

# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA

## CARRERA DE INGENIERÍA PETROQUÍMICA

**DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES PERTENECIENTE A LA EMPRESA HALLIBURTON CAMPAMENTO COCA – ECUADOR, CON BASE EN LA EVALUACIÓN DE CONFORMIDAD CON EL ACUERDO MINISTERIAL N° 097 - A**

AUTOR: MOREANO CULQUI, ISRAEL FABRICIO

DIRECTOR: URRUTIA GOYES, EDGAR RICARDO, Ph.D.



## INTRODUCCIÓN

## METODOLOGÍA

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# Introducción



# Industrias



Petrolera



Alimenticia



Metalurgia



Turística

# Introducción



# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

- Diseñar, implementar y monitorear un sistema de tratamiento de aguas industriales perteneciente a la empresa Halliburton base Coca, en referencia a una evaluación de conformidad con el Acuerdo Ministerial N° 097-A.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las condiciones actuales de la planta de tratamiento de aguas industriales que opera en la empresa Halliburton base Coca.
- Encontrar los parámetros de los efluentes industriales que se encuentran fuera de la normativa de conformidad con el Acuerdo Ministerial N° 097-A.
- Analizar los parámetros químicos, físicos y organolépticos del agua a ser tratada.
- Elaborar un flujograma del proceso que contenga los pretratamientos y tratamientos primarios, secundarios y terciarios a implementarse como parte de un tren de tratamiento.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar una planta de tratamiento de aguas industriales que cumpla con la normativa de calidad ambiental y descarga de efluentes número 097 – A, regulada por el municipio de la ciudad de El Coca.
- Realizar el acondicionamiento de cada una de las etapas del proceso, así como también de los mecanismos industriales que están relacionados en el tratamiento.
- Evaluar el cumplimiento del reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental. Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes, Acuerdo Ministerial número 097-A

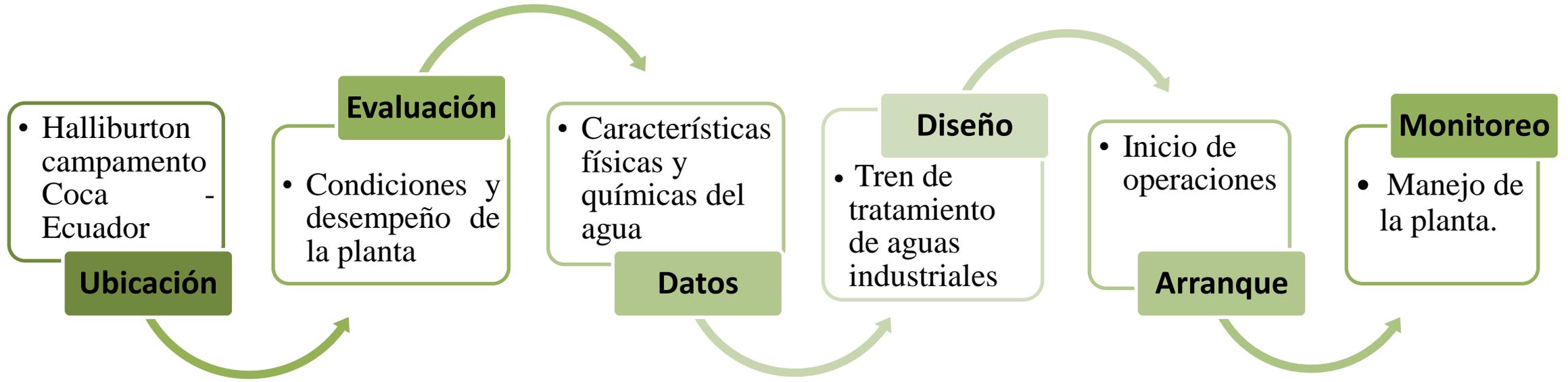
INTRODUCCIÓN

**METODOLOGÍA**

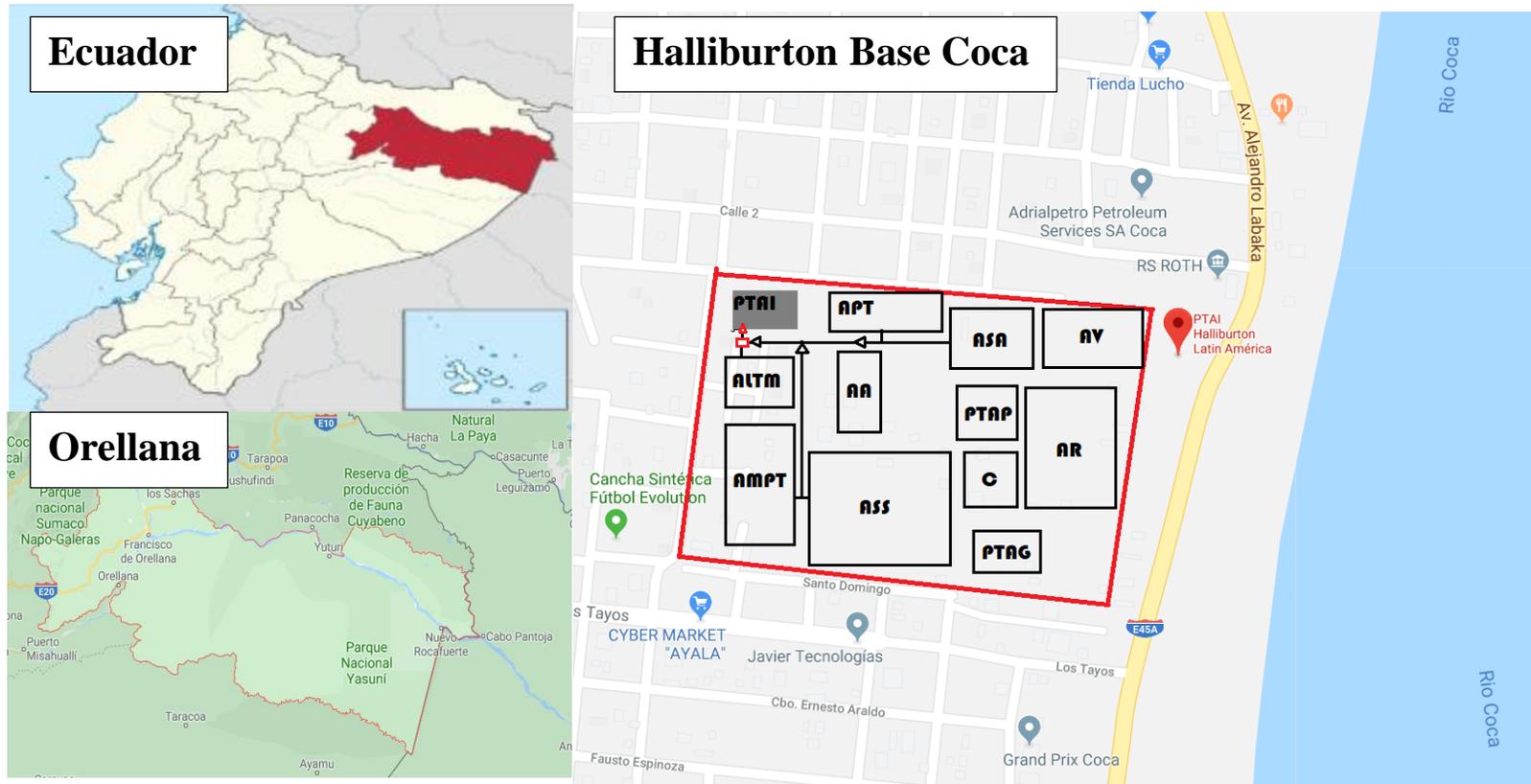
ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# Metodología



**Figura 1.** Ubicación de la planta de tratamiento de aguas industriales perteneciente a la empresa Halliburton



**PTAI:** Planta de tratamiento de aguas industriales.

**ALTM:** Área de lavado de taladros y materiales.

**AMPT:** Almacenamiento de materia prima y taladros.

**APT:** Área de preparación de taladros.

**ASA:** Área de servicio automotriz.

**ASS:** Área de cementación de suelos

**AV:** Área de viviendas.

**PTAP:** Planta de tratamiento de agua potable.

**AR:** Área de recreación.

**C:** Comedor.

**PTAG:** Planta de tratamiento de aguas grises.

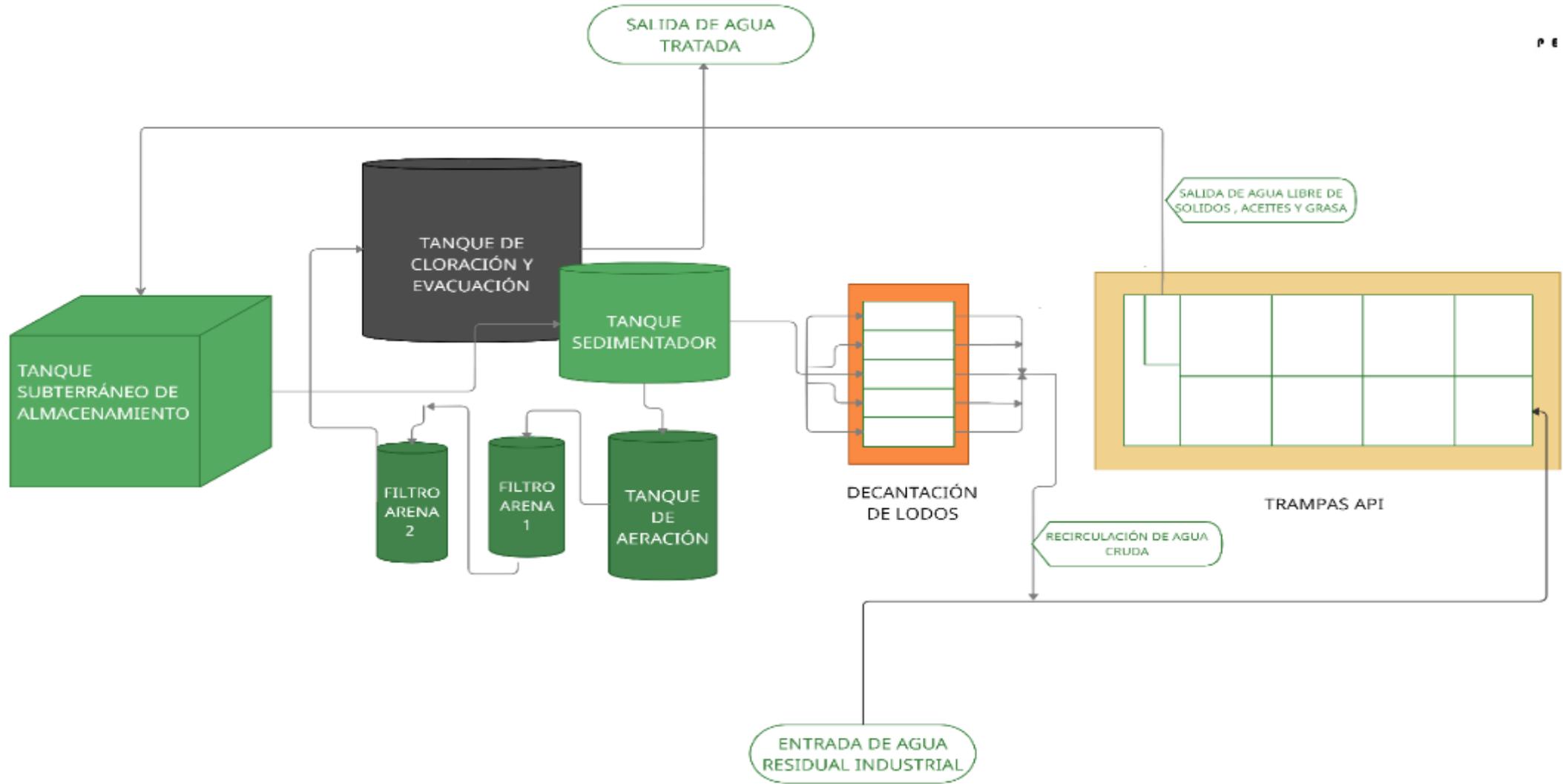
**△ (Red Triangle):** Punto de encuentro de los efluentes

**□ (Red Square):** Entrada del agua cruda a la planta de tratamiento de aguas industriales.

# Evaluación de la planta de tratamiento de aguas industriales en operación

- En la evaluación de la planta de tratamiento de aguas industriales en operación, se identificaron ocho etapas de tratamiento, las cuales fueron: trampas API, tanque subterráneo de almacenamiento, tanque sedimentador, decantación de lodos, tanque de aireación, filtro de arena 1, filtro de arena 2 y tanque de cloración y evacuación.

**Figura 2.** Diagrama de flujo de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales existente en la empresa Halliburton.



**Figura 3.** Estado físico de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales existente en la empresa Halliburton.



Corrosión

**Sedimentador**



Deshabilitado

**Filtro de arena**



Deshabilitado

**Tanque de cloración**

**Figura 4.** *Evaluación cualitativa del efluente tratado en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales existente en la empresa Halliburton.*



- Sólidos disueltos
- Sólidos sedimentables
- Turbiedad
- Grasas
- Olor

# Obtención de datos para diseño

- Se tomaron muestras en el punto de encuentro de todos los efluentes de la industria y se evaluaron características químicas, físicas y organolépticas. En la que se enfocan los siguientes parámetros: caudal, temperatura, pH, sólidos sedimentables, DBO, DQO, sólidos totales (suspendidos y disueltos), nitrógeno total, fósforo, grasas, aceites, tensoactivos (presencia de agentes de limpieza).

*Figura 5. Punto de encuentro de los efluentes industriales de la empresa Halliburton.*



Obtención de datos

**Punto de encuentro de los efluentes**



Muestra a ser evaluada

**Muestra de agua residual industrial**

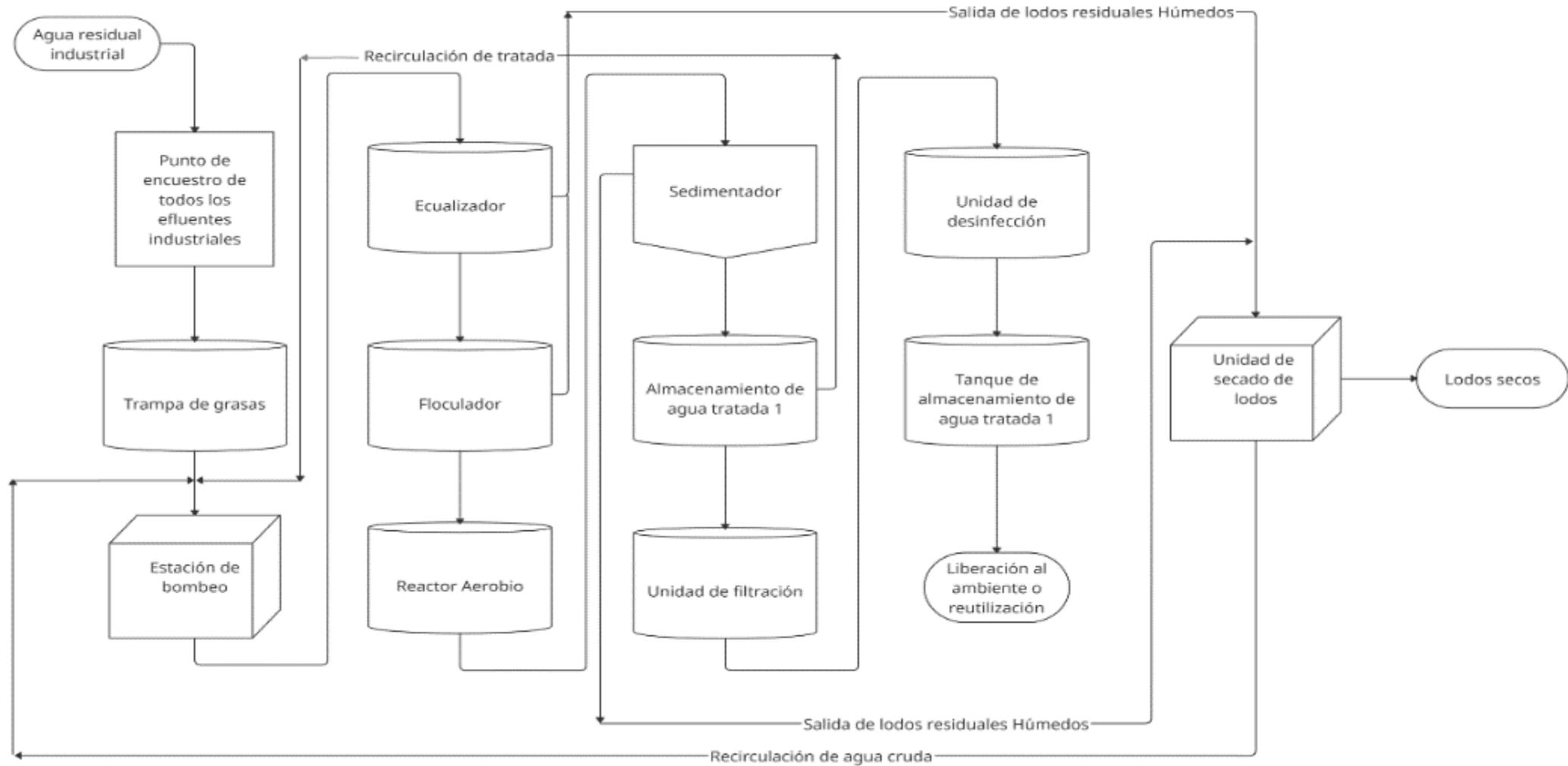
# Análisis químico del agua residual

- Para la evaluación de parámetros como metales pesados, hidrocarburos totales, fenoles, cloruros, etc. Fueron solicitados a la empresa Halliburton, las muestras fueron tomadas en el punto de encuentro de todos los efluentes.

# Diseño del tren de tratamiento de aguas industriales

- Se tomaron en cuenta todas las características físicas, químicas y organolépticas. Así como también los parámetros que se encontraban en mayor concentración en el agua residual. Se desarrolló un tren de tratamiento que se constituyó por pretratamientos, tratamientos primarios, secundarios y terciarios. Cada una de estas etapas tuvo por objetivo remover paulatinamente los contaminantes presentes en el agua.

**Figura 6.** Diagrama de flujo del tren de tratamiento propuesto.



# Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales

- La construcción tuvo una duración de tres meses en el cual se utilizó el espacio físico que ocupaba la anterior planta de tratamiento. El dimensionamiento fue realizado a partir de los datos de diseño realizado y siguiendo el flujograma de proceso propuesto.

**Figura 7.** *Construcción de la planta de tratamiento de agua residuales perteneciente a la empresa Halliburton*



Personal trabajando

**Construcción de la planta**



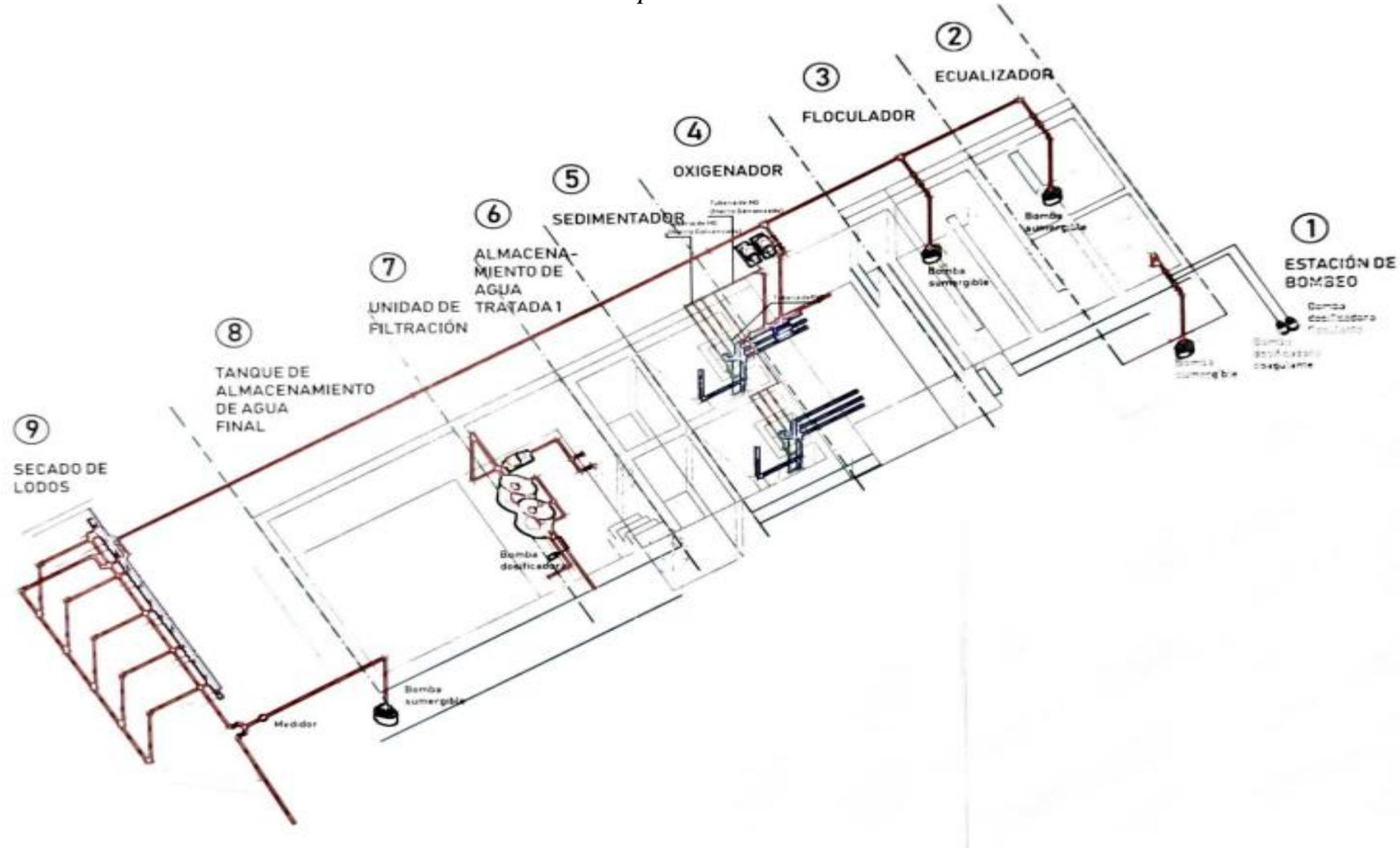
Vista lateral

**Planta terminada**

# Inicio de operaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales

- El arranque de la planta se efectuó durante el periodo de un mes con horarios de trabajo de 8: 00 AM a 5:00 PM de lunes a domingo. Cumpliendo con todas las medidas laborales vigentes en la empresa Halliburton. En este periodo de trabajo se ajustó parámetros de operación y se capacitó al personal técnico que estará encargado del manejo de la planta.

**Figura 8.** *Diseño hidráulico, tuberías, bombas y válvulas de la planta de tratamiento de agua residuales construida en la empresa Halliburton*



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

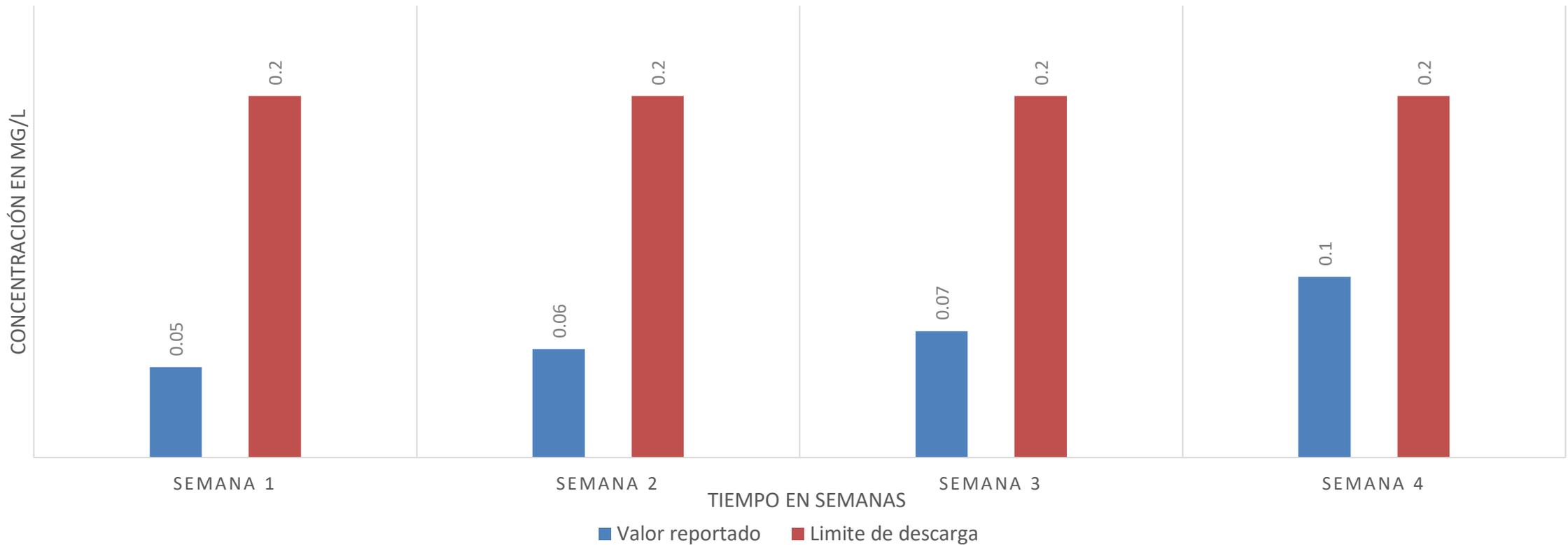
# Análisis de resultados

Para garantizar el correcto funcionamiento de la planta y el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, se solicitó a la empresa Halliburton la toma de muestras para su respectivo análisis de laboratorio, basados en el Acuerdo Ministerial N° 097-A, 2015. Dicho análisis fue realizado por un ente certificado por la SAE. Estas evaluaciones se realizaron cada semana durante el periodo de un mes y únicamente al agua tratada.

Se realizó una prueba de hipótesis de la media con respecto a los límites de descarga permisibles. Con un nivel de significancia del 0.05.

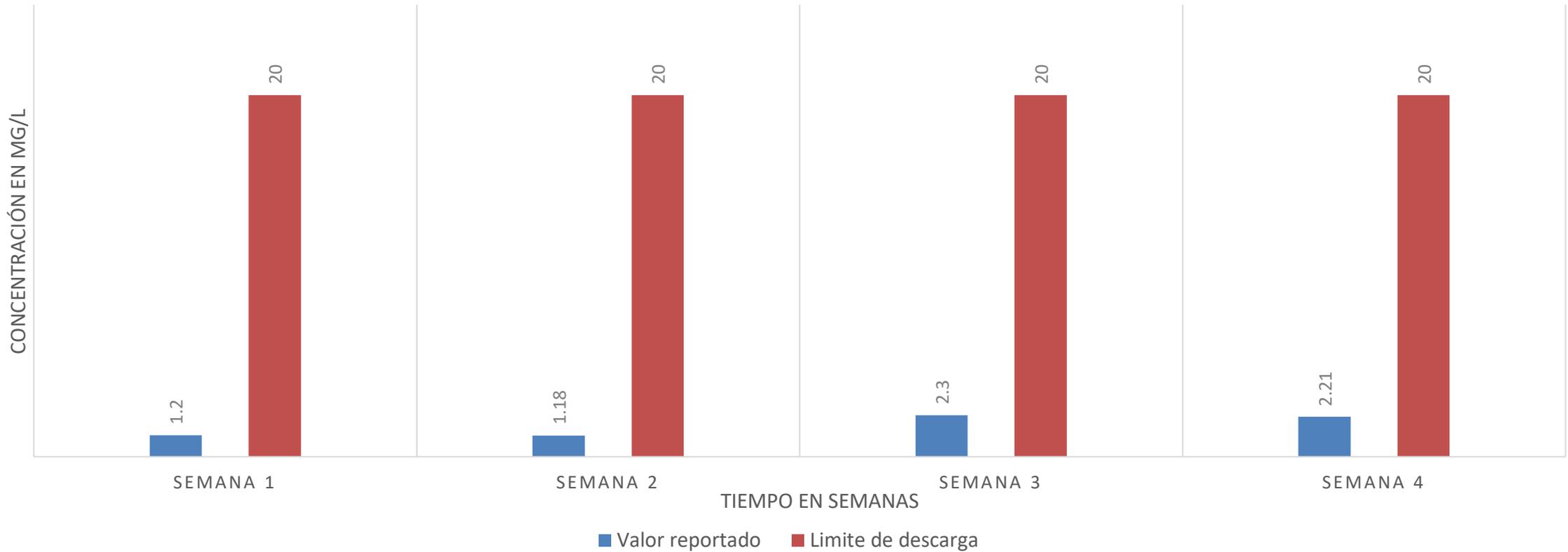
# Fenoles

**Figura 9.** *Concentración de fenoles del análisis de agua*



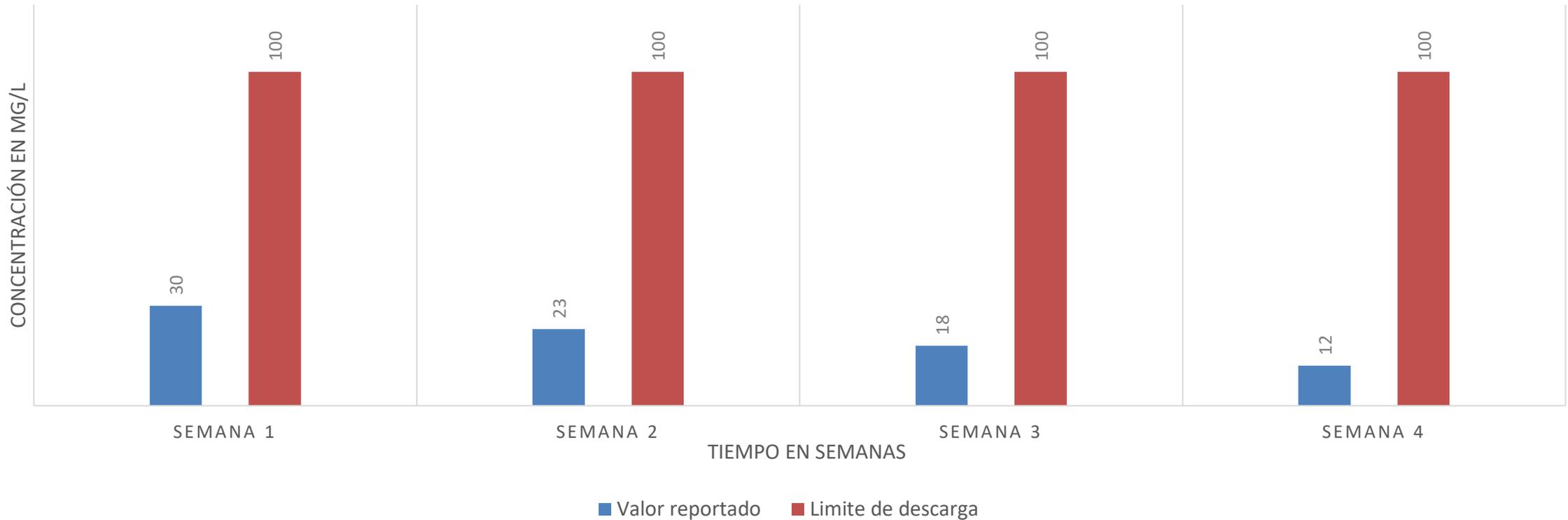
# Hidrocarburos totales

**Figura 10.** *Concentración de hidrocarburos totales del análisis de agua*



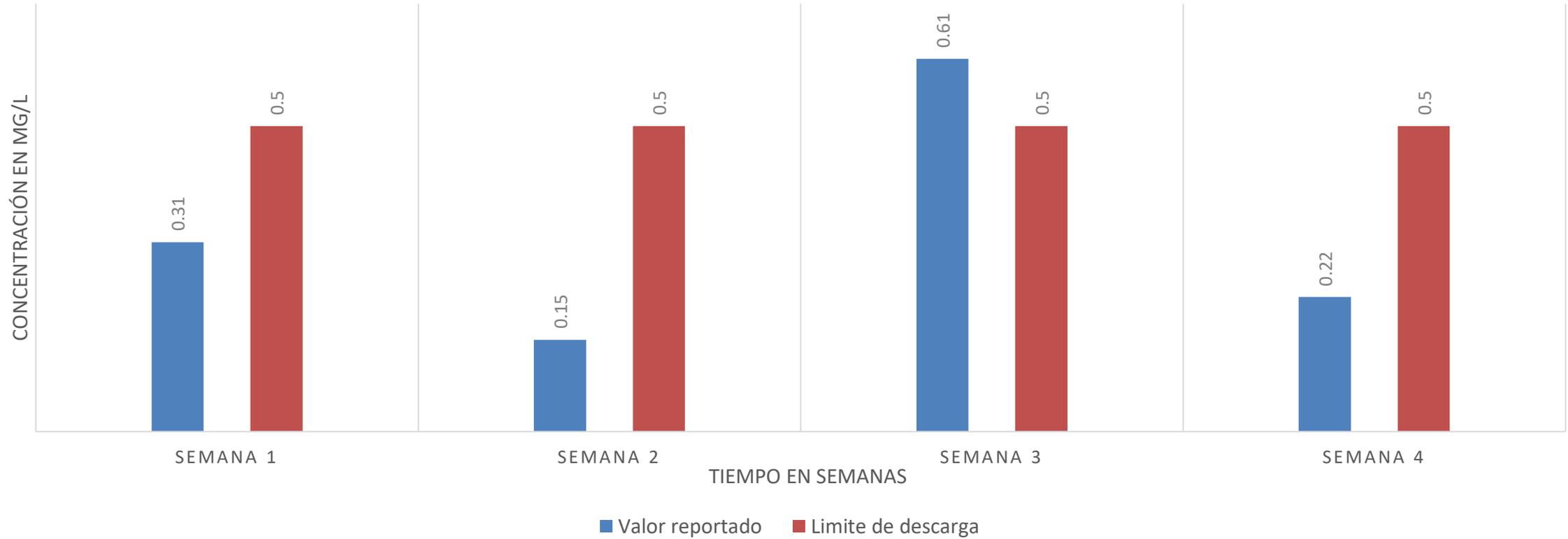
# Demanda bioquímica de oxígeno

**Figura 11.** *Concentración de demanda bioquímica de oxígeno del análisis de agua*



# Tensoactivos

**Figura 12.** *Concentración de tensoactivos del análisis de agua*



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DE RESULTADOS

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Conclusiones

- En el presente trabajo se diseñó, implementó y monitoreo un sistema de tratamiento de aguas industriales perteneciente a la empresa Halliburton base Coca, en referencia a la evaluación de conformidad con el Acuerdo Ministerial N° 097-A. Lo más importante del diseño de la planta de tratamiento de agua industriales es la caracterización física, química y biología del agua a ser tratada porque a partir dichos datos se seleccionaron los métodos de saneamiento más idóneos para tratar el agua residual. El aporte eficaz fue el conocimiento técnico adquirido mediante bibliografía y experiencia en campo.
- Se describieron las condiciones de la planta de tratamiento de aguas industriales que operaba en la empresa Halliburton base Coca. Aquí se evidenció deterioro físico, derrames de agua contaminada y etapas de saneamiento que no se encontraban en funcionamiento ya que no tenían un correcto mantenimiento, su tiempo de vida útil terminó y las condiciones de operación favorecieron la corrosión de las etapas de tratamiento.

# Conclusiones

- Se determinaron los parámetros de los efluentes industriales que se encontraban fuera de la normativa de conformidad con el Acuerdo Ministerial N° 097-A. En las cuales se evidenciaron agentes contaminantes tales como: Demanda química de oxígeno, tensoactivos, hidrocarburos totales y fenoles. Estos parámetros no lograron ser mitigados por la antigua planta de tratamiento debido al deterioro en el que se encontraba.
- Se analizaron los parámetros físicos, químicos y organolépticos del agua a ser tratada. Con esto se encontraron los agentes contaminantes con mayor presencia, tales como: Demanda química de oxígeno, tensoactivos, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, hidrocarburos totales y fenoles. Esto ayudó a elaborar un flujograma del proceso el cual posee pretratamiento y tratamientos primarios, secundarios y terciarios que forman parte del tren de tratamiento. Lo que más influyó en el análisis químico es la correcta preparación de las muestras de agua cruda, debido a que la presencia de aceites, grasa, petróleo y sólidos sedimentables causan interferencia en los equipos de monitoreo, consecuentemente reportan un resultado erróneo.

# Conclusiones

- Se implementó una planta de tratamiento de aguas industriales que cumple con la normativa de calidad ambiental y descarga de efluentes N° 097- A, misma que es regulada por el municipio de la ciudad de El Coca. Lo más importante de la implementación es el desarrollo del flujograma del proceso ya que en él tiene que incluirse etapas de tratamiento capaces de remover los agentes contaminantes presentes en el agua residual analizada, el flujograma de proceso desarrollado es específico para tratar las aguas industriales de la empresa Halliburton, debido a que la presencia de distintos contaminantes y su respectiva concentración varían conforme a los trabajos que desarrolle cada empresa.
- Se realizó el acondicionamiento de cada una de las etapas del proceso, así como también de los mecanismos industriales que intervienen en el tratamiento. Lo más influyente del acondicionamiento de la planta es el correcto suministro de agente químico empleado en la etapa de coagulación - floculación, ya que una baja dosificación del agente coagulante causa menor remoción de sólidos disueltos y mayor tiempo de sedimentación. En el caso opuesto en el que se suministre exceso de agente coagulante el pH de la mezcla baja y no produce formación de coágulos, lo que causa que no exista remoción de sólidos disueltos, afectando directamente a las etapas consecuentes.

# Conclusiones

- Se evaluó el agua tratada según el reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental. Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes, Acuerdo Ministerial número 097-A. En donde todos los parámetros evaluados presentaron valores inferiores a los límites de descarga establecidos. Lo más importante de la evaluación del agua tratada fue la correcta operación de la planta de tratamiento de aguas industriales porque un error en la dosificación de agentes químicos, un incorrecto manejo de los reflujos o un exceso de agentes contaminantes pueden causar fallas en diversas etapas del tratamiento, lo que provocaría que el agua evaluada no cumpla con los estándares de calidad regidos por la norma. Lo que más ayudó en el correcto manejo de la planta es el continuo monitoreo del afluente, ya que una desviación de los parámetros previamente establecidos puede ser remediados con una pronta acción.

# Recomendaciones

- Se recomienda evaluar la cantidad de materia orgánica antes de la etapa de desinfección, ya que estos en presencia de cloro pueden producir trihalometanos mismo que son altamente cancerígenos.
- En la eliminación de tensoactivos se recomienda la evaluación de otros métodos de remoción como oxidación avanzada, ya que la presencia de estos puede provocar un aporte de nutrientes como el fósforo lo que puede causar eutrofización del agua, desembocando en un desbalance en la vida acuática.
- Se requiere realizar un estudio acerca del efecto de la difusión de burbuja fina en tratamientos biológicos, esto debido a que se identificó mayor remoción de materia orgánica cuando el suministro de oxígeno se realizó mediante un burbujeo “fino”. La afirmación de este efecto puede ayudar a reducir costos por la implementación de difusores y compresores de menos potencia.

**GRACIAS**