



Rompiendo el ciclo de la inestabilidad:

LA TECNOLOGÍA DE NANOBURBUJAS OFRECE LA PRIMERA TEMPORADA ESTABLE EN AÑOS

Cliente: Estación Depuradora de Aguas Residuales Henry N. Wochholz, Yucaipa, CA, USA (EDAR)

Métricas de la planta de tratamiento:

- Caudal de entrada: 3,8 MGD (17.275 m3/día)
- Proceso BNR (Eliminación biológica de nutrientes)

Principales desafíos:

- Recurrentes inestabilidades estacionales del proceso (mínimo 2 veces al año)
- Muerte de biomasa, pérdida de nitrificación, baja sedimentabilidad
- Alta turbidez y ensuciamiento del sistema de Microfiltración (MF)
- Requerimientos intensivos de intervención por parte del operador

Resultados de rendimiento:

- **En todo el sistema:** aumento del 10%  en la eliminación neta de amonio total, reducción del 24%  en el consumo de energía de los soplantes por masa (libra) de amonio eliminado
- **Operaciones:** cero alteraciones estacionales del proceso durante la demostración (por primera vez en años)

Desafío:

Inestabilidad crónica del proceso

La EDAR sufría inestabilidades estacionales que alteraban la eliminación biológica de nutrientes (BNR), comprometían la calidad del efluente y requerían intervenciones de emergencia. Estos eventos provocaban muerte de biomasa, pérdida de nitrificación, mala sedimentación de los fangos, aumento de la turbidez y ensuciamiento de las membranas, generando complicaciones operativas y riesgos de incumplimiento normativo.

Históricamente, la gestión recurría a enfoques reactivos: aumento de la dosificación química, prolongación de la aireación y limpieza frecuente de membranas. Estas costosas intervenciones desviaban recursos de actividades de optimización y no conseguían prevenir futuras alteraciones.

Solución:

Tecnología de pretratamiento con nanoburbujas, NanoShield™

Las nanoburbujas (< 200 nm) son burbujas de gas ultrafinas que permanecen suspendidas en líquidos. Sus propiedades únicas permiten varios mecanismos de mejora del tratamiento:

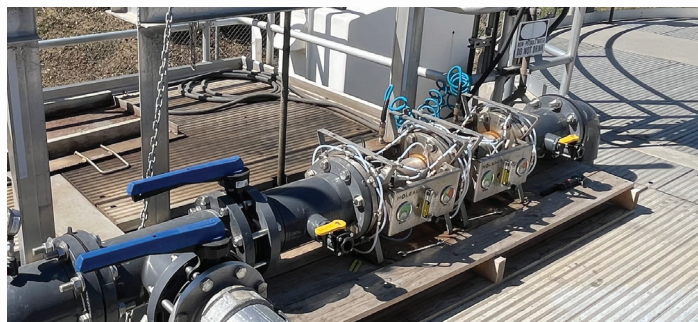
- ✓ **Actividad electroquímica:** atraen y desestabilizan compuestos hidrofóbicos inhibidores.
- ✓ **Gran área superficial:** mejoran las interacciones entre microorganismos y sustrato mediante el movimiento browniano.
- ✓ **Mejora biocatalítica:** aceleran las reacciones enzimáticas, convirtiendo la DQO lentamente biodegradable en formas más fácilmente biodegradables.

La ubicación estratégica en la línea de tratamiento asegura que los beneficios de las nanoburbujas se extiendan a lo largo de todo el proceso, proporcionando una intensificación sistémica del tratamiento en lugar de mejoras locales.

Resultados:

Mejoras transformadoras con NanoShield

- ✓ **Optimización del tratamiento primario**
El pretratamiento con nanoburbujas mejoró el rendimiento del clarificador primario al prevenir la septicidad de los fangos, incluso bajo cargas elevadas. Esta mejora produjo fangos primarios de mayor calidad, incrementando la eliminación de SST un 16% (de 50% a 66%) y la eliminación de DQO un 11% (de 47% a 58%). La calidad del efluente primario mejoró significativamente, con una reducción del 16% de la DQO y del 13% en amonio, incluso con una carga en el influente un 7% mayor.
- ✓ **Estabilización del tratamiento secundario**
Los procesos biológicos mostraron notables mejoras en la estabilidad. El índice de volumen de lodo (SVI) mejoró un 40% (de 119 a 114 mL/g) mientras que la concentración de sólidos en suspensión (MLSS) aumentó un 29% (de 3.462 a 4.479 mg/L), lo que indica un desarrollo de biomasa más robusto. La calidad del efluente secundario también mejoró significativamente, con una reducción del 67% en amonio (de 0,18 a 0,06 mg/L), del 25% en DQO (de 31,7 a 23,9 mg/L) y del 6% en nitratos (de 5,0 a 4,7 mg/L).





Rompiendo el ciclo de la inestabilidad:

LA TECNOLOGÍA DE NANOBURBUJAS OFRECE LA PRIMERA TEMPORADA ESTABLE EN AÑOS

✓ Optimización sistémica

La eliminación neta de amonio aumentó un 10% (de 1.096 a 1.204 lbs/día-N; 497 a 546 kg-N/d) mientras que la eficiencia energética mejoró sustancialmente: **la energía de las soplantes por libra de amoníaco eliminado disminuyó un 24% (de 3,3 a 2,5 kWh/lb-N), representando una ganancia del 20% en la capacidad del BNR.** Lo más destacado fue la ausencia de inestabilidades estacionales durante el periodo de demostración.

✓ Beneficios operativos

Reducción de costes de operación y mantenimiento (O&M):

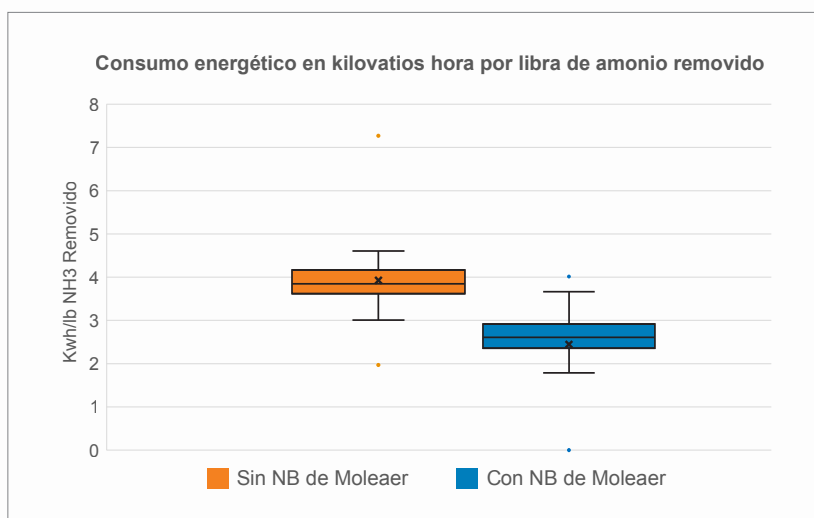
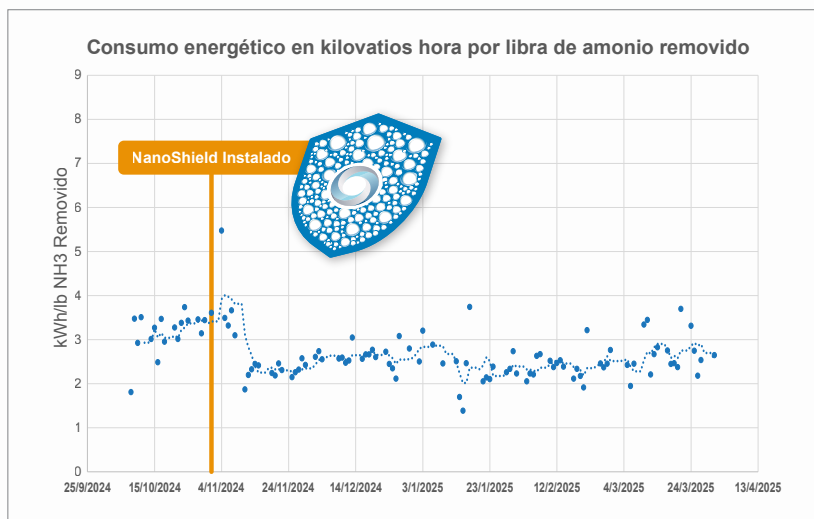
- Eliminación de la dosificación química y las intervenciones de emergencia asociadas a inestabilidades
- Reducción de la frecuencia de limpieza de membranas y del mantenimiento de equipos
- Disminución de los requerimientos de mano de obra para resolución reactiva de problemas

Fiabilidad mejorada:

- Cumplimiento constante de los requisitos de reutilización
- Mayor predictibilidad del proceso y mejor capacidad de planificación
- Menor riesgo regulatorio e incertidumbre operativa

Implicaciones futuras

El éxito en Yucaipa demuestra que la tecnología de nanoburbujas supone un cambio de paradigma, pasando de una gestión reactiva de las inestabilidades a una estabilización proactiva del proceso. A medida que las normativas sobre reutilización de agua se endurecen y los requisitos de tratamiento se intensifican, Moleaer NanoShield se posiciona como una tecnología clave para las instalaciones de depuración de agua de nueva generación. Su capacidad probada para ofrecer mejoras fiables en el rendimiento mientras reduce la complejidad operativa, la convierte en un componente esencial para las empresas de servicios públicos que buscan mayor fiabilidad y sostenibilidad en el tratamiento.



Descubre como el pretratamiento con nanoburbujas resuelve retos comunes del agua residual:

www.moleaer.com/es-es/industrias/aguas-residuales

La información y los datos contenidos aquí son considerados correctos y confiables, y son mostrados de buena fe, pero sin garantizar el rendimiento. Moleaer no asume responsabilidad por resultados obtenidos o por daños causados por la aplicación de la información aquí contenida. El cliente es responsable de determinar si los productos y la información presentada aquí son apropiados para el uso del cliente, y de asegurar que las prácticas del lugar de trabajo y de desecho del cliente estén en conformidad con las leyes y códigos gubernamentales aplicables. Las especificaciones están sujetas a cambios sin advertencias. Copyright © 2025 Moleaer. Todas las marcas aquí presentadas son propiedad de su respectiva compañía. Todos los derechos reservados. Este documento es confidencial y contiene información propiedad de Moleaer Inc. Ni este documento ni nada de la información aquí contenida puede ser reproducida, redistribuida o expuesta bajo ninguna circunstancia sin el permiso manifestado por escrito de Moleaer Inc. Rev. 10-23-25 R4 ESP