



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LOS FILTROS DE GRAVEDAD AUTÓNOMOS SIN
VÁLVULAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
DE PORTOVELO

MANRIQUE TENESACA ANDRES ALBERTO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LOS FILTROS DE GRAVEDAD AUTÓNOMOS
SIN VÁLVULAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE DE PORTOVELO

MANRIQUE TENESACA ANDRES ALBERTO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

EVALUACIÓN DE LOS FILTROS DE GRAVEDAD AUTÓNOMOS SIN VÁLVULAS
DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE PORTOVELO

MANRIQUE TENESACA ANDRES ALBERTO
INGENIERO CIVIL

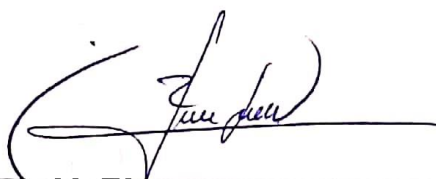
AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO

MACHALA, 19 DE FEBRERO DE 2020

MACHALA
19 de febrero de 2020

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado EVALUACIÓN DE LOS FILTROS DE GRAVEDAD AUTÓNOMOS SIN VÁLVULAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE PORTOVELO, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO

0701788283

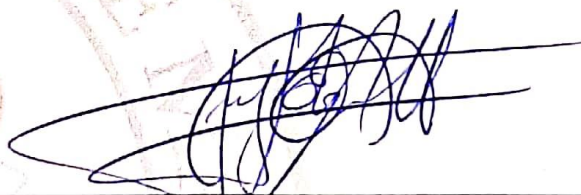
TUTOR - ESPECIALISTA 1



CARRILLO LANDIN ANGEL ANTONIO

0701210668

ESPECIALISTA 2



ESPINOZA URGILES FREDDY LEONARDO

0301365516

ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: martes 18 de febrero de 2020 - 22:55

EVALUACIÓN DE LOS FILTROS DE GRAVEDAD AUTÓNOMOS SIN VÁLVULAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE PORTOVELO

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

< 1%

★ Submitted to Cranfield University

Trabajo del estudiante

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, MANRIQUE TENESACA ANDRES ALBERTO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE LOS FILTROS DE GRAVEDAD AUTÓNOMOS SIN VÁLVULAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE PORTOVELO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

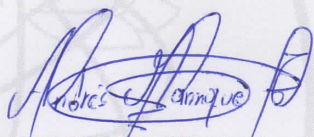
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 19 de febrero de 2020



MANRIQUE TENESACA ANDRES ALBERTO
0706450517

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado a mi abuelito el Sr. Teodoro Alberto Tenesaca Aguilar, quien me dio los consejos para seguir adelante y nunca rendirme, como una promesa muy especial para él es este trabajo de culminación de carrera y obtención del título de Ingeniero Civil.

A mi familia por el apoyo brindado para culminar una etapa de mi formación profesional, de manera muy especial a mi señora madre Nancy del Carmen Tenesaca Guzmán, por ser guía en el camino recorrido en todos estos años de estudio y sacrificio.

A todos mis compañeros, amigos y docentes que tuve el grato honor de conocer durante todo este proceso de formación académica y que formamos parte de la Unidad Académica de Ingeniería civil de la Universidad Técnica de Machala.

Andrés Alberto Manrique Tenesaca

RESUMEN

EVALUACIÓN DE LOS FILTROS DE GRAVEDAD AUTÓNOMOS SIN VÁLVULAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE PORTOVELO.

Autor: Andrés Alberto Manrique Tenesaca

E-mail: andresm-04@hotmail.com

El presente trabajo muestra conceptos importantes sobre la utilización de filtros de gravedad autónomos sin válvulas, para el tratamiento de agua potable, como objeto de estudio, aplicación y funcionamiento tenemos la planta de tratamiento de agua potable “San José”, que abastece a la ciudad de Portovelo y que cuenta con dos unidades de filtración de este tipo.

En el desarrollo de este trabajo se realizó la evaluación de los parámetros operacionales de los filtros y comprobó su eficiencia dentro del proceso de remoción de la turbiedad, donde se pudo verificar que el agua tratada cumple con los parámetros permitidos siendo apta para el consumo humano, manteniéndose sus valores dentro del límite tolerable dispuesto por el Instituto Ecuatoriano de Normalización en su Norma Técnica Ecuatoriana 1108 para la remoción de la turbiedad, aunque sus valores son un poco altos a diferencia de otro tipo de filtros, esto debido a la presencia de gran cantidad de partículas y sólidos disueltos en el agua captada en épocas de invierno y a la falta de mantenimiento en las operaciones previas al proceso de filtración.

También se llevó a cabo un control del lavado de los filtros para determinar la duración de las carreras de filtración determinando que el intervalo de lavado es de 36 horas en invierno y de 73 horas en verano aproximadamente y que la duración de cada lavado es de 4 min. Los filtros operan con una velocidad de filtración de $138.24 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$.

Palabras Claves: Filtros, AVGF, retrolavado, autolimpiante, carrera de filtración, lecho filtrante

SUMMARY

EVALUATION OF THE AUTONOMOUS GRAVITY FILTERS WITHOUT VALVES OF THE PORTOVELO POTABLE WATER TREATMENT PLANT.

Autor: Andrés Alberto Manrique Tenesaca

E-mail: andresm-04@hotmail.com

The present work shows important concepts about the use of autonomous gravity filters without valves, for the treatment of drinking water, as an object of study, application and operation we have the “San José” drinking water treatment plant, which supplies the city from Portovelo and it has two filtration units of this type.

In the development of this work, the evaluation of the operational parameters of the filters was carried out and their efficiency was verified within the turbidity removal process, where it was possible to verify that the treated water complies with the allowed parameters being suitable for human consumption, keeping its values within the tolerable limit provided by the Ecuadorian Institute for Standardization in its Ecuadorian Technical Standard 1108 for the removal of turbidity, although its values are a bit high unlike other types of filters, this due to the presence of large numbers of particles and solids dissolved in the water collected in winter and the lack of maintenance in the operations prior to the filtration process.

A filter wash control was also carried out to determine the duration of the filtration runs by determining that the wash interval is 36 hours in winter and approximately 73 hours in summer and that the duration of each wash is 4 min. The filters operate with a filtration rate of $138.24 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{d}$

Keywords: Filters, AVGF, backwash, self-cleaning, filtration stroke, filter bed.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
CUBIERTA	
PORTADA	
PÁGINA DE ACEPTACIÓN.....	III
REPORTE DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	IV
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA.....	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IX
LISTA DE ILUSTRACIONES Y TABLAS	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
DESARROLLO	3
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
2. FILTRACIÓN.....	4
2.1. Tipos de filtros utilizados en el tratamiento de agua potable	5
2.2. Variables que intervienen en el proceso de filtración	5
2.3. Características del agua cruda	5
2.4. Tipo del lecho filtrante	6
2.5. Parámetros operacionales del filtro	6
3. FILTROS DE GRAVEDAD AUTÓNOMOS SIN VÁLVULAS	6
3.1. Parámetros de diseño de un AVGF:	7
3.2. Selección de los medios filtrantes.....	8

4.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE PORTOVELO.....	8
4.1.	Funcionamiento de los filtros de gravedad autónomos sin válvulas.....	8
4.2.	Diseño de los filtros de la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo.....	9
4.3.	Lavado de los filtros mediante sistema autolimpiante.....	11
4.4.	Duración de la carrera de filtración.....	11
4.5.	Velocidad de filtración.....	12
5.	CONTROL EN EL PROCESO DE FILTRACIÓN.....	13
5.1.	Turbiedad.....	13
5.2.	Análisis físico-químico realizado a la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo del 19 de enero al 20 de noviembre del 2015.....	14
5.3.	Análisis de los resultados.....	16
	CONCLUSIONES.....	18
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
	ANEXOS.....	21

LISTA DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Pág.

<i>Tabla 1. Coordenadas UTM, planta de tratamiento.....</i>	<i>3</i>
<i>Tabla 2. Clasificación de los filtros según sus distintos criterios</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 3. Intervalo de tiempo de lavado de Filtro 1.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 4. Intervalo de tiempo de lavado de Filtro 2.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 5. Parámetros físicos-químicos del Agua Potable en Ecuador.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 6. Resultados de los análisis Físico-químicos del agua cruda</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 7. Resultados de los análisis Físico-químicos del agua Sedimentada y Filtrada.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 8. Resultados de los análisis Físico-químicos del agua Tratada.....</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 1. Localización de la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo</i>	<i>4</i>
<i>Ilustración 2. Diseño de los filtros de la planta de tratamiento de Agua potable de Portovelo ..</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 3. Diseño de los filtros de la planta de tratamiento de Agua potable de Portovelo ..</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 4. Turbiedad presente en el agua Cruda en los meses enero a noviembre 2015....</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 5. Turbiedad presente en el agua en los meses enero a noviembre 2015</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 6. Eficiencia en remoción de la turbiedad presente en el agua.....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 7. pH presente en el agua en los meses enero a noviembre 2015.....</i>	<i>17</i>

INTRODUCCIÓN

El incremento de la población y gran desarrollo de las industrias han aumentado los problemas de contaminación del agua tanto de origen superficial como subterránea, es por ello que la potabilización del agua es una de las principales necesidades a solucionar por la ingeniería civil.

La principal fuente de la contaminación del agua es el vertimiento de aguas residuales, los asentamientos humanos no planificados, y el vertimiento de desechos sólidos, lo que provoca el deterioro de los afluentes naturales, tener un agua de mala calidad ocasiona elevados costos en el tratamiento del agua utilizada para el consumo humano. [1]

Está demostrado que los costos de operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua potable son elevados, es por ello que se debe realizar diseños que minimicen estos costos, uno de los aspectos más importantes a considerar es el uso de materiales idóneos para cada aplicación. [2]

La planta de tratamiento de agua potable de Portovelo cuenta con dos unidades de filtración por gravedad autónoma sin válvula, las mismas utilizan un sistema autolimpiante en el proceso de retrolavado de los filtros, no existe información técnica a nivel nacional sobre la eficiencia de este tipo de filtros por lo que se requiere realizar un levantamiento de información del filtro (dimensiones, cotas, caudales, tipo de lecho filtrante, etc.) para evaluar su eficiencia, tasas de filtración, carrera de filtración y factibilidad de aplicación en otros sistemas de agua potable a nivel nacional.

La filtración es la técnica más utilizada para la remoción de partículas y coloides presentes en el agua, consiste en el paso del líquido a través de un medio poroso, donde las partículas son retenidas por las fuerzas de adsorción en la superficie del medio. De esta forma la filtración permite controlar la contaminación biológica y la turbiedad. [3]

En el presente trabajo de titulación realizado sobre los filtros de gravedad autónomos sin válvulas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Portovelo, se procederá a evaluar el funcionamiento de los dos filtros rápidos autolimpiantes, sus parámetros operacionales y su eficiencia en la remoción de la turbiedad, para comprobar que sus resultados se encuentran dentro del rango permitido, demostrando que el agua es apta para su consumo

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar los filtros de gravedad autónomos sin válvulas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la ciudad de Portovelo, Provincia de El Oro, mediante un análisis técnico de los parámetros operacionales y recopilación de información, con la finalidad comprobar si cumple con las normativas técnicas vigentes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la eficiencia de remoción de la turbiedad en los filtros de gravedad autónomos sin válvulas.
- Determinar la duración de las carreras de filtración y velocidad de filtración.
- Analizar el funcionamiento de los filtros de gravedad autolimpiantes.

DESARROLLO

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Según reportes de la organización mundial de la salud solo el 71% de la población mundial utiliza el suministro de agua potable ubicado en el lugar de uso, esto como consecuencia de contaminación de las fuentes y se estima que para el año 2025 la mitad de la población no contara con este servicio. [4]

El tratamiento del agua potable se encarga de garantizar de que esta cumpla con los parámetros de calidad y que sea apta para el consumo humano, existen diferentes métodos utilizados para este tipo de tratamientos, a continuación, se detalla el utilizado en el tratamiento de agua potable de la ciudad de Portovelo.

La planta de tratamiento de agua potable de Portovelo, Provincia de El Oro, se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla 1. Coordenadas UTM, planta de tratamiento

DESCRIPCIÓN	NORTE	ESTE	COTA (m.s.n.m)
Planta de tratamiento	9589069.3	0654093	770

Fuente: Autor.

La planta de tratamiento existente fue construida por una empresa china en el año de 1993, emplea un sistema de filtración rápida autolimpiante tipo sifón, cuya infraestructura está repartida en un terreno de 3,920 m² completamente cercado el cual cuenta con sus debidas instalaciones de administración, oficinas y bodegas; el tratamiento del agua que ingresa a la planta está formado por un sistema de mezcla rápida, dos floculadores de flujo horizontal dos sedimentadores de alta tasa, dos filtros rápidos, una caseta de cloración y dos tanques de almacenamiento de 250 m³ de capacidad.

La fuente de abastecimiento de la planta de tratamiento es el Río Luis el cual cuenta con un caudal medio de 45860 L/s, en la captación se recibe un caudal de 50 L/s en el sector el tablón ubicado a 11.5 km de la planta de tratamiento y es conducido a través de un canal de hormigón de 9.3 km y una tubería PVC 200 mm de 1.2 km de longitud, hasta planta de tratamiento.

En el tratamiento del agua que ingresa a la planta se utiliza cloruro de Polialuminio como coagulante, dentro del proceso de floculación y Cal como un estabilizador de pH, la producción actual de la planta es de 45 L/s.

Ilustración 1. Localización de la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo



Fuente: Google Earth

La mala calidad del agua ocasionada por la contaminación y la continua demanda de los distintos usos, son características que intervienen en el uso de los recursos hídricos y, con frecuencia ocasiona problemas en la asignación de los mismos para su distribución. [5]

Para mejor comprensión de este proyecto se definen a continuación conceptos básicos que describen el proceso de filtración utilizado para el tratamiento del agua, destinada para el consumo humano.

2. FILTRACIÓN

La filtración es el proceso dentro del tratamiento de agua potable que se encarga de la separación de las partículas suspendidas, disueltas y coloidales existentes en el agua, haciéndola pasar a través de un lecho filtrante que retiene las impurezas y a su vez permiten el paso del líquido.

El material filtrante más utilizado es la arena, sobre un lecho de grava como soporte. Aunque también existen otros tipos de lechos como membranas filtrantes que pueden ser de plástico o de metal. [6]

La principal funcionalidad de los filtros de la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo es la remoción de la turbiedad, por lo que se debe analizar la eficiencia de los filtros dentro de este proceso.

2.1. Tipos de filtros utilizados en el tratamiento de agua potable

La filtración puede efectuarse de muchas formas: con baja carga superficial (filtros lentos) o con alta carga superficial (filtros rápidos), en medios porosos (pastas arcillosas, papel de filtro) o en medios granulares (arena, antracita, grava o combinados), con flujo ascendente; descendente y mixto. Los filtros pueden trabajar a presión o por gravedad, según sea la magnitud de la carga hidráulica que exista sobre el lecho filtrante. [7]

Los filtros de la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo son filtros rápidos cuyo medio filtrante es mixto compuesto por una capa de grava, arena y antracita y la carga sobre el lecho filtrante es por gravedad.

Tabla 2. Clasificación de los filtros según sus distintos criterios

Velocidad de filtración	Medio filtrante utilizado	Carga sobre el Lecho
Rápidos: 120-360 m ³ /(m ² día)	Arena Antracita Mixtos Antracita (35 -50 cm) Arena (20 - 35 cm)	Por Gravedad Por Gravedad Por Presión
	Mixtos: Arena, Antracita, Grava	Por Presión
Lentos: 7 - 14 m ³ /(m ² día)	Arena h=60-100 cm	Por Gravedad

Fuente: Teoría y práctica de la purificación del agua [7]

2.2. Variables que intervienen en el proceso de filtración

2.3. Características del agua cruda

En donde se debe considerar la concentración de sólidos en suspensión, la distribución y tamaño del floculo, además de la consistencia, carga y propiedades físicas, químicas y biológicas fluido.

Los parámetros (físicos, químicos y biológicos) como indicadores de calidad del agua, son una herramienta muy importante ya que sirven como indicador del estado y condición en que se encuentra el afluente; en este sentido se han desarrollado normas de calidad de aguas superficiales referentes a la determinación de concentraciones máximas permisibles de las características físicas, químicas y biológicas. [8]

2.4. Tipo del lecho filtrante

Se debe analizar la granulometría, distribución, forma, densidad, composición del grano, el peso específico, el tipo del material filtrante y el espesor de las capas, ya que esto afecta a la eficiencia en la remoción de partículas y al aumento de la pérdida de carga.

El utilizar una altura superior a 0.5 metros y una cantidad indicada del material filtrante son factores definitivos para reducir el crecimiento bacteriológico lo que permite garantizar un agua segura para el consumo humano. [9]

2.5. Parámetros operacionales del filtro

En estos parámetros se debe considerar la velocidad de filtración, la pérdida de carga admisible, se realiza el control de los filtros, la carrera de filtración, el proceso de lavado y la calidad del efluente.

Es importante considerar que ante la implementación de un sistema de tratamiento de agua potable, que el afluente proporcione el caudal necesario y se conozca toda su información hidrológica para evitar daños al ecosistema existente, por tanto, una microcuenca bien estudiada y con más de 25 años de registro permite caracterizar la climatología y planificar el recurso hídrico teniendo en cuenta los posibles usos para evaluar su regulación en su totalidad. [10]

3. FILTROS DE GRAVEDAD AUTÓNOMOS SIN VÁLVULAS

Los filtros de gravedad autónomos sin válvula o AVGF (Autonomous Valveless Gravity Filters) cuentan con un sistema automatizado dentro del filtro que asegura que una vez que la pérdida de carga hidráulica se haya desarrollado y alcanzado un valor específico, la unidad dejara de filtrar e iniciará un lavado a contracorriente es decir un retrolavado, limpiando así el filtro periódicamente reduciendo los niveles de turbidez, al tiempo que garantiza que el medio filtrante no se sobrecargue con el material suspendido.

El proceso de retrolavado del filtro autolimpiante puede ser significativamente mejor que un lavado a contracorriente iniciado manualmente o por temporizador en áreas donde hay una calidad de agua variable o donde el operador de la planta no está completamente calificado y la confiabilidad técnica es mínima. [11]

La ventaja de los AVGF es su sistema autolimpiante que inicia automáticamente su proceso de funcionamiento lo que permite operar con una mínima supervisión, y reducir costos operacionales, siendo muy provechoso desde el punto de vista de la optimización de recursos.

Es conveniente en el proceso previo a la filtración la adición de coagulante, por lo que el rendimiento del filtro depende de las dosificaciones del coagulante y por consiguiente no debe dejarse el funcionamiento sin supervisión por largos periodos de tiempo. [12] La desventaja principal es que después de una serie de autolavados, se forman bolas de lodo, poniendo en evidencia que como en otros tipos de sistemas de filtros de arena, la intervención y supervisión de personal calificado es necesaria.

La funcionalidad de los AVGF se determinará si los medios filtrantes pueden limpiarse adecuadamente con agua. Si el filtro necesita intervención para restaurar el lecho filtrante, entonces su viabilidad dependerá de la frecuencia y naturaleza de la intervención requerida para mantener el rendimiento.

3.1. Parámetros de diseño de un AVGF:

La optimización del AVGF depende en gran medida de la comprensión de las variables operativas que incluyen la calidad del agua cruda, el pretratamiento químico, la carga de sólidos, el tiempo de funcionamiento del filtro, el tipo y el tamaño del medio, la tasa, frecuencia y duración de retrolavado.

El uso de una estrategia de retrolavado de 'solo agua' también puede plantear un problema, especialmente en una aplicación de filtración directa. [11]

En general para un filtro de gravedad autónomo sin válvulas sea eficiente se recomienda que el sistema sea por filtración convencional es decir con un proceso de mezcla rápida, floculación y sedimentación previa.

En la actualidad los filtros de gravedad autónomos sin válvulas son un sistema patentado y existe poca información sobre su diseño, operación y rendimiento, en muchos aspectos, se asemeja a cualquier otro proceso de filtración rápida de flujo descendente y se aplican las pautas generales de diseño para dichos filtros.

El diseño del tanque de filtración usado en la planta de procesamiento de agua potable de Portovelo maneja un caudal grande en relación al caudal del diseño analizado en la bibliografía, pero cuenta con las mismas características, condiciones de operación y funcionamiento.

3.2. Selección de los medios filtrantes

La elección de los medios para la filtración debe basarse principalmente en el grado de purificación requerido, así como en la durabilidad de los medios filtrantes. [12]

El material utilizado para la filtración es la parte más importante del filtro, ya que de las características que este tenga, dependerá la eficiencia de remoción de las partículas o sólidos suspendidos presentes en el agua.

Cuanto más grueso sea el medio utilizado, mayor será el tiempo de funcionamiento del filtro, pero también más profundo será el lecho requerido para lograr una calidad de filtrado y mayores serán las velocidades de retrolavado requeridas. El uso de medios de filtración más finos mejora la calidad del filtrado, pero disminuye la longitud de recorrido. [12]

4. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE PORTOVELO

4.1. Funcionamiento de los filtros de gravedad autónomos sin válvulas

El proceso de funcionamiento de los filtros rápidos autolimpiantes se detalla a continuación:

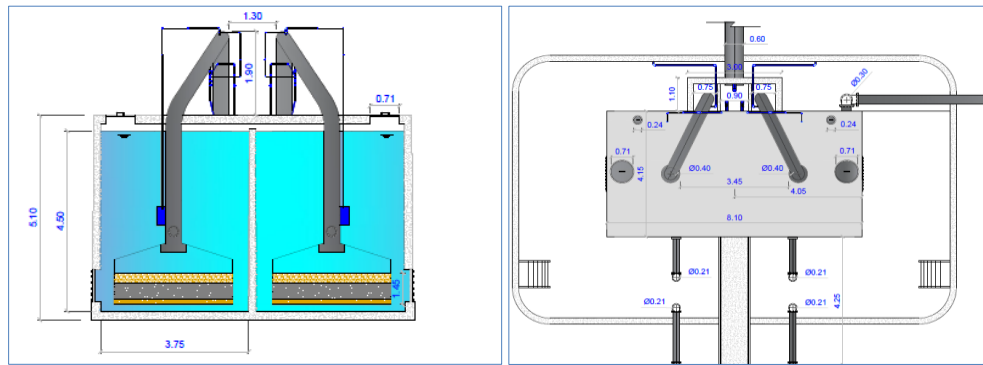
- El agua sedimentada se introduce en el filtro mediante una tubería de hierro que parte desde un tanque ubicado en la parte alta del filtro, ingresa al compartimento de filtración central cuyo lecho filtrante está conformado por una capa de grava que sirve como base o, una de arena y una de antracita en ese orden respectivamente, que se encargan de retener la suciedad y la materia suspendida.

- El agua filtrada luego ingresa en el compartimento de recolección de filtrado inferior, desde donde es transferida de manera ascendente, al compartimento de almacenamiento de agua para el retrolavado a contracorriente superior y a su vez da paso al flujo de agua para el servicio.
- A medida que la materia orgánica, partículas y sólidos se acumulan en el lecho filtrante, se produce una pérdida de carga final que provoca un aumento en el nivel de la columna de agua en la tubería de retrolavado.
- Justo antes de llegar a la parte superior del giro de la tubería de retrolavado, el agua ingresa a la línea de la tubería de succión que llega hasta el sumidero por lo que evacua el aire del tubo de retrolavado a través de la línea de succión. La succión resultante arrastra el agua rápidamente para que un gran volumen de agua fluya por la tubería, iniciando la acción de sifón que lava el filtro.
- El volumen fijo de agua de retrolavado filtrada que se almacena dentro de la unidad se devuelve debajo del lecho de arena que se expande y los contaminantes se eliminan y descargan a través del tubo de retrolavado.
- El lavado a contracorriente se termina cuando se agota el compartimento de almacenamiento de lavado a contracorriente. Al finalizar el retrolavado, el filtro vuelve al modo normal, se vuelve a llenar y el flujo al servicio se establece nuevamente.
- El agua de ingreso reanuda su flujo a través del lecho filtrante, enjuagando automáticamente, lo que significa que el volumen inicial de agua de mala calidad se desvía y almacena en el tanque de retrolavado para su uso en el próximo lavado. El agua filtrada solo fluye al servicio cuando se llena el tanque de almacenamiento.

4.2. Diseño de los filtros de la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo

La Planta de tratamiento de agua potable cuenta con un compartimento en donde se distribuyen uniformemente 2 de filtros, los cuales funcionan de manera individual. Cada filtro almacena un volumen de 64 m³ y están conformados por un lecho filtrante en su interior de 1.45 m, distribuida en una capa de arena, una de antracita y una capa soportante de grava.

Ilustración 2. Diseño de los filtros de la planta de tratamiento de Agua potable de Portovelo



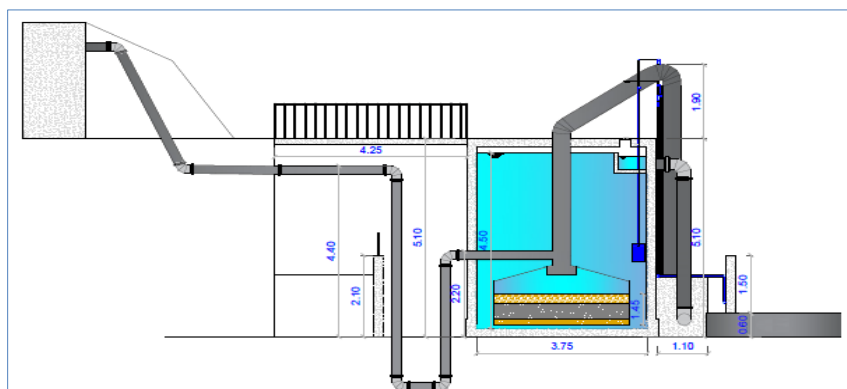
Fuente: Autor.

El medio filtrante que compone los dos filtros de la Planta de tratamiento de agua potable de Portovelo, está conformado de abajo hacia arriba de grava de $\frac{1}{4}$ a 2 pulgadas de diámetro con una capa cuyo espesor de 50 cm; luego existe una capa de arena de 80 cm, compuesta por diámetro efectivo de 0,15 mm a 0,35 mm, finalmente existe una capa de antracita o carbón mineral de 15cm de espesor.

La estructura de los filtros es de hormigón armado en su mayoría, como el canal de ingreso los tanques de filtración, el sumidero de retrolavado y el vertedero de agua filtrada, las tuberías desde la cámara de ingreso a los filtros son de $H_f=210$ mm.

Cada filtro cuenta con una tubería de retrolavado de $H_f=400$ mm de diámetro, las tuberías de salida del agua filtrada tienen un diámetro de $H_f=300$ mm y la de evacuación del agua posterior al lavado del filtro tiene un diámetro de 600 mm, cada filtro cuenta con sus respectivas tuberías de succión de retrolavado y de inicio de retrolavado las cuales tienen un diámetro de PVC=1" además de las escotillas de acceso en la parte superior y una en la caja del vertedero del agua filtrada, además de una tapa de registro que permite el acceso en la parte inferior de los filtros.

Ilustración 3. Diseño de los filtros de la planta de tratamiento de Agua potable de Portovelo



Fuente: Autor.

4.3. Lavado de los filtros mediante sistema autolimpiante

El retrolavado automático se inicia por la acumulación de partículas y sedimentos en el lecho filtrante lo cual hace que la columna de agua se eleve sobre la tubería de retrolavado alcanzando una pérdida de carga específica que hace que se inicie este proceso. Si bien esto debería garantizar un retrolavado regular del filtro, pues no necesariamente este puede variar con afluentes que tengan un alto grado de turbidez. [12]

El tiempo de lavado de los filtros es de 4 min y para que este mismo vuelva al proceso de filtración normal transcurren otros 26 min.

4.4. Duración de la carrera de filtración

La carrera de filtración es el intervalo de tiempo en que se vuelve a lavar un mismo filtro este dependerá de la calidad del agua del afluente. Para mejorar las características se recomienda la sedimentación previa, el agua cruda coagulada disminuiría la carga de sólidos en los filtros.

Para determinar la carrera de filtración que tiene los filtros de la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo se realizó un análisis del registro de control de operación y filtración de los filtros el cual fue proporcionado por el personal encargado de la planta, los datos utilizados son de la fecha 12 de diciembre del 2019 hasta 9 de enero del 2020 indicados en el (Anexo 1) respectivamente, obteniendo una carrera de filtración promedio de 73 horas equivalente a 3 días en esta época del año.

Tabla 3. Intervalo de tiempo de lavado de Filtro 1

FILTRO 1			
FECHA INICIO LAVADO	FECHA SIGUIENTE LAVADO	PERIODO (DÍAS)	PERIODO (HORAS)
12/12/2019 4:30 PM	13/12/2019 11:45 PM	01	31
13/12/2019 11:45 PM	14/12/2019 6:30 AM	00	06
14/12/2019 6:30 AM	16/12/2019 12:30 PM	02	54
16/12/2019 12:30 PM	17/12/2019 11:40 AM	00	23
17/12/2019 11:40 AM	28/12/2019 7:00 AM	10	259
28/12/2019 7:00 AM	30/12/2019 7:40 AM	02	48
30/12/2019 7:40 AM	2/1/2020 4:20 AM	02	68
2/1/2020 4:20 AM	8/1/2020 2:00 PM	06	153
8/1/2020 2:00 PM	9/1/2020 3:00 AM	00	13
PROMEDIO		03 días	73 horas

Fuente: Autor

Tabla 4. Intervalo de tiempo de lavado de Filtro 2

FILTRO 2			
FECHA INICIO LAVADO	FECHA SIGUIENTE LAVADO	PERIODO (DÍAS)	PERIODO (HORAS)
12/12/2019 8:00 PM	15/12/2019 2:30 PM	02	66
15/12/2019 2:30 PM	16/12/2019 6:30 PM	01	28
16/12/2019 6:30 PM	20/12/2019 2:20 PM	03	91
20/12/2019 2:20 PM	23/12/2019 1:45 PM	02	71
23/12/2019 1:45 PM	31/12/2019 3:10 AM	07	181
31/12/2019 3:10 AM	4/1/2020 6:45 AM	04	99
4/1/2020 6:45 AM	6/1/2020 1:30 PM	02	54
6/1/2020 1:30 PM	8/1/2020 9:30 AM	01	44
8/1/2020 9:30 AM	9/1/2020 9:00 AM	00	23
PROMEDIO		03 días	73 horas

Fuente: Autor

4.5. Velocidad de filtración

La velocidad de filtración o tasa de filtración es la velocidad con la cual se encuentra operando cada filtro durante su proceso, expresada de forma matemática es la tasa de flujo de agua aplicada al área unitaria del filtro. El mismo valor que la velocidad de flujo que se aproxima a la superficie del filtro. [13]

Podemos encontrar la velocidad de filtración determinando la siguiente expresión:

$$V_f = Q/At$$

Donde Q es el caudal de agua que ingresa a los filtros y At es el área del filtro.

En la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo el caudal aproximado de cada filtro es de 1944 m³/d y el área de cada filtro es de 14.025 m².

$$V_f = \frac{1944m^3/d}{14.025 m^2}$$

$$V_f = 138.24 m^3/m^2.d$$

La velocidad de filtración con que opera cada filtro de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Portovelo es de 138.24 m³/m² d.

5. CONTROL EN EL PROCESO DE FILTRACIÓN

Las temporadas de lluvia ocasionan un aumento en la turbiedad y el color aparente en el proceso de tratamiento del agua proveniente las fuentes superficiales [14]

Para llevar un control de los parámetros de operación de los filtros, se realizó un análisis de los registros fisicoquímicos realizados diariamente al agua, tales como turbidez, color, pH, temperatura, que son los que se pudieron realizar en la planta ya que no cuentan con equipo para realizar análisis de coliformes fecales ni reactivos para alcalinidad y otros los resultados obtenidos son corresponden al periodo del 19 de enero de 2015 al 20 de noviembre del 2015 (ver Anexo 2).

5.1. Turbiedad

Es el estado o grado del agua en presencia de partículas en suspensión, en cuanto más sea la cantidad de sólidos o partículas suspendidas en el líquido mayor será el grado de turbiedad, además de que es un parámetro muy importante que sirve para determinar la calidad del agua, ya que a mayor presencia de turbidez menor será la calidad del agua, la turbiedad se mide en unidades nefelométricas de turbiedad.

La turbidez es uno de los parámetros físicos de mayor importancia dentro del tratamiento del agua, ya que refleja una aproximación visual del contenido de partículas, coloides y materia orgánica, por lo que se puede apreciar un estado de contaminación. [15]

Para reducir los niveles de turbiedad en el tratamiento del agua cruda se utiliza un proceso físico químico, conocido como coagulación.

La coagulación se encarga de separar partículas coloidales, precipitar y agrupar sólidos suspendidos, facilitando la retención por medio de la formación de flocs, eliminando partículas coloidales y suspendidas del agua, y a su vez reduciendo los niveles de turbidez, el color y en menor cantidad las bacterias [16]

En la actualidad el uso de coagulantes químicos como el sulfato de aluminio, sulfato férrico, sulfato ferroso, cloruro férrico y el aluminato de sodio demandan altos costos en el tratamiento de agua potable y además afectan significativamente en el pH del agua tratada.

El uso de un producto natural que tenga propiedades de las sales de aluminio y hierro, puede mejorar el tratamiento del agua y disminuir los costos en los procesos de coagulación, floculación y filtración. [17]

Tabla 5. Parámetros físicos-químicos del Agua Potable en Ecuador

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Características Físicas		
Color	unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	----	no objetable
Sabor	----	no objetable
PH		7.0 - 8.5

Fuente: Normas INEN-NTE 1108, 2014

Para determinar la eficiencia en la remoción de la turbiedad en el proceso de tratamiento de agua potable se debe utilizar la siguiente expresión:

$$Eficiencia(\%) = \left(\frac{Turbiedad(afluente) - Turbiedad(efluente)}{Turbiedad(afluente)} \right) * 100$$

5.2. Análisis físico-químico realizado a la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo del 19 de enero al 20 de noviembre del 2015.

A continuación, se presentan un resumen de los datos obtenidos del registro de las propiedades físico-químicas realizadas al agua cruda, sedimentada, filtrada y tratada de la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo.

Tabla 6. Resultados de los análisis Físico-químicos del agua cruda

MES	AGUA CRUDA			
	TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
ENERO	55,38	15,06	7,63	19,45
FEBRERO	73,56	7,22	7,81	18,00
MARZO	243,05	17,46	7,47	18,80
ABRIL	212,77	18,66	7,26	19,50
MAYO	51,30	8,83	7,33	20,20
JUNIO	7,94	0,00	7,18	19,33
JULIO	7,13	0,00	6,74	20,00
SEPTIEMBRE	6,67	0,00	6,45	20,00
OCTUBRE	7,33	0,00	6,69	20,00
NOVIEMBRE	5,83	0,00	6,59	20,00

Fuente: Planta de tratamiento AAPP Portovelo.

Con respecto al agua cruda que ingresó a la planta se puede apreciar que existe un alto valor de la turbiedad entre los meses de enero a mayo, alcanzando su mayor valor en el mes de marzo, esto debido a la época de invierno y fuertes precipitación ocurridas en este mes que ocasionan el arrastre de material orgánico y sólidos en el agua.

Tabla 7. Resultados de los análisis Físico-químicos del agua Sedimentada y Filtrada

MES	AGUA SEDIMENTADA		AGUA FILTRADA	
	TURBIEDAD	COLOR	TURBIEDAD	COLOR
ENERO	5,12	3,33	4,00	0,00
FEBRERO	5,12	0,00	3,82	0,00
MARZO	7,76	0,00	5,36	0,00
ABRIL	6,34	0,00	4,75	0,00
MAYO	5,62	0,00	4,12	0,00
JUNIO	4,50	0,00	3,78	0,00
JULIO	4,40	0,00	3,58	0,00
SEPTIEMBRE	3,64	0,00	2,80	0,00
OCTUBRE	3,67	0,00	3,22	0,00
NOVIEMBRE	3,78	0,00	3,30	0,00

Fuente: Planta de tratamiento AAPP Portovelo.

En el agua sedimentada y filtrada se puede apreciar una reducción turbiedad, el agua filtrada en la mayoría de los periodos cumple con los parámetros que establece la norma, excepto en el mes de marzo que es donde existió mayor turbiedad en el agua.

Tabla 8. Resultados de los análisis Físico-químicos del agua Tratada

MES	AGUA TRATADA			
	TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
ENERO	2,09	0,00	8,57	19,33
FEBRERO	2,97	0,00	8,22	19,00
MARZO	4,68	0,00	7,71	18,80
ABRIL	4,28	0,00	7,48	19,50
MAYO	3,88	0,00	7,57	21,00
JUNIO	3,39	0,00	7,61	19,67
JULIO	3,27	0,00	7,33	21,00
SEPTIEMBRE	2,61	0,00	7,11	21,00
OCTUBRE	2,61	0,00	7,02	21,00
NOVIEMBRE	2,58	0,00	6,94	21,00

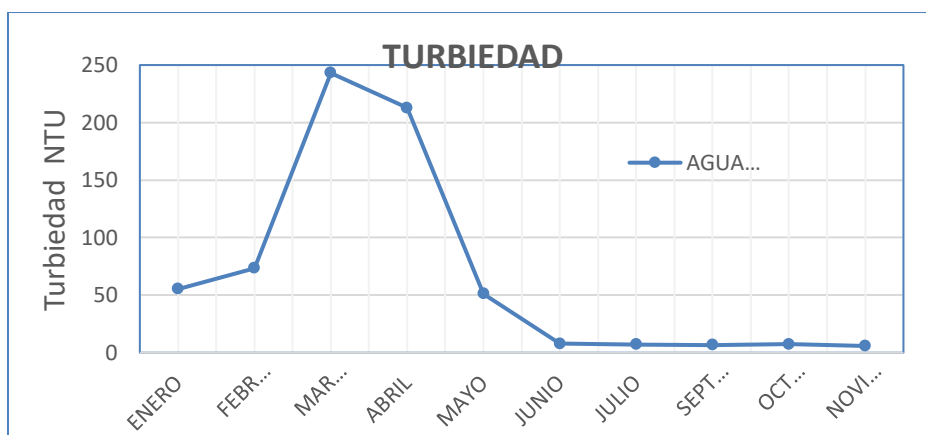
Fuente: Planta de tratamiento AAPP Portovelo.

El agua tratada si cumple con los parámetros que indica la norma INEN 1108 donde establece que el mayor valor para la turbiedad sea de 5 NTU, aunque los valores siguen siendo representativamente altos para otros tipos y sistemas de filtros rápidos.

5.3. Análisis de los resultados

El análisis de los cuadros anteriores se presenta ahora en gráficas con curvas que indican los rangos de los valores en donde se encuentra cada uno de los parámetros que han sido tomados en cuenta en el presente trabajo de titulación y se comprobará con los valores dispuesto por las normas para poder lograr los objetivos propuestos al inicio del mismo.

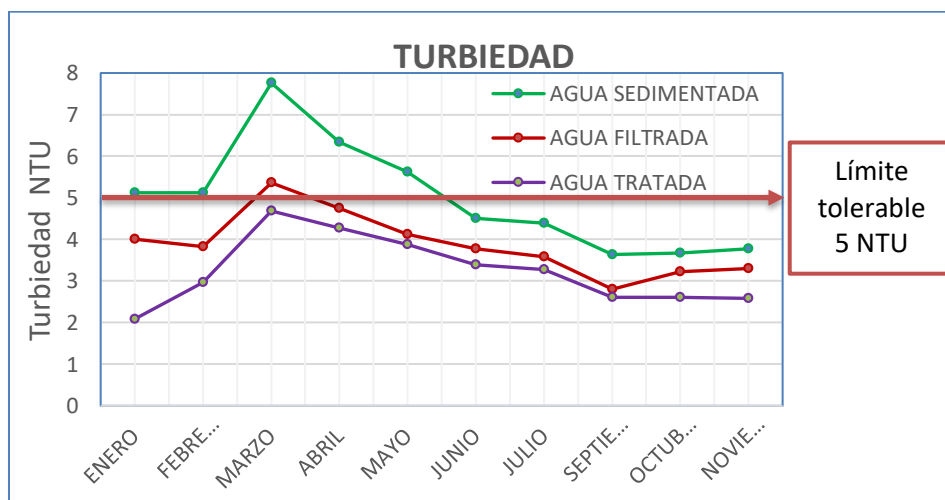
Ilustración 4. Turbiedad presente en el agua Cruda en los meses enero a noviembre 2015



Fuente: Autor

En la ilustración 4 se puede apreciar que el promedio del agua cruda de los meses analizados que entra a la planta con una turbiedad alta, llegando a valores de 243 NTU, sin embargo, en la ilustración 5 se puede observar que luego del proceso de filtración el agua se mantiene en el rango de 2.1 a 4.7 NTU llegando a valores aptos para el consumo ya que está dentro del límite tolerable de las Normas INEN 1108, aunque sus valores siguen siendo elevados.

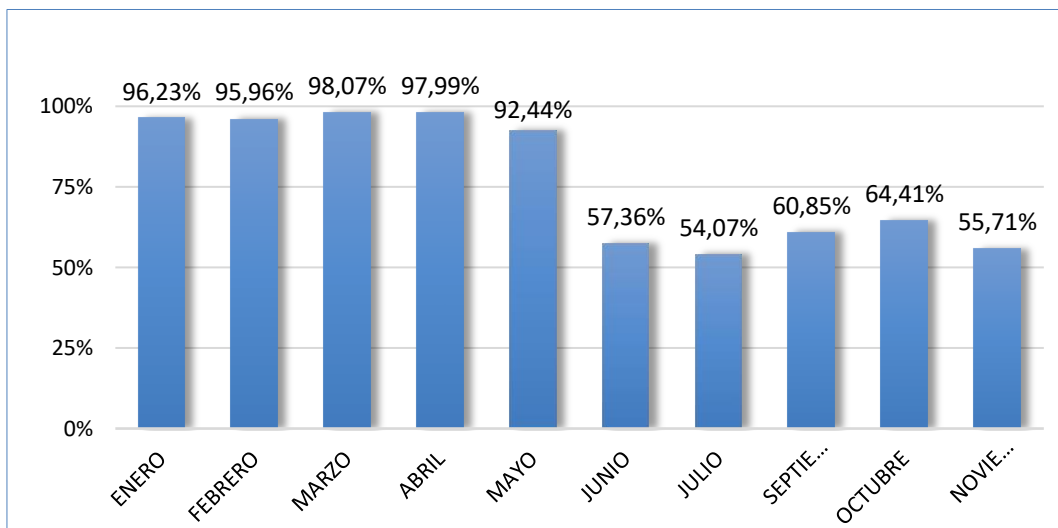
Ilustración 5. Turbiedad presente en el agua en los meses enero a noviembre 2015



Fuente: Autor

En la ilustración 6 se puede apreciar la eficiencia en la remoción de turbiedad presente en el agua, en los meses de enero a noviembre del 2015, donde podemos apreciar que en los meses donde se presentó mayores niveles de turbiedad, existió una mayor eficiencia.

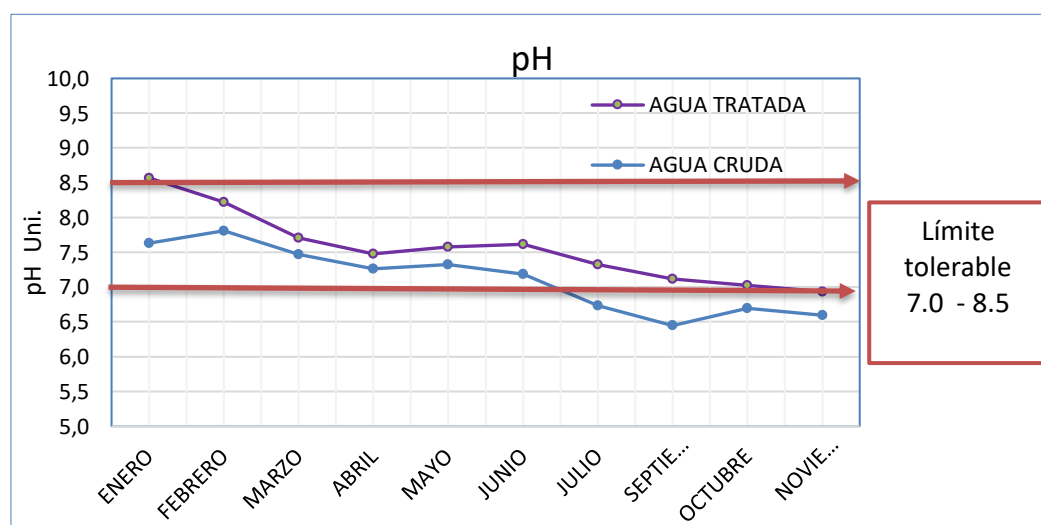
Ilustración 6. Eficiencia en remoción de la turbiedad presente en el agua



Fuente: Autor

En la ilustración 7 se puede apreciar las curvas que indican los niveles de pH presente en el agua cruda donde los valores están entre 6.45 y 7.81 y el agua tratada donde los valores están entre 6.94 y 8.57 por lo que se puede verificar que existen meses en donde el agua no se encuentra entre los parámetros permitidos por la norma INEN 1108.

Ilustración 7. pH presente en el agua en los meses enero a noviembre 2015



Fuente: Autor

CONCLUSIONES

- Como resultado de la evaluación de los filtros de gravedad autónomos sin válvulas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Portovelo, se pudo verificar y analizar su funcionamiento, además de sus parámetros operacionales y eficiencia en la remoción de turbiedad, determinando que existen problemas en el pretratamiento previo a la filtración dentro de la planta, en el proceso de mezcla rápida donde las cantidades de coagulante utilizado y estabilizador de pH son administradas de forma irregular y no controladas, en los floculadores y sedimentadores por la presencia de materia orgánica y sedimentos acumulados por la falta de mantenimiento.
- Los análisis físicos realizados en el período del 19 de enero al 20 de noviembre del 2015 por el departamento de agua potable y alcantarillado de Portovelo, en el agua cruda indicaron valores muy elevados en los meses de enero a mayo alcanzando cantidades de hasta 800 NTU, y entre los meses de junio a noviembre existieron resultados con turbiedad baja con valores que llegan hasta los 15 NTU.
- Dentro de la eficiencia en la remoción de turbiedad se analizó el promedio de los resultados obtenidos en los meses de enero a noviembre del 2015 obteniendo una eficiencia entre los meses de mayor turbiedad de 96% y en los meses con resultados de turbiedad baja de 58%. Por lo que se puede apreciar que los niveles de turbiedad del agua tratada varían dependiendo de la calidad del agua cruda ya que se mantienen en un rango de 2.1 a 4.7 NTU los cuales están dentro de los parámetros que permite la norma INEN-NTE 1108, pero son muy elevados en comparación a otras normas donde el límite máximo tolerable es de 2 NTU o menor a 1 NTU.
- En cuanto a los niveles de pH presente en el agua cruda y en el agua tratada se puede observar un incremento en el mismo esto debido al coagulante utilizado en el proceso de mezcla rápida para formar los flóculos y que al estabilizador de pH no (Cal) no está cumpliendo correctamente con su función.
- Dentro de los análisis de tiempo de lavado se puede apreciar que este se realiza en un tiempo de 4 minutos, cuya carrera de filtración está dentro de las 36 y 73 horas aproximadamente no es recomendable períodos largos ya que esto permite la formación de bolas de lodo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. S. Quiroz Fernández, E. H. Ortiz Hernández y I. N. Moreno Yépez, «Impacto socio ambiental de la calidad del agua del río Portoviejo en el período 2014-2017,» *RECUS*, vol. 3, nº 2, pp. 34-36, 2018.
- [2] . J. J. Arrieta Lozano, «Recomendaciones para diseño y optimización de plantas de tratamiento de agua potable, considerando aspectos de funcionalidad y durabilidad,» *Prospectiva*, vol. 17, nº 2, pp. 47-52, 2019.
- [3] E. Salamanca, «TRATAMIENTO DE AGUAS PARA EL CONSUMO HUMANO,» *Módulo Arquitectura CUC*, vol. 17, nº 1, pp. 29-48, 2016.
- [4] Á. Carreño Mendoza, . L. Lucas Vidal, E. A. Hurtado, R. Barrios Maestre y R. Silva Acuña, «Sistema de tratamiento de aguas superficiales para consumo humano en la Microcuenca del río Carrizal, Ecuador,» *Ciencia UNEMI*, vol. 11, nº 28, pp. 76-87, 2018.
- [5] M. d. R. García Sánchez, G. Godínez Alarcón, B. Pineda Avonza y J. Reyes Añorve, «Derecho al agua y calidad de vida,» *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 6, nº 11, pp. 758-772, 2015.
- [6] M. Romero García, «TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN POTABILIZACIÓN DE AGUA,» 2008.
- [7] J. Arboleda Valencia, *Teoría y práctica de la purificación del agua*, Santa Fé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill , 2000.
- [8] R. Baque Mite, L. Simba ochoa, B. González Osorio, P. Suatunce, E. Diaz Ocampo y L. Cadme Arevalo, «Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador,» *Ciencia UNEMI*, vol. 9, nº 20, pp. 109-117, 2016.
- [9] C. A. Torres Parra, J. C. García Ubaque, M. C. García Vaca y R. Pacheco García, «Agua segura para comunidades rurales a,» *Salud Pública*, vol. 19, nº 4, pp. 453-459, 2017.
- [10] Á. López Ramos, L. Martínez Acosta, J. J. Feria Díaz y J. E. Cruz Benedetti, «Planificación del recurso hídrico en la quebrada Aguas Blancas,,» *Prospect*, vol. 14, nº 2, pp. 71-80, 2016.

- [11] B. Brouckaert, R. Rajagopaul y M. J. Pryor, Optimisation of an autonomous valveless gravity filter for the cost effective production of potable water for rural areas, Geniza: Water Research Commission, 2003.
- [12] B. M. Brouckaert, M. J. Pryor, P. Pillay, T. A. Zondi y A. Amirtharajah, «ASSESSING THE USE OF AUTONOMOUS VALVELESS FILTERS FOR TURBIDITY REMOVAL IN RURAL APPLICATIONS,» de *Paper presented at the Biennial Conference of the Water Institute of Southern Africa*, Durban, South Africa, 2002.
- [13] F. R. Spellman, *Mathematics Manual for Water and Wastewater Treatment Plant Operators*, 2 ed., New York: CRC Press, 2014.
- [14] Ó. E. Ospina Zúñiga, A. J. Ochoa Olaya y M. Y. Vélez Ramírez, «Efecto del fenómeno El Niño 2015-2016 en la calidad del agua del río Magdalena, municipio de Purificación -Tolima,» *PRODUCCIÓN + LIMPIA*, vol. 13, nº 1, pp. 65-73, 2018.
- [15] M. R. Martínez Orjuela, J. Y. Mendoza Coronado, B. E. Medrano Solís, L. M. Gómez Torres y C. A. Zafra Mejía, «Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal,» *UIS Ingenierías*, vol. 19, nº 1, pp. 15-24, 2020.
- [16] D. Choque Quispe, Y. Choque Quispe, . A. M. Solano Reynoso y . B. S. Ramos Pacheco, «Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua,» *Tecnología Química*, vol. 38, nº 2, pp. 348-361, 2018.
- [17] C. M. Dávila Paredes , M. M. Huamán Carranza, . J. I. Flores Albornoz, . R. A. Polo Salazar y N. F. Araujo Jamanca, «Efectividad de especies naturales como ayudantes de Coagulación, para la clarificación de aguas turbias en épocas de avenidas en caseríos y centros poblados de Huaraz y Callejón de Huaylas,» *Aporte Santiaguino*, vol. 11, nº 2, pp. 299-310, 2018.

ANEXOS

1. Control de operación y filtración de filtros autolavantes rápidos.
2. Resultados de los análisis físico-químicos realizados a la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo.
3. Memoria fotográfica
4. Planos

Anexo 1
Control de operación y
filtración de filtros
autolavantes rápidos.



Municipio Municipalidad de Portovelo

Dirección de Agua Potable Municipal
Planta de Tratamiento "San José"

CONTROL DE OPERACION Y FILTRACION

FILTROS AUTOLAVANTES RAPIDOS

FECHA	TURNO	TIEMPO	INICIO LAVADO	DURACION LAVADO	CARRERA FILTRACION	OBSERVACIONES	FIRMA OPERADOR
		FILTRO					
12/12/19	15/23	#1	16:30	4 min	26 min		Joffre Lopez
12/12/19	15/23	#2	20:00	4 min	26 min		Joffre Lopez
13/12/19	23/07	#1	23:45	4 min	26 min		Joffre Lopez
14/12/19	23/07	#1	06:30	4 min	26 min		Joffre Lopez
15/12/19	07/15	#2	14:30	4 min	26 min		Joffre Lopez
16/12/19	07/15	#1	12:30	4 min	26 min		Joffre Lopez
16/12/19	15/23	#2	18:30	4 min	26 min		Joffre Lopez
17/12/19	07/15	#1	11:40	4 min	26 min		Joffre Lopez
20/12/19	07/15	#2	14:20	4 min	26 min		Joffre Lopez
23/12/19	07/15	#2	13:45	4 min	26 min		Joffre Lopez
28/12/19	07/15	#1	07:00	4 min	26 min		Joffre Lopez
30/12/19	07/15	#1	07:40	4 min	26 min		Joffre Lopez
31/12/19	23/07	#2	03:10	4 min	26 min		Joffre Lopez
02/01/20	23/07	#1	04:20	4 min	26 min		Joffre Lopez
04/01/20	23/07	#2	06:45	4 min	26 min		Joffre Lopez
06/01/20	07/15	#2	13:30	4 min	26 min		Joffre Lopez
08/01/20	07/15	#2	9:30	4 min	26 min		Joffre Lopez
08/01/20	07/15	#1	14:00	4 min	26 min		Joffre Lopez
09/01/20	15/23	#2	21:00	4 min	26 min		Joffre Lopez
09/01/20	23/07	#1	03:00	4 min	26 min		Joffre Lopez

Anexo 2

Resultados de los análisis físico-químicos realizados a la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo

PLANTA DE TRATAMIENTO "SAN JOSE"

Portovelo, 03 Marzo del 2016.

Ing. Jorge Enrique Rodríguez.

DIRECTOR DEL DEPTO. DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL GADM DE PORTOVELO.

Indicando a su pedido de la información para estudios ampliación del Plan Maestro de Agua Potable; en la presente se encuentran registros Físicoquímicos realizados diariamente al agua, tales como turbidez, color, Ph, Temperatura, que son los que se puede realizar ya que no existen equipos para realizar análisis de coliformes fecales ni reactivos para alcalinidad y otros.

Resultados con Turbidez Alta:

Lunes 19 Enero 2015						
	Hora					
Agua Cruda	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	12:00 PM	2:00 P.M	4:00 P.M
Turbiedad	98.00	82.00	62.00	52.00	45.00	35.00
Color	20	20	15	10	10	10
PH	7.82	7.82	7.53	7.35	7.82	7.82
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	7.20	7.80	5.30	5.20	4.20	2.50
Color	5	5	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2.20	2.20	1.90	1.90	1.20	1.20
Color	0	0	0	0	0	0
PH	9.00	9.00	8.87	8.92	8.87	8.87
Temperatura °C	19	19	19	19	19	19
Cloro Residual			0.50			0.60
Agua Filtrada						
Turbiedad	7.20	7.20	5.50	5.50	3.30	1.90
Color	0	0	0	0	0	0

CASE

PLANTA

Lunes 09 Febrero 2015

	Hora									
	8:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	6:00 PM	7:00 PM	9:00 PM	11:00 PM	12:00 PM	
Agua Cruda										
Turbiedad	280	98.00	64.00	54.00	50.00	45.00	31.80	28.00	22.00	
Color	15	10	10	5	5	5	5	5	5	
PH	7.97	7.38	7.91	7.97	7.91	7.97	7.82	7.32	8.01	
Temperatura °C	18	18	18	18			18	18	18	
Agua Sedimentada										
Turbiedad	5.00	8.50	7.30	4.30	4.80	4.30	4.30	3.80	3.80	
Color	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Agua Tratada										
Turbiedad	3.50	3.10	3.10	3.10	2.70	2.80	2.80	2.80	2.80	
Color	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PH	8.02	8.48	8.03	8.04	8.24	8.12	8.22	8.52	8.31	
Temperatura °C	19	19	19	19	19					
Cloro Residual					0.60		0.90		0.90	
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(2)	
Turbiedad	4.80	4.30	4.30	3.80	3.80	3.80	3.80	2.90	2.90	
Color	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Jueves 12 Marzo 2015

	Hora					
	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	2:00 PM	4:00 PM
Agua Cruda						
Turbiedad	8.00	150.00	400.00	80.00	30.00	20.00
Color	0	15	20	15	10	10
PH	7.35	7.25	7.38	7.54	7.65	7.93
Temperatura °C	20			20		
Agua Sedimentada						
Turbiedad	5.00	5.20	6.00	8.00	5.50	4.50
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	4.50	4.00	4.20	4.50	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.40	7.30	7.45	7.65	7.73	7.97
Temperatura °C	19	19	19	19	19	
Cloro Residual	0.70					0.70
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.50
Color	0	0	0	0	0	0

Martes 17 Marzo
2015

	Hora					
Agua Cruda	2:00 AM	3:00 AM	5:00 AM	7:00 AM	9:00 AM	10:00 AM
Turbiedad	400.00	200.00	180.00	250.00	200.00	150.00
Color	20	15	15	20	20	15
PH	7.30	7.43	7.35	7.38	7.50	7.54
Temperatura °C	18	18	18	18	18	18
Agua Sedimentada						
Turbiedad	10.00	10.00	8.00	9.00	7.50	7.00
Color	0	0	0	0	0	
Agua Tratada						
Turbiedad	4.50	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.70	7.50	7.48	7.50	7.60	7.77
Temperatura °C	19	19	19	19	19	19
Cloro Residual	0.80					
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	6.00	6.50	6.00	6.00	6.00	5.00
Color	0	0	0	0	0	0

Miércoles 18 Marzo

	Hora					
Agua Cruda	2:00 AM	3:00 AM	5:00 AM	7:00 AM	9:00 AM	10:00 AM
Turbiedad	500.00	500.00	200.00	100.00	50.00	50.00
Color	20	20	20	15	7.89	7.80
PH	7.73	7.77	7.92	7.65	15	15
Temperatura °C						
Agua Sedimentada						
Turbiedad	10.00	10.00	12.00	12.00	9.00	8.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	4.80	4.50	4.50	4.80	4.80	4.80
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.80	7.85	8.14	8.04	8.10	7.98
Temperatura °C	18	18	18			
Cloro Residual	0.90					
Agua Filtrada						
Turbiedad	4.50	4.50	5.00	6.00	5.00	6.00
Color	0	0	0	0	0	0

Lunes 20 Abril 2015								
	Hora							
	7:00 AM	8:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	2:00 PM	4:00 PM	5:00 PM
Agua Cruda								
Turbiedad	500.00	370.00	450.00	150.00	200.00	150.00	120.00	150.00
Color	15	20	25	15	15	20	20	20
PH	7.14	7.37	8.09	7.38	7.42	7.45	7.32	7.50
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada								
Turbiedad	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00
Color	0	0	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada								
Turbiedad	4.00	4.00	4.00	3.50	3.50	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0	0	0
PH	7.28	7.98	7.98	7.20	7.52	7.55	7.40	7.30
Temperatura °C	19	19	19	19	19	19	19	19
Cloro Residual	0.80							0.80
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00
Color	0	0	0	0	0	0	0	0

Lunes 04 Mayo 2015						
	Hora					
	7:00 AM	8:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	4:00 PM
Agua Cruda						
Turbiedad	100.00	120.00	120.00	150.00	100.00	100.00
Color	15	10	10	15	10	10
PH	8.20	7.80	8.50	8.75	8.10	8.20
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	6.00	7.00	6.00	6.00	6.00	7.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	4.80	4.80	4.50	4.50	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	8.10	8.15	8.68	8.50	8.30	8.20
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	1.00					1.00
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	6.50	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Color	0	0	0	0	0	0

Miércoles 06 Mayo						
	Hora					
Agua Cruda	7:00 AM	8:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM
Turbiedad	100.00	110.00	70.00	50.00	40.00	50.00
Color	10	10	10	10	10	10
PH	7.41	8.51	8.60	8.32	7.10	7.18
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	4.00	6.00	6.00	7.00	5.00	6.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	3.00	3.50	3.50	4.80	4.00	4.80
Color	0	0	0	0	0	0
PH	8.50	8.43	8.50	7.94	7.82	7.90
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	0.80					0.80
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	2.80	3.00	3.00	4.00	4.00	5.00
Color	0	0	0	0	0	0

Lunes 11 Mayo						
	Hora					
Agua Cruda	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	5:00 PM
Turbiedad	10.00	15.00	15.00	10.00	12.00	12.00
Color	5	5	5	5	5	5
PH	6.74	6.75	7.00	6.80	6.90	6.80
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Agua Sedimentada						
Turbiedad	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2.50	3.50	4.00	4.00	3.50	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.12	7.14	7.38	7.40	7.25	7.28
Temperatura °C	22	22	22	22	22	22
Cloro Residual	0.90					0.90
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	3.20	4.00	3.50	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0

Martes 12 Mayo						
	Hora					
Agua Cruda	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	5:00 PM
Turbiedad	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Color	5	5	5	5	5	5
PH	6.20	6.94	6.65	6.55	6.78	6.64
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	5.00	5.50	6.00	5.50	5.00	5.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.53	6.92	6.89	6.98	7.12	7.25
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	0.90					0.90
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	4.00	4.50	5.00	5.00	4.50	4.00
Color	0	0	0	0	0	0

Jueves 14 Mayo						
	Hora					
Agua Cruda	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	5:00 PM
Turbiedad	130.00	70.00	30.00	30.00	20.00	15.00
Color	15	15	15	10	10	10
PH	7.73	6.94	7.42	7.10	6.63	6.52
Temperatura °C	19	19	19	19	19	19
Agua Sedimentada						
Turbiedad	8.00	6.50	6.00	6.00	5.00	6.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2.50	3.50	3.50	3.50	4.00	4.50
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.40	7.36	7.25	7.08	6.87	6.98
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Cloro Residual	0.90					0.70
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	2.50	3.50	3.50	4.00	3.50	3.50
Color	0	0	0	0	0	0

Jueves 11 Junio						
	Hora					
Agua Cruda	8:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	4:00 PM
Turbiedad	7.00	9.00	7.00	10.00	15.00	12.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.82	7.61	7.10	6.77	7.18	7.18
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	4.00	4.50	4.50	4.50	6.00	6.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	3.00	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.68	7.55	7.41	7.80	7.98	7.98
Temperatura °C	19	19	19	19	19	19
Cloro Residual	0.90					0.90
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	3.00	4.00	4.00	3.50	5.00	6.00
Color	0	0	0	0	0	0

Martes 23 Junio						
	Hora					
Agua Cruda	8:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	5:00 PM
Turbiedad	8.00	6.00	6.00	6.00	8.00	8.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.26	7.83	7.95	7.18	7.69	7.16
Temperatura °C	19	19	19	19	19	19
Agua Sedimentada						
Turbiedad	4.00	3.50	4.00	4.00	4.00	5.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2.50	3.00	2.50	3.00	3.50	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.80	8.02	7.16	7.67	7.90	7.66
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Cloro Residual		0.90				0.90
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	3.00	3.50	3.00	3.50	3.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0

Martes 30 Junio						
	Hora					
	8:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	4:00 PM
Agua Cruda						
Turbiedad	7.00	6.00	6.00	6.00	8.00	8.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.09	5.74	7.02	6.80	7.56	7.35
Temperatura °C	19	19	19	19	19	19
Agua Sedimentada						
Turbiedad	4.00	4.00			5.00	5.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2.00	3.00	3.50	3.50	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.76	7.24	7.21	7.30	7.07	7.30
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Cloro Residual	0.90					0.90
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	3.00	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0

Martes 07 Julio						
	Hora					
	8:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	5:00 PM
Agua Cruda						
Turbiedad	5.00	5.00	6.00	7.00	6.00	6.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.53	7.37	7.12	6.72	7.00	6.75
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	3.50	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	1.50	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.99	7.55	7.40	7.35	6.98	7.00
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	0.80				0.80	
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0

Viernes 10 Julio						
	Hora					
	8:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	5:00 PM
Agua Cruda						
Turbiedad	6.00	10.00	10.00	8.00	8.00	7.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.12	6.82	6.79	6.82	6.66	6.91
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.85	7.00	7.11	7.22	7.46	7.77
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	0.60					0.60
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0

Miércoles 15 Julio						
	Hora					
	8:00 AM	10:00 AM	12:00 AM	2:00 PM	4:00 PM	5:00 PM
Agua Cruda						
Turbiedad	7.00	7.00	8.00	8.00	7.00	8.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.29	6.97	6.48	6.03	6.36	6.88
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	5.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	8.03	7.58	6.98	7.16	7.18	7.50
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual			0.90			1.00
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	3.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0

Lunes 27 Julio

	Hora					
	8:00 AM	10:00 AM	12:00 AM	1:00 PM	2:00 PM	4:00 PM
Agua Cruda						
Turbiedad	6.00	6.00	7.00	10.00	7.00	6.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.70	6.90	6.52	6.87	6.90	7.17
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.55	7.30	7.11	7.40	7.55	7.60
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	0.50					0.50
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0

Martes 01 Septiembre

	Hora					
	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	5:00 PM
Agua Cruda						
Turbiedad	6.00	8.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.38	6.60	6.10	6.04	6.64	6.18
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	3.00	4.00	3.50	3.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.32	6.68	6.98	7.08	7.42	7.54
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	1.00					1.00
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0

Jueves 17 Septiembre						
	Hora					
Agua Cruda	7:00 AM	8:00 AM	10:00 AM	1:00 PM	2:00 PM	4:00 PM
Turbiedad	7.00	7.00	7.00	7.00	8.00	7.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.04	6.40	6.55	6.20	6.35	6.73
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.86	6.77	6.93	6.98	7.29	7.37
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	1.00					1.00
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	2.50	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0

Martes 29 Septiembre						
	Hora					
Agua Cruda	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	2:00 PM	4:00 PM
Turbiedad	6.00	7.00	6.00	8.00	6.00	6.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.16	6.29	6.57	6.98	6.31	6.48
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.79	6.92	6.84	7.10	7.55	7.62
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	1.00					1.00
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0

Jueves 01 Octubre						
	Hora					
Agua Cruda	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PMA	3:00 PMA	5:00 PMA
Turbiedad	9,00	9,00	7,00	6,00	6,00	6,00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6,58	6,50	6,35	6,04	6,64	6,02
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6,93	7,18	6,90	7,15	7,25	7,62
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	1,00					1,00
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Color	0	0	0	0	0	0

Martes 20 Octubre						
	Hora					
Agua Cruda	7:00 AM	8:00 AM	10:00 AM	1:00 PM	2:00 PM	4:00 PM
Turbiedad	6,00	5,00	6,00	7,00	6,00	6,00
Color	0	0	0	0	0	5
PH	6,88	6,87	6,65	6,75	6,73	6,80
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6,47	6,72	6,80	6,28	7,00	6,92
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	0,90					0,90
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Color	0	0	0	0	0	0

Jueves 22 Octubre						
	Hora					
	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	5:00 PM
Agua Cruda						
Turbiedad	7.00	9.00	11.00	10.00	12.00	11.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.22	6.31	6.57	6.84	6.77	6.43
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	3.00	3.00	5.00	5.00	5.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	7.32	7.54	7.65	7.78	7.81	7.90
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	0.90					0.90
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0

Miércoles 04 Noviembre						
	Hora					
	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	4:00 PM
Agua Cruda						
Turbiedad	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.15	6.30	7.06	6.69	7.59	6.87
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.56	6.48	6.78	7.10	6.53	7.00
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	1.00					1.00
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0

Miércoles 11 Noviembre						
	Hora					
Agua Cruda	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	4:00 PM
Turbiedad	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.33	6.25	6.72	6.44	6.55	6.08
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.80	6.94	7.10	7.04	7.35	7.12
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	0.80					1.00
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	3.00	3.00	2.00	4.00	4.00	4.00
Color	0	0	0	0	0	0

Viernes 20 Noviembre						
	Hora					
Agua Cruda	7:00 AM	9:00 AM	11:00 AM	1:00 PM	3:00 PM	4:00 PM
Turbiedad	5.00	5.00	7.00	5.00	5.00	5.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.24	7.37	6.68	6.42	6.51	6.36
Temperatura °C	20	20	20	20	20	20
Agua Sedimentada						
Turbiedad	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0
Agua Tratada						
Turbiedad	3.00	2.50	2.00	2.00	2.00	2.00
Color	0	0	0	0	0	0
PH	6.98	7.43	7.57	6.55	6.70	6.80
Temperatura °C	21	21	21	21	21	21
Cloro Residual	1.00					1.00
Agua Filtrada	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Turbiedad	3.00	2.50	3.00	2.00	3.00	3.00
Color	0	0	0	0	0	0

➤ El caudal diario ingresado a la planta de tratamiento es de 44.5 L/S.

NOTA: Adjunto datos de análisis realizados en años anteriores.

Sin otro particular me suscribo de usted


Ing. Alexandra Espinoza C.
Laboratorista

ENERO

ANÁLISIS FÍSICOS					
PARÁMETROS		TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
UNIDADES		NTU	Unid. Color	Unid.	°C
LÍMITE TOLERABLE		5		7.0 - 8.5	
19/1/2015	AGUA CRUDA	62,33	14,17	7,69	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	5,37	5,00		
	AGUA FILTRADA	5,10	0,00		
	AGUA TRATADA	1,77	0,00	8,92	19,00
22/1/2015	AGUA CRUDA	56,38	15,50	7,60	19,17
	AGUA SEDIMENTADA	6,18	5,00		
	AGUA FILTRADA	2,90	0,00		
	AGUA TRATADA	2,72	0,00	8,45	19,00
22/1/2015	AGUA CRUDA	47,43	15,50	7,60	19,17
	AGUA SEDIMENTADA	3,81	0,00		
	AGUA FILTRADA				
	AGUA TRATADA	1,77	0,00	8,34	20,00

FEBRERO

ANÁLISIS FÍSICOS					
PARÁMETROS		TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
UNIDADES		NTU	Unid. Color	Unid.	°C
LÍMITE TOLERABLE		5		7.0 - 8.5	
9/2/2015	AGUA CRUDA	73,56	7,22	7,81	18,00
	AGUA SEDIMENTADA	5,12	0,00		
	AGUA FILTRADA	3,82	0,00		
	AGUA TRATADA	2,97	0,00	8,22	19,00

MARZO

ANÁLISIS FÍSICOS					
PARÁMETROS		TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
UNIDADES		NTU	Unid. Color	Unid.	°C
LÍMITE TOLERABLE		5		7.0 - 8.5	
12/3/2015	AGUA CRUDA	114,67	11,67	7,52	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	5,70	0,00		
	AGUA FILTRADA	4,58	0,00		
	AGUA TRATADA	4,20	0,00	7,58	19,00
17/3/2015	AGUA CRUDA	230,00	17,50	7,42	18,00
	AGUA SEDIMENTADA	8,58	0,00		
	AGUA FILTRADA	5,92	0,00		
	AGUA TRATADA	4,75	0,00	7,59	19,00

18/3/2015	AGUA CRUDA	233,33	17,50	7,79	
	AGUA SEDIMENTADA	10,17	0,00		
	AGUA FILTRADA	5,17	0,00		
	AGUA TRATADA	5,20	0,00	7,99	19,00
24/3/2015	AGUA CRUDA	96,00	15,50	7,44	19,00
	AGUA SEDIMENTADA	7,40	0,00		
	AGUA FILTRADA	5,16	0,00		
	AGUA TRATADA	4,71	0,00	7,63	
25/3/2015	AGUA CRUDA	370,00	19,00	7,54	18,00
	AGUA SEDIMENTADA	8,28	0,00		
	AGUA FILTRADA	5,76	0,00		
	AGUA TRATADA	4,61	0,00	7,64	18,00
28/3/2015	AGUA CRUDA	414,29	23,57	7,10	19,00
	AGUA SEDIMENTADA	6,43	0,00		
	AGUA FILTRADA	5,57	0,00		
	AGUA TRATADA	4,63	0,00	7,80	19,00

ABRIL

ANÁLISIS FÍSICOS					
PARÁMETROS		TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
UNIDADES		NTU	Unid. Color	Unid.	°C
LÍMITE TOLERABLE		5		7.0 - 8.5	
17/4/2015	AGUA CRUDA	164,29	18,57	7,06	19,00
	AGUA SEDIMENTADA	7,43	0,00		
	AGUA FILTRADA	4,86	0,00		
	AGUA TRATADA	4,67	0,00	7,43	20,00
20/4/2015	AGUA CRUDA	261,25	18,75	7,46	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	5,25	0,00		
	AGUA FILTRADA	4,63	0,00		
	AGUA TRATADA	3,88	0,00	7,53	19,00

MAYO

ANÁLISIS FÍSICOS					
PARÁMETROS		TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
UNIDADES		NTU	Unid. Color	Unid.	°C
LÍMITE TOLERABLE		5		7.0 - 8.5	
4/5/2015	AGUA CRUDA	115,00	11,67	8,26	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	6,33	0,00		
	AGUA FILTRADA	5,25	0,00		
	AGUA TRATADA	4,10	0,00	8,32	21,00
6/5/2015	AGUA CRUDA	70,00	10,00	7,85	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	5,67	0,00		

	AGUA FILTRADA	3,63	0,00		
	AGUA TRATADA	3,93	0,00	8,18	21,00
11/5/2015	AGUA CRUDA	12,33	5,00	6,83	21,00
	AGUA SEDIMENTADA	4,50	0,00		
	AGUA FILTRADA	3,78	0,00		
	AGUA TRATADA	3,42	0,00	7,26	22,00
12/5/2015	AGUA CRUDA	10,00	5,00	6,63	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	5,33	0,00		
	AGUA FILTRADA	4,50	0,00		
	AGUA TRATADA	4,37	0,00	6,95	21,00
14/5/2015	AGUA CRUDA	49,17	12,50	7,06	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	6,25	0,00		
	AGUA FILTRADA	3,42	0,00		
	AGUA TRATADA	3,58	0,00	7,16	20,00

JUNIO

ANÁLISIS FÍSICOS					
PARÁMETROS		TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
UNIDADES		NTU	Unid. Color	Unid.	°C
LÍMITE TOLERABLE		5		7.0 - 8.5	
11/6/2015	AGUA CRUDA	10,00	0,00	7,11	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	4,92	0,00		
	AGUA FILTRADA	4,25	0,00		
	AGUA TRATADA	3,75	0,00	7,73	19,00
23/6/2015	AGUA CRUDA	7,00	0,00	7,51	19,00
	AGUA SEDIMENTADA	4,08	0,00		
	AGUA FILTRADA	3,33	0,00		
	AGUA TRATADA	3,08	0,00	7,70	20,00
30/6/2015	AGUA CRUDA	6,83	0,00	6,93	19,00
	AGUA SEDIMENTADA	4,50	0,00		
	AGUA FILTRADA	3,75	0,00		
	AGUA TRATADA	3,33	0,00	7,41	20,00

JULIO

ANÁLISIS FÍSICOS					
PARÁMETROS		TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
UNIDADES		NTU	Unid. Color	Unid.	°C
LÍMITE TOLERABLE		5		7.0 - 8.5	
7/7/2015	AGUA CRUDA	5,83	0,00	6,92	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	3,58	0,00		
	AGUA FILTRADA	2,50	0,00		
	AGUA TRATADA	2,42	0,00	7,21	21,00

10/7/2015	AGUA CRUDA	8,17	0,00	6,69	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	4,50	0,00		
	AGUA FILTRADA	3,83	0,00		
	AGUA TRATADA	3,50	0,00	7,26	21,00
15/7/2015	AGUA CRUDA	7,50	0,00	6,50	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	5,17	0,00		
	AGUA FILTRADA	4,00	0,00		
	AGUA TRATADA	3,67	0,00	7,41	21,00
27/7/2015	AGUA CRUDA	7,00	0,00	6,84	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	4,33	0,00		
	AGUA FILTRADA	4,00	0,00		
	AGUA TRATADA	3,50	0,00	7,42	21,00

SEPTIEMBRE

ANÁLISIS FÍSICOS					
PARÁMETROS		TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
UNIDADES		NTU	Unid. Color	Unid.	°C
LÍMITE TOLERABLE		5		7.0 - 8.5	
1/9/2015	AGUA CRUDA	6,33	0,00	6,32	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	3,58	0,00		
	AGUA FILTRADA	2,83	0,00		
	AGUA TRATADA	2,83	0,00	7,17	21,00
17/9/2015	AGUA CRUDA	7,17	0,00	6,55	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	3,33	0,00		
	AGUA FILTRADA	2,58	0,00		
	AGUA TRATADA	2,50	0,00	7,03	21,00
29/9/2015	AGUA CRUDA	6,50	0,00	6,47	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	4,00	0,00		
	AGUA FILTRADA	3,00	0,00		
	AGUA TRATADA	2,50	0,00	7,14	21,00

OCTUBRE

ANÁLISIS FÍSICOS					
PARÁMETROS		TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
UNIDADES		NTU	Unid. Color	Unid.	°C
LÍMITE TOLERABLE		5		7.0 - 8.5	
1/10/2015	AGUA CRUDA	6,00	0,00	6,78	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	3,50	0,00		
	AGUA FILTRADA	3,00	0,00		
	AGUA TRATADA	2,50	0,00	6,70	21,00
20/10/2005	AGUA CRUDA	6,00	0,00	6,78	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	3,33	0,00		

	AGUA FILTRADA	3,00	0,00		
	AGUA TRATADA	2,50	0,00	6,70	21,00
22/10/2015	AGUA CRUDA	10,00	0,00	6,52	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	4,17	0,00		
	AGUA FILTRADA	3,67	0,00		
	AGUA TRATADA	2,83	0,00	7,67	21,00

NOVIEMBRE

ANÁLISIS FÍSICOS					
PARÁMETROS		TURBIEDAD	COLOR	PH	TEMPERATURA
UNIDADES		NTU	Unid. Color	Unid.	°C
LÍMITE TOLERABLE		5		7.0 - 8.5	
4/11/2015	AGUA CRUDA	6,17	0,00	6,78	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	4,50	0,00		
	AGUA FILTRADA	3,83	0,00		
	AGUA TRATADA	3,17	0,00	6,74	21,00
11/11/2015	AGUA CRUDA	6,00	0,00	6,40	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	3,67	0,00		
	AGUA FILTRADA	3,33	0,00		
	AGUA TRATADA	2,33	0,00	7,06	21,00
20/11/2015	AGUA CRUDA	5,33	0,00	6,60	20,00
	AGUA SEDIMENTADA	3,17	0,00		
	AGUA FILTRADA	2,75	0,00		
	AGUA TRATADA	2,25	0,00	7,01	21,00

Anexo 3
Memoria Fotográfica



Tuberías de ingreso a la planta de tratamiento desde la captación



Proceso de mezcla rápida donde es agregado el cloruro de Polialuminio y la cal



Floculadores de flujo horizontal



Sedimentadores con presencia de gran cantidad de lodos en las placas inclinadas



Las placas se encuentran montadas una sobre otra por la excesiva cantidad de lodo acumulados



Ingreso del agua sedimentada a los filtros



Filtro de gravedad autónomos sin válvula de la planta de tratamiento de agua potable de Portovelo





Levantamiento de información y dimensiones del filtro



Tubería de ingreso a la cámara de filtración



Tuberías de drenaje del agua del retrolavado



Tubería de salida del agua filtrada



Deposito del agua de retro lavado



Sistema tipo sifón encargado del lavado automático de los filtros



Sistema tipo sifón encargado del lavado automático de los filtros

Anexo 4

Planos