

# EVALUACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO DE LAGUNAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÁCTEOS

M. Alarcón<sup>(1)</sup>; D. Cazzaniga<sup>(1)</sup>; E. Schmidt<sup>(1)</sup>; M.B. Pirola<sup>(1)</sup>

malarcon@inti.gob.ar

<sup>(1)</sup>Dto. Valorización de Subproductos – SOTA– GDTel - INTI

Palabras clave: eutrofización, efluentes, clorofila-a, componentes fosforados

## INTRODUCCIÓN

La eutrofización se produce como consecuencia del crecimiento de organismos acuáticos fotosintéticos, debido a una elevada concentración de nutrientes, principalmente especies químicas asociadas a fósforo y nitrógeno. Su origen puede ser natural o antropogénico.

Para caracterizar un sistema acuático se puede determinar su estado trófico, directamente ligado a su productividad biológica. Los indicadores más importantes son el contenido de fósforo total y de clorofila-a. La eutrofización propicia la acumulación de sedimentos que van disminuyendo profundidad y volumen del cuerpo de agua. junto a la disminución del oxígeno disuelto que propicia mortandad de organismos y pérdida de diversidad. Los procesos eutróficos se clasifican según concentraciones de nutrientes y producción biológica, cuantificadas a través de la determinación de nitrógeno, fósforo y clorofila-a. A saber:

Tabla 1: Estados tróficos [1]

ESTADO TRÓFICO	Nt (µg/L)	Pt (µg/L)	Clorofila-a (µg/L)
Oligotróficos	661	8	1,7
Mesotróficos	753	26,7	4,7
Eutróficos	1875	84,4	14,3

Generalmente, una planta de tratamiento de efluentes líquidos, con etapa secundaria aeróbica, que se mantiene oligotrófica en su descarga, indica que su sistema de depuración es óptimo, propiciando un equilibrio con el ecosistema de vuelco, con una buena y uniforme disolución de oxígeno, bajos niveles de sedimentos y concentraciones de entrada y salida de nutrientes condescendientes con una aceptable degradación de la materia orgánica.

## OBJETIVO

Estudiar y caracterizar muestras de aguas residuales, en una planta de tratamiento perteneciente a una industria láctea, a fin de determinar su estado trófico y predecir su impacto ambiental.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El complejo industrial en cuestión genera efluentes líquidos variables en cantidad y composición y posee una planta para su tratamiento que combina tecnología con un sistema biológico de lagunas aeróbicas. Se ha demostrado su eficiente remoción de material orgánico e inorgánico, alcanzando de manera satisfactoria los requerimientos establecidos por la normativa vigente.

- 1) Tratamiento primario: cribado, equalización, DAF (flotación por aire disuelto).
- 2) Tratamiento secundario (biológico): lagunas con aireación mecánica forzada. Profundidad: "1" y "2" de 4,5 m y "3" de 2,5 m.
- 3) Tratamiento terciario: se dosifica con hipoclorito de sodio, pasa por cámara toma muestras y descarga a canal pluvial abierto.

Para la toma de muestras se siguieron los lineamientos de la Norma IRAM 29012-3 [2]. Se realizaron tres tomas en meses de verano, reproduciendo puntos y horarios. En una oportunidad se encontraron las lagunas fuera de régimen por una falla imprevista de una bomba. Mientras se mantuvo el desperfecto, en la laguna 2 se observó coloración rosada y olores putrefactos. Sin embargo, las otras dos lagunas presentaron aspecto condescendiente con un régimen óptimo, pero el sistema no lo estuvo por un mes.

Los puntos y condiciones de muestreo se coordinaron con la empresa, y se definieron para tener diferentes condiciones de luz y temperatura ya que son parámetros influyentes en los resultados. Se tomaron 4 muestras (compensada de entradas laguna 1 y 2, salida 1, salida 2, salida 3) en 3 horarios (2, 9 y 16) y 3 meses distintos (11/15, 1 y 3/16). En

total se analizaron 36 muestras. Se trasladaron en el día de la toma hacia el laboratorio, refrigeradas.

La caracterización de las muestras se hizo midiendo los parámetros ambientales detallados más abajo, siguiendo lineamientos descritos en APHA - Standard Methods, 22th edition [3]; ISO [4] e IRAM [5].

- Temperatura (T) - °C
- Oxígeno disuelto (OD) - mg O<sub>2</sub>/L
- pH
- Conductividad eléctrica - mS/cm
- Sólidos totales - mg/L
- Fósforo total - mg P/L
- Nitrógeno total Kjeldhal
- Demanda Química de Oxígeno (DQO) - mg O<sub>2</sub>/L
- Clorofila-a - mg/L
- Cloruro - mg Cl-/L
- Sulfato - mg SO<sub>4</sub>-2/L

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Para cada parámetro se compararon 12 columnas de datos: cada punto de muestreo se promedió entre los 3 valores de las tomas realizadas por fecha.

El F-test comprueba si hay diferencias significativas entre medias ya que se descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo. El F-ratio es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Si el p-valor del test F es superior o igual a 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 12 variables a un 95 %.

**Tabla 2. Resultados ANOVA**

	Cociente-F	p-valor
pH	1,84	0,1035
Conductividad	0,67	0,7500
Cloruro	0,30	0,9798
Sulfato	1,00	0,4767
DQO	1,48	0,2049
Fósforo total	1,01	0,4675
Nitrógeno	0,38	0,9524
Sólidos totales	0,31	0,9758
Oxígeno disuelto	6,30	0,0001
Clorofila-a	1,90	0,0912
Temperatura	0,31	0,9754

El p-valor de casi todos los parámetros analizados es mayor a 0,05, por lo que no evidencia diferencias estadísticamente significativas al 95 %. Esto es y no favorable según cada parámetro en particular, porque

al estar comparando el ingreso y la salida, hay parámetros que deberían tener diferencias significativas para demostrar un buen tratamiento del efluente.

La determinación de OD es el único caso en el que arrojó un valor estadísticamente significativo por ser el p-valor menor que 0,05.

### **CONCLUSIONES**

Se observaron elevados valores de fósforo y clorofila-a, por lo que se concluyó que durante el período de estudio, el sistema atravesó un estado de hipereutrofia.

La falta de diferencias significativas para algunos parámetros como pH, T, conductividad indicó estabilidad en el tratamiento, pero para otros como DQO, nitrógeno, fósforo fue una señal de problemas de degradación de la materia orgánica. Podría deberse a que, durante el período de muestreo, la planta salió de su estado de régimen por un problema mecánico.

El único parámetro que arrojó una diferencia significativa fue OD y se debió a que en la laguna 3 la disposición del aireador es más superficial que en las otras, ya que tiene menor profundidad, por lo tanto el punto de muestreo está más cercano al sistema de aireación.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Eutrofización: una visión general. Facultad de Ciencias Biológicas. Unidad Torreón. UAdeC. CienciaCierta #47  
 Disponible en: [cienciacierta.uadec.mx/2016/09/26/eutrofizacion-una-vision-general/](http://cienciacierta.uadec.mx/2016/09/26/eutrofizacion-una-vision-general/)
- [2] IRAM (1998). 29012-3. Calidad Ambiental. Calidad de Agua. Parte 3: Guía para la manipulación y preservación de muestras. Primera edición del Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- [3] APHA-SMWW (2012). En: American Public Health Association – Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater 22nd edition.
- [4] ISO 10260:1992 (E) Water quality — Measurement of biochemical parameters — Spectrometric determination of the chlorophyll-a concentration.
- [5] IRAM 29039-1 Calidad ambiental - Calidad del agua. Determinación de aniones disueltos por cromatografía líquida de iones. Parte 1 - Determinación de bromuro, cloruro, fluoruro, nitrato, nitrito, fosfato y sulfato.