



**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS**

**DEPENDENCIA:
DIRECCIÓN DE PLANTAS POTABILIZADORAS
LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS**

**INFORME DE VIAJE AL EXTERIOR
DEL 14 DE OCTUBRE AL 23 DE OCTUBRE DE 2019**

**CURSO REGIONAL DE DISEÑO DE PLANTAS DE FILTRACIÓN
RÁPIDA (PFR) DE TECNOLOGÍA APROPIADA**

Fecha: 06 de noviembre del 2019

Contenido

1. Ficha informativa:.....	3
2. Introducción.....	4
3. Objetivos.....	5
General:	5
Específicos:	5
4. Alcance.....	5
5. Desarrollo del Informe	6
Antecedentes	6
Agenda de la actividad	6
Desarrollo de la Agenda:	8
Sesiones (Diarias)	8
Visitas realizadas	8
6. Conclusiones.....	13
7. Recomendaciones	14

1. Ficha informativa:

- País y ciudad visitado: Perú, Lima. .
- Sede Colegio de Ingenieros del Perú, Asociación Peruana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
- Fecha de la visita: del 14 de octubre al 23 de octubre del 2019

Funcionario(s) de misión AyA:



- Carlos Humberto Sanabria Gómez; Dirección Plantas Potabilizadoras



- Alejandra Mata Fonseca; Dirección Plantas Potabilizadoras



- Yuliana Solís Castro: Laboratorio Nacional de Aguas

Motivo del viaje:

- Curso Regional de Diseño de Plantas de Filtración Rápida (PFR) de Tecnología Apropriada

Contacto en el lugar de misión:

- Ing. Víctor Maldonado Yactayo, vmaldonado@ingenieriasanitaria.com.pe ;
vmaldonado@uni.edu.pe

2. Introducción

El diseño y construcción de Plantas Potabilizadoras bajo los criterios de diseño de filtración rápida o tecnología apropiada CEPIS, le ha permitido al AyA brindar un servicio de suministro de agua potable de calidad, a un bajo costo económico cumpliendo la normativa nacional establecida en el Reglamento de Calidad de Agua Potable, Decreto Ejecutivo 38924-S.

Actualmente en el Área de Optimización y Control de Plantas Potabilizadoras del Laboratorio Nacional de Aguas, se generan las Pruebas de Tratabilidad indispensables para los futuros diseños de Planta Potabilizadoras, tanto en proyectos de AyA como de ASADAS, se están generando los datos preliminares de al menos diez proyectos, incluyendo la ampliación del Acueducto Metropolitano con la Planta Potabilizadora de Patarrá, conocida como Orosi II. Es por lo anterior, que es de suma importancia para el AyA, estar preparado de forma responsable y profesional para los nuevos desafíos de las actuales y futuras fuentes de abastecimiento de agua potable, las cuales que cada vez son más vulnerables a la acción antropogénica.

Para la Dirección Plantas Potabilizadoras, al contar con 17 sistemas de producción de tecnología de filtración rápida, es importante fortalecer la capacitación técnica para ampliar los conocimientos y conocer el Diseño de Filtración rápida de tecnología apropiada en los sistemas que se tienen porque así permita mejorar la operación y evaluación de las Plantas Potabilizadoras ligado a cada etapa del proceso de potabilización y adicionalmente tener un amplio criterio para la revisión de diseños de nuevos sistemas de producción que se tienen que asumir en un futuro.

El AyA en la Dirección de Plantas Potabilizadoras cuenta con la Escuela de Técnicos en Potabilización que tiene el objetivo de capacitar a los técnicos encargados del proceso de potabilización de los diferentes sistemas, con la capacitación recibida en este curso servirá para transmitir los conocimientos a los diferentes participantes de capacitaciones en la Escuela de Técnicos en Potabilización y con eso estaremos elevando el nivel de conocimiento teórico y técnicos del personal operativo.

Para este fin, el Colegio de Ingenieros de Perú organiza un programa de fortalecimiento y actualización en el sector agua y saneamiento, en el cual se incluye el curso de interés.

3. Objetivos

General:

- Adquirir los conocimientos teóricos-técnicos y criterios para el diseño de nuevos proyectos o la mejora de Plantas Potabilizadoras de Filtración Rápida con los conceptos tecnología aplicada

Específicos:

- Elaborar proyectos hidráulicos de nuevas plantas de tratamiento de agua y proyectos de rehabilitación y mejoramiento utilizando tecnología apropiada para América Latina.
- Complementar la formación profesional de evaluación de plantas de filtración rápida con su diseño.
- Actuar como coordinadores y/o instructores locales en cursos similares.
- Contribuir con el cumplimiento el objetivo OCB- 07 del Sistema de Gestión de Calidad institucional.
- Complementar la formación básica en los campos de diseño y evaluación para transmitir lo aprendido a los técnicos que operan las plantas potabilizadoras de filtración rápida a través de la Escuela de Técnicos en Potabilización.

4. Alcance

- Reconocer los principales contaminantes de las superficiales.
- Conocer la teoría de diseño de los procesos que componen una Planta de Potabilización de Filtración Rápida.
- Realizar las pruebas de laboratorio para determinar los parámetros óptimos para diseño de los procesos de acuerdo a la metodología.
- Conocer los criterios de puesta en marcha, operación y evaluación de las unidades que conforman la PPFR.
- Documentar los procedimientos del proceso de potabilización, tomando como base los criterios técnicos del diseño de una Planta Potabilizadora.

5. Desarrollo del Informe

Antecedentes

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, principalmente en la Gran Área Metropolitana cuenta con 17 Sistema de producción de agua potable con tecnología de filtración rápida de tecnología apropiada y actualmente se está en la formulación del proyecto de Ampliación de la Quinta Etapa del Acueducto Metropolitano (Orosi II).

La Institución ha dado la oportunidad que se participe en cursos de capacitación en temas afines a la misión de la institución, es por esta razón que la Dirección Plantas Potabilizadoras y en esta ocasión el Laboratorio Nacional de Aguas motiva a la particion del curso de Diseño de plantas de filtración rápida impartido en Perú.

El participar de este curso ha permitido ampliar y fortalecer el conocimiento técnico de cada una de las estructuras de proceso de una Planta Potabilizadora y así contar con un criterio más objetivo y fundamentado para realizar las pruebas de laboratorio de diseño de una Planta Potabilizadora y mejorar la toma de decisiones en la operación de la Planta y de esta forma continuar garantizando el cumplimiento de la normativa vigente de calidad de agua potable con la mayor eficiencia de los recursos

Agenda de la actividad

Lunes 14 octubre

08:00 - 08:30	Inscripción
08:30 - 08:45	Inauguración
08:45 - 10:45	Contaminantes fisicoquímicos de las aguas superficiales y normas de calidad Ing. Víctor Maldonado
10:45 - 11:00	Café
11:00 - 12:00	Contaminantes microbiológicos de las aguas – Bacteriología. Blga. Carmen Vargas García
12:00 - 13:00	Contaminantes microbiológicos de las aguas – Parasitología. Blga. Margarita Aurazo
13:00 - 14:00	Almuerzo
14:00 - 18:00	Laboratorio 1: Determinación de parámetros de dosificación Ing. Víctor Maldonado Ing. Arturo Zapata

Informe Ejecutivo del Curso

Martes 15 octubre

08:30 - 10:30	Teoría de la coagulación. Ing. Víctor Maldonado
10:30 - 11:00	Café
11:00 - 13:00	Teoría de mezcla rápida y floculación. Ing. Víctor Maldonado
13:00 - 14:00	Almuerzo
14:00 - 15:30	Teoría de decantación y tipo de unidades. Ing. Víctor Maldonado
15:30 - 17:30	Laboratorio 2: Determinación de parámetros de floculación – decantación, filtración directa. Ing. Víctor Maldonado Ing. Arturo Zapata.

Miércoles 16 octubre

08:30 - 10:30	Teoría de filtración y tipo de unidades. Ing. Víctor Maldonado.
10:30 - 11:00	Café
11:00 - 13:00	Tipos de plantas y criterios de selección. Ing. Víctor Maldonado
13:00 - 14:00	Almuerzo
14:00 - 15:30	Criterios de diseño para mezcladores hidráulicos. Ing. Víctor Maldonado.
15:30 - 16:00	Café
16:00 - 17:30	Laboratorio N°3. Ensayo demanda de cloro. Blga. Carmen Barzola

Jueves 17 octubre

08:30 - 10:30	Criterios de diseño para floculadores hidráulicos. Ing. Víctor Maldonado
10:30 - 11:00	Café
11:00 - 13:00	Criterios de diseño para decantadores laminares. Ing. Víctor Maldonado
13:00 - 14:00	Almuerzo
14:00 - 16:00	Teoría de la desinfección. Ing. Víctor Maldonado.
16:00 - 16:30	Café
16:30 - 18:00	Criterios de diseño para unidades y equipos de dosificación de sustancias químicas Ing. Víctor Maldonado

Viernes 18 octubre

08:30 - 10:30	Diseño de baterías de filtros de tasa declinante y lavado mutuo. Ing. Víctor Maldonado
10:30 - 11:00	Café
11:00 - 13:00	Criterios para la puesta en marcha y operación normal de la planta. Ing. Víctor Maldonado
13:00 - 14:00	Almuerzo
14:00 - 15:30	Criterios de diseño para casetas de cloración. Ing. Víctor Maldonado.
15:30 - 16:00	Café
16:00 - 17:00	Manejo de lodos en las PFR. Ing. Víctor Maldonado.

Informe Ejecutivo del Curso

Lunes 21 octubre

- 08:30 - 13:00 **Taller de diseño:** Desarrollo del anteproyecto de una planta de filtración rápida completa.
Ing. Víctor Maldonado
- 13:00 - 14:00 Almuerzo
- 14:00- 16:30 Continúa **Taller de Diseño:** Desarrollo del anteproyecto de una planta de filtración rápida completa.
Ing. Víctor Maldonado.

Martes 22 octubre

- 08:30- 13:00 Continúa **Taller de Diseño:** Desarrollo del anteproyecto de una planta de filtración rápida completa
Ing. Víctor Maldonado
- 13:00 - 13:30 Clausura

Miércoles 23 octubre

- 08:30 – 12:00 **Visita técnica:** Planta de tratamiento de Agua del Consorcio Agua Azul. Planta de Tecnología Apropriada de 2,5 m³/s de capacidad.
Ing. Víctor Maldonado.

Desarrollo de la Agenda:

Sesiones (Diarias)

Del lunes 14 de octubre al viernes 18 de octubre se llevó a cabo lecciones tipo magistral, en las cuales se fueron desarrollando los componentes que conforma una planta de filtración rápida de tecnología apropiada, se explicó teóricamente los criterios de diseño.

Complementariamente el lunes 14 y martes 15 y miércoles 16 se efectuó por la tarde distintos laboratorios en los cuales se ponía en práctica lo estudiado por la mañana. En los laboratorios se determinó mediante pruebas de jarras y otros análisis los parámetros necesarios para el diseño de cualquier planta potabilizadora de filtración rápida incluido los parámetros para el diseño del manejo de lodos. Asimismo, el miércoles 16 por la tarde se realizó un laboratorio para la determinación práctica de demanda de cloro.

El lunes 21 y martes 22 de octubre se trabajó en la hoja de Excel para diseño de una planta de filtración rápida (Taller de diseño) con la propuesta de una planta para 105 l/s.

Visitas realizadas

El miércoles 23 de octubre de efectuó la visita a la Planta Potabilizadora de Filtros Rápidos del Río Chillón Consorcio Agua Azul. La planta fue diseñada para un caudal de 2.5 m³/s.

En la planta se introdujo con un video el cual explicaba todo el funcionamiento de la empresa y de la planta potabilizadora, posteriormente se observó y detalló la planta, la cual se encontraba fuera de operación debido al poco caudal del río por ser época seca. Se explicó a cerca de las

Informe Ejecutivo del Curso

obras de captación y el reservorio de compensación, sin embargo, estos dos puntos no fueron visitados.

Al estar la planta fuera de funcionamiento, la visita fue muy provechosa para poder detallar el diseño de la planta. A continuación, se detallan los procesos, operaciones unitarias y partes de la planta observados en la visita:

1. Mezcla rápida

La mezcla rápida consiste en una canaleta tipo Parshall, En la mezcla rápida se aplica sulfato de aluminio, sulfato de hierro y en ocasiones polímero catiónico. En la figura 1 se observa el canal de mezcla rápida.

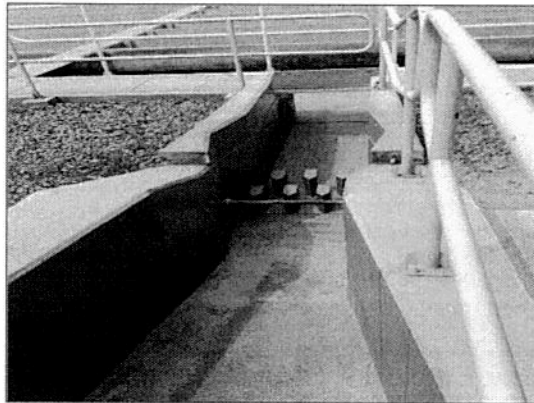


Figura 1. Canal Parshall mezcla rápida.

2. Floculación

La unidad de floculación consta de seis canales de floculación con pantallas y flujo vertical (ver Figura 2). En la visita se pudo observar cómo cada uno de los módulos puede trabajar de forma independiente dependiendo de la época del año.

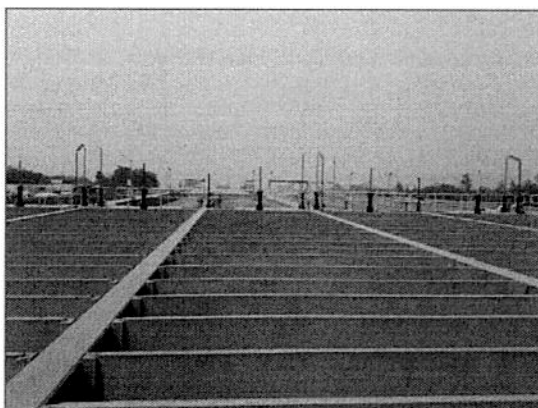


Figura 2. Floculador vertical.

3. Sedimentación

Se dispone de tres unidades de sedimentación de placas inclinadas. Cada unidad cuenta con una fila de módulos formados por planchas onduladas. Las planchas están instaladas con un ángulo de 60° . Cada módulo tiene en su parte inferior tolvas de recolección de lodos con tuberías de salida y válvulas automáticas de drenaje de los lodos mismos, los cuales se conducen posteriormente mediante un sifón hacia la poza de lodos.



Figura 3. Sedimentador laminar.

4. Filtración por gravedad

Las unidades de filtración consisten en lechos de un solo medio el cual es arena. En la planta la turbiedad al ingreso de los filtros se encuentra entre 2 y 3 UNT aproximadamente, lográndose obtener al final de la filtración un producto de turbiedades menores a 0.4 UNT. La norma peruana establece entregar agua con turbiedad menor a 1 UNT. La limpieza de los filtros se

Informe Ejecutivo del Curso

efectúa mediante retro lavado. En la visita se hizo énfasis en la importancia de utilizar compuertas patentadas. En la Figura 4 se muestran uno de los filtros.

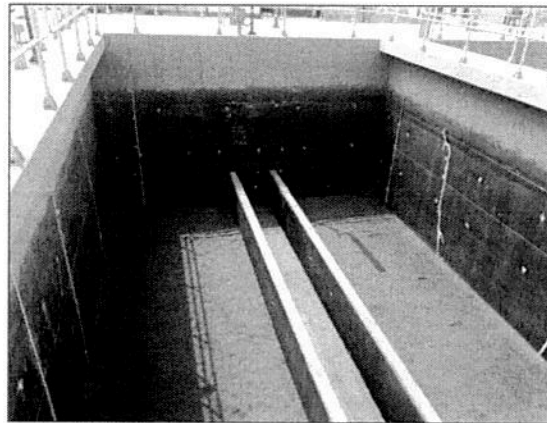


Figura 4. Unidad de filtración.

5. Pozas de lodos

Los lodos se almacenan en pozas de secado de 40,000 m³ de capacidad cada una, impermeabilizadas con membranas HDPE. Las pozas se utilizan alternadamente. En la poza que “descansa” se baja el nivel del agua hasta la separación con los lodos espesados, que, a su vez, se dejan secar en forma natural. Esta forma de secado de lodos es muy efectiva en Perú, sin embargo, en Costa Rica se hace inviable, ya que es necesario mucho terreno para las pozas y las mismas deberían estar techadas. En la Figura 5 se observan las pozas de lodos en operación.

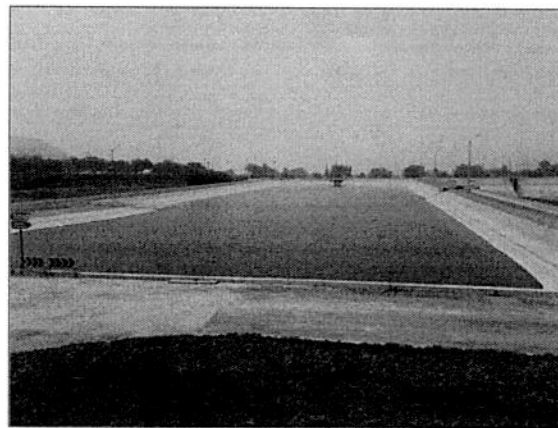


Figura 4. Poza de lodos en operación.

6. Tanque de cloración y contacto

El tanque de cloración está compuesto con múltiples pantallas, esto para garantizar un tiempo de contacto suficiente agua-cloro para la efectiva desinfección del agua, además proporciona capacidad de almacenamiento disponible en la operación del sistema para seguir abasteciendo la línea de conducción en caso de puesta fuera de servicio del sistema de producción.

7. Control automático

El control automático se efectúa mediante el sistema SCADA, el cual toma la información de todos los sensores y actuadores que intervienen en el proceso de planta o ubicados en los diferentes pozos efectuando la medición de caudal, pH, turbiedad, cloro residual, nivel de los tanques de almacenamiento de productos químicos, medición de peso en los cilindros de cloro o incluso la detección de fugas de cloro.

El sistema de control automático fue una de las partes más interesantes de la visita, ya que pocas plantas de Costa Rica lo han implementado con éxito.

8. Sistemas de Gestión

La Planta Potabilizadora cuenta con la certificación de los sistemas de gestión de calidad la ISO 9001 y ambiental ISO 14001 vigentes, con la implementación y mantenimiento de los sistemas de gestión ha permitido controlar los parámetros en cada etapa del proceso de potabilización y así garantizan las óptimas condiciones del agua que entregan a la Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL).

El mantenimiento de los sistemas de gestión les ha permitido tener una mejora continua en la Planta Potabilizadora y brindar un servicio de calidad a sus clientes.

6. Conclusiones

Con el curso se logró efectuar distintas pruebas prácticas a escala de laboratorio, con las pruebas se logró comprender la manera correcta de analizar las pruebas de jarras efectuadas para el diseño de plantas potabilizadoras de filtración rápida, las cuales conllevan la elaboración de gráficas para el análisis de los resultados, en el Laboratorio Nacional de Aguas se va a implementar la elaboración de dichas gráficas para mejorar el análisis de los datos actualmente se generan en el laboratorio.

Se aprendió un nuevo método simplificado para las pruebas de laboratorio, el cual no se encuentra escrito en ninguno de los manuales del CEPIS ni en ningún documento del colegio de Ingenieros del Perú. El método lo explicó el Ingeniero Víctor Maldonado, basado en la experiencia con el desarrollo de este tipo de pruebas. Con este método simplificado es posible reducir el tiempo en el cual se efectúan todas las pruebas necesarias y se obtiene información más precisa y concreta. Actualmente con este tipo de pruebas el Laboratorio Nacional de Aguas puede durar hasta 4 días, sin embargo, con el nuevo método se podría reducir a 3 días o incluso menos.

El desarrollo del curso fue enriquecedor por que se logró ampliar, aclarar y tener un criterio técnico más conciso del diseño y función de cada una de las estructuras de proceso que tiene una planta potabilizadora de filtración rápida de tecnología apropiada, esto permitió complementar la experiencia práctica del día a día de nuestro campo de trabajo.

EL curso da el conocimiento técnico - práctico que se requiere para fortalecer los proyectos de mejora continua que se plantean en la Dirección de Plantas Potabilizadoras: entre ellos la formación técnica de los Técnicos por medio de la Escuela de Técnicos en Potabilización, la elaboración de los manuales de operación de las Plantas Potabilizadoras de filtración rápida que es uno de los insumos para una futura certificación en un sistema de gestión de calidad y acreditación de laboratorios de Planta.

Este curso complementa el curso de evaluación de Plantas Potabilizadoras, lo que permite generar informes y resultados de la operación de una Planta Potabilizadora en cada etapa del proceso y así poder formular los proyectos que se requieren para una apropiada operación de la Planta Potabilizadora optimizando los recursos institucionales.

7. Recomendaciones

Se debe de continuar con la participación de los funcionarios: Ingenieros y Técnicos en Potabilización en este tipo de cursos, para fortalecer el conocimiento de diseño de los sistemas de producción de agua potable, y así poder transferir los conocimientos adquiridos en cada área de trabajo correspondiente.