

# ECOS de aprendizaje: notas desde el terreno de las plantas de tratamiento de aguas residuales

Nathalia Carolina Eraso Reuter

Catalina Gilon Leitón

Nathalia Estefanía Noguera Enríquez

Estudiantes de Ingeniería Ambiental  
Universidad Mariana

Rocío del Carmen Ojeda Ocaña

Teresita del Rocío Canchala Nastar

Profesoras de Ingeniería Ambiental  
Universidad Mariana

La educación no solo se limita a las aulas, debe expandirse hacia el mundo real, donde los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar sus conocimientos teóricos y comprender la importancia de su aprendizaje en un contexto práctico. Las salidas de campo desempeñan un papel esencial en la formación de los estudiantes, ya que brindan la oportunidad de sumergirse en el terreno y observar de primera mano los conceptos teóricos en acción. En este artículo, se presenta la experiencia práctica de la visita a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Cañaveralejo, donde se evaluaron los impactos ambientales de sus operaciones. A través de esta experiencia, se identificaron los procesos llevados a cabo, la operación, el funcionamiento y los impactos generados en cada etapa en un contexto real, contribuyendo al fortalecimiento de aprendizajes en el área de Ingeniería Ambiental.

La salida práctica se llevó a cabo en el departamento del Valle del Cauca, donde se visitó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Cañaveralejo, ubicada entre las comunas 6 y 7 del centro poblado de Cali, con una extensión de 22 hectáreas. La planta de tratamiento ha operado durante 22 años, tratando las aguas residuales domésticas (ARD) de Cali entre el 80 al 90 %, mediante tratamiento primario avanzado. El caudal de diseño de la planta es de  $7,6 \text{ m}^3/\text{s}$ , y el caudal actual de operación oscila entre  $6$  y  $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La planta cuenta con dos colectores para recibir el agua: uno, por gravedad y, otro, por bombeo. El agua continúa por un sistema de rejillas gruesas que eliminan sólidos mayores a 10 cm. Posteriormente, se encuentra una cámara de integración donde se aplica una dosificación de 10 a 12 mg/l, en algunos casos, hasta 15 mg/l de cloruro férrico. Finalmente, el agua residual pasa a través del sistema de rejillas finas, donde se eliminan sólidos mayores a 1 cm. Estos residuos son transportados por una banda (ver Figura 1) hasta la tolva de residuos sólidos,

donde un camión transportador se encarga de llevarlos hasta el relleno sanitario de Yotoco.

**Figura 1**

*Banda transportadora de residuos hacia tolva de residuos sólidos*



Fuente: Archivo fotográfico personal.

Posteriormente, se continua con el sistema de desarenador, el cual tiene un tiempo de retención de 2 a 3 minutos. La planta cuenta con 6 desarenadores que emplean difusores de aire, este se inyecta para estabilizar la arena y separarla de los residuos orgánicos y continua a los sedimentadores. En este punto, se dosifica polímero aniónico para pasar a la etapa del sedimentador primario.

La PTAR Cañaveralejo cuenta con 8 sedimentadores, sin embargo, actualmente solo se encuentran 5 en funcionamiento. En este proceso, se remueve la carga orgánica, aproximadamente 60 % de SST y entre 40 y 42 % de DBO. El tiempo de retención en este proceso es de 2 horas y cuenta con una capacidad de 8.200 m<sup>3</sup> de agua. La arena que ha sido sedimentada es separada y llevada a una tolva de arenas y transportada en volquetas para su posterior disposición.

Para la adecuada dosificación de coagulantes y productos químicos, se realizan pruebas de jarras y pruebas de conos, y esta dosificación se lleva a cabo cada 12 horas. La concentración de entrada de SST suele oscilar entre 80 y 120 mg/l, llegando hasta aproximadamente 200 mg/l de SST, y entre 200 y 280 mg/l de DBO.

En cuanto a las grasas, se eliminan en el proceso de sedimentación mediante un barredor de natas. Los lodos generados se transportan a un espesador con un tiempo de retención de 16 a 18 horas, donde se remueve del 5 al 6 % de SST. Posteriormente, son llevados a un digestor anaerobio durante 19 a 22 días, donde las bacterias mesófilas trabajan a temperaturas de 35 a 37 °C, degradando la materia orgánica y generando biogás. Este biogás se captura y dirige a un tanque de almacenamiento para generar energía utilizada en diferentes partes de las instalaciones de la planta. El agua caliente resultante de este proceso se utiliza para calentar los lodos de la etapa anterior.

Los lodos del digestor pasan por un filtro prensa para reducir la humedad hasta en un 70 %. Después de deshidratados, se disponen como fertilizantes (ver Figura 2), generando aproximadamente 120 toneladas por día de lodos.

**Figura 2**

*Invernadero producción de fertilizante a partir de lodos*



Fuente: Archivo fotográfico personal.

La PTAR Cañaveralejo cuenta con profesionales idóneos, que se encargan de todo el proceso de diseño, operación y mantenimiento. Una muestra de la buena planeación y diseño se destaca en el diseño de las tuberías que cuentan con control de olores (ver Figura 3), esto hace que no se extiendan por la zona residencial vecina, el olor solamente es percibido cuando se está dentro de la zona y con una distancia muy corta a la maquinaria.

**Figura 3**

*Tuberías PTAR Cañaveralejo*



Fuente: Archivo fotográfico personal.

La evaluación del impacto ambiental (EIA) surge como una herramienta preventiva, que busca evitar o minimizar los efectos ambientales de cualquier actividad humana en el medio natural y en las personas (Paiva, 2021). De esta manera, se puede analizar los impactos ambientales presentes en la etapa de operación, identificando aspectos como la generación de olores, ruido, vertimientos, residuos sólidos y emisiones atmosféricas en componentes como el agua, suelo y aire. Esto provoca impactos como la contaminación atmosférica producida por la emisión del biogás en el reactor anaerobio, el cual también se genera durante el mantenimiento de la planta.

Según Sanmartín (2023), durante el mantenimiento de equipos críticos, como las bombas de tornillo en servicio o algún sedimentador actualmente en operación, se emiten cantidades significativas de gas metano a cielo abierto, exponiéndose a siniestros por la falta de pararrayos en el lugar donde se produce el metano. Sin embargo, solo se emite el biogás que raramente excede la capacidad de almacenamiento, precisamente para prevenir posibles accidentes. Otros aspectos como los olores se gestionan efectivamente mediante el diseño de tuberías.

No obstante, existen impactos positivos, como el mejoramiento de la calidad del agua y de la calidad de vida de los trabajadores y la población en general. Esto se debe al beneficio derivado de la mejora en la calidad del agua que finalmente se vierte en el río Cauca.

### Lecciones aprendidas

Entre las lecciones destacadas se encuentra la identificación de cada etapa llevada a cabo en el tratamiento de agua residual y la importancia sanitaria y ambiental que tiene efecto en el río Cauca. Por otra parte, se observó cómo funcionan y operan estos sistemas, evidenciando de manera presencial la magnitud de estos procesos: las rejillas, el mecanismo que lleva a los residuos sólidos de manera organizada, conduciéndolos a una tolva de residuos, justo encima de los camiones recolectores. Se observó la optimización y tecnificación de estos procesos, lo cual reduce el tiempo entre cada fase.

Otro aspecto importante es la realización de pruebas para la dosificación de productos químicos, ya que de esto depende que se faciliten los procesos de coagulación y, posteriormente, la generación de flocs. Toda la planta en general está diseñada con técnicas o método de aprovechamiento de recursos, por ejemplo, el biogás generado por las bacterias en el tanque digestor es utilizado para producir energía en las instalaciones; el agua

caliente que también sale de este proceso es utilizada para calentar los lodos, y estos últimos son tratados para obtener un producto eficiente como fertilizante.

### Impacto en el aprendizaje

Además de los saberes académicos que se lograron afianzar en esta salida de campo, también es importante y se debe resaltar el factor regional y social. En este sentido, es necesario indagar acerca de los procesos que se estén llevando a cabo en otras ciudades o lugares, ya que esto permite enriquecer los saberes y aprender con base en la experiencia, las tecnología o métodos que han funcionado en otros lugares, de esta manera, es posible replicarlos en más lugares, pero teniendo en cuenta los entornos y necesidades de cada comunidad.

La visita a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Cañaveralejo ha dejado una huella significativa en el desarrollo académico y profesional. Esta inmersión en el entorno de una PTAR no solo complementó el conocimiento teórico, sino que también aportó una dimensión práctica invaluable a la formación.

### Conclusiones

La salida práctica permitió observar los procesos de una manera sistémica, donde, además de identificar las operaciones mencionadas en el trabajo, también se destaca la importancia de la sostenibilidad y la gestión ambiental en el tratamiento de aguas residuales. El manejo responsable de residuos sólidos, la generación de energía a partir de subproductos y el control de olores son ejemplos de prácticas que contribuyen a reducir el impacto ambiental. Estas lecciones refuerzan la importancia de considerar no solo la eficiencia del proceso, sino también su sostenibilidad a largo plazo, lo que es esencial en el campo de la ingeniería y la gestión ambiental.

### Referencias

- Paiva, D. (2023). *Evaluación de los impactos ambientales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Catacaos-Piura, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Archivo digital. <https://repositorio.unp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a9a25419-2006-44ac-9b7c-0406a12df511/content>
- Sanmartín, O. (2023, 11 de agosto). PTAR-C en Cali: ¿planta de tratamiento o agente contaminante? *Cambio*. <https://cambiocolombia.com/medio-ambiente/ptar-c-en-cali-planta-de-tratamiento-o-agente-contaminante>

