



INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

SUBGERENCIA GESTION SISTEMAS GAM

UEN PRODUCCION Y DISTRIBUCIÓN

DIRECCIÓN PLANTAS POTABILIZADORAS

***CURSO REGIONAL DE EVALUACIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS DE
FILTRACIÓN RÁPIDA***

INFORME DEL VIAJE AL EXTERIOR

DEL 01 DE MARZO AL 12 DE MARZO DEL 2020

ABRIL, 2020

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 del curso	6
Desarrollo de la Agenda	9
6. Conclusiones.....	16
7. Recomendaciones	17

1. Ficha Informativa:

- País: Perú
- Departamentos y lugares:
 - Lima:** Colegio de Ingenieros del Perú, Asociación Peruana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
 - Madre de Dios:** Puerto Maldonado (capital). PTAP La Pastora de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tambopata EMAPAT S.A.
- Fecha del curso: Del 02 de marzo al 11 de marzo del 2020.
- Funcionarios del AyA:
 - Sr. Víctor Portuguez Moya, Técnico Especialista del Departamento de Plantas Potabilizadoras.
 - Sr. Eduardo Jiménez Mora, Técnico Especialista del Departamento de Plantas Potabilizadoras.
 - Ing. Mauricio Brenes Jiménez, Jefe Unidad Control Electromecánico de Plantas Potabilizadoras.
- Motivo del viaje: Participación en el Curso Regional de Evaluación y Operación de Plantas de Filtración Rápida.
- Contacto en el lugar:
 - Ing. Víctor Maldonado Yactayo, vmaldonado@ingenieriasanitaria.com.pe o vmaldonado@uni.edu.pe

2. Introducción

El curso de Evaluación y Operación de Plantas de Filtración Rápida busca capacitar a los participantes en los aspectos teórico/prácticos de potabilización, que le permitan identificar los posibles problemas que impiden obtener la mayor eficiencia de las estructuras de proceso.

Gracias a la herramienta de evaluación, es posible conocer las inconsistencias que se presentaron tanto en la etapa de diseño como en la etapa de construcción de la Planta Potabilizadora, así mismo se logran identificar las prácticas inadecuadas de operación que pueden estar ocurriendo. A partir de este punto, se proponen mejoras que buscan corregir y/o compensar estas limitantes, para entonces alcanzar la optimización del sistema de producción.

Aplicando un correcto diagnóstico e involucrando al personal de cada Planta Potabilizadora se puede aumentar el rendimiento de los procesos, haciendo una expansión horizontal del conocimiento, criterios y procedimientos aprendidos, y de esta forma contribuir al cumplimiento del Reglamento de Calidad de Agua Potable, Decreto Ejecutivo 38924-S.

“Asegurar el acceso universal al agua potable y al saneamiento de forma comprometida con la salud, la sostenibilidad del recurso hídrico y el desarrollo económico y social del país”

**Misión Institucional
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados**

"Ser la institución pública de excelencia en rectoría y gestión de los servicios de agua potable y saneamiento para toda la población del país"

**Visión Institucional
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados**

3. Objetivos

General:

- Adquirir el conocimiento para realizar de manera adecuada la evaluación de una Planta Potabilizadora de filtración rápida, que permita determinar las inconsistencias del proceso y brindar recomendaciones para solucionar las mismas.

Específicos:

- Adquirir y reafirmar criterios de operación y evaluación de plantas potabilizadoras de filtración rápida.
- Evaluar los parámetros de cada uno de los procesos que conforman una Planta de Tratamiento de agua del tipo filtración rápida, las características de las estructuras, su comportamiento hidráulico y eficiencia.
- Operar y/o supervisar adecuadamente una Planta de Potabilización de agua, con énfasis en sistemas de tecnología apropiada para América Latina.

4. Alcance

- Identificar los diferentes tipos de contaminantes Físico-químicos que puedan afectar los módulos de una PTAP, ya sean contaminantes naturales o antropogénicos, buscando con esto que no se altere los estándares de calidad de los cuerpos de agua.
- Aplicación y uso correcto de los reactivos utilizados en los diferentes módulos, principalmente en la entrada del agua de la Planta, verificando que su uso es adecuado y efectivo.
- Determinar los parámetros que requiere el agua cruda mediante ensayo de prueba de jarras de dosis óptimas de los reactivos utilizados para la coagulación y decantación.
- Actuar como coordinadores y/o instructores locales en cursos similares.

5. Desarrollo del Informe

Antecedentes

Actualmente el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados cuenta con 16 Plantas Potabilizadoras que utilizan la tecnología de filtración rápida en la Región Metropolitana. Debido al cambio en la caracterización de las fuentes superficiales que abastecen dichas plantas, cada vez resulta más retador cumplir con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable. La evaluación de las plantas representa, por tanto, un elemento que permite determinar las potencialidades de las estructuras de potabilización existentes, y a la vez obtener información de la aplicación de algún producto que contribuya dicho cumplimiento.

Se tiene conocimiento además de la nueva etapa en la ampliación del Acueducto Metropolitano, en donde se requerirá sin duda evaluar la nueva Planta, para determinar su funcionamiento y establecer los mejores procedimientos de operación de esta.

Agenda del curso

Lunes,02 marzo

- 08:00 – 08:30 Inscripción
- 08:30 – 08:45 Inauguración
- 08:45 – 10:45 Contaminantes físicoquímicos 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 Tipos de Plantas y criterios de selección
Ing. Víctor Maldonado
- 13:00 – 14:00 Almuerzo
- 14:00 – 17:30 Laboratorio 1: Parámetros óptimos de dosificación.
Ing. Víctor Maldonado e Ing. Arturo Zapata

Martes, 03 marzo

- 08:30 – 09:30 Contaminantes microbiológicos de las aguas – Parasitología
Blgo. Hugo Yucra Limahuay
- 09:30 – 10:30 Tipos de Plantas y criterios de selección
Ing. Víctor Maldonado
- 10:30 – 11:00 Café
- 11:00 – 13:00 Teoría de la coagulación
Ing. Víctor Maldonado
- 13:00 – 14:00 Almuerzo
- 14:00 – 15:30 Teoría de mezcla rápida y metodología de evaluación del proceso.
Ing. Víctor Maldonado
- 15:30 – 18:00 Laboratorio 2: Parámetros óptimos de floculación-Decantación, filtración directa.
Ing. Víctor Maldonado, Ing. Arturo Zapata

Miércoles, 04 marzo

- 08:30 – 10:00 Teoría de trazadores
Ing. Víctor Maldonado
- 10:00 – 10:30 Café
- 10:30 – 13:00 Teoría de floculación y metodología de evaluación del proceso.
Ing. Víctor Maldonado
- 13:00 – 14:00 Almuerzo
- 14:00 – 15:30 Evaluación y operación de las instalaciones de dosificación
Ing. Víctor Maldonado
- 15:30 – 16:00 Café
- 16:00 – 17:30 Teoría de decantación y evaluación – operación de unidades de manto de lodos.
Ing. Víctor Maldonado

Jueves, 05 marzo

- 08:30 – 10:30 Metodología de evaluación del proceso de decantación y operación de decantadores convencionales y laminares.
Ing. Víctor Maldonado
- 10:30 – 11:00 Café

- 11:00 – 13:00 Teoría del proceso de filtración. Operación de Filtros de nivel y tasa constante.
Ing. Víctor Maldonado
- 13:00 – 14:00 Almuerzo
- 14:00 – 15:00 Continua evaluación y operación de filtros de nivel y tasa constante.
Ing. Víctor Maldonado
- 15:30 – 16:00 Café
- 16:00 – 17:30 Teoría de desinfección
Ing. Víctor Maldonado

Viernes, 06 marzo

- 08:30 – 10:30 Metodología de evaluación del proceso y unidades de filtración. Operación de filtros de tasa declinante y lavado mutuo
Ing. Víctor Maldonado
- 10:30 – 11:00 Café
- 11:00 – 13:00 Evaluación de instalaciones de cloración.
Ing. Víctor Maldonado
- 13:00 – 14:00 Almuerzo
- 14:00 – 16:00 Laboratorio 3: Demanda de cloro
Ing. Víctor Maldonado, Ing. Arturo Zapata y Blga. Carmen Barzola Choque

Lunes, 09 marzo

- 08:00 – 18:00 Prácticas de evaluación – operación en la PTAP La Pastora de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tambopata EMAPAT S.A, en Puerto Maldonado, departamento de Madre de Dios – Perú.
Ing. Víctor Maldonado e Ing. Arturo Zapata

Martes, 10 marzo

- 08:00 – 12:00 Prácticas de evaluación – operación en la PTAP La Pastora de la EMAPAT, Puerto Maldonado.
Ing. Víctor Maldonado e Ing. Arturo Zapata
Retorno a la ciudad de Lima el vuelo Latam de Puerto Maldonado a Lima

Miércoles, 11 marzo

- 08:00 – 13:00 Procesamiento y análisis de datos y diagnóstico de la evaluación.
Ing. Víctor Maldonado
- 13:00 Clausura

Jueves, 12 marzo

10:30 Retorno a San José, vuelo Avianca Lima – San José

Desarrollo de la Agenda

o Sesiones diarias

Del lunes 02 de marzo al viernes 06 de marzo, se realizaron sesiones diarias en las aulas del Colegio de Ingenieros del Perú; en las mismas se trataron los temas de contaminantes físico-químicos del agua, cómo identificarlos y cuál es su tratamiento en el proceso de potabilización.

Se hizo énfasis en la importancia de la etapa de mezcla rápida, que es donde se da la desestabilización de las partículas coloidales, asegurando el correcto proceso de floculación-decantación, donde muchos de los contaminantes microbiológicos quedan “atrapados” en el proceso de decantación. Estudios efectuados demuestran que las aguas superficiales están expuestas a contaminación con huevos y quistes de enteroparásitos, mismos que resisten el proceso de precloración, pero quedan contenidos el proceso de decantación.

También se revisaron las teorías de trazadores, floculación y evaluación del floculador, donde son de suma importancia en el proceso las características de la unidad, el caudal de operación, los parámetros óptimos de floculación (gradientes de velocidad y tiempos de retención), características hidráulicas de la unidad (tipo de flujos, espacios muertos y cortocircuitos), tiempo de formación del flóculo y su tamaño producido.

Se desarrolló una gran cantidad de temas relacionados a la potabilización, como por ejemplo la evaluación de los sistemas de dosificación de los reactivos (metodología), correcto almacenamiento de esos reactivos, evaluación de los decantadores laminares o de alta tasa y los decantadores convencionales así como las unidades de filtración y estaciones de desinfección (dosis de cloro: óptima y real, tiempo real de contacto, características del sistema de aplicación así como de la caseta de cloración, la concentración del THM en el afluente y la demanda de cloro)

Durante la primera semana se realizaron ensayos de pruebas de jarras para determinar diferentes parámetros como:

- Dosis óptima con turbiedad.
- Dosis óptima de concentración.
- Dosis óptima de pH.
- Parámetros óptimos de floculación y decantación.
- Determinación de dosis y pH por filtración directa y con prefloculación.

El último día de la semana se hizo ensayos de demanda de cloro.

○ Visitas realizadas

El lunes 09 y martes 10 de marzo, se realizó visita a la Planta Potabilizadora de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tambopata S.A. en Puerto Maldonado, departamento de Madre de Dios – Perú.



Imagen 1. Toma aérea Planta Potabilizadora la Pastora

Fuente: Ingeniería Sanitaria Perú, <http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/web/>

Esta Planta se abastece por medio de agua bombeada desde el río Madre de Dios y está diseñada para tratar 600 l/s de caudal de entrada, sin embargo, al momento de la visita trabajaba con un caudal reducido debido al bajo nivel de la fuente de abastecimiento, aproximadamente 250 l/s.



Imagen 2. Captación superficial, mediante sistema de balsa y líneas de impulsión
Fuente: Plan Maestro Optimizado 2010-2040. EMAPAT

Debido a las características del agua cruda, en la cámara de entrada de la Planta se realiza la dosificación de cal, sulfato de aluminio, sulfato de cobre y polímero. Además, se aplica una precloración, que junto con el sulfato de cobre controlan la proliferación de algas en las estructuras de potabilización.

Un aspecto de valor agregado al realizar la evaluación de una planta potabilizadora consiste en la revisión de las condiciones de seguridad ocupacional para el personal que opera la planta. En este caso, por ejemplo, se puede evidenciar la ventaja de dejar previstas para la dosificación de químicos en el canal de entrada, con el fin de que las tuberías queden cubiertas por el concreto y de esta forma disminuir la presencia de obstáculos en el área de tránsito.



Imagen 3. Salto hidráulico y tuberías de dosificación de reactivos químicos
Fuente: propia

La Planta cuenta con un floculador laminar vertical de 5 pasos, en el cual se pudo evidenciar, durante la evaluación, que el flóculo se forma al inicio del primer tramo. Mediante la medición del volumen útil del floculador, se calculó la cantidad de sal que se debe diluida para llevar a cabo la prueba de trazadores en esta unidad.



Imagen 4. Floculador de paso vertical y prueba de trazadores en la unidad
Fuente: propia

El proceso de decantación se lleva a cabo por medio de cinco unidades de flujo laminar, que cuentan con el ingreso del agua en la parte inferior de la estructura, y mediante vinilonas se logra que el floc formado en la etapa anterior precipite. Se recomienda que el agua sedimentada tenga menos de 2 unidades de turbiedad, con el fin de impactar positivamente en el proceso de filtración. Utilizando la prueba de trazadores en el decantador se pudo determinar el tiempo de retención real de la unidad.



Imagen 5. Decantador de flujo laminar durante la prueba de trazadores
Fuente: propia

La Planta cuenta con una galería de 9 filtros de medio simple, y para evaluarlos se midió la expansión de la arena, la cual debe ser de 30% idealmente. Se realizó una inspección para determinar la presencia de bolas de fango y pérdida de material del medio filtrante. Se comenta, además, que un tiempo óptimo de retrolavado es aquel en que se obtiene un agua de lavado de 5 UNT. Al poner el filtro nuevamente en operación, se realizó un muestreo para analizar la curva de calidad en el agua de salida posterior a un lavado.



Imagen 6. Evaluación de módulos de filtración.

Fuente: propia

La desinfección se lleva a cabo utilizando cilindros de tonelada de gas cloro, cloradores y eyectores, además cuentan con romanas para conocer la cantidad de cloro disponible en cada contenedor. Para esta etapa del proceso se cuenta con 4 equipos de bombeo, 2 para post-cloración y 2 para pre-cloración, en cada par de equipos uno está operativo y el otro está de reserva. La planta cuenta con un tanque de contacto, estructura que da el tiempo de contacto suficiente para realizar la desinfección. Se varió la dosificación de cloro para así determinar mediante la curva de consumo de cloro residual, el tiempo de retención en el tanque de contacto.



Imagen 7. Equipamiento para desinfección mediante gas cloro.
Fuente: propia

Para la preparación y dosificación de reactivos químicos se cuenta con motores agitadores, bombas dosificadoras y otros equipos electromecánicos. Inicialmente la aplicación de químicos se llevó a cabo utilizando dosificadores gravimétricos, sin embargo, se hizo el cambio a equipos de bombeo, con la limitante de que solo se cuenta con una bomba por químico, y esto representa un riesgo importante ya que ante una eventual falla de un equipo de dosificación no se cuenta con un respaldo electromecánico, y la aplicación del químico se tendría que llevar a cabo por gravedad, donde no siempre se cuenta con la precisión requerida.

Se realizaron aforos para conocer las curvas de los equipos de dosificación a diferentes dosis.



Imagen 7. Tolvas para la preparación de reactivos químicos y equipos de dosificación.
Fuente: propia

6. Conclusiones

- Se adquirió nuevos criterios de operación y evaluación de plantas potabilizadoras de filtración rápida, que pueden ser puestos en práctica en nuestras propias plantas, con el fin de mejorar la eficiencia de las mismas y beneficiar a la población abastecida.
- Se evaluaron los parámetros de cada uno de los procesos que conforman una Planta de Tratamiento de agua del tipo filtración rápida, las características de las estructuras, su comportamiento hidráulico y eficiencia. Con esto se amplía el conocimiento en la materia y se incentiva la formación y capacitación adicional.
- Se analizaron los alcances y limitantes existentes para operar y/o supervisar adecuadamente una Planta de Potabilización de agua, con énfasis en sistemas de tecnología apropiada para América Latina.
- La transferencia del conocimiento adquirido garantiza el máximo aprovechamiento de estos cursos de capacitación, logrando además estandarizar procesos y unificar criterios de operación y evaluación.

7. Recomendaciones

- Se sugiere continuar con las capacitaciones del personal técnico y operativo en estos cursos, que contribuyen a mejorar, incentivar y reforzar el conocimiento adquirido en la operación de las Plantas Potabilizadoras.