



# CONSTRUCCIÓN, ARRANQUE Y OPERACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO DEL TREN DE TRATAMIENTO PROPUESTO PARA LA ELIMINACIÓN DE NUTRIENTES EN EL ANTEPROYECTO DE LA PTAR EL CARACOL

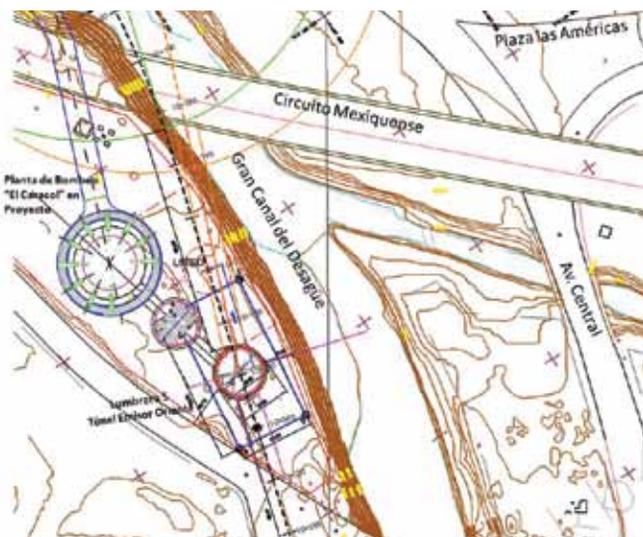
DR. JUAN MANUEL MORGAN SAGASTUME / M. EN I. MARGARITA CISNEROS O.  
ACADÉMICOS DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM

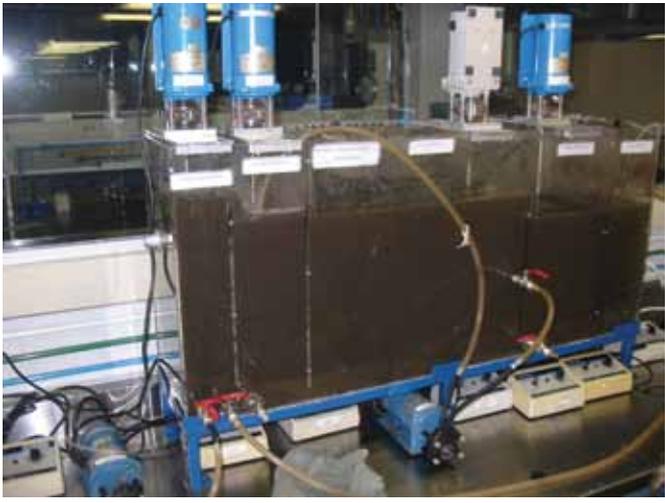
El Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM) estableció un convenio con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) cuyo objetivo principal fue obtener información a escala piloto en cuanto algunos criterios de diseño y de operación del tren de tratamiento planteado a escala real para la planta de tratamiento de El Caracol enfocado a la eliminación de nutrientes. Los objetivos fueron los siguientes: a) Construir y operar una planta piloto representativa del proceso de tratamiento conformado para la PTAR de El Caracol, b) obtener información sobre la eficiencia de eliminación de materia orgánica y de nutrientes (N y P). c) determinar los factores operativos más importantes que influyen en la operación del sistema.

Se diseñó, construyó, equipó y operó una planta piloto que incluyó el proceso de tratamiento BARDENPHO de 5 etapas. Se operó con un flujo de 5 l/h con un TRH total de 22 horas. El efluente del sistema biológico fue tratado en un clarifloculador

con cloruro de Fe para la remoción química de P, enseguida por una unidad de ozono para la eliminación de coliformes y coadyunar a la eliminación de materia orgánica y por una unidad de filtros de carbón activado, osmosis inversa y luz ultravioleta en el efluente final. En paralelo se efectuaron pruebas de tratamiento a una membrana de microfiltración y otra de ultrafiltración. Para el arranque y operación del sistema se utilizó lodo de la planta Cerro de la Estrella (3,500 mg de SSTLM/L de reactor) y agua residual tomada directamente en forma semanal del canal que proveerá agua residual a la planta real de El Caracol.

La operación del sistema duró 5 meses continuos en los cuales se estabilizó y operó. La operación del sistema se puede dividir en dos grandes etapas; la primera utilizando agua residual tal cual de la zona del Caracol y una segunda en la cual se le adicionó acetato de sodio a dicha agua residual. En la primera etapa se obtuvieron remociones de materia orgánica soluble y en suspensión mayores al 90% en lo que respecta al sistema





mente el 100%, la eficiencia de eliminación de NTK se aumentó al 85%. La concentración de SSTLM se vió incrementada en promedio de 2218 a 4318 mg/l en el licor de mezcla al cabo de tres semanas, aspecto que nunca pudo lograrse durante la operación sin acetato de sodio lo cual no permitió ajustar el TRC a lo marcado en la literatura (15-20 d). Así mismo, el lodo obtuvo IVL's que disminuyeron de 90 a 75 ml/g. Las demás etapas del tren de tratamiento se comportaron según lo esperado. La eliminación del P remanente mediante la adición de cloruro férrico fue total (dosis óptima de  $150 \text{ Fe}(\text{Cl})_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ ).

Bajo las condiciones del experimento llevado a cabo es, hasta cierto punto, cuestionable el uso de un sistema Bardenpho de 5 etapas (no así posiblemente con otras versiones; p. e. el de la UCT) para la eliminación de nutrientes al tratar el agua residual de la zona de El Caracol. Se recomienda efectuar pruebas adicionales en reactores en lote o en sistemas de microcosmos para comprobar la capacidad de eliminación biológica de fósforo con agua residual de la zona del caracol. ❖

biológico, se eliminó el nitrógeno (NTK) en un 63% y el fósforo apenas en un 18%. Durante esta etapa, el TRC se mantuvo alrededor de lo 64d, debido a que no fue posible establecer un programa de purga, pues la capacidad de reproducción del lodo fue sumamente limitada. Se observaron bajas relaciones de materia orgánica con respecto a la concentración de fósforo en el medio, lo cual fue planteado como hipótesis para explicar las bajas eficiencias de remoción de nutrientes. La prueba de DBO de las muestras de agua residual resultaron ser altamente dependientes del porcentaje de dilución lo que permite suponer la presencia de elementos tóxicos en el agua. Con el objeto de estimular eficazmente el sistema biológico y comprobar de paso la hipótesis mencionada anteriormente, se decidió agregar acetato al agua residual. Con ello se persiguió proporcionar materia orgánica altamente disponible al microorganismo responsable de la eliminación de P y facilitar también el proceso de desnitrificación dentro de las distintas etapas del sistema. La DQOT se elevó de 451 a 683 mg/L. Los resultados fueron evidentes. La remoción de fósforo se incrementó hasta alcanzar práctica-