para producir un residual de cloro libre, puede tomar alrededor de 4 a 8 semanas, dependiendo del estado del sistema y del personal de operación disponible.

Procedimiento

- Limpiar con agua a presión todo el sistema de distribución, tuberías, tanques y reservorios (purga general de redes).
- Iniciar la aplicación de cloro al agua filtrada según la dosis obtenida en el laboratorio.
- Simultáneamente tomar muestras de agua a la salida de la planta, y en un punto central del sistema de distribución.
- Determinar, utilizando el método D.P.D., el tipo y cantidad de cloro residual presente en la muestra.
- Después de una semana de aplicación y muestreos continuos, aumentar la dosis en 0,1 mg/l.
- Continuar aumentando la dosis de semana en semana hasta detectar la presencia de 0,2 mg/l de cloro residual libre en el centro del sistema de distribución.
- Durante la etapa de producción de cloro residual combinado se presentarán problemas de olor y sabor a cloro. En este caso advertir a la población a fin mantener la calma.
- Graficar las dosis aplicadas, contra los correspondientes valores de residual de cloro encontrados durante el proceso de determinación de la dosis.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Determinar la dosis de cloro (D) para obtener un residual libre de alrededor de 0,2 mg/l.

Determinar la cantidad de cloro a dosificar (C) para implantar la dosis (D) obtenida:

$$C = \frac{D \times Q}{1000}$$

D = dosis en mg/l.

Q = caudal en m³/hora.

C = cantidad de cloro o dosificar en kg/hora.

- **Ejemplo de aplicación**

- Se aplicó el procedimiento descrito anteriormente para determinar la dosis de cloro necesaria para obtener un residual de cloro libre de 0.2 mg/l al afluente de una planta de tratamiento, que produce 1,0 metro cúbico por segundo (m³/s), y luego de seis semanas de trabajo se obtuvieron los resultados indicados en el cuadro siguiente.

Resultados del procedimiento de obtención de la dosis de cloro en un sistema de 1,0 m³/s.

CLORO AÑADIDO (mg/l)	PERIODO DE TRABAJO	RESIDUAL A LA SALIDA DE LA PLANTATA (mg/l)	RESIDUAL EN LA ZONA CENTRAL DEL SISTEMA (mg/l)
3	Antes de comenzar	0,2 residual combinado	No se detectó
4	Principio semana 1	0,1 residual combinado + 0,2 residual libre	No se detectó
5	Fin de semana 1	0,2 residual libre	Trazas de residual combinado
6	Fin de semana 2	0,3 residual libre	0,10 residual combinado
7	Fin de semana 3	0,4 residual libre	0,20 residual combinado
8	Fin de semana 4	0,4 residual libre	0,2 residual combinado + 0,1 residual libre
9	Fin de semana 5	0,4 residual libre	0,1 residual combinado + 0,2 residual libre
10	Fin de semana 6	0,4 residual libre	0,3 mg/l residual libre

- **Determinación del cloro residual**

Para comprobar la efectividad de la cloración, es esencial controlar el cloro residual, utilizando una determinación analítica.

- **Reactivos**

- Solución indicadora DPD, (N,N Dietil p fenil diamina).
- Solución estabilizadora de fosfato pH 6,2.
- Yodato de potasio (KI) en cristales.
- Solución de arsénico de sodio al 5%.

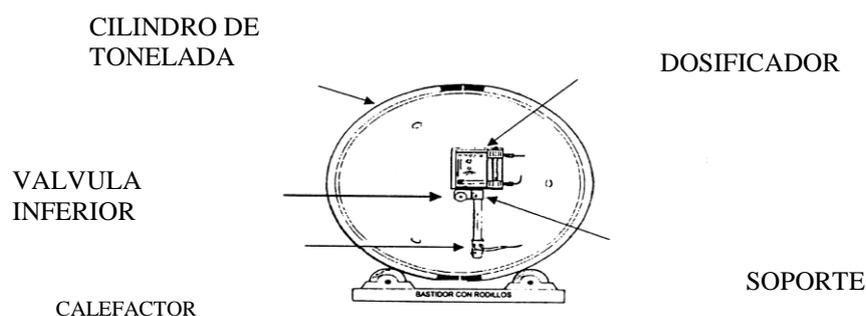
	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Aparatos
 - Comparador colorimétrico de cloro.
 - Discos de comparación.
 - Frasco para tomar muestra.
- Procedimiento
 - Tomar una muestra de agua clorada.
 - Llenar hasta el aforo del tubo.
 - Añadir un cojín o pastilla de reactivo (DpD), agitar.
 - Introducir el tubo al comparador, y con el disco de comparación ubique su similar.
 - Leer de inmediato y anotar el resultado como cloro residual libre disponible.
 - Para determinar el cloro residual total, utilizar el reactivo específico, efectuar el mismo procedimiento.
 - El cloro residual combinado, se determina por diferencia entre el cloro total menos el cloro residual libre.

4.6 Montaje y mantenimiento de dosificadores de cloro

Las instrucciones para el montaje y mantenimiento de dosificadores, son similares al proceso de montaje en cilindros chicos, pero por el peso y tamaño del container, es preciso utilizar teclas para 2 toneladas.

4.6.1 Para la instalación del cilindro



	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

INSTALACION TIPICA

- Viga especial de carga con ganchos para izamiento.
- Cable monoriel para téele.
- Bastidor con rodillos de apoyo para el cilindro.
- Balanza especial para dos toneladas.

➤ Para la instalación:

Colocar el cilindro sobre la balanza, sobre la cual colocar bastidores con rodillos, que servirán de apoyo y facilitará el posicionamiento de las válvulas de salida, sólo entonces retirar el capuchón protector de las válvulas de salida conectar el clorador (modelo autosostenible) con el tubo flexible, para esto:

- a) Colocar el tubo flexible sobre la válvula del cilindro haciendo coincidir la tuerca que se encuentra en la tubería, con la rosca que se encuentra en la válvula del cilindro; utilizar la llave correspondiente para ajustar la unión.
- b) Conectar el eyector con la bomba booster, para el abastecimiento de agua presurizada (las líneas bajo presión deben ser acero (SH.80) o de cobre, deben estar siempre secas; después de un trabajo de mantenimiento el secado se hace con vapor caliente, pasando después nitrógeno bajo presión.

Debe haber una válvula reductora de presión lo más próximo posible del cilindro en operación, destinada a facilitar las conexiones subsecuentes y destinadas a impedir la licuefacción del cloro a lo largo de las tuberías.
- c) Girar el cilindro hasta que las válvulas puedan alinearse una sobre otra, con respecto a un plano vertical.
- d) Observar la dirección de salida de la válvula superior del cilindro; si se dirige a la derecha, se necesitará un dosificador con entrada a la derecha, verificar que el dosificador tenga la dirección correcta.

- e) Antes de sacar la tapa roscada, que cierra la salida de la válvula superior del cilindro de 1 Tm, verificar que la válvula esté cerrada.
- f) Eliminar toda la suciedad que pueda haber en la válvula del cilindro, o en la superficie de asentamiento de la empaquetadura.
- g) Colocar la empaquetadura de plomo en la entrada del dosificador, no usar nunca otros tipos, ni otros materiales. Cambiar la empaquetadura en toda ocasión, que cambie el cilindro de cloro.

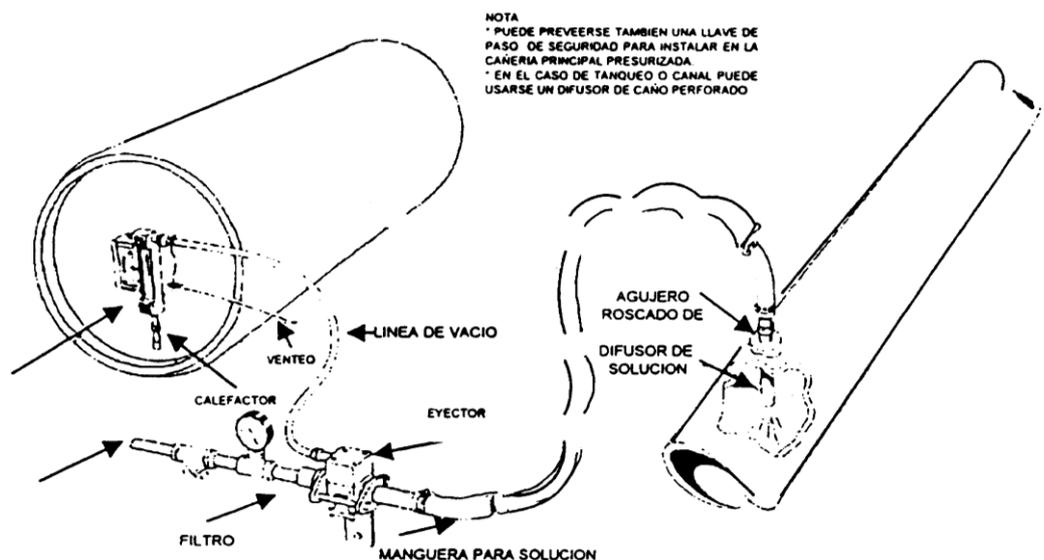
4.6.2 Instalación del eyector - difusor

El eyector puede ser instalado en cualquier posición, ya que la válvula de retención es accionada por resortes.

El punto de inyección debe elegirse cuidadosamente, de modo que la presión en dicho punto sea lo más baja posible.

El eyector únicamente genera vacío, cuando existe suficiente diferencial de presión en el mismo, la presión de entrada al eyector debe ser siempre superior a la presión del punto de inyección, la que a veces se designa como "contrapresión".

El valor diferencial de presión varía en función del valor de la contra presión y de la capacidad del dosificador.



 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Recomendaciones

Además de tener la presión de agua adecuada, la cañería de suministro a la tobera debe ser de diámetro suficiente, para permitir la circulación del caudal necesario. El diámetro de la línea de suministro de agua debe ser igual al de la conexión de entrada del eyector o inyector. Esto es válido también en casos de tramos cortos de cañería de descarga. Para espacios largos, la tubería portadora de solución, debe tener diámetros proporcionalmente mayores. Si es defectuoso el caño superior de descarga de un cilindro de toneladas lleno, (o si, se hace necesario desmontar el dosificador al poco tiempo de haber abierto, las válvulas por primera vez), la trampa del dosificador puede inundarse. Si se presenta este problema, proceder como sigue, para vaciar la trampa:

- Aislar de la trampa el caño de descarga defectuoso, cerrando la válvula superior del tubo.
 - Comprobar que la válvula reguladora del caudal esté abierta.
 - La capacidad de evaporación es de aproximadamente 10 lb/d ó 190 gr/h durante este período, el dosificador entregará gas en forma intermitente, debido a que el gas pasa por la válvula reguladora de caudal a una velocidad mayor que la velocidad de evaporación en la trampa; este ciclo termina cuando se ha vaciado la trampa.
 - Una vez vacía la trampa desmontar el dosificador y girar 180° el cilindro de tonelada; la válvula sobre la cual estaba montado el dosificador, debe quedar ahora en posición inferior.
 - Volver a montar el conjunto dosificador trampa en la válvula que queda en posición superior.
- Parada prolongada
 - Dejar que el eyector quede funcionando por un período más.
 - Cerrar la válvula de salida de gas del cilindro de tonelada.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Observar el indicador de existencia de gas. Cuando esté en rojo, el flujo de gas comenzará a disminuir, la bolilla debe caer al fondo del rotámetro y quedar allí, si esto no ocurre o si la bolilla rebota, la válvula del cilindro puede no estar bien cerrada, tratar de colocar el indicador de gas en la posición verde; si todo está bien, el indicador volverá libremente a la posición roja.
- Una vez cumplidos todos los pasos anteriores, es aconsejable desmontar el dosificador.
- Desconectar momentáneamente la salida del dosificador, la manguera de vacío y luego reconectarla. Esto provocará la apertura del sello de vacío, posibilitando el ingreso de aire por la entrada de gas.
- Dejar que el dosificador funcione con aire durante unos minutos para evacuar del sistema todo el gas remanente.
- Cortar el agua del eyector y drenarlo. Desconectar la manguera para agua y las líneas de vacío, guardar el equipo en ambiente limpio y seco.
- Cambio de cilindro
 - Cerrar la válvula del cilindro. Vigilar que la empaquetadura de la válvula no se reseque o adhiera al vástago de la misma, dando la sensación de que la válvula está cerrada, verificar que la válvula realmente esté cerrada.
 - Dejar funcionar el eyector y observar el indicador de existencia de gas, cuando esté en rojo, el rotámetro indicará que no hay flujo de gas, la bolilla debe quedar en el fondo del rotámetro indicando que no hay flujo de gas.
 - Una vez cumplidos todos los pasos anteriores, puede procederse sin riesgo a desmontar el dosificador de la válvula del cilindro.
 - Cerrar y poner en marcha el clorador, debido a un corto período de parada.

Parar

- Cerrar el registro de entrada de vacío.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Dejar la válvula abierta, hasta que el manómetro del clorador indique cero.
- Esperar unos minutos más para retirar todo el cloro.
- Cerrar el registro de la línea del vacío.
- Cerrar la válvula la válvula del clorador.
- Desconectar la energía.

Reponer la operación

- Conectar la energía.
- Abrir el registro de la línea de vacío.
- Verificar en el vacuómetro, que el vacío alcance el valor de operación.
- Abrir el registro de entrada del clorador.
- Regular la válvula del dosificador, para el dosaje requerido.

Retirar un clorador por mantenimiento

- Dejar el clorador encendido, hasta que el manómetro del evaporador indique cero.
- Cerrar el registro de entrada del evaporador.
- Esperar unos minutos más, para retirar todo el cloro.
- Cerrar el registro de salida del evaporador.
- Desconectar la energía, después del mantenimiento.

Reponer en operación

- Conectar la energía.
- Abrir el registro de entrada del evaporador.
- Abrir el registro de ingreso del cloro.
- Esperar que la presión del cloro alcance el valor de operación.
- Verificar que la válvula reductora de presión se abra.
- Abrir el registro de salida del evaporador.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Parada rápida de la planta de tratamiento (sin interrupción de energía eléctrica).

Parar

- Cerrar el registro de salida del evaporador.
- Verificar que la presión del clorador baje a cero en el manómetro.
- Esperar unos minutos más.
- Cerrar la válvula de dosificación del clorador.

Reponer en operación

- Abrir el registro de salida del evaporador.
- Regular la válvula de dosificación del clorador, para el dosaje requerido.
- Parada prolongada de la planta de tratamiento (con interrupción de la energía eléctrica).

Parar

- Esperar unos 5-7 minutos, para que el cloro gas empuje al cloro líquido hacia el cilindro.
- Abrir la válvula de salida del evaporador.
- Dejar el clorador encendido, hasta que el manómetro del evaporador y clorador indique cero.
- Desconectar el vacío.
- Cerrar la válvula de dosificación del clorador.
- Cerrar los registros de entrada y salida del evaporador.
- Desconectar la energía del sistema.

Reponer en operación

- Conectar la energía del sistema.
- Conectar el vacío.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Verificar que el vacío, alcance el valor de operación en el vacuómetro del clorador.
- Verificar el termómetro del evaporador, si el agua alcanzó el valor de operación.
- Abrir el registro de entrada del evaporador.
- Abrir el registro de salida del cilindro.
- Esperar que la presión y la temperatura del cloro alcancen el valor de la operación.
- Verificar que la válvula reductora de presión se abra.
- Abrir la válvula de salida del evaporador.
- Regular la válvula de dosificación, según la dosis requerida.

Observación:

La válvula reductora de presión tiene doble función:

- Reducir la presión de salida del evaporador, de aproximadamente 6 kg/cm² a 2 kg/cm², que es la presión de operación del clorador.
- Cuando se presenta, la falta de energía, o algún problema en la resistencia del evaporador que ocasionen el enfriamiento del agua, cerrar automáticamente para impedir que el cloro líquido alcance al clorador.

4.6.3 Sistema de cloración – Procedimiento para ajuste del dosificador

La dosificación de cloro se efectúa generalmente en partes por millón (ppm) o mg/ l.

$$ppm = \frac{Q_d}{Q_{PTA}} \text{ en donde } Q_d = \text{Caudal de dosaje y } Q_{PTA} = \text{caudal de planta}$$

Ejemplo de la aplicación de la fórmula:

- El rotámetro del clorador indica un caudal de 30 k/d, y el caudal de la planta es 250 l/s (900 m³/h).

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Determinar la dosificación en ppm.
- Caudal del dosificador 30 k/d (1),
- Caudal de la planta en m³/h (2)
- Unidades no coherentes (1) y (2), transformar el caudal de dosificación en kg/ h:

$$Q_d = \frac{30 \text{ kg}}{\text{día}} = \frac{30 \text{ kg}}{24 \text{ h}} = \frac{30 \text{ kg}}{24 \text{ h}} = \frac{1,25 \text{ kg}}{\text{h}} \quad (3)$$

Las unidades de tiempo de (2) y (3), son semejantes, pero las unidades para dosificación son g y m³, transformar la unidad de masa en unidad coherente con unidad de volumen:

$$Q_d = \frac{(\text{g})}{(\text{h})} = \frac{1250}{\text{h}} \text{ y } Q_{\text{Pta}} = \frac{(\text{m}^3)}{(\text{h})} = 900 \text{ m}^3$$

Ahora sí son unidades coherentes, determinar la dosificación en ppm o mg/ l.

$$\frac{1250 \text{ g}}{900 \text{ m}^3} = \frac{1,39 \text{ g}}{\text{m}^3} = 1,39 \text{ ppm}$$

4.7 Laboratorio de una planta

En el laboratorio, se hacen diaria y, periódicamente los análisis para el control de procesos de tratamiento y control de calidad para comprobar que el agua que se trata cumple con las normas de calidad basadas en criterios técnicos, que definen las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua para consumo humano, que debe estar exenta de organismos capaces de originar enfermedades, y de cualquier mineral o sustancia orgánica que pueda producir efectos fisiológicos perjudiciales, y que además debe ser aceptable desde el punto de vista estético.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

4.7.1 Aplicación de los valores guía

Los valores guía para la calidad del agua potable representan el nivel o concentración de un componente, que garantiza que el agua será agradable para los sentidos y no causará riesgo significativo alguno para la salud del consumidor. La calidad del agua definida por los valores guía es tal que resulta adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual; cuando sobrepasa un valor guía debe investigarse la causa, con miras a tomar las medidas correctivas. La cantidad que sobre pase el valor guía, el tiempo que dura este hecho, sin que resulte afectada la salud pública, dependerán de la sustancia o la característica específica en cuestión.

Los valores guía deben ser considerados como metas que deben cumplirse o aproximarse a él, poniendo énfasis en primer lugar en la seguridad microbiológica de los abastecimientos de agua potable. Donde quiera que se aplique desinfección por cloro, el control del cloro residual es considerado como el parámetro más conveniente y significativo a ser monitoreado.

Además de la presencia de niveles elevados de un elemento contaminante, cualquier cambio repentino, o fuera de la estación, puede ser un indicador de la contaminación de la fuente. Una inmediata inspección sanitaria y análisis microbiológicos, físicos o químicos, constituirán los primeros pasos hacia la determinación de medidas correctivas necesarias.

- Aspectos microbiológicos

Idealmente el agua potable no debe contener ningún microorganismo considerado patógeno, de igual manera debe estar libre de bacterias indicadoras de contaminación fecal. Para asegurarse de que un abastecimiento de agua potable satisfaga las guías es importante, que de manera regular se examine muestras para detectar indicadores de contaminación fecal; el primer indicador bacteriano que se recomienda para este propósito es el grupo de organismos coliformes, aun que no son de origen exclusivamente fecal, ellos están siempre presentes en las heces del hombre y de otros animales de sangre caliente, por lo que pueden ser detectados aún

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

después de considerable dilución. La detección de organismos coliformes (termorresistente), brinda una evidencia definitiva de contaminación fecal.

Los valores guía para abastecimientos de agua distribuidos por tuberías después de tratamiento y desinfección con cloro, es cero o estar libre de estos elementos hecho que significa el mantenimiento de un residual de cloro libre de 0,5 mg/l, una turbidez y color de 1 unidad en todo momento, indica ausencia de contaminación posterior al tratamiento.

Si se detectan densidades de coliformes totales superiores a 3 organismos/100ml en muestras sucesivas, o si se detecta 1 o más coliformes fecales/100ml; se debe incrementar inmediatamente la cantidad de desinfectante aplicado para obtener un nivel de cloro residual libre de 0,2 – 0,5 mg/l en todas partes del sistema de distribución.

- Aspectos químicos y físicos.

Para evaluar la calidad físico química del agua tratada, se recomienda los valores guía en turbiedad, color, sabor, olor, materia orgánica, nitrógeno amoniacal, sólidos en suspensión, sólidos totales, dureza, metales pesados, sustancias derivadas del cloro, hidrocarburos y, en general los elementos que tengan significación para la salud como el arsénico, el plomo, selenio, mercurio, etc., si existen componentes químicos de importancia para la salud como los trihalometanos, se deberá medir sus niveles y evaluarse los resultados a lo recomendado por los valores guía.

Debido a que la Empresa de abastecimiento de agua es la responsable de la vigilancia y control adecuado de la calidad del agua potable, se debe tener en cuenta algunos aspectos en el programa de vigilancia y control de calidad.

- 1.- La Empresa abastecedora de agua potable tiene la responsabilidad de brindar servicios con programa de vigilancia, para proteger al público de enfermedades transmitidas por el agua y de otros peligros asociados con los sistemas de agua de abastecimiento de agua.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable- EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

2.- La vigilancia requiere de conocimientos especializados, por lo que la entidad, deberá contar con personal especialmente capacitado en materias como la ingeniería sanitaria, química y biología.

3.- Aunque el objetivo principal de un programa de vigilancia y control es garantizar un abastecimiento seguro y adecuado de agua potable, pueden definirse otros objetivos complementarios como:

- Determinar las tendencias de calidad del agua potable a lo largo del tiempo.
- Identificación de las fuentes de contaminación.
- Evaluación del rendimiento de la planta, de ser necesario sugerir modificaciones apropiadas.

Resumen de las principales actividades de vigilancia de calidad del agua,

ACTIVIDAD	NIVEL DE VIGILANCIA	FRECUENCIA
Análisis del agua tratada a la salida de la planta y muestreada en diferentes puntos de la población.	- Bacteriano y cloro residual - Físico químico Color, turbidez, pH, alcalinidad, materia orgánica, alúmina residual - Dureza, fierro, manganeso, sulfatos, nitratos, cloruros sales amoniacales, sólidos totales, fluoruros, cobre, oxígeno disuelto. - Desinfectantes y sus productos derivados, trihalometanos.	- Según indican las guías OMS, según la población abastecida.(300 muestras/mes) - Diario - Mensual - Mensual o por lo menos cada 6 meses.

4.8 Operaciones especiales

4.8.1 Arranque y parada

Dentro de la operación normal de una planta de tratamiento, se incluye las paradas eventuales del sistema para realizar labores rutinarias, que no se pueden llevar a cabo con la planta en marcha.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

Esta actividad debe ser siempre programada para lograr que el tiempo de suspensión sea mínimo, con el fin de causar las menores molestias a los consumidores.

La parada total de la planta se hace muy ocasionalmente por causas especiales, para efectuar labores de mantenimiento, o reparaciones en las instalaciones, por escapes, deterioros, o por causa externa, como por ejemplo: Una suspensión de energía, un daño en la conducción del agua cruda o en la conducción de agua tratada a la ciudad. La parada debe hacerse en días de baja demanda (Miércoles –Jueves).

4.8.2 Suspensión de la planta

Las acciones a realizar en una parada total son las siguientes:

Hacer el programa de actividades a realizar incluyendo personal necesario, transportes, herramientas, equipos y tiempo previsto para cada tarea.

Avisar por los diferentes medios de comunicación, a los usuarios la fecha de la suspensión y el tiempo de duración.

El día anterior a la parada, se sitúan los equipos necesarios en el sitio, tal es el caso de herramientas y materiales.

Se ordena la parada de la planta para una hora y fecha prevista, esta operación puede iniciarse antes de la llegada del personal, si fuera necesario desocupar alguna unidad.

La parada de la planta debe seguir una secuencia de operaciones pendientes a evitar el deterioro de la calidad en cada proceso, para ello se procede como sigue:

- Cierre del afluente de planta o suspensión del bombeo.
- Suspensión de la filtración.
- Suspensión de dosificadores.
- Regulación del tanque de distribución y cierre total del mismo.
- Suspensión de mezcla y floculación.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable- EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- Suspensión de otros equipos.
- Ejecución de trabajos.

4.8.3 Iniciación de la planta

Antes de la iniciación de la planta se deben realizar ensayos de tratamiento (prueba de jarras, dosis óptima, pH óptimo de clarificantes), de acuerdo a ello calibrar los dosificadores que sean necesarios, luego los pasos a seguir son los siguientes:

- Arranque de mezcladores en los dosificadores de cal, sulfato y polímero.
- Bombeo y apertura de la compuerta de ingreso o descarga.
- Iniciación de la filtración para recuperar el nivel del reservorio de distribución.
- Simultáneamente se arranca la cloración.
- Cuando el reservorio está subiendo se regulan las compuertas de salida procurando la lenta recuperación.

4.9 Operaciones intermedias

Antes de iniciar el bombeo de agua cruda, debe hacerse una inspección a la subestación eléctrica, se energizan los tableros, se revisa el voltaje y la continuidad de las fases. Las bombas son unidades de bombeo vertical, y su operación se debe de hacer de acuerdo a lo indicado en su catalogo específico

Luego se arrancan una a una las unidades permitidas y que sean necesarias esperando que adquiera su régimen normal.

En las tuberías de impulsión, existen válvulas check que se abren cuando la presión de la bomba llega a su valor nominal y se cierran cuando ocurre una falla de corriente, si la suspensión es normal antes para la unidad, esta válvula se cierra y luego la bomba sale de servicio.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

4.9.1 Lavado del floculadores y sedimentadores

Las frecuencia de lavado de estas unidades depende de dos factores:

- Turbiedad del agua cruda.
- Existencia o no del equipo para remover lodos, si no es necesario suspender la planta, la operación inicial es aislar el sedimentador de la siguiente manera.
 - Cerrar la compuerta de entrada.
 - Cerrar la compuerta de salida.
 - Suspender floculadores y mezcladores.
 - Abrir válvulas de desagüe.

Generalmente el cierre se hace en horas de la mañana, antes de la llegada del personal. Como la planta es grande el vaciado demora una o más horas, previamente se instalan las mangueras en los hidrantes de lavado a presión, se inicia el lavado de las paredes. Cuando se ha desocupado se retiran los lodos con agua a presión y rastrillos especiales.

Se recomienda rociar las paredes después de lavadas, sobre todo en la parte con una solución de sulfato de cobre y cal o Caldo Bordalés.

El lavado del sedimentador requiere una cuadrilla de 4 ó 6 obreros; se procura emplear el menor tiempo posible; de acuerdo a la experiencia se programa cada dos o tres meses la limpieza general del sedimentador, siempre que se cumpla la purga diaria de 45 segundos cada 45 minutos, en caso contrario la limpieza general será después de un máximo de dos meses.

Una vez realizado el lavado, se cierran los desagües se llena lentamente con agua clorinada, después de un 60% de llenado, abrir todas las compuertas de entrada y salida.

Las herramientas necesarias son mínimas, las principales son las llaves para hidrantes, para conexión de mangueras, boquereles terminales, rastrillos,

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

rasquetas, cepillos metálicos para retirar costras, brochas para el caldo Bordalés.

Los sedimentadores a los que por descuido no se hizo la remoción oportuna de lodos, van acumulando éstos y formando capas espesas, en los puntos de los tanques donde la sedimentación es más efectiva, se determina la profundidad y espesor, para determinar el período de lavado.

El método más común es utilizando una varilla blanca de aluminio, que se ata a una recirculación de lodos a los mezcladores rápidos, mejorando las condiciones de sedimentación.

Cuando los mecanismos de remoción se traban en el tanque, es necesario para el sedimentador buscar la causa que produjo el daño, y repararlo de inmediato.

4.9.2 Lavado de filtros

Los filtros en general están formados por una caja de concreto, dentro de los cuales se instalaron un falso fondo constituida por placas con nipples roscados a los que adhiere las boquillas o toberas que recogen el agua filtrada, en el fondo del filtro se han instalado tuberías especiales para el lavado con aire y agua, sobre el falso fondo se colocaron grava graduada, que sirve de sostén al lecho de arena.

Para el control de la operación, se debe chequear la tasa de filtración, con diferentes graduaciones del controlador de la tasa de filtración, cerrando el afluente y midiendo el descenso del nivel del agua en una escala graduada.

Las dificultades en la operación, son causadas por varios inconvenientes:

- Formación de bolas de lodo, incrustaciones de la arena, oclusión de aire, taponamiento u obstrucción de arena por microorganismos.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

FALLAS	CAUSA	SOLUCIÓN
Bolas de barro	Lavado deficiente.	Remoción continúa del medio, corregir lavado aire y agua.
Taponamiento	Acumulación de lodo, microorganismos o incrustaciones.	Lavar mejor, remover el lecho tratarlo en el sitio.
Oclusión de aire	Lecho seco fuera del nivel. Llenado muy rápido.	Llenar lentamente con lavado ascensional, mantener alto el nivel. Para el filtro por 10 ó 15 minutos.

4.9.3 Lavado del reservorio

El lavado del reservorio o tanque de distribución implica muchas veces suspensión total de la planta, aunque el *by-pass* de agua filtrada evitará la suspensión total del servicio.

La limpieza del reservorio debe realizarse en el mínimo tiempo posible, la cuadrilla de obreros debe estar conformada por 10 ó 15 personas, provistas de capas impermeables, botas de caucho, gorros, lámparas, mangueras, lampas, llaves de hidrante.

A medida que se vaya lavando el tanque se va preparando una solución al 1% de hipoclorito de calcio, el que se aplica en el piso y las paredes, utilizando un fumigador o una bomba aspersora, luego se procura que no se pisen las partes desinfectadas, una vez cumplida la labor se inicia la entrada al tanque de agua filtrada, retirando previamente todas las herramientas y equipos utilizados.

4.10 Operaciones alternativas

Estas operaciones se realizan generalmente cuando se presentan emergencias o cuando se programan trabajos especiales de mantenimiento.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Las operaciones de emergencia, las consideramos alternativas, siempre que no sea necesario suspender totalmente la planta.

En las estaciones de bombas se tiene siempre una unidad de reserva, como la planta es grande, se cuenta con dos tuberías de impulsión, para que en caso de daño, el agua que se trata sea parcial cuando menos.

Igualmente en floculadores y sedimentadores existen más de dos unidades para utilizar al menos una durante el mantenimiento de las otras. Lo mismo ocurre con los filtros.

Existen también las tuberías de *by-pass*, para evitar la falta de producción de agua durante la limpieza de unidades y/o reservorios, o cuando se presentan escapes, puesto que las reparaciones requieren muchas veces de varios días.

Las tuberías de aplicación de sulfato de aluminio y cal, así como el de polímeros se han considerado dos para no interrumpir la operación de la planta, por obstrucciones.

Para las fallas de corriente, la planta cuenta con grupos electrógenos y también conexión con el servicio general eléctrico.

4.10.1 Sistematización de operaciones alternativas

La operación más frecuente es la que sigue a una falla de energía y el personal de operadores debe estar entrenado para cumplir dos funciones específicas importantes.

- 1.- Suspender la filtración; y,
- 2.- Cerrar manualmente las válvulas eléctricas que pudiesen estar operando en ese momento, por ejemplo remoción de lodos de los sedimentadores, compuertas o válvulas de la bomba.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

4.11 Operación en situaciones de emergencia

4.11.1 Introducción

El aprovisionamiento de agua potable involucra una serie de operaciones encaminadas a garantizar un servicio continuo de agua de calidad adecuada para consumo humano.

Todos los sistemas de aprovisionamiento de agua sufren de problemas comunes, rupturas de tuberías, interrupción del servicio, variaciones de calidad de las fuentes, etc. También están sujetos a actos de vandalismo, huelgas que tienden a interrumpir los servicios de aprovisionamiento de agua. Adicionalmente, se presentan con relativa frecuencia catástrofes debidas a fenómenos naturales que afectan los componentes de los sistemas, interrumpiendo los servicios.

Constituye una acción de alta prioridad el abastecer a las comunidades de agua segura en forma continua, por lo cual los administradores de los servicios de agua deben adoptar las medidas pertinentes para garantizar y cumplir con este objetivo, se necesita planificar y coordinar previamente todas las acciones.

En la figura 1 se esquematizan las etapas y acciones de análisis y planificación. A continuación se analizarán los principales componentes del programa.

4.12 Desastres y sus efectos en tratamiento de agua

Se puede definir a un desastre como un evento natural o realizado por el hombre, el cual se presenta en un tiempo y espacio limitado y que causa interrupción de los patrones cotidianos de vida. Es de interés el correlacionar la probabilidad de ocurrencia de los desastres con la duración y magnitud de los efectos causados por la interrupción, comparándola con la situación de emergencia casi cotidiana que vive la mayoría de los sistemas de agua en lo relacionado con la calidad de los servicios o del agua que están suministrando a las localidades.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- a) Modificación de las fuentes
 - Contaminación.
 - Modificación de caudales.
- b) Daño estructural
 - Destrucción total o parcial de obras civiles.
 - Destrucción total o parcial de tuberías e instalaciones.
- c) Transportes y comunicaciones
 - Interrupción total o parcial.
- d) Energía
 - Interrupción total o parcial.

Los cuales pueden causar interrupción total o parcial del tratamiento y aprovisionamiento de agua.

Se considerará situaciones extraordinarias a aquellas cuyo origen no sea posible controlar y su presentación ocurra de una manera difícil de prever. Así tendremos el caso de sismos, incendios, inundaciones, etc.

4.12.1 Acciones preliminares

Cuando no sea posible mantener el suministro de agua deberá cortarse el ingreso y salida de agua; lo mismo debe hacerse con el fluido eléctrico. En ambos casos, las válvulas y llaves de interrupción deberán mantenerse en buen estado de operatividad y libres de cualquier obstáculo que impida su accionamiento.

Es condición fundamental que el personal que trabaje en la planta permanezca en sus puestos.

4.12.2 Evaluación de daños

Inmediatamente después de la ocurrencia del fenómeno, deberá hacerse una evaluación de los daños ocasionados en cada una de las partes del sistema, desde la captación hasta la distribución para poder determinar las

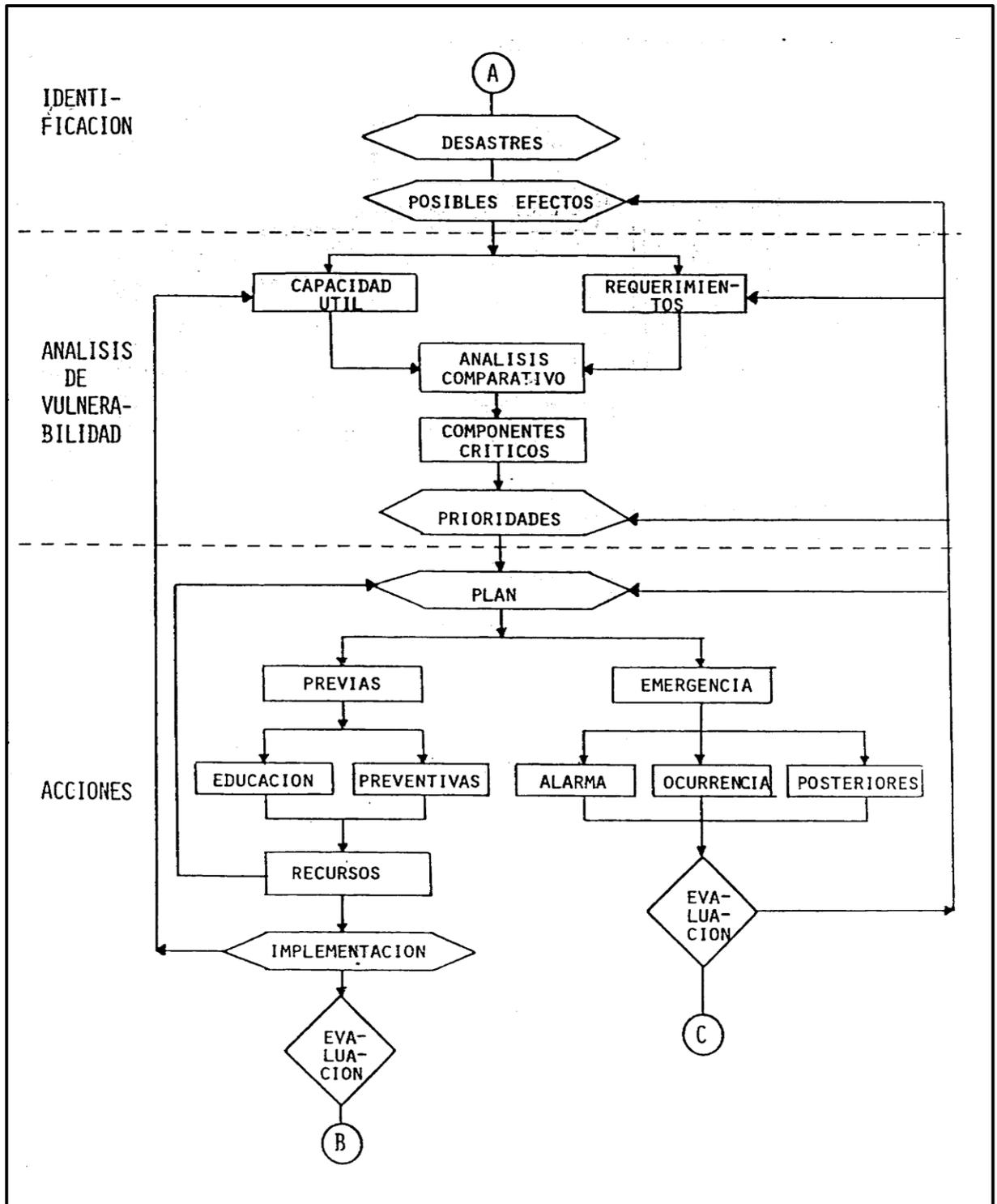
 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

posibilidades de reanudación del servicio. Este trabajo debe hacerse en el mínimo de tiempo.

Determinados los daños ocurridos en cada una de las partes del servicio y la necesidad de personal, equipos y materiales para las reparaciones, deberá procederse a la ejecución de las mismas, en caso de disponer localmente de los recursos; de lo contrario, se deberá hacer la gestión correspondiente a nivel zonal o regional.

De acuerdo con la magnitud de los daños, se deberá hacer un programa de ejecución de obras dentro del cual tendrá "máxima prioridad" el aspecto producción, el cual no necesariamente tendrá que estar sujeto a la producción en la planta.

APROVISIONAMIENTO EN EMERGENCIA



	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Medidas previas a la catástrofe

El mayor número de catástrofes para tratamiento y aprovisionamiento de agua ocurre súbitamente y, generalmente, es poco el tiempo disponible para tomar medidas preventivas. La tecnología actual sólo puede pronosticar la ocurrencia de una catástrofe natural momentos o, en el mejor de los casos, tan sólo unos cuantos días antes de que se presente. En consecuencia, el único medio significativo por el que pueden contrarrestarse los efectos de una catástrofe natural es desarrollando un estado de preparación conveniente para áreas con un alto riesgo de catástrofes.

- El objetivo de las medidas previas a la catástrofe es reducir o eliminar restricciones sanitarias ambientales que pueden demostrar ser vitales para el área afectada una vez ocurrida la catástrofe. Para lograr este objetivo, se deberán tomar las siguientes medidas:
- Desarrollar un plan de operaciones para emergencias.
- Desarrollar un programa de emergencia que abarque educación e información al personal y público por igual.
- Adoptar medidas preventivas sanitarias ambientales.

Las acciones mencionadas se ampliarán a continuación.

4.12.3 Plan de emergencia de operación de plantas de tratamiento y sistemas de aprovisionamiento

Este plan deberá definir clara y sencillamente las acciones de QUIEN hace QUE y CUANDO con los recursos locales existentes a continuación de una catástrofe natural. Este plan deberá ser sencillo, positivo y breve, diciendo quién hace qué cosa, cuándo y siguiendo qué pautas y prioridades. Esto no quiere decir que la descripción de organización de funciones y responsabilidades sea menos importante sino, más bien, que tales descripciones generalmente tomarán la manera en que mejor puedan usarse los recursos existentes conforme a las circunstancias singulares de cada catástrofe natural.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

El plan general de operaciones deberá ser, en principio, una guía para coordinar las acciones que tomarán los servicios de administración de sistemas de aprovisionamiento de agua tan pronto como sea pronosticada una catástrofe. El plan deberá:

- Plantear hipótesis sobre los daños esperados a consecuencia de la catástrofe.
- Mostrar cómo estimar la capacidad en potencia de los recursos que quedan después de la catástrofe.
- Indicar cómo estimar las necesidades de la comunidad.
- Decir cómo adaptar la capacidad a las necesidades.
- Especificar prioridades para diferentes líneas de acción.
- Indicar cómo programar el uso de los recursos.
- Asignar tareas específicas al personal sanitario sobreviviente.

Los últimos tres pasos se darán después de la catástrofe y completarán el Plan de Acción para Operaciones de Emergencia. Es preciso hacer hincapié en que el Plan OEA se redacta solamente después de determinar las medidas existentes.

Según ha sido indicado, la prioridad de la emergencia debe ser el aprovisionamiento de por lo menos las cantidades mínimas de agua segura.

4.12.4 Medidas preventivas

A continuación se analizarán las medidas preventivas en cada caso.

a) Contaminación de los abastecimientos de agua.

Uno de los mayores peligros para la salud pública que se asocian generalmente con las catástrofes es el riesgo de contaminación de los abastecimientos de agua. La contaminación puede producirse en diferentes puntos: la fuente, durante la transmisión, en la planta de tratamiento, durante el almacenamiento o en cualquier punto de la red de distribución. Los daños

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable- EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

causados a las estructuras de obras de ingeniería civil son la causa fundamental de la contaminación, o por derrame de sustancias químicas.

En casos de emergencia, la contaminación microbiológica deberá ser la primera preocupación de la persona que tiene a su cargo la operación de plantas de tratamiento de agua, requiriéndose realizar las siguientes medidas preventivas:

- Identificación de fuentes alternas de aprovisionamiento de agua, así como las respectivas obras de captación.
 - Protección de los tanques de almacenamiento con cubiertas adecuadas.
- b) Daño estructural a obras de ingeniería

Las medidas preventivas para las estructuras de obras de ingeniería abarcan:

- Reforzar las estructuras para que soporten los efectos de la catástrofe.
- Disponer de instalaciones o facilidades para conexiones directas. Es decir, evitando el paso del agua cruda por la planta, llevándola directamente al lugar de cloración donde el agua pueda ser, cuando menos, clorada en caso de que la planta, su equipo o sus procesos fallaran.
- Mejorar el anclaje y apoyo de maquinaria, equipo y tanques de almacenamiento para que resistan los efectos de la catástrofe.
- Rediseñar y/o reubicar las unidades o instalaciones potencialmente inseguras.
- Adoptar reglas y procedimientos estándar de operación para proveer el máximo estado de preparación en caso de una catástrofe natural.
- Preparar, actualizar y usar métodos de diseño específico para proteger estructuras, equipos y suministros contra el impacto de una catástrofe. Se deberán adoptar diseños específicos en la medida posible para incrementar la capacidad del sistema en situaciones de emergencia.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

c) Fallas de transporte

La construcción de caminos secundarios alternos para llegar a los puntos vitales del sistema de agua.

- Identificación de todos los medios de transporte posibles que pueden utilizarse durante emergencias, particularmente vehículos terrestres de tracción en las cuatro ruedas.
- Un punto final al que se tiene que dar consideración es la protección del personal de emergencias. Dentro de un plan de emergencia se deben adoptar medidas preventivas para el personal. A todos los trabajadores que se desempeñan en situaciones de emergencia se les debe garantizar un alojamiento apropiado, vacunas necesarias e instrucciones para el manejo adecuado de equipo y suministros, así como para su protección personal (vestimenta e instalaciones sanitarias y alimentos).

d) Paralizaciones del suministro de energía

Estos efectos pueden reducirse o eliminarse adoptando las siguientes medidas preventivas:

- Uso de generadores alternos fijos en las plantas de tratamiento de agua y estaciones de bombeo.
- Usar aprovisionamiento de agua a gravedad para mantener una distribución limitada.
- Modificar la forma de lavado de filtros para producir lavado de un filtro con el flujo de otras unidades, en caso de que el sistema de filtración no sea del tipo lavado mutuo, en el caso de la Planta de Villa Rica, no se tendría problemas.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

4.13 Tratamiento y aprovisionamiento de agua después de catástrofes

Las medidas de emergencia deberán ser puestas en práctica tan pronto como se advierta a un área de la ocurrencia inminente de una catástrofe natural. Las medidas de emergencia inmediatas que serán consideradas pueden dividirse en tres períodos:

- El período de alarma (pocas horas o días antes de que ocurra la catástrofe). Si fuera factible, definir la probabilidad de ocurrencia.
- El período de ocurrencia de la catástrofe (variable según el tipo de desastre).
- El período de emergencia posterior inmediato a la catástrofe (variable, pero normalmente de una semana a un mes).

El objetivo fundamental de esta etapa será proteger a la población contra los posibles peligros y asegurar la disponibilidad de agua, alimentos, refugio y ropa en el área amenazada. Estas medidas sanitarias ambientales comprenden:

4.13.1 Período de alarma

- (1) Informar y movilizar a todo el personal y a Defensa Civil.
- (2) Informar a la población de las medidas que pueden tomar para su autoprotección.
- (3) Proteger los elementos clave del abastecimiento de agua y especialmente de la planta de tratamiento de agua.
- (4) Examinar y difundir criterios para uso de agua segura.

4.13.2 Período de ocurrencia

Hacer una evaluación inmediata de los daños y preparar una lista estableciendo la prioridad de las medidas para atender los problemas y necesidades identificados.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

4.13.3 Período de emergencia inmediato posterior a la catástrofe

Tan pronto como el impacto de la catástrofe disminuya hasta el grado en que pueda iniciarse la labor de operación de plantas de tratamiento de agua y aprovisionamiento de agua de emergencia, los objetivos básicos serán:

- Aprovisionar de agua potable – o por lo menos segura – en por lo menos 30ℓ/hab/d a la población en general y a usuarios especiales: hospitales, clínicas y al personal de equipos de socorro y rescate.
- Protección de las fuentes y componentes del sistema y, especialmente, de la planta de tratamiento de agua.

Las medidas generales de emergencia recomendadas para el abastecimiento de agua son:

Producción y tratamiento de agua en cantidad adecuada

El agua debe distribuirse en cantidades que satisfagan básicamente las necesidades fisiológicas de aquellos que se encuentran en el área afectada por la catástrofe. Una vez socorridas las necesidades básicas en forma satisfactoria, la disponibilidad de agua deberá ser considerada para otros usos domésticos como la limpieza, el baño y el lavado. En una situación de emergencia originada por una catástrofe natural existen necesidades críticas de agua en los campamentos e instalaciones del personal de los equipos de socorro y para los usuarios especiales, como hospitales y centros de tratamiento. Es a estos usuarios a los que deberá darse una especial consideración. Después de haber sido satisfechas sus necesidades, el agua se pondrá a disposición de aquellos que viven en las áreas periféricas de centros urbanos densamente poblados y en áreas rurales concentradas y diseminadas.

Es preferible que el agua sea obtenida de una red de distribución en funcionamiento. Sin embargo, también deberá verse la posibilidad de buscar agua de fuentes privadas existentes y sin desperfectos (plantas de fuerza, fábricas de cerveza u otros establecimientos similares), manantiales, pozos o áreas de agua pluvial que no hayan sufrido daños, o estructuras hidráulicas

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

recientemente construidas tales como pozos hincados. Dondequiera que se encuentren las fuentes de abastecimiento de agua, éstas deben evaluarse cuidadosamente para eliminar riesgos de infecciones y envenenamiento transmitidos por este elemento vital.

No se deberá permitir que los abastecimientos disponibles de agua se vuelvan una fuente infecciosa. Cuando se sospeche de la contaminación del agua por desechos humanos o químicos, su uso deberá ser descartado. Las fuentes de agua que se encuentren en las inmediaciones de sólidos de desagües, plantas químicas, campos de eliminación de desechos sólidos, minas abandonadas y otros lugares peligrosos deberán tenerse por sospechosas.

El agua distribuida entre la población víctima de la catástrofe debe mantenerse segura hasta ser consumida.

Para garantizar la pureza del agua potable se necesitará hacer lo siguiente:

- Aumentar la concentración de cloro residual en la red de distribución de agua. Esto ayudará a reducir los riesgos de contaminación, la que puede penetrar en la red por infiltración de agua contaminada. Igualmente, ello ayudará a reducir riesgos con el agua que es captada y almacenada en forma no higiénica.
- Aumentar la presión de agua para mantener la contaminación fuera del sistema de distribución y para compensar la pérdida de presión debido a brechas en la tubería principal. La última es una consideración importante en áreas donde existen viviendas de pisos múltiples.
- Cuando se sabe que los abastecimientos de agua del área de la catástrofe no son clorados, se tendrá que dar los pasos que aseguren la desinfección de pequeñas cantidades de agua. Se deberá considerar el factor ebullición o desinfección (en forma de tabletas, polvos o solución).
- Se podrán encontrar métodos de desinfección de emergencia para cantidades pequeñas de agua, según lo sugiere la Organización Panamericana de la Salud.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- La experiencia ha demostrado que debe tenerse gran cuidado de no clorar excesivamente el agua potable, manteniendo un cloro libre residual de 0,5 ppm.
 - El control de la calidad del agua deberá iniciarse o restablecerse inmediatamente. En esta fase, el control podrá estar limitado a determinar diariamente el cloro libre residual en los abastecimientos públicos de agua.
- La reparación y restablecimiento de todo el abastecimiento público de agua deberá emprenderse inmediatamente, iniciando con el aislamiento de elementos afectados, reparación de tuberías, reservorios, pozos y especialmente unidades de tratamiento de agua y sus elementos necesarios.
- Poner en marcha los planes y programas de operación en casos de emergencia, realizando las siguientes acciones:
 - Movilizar al personal regular y auxiliar de emergencia.
 - Implementar procedimientos de protección del personal.

Requerimientos mínimos de agua

CONDICION	REQUERIMIENTO		
	MINIMO	SUB-NORMAL	NORMAL
EVACUACION	3 -6	15	30
CAMPAMENTOS	15	30	50
POST EMERGENCIA	20	30	100

4.13.4 Normas para el uso de desinfectantes en situaciones de emergencia

La acción de proveer tabletas, polvos o líquidos desinfectantes a usuarios individuales solo deberá considerarse cuando la distribución pueda hacerse unida con:

- Una fuerte campaña educativa sanitaria que instruya a la población sobre el uso de estos recursos.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- Una actividad paralela de distribución de envases para almacenar agua.
- La asistencia del sector de salud pública o personal auxiliar que pueda continuar la campaña educativa necesaria para asegurar el uso apropiado y continuado de las tabletas.
- Una red de distribución que pueda asegurar suministros adicionales, según sean necesarios a través de la fase de emergencia y en la fase inicial de rehabilitación.

En general, el uso de estos desinfectantes en una situación de emergencia deberá considerarse para desinfectar pequeñas cantidades de agua potable por parte de grupos limitados y controlados de la población en forma individual por un período limitado (una a dos semanas). Se deberá dedicar todo esfuerzo posible para restablecer las instalaciones normales de cloración o para asegurar la protección de la fuente de agua por medio de medidas físicas, es decir la defensa de pozos y cisternas individuales, operación continua de cloradores, etc.

Métodos disponibles

Cuando ha sido considerada la desinfección de emergencia, se tendrá que prestar especial atención a la condición inicial del agua. La turbiedad y el color deberán reducirse tanto como sea posible, permitiendo su sedimentación o que sean colados a través de capas de paño. Una vez desinfectada el agua deberá almacenarse en contenedores transparentes, cubiertos y anticorrosivos. Antes de que cualquier forma de desinfectante sea provisto para el tratamiento de emergencia por usuarios individuales, el personal de salud pública debe estar seguro de que las fuentes disponibles de agua que serán usadas no están, o no han sido, cloradas. Se sugiere que se efectúe la determinación de cloro residual antes de distribuir cualquier desinfectante a usuarios individuales.

Los agentes más comunes que pueden ser utilizados para desinfectar pequeñas cantidades de agua potable bajo condiciones de emergencia son:

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Cloro
- Yodo, y
- Permanganato de potasio

Compuestos de cloro

a) Tabletas

El compuesto más comúnmente usado es conocido como tableta de Halazona,. Usualmente, las instrucciones para su uso vienen impresas en el envase. Si no fuera así, usar una tableta (4 mg) por cada litro (un cuarto de galón, aproximadamente) de agua. Agitar y dejar reposar durante unos 10 minutos antes de consumir. Duplicar la dosificación para agua turbia o de color intenso.

Una vez que el sello de cera del envase ha sido retirado, las tabletas perderán su grado de potencia rápidamente. En consecuencia, las tabletas tendrán que usarse tan pronto como sea posible. El envase deberá mantenerse tapado mientras no se use el producto.

Existe Halazona con mayor grado de potencia (160 mg) en tabletas de mayor tamaño. Las tabletas de Halazona de 160 mg pueden usarse para desinfectar 40ℓ de agua cristalina o 20 ℓ de agua turbia o de color intenso.

Se tendrá cuidado en evitar usar tabletas de Halazona de 160 mg en la misma proporción tableta/agua que con la Halazona de 4 mg. El personal de distribución deberá ser alertado acerca de la diferencia y él, a su vez, comunicarlo a los usuarios al instruirlos.

b) Hipoclorito de calcio

Este polvo seco, llamado también "HTH" o "Perclorón", contiene 60 a 70% de cloro aprovechable. Se mantiene bastante estable cuando es almacenado en su envase completamente sellado en un lugar oscuro, seco y fresco. Se tendrá especial cuidado en no contaminarlo con aceites o sustancias orgánicas combustibles pues se pueden originar incendios y/o explosiones.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

Una vez que el envase ha sido abierto, este producto pierde 5% del cloro disponible inicial en 40 días.

Par usar el producto, añadir y disolver una cucharita colmada de HTH (alrededor de ¼ onza ó 7 g) por cada dos galones (8ℓ) de agua. Esto producirá una solución madre de 500 mg/ℓ. Añadir la solución madre al agua que será desinfectada: una parte de solución /100 partes de agua. Dejar reposar por espacio de 30 minutos. Si el sabor de cloro es muy fuerte, airear permitiendo que repose unas cuantas horas o verter el contenido de un envase limpio a otro varias veces. La solución madre deberá usarse en el plazo de dos semanas después de su preparación.

c) Hipoclorito de sodio

El blanqueador doméstico común contiene un compuesto de cloro que puede usarse para desinfectar agua en situaciones de emergencia. Para usarlo, determinar el contenido de blanqueador (usualmente entre 3 y 10%) y aplicar la tabla siguiente:

CLORO APROVECHABLE¹	GOTAS/ℓ DE AGUA CRISTALINA²
1 %	10
4 – 6 %	2
7 – 10 %	1

El agua tratada deberá mezclarse y dejarse en reposo 30 minutos. Deberá tener un ligero olor a cloro. Si no fuera así, repetir la dosificación y dejar reposar 15 minutos.

Yodo

Las formas de yodo en tabletas más convenientes y confiables son aquellas que contienen "aproximadamente 20 mg de tetraglicinato de hidroperiodina,

¹ Si se desconoce la potencia, usar 10 gotas.

² Duplicar la cantidad para agua turbia o de color intenso.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

90 mg de pirofosfato disódico y 5 mg de talco". Estas tabletas se disolverán en menos de un minuto a unos 20°C, liberando 8 mg de yodo elemental por tableta. Esta cantidad será adecuada para tratar 1 ℓ de la mayoría de aguas naturales en el transcurso de 10 minutos.

La tintura de yodo doméstica común de un botiquín casero o de uno de primeros auxilios (2% de tintura de yodo) puede usarse para desinfectar agua. Cinco gotas de tintura de yodo bastarán para desinfectar 1ℓ de agua cristalina (para aguas turbias, añadir 10 gotas). Dejar reposar el agua cuando menos 30 minutos.

Permanganato de potasio (KMnO₄).

¹ Si se desconoce la potencia, usar 10 gotas.

¹ Duplicar la cantidad para agua turbia o de color intenso.

Este producto químico es poco usado debido a su prolongado período de contacto. Por lo general, es utilizado como desinfectante para grandes cantidades de agua en pozos, manantiales o tanques de almacenamiento.

Para usar este producto químico, preparar una solución disolviendo 40 mg de KMnO₄ en un litro de agua tibia. Esto desinfectará aproximadamente 1 m³ de agua después de un período de contacto de 24 horas. El permanganato de potasio es de dudosa eficacia contra organismos patógenos, con la posible excepción del "cholera vibris".

4.13.5 Restablecimiento del Servicio

- Parcial

Este caso puede presentarse cuando los recursos materiales o el tiempo no permitan ejecutar todas las reparaciones necesarias, debiendo hacerse éstas según el siguiente orden de prioridades según las partes del servicio que se hallaren afectadas:

- Captación
- Conducción
- Planta de Tratamiento

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Almacenamiento
- Aducción
- Red de distribución

En este caso lo que debe buscarse básicamente es el restablecimiento al más corto plazo de la producción de "agua potable", pudiendo efectuarse la distribución temporalmente mediante camiones cisternas.

Cuando el servicio se haya restablecido, luego de una interrupción de la presión en la red de distribución, se debe añadir el suficiente cloro como para obtener 2 mg/l de residual en todas las partes del sistema, por lo menos durante 24 horas y luego reducir la dosis de cloro a la normal.

- Total

Puede ocurrir cuando luego de haber paralizado y hecho la evaluación daños, se tiene que:

- Las instalaciones no han sido dañadas y la reanudación del servicio no creará ningún problema.
- Se ha terminado de reparar las partes afectadas y la reanudación del servicio no creará ningún problema.

4.14 Problemas más comunes en la operación de una planta

4.14.1 Descripción de los problemas

- Mala formación de floc o falta de peso, hecho que afecta la sedimentación.
- Mala floculación por agitación inadecuada.
- Mala sedimentación por desequilibrio en distribución de flujo.
- Rompimiento de floc en la sedimentación.
- Mala calidad del agua filtrada.
- Pérdida del medio filtrante en el proceso de lavado, por alta rata de lavado ascensional.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- Escape de cloro en el punto de aplicación, hecho que deteriora instalaciones cercanas.
- Formación de algas en los tanques y canales de las instalaciones.
- Malos resultados en procesos de tratamiento por desconocimiento del caudal exacto, del agua que se está tratando.

4.14.2 Forma de detectar los problemas, soluciones

Mala formación de floc. Y falta de peso de este.

Esta anomalía se nota en las cámaras de floculación durante las inspecciones que el operador debe efectuar a diario, tomando muestras del agua y dejando sedimentar en el cono Inhoff, verificándose, si la dosificación de coagulantes es correcta, o si las condiciones del agua han variado. En algunos casos hay que rectificar la dosis de alcalinizante, se aconseja realizar muchas pruebas de jarras a fin de obtener el pH óptimo, dosis óptima, agitación y punto de aplicación de clarificantes.

Mala floculación por agitación inadecuada o punto de aplicación inadecuado

Cuando la agitación es variable, el recurso de variar la velocidad, en las plantas donde existe esta posibilidad, proporciona la solución; deben entonces hacerse tanteos en la planta hasta obtener un mejoramiento en el tratamiento.

Mala sedimentación por desequilibrio en la distribución del flujo

En ocasiones por mala distribución del flujo en los canales de entrada y salida o por suspensión de una unidad de sedimentación, por lavado o mantenimiento, se presenta este problema, el cual puede solucionarse, graduando las compuertas de entrada y salida de los sedimentadores, hasta obtener nuevamente el equilibrio.

Puede ocurrir también un levantamiento de flocs por la temperatura, en ese caso es necesario incrementar mayor dosis de coagulante para producir flocs pesados.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Mala calidad del agua filtrada, por arrastre de floc al final de la carrera

Si el tiempo de la jornada de acuerdo a la máxima pérdida de carga es mayor de 40 horas, una primera medida es lavar por tiempo, acortando las jornadas; también se puede estudiar la posibilidad de trabajar con rata declinante, si las estructuras en el afluente lo permiten, sin correr el riesgo de que se sequen los filtros.

Pérdida del medio filtrante en el proceso del lavado

Esto es causado por la alta rata de lavado ascensional, que en un momento dado se puede originar, se debe medir la expansión del lecho, esta no debe sobre pasar del 5%, se debe tener mucho cuidado en los tiempo de inyección de aire y agua, si se toma la medida de disminuir la velocidad de lavado, observar el lecho durante algún tiempo posteriormente.

Escape de cloro en el punto de aplicación

Esto se puede presentar por daño o cambio del difusor. Es muy importante, conservar las dimensiones del difusor si éste es cambiado. El tamaño de los orificios es básico, si se aumentan, puede producirse una elevación en la presión a la salida, por disminución de las pérdidas, haciendo que el cloro escape, si el cloro es aplicado en una cámara que no está sometida a presión.

Formación de algas en tanques y canales

La mejor manera de mantener las instalaciones libres de algas es preclorar; pero en el caso de la planta de Iquitos, se recomienda utilizar sulfato de cobre y cal al 1%, con esta mezcla pintar las paredes internas de las instalaciones, comprobando que el cobre residual no sea superior a lo indicado en las normas o guías de calidad es decir no debe superar 0.05 mg/l.

Malos resultados en el proceso de tratamiento, por desconocimiento del caudal

Si hay error en la medida del agua cruda, se producirá una dosificación inexacta, con el consecuente mal resultado del tratamiento. Los medidores deben estar siempre en buen estado y bien calibrados.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

4.15 Otros problemas en la operación de la planta

Además de los problemas mencionados, pueden presentarse otros problemas en el sistema de cloración.

Problema: Presión baja en el clorador con cilindro en fase gaseosa.

Indicadores:

- Lectura del manómetro baja.
- Líneas congeladas o cilindro escarchado.

Análisis:

Reducir la dosificación a 1 / 10 de la capacidad total, si después de un corto período, la presión no se restablece, se deduce que la rata de dosificación es mayor que la gasificación en los cilindros a la temperatura existente.

Corrección:

- Conectar suficientes cilindros para la cantidad de cloro a dosificar; del container, se puede extraer un promedio de 200 kg/ día.
- Los cilindros de cloro deben mantenerse a una temperatura más baja que la del clorador.

Problema: No hay presión en el clorador, cuando se conectan cilindros aparentemente llenos al sistema.

Indicadores: Presión en el clorador, o válvulas entre clorador y cilindros abiertos.

Análisis: Chequear la válvula de reducción de la presión, cerca de los cilindros.

Corrección:

- Si se restablece la presión, se cierran las válvulas y se amarran los ventiladores.
- Se coloca una máscara y se desconecta la válvula, después que la presión en el clorador esté 0.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Se repara la válvula de reducción, ésta unidad debe limpiarse cada dos años.
- Se instala un manómetro entre los cilindros y la válvula.

Problema La válvula de reducción después del evaporador se cierra.

Causa: Un elemento del calentador está dañado.

Solución:

- Después de una operación larga del evaporador, se determina los elementos calefactores se debe cambiar.

Problema: No se alcanza la capacidad máxima con adecuada presión del gas.

Causa: Bajo vacío en el eyector.

Análisis: Reducir la rata del clorador.

- Si el vacío aumenta, aumenta el agua en el eyector.
- Mire la presión del agua
- Chequear la bomba de agua si cumple con las especificaciones del fabricante.

Corrección:

- Desarmar el eyector, limpiar la garganta y la aguja con ácido clorhídrico enjuagando con agua y reemplácelo.
- Si las condiciones persisten, se debe reparar la bomba, si es de turbina, cerrarle la válvula de by pass.

Problema: Olor a cloro en el punto de aplicación

Causa: Poco agua en el eyector. Concentración mayor de 3500 mg/l de cloro en el agua.

Corrección: Aumentar el agua para la dilución.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

5. NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD

5.1 Introducción

El agua, es un elemento indispensable para la vida. No solamente interviene en todos los procesos vitales, sino que constituye la parte proporcionalmente mayor de todos los organismos vivos; esto es, el agua está definitivamente ligada a la vida. Deshidratarse significa morir.

De todos los seres vivos, el hombre es el que necesita mayor cantidad de agua, no sólo para sobrevivir desde el punto de vista biológico, sino también para conservar y mejorar la estructura cultural de la que se ha rodeado, sin la cual, la civilización dejaría de existir.

Pero al mismo tiempo, el agua es también el mayor solvente que existe sobre la tierra; en base a esta característica, en su recorrido recoge una serie de sustancias químicas; materia orgánica de descomposición, desechos de diversa naturaleza, así como numerosos organismos, muchos de ellos nocivos.

Si penetra a grandes profundidades, su paso a través de la tierra, la filtra purificándola, de manera que al incorporarse a las corrientes profundas, carece de materia orgánica, queda libre de bacterias, pero en cambio puede recoger si el terreno es rico en minerales, sustancias que la hagan inadecuada para las necesidades humanas.

El aspecto que presenta el agua a los ojos del observador, no basta para conocer si es apropiada para el uso humano especialmente para ser bebida, ya que puede contener sales nocivas que actúen como venenos aunque sea lentamente, bacterias y parásitos que no son apreciables a simple vista pero que suelen producir enfermedades.

De lo expuesto, se deduce entonces que el agua de bebida debe estar libre de gérmenes patógenos procedentes de la contaminación aunque puede contener sustancias químicas, que no deben sobrepasar determinadas cantidades por unidad de volumen.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Es de esperar que la buena voluntad de quienes estén comprometidos en el procesamiento de potabilización del agua, lleve a conseguir que el abastecimiento del agua cuente con los índices de calidad que son indispensables para garantizar la salud de los usuarios.

5.2 De las fuentes de abastecimiento y su protección

El abastecimiento de agua para la población será:

- Obtenido de una fuente libre de contaminación; u,
- Obtenida de una fuente que haya sido adecuadamente purificada por los agentes naturales o por un apropiado tratamiento.

5.2.1 Características del agua cruda para tratamiento

Según lo dispuesto en el Art. 81 del capítulo 14 de la "Clasificación de cursos de agua, del Reglamento del Título II de la Conservación y Preservación de las Aguas", D.L. 17752, se puede utilizar agua cruda para ser potabilizada las clases de Agua I, II, III siendo las características límites, como se detalla.

CARACTERISTICAS LIMITES DE AGUA CRUDA PARA SER POTABILIZADAS

NMP/100 ml	: Menor de 20 000/100 ml en un mínimo de 5 muestras.
DBO a 5 días y 20°C en cualquier día	: Menor de 25 mg/l.
Oxígeno disuelto en cualquier muestra	: 5 mg/l como mínimo a cualquier temperatura y presión.
pH	: Entre 5 – 9.
Sólidos flotantes	: Ausentes.
Aceites y grasas	: Ausentes.
Fenoles	: Menor de 0,002 mg/l.
Sustancias tóxicas o potenciales tóxicas	: En cantidad no mayor que las que indican.
Plomo	: 0,10 mg/l.
Fluor	: 2,00 mg/l.
Selenio	: 0,05 mg/l.
Arsénico	: 0,20 mg/l.
Cromo hexavalente	: 0,05 mg/l.
Cianuro	: 0,01 mg/l.
Plata	: 0,05 mg/l.
Nitrato	: 10,00 mg/l.
Hierro	: 1,00 mg/l.
Manganeso	: 0,50 mg/l.
Cobre	: 1,50 mg/l.
Zinc	: 15,00 mg/l.
Sulfato	: 250,00 mg/l.
Magnesio	: 50,00 mg/l.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA			
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A			Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15

5.2.2 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano		
DS N° 031-2010-SA.		
ANEXO I		
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS		
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

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

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

DS N° 031-2010-SA.

ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE
CALIDAD ORGANOLÉPTICA

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

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

DS N° 031-2010-SA.

ANEXO III

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

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

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

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

DS N° 031-2010-SA.

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

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

DS N° 031-2010-SA.

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

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

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

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

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{LMP_{\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodiclorometano}}}{LMP_{\text{Bromodiclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

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

- Reglamento de los títulos I, II y III de la Ley General de Aguas de la República del Perú N° 17752 –Ampliatorias y Modificadorias

Clasificación de las aguas según su uso permitido.

Observación: Esta clasificación se basa en varios parámetros. En el presente caso sólo se citan los parámetros bacteriológicos.

CLASE I	CLASE II	CLASE III	CLASE IV	CLASE V
Podrán ser utilizadas para fines de agua potable mediante desinfección y libremente para usos agrícolas, piscicultura y recreación.	Podrá ser utilizada para fines de agua potable previo tratamiento de sedimentación, libremente para piscicultura y agricultura.	Podrán ser utilizadas para fines de agua potable previo tratamiento de pre-desinfección, coagulación, sedimentación, filtración, desinfección final y también para fines agrícolas	Podrán ser utilizadas en el regadío de plantas de tallo alto o con fines industriales si no hay interconexión con las redes de agua potable.	Sólo podrá ser utilizada con fines industriales si no hay interconexión con redes de agua potable.
N.M.P. menor de 50 por 100 ml.	N.M.P. menor de 5 000 por 100 ml.	N.M.P. menor de 20 000 por 100 ml.	N.M.P. menor de 50 000 por 100 ml.	N.M.P. menor de 50 000 por 100 ml.

- El agua no debe tener olores, ni sabores desagradables.
- El agua no debe tener exceso de minerales solubles, ni exceso de las sustancias químicas que se emplean para tratarla.

5.3 De la razón de los requisitos

Es evidente que un agua turbia o coloreada a un grado tal que se nota fácilmente o de olor y sabor desagradable será mirada como sospechosa por los consumidores.

La presencia de considerables cantidades de sales de calcio y magnesio hacen el agua inaparente para ser usada para fines de lavado y cocina, es también desagradable para las personas que han estado acostumbradas a usar aguas blandas o de bajo contenidos de sales.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Con respecto a que la composición química del agua pueda causar un efecto irritante en la mucosa intestinal o en la salud del individuo, hay que tener en cuenta la idiosincrasia personal.

Ha sido universalmente admitido que los elementos venenosos como el plomo-cromo-arsénico-flúor o selenio no deberían estar presentes en el agua, cuyo fin fuere la bebida, sin embargo, es difícil fijar límites.

El efecto del sulfato de magnesio es ampliamente conocido, por ello debe evitarse el uso de agua que tenga una alta concentración de esta sal, por ser catártico.

Cuando las aguas son tratadas con sustancias químicas con el fin de ablandarlas o purificarlas, es conveniente evitar cualquier exceso de las sustancias químicas empleadas así como la alcalinidad que resulte de un exceso de calcio o de cualquier otro procedimiento de ablandamiento.

5.4 De las muestras

5.4.1 De las botellas para tomar muestras

Las muestras para analizar el agua deberán ser colectadas en botellas que hayan sido cuidadosamente limpiadas y enjuagadas en agua limpia y esterilizadas de acuerdo con los procedimientos usuales.

Se puede usar dos clases de botellas:

- Botellas limpias y esterilizadas y;
- Botellas limpias y esterilizadas que hayan sido tratadas con Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$).

El agua que contenga cloro residual deberá siempre ser colectada en botellas tratadas, todas las otras muestras pueden ser colectadas en botellas esterilizadas, aún cuando no es objetable el uso rutinario de botellas tratadas con tiosulfato.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

5.4.2 De los puntos de muestreo

- En la red de distribución se deben escoger los puntos más representativos. Si el sistema de distribución tiene puntos muertos cerca de ellos con el objeto de verificar si se operan las válvulas de purga.
- EN LOS LAGOS: Las muestras nunca deberán ser colectadas de las playas; deberán colectarse desde un bote a distancia de 10 metros o más de la playa, en el punto de muestreo la profundidad debe ser mayor de 1 metro.
- EN LOS RIOS: Las muestras deberán representar al agua corriente y no las partes en que se halla estancada en las partes rectas del río, las muestras pueden ser colectadas desde los bordes pero a una distancia de por lo menos 1,00 m de ellos.

En los ríos que sean accidentados con frecuentes curvas y de corriente lenta, las muestras deberán ser colectadas cerca del centro, en los lugares de mayor profundidad.

5.4.3 De la manera de tomar muestras

- a) Cuando se toman muestras de agua de caños será necesario primero flamear cuidadosamente durante 1 ó 2 minutos todas las partes del caño especialmente en la boca de descarga y en la empaquetadura de la llave por donde generalmente pierden alguna cantidad de agua. Luego se dejará correr el agua del caño por unos minutos variando el tiempo más o menos con el uso que tenga dicho caño; siempre es más conveniente muestrear de caños que estén en frecuente uso; durante el llenado de la botella ésta debe agarrarse por el cuerpo y nunca por la boca.
- b) Cuando se toma una muestra de río o en general de cuerpos de agua en movimiento, bastará sumergir en los puntos del río anteriormente mencionados la botella destapada a una profundidad de unos 10 centímetros, agarrándola por el cuerpo y presentando la boca destapada en dirección en que viene la corriente, de tal manera de

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

que impida que el agua que haya estado en contacto con la mano, ingrese a la botella.

- c) En cuerpos de agua que se encuentran en reposo se sumergirá la botella boca abajo a una profundidad de 10 cms o más y se llenará la botella a esta profundidad con un movimiento de ésta hacia delante para evitar que el agua que esté en contacto con la mano entre en la botella.

5.4.4 Del transporte y almacenamiento

- a) Debido a los cambios biológicos que pueden ocurrir en una muestra de agua, todas las muestras deben ser analizadas lo antes posible. En tiempo caluroso, si el período de transporte excede más de una hora, la muestra debe ser puesta en hielo.
- b) Las muestras serán almacenadas a temperaturas que oscilan entre 6° y 10°C.
- c) En general los cambios que ocurren por un período de almacenamiento de 12-18 horas son ligeros.
- d) Las muestras que hayan sido almacenadas en períodos de 24 horas o ligeramente mayores deberán ser juzgadas con mucha cautela.

5.5 Normas internacionales de potabilidad

La Organización Mundial de la Salud ha establecido los siguientes criterios para apreciar la potabilidad de las aguas.

SUSTANCIAS	LÍMITES MÁXIMOS	
	ACEPTADOS	TOLERADOS
Sólidos totales	500 mgr/lit	1 500 mgr/lit
Color	5 unidades	50 unidades
Turbiedad	5 unidades	25 unidades
Sabor	Inobjetable	
Olor	Inobjetable	
Hierro (Fe)	0,3 mgr/lit	1,0 mgr/lit
Manganeso (Mn)	0,1 mgr/lit	0,5 mgr/lit
Cobre (Cu)	1,0 mgr/lit	1,5 mgr/lit
Zinc (Zn)	5,0 mgr/lit	15 mgr/lit
Calcio (Ca)	75 mgr/lit	200 mgr/lit
Magnesio (Mg)	50 mgr/lit	150 mgr/lit
Sulfato (SO ₄)	200mgr/lit	400 mgr/lit
Cloruro (Cl)	200 mgr/lit	600 mgr/lit
Rango de pH	7,0 – 8,5	Menos de 6,5 o más de 9,2
Sulfato de Magnesio + sodio	500 mgr/lit	1 000 mgr/lit
Sustancias fenólicas (como fenol)	0,001 mgr/lit	0,002 mgr/lit
Extracto de cloroformo de carbón (poluente orgánico)	0,2 mgr/lit	0,5 mgr/lit
Sulfato de aquil benzeno (detergentes)	0,5 mgr/lit	1,0 mgr/lit

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

5.5.1 Sobre la educación sanitaria y la participación de la comunidad

La administradora de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, en coordinación con las autoridades competentes deben reforzar sus programas de educación sanitaria y promoción comunal, a fin de conseguir la colaboración de la población en la campaña de prevención del cólera.

6. ADMINISTRACIÓN GENERAL DE LA PLANTA

El servicio de producción de agua potable para una comunidad, obliga a trabajos durante las 24 horas del día, los 365 días del año en forma ininterrumpida, en tal sentido los trabajos para la buena marcha de este importante servicio básico, debe programarse en tres turnos de 8 horas cada uno, se sugiere los siguientes turnos:

- 1.- Primer turno de 00:00 am a 08:00 am
- 2.- Segundo turno de 08:00 am a 16:00 pm.
- 3.- Tercer turno de 16:00 pm a 24:00 am.

De Lunes a Domingo; los días de descanso se deben suplir con el servicio de un volante.

Se aconseja entrenar previamente al personal que ejecute los trabajos de operación. La vigilancia y control de las acciones inherentes al tratamiento del agua deben supervisarse diariamente, particularmente la dosificación de coagulante y productos clarificantes, así como el lavado de los filtros.

Se deberá mantener el orden y la disciplina que el servicio exige a fin de producir agua con niveles óptimos de calidad y cantidad para un normal abastecimiento.

Es necesario que los niveles de vigilancia en la producción sean muy cuidadosos, esto significa que debe controlarse:

- El ingreso, uso y salida de los productos químicos de tratamiento.
- El ingreso y uso de herramientas y bienes de la planta.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Supervisión y control de los procesos, desde la captación hasta la distribución.
- Registro de actividades.
- Programación de trabajos para el mantenimiento operativo de las unidades de procesamiento.
- Vigilancia de los trabajos de laboratorio, para el control de procesos y control de calidad.
- Informe y acciones de investigación.

6.1 Maniobras sistemáticas de entrenamiento

Para hacer frente a los problemas de operación de la planta, como primera medida hacer reuniones con el personal de operación y de talleres, presentar el problema y pedir opiniones y hacer un programa de entrenamiento para operación de la planta en situaciones normales y de emergencia.

En una falla de energía la primera acción que debe ejecutar el operador, es la suspensión de la filtración, para evitar que los filtros se desocupen, luego suspender la aplicación de cloro, para evitar escapes por falta de agua en el eyector. En tercer lugar, se abren todos los interruptores de equipos eléctricos y se dejan en posición de arranque.

Como cuarta medida, se cierra la salida del tanque de distribución o se gradúa, a una salida restringida. Se enciende el otro grupo electrógeno y se arranca parcialmente la planta.

Una vez que se restablezca el servicio se arranca la planta, como se indicó anteriormente.

Según el número de responsables por turno, se asigna a cada operador y a los ayudantes, funciones específicas, de acuerdo a un programa previo, estableciendo teóricamente responsabilidades. Después de las instrucciones detalladas es conveniente provocar intempestivamente fallas de energía y observar la respuesta que da el personal en su actuación. Una vez ejecutada la restitución del funcionamiento, es conveniente que cada persona, haga un

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

recuento de su actuación y concluya si la operación fue correcta o tubo fallas, analizando el por que de ellas, para evitarlas en el futuro.

De esta misma forma, se entrenará en cada uno de los aspectos operativos de la planta.

6.2 Mecanismos de control y evaluación de la gestión

La información generada por la operación de las instalaciones deberá usarse para el buen gerenciamiento de la misma; permitiendo tomar las acciones anticipadas para evitar el deterioro de las instalaciones.

Además de esto servirá para dar soporte a otras unidades y acciones dentro y fuera del sistema operacional como las siguientes:

- Control de operación.
- Control de calidad.
- Toma de decisiones a cargo de la gerencia general.
- Proyectos.
- Planeamiento.
- Suministro de productos químicos.

A continuación se da algunas explicaciones sobre lo que se pretende y se quiere obtener con estos indicadores:

a) Indicador de consumo de productos químicos/volumen diario tratado

Este índice permitirá analizar la tendencia en los consumos de productos químicos y tomar acciones con anticipación al deterioro o alteración que puedan estar ocurriendo en la calidad del agua. Asimismo, permitirá gerenciar un mejor control de calidad del agua, para la corrección o disminución de impactos.

Servirá también para hacer una supervisión futura de la cantidad de productos químicos necesarios en la operación.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Los indicadores más usados en este caso serán (cloro gas, hipoclorito de calcio, sulfato de aluminio, hidróxido de calcio, polímeros).

- b) Indicadores de demanda de energía eléctrica para el tratamiento del agua

Si se sobrepasa el 100% de la demanda contratada, se deberán tomar las precauciones necesarias, en el sentido de adecuar esta demanda al manual de ahorro de energía eléctrica.

El índice es mensual. En caso de que no se disponga de instrumentos necesarios en la instalación, el cálculo podrá ser hecho a partir de la facturación, por consumo de energía eléctrica. La tendencia de este índice permite al gerente, tomar acciones anticipadas para hacer adecuaciones necesarias en las instalaciones.

- c) Indicador de aprovechamiento en la planta de tratamiento de agua

En este caso están considerados todos los equipos que existen en la instalación y la situación actual de la operación, permitiendo analizar las causas que están interfiriendo en el buen aprovechamiento de la capacidad instalada, se consideran las horas no trabajadas por:

- Problemas de deterioro en la calidad del agua.
- Problemas de falta de agua en la captación (debido al mal estado de bombas).
- Problemas de falta de energía eléctrica.
- Problemas de mantenimiento; y,
- Otras causas.

Este indicador es importante para solicitar las acciones necesarias para la solución del problema.

- d) Indicador consumo de energía eléctrica en sistemas de agua/volumen tratado.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

Este indicador da una idea del rendimiento global de la instalación. Es independiente de la tarifa de energía eléctrica y por lo tanto es una potente herramienta que permite al gerente seguir su evolución y compararla con otras instalaciones similares, podrá indicar la necesidad de reforma de los equipos e incluso la sustitución de los mismos, ya que podrá estar reflejando un deterioro de la instalación.

- e) Indicadores de controles del proceso de tratamiento del agua.
- Tasa de agua de lavado de filtros,
 - Tasa media de filtración,
 - Tasa media de sedimentación,
 - Tasa relativa de agua producida.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA			
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A			Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15

Principales resultados de la operación efectiva de la instalación

TIPO DE INFORMACION	UNIDAD	FRECUENCIA
Capacidad nominal de la Planta	M ³ /s	Mensual
Volumen diario de agua tratada	M ³	Diaria
Volumen diario de agua macromedida	M ³	Diaria
Consumo de productos químicos / tipo	Kg	Diaria
Tiempo de funcionamiento de la planta	H	Día
Tiempo de desactivado de la planta por mantenimiento	H	Día
Tiempo de desactivado de la Pta. Por falta de energía E.	H	Día
Tiempo de desactivado de la Pta./ contaminación fuente	H	Día
Tiempo de desactivado de la fuente por otras causas	H	Día
Consumo de energía eléctrica	KWh	Diaria
Demanda de energía registrada	KW	Diaria
Niveles máximo y mínimo del reservorio	M	Diaria
Volumen de agua de lavado de filtros	M ³	Día
Tiempo de funcionamiento de los filtros (carrera)	H	Día
Consumo de combustible	Gls	Día
Control de procesos (dosis óptimas)	H	Diaria
Control de calidad físico-químico completo		Mensual
Control de calidad bacteriológica.	NMP/100ml	Diaria

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

6.3 Funciones y organización de la planta

6.3.1 Funciones generales

- Asegurar la buena calidad bacteriológica y físico-química del agua producida, garantizando que las mismas se ajusten a las normas de calidad determinadas para el agua potable tanto por el Ministerio de Salud y la Organización Mundial de Salud (OMS).

En razón de los requisitos para el agua potable, es evidente que un agua turbia o coloreada a un grado tal que es notable por cualquier consumidor, será observada como sospechosa siendo, necesario:

- Conservar la operatividad de las instalaciones para poder brindar un servicio ininterrumpido.

6.3.2 Funciones específicas

Responsable de la planta

- Planear, programar, supervisar y controlar las actividades de producción.
- Dirigir y controlar las operaciones del proceso de tratamiento.
- Mantener la disciplina del personal a su cargo.
- Controlar el uso, conservar y mantener las instalaciones, equipos y materiales de la planta.
- Ejecutar tareas inherentes al buen funcionamiento de todo el sistema de producción.
- Presentar periódicamente informes técnicos y administrativos.

• Laboratorista

Depende del responsable de la planta:

- Realizar las pruebas para el control de procesos: Pruebas de Jarras, para obtener las dosis óptimas de clarificantes, pH óptimo.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Realizar los análisis físicos, químicos y bacteriológicos, en cada una de las fases del proceso de tratamiento.
- Realizar las pruebas para verificar el adecuado funcionamiento de cada una de las unidades de procesamiento, para verificar sus eficiencias.
- Controlar mediante análisis el ajuste de calidad del agua producida a las normas de calidad del agua potable.
- Realizar pruebas para la efectiva desinfección, "Demanda de cloro al punto de quiebre" y vigilar su implantación en la ciudad.
- Realizar trabajos de investigación inherentes al servicio, por ejemplo sobre el uso de la mandioca o harina de yuca como clarificante natural.
- Realizar el control de calidad completo.
- Supervisar y controlar el uso de los reactivos y bienes del laboratorio.

- **Operadores de planta**

Dependen del Jefe de planta Y/O Supervisor de Planta

- Ejecutar labores de transporte y manipuleo de materiales, según indicación del responsable de la Planta.
- Dosificar productos químicos, según indicaciones del laboratorio.
- Ejecutar la limpieza y mantenimiento oportunos en todas las instalaciones.
- Mantener reserva adecuada de productos utilizados en el tratamiento.
- Ejecutar trabajos para la adecuada operación y producción del agua.
- Controlar la producción y consumo de agua dentro de la planta.
- Ejecutar tareas inherentes a las actividades del tratamiento del agua.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

6.3.3 Calificación del personal

Jefe de operación

- Nivel universitario, Licenciado en Química, Ingeniero Sanitario, o Ingeniero Químico, con algunos años de experiencia en operación de plantas de tratamiento de agua.
- Conocimiento de Administración y control gerencial.
- Conocimientos básicos de hidráulica.
- Conocimientos de salud pública, básicamente lo relacionado al abastecimiento de agua, desde el tratamiento hasta la distribución final.
- Conocimientos de seguridad, tanto del trabajo como de la manipulación de productos químicos, además de estar familiarizado con las condiciones químicas que ocurren dentro de las plantas de tratamiento de agua.
- Estar apto para realizar los ensayos químicos y para operar en forma adecuada la planta de tratamiento del agua.
- Deberá tener amplio conocimiento de las normas de salud pública, relacionadas al abastecimiento de agua potable.
- Deberá estar preparado para supervisiones técnicas y para administrar equipo de trabajo asegurando alcanzar los objetivos.

Supervisor de operación.

- Nivel de formación universitario (Facultades de: Química, Ingeniería Sanitaria, Ingeniería Química).
- Conocimientos básicos de procesos de tratamiento de agua, con posibilidades de recibir capacitación en Hidráulica, Electricidad, Mecánica, Instrumentación y cursos avanzados de tratamiento de agua, que permitan interpretar las ocurrencias en la planta y realizar rápidamente la modificación en los procesos.
- Conocimiento teórico y práctico de la técnicas y ensayos de laboratorio, que permita ejecutarlos cuando sea necesario.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Conocimientos para poner en operación los equipos que estuvieran en mantenimiento.
- Deberá acompañar al visitante, y aclarar interrogantes si es necesario.

Operador de tratamiento de agua

- Nivel de formación técnica, como mínimo.
- Conocimiento de procesos de tratamiento de agua, y estar apto para recibir capacitación, específicamente en tratamiento de agua.

Debe ser capacitado en:

- Operación de la instalación.
- Medidas de control.
- Llenado de boletines.
- Elaboración de informes.
- Manipulación, movimiento y stock de productos químicos.
- Operación de cloradores y seguridad con cloro gas.

Las características personales más importantes deben ser:

- Responsabilidad técnica.
- Facilidad de comunicación con los equipos de trabajo.
- Raciocinio rápido para atención en situaciones de emergencia.
- Disposición de trabajos en turnos.
- Espíritu de cooperación.

Personal auxiliar

- Deberá tener estudios primarios y estar apto para recibir y emitir instrucciones verbales o escritas sobre su trabajo y en particular sobre la manipulación de productos químicos y protección contra riesgos de accidentes en el trabajo.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Debe tener caligrafía legible, y saber llenar boletines específicos de su función.
- Debe conocer la estructura de la organización y saber ejecutar las funciones que se le haya atribuido.

6.4 Ambientes complementarios

- Oficina de Jefe de Planta.
- Oficina de operaciones.
- Sala para operadores con baños y duchas múltiples.
- Oficina de mantenimiento.
- Taller para reparaciones.
- Laboratorio para control de procesos y análisis físico-químico.
- Laboratorio de Microbiología (bacteriología e hidrobiología)
- Biblioteca y sala de conferencias.
- Casa para responsable de la planta.
- Casa de guardianía.
- Casa para destacamento policial.

6.5 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo será realizado por un funcionario capacitado y orientado por el jefe de operación, las acciones que tendrá a su cargo serán:

- Lubricación de equipos, limpieza de los equipos.
- Examen de los posibles desperfectos.
- Enviar equipos defectuosos a talleres especializados, cuando no es posible de arreglarlos en el lugar.
- Pintar los equipos para su conservación.
- Preparación técnica del personal.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- El personal encargado directa o indirectamente de la operación y el mantenimiento de la planta deberá participar de las reuniones periódicas bajo orientación de sus superiores, para actualizar y uniformizar procedimientos y acciones. Seguridad en sistemas de agua y alcantarillado

6.6 Generalidades

La prevención de accidentes es el resultado de un poco de conciencia y la aplicación de unos cuantos principios básicos de seguridad. Los principales peligros de accidentes en cualquier instalación de control de agua o alcantarillado son bastante parecidos, sean en buzones, estaciones de bombeo, o plantas de tratamiento. Estos son como sigue:

Lesiones físicas

- Infecciones.
- Gases tóxicos, vapores o deficiencias de oxígeno.

La prevención de lesiones físicas comienza con un buen orden. Las herramientas, partes u otros objetos no deben estar fuera de su lugar cuando no están en uso. Los Avisos de advertencia, rejas y tapas en su lugar proporcionarán protección contra tuberías a baja altura, tanques abiertos, buzones descubiertos, etc. El simple conocimiento del hecho de que doblando las rodillas y levantando pesos con los músculos de las piernas, puede evitar hernias.

Vacunaciones periódicas tales como las que se indican en el presente documento debían ser administradas a todo el personal de la planta. Las vacunaciones, además de unas cuantas reglas diarias de higiene personal, eliminarán las posibilidades de que el personal sea atacado por cualquier enfermedad innecesaria.

Se deben proporcionar todas las facilidades con un equipo completo de oxígeno y respiradores para la protección del personal de planta cuando laboren en lugares con un índice significativo de gases y vapores dañinos. La

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable- EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

totalidad del personal de la planta debe ser instruido en la operación de este equipo.

6.7 Seguridad personal

6.7.1 Generalidades

Es responsabilidad de la Administración ver que su personal esté bien enterado de los peligros que encierran sus labores. El individuo es responsable de sí mismo, y como tal debe tomar las precauciones necesarias para asegurar su propio bienestar al trabajar, y cumplir las normas de seguridad para el trabajo que realiza.

6.7.2 Uso de vestimenta especial

Guantes de algodón y jebe ofrecen buena protección para las manos, lo mismo que botas de caucho, que protegen los pies de la humedad e infección. Los empleados deben también utilizar mandiles o sobretodos para protegerse de desperdicios o sustancias químicas que son peligrosas. Al trabajar con maquinaria o en buzones, hoyos o en la cercanía de otros trabajadores, se debe usar cascos de material plástico.

6.7.3 Hábitos personales

No se debe fumar en las alcantarillas u otros lugares peligrosos. Es prácticamente imposible evitar la contaminación por desagüe de los extremos de pipas, cigarrillos. Fumar es una fuente potencial de calor, para el encendido explosivo de vapores combustibles en el ambiente. El trabajador no debe tocarse la cara o el cuello mientras trabaje en alcantarillas o áreas de bombeo, pozos húmedos, o mientras se toca el desagüe o barro. La mayoría de infecciones ingresan al cuerpo a través de la boca, nariz, ojos y oídos. El operador de la planta de tratamiento debe lavarse bien las manos antes de comer y realizar sus labores, debe tener hábitos de limpieza y pulcritud durante la ejecución de todo trabajo, debe recordar que está ejecutando un trabajo tan importante el cual es la "Protección de la salud de todos habitantes de su ciudad".

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

6.7.4 Primeros auxilios

A excepción de lesiones menores, los cortes y heridas deben ser tratados por un médico y también deben ser reportados. Ningún tipo de lesión es demasiado insignificante como para no recibir atención. Una solución de yodo al 2% o merthiolate debe ser aplicada lo más pronto posible a las heridas o cortes.

6.7.5 Medidas sanitarias

Los trabajadores expuestos al contacto con aguas servidas, agua potable o una combinación de ambas en virtud de la labor que desempeñan, sufren de la más alta exposición humana al agua contaminada y sus productos secundarios. Para protegerse de cualquier tipo de organismos causantes de enfermedad alojados en el agua o desagüe, el personal debe recibir por lo menos el mínimo de vacunaciones para las enfermedades, tales como: tifoidea, fiebre paratifoidea, tétano y poliomielitis. Además, inyecciones para reforzar las ya recibidas deben ser aplicadas cada tres años, para mantener una inmunización continua.

6.8 Seguridad en plantas de tratamiento

6.8.1 Seguridad en aspectos eléctricos

Las siguientes precauciones deben ser adoptadas para lograr condiciones de trabajo seguras al trabajar con equipo eléctrico:

- Desarrollar un programa organizado y periódico de mantenimiento preventivo para todo equipo eléctrico, reduciendo o eliminando así peligros de carácter eléctrico.
- Entrenar a todo el personal de operación y mantenimiento en el manejo y uso de la maquinaria y equipo eléctrico.
- Utilizar extinguidores no-conductores para apagar incendios eléctricos, los cuales reducirán los peligros de choques eléctricos al operador y no dañan

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

permanentemente el equipo afectado; por ejemplo: anhídrido carbónico o extinguidores químicos secos.

- Utilizar dispositivos de sobrecarga de medida apropiada, los cuales entrarán en funcionamiento cuando se produzca una sobrecarga o un cortocircuito.
- Solamente electricistas autorizados y calificados serán los que trabajen sobre cualquier parte del sistema eléctrico.
- Proporcionar llaves de control y etiquetas sobre los controles en todo lugar apartado, utilizando para labor de mantenimiento o reparación.
- Utilizar madera u otro material aislante para escaleras y utilizar madera seca para mover alambres caídos.
- No trabajar con equipo en funcionamiento o conectado a la fuente de energía eléctrica.
- Utilizar botones de emergencia para aislar equipos eléctricos en áreas remotas y fichar el equipo fuera de servicio.
- Estar seguro de que se identifiquen y estén disponibles todos los controles eléctricos, cajas de llaves y paneles de distribución.
- Herramientas de seguridad, dispositivos especiales y vestimenta de protección deben ser utilizados cuando se trabaje con o cerca de circuitos activados.
- Se debe considerar la utilización de pisos de hule en los centros de control y estaciones de operación.
- Las recomendaciones anteriores no incluyen las precauciones de seguridad que el personal puede haber conocido mediante sus experiencias en el trabajo.

6.8.2 Seguridad en aspectos mecánicos

Peligros mecánicos por lo general están constituidos por maquinaria en movimiento, partes descubiertas en movimiento, transporte de objetos pesados, procesos de maquinaria (tornos, sierras, etc.) y a menudo por

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable- EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

descuido al utilizar herramientas eléctricas. Una gran parte de estos peligros puede ser reducida por el trabajador mismo. Con este fin, se recomiendan las siguientes precauciones:

Protectores.- Todas las partes móviles de cualquier maquinaria deben tener protectores para seguridad de los trabajadores. Se deben inspeccionar estos protectores para ver si están colocados correctamente. Estos protectores pueden evitar que se enganche la ropa en la maquinaria.

Taller.- Se debe disponer de un espacio amplio para el mantenimiento periódico de la maquinaria. El área de trabajo se debe mantener limpia y con buena iluminación.

Protección de los ojos.- Cuando se realice trabajo de cortar, limar, lijar o romper piedras, ladrillos o metal, se debe utilizar algún tipo de protección para los ojos.

Ruido.- Cuando se trabaje durante largos períodos de tiempo en ruido o durante cortos períodos de tiempo en ruidos excesivos, todo el personal en el área debe utilizar protección para los oídos.

6.8.3 Manipulación de sustancias químicas

- Generalidades

Cuando se mezclan o manipulan sustancias químicas, el personal debe tomar precauciones especiales. Cada trabajador debe tener un buen conocimiento de las sustancias con las que se le ha asignado trabajar; además, debe conocer los procedimientos que debe ejecutar en el caso de que se presente alguna emergencia.

La tabla N° 1 es una lista de las probables sustancias químicas con las que tendrían contacto en plantas de tratamiento de agua y desagüe o estaciones de bombeo, además la lista de vestimenta recomendada y el equipo de seguridad a ser utilizado cuando se desempeñen labores. Cada persona debe estar bien familiarizada con esta tabla y debería practicar los procedimientos de seguridad recomendados.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

a) Manipulación de cloro

El gas cloro es principalmente un irritante de las vías respiratorias. Su efecto irritante es tan intenso que pequeñas concentraciones en el aire son inmediatamente detectables. En mayores concentraciones, el efecto irritante es tan severo que es improbable que una persona permanezca en un ambiente contaminado con cloro, a no ser que esté inconsciente o encerrada.

Con sólo el contacto con la piel, el cloro líquido causa quemaduras. Cuando el cloro líquido se expone a temperatura y presión atmosférica normales, se evapora a gas cloro.

Cuando existe una concentración suficiente de gas cloro en el ambiente, irrita las mucosas, el sistema respiratorio y la piel. Cantidades mayores producen irritación de los ojos, tos y respiración difícil. Si la duración de la exposición o la concentración es excesiva, se da un estado de agitación de la persona afectada, además de intranquilidad, irritación de la garganta, estornudos, acompañado de extrema segregación de saliva. Los síntomas de una exposición a altas concentraciones son espasmos y vómitos, acompañados de respiración difícil. En casos extremos, la dificultad de respiración puede aumentar hasta el punto donde se puede producir la muerte por anorexia, debido a la sofocación.

Todos los síntomas y efectos resultan directa o indirectamente de la acción local irritativa.

Se deben adoptar las siguientes precauciones al manipular cloro:

- Cada uno de los envases tiene un tapón fusible en la válvula que actúa como válvula de escape de seguridad. Este tapón está diseñado para fundirse entre 158°F o 65° C. Los cilindros no deben dejarse caer ni golpearse con fuerza, ni exponerse al calor.
- El cilindro que ha estado almacenado durante más tiempo debe ser utilizado primero. Se deben trasladar con mucho cuidado.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable- EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Al efectuar conexiones al cilindro, se debe asegurar que los conectores estén limpios y siempre úsese una nueva empaquetadura de material standard. Las conexiones siempre son posibles puntos de fugas, así como las empaquetaduras en las válvulas. No se deben utilizar llaves superiores a 6 (seis) pulgadas de longitud para un cilindro.
- Al efectuar nuevas conexiones, abrir la válvula un poco e inspeccionar por si existen fugas, mediante un pedazo de trapo mojado con amoniaco y colocado cerca de la válvula o conexiones, vapores blancos de cloruro de amonio indicarán fuga. Si las conexiones y válvulas están enroscadas bien no habrá posibilidad de fuga, comprobar utilizando el frasco de amoníaco. Fugas cerca de las uniones de válvulas pueden generalmente ser corregidas mediante el ajuste de la tuerca de empaquetaduras nuevas.
- Todas las conexiones en líneas de cloro deben ser puestas a prueba con frecuencia, en búsqueda de fugas. La menor fuga de cloro debe ser corregida, ya que es altamente corrosivo en presencia de humedad, por lo tanto, pequeñas fugas aumentan rápidamente en tamaño. El nombre del proveedor del cloro debe estar disponible, con su número de teléfono, de modo que en el caso de una emergencia pueda ser rápidamente localizado. Los fabricantes de cloro han desarrollado medios para corregir fugas debidas a situaciones serias, como válvulas rotas, envases viejos y otras condiciones. En caso de una emergencia por fugas de cloro, eche el cilindro de cloro en la poza que siempre debe estar con una solución de hidróxido de sodio, retírese del lugar, no aplique agua por ninguna circunstancia a su cuerpo expuesto al cloro, utilizar hidróxido de magnesio si la situación es de emergencia, mantenga la cabeza en alto si es posible, haga ingerir leche de magnesia, provoque vómitos, mientras llegue el Médico.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

6.8.4 Seguridad en el laboratorio

El personal que labora en el laboratorio debe tener conocimiento de los peligros de los materiales y condiciones en que trabaja, para así evitar accidentes. Se recomienda una lista de normas de laboratorio, para ser utilizada en instruir al nuevo personal, y también para prácticas en simulacros de emergencia. Debe tenerse presente los siguientes aspectos:

- Un alto grado de higiene personal debe ser practicado constantemente. Por ejemplo, aseo de las manos, uso de mandiles.
- No se debe utilizar la boca para usar las pipetas. Utilice una bombilla.
- En caso de que se derrame ácido, dilúyase inmediatamente con bastante agua, luego se neutraliza el ácido con carbonato de sodio o bicarbonato, hasta que no produzca efervescencia.
- En caso de derramar bases, inmediatamente dilúyase con bastante agua y con una solución saturada de ácido bórico.
- Cualquier material tóxico debe ser manipulado con cuidado; no se debe ingerir o inhalar; se deben tener antídotos disponibles.
- Materiales explosivos o inflamables deben ser almacenados de acuerdo a las normas de seguridad del departamento de bomberos.
- Materiales desmenuzados, quebrados o rajados deben ser descartados.
- Siempre utilizar protección para los ojos en los experimentos que encierren peligro para los ojos. Nunca observar a través del orificio de un tubo de pruebas durante calentamiento o cuando tiene lugar una reacción química.
- Tener cuidado en hacer conexiones de vidrio-jebe.
- Siempre verificar las etiquetas en los frascos para asegurarse que la sustancia es la correcta. Todas las sustancias y botellas o frascos deben tener etiquetas claras. Nunca se deben manipular elementos químicos con las manos desnudas; utilizar una espátula, cuchara o pinzas.

 EPS Sedaloro S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

- Asegurar una ventilación adecuada antes de trabajar en el laboratorio.
- Siempre utilizar el equipo apropiado para manipular recipientes calientes.
Por ejemplo: guantes de asbesto, pinzas, etc.

El personal se debe familiarizar con el equipo de seguridad disponible para poder controlar una emergencia.

**TABLA N° 1
PROCEDIMIENTOS RECOMENDADOS PARA LA MANIPULACION
DE SUSTANCIAS QUIMICAS**

SUSTANCIA	EQUIPO DISPONIBLE	COMENTARIOS
POLIMEROS	<ul style="list-style-type: none"> - Sobretodos. - Respiradores de dos cartuchos (polvo). - Guantes de hule. - Protector de ojos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilícese un respirador contra polvo.
COLORO	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de detección de fugas. - Ventilación. - Respirador de un solo cartucho. - Equipos de aire Scott. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilícese el respirador al hacer conexiones normales. - Ventílese el ambiente cuando se está en la sala de almacenaje de alimentación. - Ver apéndice (fugas).
REACTIVOS	<ul style="list-style-type: none"> - Protector de ojos. - Guantes de hule. - Sobretodos de jebe. - Ducha de emergencia y enjuagues oculares. - Bombillas de pipetas. - Campana contra humo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar los protectores de ojos. - Utilizar sobretodos de jebe. - Utilizar la bombilla para toda sustancia. - Usar guantes al trabajar con ácidos o bases.
OTRAS SUSTANCIAS		
	<ul style="list-style-type: none"> - Protector de ojos. - Guantes de hule. - Sobretodos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consultar las recomendaciones del fabricante.

6.8.5 Seguridad del trabajo

Deberán ser descritas orientaciones básicas para la seguridad en la ejecución de los servicios conteniendo:

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- Obligatoriedad de uso de equipos de seguridad individuales y colectivos, particularmente las máscaras cuando se manipule el cloro.
- Posiciones de seguridad para la ejecución de determinadas tareas (maniobras de válvulas, levantamiento de pesos, etc.).
- Primeros auxilios para ahogos y accidentes con electricidad, etc.
- En el caso de operación a través de equipo móvil, además de estos y otros, deberán constar ITEMS de dirección defensiva.

6.9 Seguridad Industrial

- Todos los equipos deberán tener línea a tierra.
- Cuando exista subestaciones transformadoras de energía eléctrica y cabinas primarias, todas la partes metálicas y no destinadas a la conducción de energía eléctrica, deben tener línea a tierra.
- No podrá faltar, en la instalación, elementos de seguridad como: guantes (para maniobras de alta tensión y, manipulación de cloro y polímeros, botas y aislamiento del suelo [piso de madera cubierto con jebe]).
- Cualquier interrupción de los circuitos de tierra, deberán comunicarse para su rápida corrección.
- Deberán ser elaboradas instrucciones de combate a incendios, especificando el uso correcto de los extintores en cada tipo de equipo o instalación.

6.10 Seguridad en la manipulación de cloro gas

6.10.1 Cilindro de gas

Cuando se manipula un gas potencialmente peligroso, como el cloro, deben cumplirse siempre las siguientes reglas:

- a) No mover nunca un cilindro a menos que tenga firmemente roscado el capuchón protector de la válvula.
- b) Ubicar los cilindros en lugares donde no sean golpeados ni dañados.

	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15	Fecha:

- c) Colocar una cadena de seguridad alrededor de los cilindros, que debe quedarse asegurada a una pared o a un soporte. Cilindros colocados horizontalmente exigen vigas y columnas para apoyo y cuñas para impedir su movimiento
- d) Cuando el dosificador está montado directamente sobre la válvula, no es necesario que el cilindro y el dosificador estén alojados en un local con calefacción. Esto vale para capacidades de hasta 25 lb por día (500 g/hora), no deben quedarse entre tanto expuestas a temperaturas extremas (sol y nieve).

Normalmente no es necesario desarmar completamente el dosificador a menos que se vaya a hacer una limpieza total y mantenimiento.

No desarmar la unidad, si ello no se justifica.

Todos los equipos están probados en fábrica y se entregan en perfectas condiciones cuando salen de la planta.

Se recomienda leerlas cuidadosamente y determinar qué problema ha surgido, antes de adoptar medidas para solucionarlas.

6.10.2 Equipo de protección

No debe faltar la máscara con cilindro de oxígeno, ni la máscara tipo canister, para el cambio de los cilindros de cloro.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA			
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A			Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha:: 09-01-15

Frecuencia de los trabajos

DETERMINACIONES DE:	FRECUENCIA DE DETERMINACIONES AL DIA:
Dosis óptima de coagulante.	Una vez cada día y cuando haya cambio de turbidez.
Verificación de caudal de ingreso.	
Turbidez.	Cada 2 horas
PH	Cada 2 horas
Color	Cada 2 horas
Cloro residual	Cada 2 horas
Aluminio residual	Cuando varié la fuente y/o se altere el proceso.
Alcalinidad	Por programación de OCC
Análisis bacteriológico	Por programación de OCC
Limpieza de:	Cinco veces al mes mínimo.
- Cámara de mezcla rápida	
- Floculadores	Diario.
- Sedimentadores	Periódicamente.
	Purga diaria por 45 segundos, cada hora y limpieza general cada 2 meses
- Filtros	Cada 30 – 36 horas, depende de la pérdida de carga y la capacidad de filtración.
	Después del consumo total, cambiar en cada ocasión las empaquetaduras de plomo.
- Cambios de botella de cloro	
- Vigilancia del funcionamiento del clorador.	Cada hora
- Vigilancia del peso de la botella de cloro.	Una vez por turno.

 EPS Sedaloreto S.A.	Manual de Operación- Procedimientos-PTAP NUEVA				
	Tratamiento de Agua Potable-EPS SEDALORETO S.A				Revisado:
	Elaborado: Dpto. de Producción	Revisado: Gerencia de Producción	Aprobado: Gerencia General	Fecha: 09-01-15	Fecha:

7. BIBLIOGRAFÍA

- REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DS N° 031-2010-SA. DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL, MINISTERIO DE SALUD, LIMA-PERÚ 2010
- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS AGUAS DE TUMBES, CARTILLA OPERATIVA-AGOSTO 2008
- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EMDUPAR S.A-FEBRERO 2007
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Emergency planning for water utility management. AWWA, 1973. Pub. M-19.
- PIERRE, R. Administración de actividades sanitarias ambientales de emergencia a raíz de catástrofes naturales; segundo borrador. OPS, 3 de marzo de 1980.
- KUTCHINS, K. El planeamiento anticipado para hacer frente a emergencias. Lima, OPS/CEPIS, traducción de Pub. AWWA.
- ANTON, W. La preparación de una empresa de servicio público para un sismo de gran intensidad. Lima, OPS/CEPIS, traducción de Pub. AWWA.
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Hazardous materials spills – emergency handbook. AWWA, 1975.
- ASSAR, M. Guía de saneamiento en desastres naturales. Ginebra, OMS, 1971.
- Programa Regional OPS/EHP/CEPIS. Mejoramiento de calidad de agua para consumo humano – Operación de Planta de Tratamiento, 1989.
- Manual de Operación Planta de Tratamiento Imperial DGOS, 1973.
- SINGLEY, J.E. Revisión de la Teoría de Coagulación. Universidad de Florida.
- Guías para la calidad del Agua Potable, Segunda edición 1995. OPS/OMS.
- ARBOLEDA, JORGE. Manual de desinfección de Aguas Potables, curso sobre operación y control de plantas de tratamiento de agua para ingenieros. 1973.
- ARBOLEDA, JORGE. Teoría, diseño y control de los procesos de clarificación del agua, serie técnica N° 13. CEPIS 1973.