



<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	Código STPR-04	Versión 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	Página 1 de 20	

## 1. OBJETIVO:

Dar a conocer las actividades que se llevan a cabo para el adecuado tratamiento del agua, con el fin de obtener su potabilización.

## 2. ALCANCE:

Este proceso abarca las actividades comprendidas desde la entrada de agua cruda a la cámara de distribución, pasando por el proceso de potabilización, hasta la entrega de agua al tanque de distribución "la giralda".

## 3. RESPONSABLE:

Son responsables de este procedimiento los tecnólogos químicos y bacteriología, bajo la coordinación del jefe de planta.

## 4. TERMINOS Y DEFINICIONES:

**4.1 Antracita:** Antracita es un mineral de carbón, oscuro con tonalidades azules brillantes suele ser usado en la fundición de los metales especialmente el hierro mezclado con carbones bituminosos, se la puede encontrar también como filtro para agua, así como, en combinación con la hulla para generación de vapor y su ulterior uso en la generación de electricidad.

**4.2 Bocatoma:** una bocatoma, o captación, es una estructura hidráulica destinada a derivar desde unos cursos de agua, río, arroyo, o canal; o incluso desde el mar, una parte disponible en esta, para ser utilizada en un fin específico, como puede ser abastecimiento de agua potable, riego, generación de energía eléctrica, acuicultura, enfriamiento de instalaciones industriales, etc.

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Luz Andrea Álvarez Bote Profesional de Calidad	Juan Carlos Nieto Urdanoño Subgerente Técnico y Operativo	Carlos Arturo Moreno Medina Representante del S.G.C.
Fecha: 1-10-2012	Fecha: 2-10-2012	Fecha: 3-10-2012



<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	<b>Código</b> STPR-04	<b>Versión</b> 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	<b>Página</b> 2de 20	

**4.3 Canal abierto:** un canal abierto es un sistema que se encuentra en contacto con la atmósfera, también se dan en medios naturales como: un río, un arroyo, inundaciones y en medios artificiales o los creados por el hombre como: las canaletas, alcantarillas y vertederos.

**4.4 Caudal:** es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

**4.5 Canaleta Parshall:** es una estructura hidráulica que permite medir la cantidad de agua que pasa por una sección de un canal.

**4.6 Cloro gaseoso:** El cloro es un químico importante para la purificación del agua (como en plantas de tratamiento de agua), en desinfectantes, y en la lejía. El cloro en agua es más de tres veces más efectivo como agente desinfectante. Suele ser usado en la forma de ácido hipocloroso para eliminar bacterias y otros microbios en los suministros de agua potable.

**4.7 Coagulación:** La coagulación se refiere al proceso de desestabilización de las partículas suspendidas de modo que se reduzcan las fuerzas de separación entre ellas.

**4.8 Desarenación:** consiste en retirarle al agua por medio físicos un alto porcentaje de la arena que contiene.

**4.9 Desinfección o cloración:** es la aplicación de cloro gaseoso que ataca las bacterias y las destruye, cloraminas para evitar cierto sabor del agua.

**4.10 Filtración:** remueve en el agua todas las partículas de turbidez que tenga, donde se hace pasar a través de un lecho granular filtrante formado por capas alternas de arena y antracita de características especiales, tales que los espacios vacíos retienen las partículas pero dejan pasar el agua.

**4.11 Floculación:** consiste en adicionar productos químicos al agua que tienen propiedades aglomerantes de las partículas, formando así el floc que por defecto de su peso se asienta.

**4.12 Floc:** es la unión de varias partículas de pequeños diámetros que al unirse forman una partícula más grande que por defecto de su peso se asienta.



<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	<b>Código</b> STPR-04	<b>Versión</b> 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	<b>Página</b> 3 de 20	

**4.13 Flujo laminar:** las partículas se desplazan siguiendo trayectorias paralelas, formando así en conjunto capas o laminas, de ahí su nombre, el fluido se mueve sin que haya mezcla significativa de partículas de fluido vecinas. Este flujo se rige por la ley que relaciona la tensión cortante con la velocidad de formación angular.

**4.14 Policloruro de aluminio:** Es usado como coagulante en el proceso de potabilización de las aguas para consumo humano, en el tratamiento de aguas residuales, en la industria del papel, en la industria del cuero entre otros. Es un producto corrosivo, por eso se almacena en tanques de PRFV.

Tiene algunas ventajas:

Mayor potencia de coagulación.

Mayor velocidad de coagulación y floculación.

Menor gasto de coagulante (especialmente a alto nivel de turbiedad).

No aporta aluminio disuelto al agua.

Menor turbidez final en el proceso.

Disminuye el TOC.

Menor consumo de álcalis.

Efectividad en un amplio rango de pH.

Igual rendimiento con distintas temperaturas.

Remoción de color.

**4.15 Sedimentación:** La sedimentación es un proceso físico del tratamiento de aguas usado para asentar los sólidos suspendidos en agua bajo influencia de la gravedad

La sedimentación en el tratamiento de aguas potable sigue generalmente un paso de la coagulación y de la floculación químicas, que permite agrupar partículas juntas en los flóculos de un tamaño más grande. Esto incrementa la velocidad en que se asientan los sólidos suspendidos y permite el colocar los coloides.

**4.16 Sulfato de aluminio:** El sulfato de aluminio es una sal de fórmula  $Al_2(SO_4)_3$ , es sólido y blanco. Es ampliamente usada en la industria, comúnmente como floculante en la purificación de agua potable.

El sulfato de aluminio tiene las siguientes aplicaciones:

- Sulfato de aluminio para el tratamiento de aguas residuales: el sulfato de aluminio es un producto económico y efectivo en la eliminación del fosforo, las plantas de tratamiento de agua residual, tanto municipal e industrial y clarifica el agua al precipitar los sólidos suspendidos.



<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	<b>Código</b> STPR-04	<b>Versión</b> 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	<b>Página</b> 4 de 20	

- Sulfato de aluminio para el tratamiento de agua potable: el sulfato de aluminio permite clarificar el agua potable ya que es un coagulante y por ello sedimenta los sólidos en suspensión, los cuales por su tamaño requerirán un tiempo muy largo para sedimentar.

**4.17 Turbidez:** la turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión.

Cuanto más sólidos de suspensión haya en el agua, más sucia parecerá esta y más alta será la turbidez. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua.

## 5. CONDICIONES GENERALES:

**5.15 Ubicación:** la planta de tratamiento villa santana se encuentra ubicada en el sector las Margaritas de la comuna villa santana en el municipio de Pereira, a los 4°48'3,82" Norte y a los 75°39'52,31" O, con una altitud de 1.504 msnm.



**5.3 Derivación del agua:** El agua cruda es captada en el canal de conducción que llega al tanque de carga de la hidroeléctrica de Nuevo libare mediante una Válvula de mariposa, la cual es operada de acuerdo con el indicador del caudal que ingresa a la planta de tratamiento, medido en la canaleta Parshall de entrada.

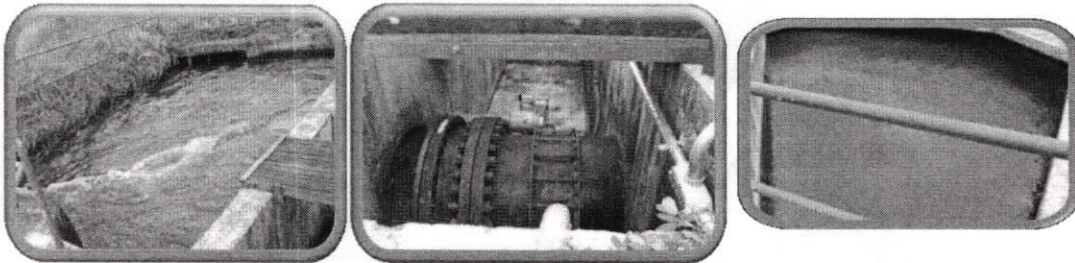
El nivel de agua requerido en el canal de conducción para derivar el caudal hacia los desarenadores, podrá obtenerse, de ser necesario, insertando tabloncillos a la entrada del tanque de carga, en las guías previstas para tal fin.



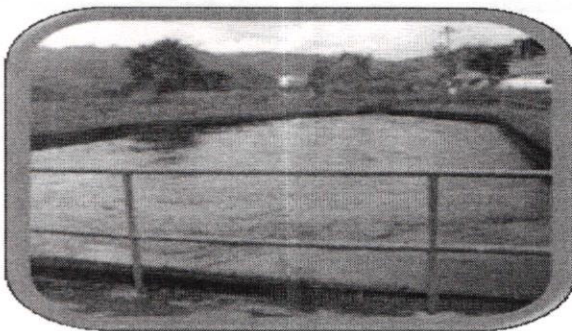
<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	<b>Código</b> STPR-04	<b>Versión</b> 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	<b>Página</b> 5 de 20	

La Válvula de mariposa posee un actuador eléctrico, el cual se opera pulsando el respectivo botón de apertura (verde) o cierre (rojo), cuando se quiera interrumpir el procedimiento, se deberá oprimir el botón de stop (central)

En caso de falla del sistema eléctrico, la válvula podrá ser operada manualmente, jalando y asegurando la palanca central que se encuentra en el centro de la rueda de maniobra, posteriormente se ejecutara la acción que se quiera realizar (apertura en sentido contrario al reloj o cierre en sentido horario)



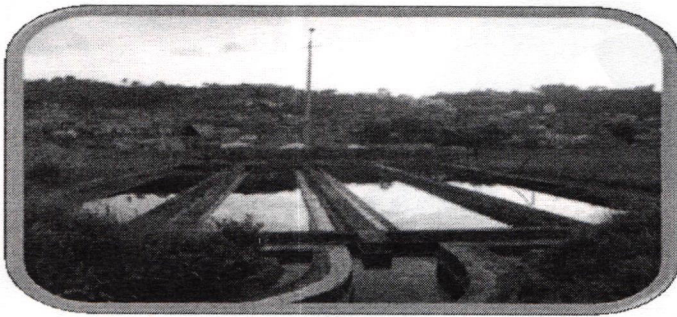
**5.1 Cámara distribuidora:** La válvula de captación descarga inicialmente en una cámara que distribuye el agua al canal de conducción y de ahí al desarenador. Antes del canal se encuentra una compuerta de 0.90 x 0.90 m de operación manual la cual permite sacar del servicio al desarenador. La cámara de distribución esta provista además de una compuerta lateral de Ø 8" que permite el desagüe de la misma





<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	<b>Código</b> STPR-04	<b>Versión</b> 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	<b>Página</b> 6de 20	

**5.13 tanque desarenador:** está compuesto por 4 unidades de 2,42 m de ancho y 4,50 m de profundidad, cada unidad se constituye por placas de asbesto cemento de 2,40 x 1,20 y 8 mm de espesor, con 45° de inclinación y separadas cada 5 cm. La salida está constituida por un canal de 80 m de longitud que conduce el agua hasta la canaleta Parshall.



**5.2 Canaleta Parshall:** cuando el agua cruda ingresa a la canaleta Parshall se le adiciona cal y se toma una muestra para conocer pH encalada debe estar entre 8,30 – 8,70, si da más se debe bajar la dosificación de cal y si da menos se debe aumentar.

La canaleta tiene un sensor de turbiedad y un lector de velocidad, casi siempre maneja un caudal de 3,35 l/s, el cambio de velocidad es muy relativo dependiendo del clima.

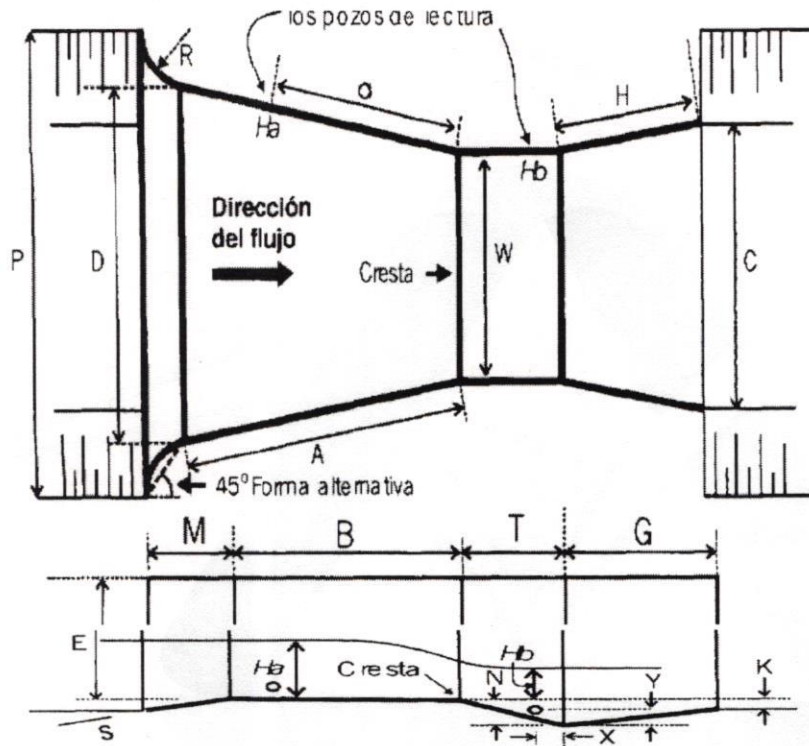
Cuando el agua sale de la canaleta Parshall se hace una precloración que es la adición de una pequeña cantidad de cloro que elimina parte de los microorganismos y algas, y cuando el agua sale de los filtros, pasa a la pos cloración que es la aplicación de mas cloro gaseoso que destruye los agentes patógenos como son las bacterias, virus entre otros.

La canaleta Parshall dispone de un sistema de transmisión de la señal de nivel y conversión de esta en caudal a un indicador totalizador situado en la sala de operación, adyacente a la canaleta Parshall se encuentra la pantalla del indicador instantáneo de altura de lamina de agua.

La canaleta parshall de 0,9144mts de garganta, permite medición de flujo de hasta 1426 litros por segundo.

<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	Código STPR-04	Versión 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	Página 7 de 20	

Para efectos de la mezcla rápida, se utiliza el resalto hidráulico se produce a la salida de la canaleta.



#### NOMENCLATURA

- W= Ancho de la garganta
- A= Longitud de las paredes de la sección convergente
- a= Ubicación del punto de medición  $H_a$
- B= Longitud de la sección convergente
- C= Ancho de la salida
- D= Ancho de la entrada de la sección convergente
- E= Profundidad total
- T= Longitud de la garganta
- G= Longitud de la sección divergente
- H= Longitud de las paredes de la sección divergente
- K= Diferencia de elevación entre la salida y la cresta
- M= Longitud de la transición de entrada
- N= Profundidad de la cubeta
- P= Ancho de la entrada de la transición
- R= Radio de curvatura
- X= Abscisa del punto de medición  $H_b$
- Y= Ordenada del punto de medición





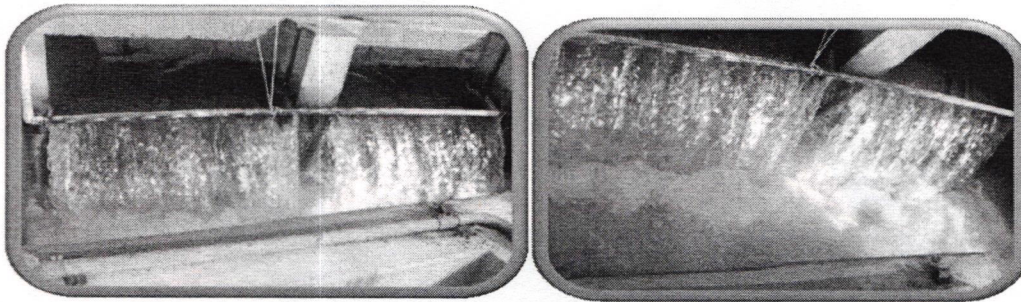
<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	<b>Código</b> STPR-04	<b>Versión</b> 01
	<b>Procesos de tratamiento para la potabilización del agua</b>	
		<b>Página</b> 8de 20

### Vertederos

El agua después de la canaleta parshall, descarga libremente en una cámara de 4.87 m de ancho, 3.20 m de longitud y 3.25 m de profundidad, al final se encuentran dos (2) vertederos de descarga libre de 1.00 m de longitud.

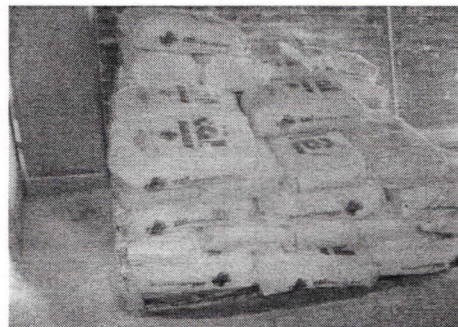
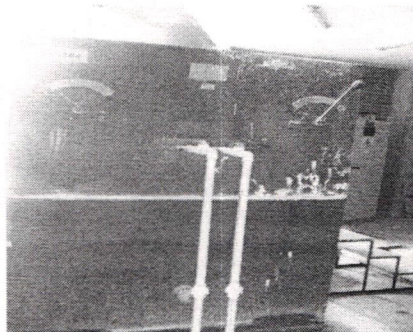
Las paredes laterales de los vertederos disponen de ranuras para la instalación de listones de madera con el fin de variar la cota de la cresta del vertedero. La cámara de distribución supone de una pantalla a todo lo ancho de la misma con el fin de amortiguar la energía de descarga de la canaleta y obligar que el flujo pase por debajo de la pantalla y ascienda lentamente para lograr una repartición equitativa del caudal en los vertederos.

La cámara de distribución dispone de una válvula de fondo de Ø 6" para el desagüe y de una compuerta lateral de 42" x 42" para ser abierta en caso de operar la planta en filtración directa.



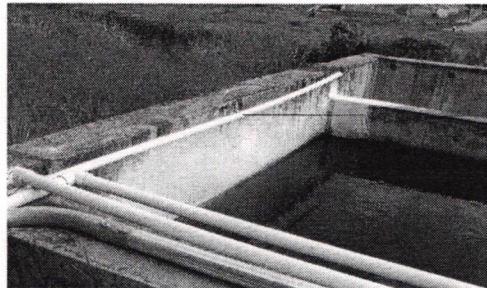
### 5.4 Dosificaciones

- **cal:** la cantidad de cal que se aplica al agua cruda depende del PH del agua si es muy turbia se aplica más cantidad, si no lo es menor cantidad, el PH debe estar por encima de 9.



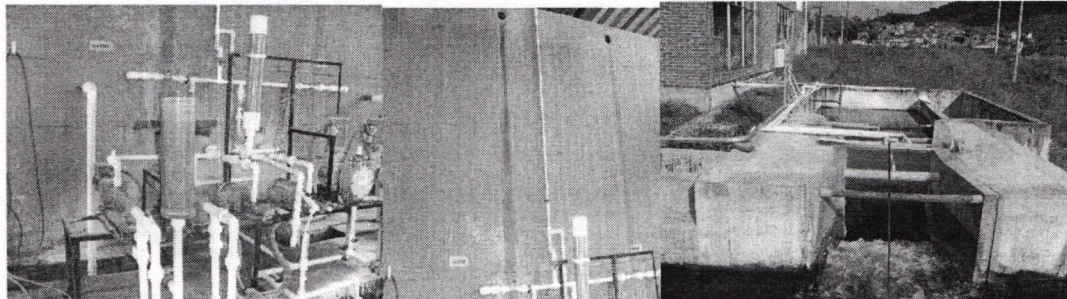


<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	Código STPR-04	Versión 01
	Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	



Dosificación de cal

- sulfato de aluminio** la aplicación del sulfato de aluminio y ayudante de coagulación es proporcional a la turbiedad con la que entra el agua a la planta de tratamiento. Se suspende la dosificación de cal, sulfato de aluminio y Policloruro cuando el color del agua está por debajo de 50(unidades de color) y la turbiedad por debajo de 5(unt)



Dosificación de sulfato de aluminio

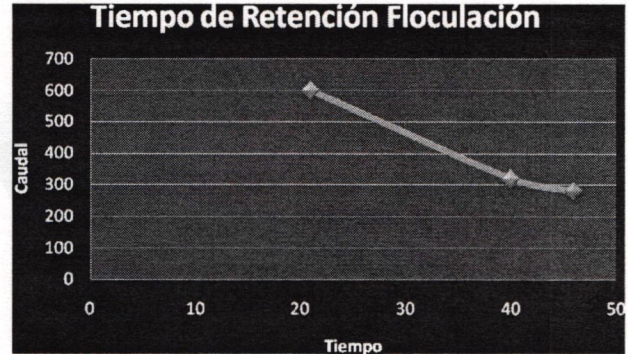
**5.10 Proceso de floculación:** se constituye de dos unidades cada uno con cuatro cámaras cuadradas de funcionamiento en serie, con dimensiones de 3,63 m de ancho y 4,30 m de profundidad, las primeras cuatro cámaras funcionan como un floculador mecánico que son estructuras dotadas de unas paletas que al girar producen fenómenos de turbulencia en el agua, se debe garantizar que el agua permanezca en mezcla durante un minuto por que después del primer minuto se empieza a formar el floc. Las otras cuatro cámaras funcionan por métodos hidráulicos que es aprovechar ciertas propiedades del agua hidráulicamente para garantizar una buena mezcla como son los resaltos, las caídas del agua entre otras.



<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	Código STPR-04	Versión 01
	Página 10 de 20	

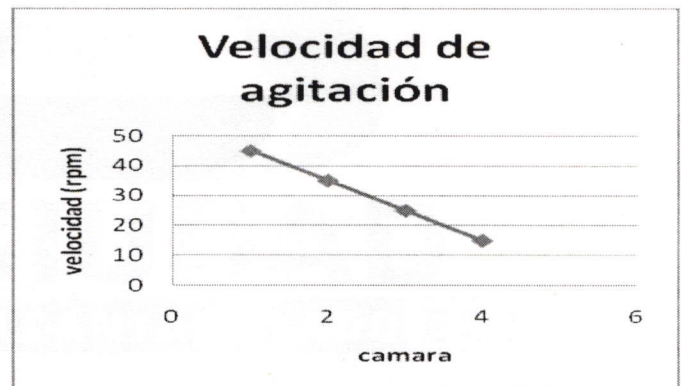
### Tiempo de retención en el proceso de floculación

Caudal (l/s)	Tiempo (min)
280	46
320	40
600	21



### Velocidad de agitación

Cámara	Velocidad (rpm)
1	45
2	35
3	25
4	15

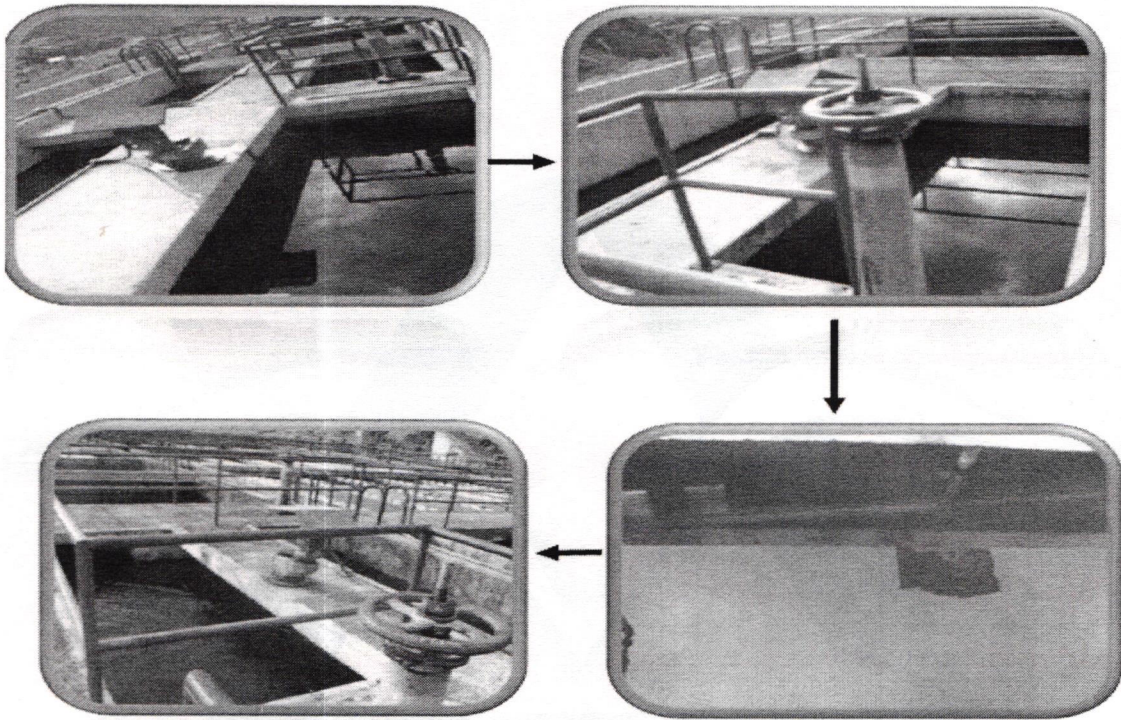


El paso entre las cámaras se hace a través de aberturas de 1.00 x 1.00 alternadamente en la parte superior y en la inferior de las paredes entre cámaras, esto con el fin de mantener un flujo helicoidal.

En los pasos inferiores se dispone de válvulas de fondo de Ø 6" para el desagüe de cada par de cámaras, las cuales son operadas en el momento que se realiza mantenimiento a la unidad.

<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	Código STPR-04	Versión 01
	Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	
		Página 11 de 20

TANQUES FLOCULADORES



**5.14 tanques sedimentadores:** El agua floculada entra uniformemente al sedimentador a través de 20 orificios de  $\varnothing 10''$  localizados a cada lado del canal de agua floculada.

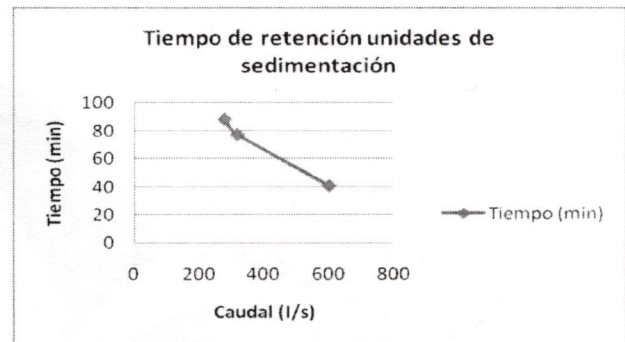
El agua floculada ingresa por la parte inferior del tanque, asciende a través de las placas planas de asbesto cemento, donde se produce la sedimentación de partículas. El agua ya sedimentada es recolectada en ocho (8) canaletas longitudinales de 0.40 x 0.40 m de sección, localizadas transversalmente. La recolección uniforme del agua sedimentada se produce a través de vertederos triangulares en V de 90 grados, de descarga libre, dispuestos a lo largo de la canaleta.

El agua sedimentada es recolectada en un canal central donde una sonda instalada al final nos determina en línea y forma instantánea la turbiedad del agua.

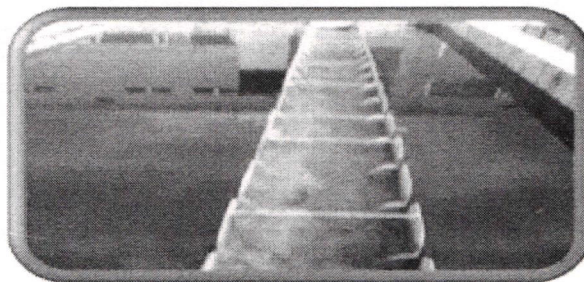
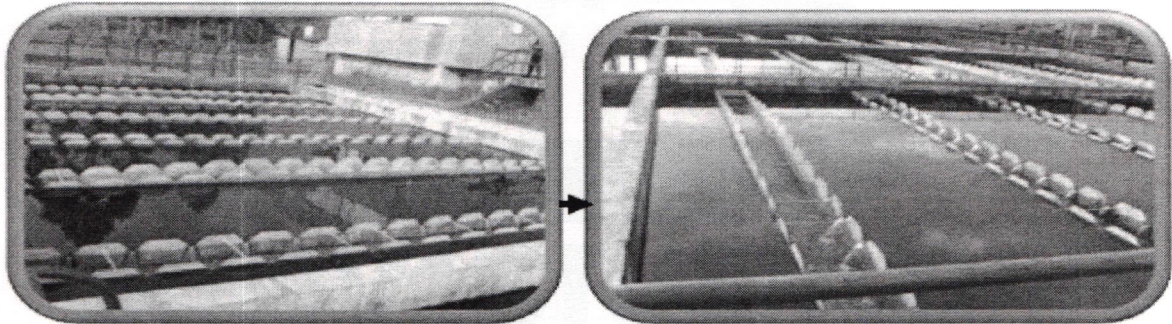
Los canales centrales de ambos sedimentadores conducen el agua a un canal común localizado frente a todas las unidades de filtración.

### Tiempo de retención unidades de sedimentación

Caudal (l/s)	Tiempo (min)
280	88
320	77
600	41



### TANQUES SEDIMENTADORES

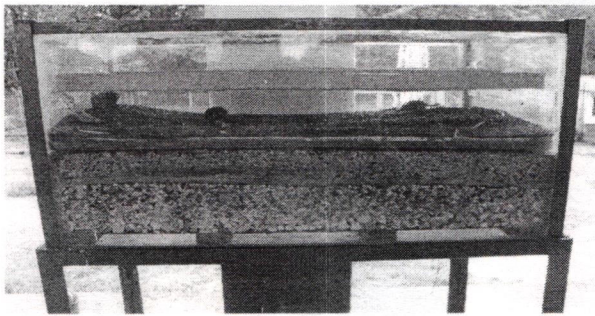




<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	Código STPR-04	Versión 01
	Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	
		Página 13 de 20

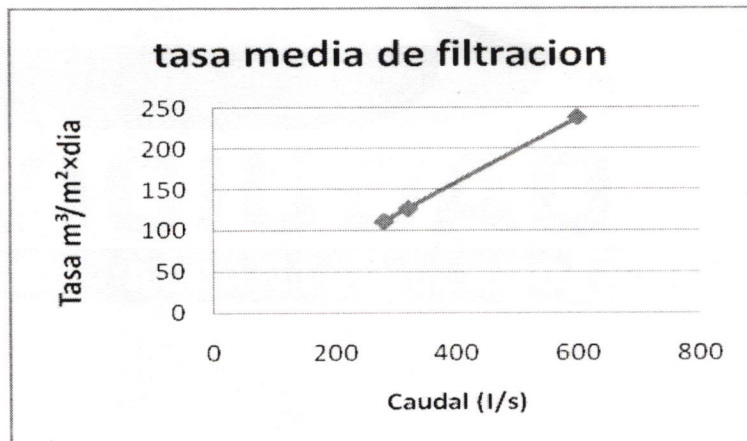
**5.7 Filtros:** La admisión del agua sedimentada a cada filtro, se hace mediante la válvula de mariposa correspondiente de  $\varnothing 14''$ .

Poseen un sistema de soporte que se constituye de bloques prefabricados perforados, en los cuales se encuentran instaladas cribas de mallas de acero inoxidable, con arena #10.



**Tasa media de filtración**

Caudal (l/s)	Tasa $m^3/m^2 \times dia$
280	110,77
320	126,59
600	237,4



La capa del filtro está constituida por 10 cm de arena y 70 cm de antracita.

El agua filtrada sale a través de una válvula de mariposa de  $\varnothing 36''$  e ingresa al canal común de agua filtrada. Durante la operación de lavado, el agua sale por la válvula de desagüe de  $\varnothing 24''$ .

Cada unidad de filtro dispone además de una válvula de  $\varnothing 8''$  conectada al fondo del filtro, lo que permite el vaciado total de la unidad cuando se requiera efectuar una reparación en el filtro.



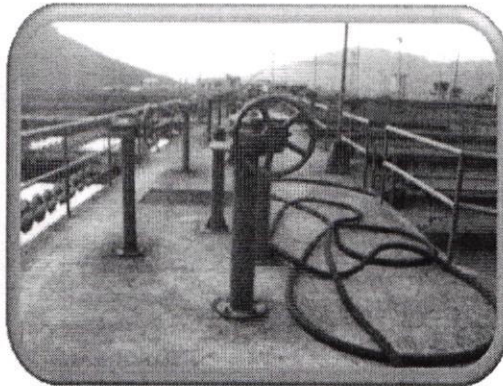
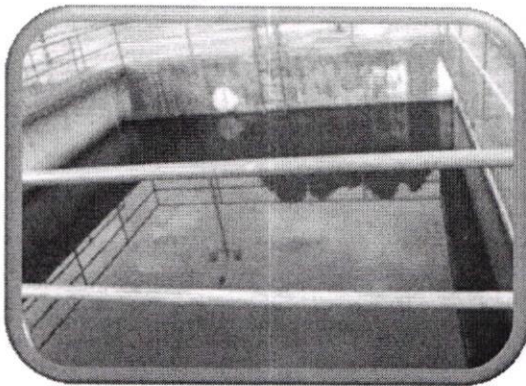
<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	Código STPR-04	Versión 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	Página 14 de 20	

La admisión del agua de lavado al filtro, así como la salida del agua filtrada se efectúa a través de una válvula de mariposa de  $\varnothing 36''$ , esta conecta el canal de interconexión con la cámara de salida del filtro. De esta cámara el agua de lavado ingresa al ducto de distribución situado debajo del canal de lavado y esta provisto de 8 orificios de  $\varnothing 8''$  a cada lado del ducto.

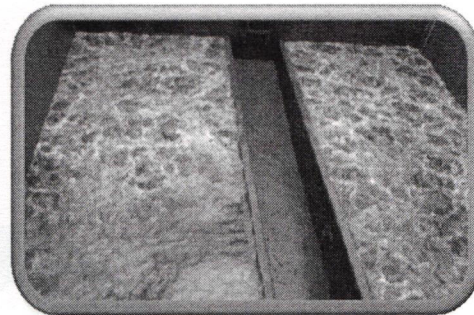
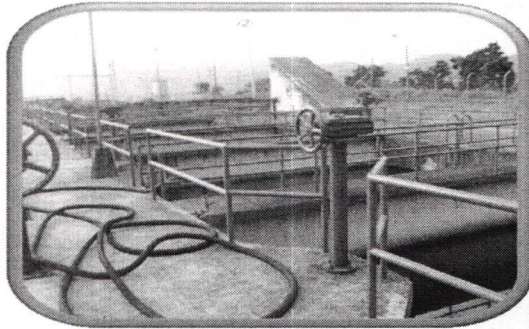
Cada filtro dispone de un canal central de lavado, de 0.90 m de ancho, por donde ingresa el flujo ascensional de lavado y sale por la válvula de desagüe.

El canal de interconexión de filtros, está situado al frente de la batería de filtros, con un ancho total de 3.20 mts y una profundidad de 4.70 m. en un extremo del canal de interconexión están situados dos vertederos de control de caudal de agua de lavado.

El lavado de los filtros se da por la calidad del agua o por tiempo de retención, el agua debe estar trabajando con 1,80 UNT de turbiedad y si se sube a 2 es necesario lavar; si el agua esta limpia se lava el filtro a los 3 días para evitar que la turbiedad suba a 2.



<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	Código STPR-04	Versión 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	Página 15 de 20	



Los tanques son vaciados para poder lavar los lechos filtrantes, Se le inyecta aire para que puedan ser removidas todas las partículas.

**5.8 Lodos:** para la purga de lodos, cada unidad dispone de dos canales trapezoidales, el fondo de cada canal está cubierto con losas prefabricadas con 12 orificios de  $\varnothing 2"$ , el vaciado de estos se efectúa mediante las válvulas de mariposa de  $\varnothing 10"$  localizadas al final de cada canal.

El volumen de lodos sedimentados resultantes de los procesos de potabilización está directamente relacionado con las características de la fuente de agua, las condiciones climáticas, los procesos al interior del sistema entre otros.

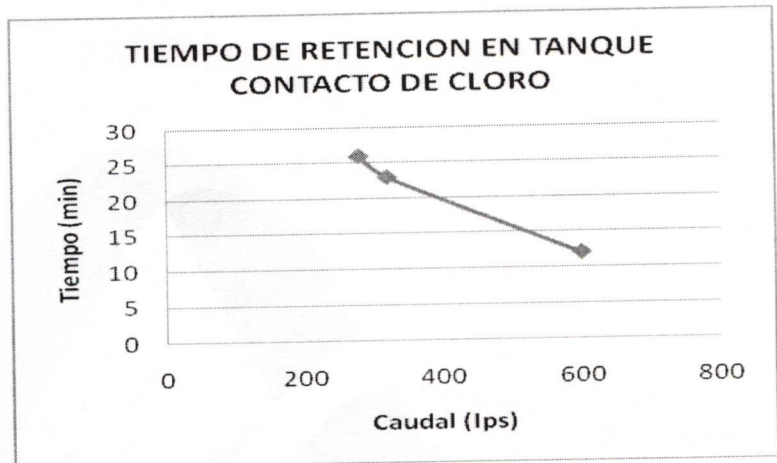
**5.9 pérdidas de agua:** el agua que entra a la planta en cantidad es la misma que sale de la planta solo hay un 5% de pérdidas.

**5.12 Tanque de cloración:** Anexo al canal de interconexión de todos los filtros, se encuentra el tanque de contacto de cloro, conformada por tres canales de ida y vuelta ocupando toda la longitud de la batería de filtración. En el inicio del canal se encuentra la aplicación de solución de cloro. Al final del último canal se dispone de una compuerta lateral de 54" que permite el paso directo del tanque de contacto de cloro con la cámara de salida de la planta y que comunica directamente con la tubería hacia el tanque la Giralda.

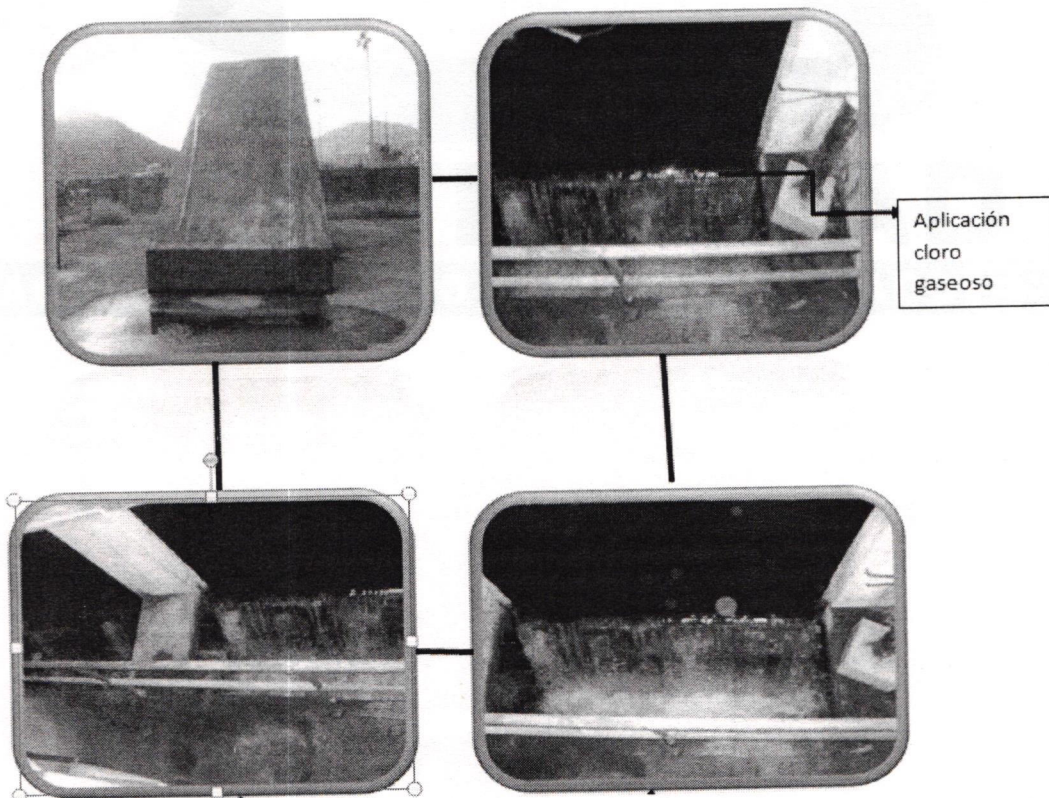
El tanque de contacto de cloro tiene una longitud de 90 mts, el ancho de la sección es de 1.90 y la altura del agua es de 2.70 mts.

**TIEMPO DE RETENCIÓN EN TANQUE CONTACTO DE CLORO**

CAUDAL (Ips)	TIEMPO (minutos)
280	26
320	23
600	12



**DESINFECCIÓN (POSCLORACIÓN)**



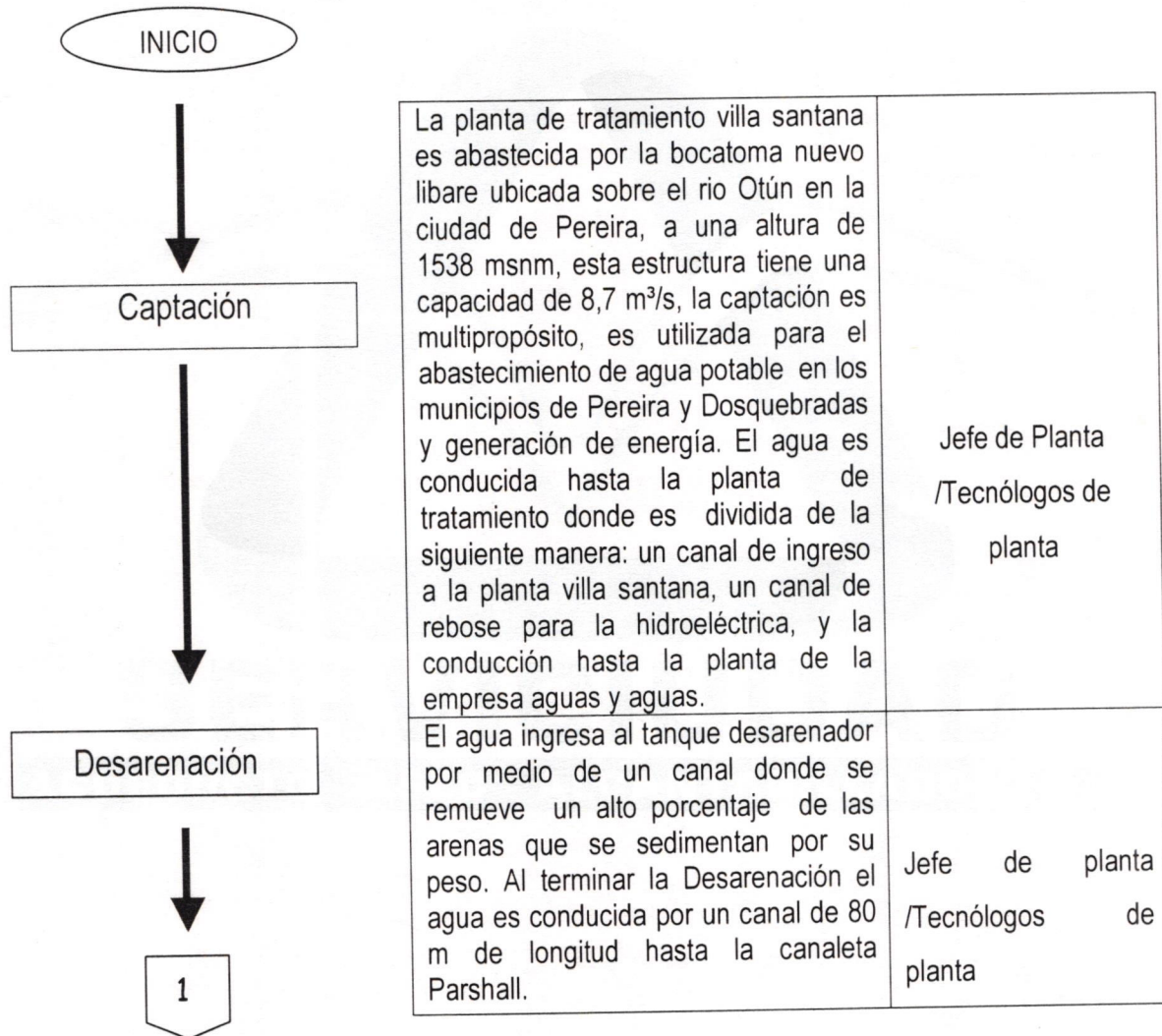




<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	Código STPR-04	Versión 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	Página 17 de 20	

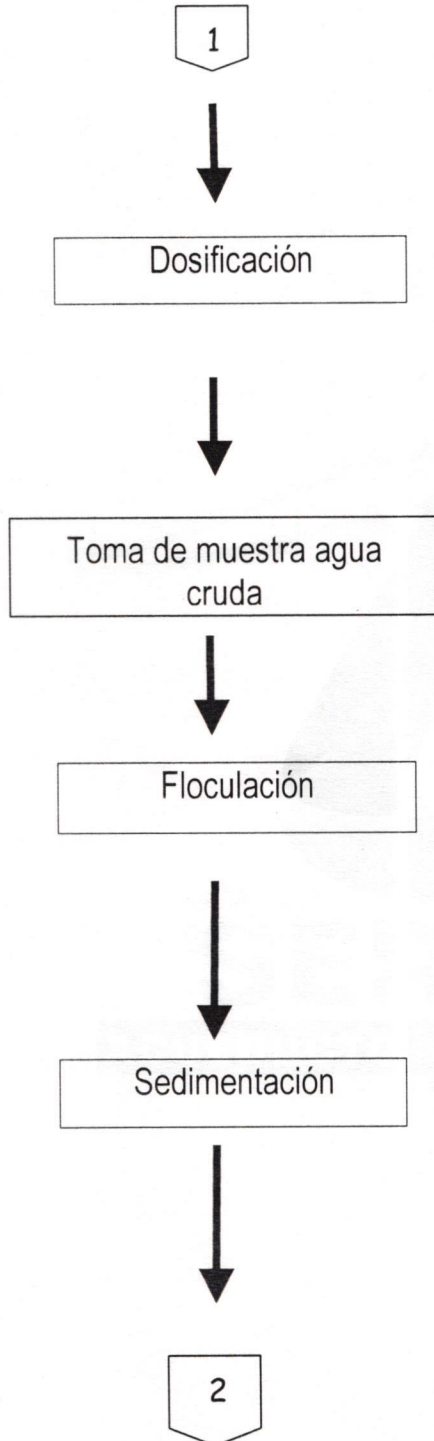
## 6. DESARROLLO: (FLUJOGRAMA)

ACTIVIDAD	DETALLE	RESPONSABLE
-----------	---------	-------------





<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	Código STPR-04	Versión 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	Página 18 de 20	



<p>Cuando el agua ingresa a la canaleta Parshall se le adiciona cal con el fin de aumentar el pH del agua, esta se le adiciona de manera controlada, luego se le agrega sulfato de aluminio granulado tipo B y ayudante de coagulación (Policloruro de aluminio) con el objetivo de obtener una mezcla química rápida y homogénea. Este es un proceso de desestabilización de las partículas suspendidas, de modo que se reduzcan las fuerzas de separación entre ellas.</p>	Tecnólogos de planta
<p>Se toma una muestra del agua cruda para realizarle un análisis fisicoquímico y medir las variables de color, turbiedad, alcalinidad y PH</p>	Tecnólogos de planta
<p>El agua es conducida a los tanques floculadores que se encargan de la formación de Floc .</p>	Tecnólogos de planta
<p>El agua entra a los tanques de sedimentación el agua ingresa por la parte inferior de la estructura, ascendiendo a través de las placas donde al chocar las partículas con estas descienden por gravedad y el agua ya sedimentada es recogida por 12 canaletas ubicadas transversalmente donde es conducida a los tanques de filtración.</p>	Tecnólogos de planta



<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	Código STPR-04	Versión 01
	Página 19 de 20	

2



<p>Se toma una muestra del agua ya sedimentada para realizarle un analisis fisicoquimico y determinar sus variables de PH, alcalinidad ,turbiedad y color luego de la dosificacion de cal y el ploricloruro de aluminio.</p>	Tecnólogos de planta
<p>su objetivo es la remoción de sólidos coloidales y suspendidos, contenidos en el agua mediante su flujo a través de lechos porosos de partículas solidas para realizar adherencia y posterior evacuación de las partículas a remover. El agua ya filtrada pasa a los tanques de cloración (desinfección)</p>	Tecnólogos de planta
<p>Este proceso fisicoquímico elimina o inactiva agentes patógenos tales como bacterias, virus y protozoos impidiendo el crecimiento de microorganismos, incluye la aplicación de cloro gaseoso en un tanque de cloración.</p>	Tecnólogos de planta
<p>Se toma una muestra del agua ya tratada luego de haber realizado la cloración para inspeccionar la calidad de esta y realizar un análisis microbiológico y así determinar las variables de coliformes totales, coliformes fecales y mesófilos</p>	Tecnólogos de planta



<b>SERVICIUDAD E.S.P.</b>	<b>Código</b> STPR-04	<b>Versión</b> 01
Procesos de tratamiento para la potabilización del agua	<b>Página</b> 20 de 20	

## 7. REGISTROS

- **STFO-39** Reporte de operación diaria
- **STFO-40** Control de mantenimiento de las instalaciones
- **STFO-43** Dosificación de productos químicos (canaleta Parshall)
- Control de insumos químicos