



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
San José, Costa Rica
Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-3338. dsalas@aya.go.cr

MEMORANDO

FECHA: 13 de abril del 2018

PARA: Rodhe Baez Espinoza

Cooperación y Asuntos Internacionales

DE: David Salas Sandoval

UEN Producción y Distribución ~~Plantas Potabilizadoras GAM~~



PLANTAS No. UEN-PyDPP-GAM-2018-00144

ASUNTO: Remisión de informe "Curso regional de Evaluación y operación de plantas de Filtración Rápida".

Se remite informe correspondiente al curso de Evaluación de Plantas de Tratamiento de Filtros Rápidos, llevado a cabo en Lima Perú en el mes de marzo, en el cual asistieron los funcionarios Davis Aguilar, Manuel Quesada y David Salas, de la Dirección de Plantas Potabilizadoras.



C: Yamileth Astorga Espeleta, Presidencia Ejecutiva
Archivo

**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS**

DIRECCION PLANTAS POTABILIZADORAS

INFORME:

**“Curso Regional de Evaluación y Operación de plantas
de Filtración Rápida”**

Elaborado por:

Davis Aguilar Arroyo



Manuel Quesada Cubillo



Erick D. Salas Sandoval



ABRIL, 2018



INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS



Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	4
INFORMACION GENERAL	5
PROGRAMA DE ACTIVIDADES DIARIAS	6
DESARROLLO DE ACTIVIDADES	8
EJERCICIOS REALIZADOS:	16
CONCLUSIONES	17
RECOMENDACIONES	17
OBSERVACIONES	18

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1: Obra de captación Bocatoma	8
Ilustración 2. Desarenador.	9
Ilustración 3. Reservorio de compensación.	10
Ilustración 4. Planta de Tratamiento del Río Chillón. Consorcio Agua Azul	10
Ilustración 5. Mezcla rápida.	11
Ilustración 6. Floculadores.	11
Ilustración 7. Decantadores laminares.	12
Ilustración 8. Filtros rápidos laminares.	12
Ilustración 9. Edificio de químicos.	13
Ilustración 10. Edificio de cloración.	13
Ilustración 11. Poza de lodos.	14
Ilustración 12. Sistema SCADA.	15
Ilustración 13. Participantes del grupo y profesores	18

INTRODUCCIÓN

El proceso de potabilización de aguas superficiales es muy complejo y requiere de grandes cuidados, abonado a esto, el tratamiento de estas es cada día más complicado debido, a la escasez y principalmente al deterioro en la calidad microbiológica y fisicoquímica a las que están expuestas. Existe, diferentes tecnologías que pueden ser utilizadas para mejorar la calidad del agua, lo cual va a depender de las características de estas. Las Plantas Potabilizadoras que operan bajo el diseño de filtración rápida según el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS), dan gran resultado en la obtención de agua de calidad potable

La Dirección de Plantas Potabilizadoras de la GAM, se conforma de diecisiete (17) Plantas, que operan bajo esta tecnología, lo cual, permite garantizar la calidad del agua a suministrar a la población y a la vez, cumplir con los parámetros de calidad establecidos en el Reglamento para Calidad del Agua Potable, según Decreto 38924-S, del Ministerio de Salud.

Se requiere que el personal técnico que opere las Plantas Potabilizadoras cuente con la capacitación apropiada para poder seguir garantizando la calidad del agua tratada. De ahí la importancia de poder llevar a cabo el curso de Evaluación y Operación Plantas de filtración rápida (PFR), desarrollado en la ciudad de Lima, Perú, en el Colegio de Ingenieros del Perú.

Parte de los beneficios de que el personal se encuentre debidamente capacitado, es el fortalecimiento de la Escuela de Técnicos en Potabilización, ya que los conocimientos adquiridos serán puestos en práctica para poder realizar la transferencia de estos, al personal técnico que asista a la Escuela.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Adquirir nuevos conocimientos teorico-prácticos, que permitan el desarrollo de nuevas técnicas de evaluación en las diferentes estructuras y parámetros en las Plantas Potabilizadoras de filtración rápida.

Objetivos Específicos:

Operar adecuadamente una planta de tratamiento de filtros rápidos, con énfasis en sistemas de tecnología apropiada para América Latina.

Complementar la formación profesional en los campos de evaluación y operación de plantas potabilizadoras de filtración rápida.

Actuar como coordinadores y/o instructores locales en cursos similares para personal Profesional y Técnico.

INFORMACION GENERAL

Nombre del curso:

Curso Regional de Evaluación y Operación de Plantas de Filtración Rápida

Lugar donde se impartió

Teoría: Colegio de Ingenieros del Perú; Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú, Capítulo de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Práctica: Planta de filtración rápida del Consorcio Agua Azul. Lima – Perú.

Fecha:

12 al 21 de marzo del 2018.

Funcionarios:

Davis Aguilar Arroyo

Manuel Quesada Cubillo

Erick D. Salas Sandoval

Motivo del viaje:

Participación "Curso Regional de Evaluación y Operación de Plantas de Filtración Rápida"

Impartido por:

Ing. Víctor Maldonado Yactayo, Presidente del Capítulo de Ingeniería Sanitaria y Ambiente, vmaldonado@ingenieriasanitaria.com, vmaldonado@uni.pe.pe. Ing. Lidia Cánepa de Vargas, liadiavargas@yahoo.com

Agenda de la actividad

12 al 16 de marzo, Clases Magistrales.

19 y 20 de marzo, Planta de Filtración Rápida del Consorcio Agua Azul.

21 de marzo, Análisis de resultados de la Práctica.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES DIARIAS

Tabla 1. Programa de actividades

HORARIO	TEMA	CAPACITADOR
Lunes 12 de marzo		
8:00 a 8:30	Inscripción	
8:30 a 8:45	Inauguración	Ing. Víctor Maldonado
8:45 a 10:45	Contaminantes fisicoquímicos de las aguas superficiales y normas de calidad.	Ing. Víctor Maldonado
11:00 a 12:00	Contaminantes micorbiológicos de las aguas – Bacteriología.	Blga. Carmen Vargas García.
12:00 a 13:00	Contaminantes micorbiológicos de las aguas – Parasitología.	Blga. Margarita Aurazo de Zumaeta.
14:00 a 18:00	Laboratorio 1: Parámetros óptimos de dosificación	Ing. Víctor Maldonado Ing. Arturo Zapata
Martes 13 de marzo		
8:30 a 10:30	Teoría de la coagulación	Ing. Víctor Maldonado
11:00 a 13:00	Teoría de mezcla rápida y metodología de evaluación del proceso	Ing. Lidia Canepa de Vargas
14:00 a 15:30	Tipos de plantas y criterios de selección	Ing. Lidia Canepa de Vargas
15:30 a 18:00	Laboratorio 2: Parámetros óptimos de floculación y filtración directa	Ing. Víctor Maldonado Ing. Arturo Zapata
Miércoles 14 de marzo		
8:30 a 10:00	Teoría de trazadores	Ing. Víctor Maldonado
10:30 a 13:00	Teoría de la floculación y metodología de evaluación del proceso.	Ing. Lidia Cánepa de Vargas
14:00 a 15:30	Evaluación y operación de las instalaciones de dosificación	Ing. Lidia Cánepa de Vargas
16:00 a 17:30	Teoría de decantación y evaluación – operación de unidades de manto de lodos.	Ing. Víctor Maldonado
Jueves 15 de marzo		
08:30 a 11:00	Teoría del proceso de filtración, operación de filtros de nivel y tasa constante.	Ing. Víctor Maldonado
11:30 a 13:30	Metodología de evaluación del proceso de decantación y operación de decantadores convencionales y laminares.	Ing. Lidia Canepa de Vargas
14:30 a 16:00	Laboratorio 3: Demanda de Cloro	Ing. Víctor Maldonado Ing. Arturo Zapata Bióloga. Carmen Barzola Choque.

HORARIO	TEMA	CAPACITADOR
Viernes 16 de marzo		
8:30 a 10:00	Teoría de desinfección	Ing. Víctor Maldonado
10:30 a 13:00	Metodología de evaluación del proceso y unidades de filtración. Operación de filtros de tasa declinante y lavado mutuo.	Ing. Lidia Canepa de Vargas
14:00 a 16:00	Evaluación de las instalaciones de cloración	Ing. Víctor Maldonado
Lunes 19 de marzo		
08 a 17:00	Prácticas de evaluación-operación en la Planta de Filtración Rápida del Consorcio Agua Azul. Lima – Perú.	Ing. Víctor Maldonado Ing. Arturo Zapata Ing. Lidia Canepa de Vargas
Martes 20 de marzo		
08 a 17:00	Prácticas de evaluación-operación en la Planta de Filtración Rápida del Consorcio Agua Azul. Lima – Perú.	Ing. Víctor Maldonado Ing. Arturo Zapata Ing. Lidia Canepa de Vargas
Miércoles 21 de marzo		
8:00 a 13:00	Procesamiento y análisis de datos y diagnóstico de la evaluación	Ing. Víctor Maldonado Ing. Lidia Canepa de Vargas
13:00	Clausura	

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Teórico: Se desarrollaron los temas del programa, mediante presentaciones audiovisuales con los expositores, con ayuda de los manuales de la CEPIS. Se abordó ampliamente cada uno de ellos, dejando gran aprendizaje en todos los aspectos mencionados.

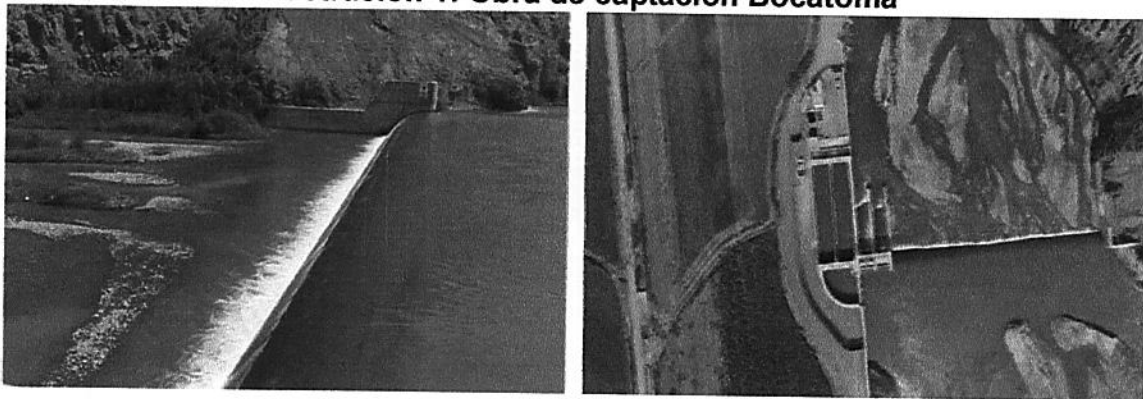
Laboratorio: Se realizaron tres (3) laboratorios, ejemplificando los temas desarrollados en la teoría. Se logró adquirir nuevos conocimientos en la realización de las pruebas de jarras, demanda de cloro y a la vez la aplicación de fórmulas para determinar las dosis y concentraciones necesarias para un mejor desempeño.

Práctica: Se desarrollo en la Planta de Filtración Rápida del Consorcio Agua Azul, la cual se compone de lo siguiente:

Fuente: Se abastece del Río Chillón, el cual se origina en la laguna Chuchon y Chonta a 4.850 m.s.n.m. Y forma parte de la cuenca Chillón, recorre una distancia de 126 km.

Obra de captación (bocatoma): Tiene una capacidad máxima de 5 m³/s, el barraje posee una longitud de 75 metros y una altura respecto al lecho del río de 2,5 metros.

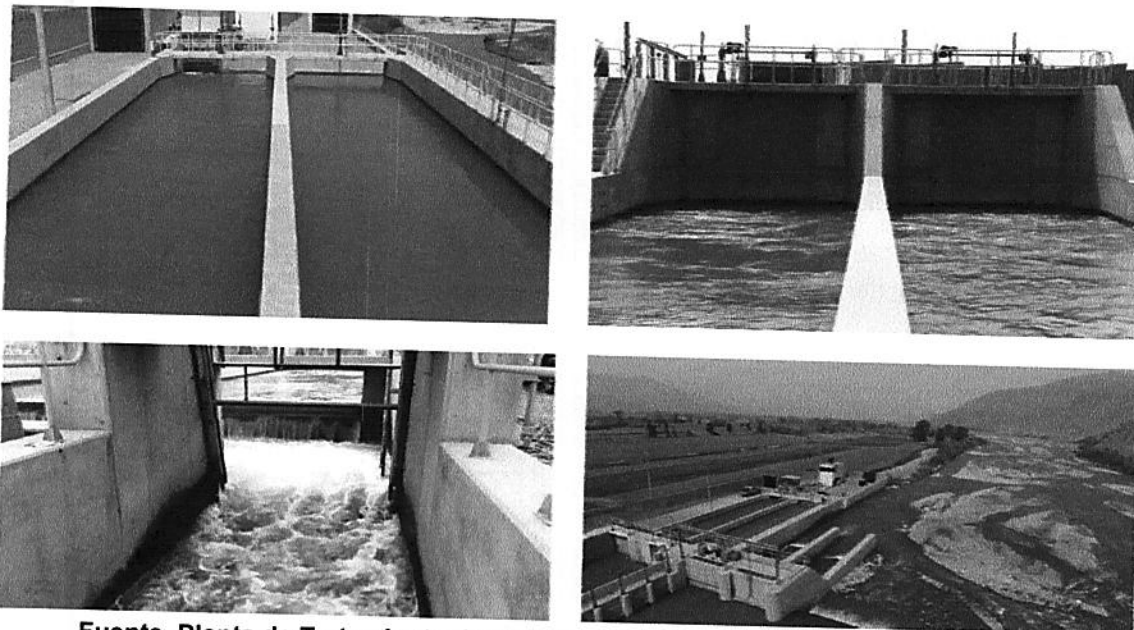
Ilustración 1: Obra de captación Bocatoma



Fuente. Planta de Tratamiento del Río Chillón. Lima-Perú. <https://youtu.be/fZ3L8aWQTuA>. 2017.

Desarenador: Está constituido por dos tanques separados, cada tanque cuenta con una compuerta de limpieza, lo que permite lavarlos por separado.

Ilustración 2. Desarenador.



Fuente. Planta de Tratamiento del Río Chillón. Lima-Perú.
<https://youtu.be/fZ3L8aWQTuA>. 2017.

Línea de conducción: Posee una longitud de 1,5 km y un diámetro de 1.400 mm.

Reservorio de compensación: Está compuesto por dos reservorios de 100.000 m³, revestidos en polietileno de alta densidad HDPE de 1,5 mm de espesor. Tiene doble función, compensación y decantación primaria. La compensación, permite operar la planta por 24 horas, sin necesidad de captar agua de la captación. La decantación primaria se debe al tiempo de retención de 24 horas, que facilita la sedimentación de partículas en su interior.

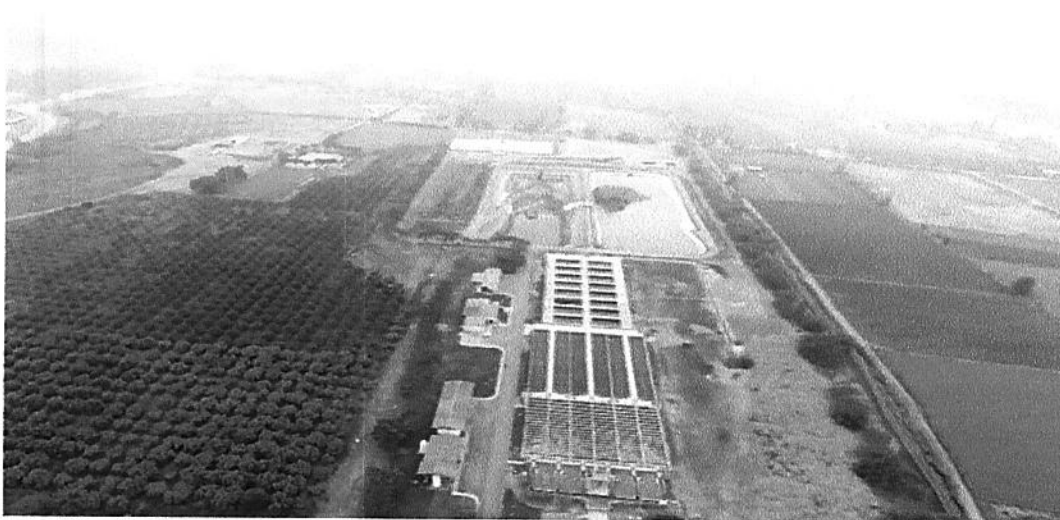
Ilustración 3. Reservorio de compensación.



Fuente. Planta de Tratamiento del Río Chillón. Lima-Perú.
<https://youtu.be/fZ3L8aWQTuA>. 2017.

Planta de Tratamiento: Diseñada para un caudal de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$, con posibilidades de hasta $5 \text{ m}^3/\text{s}$, por la diferencia de alturas de la Planta, permite que opere por gravedad aprovechando la energía potencial del agua, economizando la utilización de equipos electromecánicos. Los únicos equipos utilizados son las bombas de dosificación e impulsión.

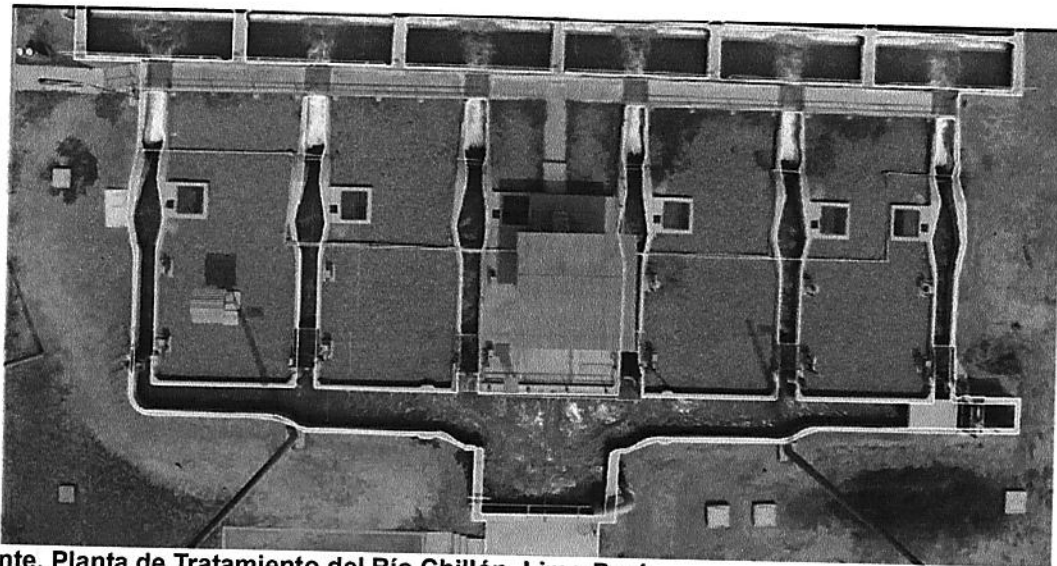
Ilustración 4. Planta de Tratamiento del Río Chillón. Consorcio Agua Azul



Fuente. Planta de Tratamiento del Río Chillón. Lima-Perú.
<https://youtu.be/fZ3L8aWQTuA>. 2017.

Mezcla rápida: Consta de una cámara de ingreso que se subdivide en seis (6) canales parshall, con caudal independiente cada uno y son regulados desde la sala de control de la Planta. En cada canal se puede aplicar sulfato de aluminio o sulfato férrico.

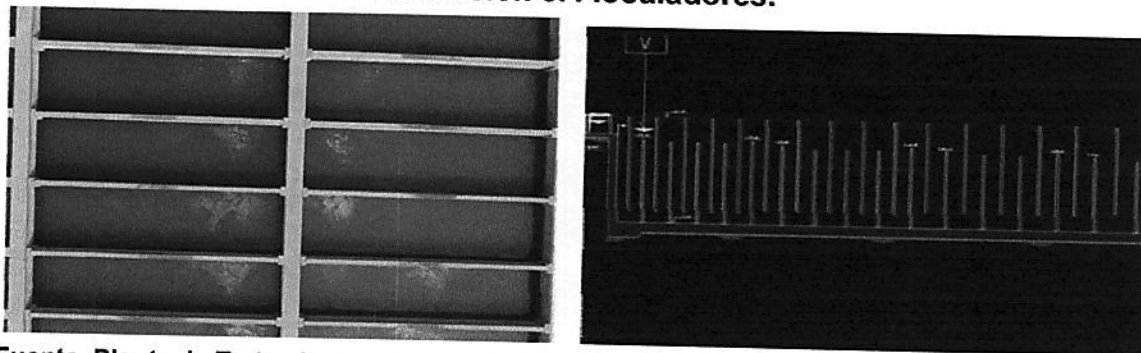
Ilustración 5. Mezcla rápida.



Fuente. Planta de Tratamiento del Río Chillón. Lima-Perú.
<https://youtu.be/fZ3L8aWQTuA>. 2017.

Floculadores: Son seis (6) unidades de floculación con pantallas de flujo vertical. Cada floculador cuenta con tres (3) secciones, el tiempo de retención teórico es de aproximadamente 18 minutos.

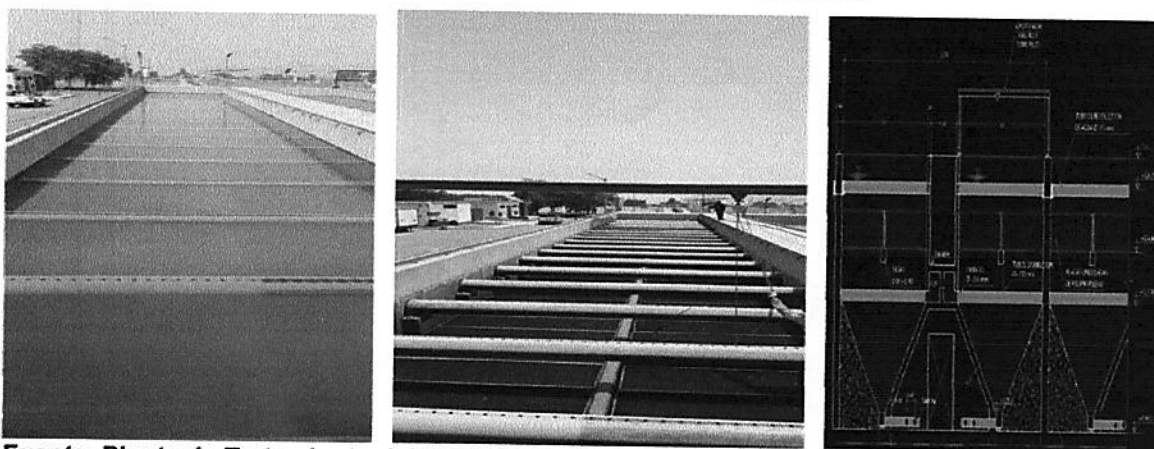
Ilustración 6. Floculadores.



Fuente. Planta de Tratamiento del Río Chillón. Lima-Perú.
<https://youtu.be/fZ3L8aWQTuA>. 2017.

Decantadores laminares: Son tres (3) sedimentadores de placas inclinadas. Cada ala cuenta con una fila de planchas onduladas colocados con un ángulo de 60°, en su parte inferior cuentan con tolvas de recolección de lodos, con tuberías de salida y drenaje.

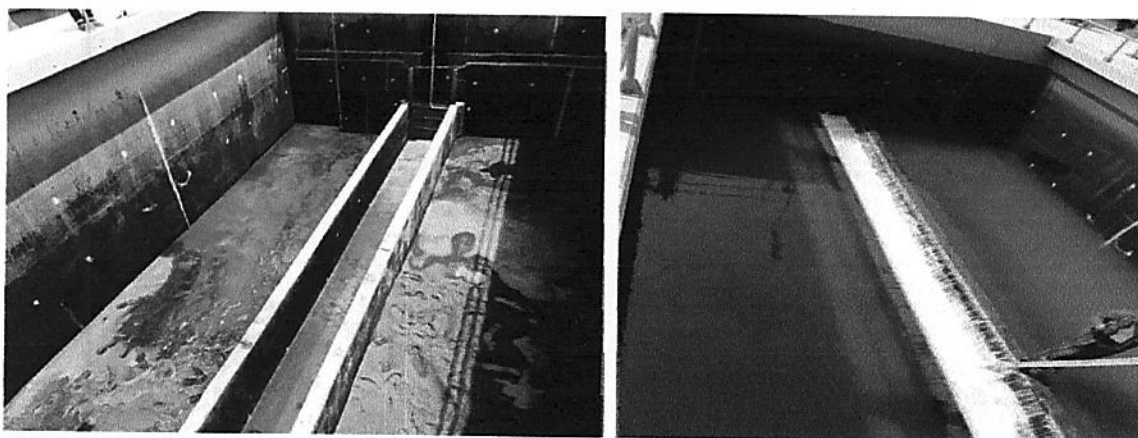
Ilustración 7. Decantadores laminares.



Fuente. Planta de Tratamiento del Río Chillón. Lima-Perú.
<https://youtu.be/fZ3L8aWQTuA>. 2017. Equipo de trabajo, 2018.

Batería de filtros rápidos: Son 16 filtros rectangulares. Reciben el agua entre 2-3 NTU y el agua sale menos de 0,4 NTU. El sistema de lavado es automático.

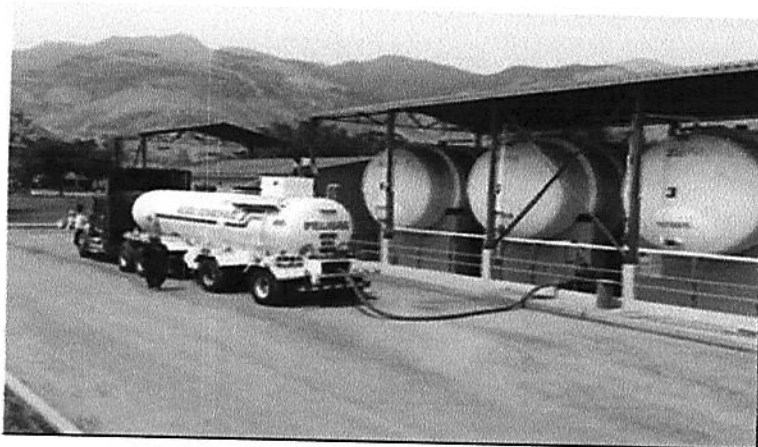
Ilustración 8. Filtros rápidos laminares.



Fuente. Equipo de trabajo, 2018.

Edificio de químicos: Se encuentran las bombas dosificadoras de sulfato de aluminio, sulfato férrico y polímero. El sulfato de aluminio se dispone en solución en tanques de 50 m³. El polímero catiónico se suministra en cilindros y se dosifica en solución entre 0.5-06 mg/l.

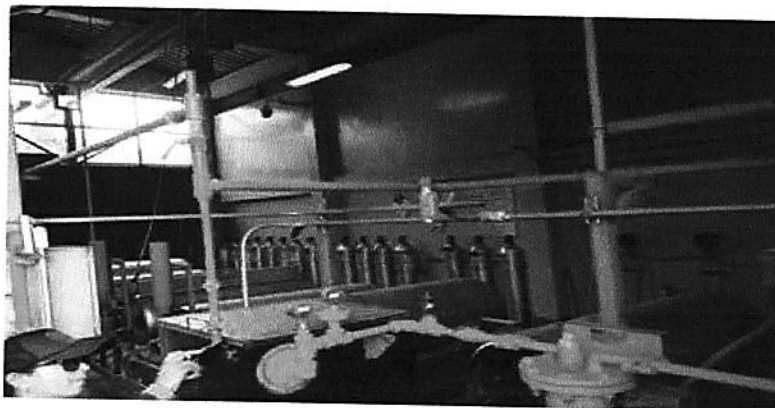
Ilustración 9. Edificio de químicos.



Fuente. Equipo de trabajo, 2018.

Estación de cloración: Se ubica el tanque cloro de 12 toneladas, cilindros de tonelada y de 68 Kg. Con el respectivo equipo de seguridad. También se encuentra el calentador de gas cloro, dosificadores y bombas de impulsión. Para la precloración se aplica una dosis de 3 mg/l, y para la postcloración 1,1 mg/l.

Ilustración 10. Edificio de cloración.



Fuente. Equipo de trabajo, 2018.

Poza de lodos: Son dos pozas con capacidad de 40.000 m³ cada una. Impermeabilizadas con membranas HDPE de 1,5 mm. Operan de forma alternada, en la poza que descanza se baja el nivel de agua hasta la separación con los lodos espezados mientas que la otra recibe las aguas de lavado.

Ilustración 11. Poza de lodos.



Fuente. Planta de Tratamiento del Río Chillón. Lima-Perú.
<https://youtu.be/fZ3L8aWQTuA>. 2017.

Reservorio de regulación: Proporciona capacidad de almacenamiento para seguir suministrando agua potable en caso de que no se esté produciendo. También garantiza el tiempo de contacto agua-cloro.

Laboratorio: En él se da el control, monitoreo y reporte de los parámetros de cloro residual libre, pH, turbiedad, cloro, entre otros, del agua cruda y producida. También se muestrea la concentración de las soluciones de los químicos y la calidad del producto suministrado por los proveedores.

Sistema SCADA: En él se monitorea todos los componentes de la Planta a través de sensores y cámaras, que permiten identificar algún cambio o falla en los sistemas o procesos de potabilización.

Ilustración 12. Sistema SCADA.



Fuente. Planta de Tratamiento del Río Chillón. Lima-Perú.
<https://youtu.be/fZ3L8aWQTuA>, 2017.

Insumos químicos

- 1) Sulfato de aluminio: agente coagulante.
- 2) Sulfato férrico: agente coagulante.
- 3) Polímero: coayudante de la coagulación.
- 4) Cloro: desinfección

EJERCICIOS REALIZADOS:

- Medición de concentración de sulfato de aluminio y férrico. Mediante la medición de un volumen en un tiempo determinado en cinco mediciones, se determinó la concentración y dosis utilizada.
- Medición de caudal de canal parshall. Mediante la medición de la estructura se determinó el área y el caudal en la mezcla rápida.
- Trazadores en sedimentadores y floculadores. Con ayuda de cloruro de sodio (sal). Se logró determinar el tiempo de retención en las estructuras.
- Medición de turbiedad en filtros. Se realizaron muestras frecuentes para determinar el tiempo de lavado que requiere el filtro.
- Trabajos en filtros. Se midió el área del filtro, la altura del medio filtrante y se recogió una muestra del fondo del medio para determinar la granulometría.
- Procesamiento y análisis de datos. Se enfrentaron los datos teóricos de diseño con los obtenidos en la evaluación para determinar las diferencias entre ellos.

CONCLUSIONES

Los temas abordados durante el curso permitieron fortalecer nuestros conocimientos acerca de los procesos de potabilización, la importancia de conocer cada detalle en la operación y a la vez realizar el trabajo de la forma correcta.

El personal profesional que impartió las clases demostró su gran conocimiento y deseo de compartir experiencias que, en cierta parte, faciliten el trabajo del técnico en cada uno de los procesos de potabilización.

El poder realizar la evaluación de la Planta de Tratamiento de Río Chillón, permitió poner en práctica lo visto en clase, realizando paso a paso el método de análisis y evaluación de las estructuras, obteniendo resultados iguales o diferentes según el diseño de la Planta. La importancia de los datos recolectados no se caracterizó por saber si eran correctos o no, si no, la determinación de la metodología aplicada para llegar a ellos. Que al final es el objetivo deseado.

Evaluar una Planta requiere de gran concentración y de trabajo de equipo donde cada uno de los colaboradores sepa cual es su función y actúe responsablemente en la obtención de los datos.

La Escuela de Técnicos en Potabilización, se fortalecerá, al contar con personal más capacitado en los temas de proceso y además, el personal de la Dirección recibirá la transferencia de los conocimientos adquiridos

RECOMENDACIONES

Se debe fomentar la participación del personal en actividades de esta índole, sea fuera o dentro del país.

Al personal que ya haya tenido la experiencia de asistir al curso, se le debe pedir mejores resultados en sus labores y a la vez dejarle desarrollar sus conocimientos adquiridos en su lugar de trabajo.

Apartar un espacio en algún módulo de la Escuela de Técnicos en Potabilización, para compartir las experiencias adquiridas en eventos de esta índole.

OBSERVACIONES

Un logro adicional fuera de los objetivos trazados fue la de conocer una empresa productora de químicos tales como sulfato de aluminio, gracias a la participación de una colaboradora de la empresa en el curso. En la visita nos demostraron el proceso de fabricación del químico, lo cual fue muy enriquecedor.

Ilustración 13. Participantes del grupo y profesores

