



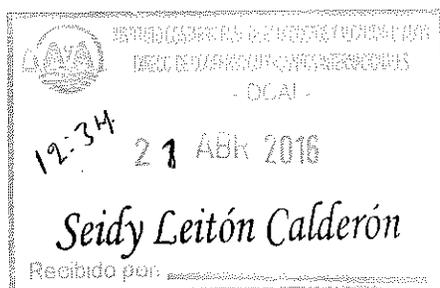
**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS**

**DIRECCIÓN PLANTAS POTABILIZADORAS
GAM**

*“Curso Regional de Evaluación de Plantas de Filtración Rápida de
Tecnología Apropriada”*

**INFORME DE VIAJE AL EXTERIOR
DEL 07 al 17 Marzo 2016**

Téc. Henry Méndez



Marzo 2016

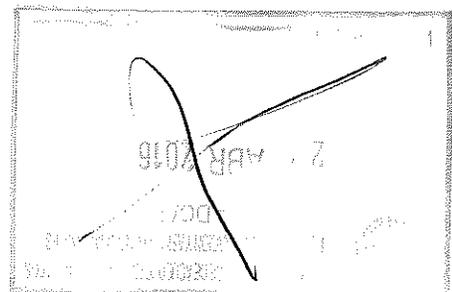


TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| FICHA INFORMATIVA..... | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| OBJETIVOS | 4 |
| ALCANCES | 5 |
| DESARROLLO DEL INFORME..... | 6 |
| CONCLUSIONES | 17 |
| RECOMENDACIONES..... | 17 |
| TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS | 18 |

1. FICHA INFORMATIVA

País:

Perú

Ciudad: Lima

Colegio de Ingenieros del Perú; Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú, Capitulo de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ubicado en las coordenadas 12° 5'29.26"S 77° 2'55.20"W

Hospedaje en Hostal Porta; Calle Porta 686, Miraflores. Ubicado en las coordenadas 12° 7'41.35"S 77° 2'0.41"W

Ciudad: Carabaylo

Planta Potabilizadora Consorcio Azul, concesión dada por SEDAPAL ubicada en las coordenadas 11°49'22.66"S 76°59'50.82"W

Fecha de la visita técnica:

06 al 17 marzo del 2016

Funcionario:

Jefe Tec. Especialista en Tratamiento de agua, Henry Méndez Rojas

Motivo del viaje:

Participación "Curso Regional Evaluación de Plantas de Filtración Rápida de Tecnología Apropiada"

Contacto en el lugar de misión:

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

2. INTRODUCCIÓN

Parte fundamental de la mejora continua en los sistemas de potabilización corresponde a las metodologías y técnicas de evaluación. Aparte de los criterios de diseño y construcción es de resaltar que también es necesario un programa de evaluación, el cual aporte un control cruzado entre, la información operativa real versus la acertada o no construcción y diseño, mismos que deberían validar nuevos criterios para futuros proyectos en construcción.

Los criterios de evaluación de las plantas de filtros rápidos del tipo de tecnología apropiada CEPIS¹, derivan de un contexto que ha pasado por la evolución de las tecnologías convencionales desde la época de Louisville² y Little Fall³. Tecnología que como indica el Ing., Arboleda permaneció sin modificación alguna siendo entonces que en 50 años la ingeniería sanitaria era mas un arte que una ciencia. (Arboleda, J. 1981). Posterior a ello surgieron las tecnologías patentadas aprovechando las investigaciones realizadas durante la década de los años 50s. En AyA existe aun ejemplos de esa tendencia como son las plantas Guadalupe, Sitios (vieja) y las más recientes como: Mata de Plátano, Alajuelita y San Mateo por mencionar algunas.

En 1962 se estimo que se ocuparía 5,200 millones de dólares para construir la infraestructura de servicios de abastecimiento y saneamiento en los países Latinoamericanos. Según Arboleda el costo de una planta potabilizadora se estimaba al 20 % del costo total del sistema. Con estos datos los ingenieros sanitarios latinoamericanos se dan cuentan que satisfacer la demanda para solucionar los problemas no seria posible y es cuando el ingeniero sanitario (...) *encuentra un campo de trabajo vasto y abierto a toda clase de ideas originales.* (Arboleda, J. 1981)

Es así como nació el CEPIS en 1968 formado por los ingenieros latinoamericanos; Jorge Arboleda Valencia (Colombia), Carlos Richter (Brasil), José Pérez Carrión (Ecuador), con aportes en el campo de la filtración directa, por el ingeniero Brasileño Luiz Di Bernardo todos miembros del AIDIS⁴. Básicamente con la creación del CEPIS se

1 Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (1968 – 2005). El cual actualmente es ETRAS (Equipo Técnico Regional de Agua y Saneamiento)

2 Crescent Hill Filtration Plant de 7885 l/s (180 MGD) planta modificada a filtros rápidos en 1909 por George Warren Fuller para la Louisville Water.
http://www.tpomag.com/editorial/2016/02/building_on_innovation_louisville_water_earns_2_phase_iv_awards

3 Planta de filtros rápidos diseñada por George Warren Fuller para la East New Jersey Water Company con un caudal de 2628 l/s (60 MGD)

4 Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria AIDIS

retomaron las notables investigaciones en los procesos de coagulación efectuados por; La Mer, O'Melia, Stumm, Black, Fair, Kaufman, Hudson, Singley, Vrale, Jordan, Letterman y Amirtharajah. En el área de la sedimentación por Argaman, Wolf, Resnick, Miller, Ives, Camp, Yao y otros. Y en el campo de la filtración por Stein, Camp, Fair, Mintz, Hudson, O'Melia, Cleasby, Arboleda, Grimplastch, Di Bernardo y otros. Y con ello se desarrollo una tecnología de mucha eficiencia, menor costo y adaptada para las condiciones de Latinoamérica (Canepa, L. 1992) quedando atrás las plantas potabilizadoras tipo copias ligeramente modificadas de los países industrializados como menciona el Ing., Arboleda en 1981.

En la actualidad un alto porcentaje de los sistemas de potabilización del AyA son de tecnología CEPIS, misma que ha permitido brindar un servicio de suministro de agua potable de calidad, a un costo económico razonable y cumpliendo la normativa nacional establecida en el Reglamento de Calidad de Agua Potable, Decreto 38924-S. El prestigio de la tecnología apropiada radica en sistemas eficientes construidos con materiales de la región y sin costosos equipos dependientes de complejas energías mecánicas, porque el corazón de la tecnología CEPIS es la hidráulica pura. Ante este panorama, el uso de las tecnologías de tecnología apropiada para las plantas potabilizadoras de filtración rápida se ve privilegiado sobre otros tipos de tecnología de carácter patentado, que suelen tener mayores costos económicos por metro cúbico de agua potable producido.

La gestión operativa de un sistema de producción, implica no sólo cumplir con los estándares de calidad señalados en la normativa nacional de agua potable, sino que debe lograrse mediante criterios técnicos y económicos de eficacia y eficiencia, lo cual se alcanza mediante la evaluación continua de los sistemas productivos y una acertada operación, maximizando los recursos disponibles para su mantenimiento.

Para este fin, el Colegio de Ingenieros de Perú, organiza anualmente el curso de Evaluación de Plantas de Filtración Rápida de Tecnología Apropiada durante el mes de marzo y el de diseño durante el mes de octubre, como parte del fortalecimiento de capacidades del sector saneamiento para ello realiza este curso como programa de actualización en el Sector Agua y Saneamiento.

3. OBJETIVOS

General:

Adquirir los conocimientos teóricos-técnicos y criterios de evaluación para la elaboración de nuevos proyectos o rehabilitación de plantas potabilizadoras bajo los conceptos de tecnología apropiada.

Específicos:

- △ Adquirir los conocimientos y criterios técnicos necesarios para la formulación y diseño de proyectos hidráulicos de nuevas plantas de tratamiento de agua y proyectos de rehabilitación y mejoramiento utilizando tecnología apropiada.
- △ Operar y/o supervisar adecuadamente una planta de tratamiento de agua, con énfasis en sistemas de tecnología apropiada para América Latina.
- △ Complementar la formación profesional en los campos de diseño, evaluación y operación de plantas potabilizadoras de filtración rápida.
- △ Actuar como coordinadores y/o instructores locales en cursos similares para personal Profesional y Técnico.

4. ALCANCES

- △ Conocer cuáles son los contaminantes de las aguas superficiales
- △ Conocer la teoría de los procesos que componen una Planta Potabilizadora de Filtros Rápidos PPFR
- △ Aplicar la metodología de laboratorio para determinar los parámetros óptimos de diseño de los procesos.
- △ Conocer los criterios de evaluación de las unidades que conforman una planta
- △ Conocer los criterios para la puesta en marcha y operación del PPFR

5. DESARROLLO DEL INFORME

5.1 Antecedentes

La Institución, posee más de 30 sistemas de potabilización que utilizan los principios de diseño de la tecnología de filtración rápida o apropiada. En el caso de la Gran Área Metropolitana GAM, la Dirección de Plantas Potabilizadoras de la SubGerencia GAM, tiene a su cargo la gestión operativa de 19 sistemas de producción de agua potable, de los cuales 16 utilizan o están basados en los criterios técnicos de diseño de las plantas de filtración rápida o tecnología tipo CEPIS⁵. De igual manera, ocurre con los Sistemas Periféricos⁶, teniendo su más reciente en la Planta Potabilizadora de San Ramón, la cual fue construida en 2015.

A nivel de proyectos es bien conocido la elaboración del proyecto Orosi II, el cual considera no solamente un aumento en el caudal de agua potable abastecido a la GAM, sino también el desarrollo de la infraestructura de potabilización, almacenamiento y distribución necesarias.

El participar en esta actividad de formación técnica profesional, permite contar con mayores conocimientos y criterios técnicos sobre el diseño, evaluación y operación de las plantas potabilizadoras de filtración rápida, que al ser complementados con la experiencia laboral en el campo de la potabilización, permiten a los participantes contar con un mejor criterio de experto para proponer e implementar los requerimientos y necesidades operativas, tanto de los actuales sistemas de producción para su optimización y mantenimiento, como en futuros proyectos de potabilización, tales como los diversos proyectos de AyA.

5.2 Agenda de la actividad

07 al 11 y 16 de marzo, Clases Magistrales, Laboratorio y Taller

14 y 15 de marzo, Visita técnica Planta Potabilizadora de Consorcio Azul

5.3 Desarrollo de la Agenda: Sesiones (Diarias)

5

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria.

6

Sistemas fuera del Gran Área Metropolitana.

| HORARIO | TEMA | CAPACITADOR |
|-----------------------|--|--|
| 07/03/16 | | |
| 08:00 - 08:40 | Inscripción | |
| 08:40 - 09:00 | Inauguración | |
| 09:00 - 10:00 | Contaminantes fisicoquímicos de las aguas superficiales y normas de calidad | Ing. Víctor Maldonado |
| 10:15 - 12:00 | Contaminantes microbiológicos de las aguas -- Bacteriología | Blga. Carmen Vargas García |
| 12:45 - 14:15 | Contaminantes microbiológicos de las aguas -- Parasitología | Blga. Margarita Aurazo de Zumaeta |
| 16:15 - 17:30 | Teoría de la Coagulación | Ing. Víctor Maldonado |
| 08/03/16 | | |
| 08:30 - 9:30 | Teoría de mezcla rápida y metodología de evaluación del proceso. | Ing. Lidia Cánepa de Vargas |
| 9:30 - 11:00 | Evaluación y operación de las instalaciones de dosificación | Ing. Lidia Cánepa de Vargas |
| 11:30 - 13:00 | Teoría de trazadores | Ing. Víctor Maldonado |
| 14:00- 18:00 | Laboratorio 1: Parámetros óptimos de dosificación | Ing. Víctor Maldonado; e Ing. Arturo Zapata |
| 09/03/16 | | |
| 8:30 - 10:30 | Teoría de la floculación y metodología de evaluación del proceso. | Ing. Lidia Canepa de Vargas |
| 11:00 - 13:00 | Teoría de decantación y evaluación – operación de unidades de manto de lodos. | Ing. Víctor Maldonado |
| 14:00 - 17:00 | Laboratorio 2: Parámetros óptimos de floculación - decantación y filtración directa | Ing. Víctor Maldonado; e Ing. Arturo Zapata |
| 10/03/16 | | |
| 08:30 - 10:30 | Teoría del proceso de filtración. Operación de filtros de nivel y tasa constante. | Ing. Víctor Maldonado |
| 11:00 - 13:00 | Metodología de evaluación del proceso de decantación y operación de decantadores convencionales y laminares | Ing. Lidia Canepa de Vargas |
| 14:00 - 17:00 | Laboratorio 3: Demanda de cloro | Ing. Víctor Maldonado; Ing. Arturo Zapata; y Blga. Carmen Barzola Choque |
| 11/03/16 | | |
| 8:30 - 10:30 | Metodología de evaluación del proceso y unidades de filtración. Operación de filtros de tasa declinante y lavado mutuo | Ing. Lidia Canepa de Vargas |
| 11:00 - 13:00 | Teoría de la desinfección | Ing. Víctor Maldonado |
| 14:00 - 16:00 | Evaluación de las instalaciones de cloración | Ing. Víctor Maldonado |
| 14 y 15 /03/16 | | |
| 08:00 - 17:00 | Practicar de evaluación-operación en la planta de filtración rápida del Consorcio de Agua Azul. Lima-Perú. | Ing. Lidia Canepa de Vargas; Ing. Víctor Maldonado; e Ing. Arturo Zapata |
| 16/03/16 | | |

| | | |
|--------------|---|--|
| 8:30 - 16:30 | Procesamiento y análisis de datos y diagnóstico de la evaluación. | Ing. Víctor Maldonado Ing. Lidia Canepa de Vargas |
| 16:30:00 | Clausura | |

Para el taller de evaluación se realizó el desarrollo de una planta de Consorcio de agua Azul planta de 2550 l/s ver datos en anexos.

5.4 Visitas realizadas

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE CONSORCIO AZUL

Como parte de la actividad de capacitación, se realizó la visita a la Planta Potabilizadora de Consorcio Azul, la cual tiene una capacidad de operación de 2.5 m³/s, pero tiene la particularidad de que solamente opera durante seis meses al año; diciembre a mayo. Esta planta toma las aguas del Río Chillón durante estos meses. En la temporada de verano la planta sale de operación, ya que el caudal de estiaje del río no abastece el caudal necesario de la planta, el Consorcio se recurre a un campo de pozos de 26 pozos con una capacidad cercana de 1021 l/s. La compañía Consorcio Azul entrega el agua al Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) para que distribuya el agua al cono norte de la Ciudad de Lima.

La planta es de tecnología CEPIS de filtración rápida, que inicia con una estructura de descarga donde llega una tubería de 1400 mm que trae el agua cruda pre sedimentada desde la bocatoma sobre el río Chillón.

En esta estructura el agua es distribuida uniforme por seis canaletas tipo Parshall (ver figuras 1 a la 9) donde se le inyecta el sulfato de aluminio y sulfato férrico para posteriormente enviarlo hacia los seis floculadores de pantallas verticales para una duración de tránsito de 18 minutos antes de pasar a los sedimentadores o decantadores. En esta estructura se decanta los sólidos del agua por efecto gravitacional y el agua ya decantada se transporta hacia unas tuberías de recolección para enviarlo a la batería de filtros.



Figura 1. Vista lateral de los seis canales de ingreso Parshall hacia la planta

Fuente: Propia, 2016.



Figura 2. Canal Parshall con un flujo promedio de 635 l/s

Fuente: Propia, 2016.

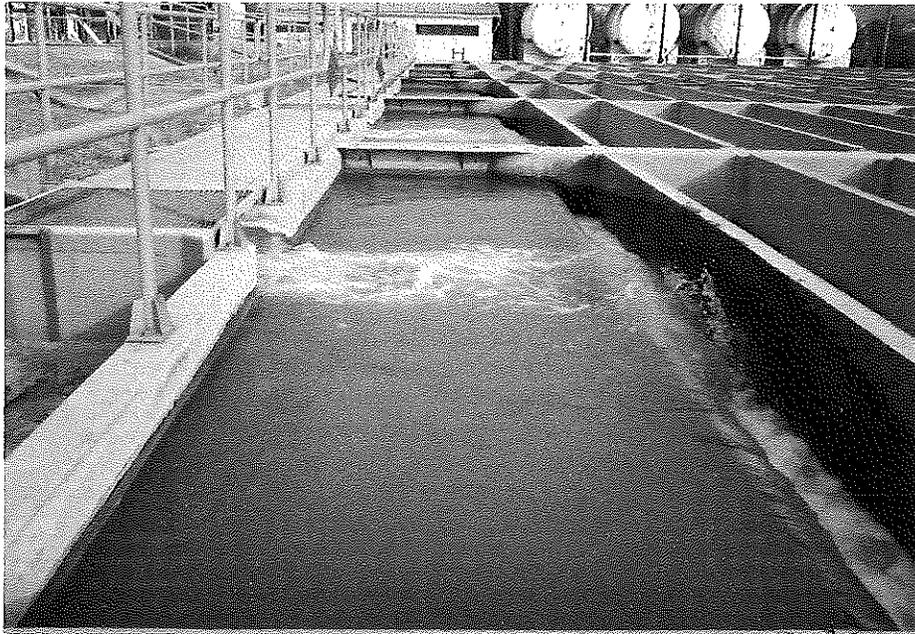


Figura 3. Zona de transición de los canales Parshall hacia los floculadores verticales
Fuente: Propia, 2016.

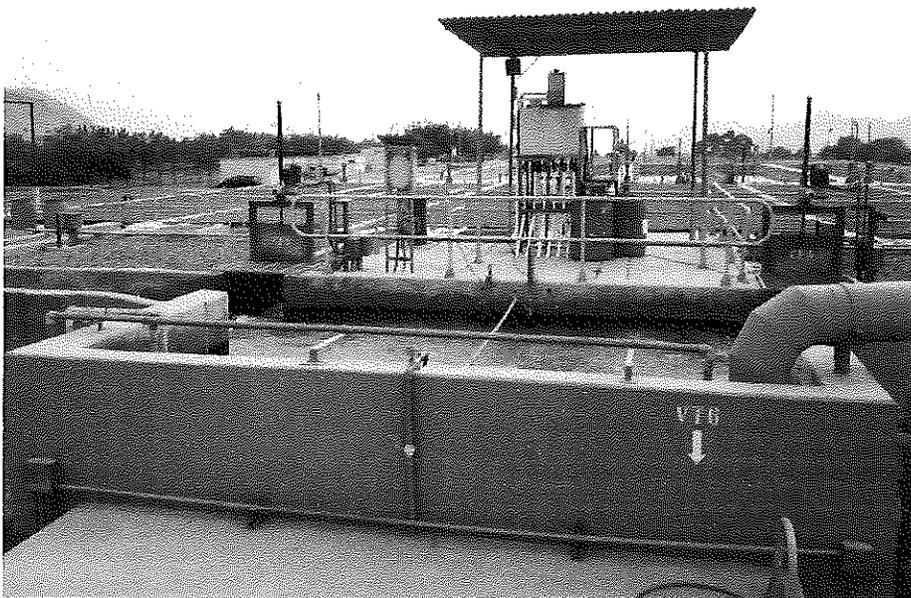


Figura 4. Cámara de entrada hacia los 6 Parshall
Fuente: Propia, 2016

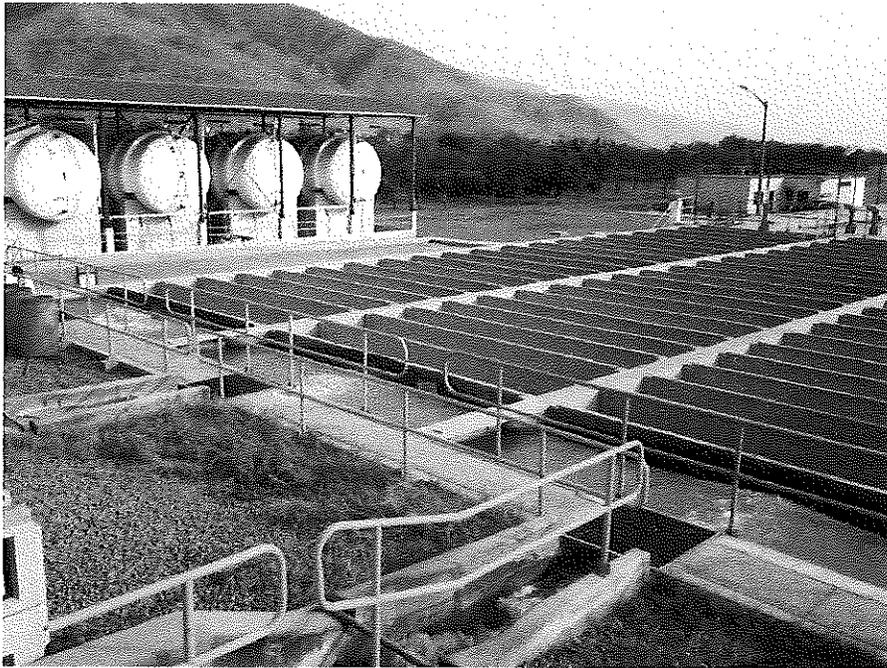


Figura 5. Ingreso del agua a floculadores

Fuente: Propia, 2016



Figura 6. Vista de entrada agua a floculadores

Fuente: Propia, 2016

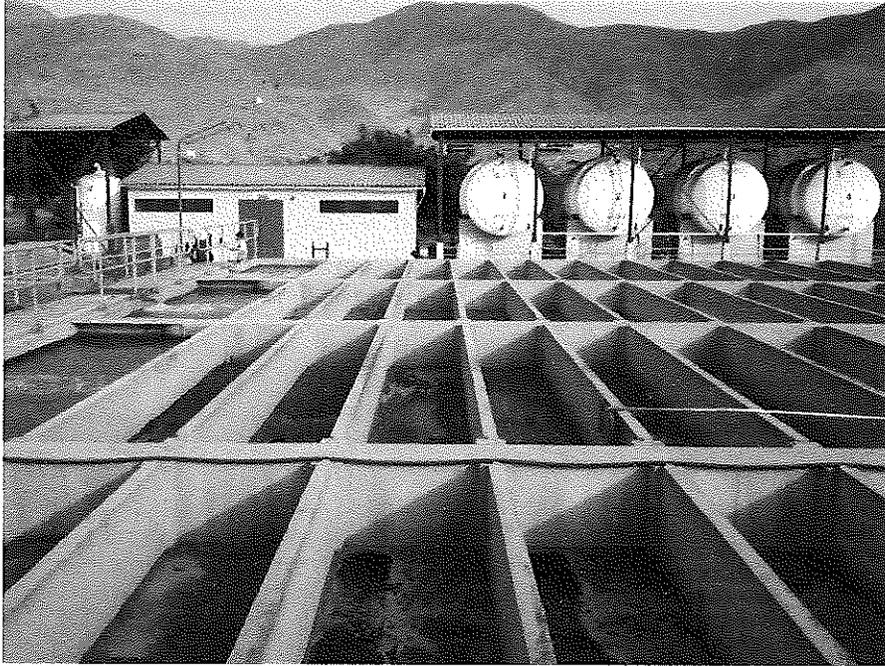


Figura 7. Vista lateral de los floculadores

Fuente: Propia, 2016



Figura 8. Vista de los floculadores y al fondo los seis Parshall

Fuente: Propia, 2016



Figura 9. Vista de los decantadores

Fuente: Propia, 2016



Figura 10. Vista de la batería de filtros

Fuente: Propia, 2016

En esta etapa, por medio de un canal se distribuye el agua a una batería de 16 filtros (ver figura 10), donde por medio de un filtros de arena granulométrica se remueve todas las partículas que quedan del proceso y pasa a los tanques de almacenamiento de 14.000 m³ donde ocurre la cloración por un período de contacto suficiente para que el agua tenga la dosis de cloro necesario y haga su efecto en el agua ya tratada.

Finalmente el agua es enviada por las tuberías de distribución hacia los puntos de interconexión a la red.

El objetivo de la visita y evaluación fue poder observar las estructuras de proceso en operación, realizar prácticas básicas de trazadores en floculación y sedimentación, determinar gradientes de los Parshalls, expansión de lecho de filtración, extracción de muestras del lecho filtrante, pruebas de duración de lavado así como pruebas de calidad de filtración posterior al lavado de un filtro. La planta esta compuesta de las siguientes estructuras:

- ▲ Obra de captación de un canal de riego
- ▲ Lagunas estabilizadoras-desarenador
- ▲ Cámara de ingreso y seis Canaletas Parshall
- ▲ Floculadores 6 hidráulicos verticales
- ▲ Decantadores 6 laminares
- ▲ Batería de 16 filtros rápidos
- ▲ Estación de desinfección
- ▲ Tanque de almacenamiento
- ▲ Sistema de tratamiento y secado de lodos

y, se dosifican los siguientes insumos químicos

- ▲ Sulfato de aluminio liquido: agente coagulante
- ▲ Sulfato de hierro; agente coagulante
- ▲ Polímero: coadyudante de la coagulación
- ▲ Ácido sulfhídrico; como control de pH
- ▲ Cloro: desinfección

La figura 11 muestra la posición de la planta, misma que presenta un personal operativo asignado de personal asignado por más de 20 personas, entre ingenieros, laboratoristas, personal de operación y mantenimiento.



Figura 11. Vista aérea de la Planta Potabilizadora de Consorcio Azul

Fuente. Google Earth, 2016.



Figura 12. Visita a planta Consorcio de Agua Azul.

Fuente: Ing., Víctor Maldonado, 2016.



Fotografía 13, Graduados del curso evaluación Plantas de Filtración Rápida de Tecnología Apropiada

Fuente; Ing., Víctor Maldonado, 2016.

6. CONCLUSIONES

Como mencionó el Ingeniero Arboleda en el área de la potabilización existe un campo de trabajo vasto y abierto a toda clase de ideas originales, es decir, para la producción de agua potable, por muchos años los países industrializados comercializaron con la ignorancia y desconocimiento en el tema, intercambiando complejas y caras tecnologías a cambio de soluciones no funcionales.

Actualmente existe vasta experiencia e investigación en modelos mas funcionales y adecuados para Latinoamérica. Estos modelos son las Plantas Potabilizadoras de tecnología apropiada (comúnmente llamadas CEPIS), al menos en Costa Rica, esta es la tecnología imperante, pero no parece existir un adecuado portafolio de evaluaciones de funcionamiento sobre dichas instalaciones, incluso en las plantas nuevas o las modificadas.

En palabras de la Ingeniera Lidia de Vargas el problema es que se cometen errores de cálculo a la hora de diseñar los sistemas y al final quién termina desprestigiada es la tecnología.

Por lo cuál, la evaluación no debe interpretarse en este sentido, sino como un medio para mejorar la eficiencia del sistema, permitiendo desarrollar proyectos de optimización o ampliación, es decir; es una herramienta para el personal operativo así como para el proyectista.

7. RECOMENDACIONES

Para disponer de adecuada información, es necesario y vital realizar un portafolio de los sistemas de potabilización de la institución, con sus ventajas y desventajas, así como sus necesarias oportunidades de mejora, información que debería ser de consulta pública, esto con la finalidad de suprimir empresas y entidades financieras que hacen fortuna con la desinformación existente en temas de potabilización a nivel de país.

Es muy necesario crear investigación a nivel académico en el área específica de la ingeniería sanitaria, similar al empuje realizado por el desaparecido CEPIS (1968 – 2005).

8. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS

Los conocimientos técnicos sobre la evaluación de plantas potabilizadoras de tecnología apropiada serán compartidos con otros funcionarios de la Institución a través de:

7.1 Escuela Técnicos en Potabilización

Parte del flujo de conocimientos adquiridos será intercambiado con las constantes capacitaciones efectuadas en la escuela de técnicos Como parte de las actividades permanentes de capacitación de los funcionarios responsables de la operación de las Plantas Potabilizadoras, se incluirá aquella información que resulte relevante para una mejor gestión operativa.

7.2 Taller Evaluación de Plantas Potabilizadoras

Se estará impartiendo un Taller sobre las metodologías de evaluación de las plantas potabilizadoras, dirigido especialmente a personal operativo responsable de estos sistemas de potabilización en fecha que la administración superior indique.
