

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA**



**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO**

**“COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO EN LA REMOCIÓN DE  
MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA  
DE OXIDACIÓN ANÓXICA-TUYU RURI-ANCASH, 2023”**

**Tesista: Br. MARÍA MILAGROS PASCO MEZA**

**Asesor: MSc. Ing. MARTÍN MIGUEL HUAMÁN CARRANZA**

Huaraz-Perú

2023





## ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS, PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el auditorium de la FCAM-UNASAM, para la Ceremonia de Sustentación de la Tesis, que presenta la Bachiller:  
**MARIA MILAGROS PASCO MEZA.**

Tesis Titulada: **“COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGANICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANÓXICA – TUYU RURI – ANCASH, 2023”**

En seguida, después de haber atendida la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas lo declaramos:

..... *A probado con distinción* .....

Con el calificativo de:

..... *Dieciséte (17)* .....

En consecuencia, queda en condiciones de ser **APROBADO** por el Consejo de Facultad y recibir el Título Profesional de:

### INGENIERO SANITARIO


De conformidad con el Art. 113° numeral 113.9 del reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 432-2016-UNASAM del 28-12-2016).

Huaraz, ..... **06** ..... de ..... **Octubre** ..... del 2023.

  
Msc. Rosario Adriana polo Salazar  
Presidente

  
Dr. Kiko Félix Depaz Celi  
Primer Miembro

  
Mag. Yolaina Mali Macedo Rojas  
Segundo Miembro

  
M.Sc. Martín Miguel Huamán Carranza  
Asesor



**Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM**  
**ANEXO 1**  
**INFORME DE SIMILITUD.**

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

“COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANÓXICA-TUYU RURI-ANCASH, 2023”

Presentado por: PASCO MEZA MARÍA MILAGROS

con DNI N°: 72506768

para optar el Título Profesional de:

INGENIERO SANITARIO

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : .....**11%**..... de similitud.

**Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).**

Porcentaje		Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 10/10/2023



*Martín Miguel Huamán Carranza*  
**INGENIERO SANITARIO**  
 CIP N° 127585

**FIRMA**

Apellidos y Nombres: HUAMÁN CARRANZA MARTÍN M.

DNI N°: 44779016

Se adjunta:

*1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud*

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS AVANCE (2).pdf**

AUTOR

**Maria Pasco Meza**

RECUENTO DE PALABRAS

**39636 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**173578 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**230 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**16.7MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 25, 2023 11:48 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 25, 2023 11:51 PM GMT-5****● 11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material bibliográfico
- Material citado



## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, MARTIN MIGUEL HUAMÁN CARRANZA, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería sanitaria de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo, y siendo asesor del **Bach. PASCO MEZA MARÍA MILAGROS** quien presentó la tesis titulada “**COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANÓXICA-TUYU RURI-ANCASH, 2023**”, presentado en 236 folios, para la obtención del título profesional de Ingeniero Sanitario declaro lo siguiente:

Se mencionó todas las fuentes empleadas en el trabajo de investigación identificando correctamente todas las citas textuales o de paréntesis provenientes de otras fuentes de acuerdo a lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.

No se utilizó ninguna otra fuente distinta a aquellas expresamente señaladas en este trabajo.

Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.

El trabajo fue revisado electrónicamente en el programa anti plagios cumpliendo con el grado de similitud exigida por la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo y de la evaluación de la originalidad se tiene un porcentaje de 11% de similitud.

Huaraz, 10 de octubre 2023



Martin Miguel Huamán Carranza  
INGENIERO SANITARIO  
CIP N° 137586

-----  
**MSc. MARTÍN MIGUEL HUAMÁN CARRANZA**  
**DNI: 44779016**  
**Asesor de Tesis**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **PASCO MEZA MARÍA MILAGROS** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería sanitaria de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo, declaro que el trabajo académico titulado **“COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANÓXICA-TUYU RURI-ANCASH, 2023”**, presentado en 236 folios, para la obtención del título profesional de Ingeniero Sanitario, es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes de acuerdo a lo establecido por las normas de elaboración de trabajo académico.

No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresadamente señaladas en este trabajo.

Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.

Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.

De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Huaraz, 08 de octubre 2023



---

**Bach. MARÍA MILAGROS PASCO MEZA**  
**DNI: 72506768**

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios por guiarme, cuidarme y permitirme seguir cumpliendo mis sueños. A mamá Raquel, que desde pequeña cuidó de mí y que hoy, desde el cielo me guía y sigue cuidando mis pasos. A mis padres Jorge Pasco Vidal y Máxima Meza Gaspar, por sus enseñanzas, valores, amor, confianza y apoyo incondicional. A mi hermano, por ser fuente de mis alegrías y uno de mis mayores motivos para seguir adelante.

## **Agradecimiento**

A la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, por ser el pilar en mi formación profesional, a todos los docentes que forman parte de ella, por sus enseñanzas y consejos, al MSc. Martín Miguel Huamán Carranza, por su confianza en mí, asesoría y paciencia en el desarrollo de mi tesis, a mis tíos y amigos, por su cariño, apoyo y palabras de aliento.



## Índice

I	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
1.1.1	General.....	2
1.1.2	Específicos .....	2
1.2	HIPÓTESIS.....	2
1.3	VARIABLES.....	2
1.3.1	Variable Dependiente .....	2
1.3.2	Variable Independiente.....	2
1.3.3	Operacionalización de Variables .....	3
II	MARCO TEÓRICO .....	4
2.1	Antecedentes de la Investigación .....	4
2.1.1	A Nivel Internacional.....	4
2.2	Bases Teóricas de la Investigación (fundamentación de la investigación).....	7
2.2.1	Agua Residual Doméstica .....	7
2.2.1.1	Características del Agua Residual Doméstica.....	8
2.2.1.2	Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.....	8
2.2.2	Zanjas de Oxidación.....	9
2.2.3	Comportamiento Hidráulico .....	10
2.2.3.1	Tiempo de Retención Hidráulica (TRH).....	10
2.2.3.2	Ensayo de Trazadores. ....	10
2.2.3.3	Dosificación de Forma Continua. ....	11
2.2.4	Aireación .....	13
2.2.4.1	Proceso Aerobio.....	14
2.2.5	Carga Orgánica Volumétrica .....	14
2.3	Definición de Términos Básicos.....	15
III	MARCO METODOLÓGICO.....	17
3.1	Tipo de Investigación .....	17
3.2	Diseño de la Investigación .....	17
3.3	Métodos o Técnicas.....	18
3.3.1	Fase 1: Mantenimiento e Implementación del Piloto para una Operación Continua.....	19
3.3.1.1	Descripción General del Piloto .....	19



3.3.1.1.1	Tratamiento Preliminar .....	19
3.3.1.1.2	Tratamiento Primario .....	19
3.3.1.1.3	Tratamiento Secundario .....	20
3.3.1.2	Mantenimiento de la Planta Piloto .....	21
3.3.1.2.1	Limpieza .....	21
3.3.1.2.2	Pintado de la Zanja de Oxidación y cambio de Válvulas .....	21
3.3.1.2.3	Cambio de Paletas .....	22
3.3.1.2.4	Cambio de Poleas .....	23
3.3.1.2.5	Tablero de Electricidad.....	26
3.3.2	Fase 2: Aforo del Caudal de Entrada y Salida de la Zanja de Oxidación en m <sup>3</sup> /día (Constante).....	29
3.3.3	Fase 3: Identificación y Toma de Muestras .....	30
3.3.4	Fase 4: Recopilación y Organización de Datos .....	31
3.3.5	Fase 5: Análisis e Interpretación de Datos y Resultados .....	32
3.4	Población .....	32
3.5	Muestra.....	32
3.6	Instrumentos Validados de Recolección de Datos.....	32
3.6.1	Caudal .....	33
3.6.2	Volumen .....	34
3.6.3	Tiempo de Retención Hidráulico.....	35
3.7	Instrumentos de Manejo Estadístico de Datos y Contrastación de Hipótesis.....	37
IV	RESULTADOS .....	38
4.1	CÁLCULOS.....	38
4.1.1	Volumen de la Unidad .....	38
4.1.1.1	Volumen del Casquete Esférico .....	38
4.1.1.2	Volumen de la Sección Circular .....	39
4.2	Determinación de la Cantidad de Trazador .....	40
4.2.1	Cantidad de Sal a Disolver .....	40
4.3	ETAPA DE ADAPTACION .....	41
4.3.1	Condiciones Hidráulicas de Operación.....	41
4.3.1.1	Caudal (m <sup>3</sup> /día) .....	41
4.3.1.2	Velocidad (m/seg) .....	42

4.3.1.3	Tiempo de Retención Hidráulica (horas) .....	43
4.3.2	Parámetros a Evaluar .....	45
4.3.2.1	DBO (mg/l DBO).....	45
4.3.2.2	DQO (mg/l DQO) .....	47
4.3.2.3	pH (Und. Ph) .....	49
4.3.2.4	Temperatura (°C) .....	52
4.3.2.5	Conductividad (mS/cm <sup>-1</sup> ) .....	55
4.4	ETAPA DE MONITOREO .....	58
4.4.1	Condiciones Hidráulicas de Operación.....	58
4.4.1.1	Caudal (m <sup>3</sup> /día) .....	58
4.4.1.2	Velocidad (m/seg) .....	59
4.4.1.3	Tiempo de Retención Hidráulica (horas) .....	60
4.4.2	Parámetros a Evaluar .....	66
4.4.2.1	DBO (mg/l DBO <sub>5</sub> ) .....	66
4.4.2.2	DQO (mg/l DQO).....	67
4.4.2.3	SST (mg/l SST) .....	68
4.4.2.4	pH (Und. Ph) .....	69
4.4.2.5	Temperatura (°C) .....	72
4.4.2.6	Conductividad (mS/cm <sup>-1</sup> ) .....	75
4.4.3	EFICIENCIA PROMEDIO .....	78
4.5	ANALISIS ESTADÍSTICO .....	79
4.5.1	DBO.....	79
4.5.2	DQO .....	83
4.5.3	SST .....	87
4.5.4	pH.....	91
4.5.5	Temperatura.....	92
4.5.6	Conductividad.....	93
4.6	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	96
4.6.1	Coeficiente de Pearson .....	96
4.6.2	Efecto de la velocidad en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DBO /m <sup>3</sup> *día).....	97
4.6.3	Efecto del caudal en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DBO /m <sup>3</sup> *día).....	98

4.6.4	Efecto de la carga orgánica en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DBO /m <sup>3</sup> *día) .....	100
4.6.5	Efecto de la velocidad en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DQO /m <sup>3</sup> *día). .....	101
4.6.6	Efecto del caudal en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DQO /m <sup>3</sup> *día). .....	103
4.6.7	Efecto de la carga orgánica en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DQO /m <sup>3</sup> *día).....	104
V	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	106
VI	CONCLUSIONES .....	110
VII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	112

## ANEXOS

Anexo 01: Recolección de Datos

Anexo 02: Panel Fotográfico Limpieza y Mantenimiento de la Planta Piloto

Anexo 03: Panel Fotográfico en la Etapa de Monitoreo de la Planta Piloto

Anexo 04: Toma de Muestra y Medición de Parámetros

Anexo 05: Panel Fotográfico de los Resultados

Anexo 06: Prueba Estadística de Pearson

Anexo 07: Resultados de Laboratorio

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Operacionalización de Variables .....	3
<b>Tabla 2:</b> Parámetros Principales para la Determinación del Tipo de Flujo .....	12
<b>Tabla 3:</b> Descripción de las Paletas de Aireación.....	23
<b>Tabla 4:</b> Características de las Poleas .....	25
<b>Tabla 5:</b> Datos para el cálculo del RPM de salida de la 2da polea conducida	25
<b>Tabla 6:</b> Datos para el cálculo del RPM de la Polea Conconductora .....	25
<b>Tabla 7:</b> Tiempos de Encendido y Apagado del Motor Eléctrico .....	27
<b>Tabla 8:</b> Nueva Programación de los Tiempos de Encendido y Apagado del Motor Eléctrico (09/03/23 – 21/04/23) – Semana 01- Semana 08 .....	28
<b>Tabla 9:</b> Nueva Programación de los Tiempos de Encendido y Apagado del Motor Eléctrico (22/04/23 – 17/06/23) – Semana 09 - Sermana16 .....	29
<b>Tabla 10:</b> Fechas de Monitoreo-Parámetros Medidos en Laboratorio .....	31
<b>Tabla 11:</b> Parámetros y Métodos de Medición .....	33
<b>Tabla 12:</b> Dimensiones de la Zanja de Oxidación .....	38
<b>Tabla 13:</b> Volumen de la Zanja de Oxidación .....	39
<b>Tabla 14:</b> Datos para la Determinación de la Cantidad de Trazador para la Zanja.....	40
<b>Tabla 15:</b> Datos para la Determinación de la Cantidad de Trazador a Disolver..	40
<b>Tabla 16:</b> Determinación del Tipo de Flujo .....	44
<b>Tabla 17:</b> Determinación del Tipo de Flujo .....	61
<b>Tabla 18:</b> Determinación del Tipo de Flujo .....	63
<b>Tabla 19:</b> Determinación del Tipo de Flujo .....	65
<b>Tabla 20:</b> Resultados de la Evaluación de la Correlación- Velocidad vs Eficiencia DBO .....	98
<b>Tabla 21:</b> Resultados de la Evaluación de la Correlación- Caudal vs Eficiencia DBO .....	99
<b>Tabla 22:</b> Resultados de la Evaluación de la Correlación- Carga Orgánica DBO vs Eficiencia DBO .....	101
<b>Tabla 23:</b> Resultados de la Evaluación de la Correlación- Velocidad vs Eficiencia DQO .....	102



<b>Tabla 24:</b> Resultados de la Evaluación de la Correlación- Caudal vs Eficiencia DQO .....	104
<b>Tabla 25:</b> Resultados de la Evaluación de la Correlación- Carga Orgánica DQO vs Eficiencia DQO .....	105
<b>Tabla 26:</b> Determinación de la Velocidad – Etapa de Adaptación .....	2
<b>Tabla 27:</b> Determinación de la Velocidad .....	3
<b>Tabla 28:</b> Resultados del ensayo de trazadores en la Zanja de Oxidación- Semana 04 de Monitoreo .....	4
<b>Tabla 29:</b> Resultados del ensayo de trazadores en la Zanja de Oxidación- Semana 08 de Monitoreo .....	5
<b>Tabla 30:</b> Resultados del ensayo de trazadores en la Zanja de Oxidación- Semana 12 de Monitoreo .....	6
<b>Tabla 31:</b> Resultados del ensayo de trazadores en la Zanja de Oxidación- Semana 16 de Monitoreo .....	7
<b>Tabla 32:</b> Determinación del Caudal – Etapa de Adaptación .....	8
<b>Tabla 33:</b> Determinación del Caudal de Ingreso – Semana 05- Semana 08.....	9
<b>Tabla 34:</b> Determinación del Caudal de Ingreso – Semana 09- Semana 12...	10
<b>Tabla 35:</b> Determinación del Caudal de Ingreso – Semana 13- Semana 16...	11
<b>Tabla 36:</b> Reporte de Temperatura / Etapa de Adaptación .....	12
<b>Tabla 37:</b> Reporte de Temperatura / Semana 04 y 05 .....	13
<b>Tabla 38:</b> Reporte de Temperatura / Semana 06 y 07 .....	14
<b>Tabla 39:</b> Reporte de Temperatura / Semana 08 y 09 .....	15
<b>Tabla 40:</b> Reporte de Temperatura / Semana 10 y 11 .....	16
<b>Tabla 41:</b> Reporte de Temperatura / Semana 12 y 13 .....	17
<b>Tabla 42:</b> Reporte de Temperatura / Semana 14 y 15 .....	18
<b>Tabla 43:</b> Reporte de Temperatura / Semana 16 .....	19
<b>Tabla 44:</b> Reporte de pH / Semana 01 .....	19
<b>Tabla 45:</b> Reporte de pH / Semana 02-03.....	20
<b>Tabla 46:</b> Reporte de pH/ Semana 04-05.....	21
<b>Tabla 47:</b> Reporte de pH / Semana 06-07.....	22
<b>Tabla 48:</b> Reporte de pH / Semana 08-09.....	23
<b>Tabla 49:</b> Reporte de pH / Semana 10-11.....	24
<b>Tabla 50:</b> Reporte de pH / Semana 12-13.....	25

<b>Tabla 51:</b> Reporte de pH / Semana 14-15.....	26
<b>Tabla 52:</b> Reporte de pH / Semana 16 .....	27
<b>Tabla 53:</b> Reporte de Conductividad / Semana 01-02.....	28
<b>Tabla 54:</b> Reporte de Conductividad / Semana 03-04.....	29
<b>Tabla 55:</b> Reporte de Conductividad / Semana 05-06.....	30
<b>Tabla 56:</b> Reporte de Conductividad / Semana 07-08.....	31
<b>Tabla 57:</b> Reporte de Conductividad / Semana 09-10.....	32
<b>Tabla 58:</b> Reporte de Conductividad / Semana 11-12.....	33
<b>Tabla 59:</b> Reporte de Conductividad / Semana 13-14.....	34
<b>Tabla 60:</b> Reporte de Conductividad / Semana 15-16.....	35
<b>Tabla 61:</b> Reporte de Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	36
<b>Tabla 62:</b> Reporte de Demanda Química de Oxígeno.....	37
<b>Tabla 63:</b> Reporte de Sólidos Suspendidos Totales.....	38
<b>Tabla 64:</b> Valores de Correlación de Pearson .....	81



## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Desempeño de la Planta de Casa Grande, Arizona.....	5
<b>Figura 2:</b> Depuración de Residuos Mediante el Sistema de Z.O.....	7
<b>Figura 3:</b> Composición Típica del Agua Residual Doméstica.....	8
<b>Figura 4:</b> Sistema Típico de Lodos Activados con Zanjas de Oxidación.....	9
<b>Figura 5:</b> Aplicación de Trazadores a un Reactor .....	11
<b>Figura 6:</b> Concentración del trazador en el efluente de un reactor.....	12
<b>Figura 7:</b> Curvas típicas de concentración del trazador en el efluente de reactores con diferentes características hidráulicas.....	13
<b>Figura 8:</b> Transmisión de Poleas con Correas .....	24
<b>Figura 9:</b> Volumen de la Zanja de Oxidación .....	34
<b>Figura 10:</b> Dimensiones de la Zanja de Oxidación.....	34
<b>Figura 11:</b> Volumen de la Zanja de Oxidación .....	38

## Índice de Gráficos

<b>Gráfico N. 1:</b> Tipología del Diseño de Investigación.....	18
<b>Gráfico N. 2:</b> Metodología de la Investigación.....	18
<b>Gráfico N.3:</b> Procedimiento para determinar el Tiempo de Retención Hidráulica.....	35
<b>Gráfico N. 4:</b> Procedimiento para determinar la DBO, DQO y SST.....	36
<b>Gráfico N. 5:</b> Procedimiento para determinar el pH, T <sup>0</sup> y Conductividad.....	36
<b>Gráfico N. 6:</b> Caudal de Ingreso a la Zanja de Oxidación-Etapa de Adaptación ..	41
<b>Gráfico N. 7:</b> Variación de la velocidad del Agua en la Zanja de Oxidación-Etapa de Adaptación .....	42
<b>Gráfico N. 8:</b> Variación de la Concentración del Trazador-Etapa de Adaptación .	43
<b>Gráfico N. 9:</b> Gráfica del Trazador-Método de Wolf y Resnick-Semana 04 .....	44
<b>Gráfico N. 10:</b> Comportamiento de la DBO a la Entrada-Etapa de Adaptación...	45
<b>Gráfico N. 11:</b> Comportamiento de la DBO a la Salida-Etapa de Adaptación .....	46
<b>Gráfico N. 12:</b> Comportamiento de la DQO a la Entrada-Etapa de Adaptación ...	47
<b>Gráfico N. 13:</b> Comportamiento de la DQO a la Salida-Etapa de Adaptación.....	48
<b>Gráfico N. 14:</b> Variación del pH Promedio -Etapa de Adaptación .....	49
<b>Gráfico N. 15:</b> Variación del pH Mínimo -Etapa de Adaptación.....	50
<b>Gráfico N. 16:</b> Variación del pH Máximo -Etapa de Adaptación .....	51
<b>Gráfico N. 17:</b> Variación del Temperatura Promedio -Etapa de Adaptación .....	52
<b>Gráfico N. 18:</b> Variación del Temperatura Mínima -Etapa de Adaptación.....	53
<b>Gráfico N. 19:</b> Variación del Temperatura Máxima -Etapa de Adaptación .....	54
<b>Gráfico N. 20:</b> Variación del Conductividad Promedio -Etapa de Adaptación .....	55
<b>Gráfico N. 21:</b> Variación del Conductividad Mínima -Etapa de Adaptación.....	56
<b>Gráfico N. 22:</b> Variación del Conductividad Máxima -Etapa de Adaptación.....	57
<b>Gráfico N. 23:</b> Variación del Caudal de Ingreso a la Zanja de Oxidación.....	58
<b>Gráfico N. 24:</b> Variación de la velocidad del Agua en la Zanja de Oxidación.....	59
<b>Gráfico N. 25:</b> Variación de la Concentración del Trazador- Semana 08.....	60
<b>Gráfico N. 26:</b> Gráfica del Trazador-Método de Wolf y Resnick-Semana 08 .....	61
<b>Gráfico N. 27:</b> Variación de la Concentración del Trazador- Semana 12.....	62
<b>Gráfico N. 28:</b> Gráfica del Trazador-Método de Wolf y Resnick-Semana 12 .....	63
<b>Gráfico N. 29:</b> Variación de la Concentración del Trazador- Semana 16.....	64
<b>Gráfico N. 30:</b> Gráfica del Trazador-Método de Wolf y Resnick-Semana 16 .....	65



<b>Gráfico N. 31:</b> Variación de la DBO a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida.....	66
<b>Gráfico N. 32:</b> Variación de la DQO a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida.....	67
<b>Gráfico N. 33:</b> Variación de los SST a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida.....	68
<b>Gráfico N. 34:</b> Variación del pH Promedio a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida .....	69
<b>Gráfico N. 35:</b> Variación del pH Mínimo a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida .....	70
<b>Gráfico N. 36:</b> Variación del pH Máximo a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida .....	71
<b>Gráfico N. 37:</b> Variación de la Temperatura Promedio a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida.....	72
<b>Gráfico N. 38:</b> Variación de la Temperatura Mínima a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida.....	73
<b>Gráfico N. 39:</b> Variación de la Temperatura Máxima a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida.....	74
<b>Gráfico N. 40:</b> Variación de la Conductividad Promedio a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida.....	75
<b>Gráfico N. 41:</b> Variación de la Conductividad Mínima a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida.....	76
<b>Gráfico N. 42:</b> Variación de la Conductividad Máxima a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida.....	77
<b>Gráfico N. 43:</b> Eficiencia Promedio de Remoción de la DBO, DQO y SST .....	78
<b>Gráfico N. 44:</b> Gráfica de la Línea Ajustada - Entrada Carga Orgánica DBO VS Tiempo .....	79
<b>Gráfico N. 45:</b> Gráfica de la Línea Ajustada - Salida Carga Orgánica DBO VS Tiempo .....	80
<b>Gráfico N. 46:</b> Gráfica de la Línea Ajustada - Eficiencia Carga Orgánica DBO VS Tiempo .....	81
<b>Gráfico N. 47:</b> Caja de Bigotes DBO - Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida .....	82

<b>Gráfico N. 48:</b> Gráfica de la Línea Ajustada - Entrada Carga Orgánica DQO VS Tiempo .....	83
<b>Gráfico N. 49:</b> Gráfica de la Línea Ajustada - Salida Carga Orgánica DQO VS Tiempo .....	84
<b>Gráfico N. 50:</b> Gráfica de la Línea Ajustada - Eficiencia Carga Orgánica DQO VS Tiempo .....	85
<b>Gráfico N. 51:</b> Caja de Bigotes DQO - Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida .....	86
<b>Gráfico N. 52:</b> Gráfica de la Línea Ajustada - Entrada Carga Orgánica SST VS Tiempo .....	87
<b>Gráfico N. 53:</b> Gráfica de la Línea Ajustada - Salida Carga Orgánica SST VS Tiempo .....	88
<b>Gráfico N. 54:</b> Gráfica de la Línea Ajustada - Eficiencia Carga Orgánica SST VS Tiempo .....	89
<b>Gráfico N. 55:</b> Caja de Bigotes SST - Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida .....	90
<b>Gráfico N. 56:</b> Caja de Bigotes pH - Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida.....	91
<b>Gráfico N. 57:</b> Caja de Bigotes de la Temperatura- Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida .....	92
<b>Gráfico N. 58:</b> Caja de Bigotes de la Conductividad- Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida .....	93
<b>Gráfico N. 59:</b> Gráfica de Colores – Caudal / Carga Orgánica DBO VS Eficiencia de Remoción .....	94
<b>Gráfico N. 60:</b> Gráfica de Colores – Velocidad / Carga Orgánica DBO VS Eficiencia de Remoción .....	95
<b>Gráfico N. 61:</b> Correlación de Pearson – Velocidad vs Eficiencia DBO .....	97
<b>Gráfico N. 62:</b> Correlación de Pearson – Caudal vs Eficiencia DBO.....	98
<b>Gráfico N. 63:</b> Correlación de Pearson – Carga Orgánica DBO vs Eficiencia DBO.....	100
<b>Gráfico N. 64:</b> Correlación de Pearson – Velocidad vs Eficiencia DQO.....	101
<b>Gráfico N. 65:</b> Correlación de Pearson – Caudal vs Eficiencia DQO .....	103
<b>Gráfico N. 66:</b> Correlación de Pearson – Carga Orgánica DQO vs Eficiencia DQO.....	104

## Índice de Fotos

<b>Foto 1:</b> Cámara de Rejas Manual.....	19
<b>Foto 2:</b> Sedimentador Primario Circular .....	20
<b>Foto 3:</b> Zanja de Oxidación .....	20
<b>Foto 4:</b> Limpieza de las Unidades Piloto .....	21
<b>Foto 5:</b> Pintado de la Zanja de Oxidación .....	22
<b>Foto 6:</b> Cambio de Paletas del Sistema de Aireación .....	22
<b>Foto 7:</b> Cambio de Poleas .....	24
<b>Foto 8:</b> Tablero de Control Eléctrico.....	26
<b>Foto 9:</b> Cambio de Programación de Funcionamiento de las Paletas.....	28
<b>Foto 10:</b> Puntos de Monitoreo .....	30
<b>Foto 11:</b> Situación Inicial y Diagnóstico de la Planta Piloto .....	39
<b>Foto 12:</b> Limpieza del Sedimentador Primario Circular .....	39
<b>Foto 13:</b> Limpieza de la Zanja de Oxidación .....	40
<b>Foto 14:</b> Limpieza del Pre Sedimentador y Sedimentador Circular .....	40
<b>Foto 15:</b> Limpieza de la Cámara de Rejas Manual y de los Vertederos .....	41
<b>Foto 16:</b> Pintado de la Zanja de Oxidación .....	41
<b>Foto 17:</b> Cambio de Válvula del Caudal de Ingreso a la Zanja.....	42
<b>Foto 18:</b> Cambio de las Paletas de Aireación.....	42
<b>Foto 19:</b> Construcción para la Base del Motor Eléctrico.....	43
<b>Foto 20:</b> Instalación de Nuevas Poleas .....	43
<b>Foto 21:</b> Prueba Hidráulica y Puesta en Marcha de la Zanja de Oxidación ....	44
<b>Foto 22:</b> Semana 01 - Adaptación.....	45
<b>Foto 23:</b> Semana 02 - Adaptación.....	45
<b>Foto 24:</b> Cambio de los Tiempos de Funcionamiento del Motor Eléctrico.....	46
<b>Foto 25:</b> Semana 03 – Adaptación .....	46
<b>Foto 26:</b> Aforo del Caudal de Ingreso a la Zanja de Oxidación .....	47
<b>Foto 27:</b> Multiparámetro HI98130-HANNA .....	47
<b>Foto 28:</b> Calibración del Multiparámetro HI98130-HANNA .....	48
<b>Foto 29:</b> Mantenimiento y Limpieza de la Zanja de Oxidación-Adaptación .....	48
<b>Foto 30:</b> Muestras de los 4 puntos- Semana 03 de Adaptación .....	49
<b>Foto 31:</b> Semana 04- Adaptación.....	49
<b>Foto 32:</b> Muestras de los 4 puntos- Semana 05.....	50

<b>Foto 33:</b> Semana 05 de Muestreo .....	50
<b>Foto 34:</b> Semana 06 de Muestreo .....	51
<b>Foto 35:</b> Semana 07 de Monitoreo .....	51
<b>Foto 36:</b> Formación de Biomasa- Semana 07 .....	52
<b>Foto 37:</b> Semana 08 de Monitoreo .....	52
<b>Foto 38:</b> Formación de Biomasa – Semana 08 .....	53
<b>Foto 39:</b> Semana 09 de Monitoreo .....	53
<b>Foto 40:</b> Semana 10 de Monitoreo .....	54
<b>Foto 41:</b> Semana 11 de Monitoreo .....	54
<b>Foto 42:</b> Semana 12 de Monitoreo .....	55
<b>Foto 43:</b> Semana 13 de Monitoreo .....	55
<b>Foto 44:</b> Muestras de los 4 puntos – Semana 13 .....	56
<b>Foto 45:</b> Semana 14 Monitoreo .....	56
<b>Foto 46:</b> Formación de la Biomasa-Semana 14 .....	57
<b>Foto 47:</b> Semana 15 de Monitoreo .....	57
<b>Foto 48:</b> Semana 16 de Monitoreo .....	58
<b>Foto 49:</b> Toma de Muestras al Ingreso de la Zanja .....	59
<b>Foto 50:</b> Toma de Muestra en el Carril 1 de la Zanja (P-01 Z.O) .....	60
<b>Foto 51:</b> Toma de Muestra en el Carril 2 de la Zanja (P-02 Z.O) .....	60
<b>Foto 52:</b> Toma de Muestra a la Salida de la Zanja .....	61
<b>Foto 53:</b> Medición de Parámetros de Campo .....	61
<b>Foto 54:</b> Medición de la Velocidad del Agua en la Zanja .....	62
<b>Foto 55:</b> Análisis y Medición de DQO .....	62
<b>Foto 56:</b> Preparación de Viales para la medición de DQO .....	63
<b>Foto 57:</b> Llenado de Cadena de Custodia y Recepción de Muestras .....	63
<b>Foto 58:</b> Ingreso de Muestras al Laboratorio de Calidad Ambiental-UNASAM .....	64
<b>Foto 59:</b> Centro Experimental Tuyu Ruri - Marcará .....	64
<b>Foto 60:</b> pH a la entrada y a la salida de la Z.O. Semana 01-de Adaptación ..	65
<b>Foto 61:</b> pH a la entrada y salida de la Z.O. Semana 02 de Adaptación .....	65
<b>Foto 62:</b> pH y Temperatura a la entrada y salida – Semana 02 .....	66
<b>Foto 63:</b> Conductividad y Temperatura a la entrada y salida – Semana 02 ....	66
<b>Foto 64:</b> pH y Temperatura – Semana 03 .....	67



<b>Foto 65:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 03 .....	67
<b>Foto 66:</b> pH y Temperatura – Semana 04 .....	68
<b>Foto 67:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 04 .....	68
<b>Foto 68:</b> pH y Temperatura – Semana 05 .....	69
<b>Foto 69:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 05 .....	69
<b>Foto 70:</b> pH y Temperatura – Semana 06 .....	70
<b>Foto 71:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 06 .....	70
<b>Foto 72:</b> pH y Temperatura – Semana 07 .....	71
<b>Foto 73:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 07 .....	71
<b>Foto 74:</b> pH y Temperatura – Semana 08 .....	72
<b>Foto 75:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 08 .....	72
<b>Foto 76:</b> pH y Temperatura – Semana 09 .....	73
<b>Foto 77:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 09 .....	73
<b>Foto 78:</b> pH y Temperatura – Semana 10 .....	74
<b>Foto 79:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 10 .....	74
<b>Foto 80:</b> pH y Temperatura – Semana 11 .....	75
<b>Foto 81:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 11 .....	75
<b>Foto 82:</b> pH y Temperatura – Semana 12 .....	76
<b>Foto 83:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 12 .....	76
<b>Foto 84:</b> pH y Temperatura – Semana 13 .....	77
<b>Foto 85:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 13 .....	77
<b>Foto 86:</b> pH y Temperatura – Semana 14 .....	78
<b>Foto 87:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 14 .....	78
<b>Foto 88:</b> pH y Temperatura – Semana 15 .....	79
<b>Foto 89:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 15 .....	79
<b>Foto 90:</b> pH y Temperatura – Semana 16 .....	80
<b>Foto 91:</b> Conductividad y Temperatura – Semana 16 .....	80

## RESUMEN

El principal problema que actualmente se tiene, respecto a las aguas residuales domésticas, es que no tienen un tratamiento adecuado, y su disposición final suele ser en los cuerpos de agua; sean los ríos, las lagunas o el mar. La finalidad de esta investigación fue determinar si el comportamiento hidráulico en una Zanja de Oxidación, tiene influencia directa en la remoción de materia orgánica, y verificar si esta alternativa de tratamiento es eficiente.

La investigación consistió en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, empleando una Zanja de Oxidación, en el Centro Experimental de Tuyu Ruri, en Marcará; la cual duró 16 semanas. Los puntos de monitoreo fueron 4; a la entrada de la Zanja de Oxidación, en el Carril N°01 (P-01 Z.O.), en el Carril N°02 (P-02 Z.O.) y a la salida de esta. Los parámetros de campo que se monitorearon fueron la temperatura, el pH y la conductividad; diariamente, 3 veces al día. Los parámetros que se midieron en laboratorio fueron la Demanda Bioquímica de Oxígeno, la Demanda Química de Oxígeno y los Sólidos Suspendidos Totales; los resultados de estos parámetros fueron reportados una vez a la semana.

El caudal de tratamiento que se registró durante la investigación, varió entre un mínimo de  $0,523\text{m}^3/\text{d}$  y un máximo de  $0,605\text{m}^3/\text{d}$ . El giro de velocidad de las paletas fue controlado por un motor eléctrico, dándole una velocidad al agua de  $0,165\text{m}/\text{seg}$  hasta  $0,187\text{m}/\text{seg}$ , esta velocidad fue posible alcanzarla teniendo un giro de rotación de las paletas de  $31,43\text{RPM}$ , calculado en gabinete; obteniéndose mayores porcentajes de remoción de materia orgánica, que van desde  $95,11\%$  hasta un  $99,24\%$ ; a velocidades que se encontraron entre  $0,172\text{m}/\text{s}$  y  $0,177\text{m}/\text{s}$ .

Se realizaron 4 ensayos para el Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) con un caudal de ingreso para los ensayos de  $1\text{m}^3/\text{d}$ , utilizando como trazador la sal. Los 2 primeros ensayos fueron realizados en la 4ta y 8va semana de la investigación, con un tiempo de aireación de las paletas de 45min en funcionamiento y 30min de descanso, obteniendo un TRH de 12horas con 40 minutos. Los siguientes 2 ensayos, fueron realizados en la 12va y 16va semana de investigación, con un tiempo de aireación de las paletas de 60min en funcionamiento y 30min de descanso, obteniendo un TRH de 11horas con 40

minutos. Se presentó un flujo estable ideal durante el tratamiento, también se determinó el porcentaje de flujo pistón, flujo mezclado y espacios muertos.

La temperatura registrada al ingreso de la zanja de oxidación, estuvo entre 14,30°C y 21,70°C, dentro de la zanja, la temperatura que varió entre 12,00°C y 18,60°C y a la salida se registró un valor de 11,40°C hasta 17,30°C. Respecto a la conductividad, al ingreso de la zanja varió entre 0,73mS y 1,33mS, en el interior de la Zanja, entre 0,58mS y 1,12mS y a la salida una conductividad de 0,54mS hasta 0,84mS. EL pH, al ingreso de la zanja varió entre 6,08 y 7,98 al interior de la Zanja, entre 7,25 y 8,20 y a la salida un pH de 7,29 hasta 8,28.

Los porcentajes de remoción de materia orgánica en función a la DBO, DQO y a los SST, fueron de 91,74%, 89,75% y 88,24%; respectivamente. Para el tratamiento estadístico de los datos, se empleó el método de Pearson, obteniendo valores que nos permiten concluir de que las condiciones hidráulicas sí influyen directamente en la remoción de materia orgánica y que el tratamiento para aguas residuales domésticas en Zanjas de Oxidación, sí es efectiva.

**Palabras Claves:** Materia Orgánica, Zanja de Oxidación, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendedos Totales, Tiempo de Retención Hidráulica, Velocidad del Agua.

## ABSTRACT

The main problem that currently exists, with respect to domestic wastewater, is that it does not have an adequate treatment, and its final disposal is usually in bodies of water; be it rivers, lagoons or the sea. The purpose of this investigation was to determine if the hydraulic behavior in an Oxidation Ditch has a direct influence on the removal of organic matter, and to verify if this treatment alternative is efficient.

The research consisted of the treatment of domestic wastewater, using an Oxidation Ditch, at the Tuyu Ruri Experimental Center, in Marcará; which lasted 16 weeks. The monitoring points were 4; at the entrance of the Oxidation Ditch, in Lane No. 01 (P-01 Z.O.), in Lane No. 02 (P-02 Z.O.) and at its exit. The field parameters that were monitored were temperature, pH and conductivity; daily, 3 times a day. The parameters that were measured in the laboratory were the Biochemical Oxygen Demand, the Chemical Oxygen Demand and the Total Suspended Solids; the results of these parameters were reported once a week.

The treatment flow that was recorded during the investigation varied between a minimum of  $0.523\text{m}^3/\text{d}$  and a maximum of  $0.605\text{m}^3/\text{d}$ . The speed rotation of the paddles was controlled by an electric motor, giving the water a speed of  $0.165\text{m}/\text{sec}$  up to  $0.187\text{m}/\text{sec}$ , this speed was possible to reach having a rotation of the paddles of  $31.43\text{RPM}$ , calculated in cabinet; obtaining higher percentages of organic matter removal, ranging from  $95.11\%$  to  $99.24\%$ ; at speeds that were between  $0.172\text{m}/\text{s}$  and  $0.177\text{m}/\text{s}$ .

Four tests were carried out for the Hydraulic Retention Time (HRT) with an inlet flow for the tests of  $1\text{m}^3/\text{d}$ , using salt as a tracer. The first 2 tests were carried out in the 4th and 8th week of the investigation, with a 45min aeration time of the blades in operation and 30min of rest, obtaining a HRT of 12 hours and 40 minutes. The following 2 tests were carried out in the 12th and 16th week of the investigation, with an aeration time of the blades of 60min in operation and 30min of rest, obtaining a HRT of 11 hours and 40 minutes. An ideal stable flow was presented during the treatment, the percentage of plug flow, mixed flow and dead spaces were also determined.

The temperature registered at the entrance of the oxidation ditch was between  $14.30^\circ\text{C}$  and  $21.70^\circ\text{C}$ , inside the ditch, the temperature that varied

between 12.00°C and 18.60°C and at the exit was it registered a value from 11.40°C to 17.30°C. Regarding the conductivity, at the entrance of the trench it varied between 0.73mS and 1.33mS, inside the Trench, between 0.58mS and 1.12mS and at the exit a conductivity of 0.54mS to 0.84mS. The pH, at the entrance of the ditch, varied between 6.08 and 7.98 inside the Ditch, between 7.25 and 8.20 and at the exit a pH of 7.29 to 8.28.

The organic matter removal percentages based on BOD, COD and TSS were 91.74%, 89.75% and 88.24%; respectively. For the statistical treatment of the data, the Pearson method was used, obtaining values that allow us to conclude that the hydraulic conditions do directly influence the removal of organic matter and that the treatment for domestic wastewater in Oxidation Ditches is effective.

**Key words:** Organic Matter, Oxidation Ditch, Biochemical Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand, Total Suspended Solids, Hydraulic Retention Time, Water Velocity.

## I INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales domésticas, son líquidos provenientes de las viviendas, edificaciones e instituciones (Romero Rojas J. , 2004); que escasamente son tratadas antes de ser vertidas. Como alternativa de solución, esta investigación presenta una propuesta de diseño para el tratamiento de aguas residuales domésticas, empleando una Zanja de Oxidación sin recirculación de lodos, utilizando paletas de platina, que garantizan un adecuado proceso de aireación, presentando también zonas anóxicas; todo con la finalidad de remover materia orgánica.

La Zanja de Oxidación, es un proceso de lodos activados con aireación prolongada, que permite una aireación y mezcla adecuada; mediante el uso de aireadores mecánicos o cepillos giratorios, y que no incluye sedimentación primaria (Romero Rojas J. , 2004).

Para este estudio, se ha determinado la variación de velocidades, tiempo de retención hidráulica, cargas orgánicas, parámetros de campo y de laboratorio; que fueron medidos a la entrada, en el interior (P-01 Z.O., P-02 Z.O.) y a la salida de la Zanja de Oxidación, y que se muestran en el capítulo IV de Resultados; con el fin de contrastar sí el comportamiento hidráulico afecta de manera directa en la remoción de materia orgánica durante el tratamiento de aguas residuales domésticas, y ver cuán eficiente es emplear esta nueva alternativa.

Esta investigación lo que plantea es mejorar las alternativas tecnológicas de tratamiento de aguas residuales existentes a nivel nacional, y que las conclusiones que se muestran en esta investigación, sean apropiadas para el desarrollo de algún proyecto de investigación de ingeniería y también puedan ser adaptadas y empleadas de acuerdo a las condiciones geográficas, en otras zonas, a nivel regional y nacional.



## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 *General*

Determinar el comportamiento hidráulico en la remoción de materia orgánica de aguas residuales en la zanja de oxidación anóxica.

### 1.1.2 *Específicos*

- ✓ Evaluar las condiciones hidráulicas de operación del proceso anóxico considerando criterios de diseño.
- ✓ Caracterizar el afluente residual para conocer la cantidad de materia orgánica a remover.
- ✓ Determinar las eficiencias logradas en la remoción y variación de materia orgánica al término del proceso anóxico.

## 1.2 HIPÓTESIS

El comportamiento hidráulico influirá de manera directa en la remoción de materia orgánica en la zanja de oxidación anóxica.

## 1.3 VARIABLES

### 1.3.1 *Variable Independiente*

Comportamiento Hidráulico en la Zanja de Oxidación Anóxica.

### 1.3.2 *Variable Dependiente*

Remoción de Materia Orgánica en Aguas Residuales.

### 1.3.3 Operacionalización de Variables

Tabla 1: Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
<b>Independiente</b>					
<b>Comportamiento Hidráulico en Zanja de Oxidación Anóxica</b>	Una zanja de oxidación es una modificación del sistema de tratamiento biológico con lodos activados donde utiliza un tiempo extenso de retención de sólidos para la remoción de compuestos orgánicos biodegradables (Environmental Protection Agency, 1999). Dándose un proceso anóxico (en ausencia de oxígeno), en las partes externas de la Z.O (Buitrón Méndez, 2016).	Condiciones de operación hidráulica dentro de la zanja de oxidación anóxica y el comportamiento de las condiciones de reacción químicas y biológicas, en la depuración del agua.	Condiciones Hidráulicas de Operación	Caudal	m <sup>3</sup> /día
				Volumen	m <sup>3</sup>
				Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)	Horas
				Carga Volumétrica	Kg/m <sup>3</sup> *día
				Velocidad	m/seg
<b>Dependiente</b>					
Remoción de Materia Orgánica en Aguas Residuales	El proceso de Tratamiento Biológico se basa en la capacidad que tienen los microorganismos para metabolizar y convertir la materia orgánica, en tejido celular nuevo (Metcalf & Eddy, 2003). En este tipo de tratamientos biológicos, el oxígeno es primordial, debido a que su ausencia o presencia va a condicionar a los microorganismos que se encargarán de degradar y eliminar la materia orgánica que esté presente en el agua residual (Ramalho, 2003).	Se medirá la cantidad de materia orgánica al inicio, durante el proceso y a la salida del tratamiento, para comprobar su remoción.	Características del Efluente	DBO	mg/l DBO5
				DQO	mg/l DQO
				SST	mg/l SST
				pH	Und. Ph
				Temperatura	°C
				Conductividad	mS/cm-1

## II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1 A Nivel Internacional

**“ANÁLISIS DE ZANJAS DE OXIDACIÓN COMO TECNOLOGÍA DE REMOCIÓN BIOLÓGICA DE NUTRIENTES EN EL ESTADO DE TABASCO”**, su principal objetivo fue identificar que plantas de tratamiento utilizan zanjas de oxidación para remover contaminantes de las aguas residuales; para lo cual realizaron un inventario de todas las que están en funcionamiento, en México, cuál es su población servida y el caudal que tratan. Esa información fue procesada y permitió comparar procesos de costos, construcción, operación, mantenimiento y efectividad. La primera zanja de oxidación construida, data alrededor de los años 1984-1986, ahí observaron que las zanjas de oxidación con canales tipo carrusel eran las más utilizadas para caudales elevados, logrando tiempos de residencia hidráulica entre 24 y 38 h, siendo lo recomendable para que se dé una adecuada la remoción de la materia orgánica y un proceso de desnitrificación, teniendo en cuenta una profundidad del canal superior a los 3m. En cuanto al costo comparativo de la construcción, operación y mantenimiento de todas las plantas que utilizan un proceso convencional de lodos activados, son más económicas las Z.O., además de que los lodos activados convencionales, no tienen la capacidad para remover nutrientes, ya que carecen de zonas anóxicas. Tras realizar este análisis, concluyeron que el uso de Z.O. para el tratamiento de efluentes residuales, ayuda a controlar la eutroficación de ecosistemas acuáticos, además de presentar una eficiencia de remoción para la DBO<sub>5</sub> superior al 95 % y reduce la producción de cloraminas en el efluente tratado, ya que pueden eliminar el nitrógeno presente en el agua residual doméstica (Martínez Rodríguez & Rodríguez Rodríguez, 2016).

**“EL SISTEMA DE ZANJAS DE OXIDACIÓN COMO UNA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO EN MÉXICO”**, tuvo como objetivo principal analizar el sistema de zanja de oxidación como alternativa de tratamiento biológico, y compararlo con los procesos de lagunas de estabilización y lodos activados, referente a costos, operación, mantenimiento y efectividad del tratamiento. Los resultados muestran que el sistema de Z.O. es muy efectivo con respecto a los sistemas convencionales de lodos activados y otros sistemas biológicos de tratamiento. El costo anual de operación de plantas de tratamiento con zanjas de

oxidación, es mucho menor que el costo de otros procesos de tratamiento. Para verificar la eficiencia en la remoción de contaminantes, se tomaron en cuenta los parámetros de la DBO<sub>5</sub> y SST. El desempeño promedio de estas plantas de tratamiento indica que las Z.O logran una remoción de DBO, sólidos suspendidos y nitrógeno amoniacal (NH<sub>3</sub>) por encima del 90%, teniendo la capacidad de producir efluentes de alta calidad en términos de DBO, SST y nitrógeno amoniacal, debido a que operan como sistemas de aireación extendida, generando una menor cantidad de desecho y un mayor grado de estabilización, respecto a la mayoría de los tratamientos biológicos (Rojas Suazo, 2012).

En el estudio “**EVALUACIÓN DE ZANJAS DE OXIDACIÓN PARA REMOCIÓN DE NUTRIENTES**” se recolectaron datos de 17 plantas que para su tratamiento emplean zanjas de oxidación, donde el caudal de diseño promedio fue de 378 y 45,425m<sup>3</sup>/d. Los resultados señalan que las zanjas de oxidación logran una remoción del más del 90% de DBO, sólidos suspendidos y el nitrógeno amoniacal, todo esto fue evaluado en la Planta de Casa Grande-Arizona (EPA, 1991), que entró en operación en 1996. El sistema se diseñó para tratar un caudal de 15,142 m<sup>3</sup>/d, donde se empleó una zona anóxica previa a la zona aeróbica en cada tren de tratamiento con la finalidad de lograr la desnitrificación. Con parámetros de diseño del afluente de 270 mg/L de DBO, 300 mg/L de SST y 45 mg/L de nitrógeno total Kjeldhal, la planta logró cumplir con los objetivos de descarga del efluente de 10 mg/L de DBO, 15 mg/L de SST, y 1.0 mg/L de nitrógeno en forma de amoníaco y 5.0 mg/L en forma de nitratos; (Figura 1) (Environmental Protection Agency, 1999).

**Figura 1:** Desempeño de la Planta de Casa Grande, Arizona

	Promedio mensual del afluente (mg/L)	Promedio mensual del efluente (mg/L)	Porcentaje de remoción (%)
DBO	226	8.86	96
SST	207	5.23	97
N total	34.5	1.99	94

Fuente: City of Casa Grande, AZ, 1999

**Fuente:** Folleto Informativo de Tecnología de Aguas Residuales Zanjas de Oxidación (Environmental Protection Agency, 1999).

**“EL USO DE ZANJAS DE OXIDACION EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS CLOACALES PROCEDENTES DE COLECTIVIDADES PEQUEÑAS”**, (Baars, 1963) menciona que: “El crecimiento de la población y el avance de la industria ha aumentado el volumen de las aguas residuales. En muchos lugares, donde hasta la fecha, el tratamiento es diluir estas aguas en las aguas superficiales, (Baars, 1963) recomienda que se deberían de tomar otras medidas, como la aplicación de un tratamiento biológico completo”.

En esta investigación (Baars, 1963) enfatiza que “para el tratamiento de las aguas servidas se debe utilizar zanjas de oxidación, pero teniendo en cuenta ciertas consideraciones generales, por ejemplo, deben de funcionar a una velocidad de 25 a 30 cm/seg, a fin de que los flóculos de lodo permanezcan en suspensión”.

En este proyecto, se eligió una especie de molinete para el proceso de aeración y propulsión, que no solo permite que grandes cantidades de oxígeno penetren en el agua, sino que también permite poner la mezcla líquida que se trata a la velocidad deseada. Cuando se desee tratar aguas con una DBO muy elevada, es necesario suministrar grandes cantidades de oxígeno y es indispensable una gran profundidad de inmersión, y cuando se va a utilizar una sola zanja, ésta tendrá que desempeñar dos funciones: la de aeración y la de clarificación; y ambos procesos deben de alternarse, a esto se le conoce como sistema intermitente (Baars, 1963).

Una instalación típica de este tipo es la de Voorschoten, en la que se depuran las aguas cloacales domésticas de hasta 360 habitantes en una zanja de 120m<sup>3</sup> de capacidad, donde el efluente tiene una DBO de unas 10 ppm (Baars & Muskat, 1959).

En 1956, el Instituto de Aguas Residuales Agrícolas, realizó la inauguración de un piloto para el tratamiento de residuos líquidos de una industria lechera. El valor de la DBO del agua entrante fue, aproximadamente, de 200 ppm, y su valor en el efluente fue de 5 a 10ppm (Baars, 1963).

Las Minas del Estado, que se encuentran ubicadas en los países bajos, registra que a sus unidades de tratamiento llegan aguas residuales con más de 200ppm de fenol, y cerca de 35ppm de sulfocianuro. Para tratar estas aguas, se construyó una zanja aproximadamente de 450m<sup>3</sup> con paletas de 5m de largo,

permitiendo dar una velocidad al agua de 30cm/seg hasta 40cm/seg (Figura 2) (Baars, 1963).

**Figura 2:** *Depuración de Residuos Mediante el Sistema de Z.O.*

Compuestos (p.p.m.)	Afluente	Efluente	Porcentaje de purificación
Fenol	241	1,82	99,3
DBO <sub>5</sub> <sup>20</sup> . . . . .	639	30	95,2
COD . . . . .	1.312	179	86,2
CNS' . . . . .	38,5	0,0	100
NH <sub>4</sub> . . . . .	364	259	
NO <sub>2</sub> . . . . .	36,9	105,3	
NO <sub>3</sub> . . . . .	30,8	119	
Temperatura (°C.)	33,4	17,8	
pH . . . . .	7,9	7,4	
Carga diaria 156 m. <sup>3</sup> . . . . .			

**Fuente:** El uso de zanjas de oxidación en el tratamiento de aguas cloacales procedentes de colectividades pequeñas (Baars, 1963).

Finalmente, (Baars, 1963) concluye que: El sistema de zanjas de oxidación ofrece, con respecto a las aguas residuales domésticas, un medio de depuración muy conveniente para las comunidades pequeñas; y respecto a la depuración de los desechos industriales, estos sistemas toleran cargas máximas de compuestos tóxicos mucho mejor que los sistemas convencionales.

## 2.2 Bases Teóricas de la Investigación (Fundamentación de la investigación)

### 2.2.1 Agua Residual Doméstica

Es definida por (Seoanez, 1995) cómo: “Todos aquellos líquidos que provienen de las actividades humanas y que llevan en su composición un gran porcentaje de sólidos, y que en su gran mayoría son vertidos a los cuerpos de agua”.

Según la (OS-090, 2006) las aguas residuales domésticas son: “Líquidos provenientes de viviendas, residencias, generadas a consecuencias de las actividades humanas”.



### 2.2.1.1 Características del Agua Residual Doméstica.

La caracterización de un agua residual doméstica está definida como: “La determinación de un conjunto de parámetros que son necesarios para el diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales o para su control” (Oyarce Alvarez, 2021).

#### ✓ Características Biológicas

“El agua residual doméstica está compuesta por diversas sustancias (químicas y biológicas), que son dañinas para el ser humano y que han sido utilizadas o manipuladas de alguna manera sin importar que su origen sea doméstico, industrial, pecuaria, agrícola o recreativa” (Pulido & Miranda, s.f.).

“La materia orgánica presente en las aguas residuales es degradada por los microorganismos, que pueden o no utilizar oxígeno disuelto” (Huamán M., Depaz K., & Rosas Y., 2022)

Composición Típica del Agua Residual Doméstica (Figura 3).

**Figura 3:** Composición Típica del Agua Residual Doméstica

CONTAMINANTES	CONCENTRACION		
	Débil	Media	Fuerte
Sólidos totales (ST) (mg/l)	350	720	1200
Sólidos disueltos totales (ST) (mg/l)	250	500	850
Sólidos en suspensión (SS) (mg/l)	100	220	350
Sólidos sedimentables (ml/l)	5	10	20
DBOs (mg/l)	110	220	440
DQO (mg/l)	250	500	1000
Carbono orgánico total (COT) (mg/l)	80	160	290
Nitrógeno total (mg/l)	20	40	85
Fósforo total (mg/l)	4	8	15
Cloruros (mg/l)	30	50	100
Sulfato (mg/l)	20	30	50
Alcalinidad (mg/l)	50	100	200
Grasa (mg/l)	50	100	150
Coliformes totales (UFC/100 ml)	$10^6$ - $10^7$	$10^7$ - $10^8$	$10^7$ - $10^9$
Compuestos orgánicos volátiles (µg/l)	<100	100-400	>400

**Fuente:** Tanque Baffled para el Tratamiento Primario de Agua Residual Doméstica (Oyarce Alvarez, 2021).

### 2.2.1.2 Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.

“Las aguas residuales son tratadas con la finalidad de remover el material contaminante presente en ellas, y así alcanzar la calidad del agua tratada requerida

según normativa, para que esta pueda ser reusada o descargada a los cuerpos receptores de agua” (Oyarce Alvarez, 2021).

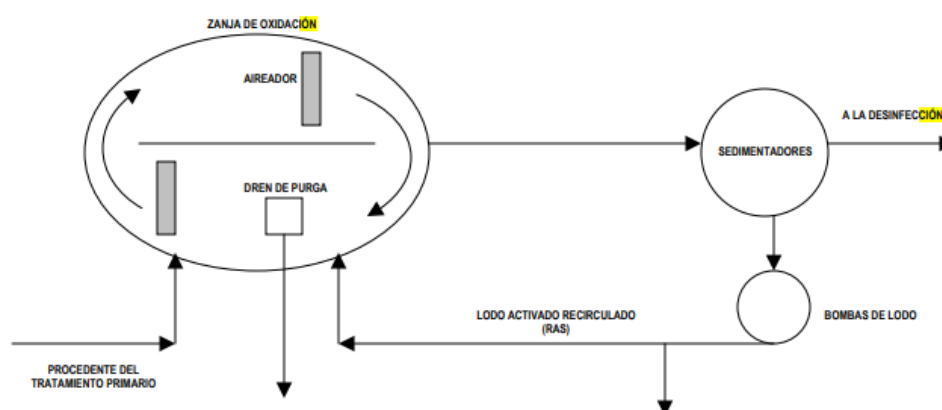
“Hay distintos procesos para el tratamiento de las aguas residuales, estos pueden ser empleando reactivos químicos o energía eléctrica; el cual dependerá de la tecnología seleccionada y la zona, sumándose a esto los costos de operación” (Noyola, Morgan, & Guereca, 2013).

### 2.2.2 Zanjas de Oxidación

El sistema de zanjas de oxidación fue desarrollado en Holanda en el año 1953, con el objetivo de proporcionar un proceso de tratamiento que sea fácil de operar y de bajo costo, para poder cumplir con los requerimientos de manejo de vertidos municipales e industriales de una comunidad pequeña (Rojas Vargas, 1990).

La zanja de oxidación, es la modificación de un sistema biológico de tratamiento para aguas residuales con lodos activados, donde el tiempo de retención de los sólidos para la remoción de los compuestos orgánicos biodegradables es extenso. Los sistemas de tratamiento típicos con zanjas de oxidación generalmente tienen una forma de óvalo, tanque y/o anillo. Por esta razón las zanjas de oxidación se denominan comúnmente con reactores de tipo carrusel (Figura 4) (Environmental Protection Agency, 1999).

**Figura 4:** Sistema Típico de Lodos Activados con Zanjas de Oxidación



**Fuente:** (Parsons Engineering Science, 2000).

El uso de zanjas de oxidación es adecuado para pequeñas y grandes ciudades, y constituyen una forma especial de aeración prolongada, donde los costos de instalación son bajos, porque el uso de decantación primaria no es

necesario y el lodo estabilizado en el proceso puede ser vertido directamente en lechos de secado. Este tipo de tratamiento es simple de operar y capaz de absorber variaciones bruscas de carga (OS-090, 2006).

Los aireadores pueden instalarse fijos o flotantes, para suministrar suficiente velocidad dentro de la zanja, generalmente mayor a 0.30 m/s, con la finalidad de mantener el nivel de oxígeno disuelto requerido. Las zanjas de oxidación, adecuadamente diseñado y operado, muestra remociones promedio de DBO y SST mayores al 85% en aguas residuales municipales (Romero Rojas J. , 1999).

### **2.2.3 Comportamiento Hidráulico**

#### **2.2.3.1 Tiempo de Retención Hidráulica (TRH).**

“El TRH es el periodo de tiempo que el agua permanece en una unidad de tratamiento, teniendo un efecto significativo en el costo de capital del sistema” (Oyarce Alvarez, 2021).

En las plantas de tratamiento se dan procesos que ocurren muy rápidamente y también con mucha lentitud. Para lo cual es importante contar con tiempos de retención o periodos de contacto cortos o largos para lograr la transferencia o las reacciones necesarias para realizar un adecuado tratamiento, este tiempo es el que tardaría una partícula cualquiera del fluido en entrar y salir de la unidad (Maldonado Yactayo, 1992).

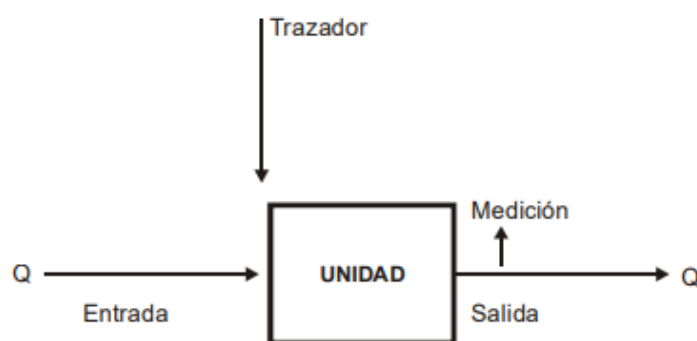
Los resultados obtenidos por (Nasr , Doma, & Nassar, 2008), indican que “Mientras mayor sea el TRH, el porcentaje de remoción en DQO, DBO, sólidos totales, serán más favorables. Los rangos de TRH que utilizó fueron entre 8 horas y 24 horas, teniendo un 82 % de remoción en DQO a las 24 horas”.

$$t_o = \frac{V(m^3)}{Q(\frac{m^3}{h})} \dots (1)$$

#### **2.2.3.2 Ensayo de Trazadores.**

Para visualizar el funcionamiento de una unidad desde el punto de vista hidráulico, es conveniente utilizar una sustancia trazadora (sal, colorantes) que pueda ser aplicada en la entrada de la unidad, y seguidamente se comience a registrar la concentración del trazador a la salida de esta, la aplicación del trazador puede hacerse en forma continua o instantánea (Maldonado Yactayo, 1992).

**Figura 5:** Aplicación de Trazadores a un Reactor



**Fuente:** Análisis de flujos y factores que determinan los periodos de retención (Maldonado Yactayo, 1992).

### 2.2.3.3 Dosificación de Forma Continua.

Se aplica una concentración ( $C_0$ ) a la entrada de la unidad en evaluación en un tiempo muy corto (Maldonado Yactayo, 1992).

En la dosificación instantánea, la concentración ( $C_0$ ) que se escoja debe ser fácil de determinar. Para el caso del uso del ion cloruro (sal) como trazador, es común usar concentraciones de entre 30 y 50 mg/L (Maldonado Yactayo, 1992).

La cantidad de trazador  $P$  (kg) que se necesita añadir al reactor en evaluación está dada por la siguiente ecuación:

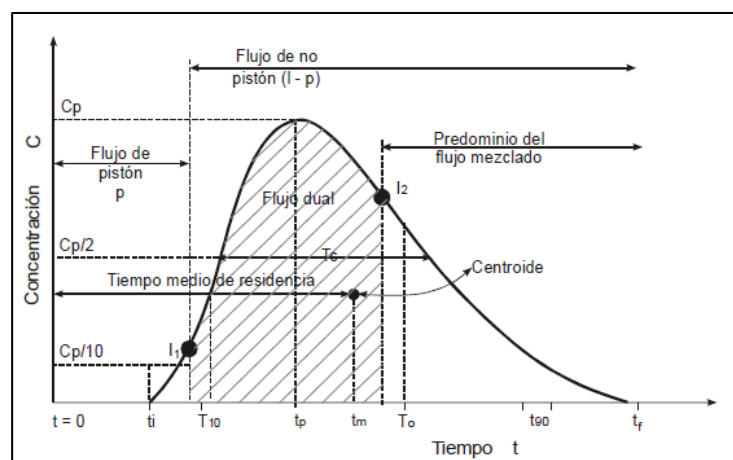
$$P = \frac{V \times K \times C_0}{I \times 10^3}$$

Donde:

- ✓  $P$  = peso del trazador por añadir al reactor (kg)
- ✓  $V$  = volumen útil del reactor  $m^3$
- ✓  $K$  = constante de corrección
- ✓  $C_0$  = concentración, mg/L o  $g/m^3$
- ✓  $I$  = grado de pureza del trazador, fracción de la unidad

$$K = \frac{\text{Peso de NaCl}}{\text{Peso Cl}} = \frac{23 + 35,5}{35,5} = 1,65$$

**Figura 6:** Concentración del trazador en el efluente de un reactor



**Fuente:** Análisis de flujos y factores que determinan los periodos de retención (Maldonado Yactayo, 1992).

**Tabla 2:** Parámetros Principales para la Determinación del Tipo de Flujo

Relación	Flujo Pistón	Flujo Mezclado Ideal	Flujo Estable Ideal	Presencia de Corto Circuitos
$t_i/t_o$	1	$< 0,3$	$< 0,3$	-
$t_m/t_o$	-	-	-	$< 1$
$t_p/t_o$	Se aproxima a 1	0	Se aproxima a 0	-
$t_c/t_o$	-	Se aproxima a 0,7	Es igual al cociente $(\Delta t_o/t_o)$	-
$t_b/t_o$	-	Se aproxima a 2,3	Es igual al cociente $(\Delta t_o/t_o)$	-
$e$	0	$< 2,3$	$> 2,3$	-

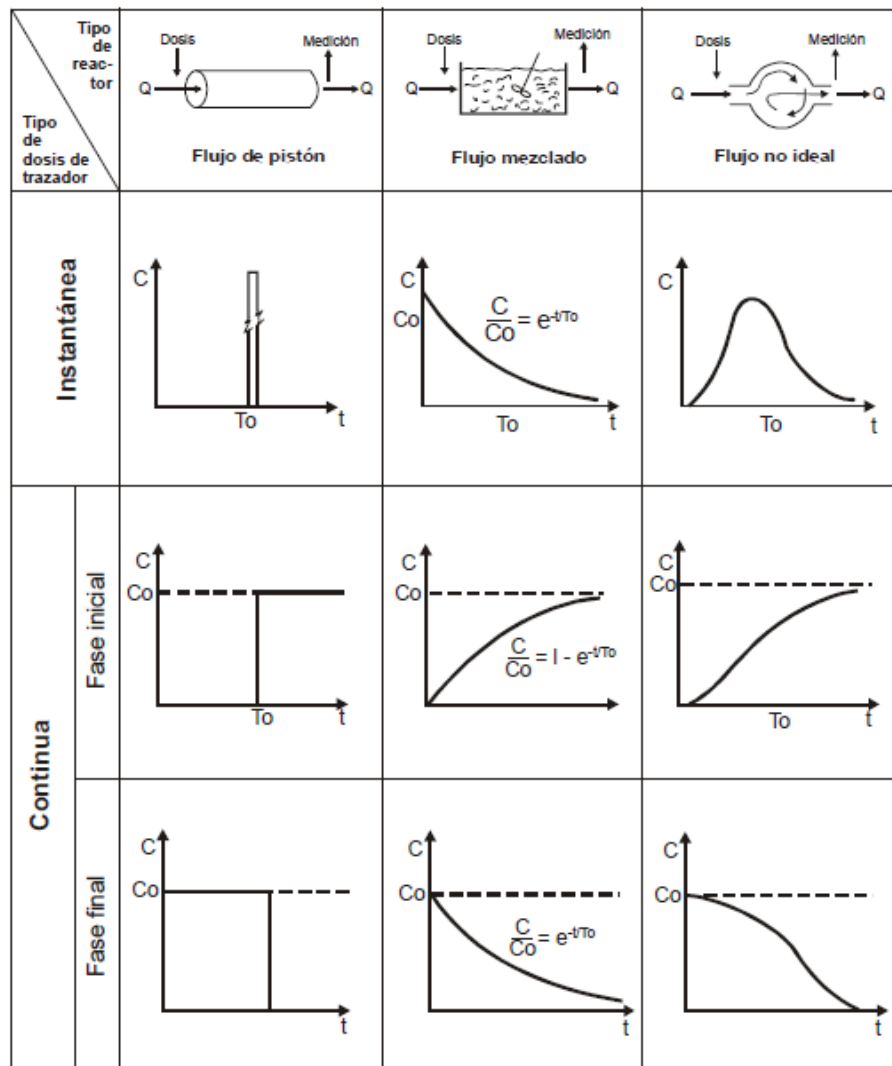
**Fuente:** Análisis de flujos y factores que determinan los periodos de retención (Maldonado Yactayo, 1992).

**Dónde:**

- ✓  $t_i$  = tiempo inicial desde que se aplica el trazador hasta que aparece en el efluente.
- ✓  $t_{10}$  = tiempo correspondiente al paso del 10% de la cantidad total del trazador.
- ✓  $t_p$  = tiempo donde la concentración es máxima.
- ✓  $t_m$  = tiempo correspondiente al paso del 50% de la cantidad del trazador.
- ✓  $t_o$  = tiempo teórico de retención =  $V/Q$ .

- ✓  $t_{90}$  = tiempo correspondiente al paso del 90% de la cantidad total del trazador.
- ✓  $t_f$  = tiempo total en el que transcurre el trazador en su totalidad al reactor.
- ✓  $C_0$  = concentración inicial.
- ✓  $C_p$  = concentración máxima a la salida.

**Figura 7:** Curvas típicas de concentración del trazador en el efluente de reactores con diferentes características hidráulicas



**Fuente:** Análisis de flujos y factores que determinan los periodos de retención (Maldonado Yactayo, 1992).

#### 2.2.4 Aireación

“La aireación es una operación esencial en el proceso de tratamiento de aguas residuales” (EDAR) (Li, Zhang, Qiu, Zhang, & Wang, 2013).



“Es el elemento clave para un sistema de Zanjias de Oxidación, debido a que los aireadores son responsables de proveer al sistema una apropiada mezcla, concentración y recirculación de Oxígeno Disuelto en el licor mezclado, para poder operar eficientemente. A través de un apropiado diseño del sistema de aireación es posible lograr la remoción de la materia orgánica” (Romero Rojas J. , 2004).

Los sistemas de aireación cumplen dos funciones: “Mezclar adecuadamente y suministrar el oxígeno necesario para el metabolismo del microorganismo, ya sea cortando la superficie líquida con cepillos o turbinas giratorias o liberando aire a través de gases o materiales porosos en el fondo del tanque (aireadores de burbujas gruesas o finas)” (Rosso & Stenstrom, 2006).

#### **2.2.4.1 Proceso Aerobio.**

Definido por (Romero Rojas J. , 1999) como: “Un proceso de respiración en el cual el oxígeno es reducido y el carbono es oxidado, al igual que la materia orgánica e inorgánica. Usualmente, las bacterias son los organismos más importantes en el tratamiento aerobio de las aguas residuales porque son excelentes oxidadores de materia orgánica, siendo capaz de removerla”.

#### **2.2.5 Carga Orgánica Volumétrica**

Es el flujo másico de materia orgánica por unidad de volumen. Se expresa como la velocidad a la que se suministra al sistema la materia orgánica disuelta (kg DBO/ m<sup>3</sup>\*d, kg DQO/ m<sup>3</sup>\*d y kg SST/ m<sup>3</sup>\*d. Entre mayor sea la carga volumétrica, mayor será la relación alimento: microorganismos, y más rápido crecerán las bacterias del sistema que consumen el sustrato (Reyes Lara & Reyes Mazzoco, 2009).

$$CV = \frac{Q \left( \frac{m^3}{d} \right) * DBO \left( \frac{mg}{l} \right)}{V(m^3)} \dots (2)$$

**CV=** Carga Volumétrica (Kg/m<sup>3</sup>\*d)

**Q=** Caudal de Ingreso a la Unidad (m<sup>3</sup>/d)

**DBO=** Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)

**V=** Volumen de la unidad (m<sup>3</sup>)

## 2.3 Definición de Términos Básicos

### ✓ **Afluente**

“Es un agua residual o cualquier otro líquido que ingresa a un reservorio o a un proceso de tratamiento” (Ochoa León, 2016).

### ✓ **Efluente**

“Líquido que sale de un proceso de tratamiento” (Ochoa León, 2016).

### ✓ **Efluente Final**

“Líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales” (Ochoa León, 2016).

### ✓ **Proceso Anóxico**

“Es el proceso que ocurre en ausencia de oxígeno, pero están presentes otros receptores de electrones como el nitrato, que se convierte biológicamente a nitrógeno gas (desnitrificación)” (Buitrón Méndez, 2016).

### ✓ **Materia Orgánica**

“Son fracciones de elementos contaminantes que están presentes en las aguas residuales tanto domésticas y municipales, causantes del agotamiento de oxígeno de los cuerpos de agua” (Pulido & Miranda, s.f.).

En su libro Tratamiento de Aguas Residuales, (Romero Rojas J. , 1999), define a la materia orgánica como: “Una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (CHON), que contiene principalmente proteínas, carbohidratos, grasas y aceites, y que se mide mediante la DBO, la DQO y el COT”.

### ✓ **DBO**

“Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para estabilizar la materia orgánica bajo ciertas condiciones como el tiempo y la temperatura, generalmente 5 días y a 20°C”, midiendo de manera indirecta el contenido de materia orgánica biodegradable (OS-090, 2006).

La DBO es definido por (Romero Rojas J. , 1999) como: “La cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para poder oxidar (estabilizar) la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias”.

✓ **DQO**

“Es la medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica en el agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio” (OS-090, 2006).

La DQO sirve para: “Medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante” (Romero Rojas J. , 1999).

✓ **SST**

Los Sólidos Suspendidos Totales representan: “El material soluble y coloidal, el cual generalmente requiere para su remoción, oxidación biológica, coagulación o sedimentación” (Romero Rojas J. , 1999).

“Los sólidos en suspensión pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de lodo y de condiciones anaerobias cuando se vierte el agua residual sin tratar al entorno acuático” (Ochoa León, 2016).

✓ **pH**

“Medida de la concentración de ion hidrógeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar de ion hidrógeno. El pH adecuado para diferentes procesos de tratamiento y para la existencia de la vida biológica, generalmente es de 6,5 a 8,5” (Romero Rojas J. , 1999).

✓ **Conductividad**

Es la medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su movilidad, valencia, concentración y de la temperatura. Para la determinación de la conductividad la medida física hecha en el laboratorio es la resistencia, en ohmios o megaohmios; y se expresa en micromho por centímetro ( $\mu\text{mho/cm}$ ), equivalentes a microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S/cm}$ ) o milisiemens por centímetro ( $\text{mS/cm}$ ) en el Sistema Internacional de Unidades (Sanabria Suárez, 2006).

✓ **Temperatura**

Definido por (Romero Rojas J. , 1999) como: “Un parámetro importante en el tratamiento de aguas residuales por su efecto sobre las características del agua, pues afecta y altera la vida acuática, modifica la concentración de saturación de oxígeno disuelto, la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacterial, considerando que la temperatura óptima es de 25°C a 35°C”.

### ✓ **Eficiencia de Tratamiento**

“Relación que existe entre la masa o concentración removida y la masa o concentración del afluente, en términos de SST, DBO y DQO; dentro de un proceso o planta de tratamiento; normalmente expresado en porcentaje” (Ochoa León, 2016).

$$E(\%) = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$$

## III **MARCO METODOLÓGICO**

### 3.1 **Tipo de Investigación**

De acuerdo con naturaleza del problema, los objetivos planteados y las variables a desarrollar, el tipo de Investigación es Descriptiva.

De acuerdo al propósito será de tipo Aplicada, para obtener resultados cuantitativos que nos ayuden a entender todo el proceso a investigar y procurar soluciones a problemas prácticos.

La Investigación Descriptiva según (Guevara Alban & Verdesoto Arguello, 2020), se encarga de puntualizar las características y rasgos de cualquier fenómeno que esté en estudio.

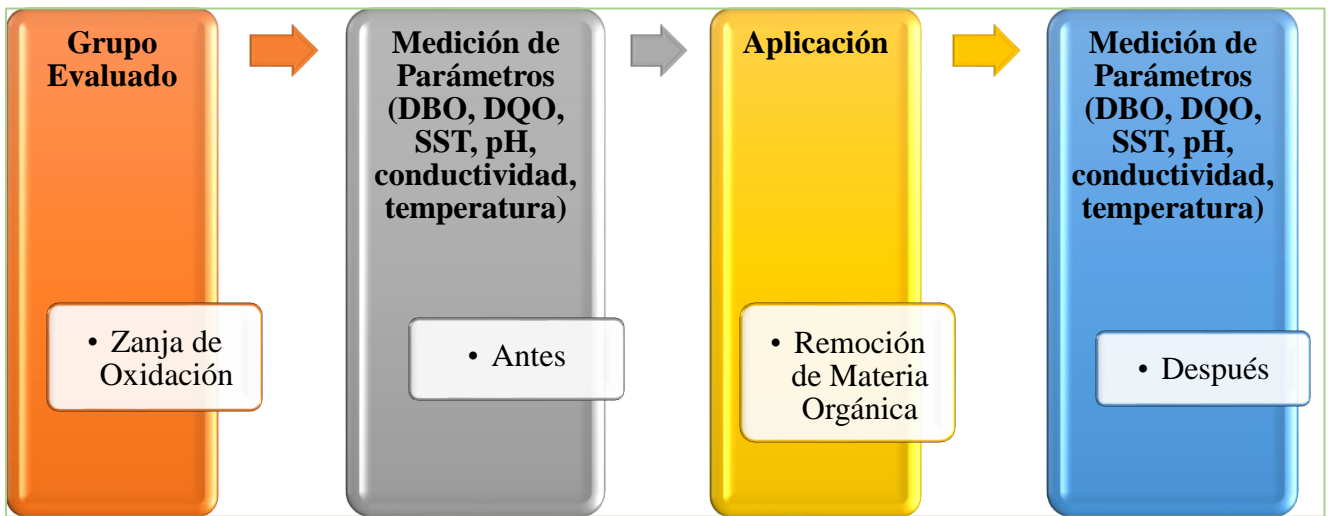
Con un propósito de Tipo Aplicada, que es definida como “el estudio o aplicación de la investigación a problemas concretos y está íntimamente ligada a sus descubrimientos y aportes teóricos” (Tamayo , 2006); y con un enfoque cuantitativo pues, “utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente hechas” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003).

### 3.2 **Diseño de la Investigación**

El Diseño de Investigación es de Tipo Experimental, a nivel de pre-experimento, porque se va a estudiar el comportamiento hidráulico en un sistema de tratamiento piloto, que es la zanja de oxidación; mediante el control del caudal de ingreso, volumen y tiempo de retención hidráulica, con la finalidad de conocer el rendimiento y eficiencia que presenta este sistema en la remoción de materia orgánica.

Según (Kerlinger, 1994), “un experimento es de tipo experimental cuando el investigador manipula y controla una o más variables independientes, para observar la variación de estos en la variable dependiente

Gráfico N. 1: Tipología del Diseño de Investigación

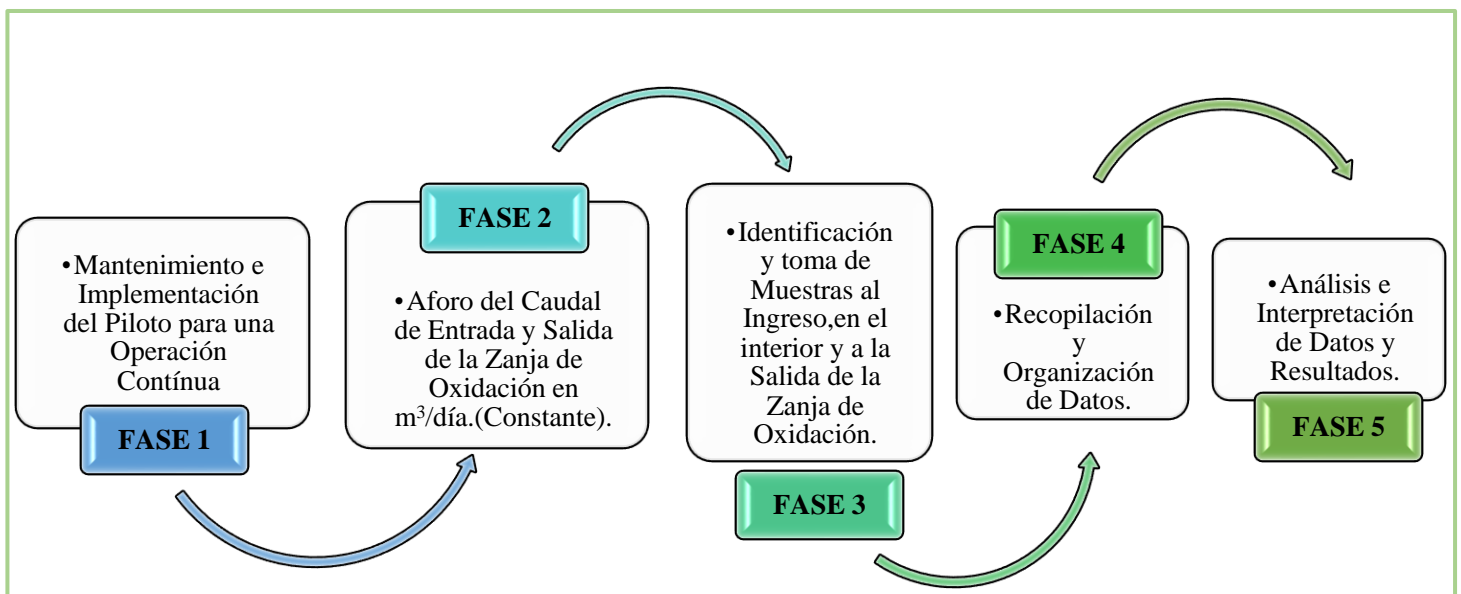


*Nota: Elaboración Propia*

### 3.3 Métodos o Técnicas

La metodología de la presente investigación contempla las siguientes fases (Gráfico N°2).

Gráfico N. 2: Metodología de la Investigación



*Nota: Elaboración Propia.*



### **3.3.1 Fase 1: Mantenimiento e Implementación del Piloto para una Operación Continua**

Se realizó una revisión general para poder verificar en qué condiciones se encontraba la unidad piloto que es la Zanja de Oxidación.

#### **3.3.1.1 Descripción General del Piloto**

##### **3.3.1.1.1 Tratamiento Preliminar**

Esta unidad está conformada por una cámara de rejillas manual, ubicada en la avenida principal, hacia el ingreso al Centro Experimental Tuyu Ruri.

La principal función de este tipo de tratamiento es retener sólidos gruesos y finos con una densidad mayor al agua y a las arenas, con la finalidad de hacer sencillo los posteriores tratamientos. Se suele usar canales con rejillas gruesas y finas, desarenadores, y en casos especiales se emplean tamices (MINAM, 2018).

**Foto 1: Cámara de Rejas Manual**



##### **3.3.1.1.2 Tratamiento Primario**

Consta de un Sedimentador Primario Circular, este es considerado como unidad de tratamiento primario, pues se da la remoción de materia en suspensión. Así, permitiendo quitar entre el 60 a 70% de sólidos suspendidos totales y hasta un 30% de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) orgánica sedimentable presente en el agua residual (MINAM, 2018).



**Foto 2: Sedimentador Primario Circular**

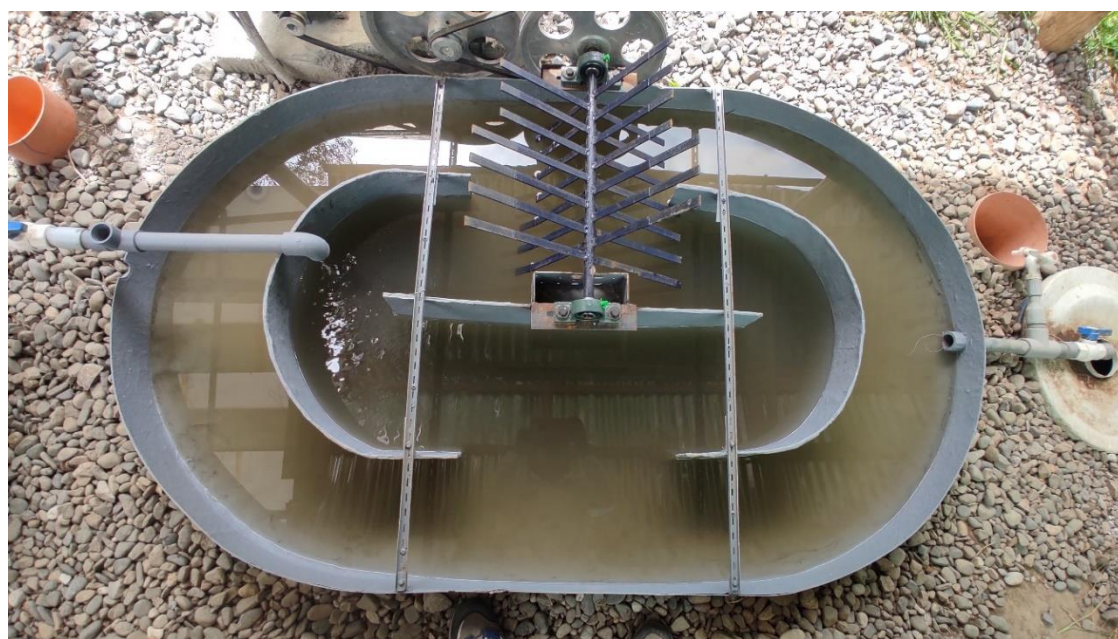


### 3.3.1.1.3 Tratamiento Secundario

Esta unidad está conformada por una Zanja de Oxidación, con una base cilíndrica, donde el tratamiento se realizó sin recirculación de lodos.

Este tipo de tratamiento, permite que los microorganismos y los residuos sólidos crean cúmulos y se asienten, a esta mezcla se le conoce como Lodo Activado, que puede recircular al Tanque de Aireación (Herbert, 2010).

**Foto 3: Zanja de Oxidación**





### 3.3.1.2 *Mantenimiento de la Planta Piloto*

#### 3.3.1.2.1 *Limpieza*

Se realizó el reconocimiento del lugar y el diagnóstico correspondiente, para posteriormente realizar la limpieza de las unidades que conforman el sistema piloto (Sedimentador Primario Circular, Zanja de Oxidación, Decantador Circular).

**Foto 4:** *Limpieza de las Unidades Piloto*



#### 3.3.1.2.2 *Pintado de la Zanja de Oxidación y cambio de Válvulas*

Se procedió al pintado de la Zanja de Oxidación, con pintura Epóxica Anticorrosiva color gris, y la reubicación de la válvula que permite graduar el caudal de ingreso a la planta piloto.

**Foto 5:** Pintado de la Zanja de Oxidación



### 3.3.1.2.3 **Cambio de Paletas**

Se realizó el cambio del cepillo giratorio, por paletas de acero de mayor tamaño, con la finalidad de que el proceso de aireación se dé de manera más homogénea, estas paletas fueron pintadas con pintura Epóxica anticorrosiva azul.

**Foto 6:** Cambio de Paletas del Sistema de Aireación





**Tabla 3: Descripción de las Paletas de Aireación**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Sumergencia (cm)</b>
16	Paletas de platina de 1/8 de espesor y 2cm de ancho	20	10
12	Paletas de platina de 1/8 de espesor y 2cm de ancho	25	12
1	Eje de las paletas de 1" de diámetro	54	-

#### **3.3.1.2.4 Cambio de Poleas**

Se hizo el cambio de poleas, que en un inicio eran de plástico, donde la polea conducida era de un diámetro de 2", anclada a un motor de 0.5hp y 1760RPM de salida, y la polea matriz o conductora era de 6", generando un RPM de salida del cepillo giratorio de 586.6RPM, determinada mediante cálculos.

El cambio de poleas se hizo con la finalidad de reducir los RMP de salida al eje de las paletas, para lograr un mecanismo de aireación constante y homogéneo en la zanja de oxidación.

Se logró reducir el RPM de salida hacia las paletas, mediante la implementación de un juego de poleas de aluminio, donde la primera polea conducida fue de un diámetro de 1.5", anclada a un motor de 0.5hp y 1760RPM de salida, la una segunda polea conducida de 14", la tercera polea conducida de 2" de y la polea conductora con salida al eje de las paletas fue de 12".

#### **A. Transmisión de Poleas con Correas**

Este mecanismo consiste en dos poleas que están unidas por una misma correa o faja, y su objetivo es transmitir del eje de una de las poleas al de la otra (Flores García, s.f.).

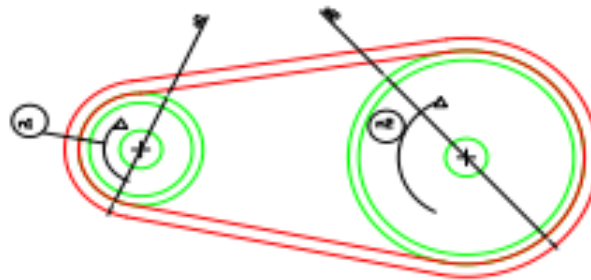
En un sistema de transmisión de poleas son necesarias dos de ellas:

- ✓ Una conductora, de entrada, es la que va anclada a un eje movido por un motor (Flores García, s.f.).
- ✓ Una conducida, de salida o arrastrada, también acoplada a un eje y que es donde encontraremos la resistencia que hay que vencer (Flores García, s.f.).

## B. Sistema Reductor de la Velocidad

Se caracteriza porque la polea conductora, tiene un diámetro menor que la polea conducida. La velocidad de la polea conducida es menor que el de la polea conductora ( $i < 1$ ) (Flores García, s.f.).

**Figura 8:** Transmisión de Poleas con Correas



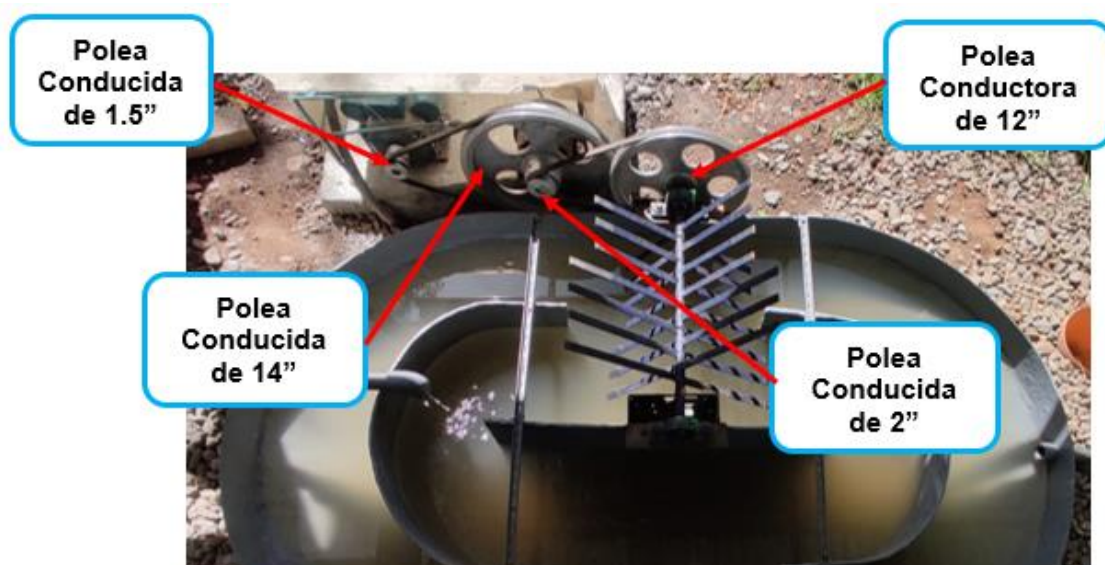
**Fuente:** Sistema de Transmisión Mecánica (Flores García, s.f.).

La relación de transmisión entre ambas poleas se define de modo similar al sistema de ruedas de fricción (Flores García, s.f.).

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

- $n_2$  es la velocidad de la rueda conducida
- $n_1$  es la velocidad de la rueda motriz
- $D_1$  es el diámetro de la rueda motriz
- $D_2$  es el diámetro de la rueda conducida

**Foto 7:** Cambio de Poleas



### C. Determinación del RPM de salida para las Paletas de Aireación

Datos:

**Tabla 4:** Características de las Poleas

Descripción	Diámetro (Pulg)
1ra Polea Conducida	1.5
2da Polea Conducida	14
3ra Polea Conducida	2
Polea Conductora	12

**Tabla 5:** Datos para el cálculo del RPM de salida de la 2da polea conducida

Datos para el cálculo del RPM de salida para la 2da polea conducida	
n1	1760RPM
D1	1.5"
n2	X
D2	14"

Tenemos:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

Entonces:

$$n_2 = \frac{D_1}{D_2} \times n_1$$
$$n_2 = \frac{1.5''}{14''} \times 1760RPM$$
$$n_2 = 188.57RPM$$

El RPM de salida de la 2da polea conducida es de 188.57RPM.

**Tabla 6:** Datos para el cálculo del RPM de la Polea Conductora

Datos para el cálculo del RPM de la Polea Conductora	
n1	188.5RPM
D1	2"
n2	X
D2	12"



**Tenemos:**

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

**Entonces:**

$$n_2 = \frac{D_1}{D_2} \times n_1$$

$$n_2 = \frac{2''}{12''} \times 188.57RPM$$

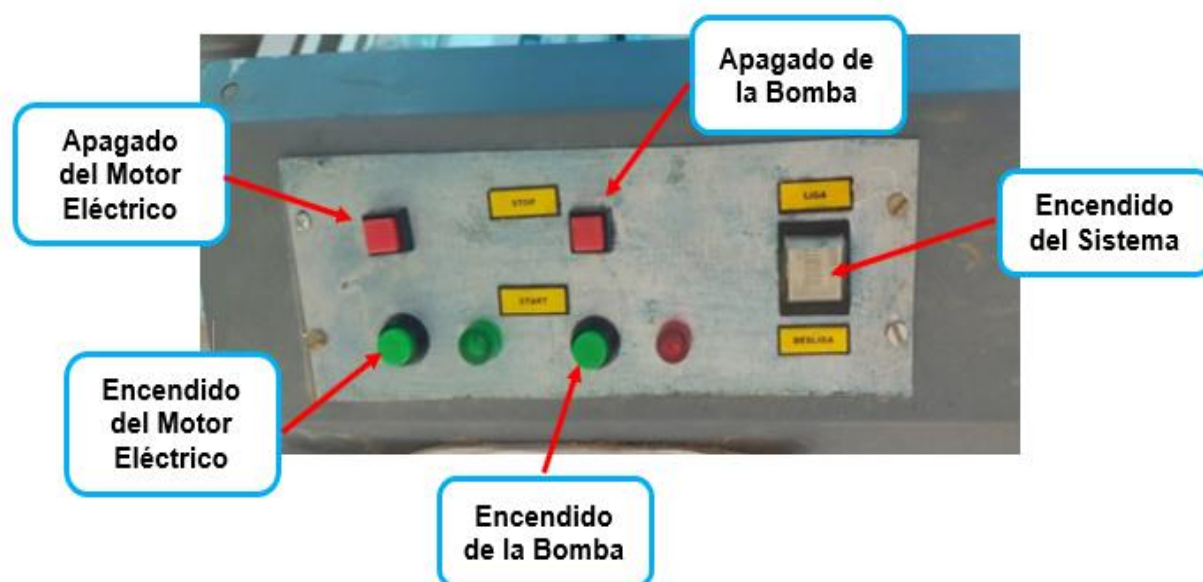
$$n_2 = 31.43RPM$$

Finalmente, el RPM de la polea conductora con salida hacia las paletas de aireación, es de 31.43RPM.

### 3.3.1.2.5 **Tablero de Electricidad**

Con el apoyo de un técnico Electricista, se realizó la reinstalación de la parte eléctrica, con la finalidad de tener mayor seguridad al momento de poner en funcionamiento el sistema piloto, y se realizó los cambios de los tiempos de funcionamiento de las paletas.

**Foto 8:** Tablero de Control Eléctrico



#### **A. Programación de los Tiempos de Funcionamiento de las Paletas**

La puesta en marcha de la Zanja de Oxidación fue el sábado 25/02/2023. Para el funcionamiento de las paletas, el tiempo de aireación fue de 30min con 1h de descanso, haciéndolo funcionar las 24hrs del día

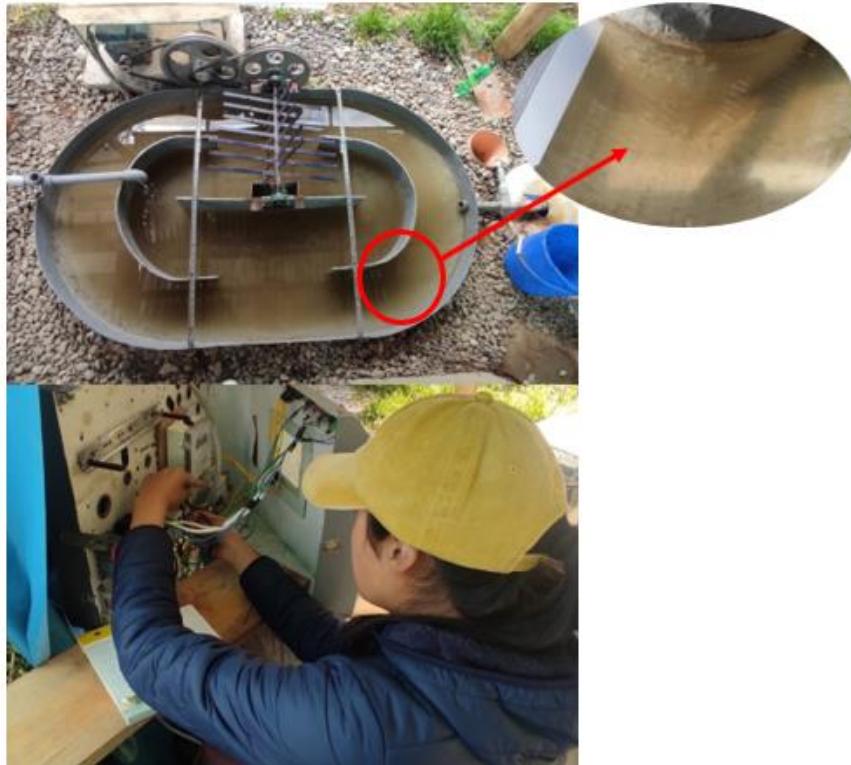
**Tabla 7: Tiempos de Encendido y Apagado del Motor Eléctrico**

<b>Programación del Motor Eléctrico</b>			
0:00:00		0:30:00	
1:30:00		2:00:00	
3:00:00		3:30:00	
4:30:00		5:00:00	
6:00:00		6:30:00	
7:30:00		8:00:00	
9:00:00		9:30:00	
10:30:00	<b>Tiempos de Funcionamiento</b>	11:00:00	<b>Tiempos de Descanso</b>
12:00:00		12:30:00	
13:30:00		14:00:00	
15:00:00		15:30:00	
16:30:00		17:00:00	
18:00:00		18:30:00	
19:30:00		20:00:00	
21:00:00		21:30:00	
22:30:00		23:00:00	

**B. Cambio en la programación de los tiempos de aireación de las paletas**

Con fecha 09/03/2023, se realizó el cambio en la programación para el funcionamiento de las paletas, debido a que se observó la formación de muchos flocs y sólidos dentro de la zanja, como consecuencia de estar mucho tiempo sin movimiento (sin airearse), para lo cual el nuevo tiempo de funcionamiento de las paletas fue de 45min en funcionamiento y 30min de descanso, durante un periodo de 18hrs, desde las 4am hasta las 10pm, para las semanas 02 hasta la semana 08.

**Foto 9:** Cambio de Programación de Funcionamiento de las Paletas



**Tabla 8:** Nueva Programación de los Tiempos de Encendido y Apagado del Motor Eléctrico (09/03/23 – 21/04/23) – Semana 01- Semana 08

Programación del Motor Eléctrico			
4:00:00		4:45:00	
5:15:00		6:00:00	
6:30:00		7:15:00	
7:45:00		8:30:00	
9:00:00		9:45:00	
10:15:00		11:00:00	
11:30:00	<b>Tiempos de Funcionamiento</b>	12:15:00	<b>Tiempos de Descanso</b>
12:45:00		13:30:00	
14:00:00		14:45:00	
15:15:00		16:00:00	
16:30:00		17:15:00	
17:45:00		18:30:00	
19:00:00		19:45:00	
20:15:00		21:00:00	
21:30:00		22:15:00	

Con fecha 22/04/2023, se realizó el cambio en la programación para el funcionamiento de las paletas, para lo cual el nuevo tiempo de funcionamiento fue de 1hr encendido y 30min de descanso, durante un periodo de 19hrs, desde las 4am hasta las 11:00pm, para las semanas 09 hasta la semana 16.

**Tabla 9:** Nueva Programación de los Tiempos de Encendido y Apagado del Motor Eléctrico (22/04/23 – 17/06/23) – Semana 09 - Sermana16

Programación del Motor Eléctrico			
4:00:00		5:00:00	
5:30:00		6:30:00	
7:00:00		8:00:00	
8:30:00		9:30:00	
10:00:00		11:00:00	
11:30:00	<b>Tiempos de Funcionamiento</b>	12:30:00	<b>Tiempos de Descanso</b>
13:00:00		14:00:00	
14:30:00		15:30:00	
16:00:00		17:00:00	
17:30:00		18:30:00	
19:00:00		20:00:00	
20:30:00		21:30:00	
22:00:00		23:00:00	

### 3.3.2 Fase 2: Aforo del Caudal de Entrada y Salida de la Zanja de Oxidación en $m^3/día$ (Constante)

La fecha de puesta en marcha de la Zanja de Oxidación fue el sábado 25/02/2023. Se realizó un control diario en el vertedero de ingreso hacia la zanja de oxidación, para posteriormente poder aforar el caudal a tratar ( $0.50-0.60 m^3/día$ ) y el caudal de salida ( $0.3-0.35 m^3/día$ ), con la finalidad de que este se mantenga constante.



### 3.3.3 Fase 3: Identificación y Toma de Muestras

Los puntos de muestreo fueron: (1) a la entrada de la zanja, (2) en el interior de la zanja (P-01), (3) en la parte externa de la zanja (P-02) y (4) a la salida de esta.

**Foto 10:** Puntos de Monitoreo



Las condiciones hidráulicas de operación que se evaluaron fueron:

- ✓ Caudal de ingreso y salida ( $\text{m}^3/\text{día}$ )
- ✓ Volumen ( $\text{m}^3$ )
- ✓ Tiempo de Retención Hidráulica (horas)
- ✓ Carga Volumétrica ( $\text{Kg}/\text{m}^3 \cdot \text{día}$ )
- ✓ Velocidad ( $\text{m}/\text{seg}$ )

Los parámetros que se evaluaron en los 4 puntos fueron:

- ✓ **Medidos en el Laboratorio de Calidad Ambiental**
  - DBO ( $\text{mg}/\text{l DBO}_5$ )
  - DQO ( $\text{mg}/\text{l DQO}$ )
  - SST ( $\text{mg}/\text{l SST}$ )
- ✓ **Medido en Campo con el Multiparámetro HANNA (HI 98130)**
  - pH (Und. pH)
  - Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )
  - Conductividad ( $\text{mS}/\text{cm}^{-1}$ )

La frecuencia de monitoreo para los parámetros medidos en campo (pH, temperatura y conductividad) fueron de lunes a viernes en 3 tiempos, cada 2hrs, medidos desde la semana 01 en proceso de adaptación hasta la semana 16.

Para los parámetros como la DBO, DQO y SST la frecuencia de monitoreo fue una vez por semana, siendo llevada las muestras al Laboratorio de Calidad Ambiental todos los miércoles, por un periodo de 16 semanas, desde el tiempo de adaptación.

**Tabla 10:** *Fechas de Monitoreo-Parámetros Medidos en Laboratorio*

<b>Fecha</b>	<b>Semana</b>	<b>Parámetro</b>
01/03/2023	Semana 01	DBO, DQO
08/03/2023	Semana 02	DBO, DQO
15/03/2023	Semana 03	DBO, DQO
22/03/2023	Semana 04	DBO, DQO, SST
29/03/2023	Semana 05	DBO, DQO, SST
05/04/2023	Semana 06	DBO, DQO
12/04/2023	Semana 07	DBO, DQO
19/04/2023	Semana 08	DBO, DQO, SST
26/04/2023	Semana 09	DBO, DQO
03/05/2023	Semana 10	DBO, DQO
10/05/2023	Semana 11	DBO, DQO
17/05/2023	Semana 12	DBO, DQO, SST
24/05/2023	Semana 13	DBO, DQO
31/05/2023	Semana 14	DBO, DQO
07/06/2023	Semana 15	DBO, DQO
14/06/2023	Semana 16	DBO, DQO, SST

### **3.3.4 Fase 4: Recopilación y Organización de Datos**

Para la recopilación de datos se utilizó instrumentos de registro de campo como fichas y/o guías, para anotar los resultados calculados de las condiciones hidráulicas como son el Caudal ( $m^3/día$ ), Volumen ( $m^3$ ), Tiempo de Retención Hidráulica (horas), Carga Volumétrica ( $Kg/m^3 \cdot día$ ) y Velocidad ( $m/seg$ ).

Se midieron parámetros in-situ como el pH (Und. Ph), Temperatura ( $^{\circ}C$ ) y Conductividad ( $mS/cm^{-1}$ ), con el uso de un Multiparámetro de Bolsillo calibrado (HI 98130 marca HANNA) y para la DBO ( $mg/l DBO_5$ ), DQO ( $mg/l DQO$ ), SST ( $mg/l$ ); se utilizaron los reportes del laboratorio de Calidad Ambiental.



### **3.3.5 Fase 5: Análisis e Interpretación de Datos y Resultados**

Los datos obtenidos tanto en campo como en laboratorio fueron procesados mediante el uso de programas estadísticos como el Excel y el Minitab, aplicando pruebas estadísticas como la normalidad, regresión, caja de bigotes, todo esto de acuerdo a la naturaleza de los datos y resultados que se obtuvieron de las condiciones hidráulicas y parámetros evaluados durante el periodo de investigación, con la finalidad de obtener resultados confiables, y posteriormente fueron analizados e interpretados, con el objetivo de determinar la relación que existe entre el comportamiento hidráulico y la remoción de materia orgánica de aguas residuales en la zanja de oxidación anóxica.

### **3.4 Población**

La población será las aguas residuales que se vierten el Centro Poblado de Tuyu Ruri, que son un promedio de 50 a 150 m<sup>3</sup>/d.

### **3.5 Muestra**

La muestra será el afluente que ingresa a la zanja de oxidación, encontrándose en un periodo de 0.50-0.60 m<sup>3</sup>/d.

### **3.6 Instrumentos Validados de Recolección de Datos**

Para la recopilación de datos se utilizó instrumentos de registro de campo como fichas, guías y/o fotografías. Los datos se obtuvieron en función a las variables de la investigación, y para los parámetros que fueron medidos in-situ se empleó un Multiparámetro de bolsillo calibrado (HANNA- HI 98130).

Los análisis de los parámetros de DBO, DQO y SST se realizaron en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM. (Tabla 11).

**Tabla 11: Parámetros y Métodos de Medición**

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN
Caudal	m <sup>3</sup> /día	Método Volumétrico
Volumen	m <sup>3</sup>	Dimensión Geométrica
Tiempo de Retención Hidráulico	Horas	Método del Trazador
Carga Volumétrica	Kg/m <sup>3</sup> *día	Cálculo (Carga Másica/Volumen)
Velocidad	m/día	Método de Flotación
DBO	mg/l DBO5	APHA 5210 B (*)
DQO	mg/l DQO	Oxidación Ácido Cromo Sulfúrico (*)
SST	mg/l	APHA 2540 D (*)
pH	Und. pH	HANNA- HI 98130
Temperatura	°C	HANNA- HI 98130
Conductividad	mS/cm-1	HANNA- HI 98130

**Nota:** Elaboración Propia.

### 3.6.1 Caudal

Se hizo uso del método volumétrico, utilizando una probeta de 100ml, y controlando el tiempo de llenado, tanto para el ingreso como para la salida del caudal de la Zanja.

Este método es usado para corrientes de agua pequeñas o riachuelos, siendo el método más exacto. Consiste en hacer llegar un caudal a un depósito impermeable cuyo volumen sea conocido y contar el tiempo total en que se llena el depósito (Instituto Privado de Investigación (ICC), 2017).

Así se obtiene:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

- ✓ Q = es el caudal expresado en m<sup>3</sup>/s
- ✓ V = volumen dado en m<sup>3</sup>
- ✓ T = Tiempo en segundos

### 3.6.2 Volumen

La determinación del volumen de la Zanja de Oxidación, se realizó mediante cálculos geométricos, donde el volumen total fue:

$$\text{Vol. Zanja} = \text{Vol. Casquete Esférico} + \text{Vol. De la Sección Circular}$$

Figura 9: Volumen de la Zanja de Oxidación

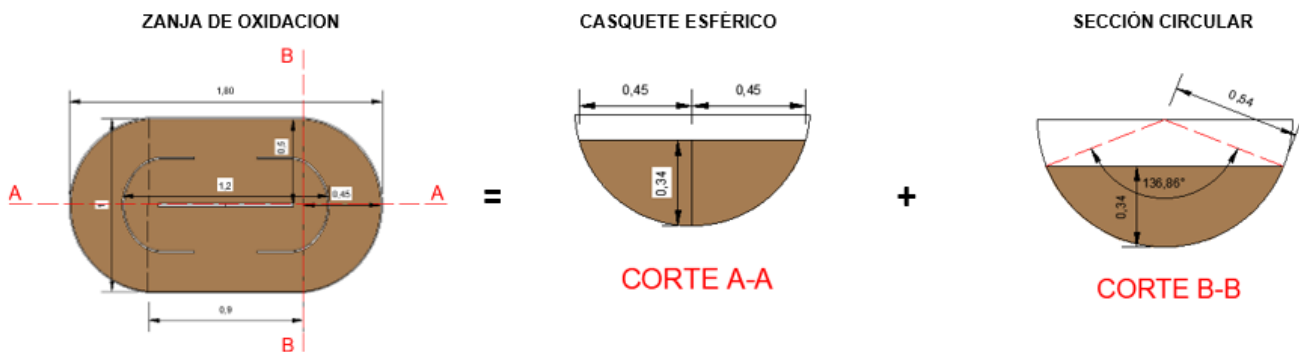
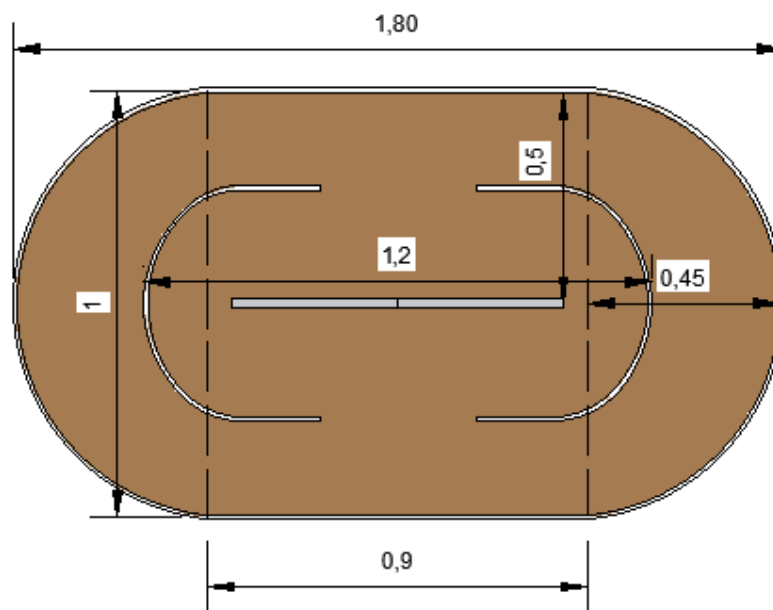


Figura 10: Dimensiones de la Zanja de Oxidación



➤ **Volumen del Casquete Esférico**

$$V = \frac{\pi h^2}{3} (3R - h) = \frac{\pi h}{6} (3a^2 + h^2) \dots\dots (a)$$

➤ **Volumen de la Sección Circular**

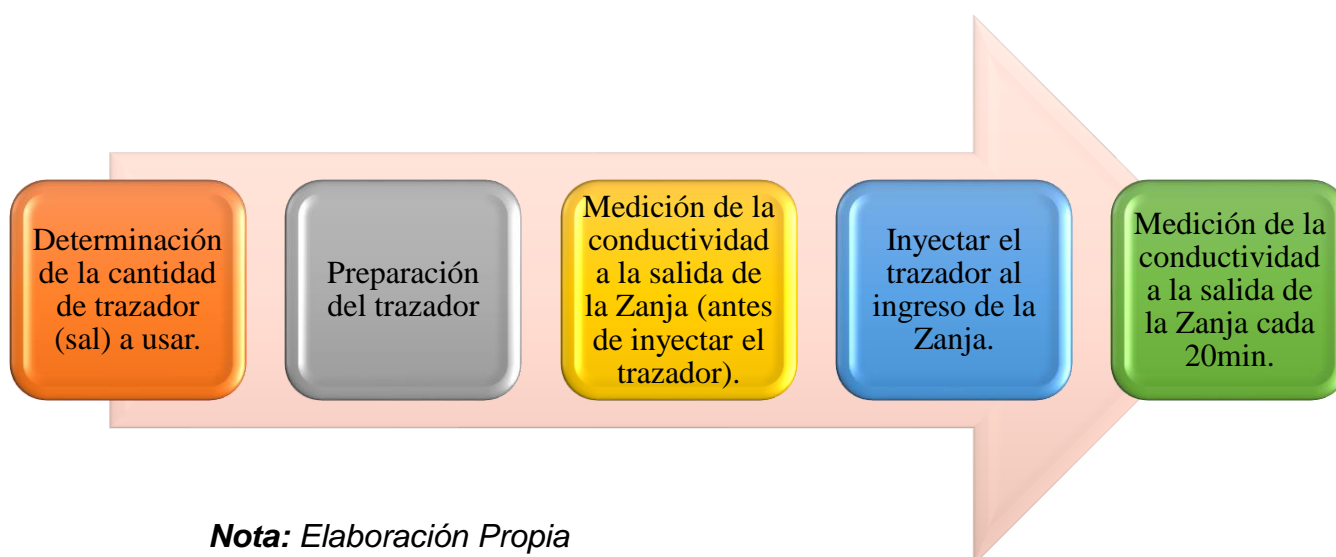
$$A = \frac{R^2}{2} \left( \frac{\alpha \cdot \pi}{180} - \text{sen}(\alpha) \right) \dots\dots\dots (b)$$

### 3.6.3 Tiempo de Retención Hidráulico

La determinación del TRH, se realizó mediante el método del trazador, para lo cual se utilizó la sal, previamente calculada la cantidad a usar y el volumen de agua en el que se disolvió, teniendo como dato el volumen de la unidad.

Primeramente, se midió la conductividad del agua a la salida de la zanja, y posteriormente se aplicó la mezcla de sal y agua al ingreso de la unidad, e inmediatamente se comenzó a registrar la concentración del trazador a la salida de la zanja cada 20min.

**Gráfico N. 3:** Procedimiento para determinar el Tiempo de Retención Hidráulica



**Nota:** Elaboración Propia

#### ➤ Velocidad

La determinación de la velocidad de flujo de agua en la zanja, se realizó mediante el método de flotación, utilizando una pelota de Tecnopor de  $\phi$  1", controlando el tiempo de recorrido, en la parte interna y externa de la zanja.

#### ➤ DBO

**Método:** APHA 5210 B (\*)

Método empleado por el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.

#### ➤ DQO

**Método:** Oxidación de Ácido Cromo Sulfúrico (\*)

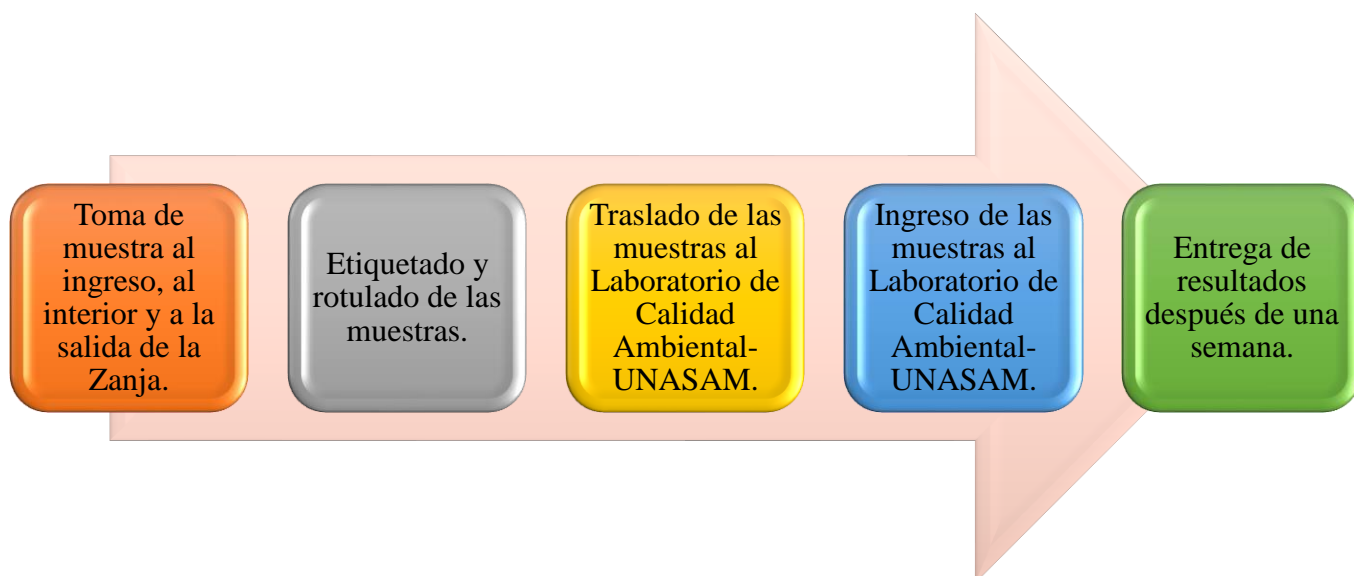
Método empleado por el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.

#### ➤ SST

**Método:** APHA 2540 D (\*)

Método empleado por el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.

**Gráfico N. 4:** Procedimiento para determinar la DBO, DQO y SST



**Nota:** Elaboración Propia

➤ **pH**

Determinado mediante el uso del Multiparámetro HI98130-HANNA

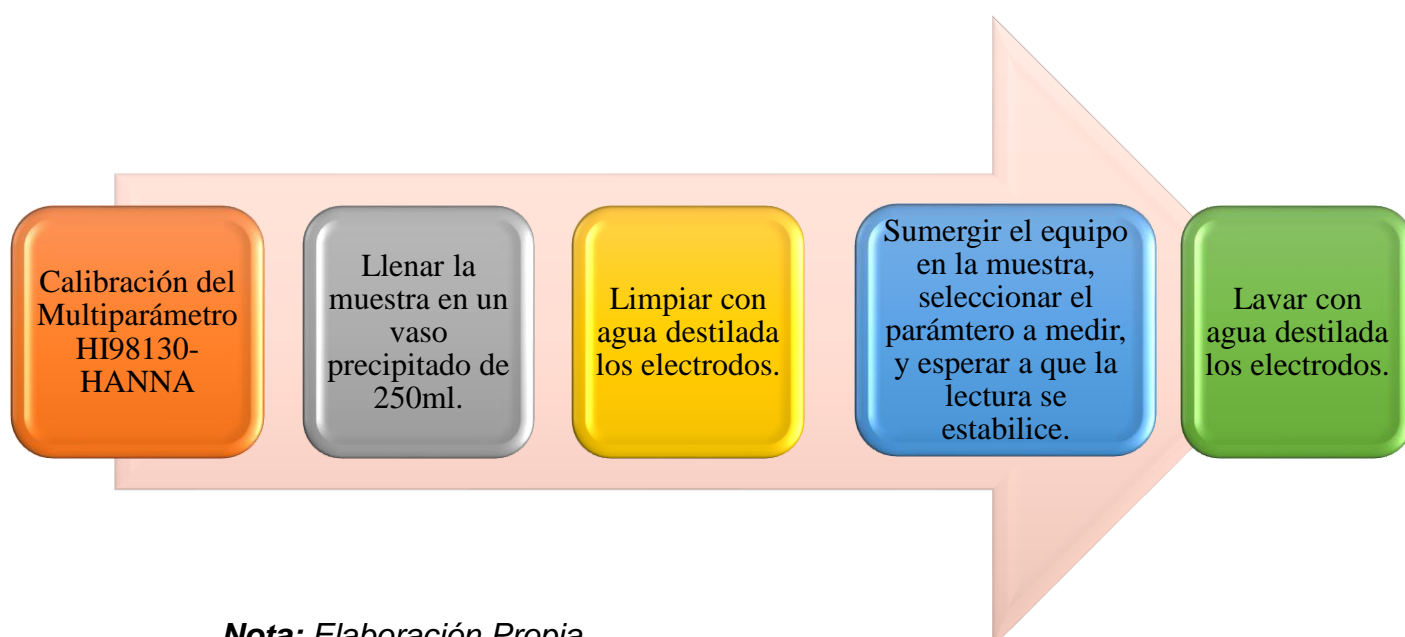
➤ **Temperatura**

Determinado mediante el uso del Multiparámetro HI98130-HANNA

➤ **Conductividad**

Determinado mediante el uso del Multiparámetro HI98130-HANNA

**Gráfico N. 5:** Procedimiento para determinar el pH, T° y Conductividad



**Nota:** Elaboración Propia

### 3.7 Instrumentos de Manejo Estadístico de Datos y Contrastación de Hipótesis

Para el análisis y validación de los datos, se hizo uso de pruebas estadísticas como la normalidad, análisis de regresión y la gráfica de caja de bigotes; utilizando el software Minitab, para todos los parámetros y condiciones hidráulicas a evaluar (DBO, DQO, SST, pH, temperatura y conductividad).

Para la prueba de hipótesis se utilizó el método estadístico de Pearson, debido a que los datos a evaluar tienen una distribución normal.

El coeficiente de correlación de Pearson se utiliza para variables cuantitativas (escala mínima de intervalo), indicando el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente. Adviértase que decimos "variables relacionadas linealmente" (Ortega, 2021).

El coeficiente de correlación puede tomar valores de +1 a -1. Un valor de 0 nos indica que no hay correlación entre las dos variables evaluadas. Un valor mayor que 0 indica una correlación positiva, es decir, a medida que aumenta el valor de una variable, también aumenta el valor de la otra variable. Un valor menor que 0 indica una correlación negativa; es decir, a medida que aumenta el valor de una variable, el valor de la otra variable disminuye (Ortega, 2021). (Anexo 06).



## IV RESULTADOS

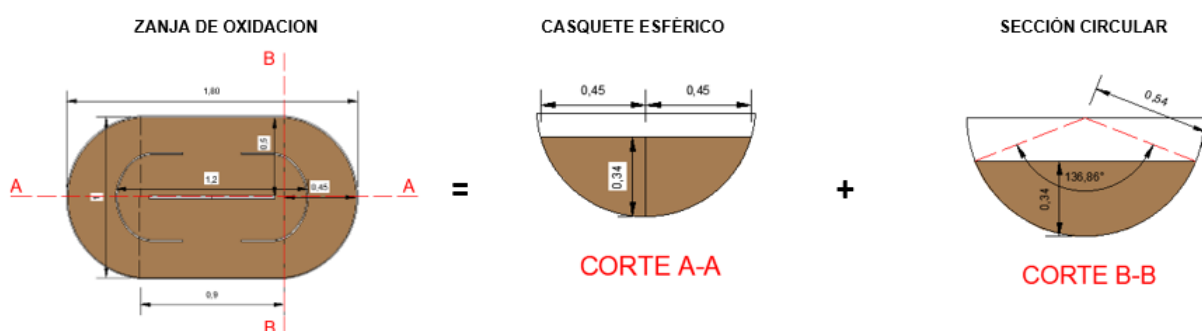
### 4.1 CÁLCULOS

#### 4.1.1 Volumen de la Unidad

La determinación del volumen de la Zanja de Oxidación, se realizó mediante cálculos geométricos, donde el volumen total fue:

$$\text{Vol. Zanja} = \text{Vol. Casquete Esférico} + \text{Vol. De la Sección Circular}$$

**Figura 11:** Volumen de la Zanja de Oxidación



**Tabla 12:** Dimensiones de la Zanja de Oxidación

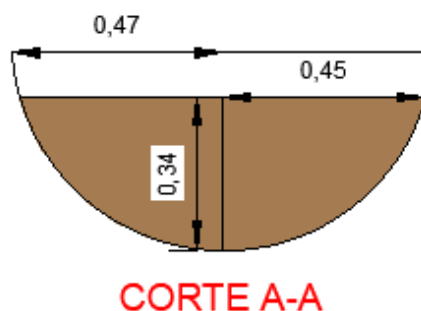
Descripción	Dimensión	Unidad
Ancho	1.00	m
Largo del Separador	1.20	m
Largo Total	1.80	m
Altura	0.34	m
Radio del Casquete Esférico	0.45	m

#### 4.1.1.1 Volumen del Casquete Esférico

$$V = \frac{\pi h^2}{3} (3R - h) = \frac{\pi h}{6} (3a^2 + h^2)$$

**Datos:**

<b>a (m)</b>	0.45
<b>r (m)</b>	0.47
<b>Pi</b>	3.1416
<b>h (m)</b>	0.34



Entonces:

$$V = \frac{\pi h}{6} (3a^2 + h^2)$$

$$V = \frac{3.141(0.34)}{6} (30.45^2 + 0.34^2)$$

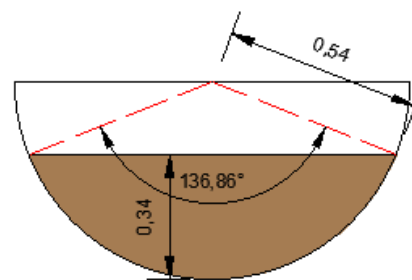
$$V = 0.129m^3$$

#### 4.1.1.2 Volumen de la Sección Circular

$$A = \frac{R^2}{2} \left( \frac{\alpha \cdot \pi}{180} - \text{sen}(\alpha) \right)$$

Datos:

Pi	3.1416
r (m)	0.54
a (m)	136.86
L (m)	0.90



**CORTE B-B**

Entonces:

$$A = \frac{R^2}{2} \left( \frac{\alpha \cdot \pi}{180} - \text{sen}(\alpha) \right)$$

$$A = \frac{0.54^2}{2} \left( \frac{136.86 \cdot \pi}{180} - \text{sen}(136.86) \right)$$

$$A = 0.294m^2$$

El volumen será = Área x Longitud

$$V = 0.294m^2 \times 0.90m$$

$$V = 0.224m^3$$

**Tabla 13: Volumen de la Zanja de Oxidación**

Unidad	Volumen (m <sup>3</sup> )
Casquete Esférico	0.129
Sección Circular	0.224
Zanja de Oxidación	0.352

Por lo tanto, el volumen total de la zanja es la suma del volumen del casquete esférico más el volumen de la sección circular, siendo de 0.352m<sup>3</sup>.

## 4.2 Determinación de la Cantidad de Trazador

La cantidad de trazador P (kg) que se necesita añadir al reactor en evaluación está dada por la siguiente ecuación:

$$P = \frac{VxKxCo}{Ix10^3}$$

**Datos:**

**Tabla 14:** Datos para la Determinación de la Cantidad de Trazador para la Zanja

<b>Volumen de la Zanja (m<sup>3</sup>)</b>	0.352
<b>K</b>	1.65
<b>Co (mg/l)</b>	30
<b>I</b>	0.9

**Entonces:**

$$P = \frac{0.352x1.65x30}{0.90x10^3}$$

$$P = 0.02kg$$

Se requiere 0.02kg para un volumen de 0.352m<sup>3</sup> (volumen de la zanja).

### 4.2.1 Cantidad de Sal a Disolver

$$C1V1 = C2V2$$

**Tabla 15:** Datos para la Determinación de la Cantidad de Trazador a Disolver

<b>C1 (kg)</b>	0.02
<b>C2 (kg)</b>	x
<b>V1 (m<sup>3</sup>)</b>	0.352
<b>V2(m<sup>3</sup>)</b>	0.010

$$C1V1 = C2V2$$

$$0.02x0.352 = C2x0.010$$

$$C2 = 0.70kg$$

La cantidad de sal que se disolvió en un volumen de agua de 10lt, fue de 0.70kg, y posteriormente fue inyectado de forma instantánea al ingreso de la Zanja de Oxidación.

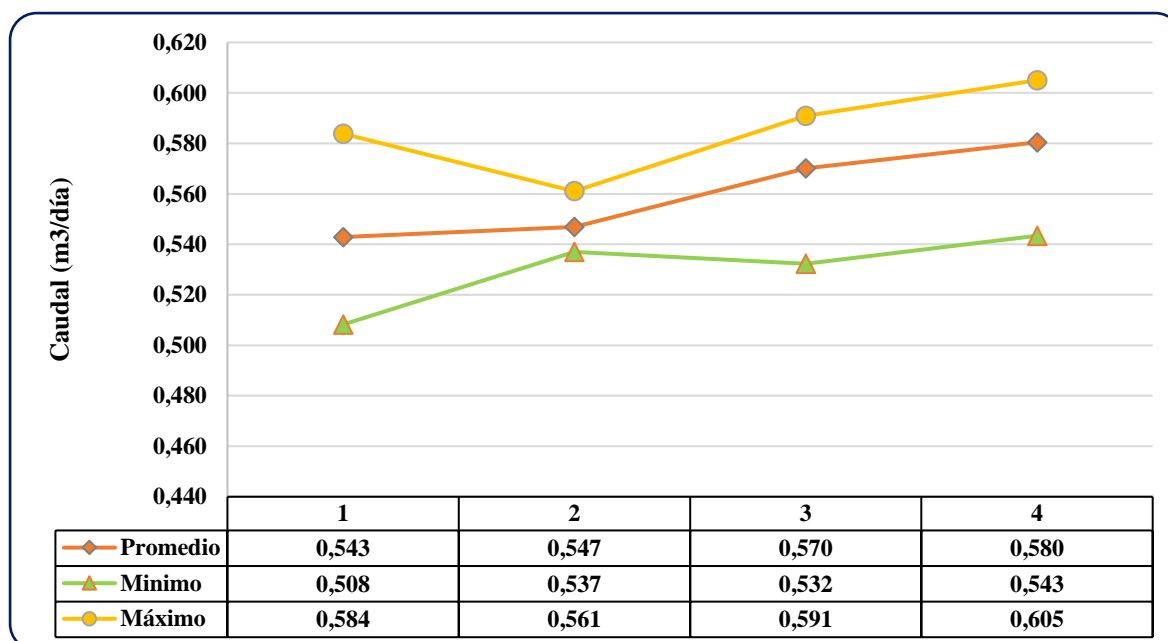
### 4.3 ETAPA DE ADAPTACION

#### 4.3.1 Condiciones Hidráulicas de Operación

##### 4.3.1.1 Caudal (m<sup>3</sup>/día)

Se realizó el control del caudal de ingreso a la Zanja de Oxidación diariamente, durante las 4 primeras semanas de adaptación, en la siguiente gráfica se muestran los caudales promedio, máximo y mínimo obtenidos por semana.

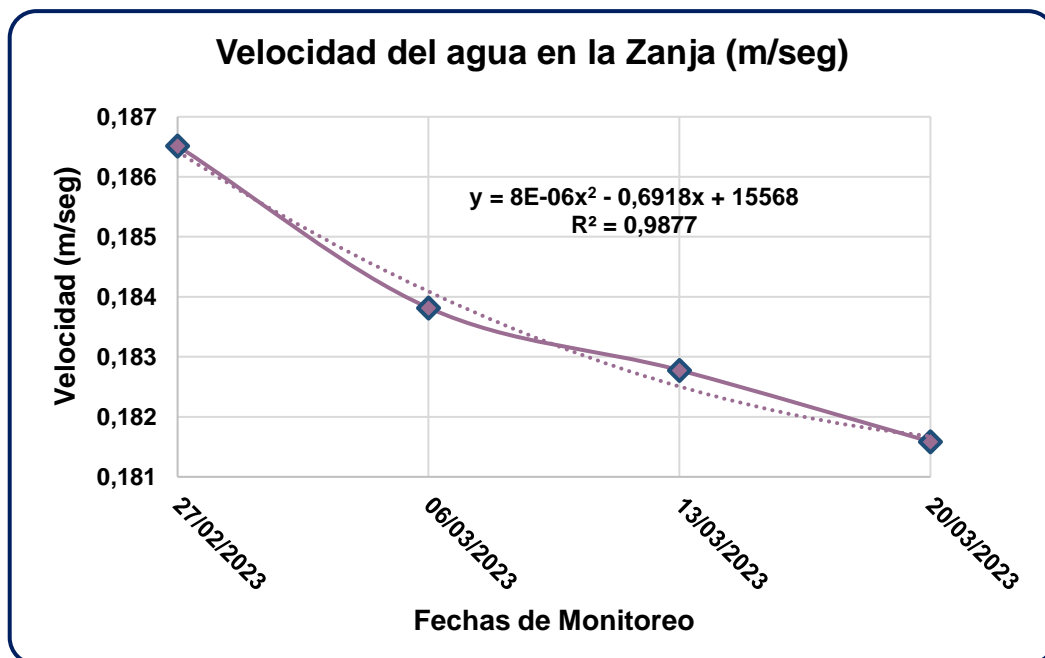
**Gráfico N. 6:** Caudal de Ingreso a la Zanja de Oxidación - Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 6, observamos que la primera semana el caudal promedio que ingreso a la zanja fue de 0.543 m<sup>3</sup>/d, un mínimo de 0.508 m<sup>3</sup>/d y un máximo de 0.584 m<sup>3</sup>/d. En la segunda semana de adaptación, se reportó datos de caudal de ingreso promedio de 0.547 m<sup>3</sup>/d, un mínimo de 0.537 m<sup>3</sup>/d y un máximo de 0.561 m<sup>3</sup>/d. Para la tercera semana se registró un caudal de ingreso promedio de 0.570 m<sup>3</sup>/d, un mínimo de 0.532 m<sup>3</sup>/d y máximo de 0.591 m<sup>3</sup>/d y para la última semana de adaptación el caudal de ingreso promedio fue de 0.580m<sup>3</sup>/d, un mínimo de 0.543 m<sup>3</sup>/d y un máximo de 0.605 m<sup>3</sup>/d.

### 4.3.1.2 Velocidad (m/seg)

**Gráfico N. 7:** Variación de la velocidad del Agua en la Zanja de Oxidación-Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 7, se observa las velocidades del agua medidas al interior de la zanja, en los dos carriles.

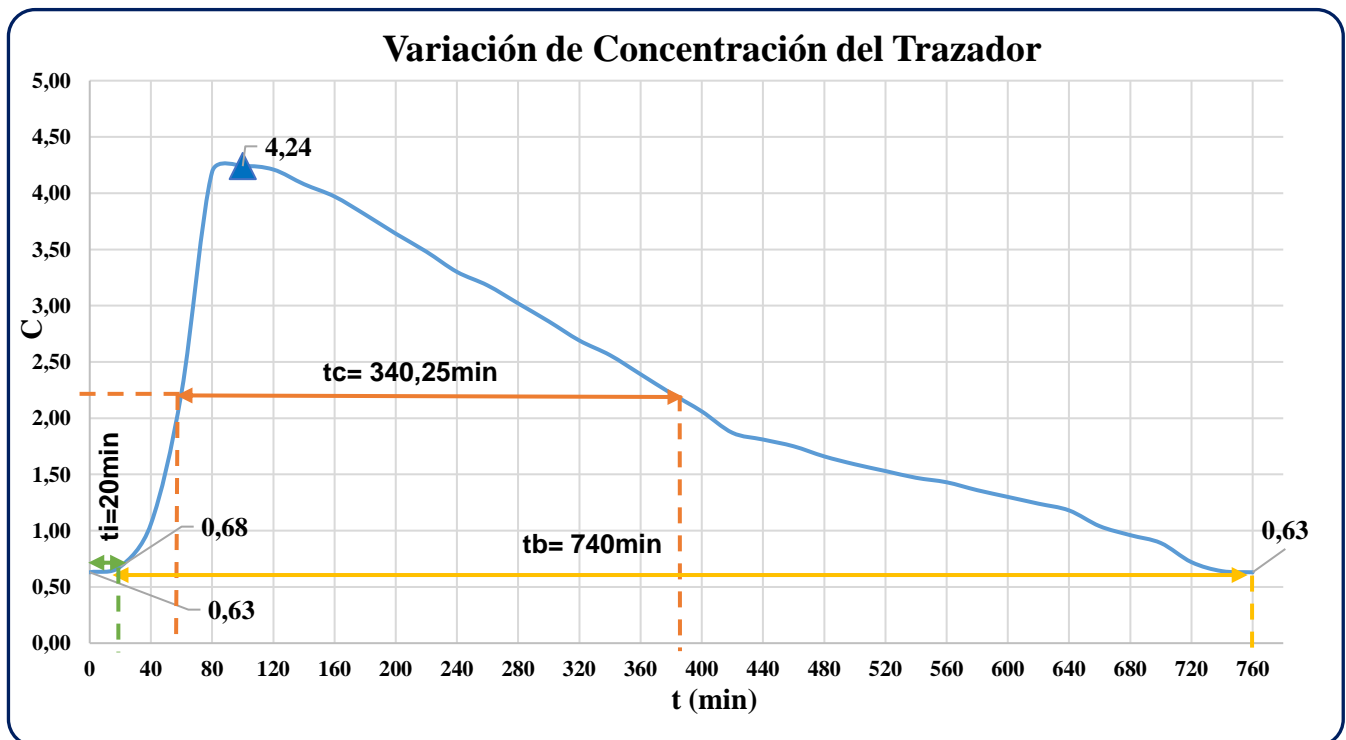
En la semana 1 de adaptación, con fecha 27/02/2023 se obtuvo una velocidad promedio de 0,187m/seg; en la segunda semana de monitoreo, con fecha 06/03/2023, la velocidad promedio fue de 0,184m/seg.

En la semana 3 de monitoreo, la velocidad registrada con fecha 13/03/2023 fue de 0,183m/seg; y la en la última semana de adaptación se registró una velocidad de 0,182m/seg.

#### 4.3.1.3 Tiempo de Retención Hidráulica (horas)

Con los datos obtenidos de conductividad (mS) a la salida de la zanja, en la semana 04 de adaptación (17/03/2023), se realizó la gráfica de concentración (C) vs tiempo (t), para determinar el TRH de la Zanja de Oxidación, con un caudal de ingreso de  $1\text{ m}^3/\text{d}$ , para este fin.

**Gráfico N. 8:** Variación de la Concentración del Trazador-Etapa de Adaptación

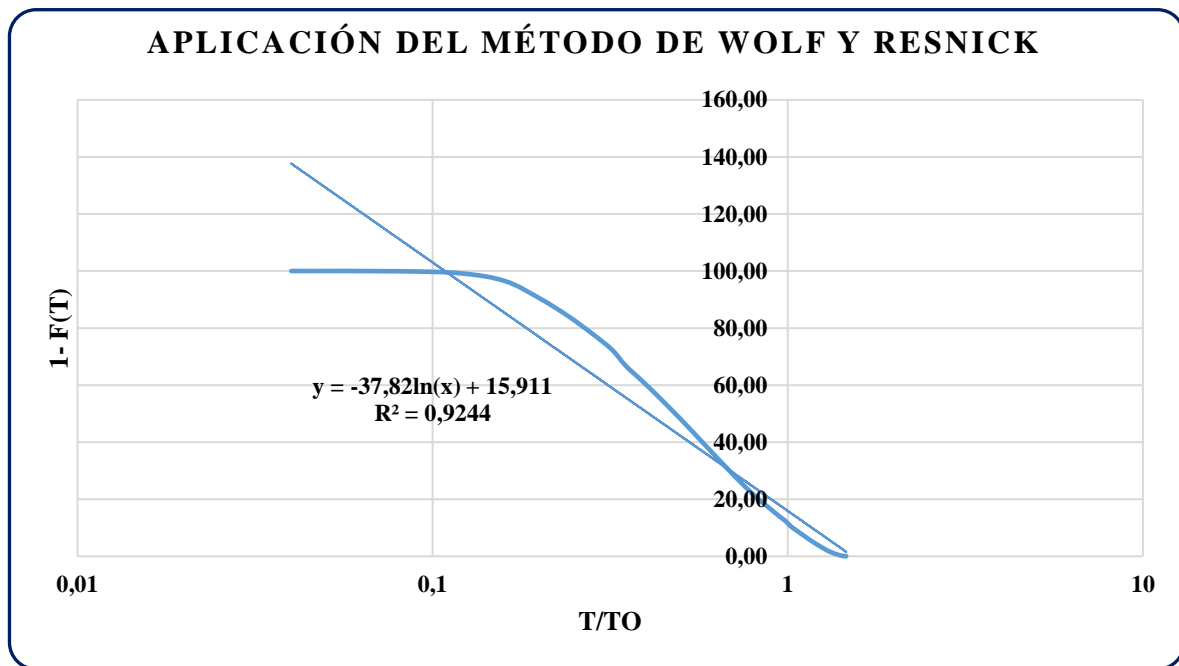


En el Gráfico N.º 8, observamos que la primera medición de conductividad realizada a la salida de la zanja antes de agregar el trazador fue de 0,63mS, luego se realizaron mediciones cada 20min, siendo la primera medición ya con el trazador agregado de 0,68mS a los 20min, el valor pico que alcanzó fue de 4,24mS a los 100min (1hr con 40min) del ensayo. Siendo el TRH para un caudal de ingreso de  $1\text{ m}^3/\text{d}$  de 760min (12hrs con 40min).

Por la curva que se dibuja con los datos obtenidos, decimos que el tipo de flujo que presenta la Zanja de Oxidación es Flujo Ideal. Donde el tiempo inicial ( $t_i$ ) es de 20min, el tiempo central ( $t_c$ ) es de 340,25min y el tiempo base ( $t_b$ ) es 740min.



**Gráfico N. 9:** Gráfica del Trazador-Método de Wolf y Resnick-Semana 04



El Gráfico N.º 9; aplicación del Método de Wolf y Resnick, nos permite calcular el porcentaje de flujo pistón que se presenta en el tratamiento, el volumen de espacios muertos en la zanja de oxidación y el porcentaje de flujo mezclado, que se registró en la cuarta semana de monitoreo.

**Tabla 16:** Determinación del Tipo de Flujo

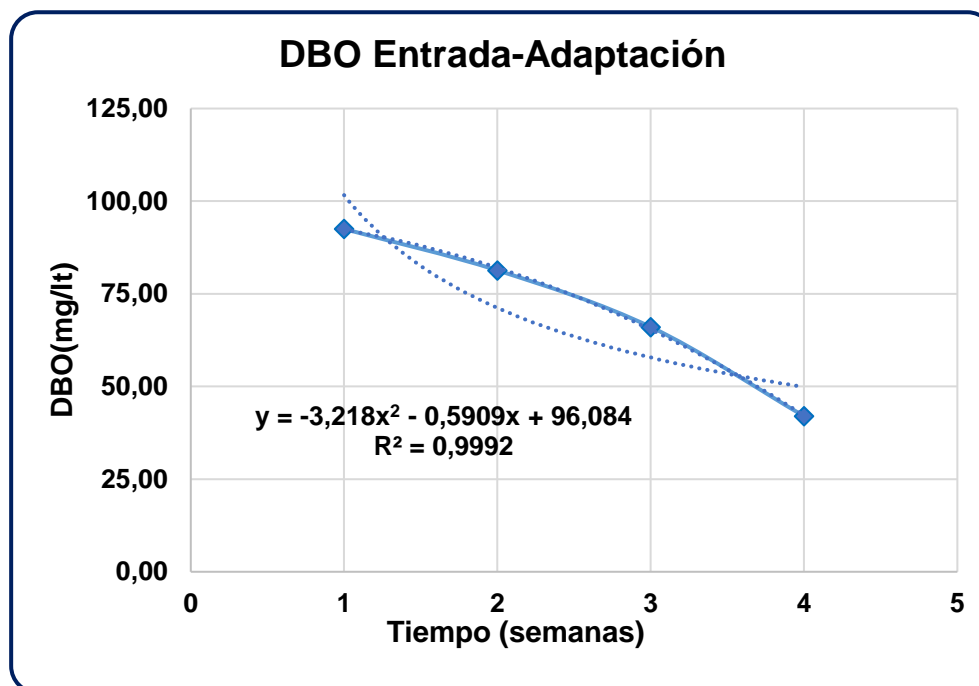
Descripción	Resultado
x	0,11
y	99,39
tan $\alpha$ =	1,613
T1/To=	0,11
$\theta$ =	0,11
T2/To=	0,73
Flujo Pistón (P %)	28,14%
Volumen de Espacios Muertos (m3)	0,609
Flujo Mezclado (M %)	71,90%

En la Tabla N.º 16, observamos los resultados obtenidos de la gráfica de Wolf y Resnick. Se obtuvo un valor de  $\theta$  de 0,11, un porcentaje de Flujo Pistón que se presentó en el tratamiento fue del 28,14%, el volumen de espacios muertos dentro de la Zanja de Oxidación fue de 0,609 y el porcentaje de Flujo Mezclado fue de 71,90%.

### 4.3.2 Parámetros a Evaluar

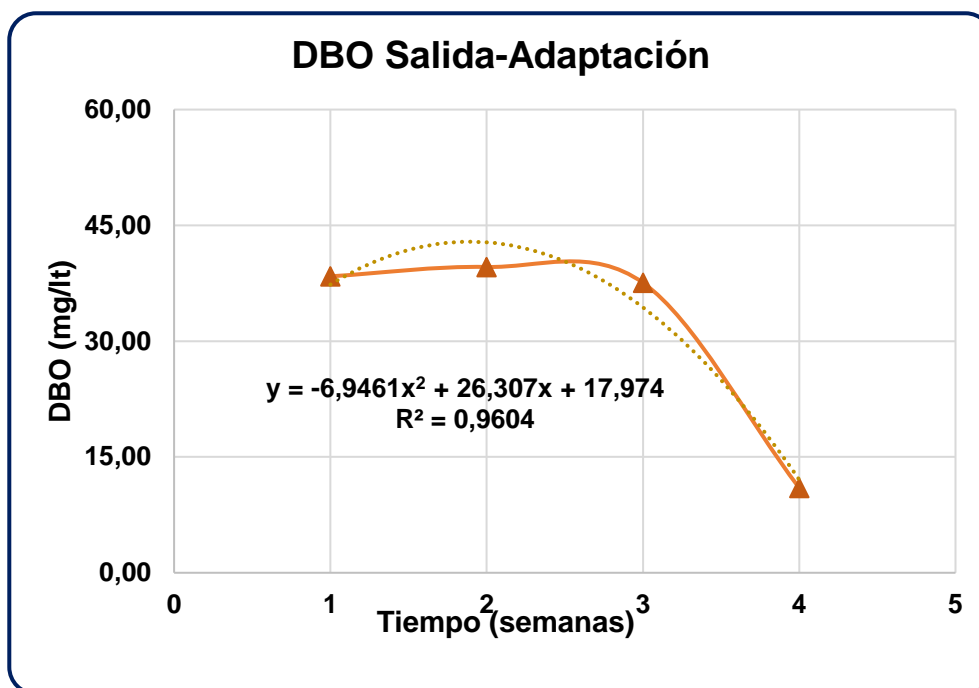
#### 4.3.2.1 DBO (mg/l DBO)

Gráfico N. 10: Comportamiento de la DBO a la Entrada-Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 10, se observa el comportamiento de la DBO al ingreso de la Zanja, en las primeras 4 semanas de adaptación. En la primera semana se obtuvo un resultado de 92,51mg/l, en la segunda semana un resultado de 81,63mg/l, en la tercera semana el resultado registrado fue de 66,05mg/l y en la última semana fue de 42,00mg/l. Siendo la más alta la de la primera semana y la concentración más baja la cuarta semana.

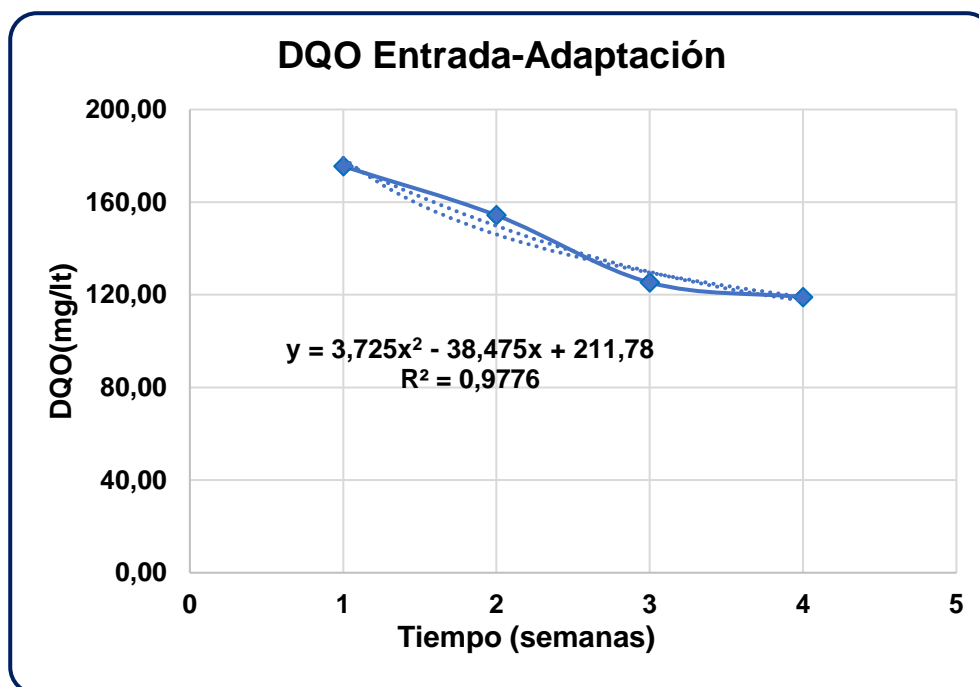
**Gráfico N. 11:** Comportamiento de la DBO a la Salida-Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 11, se observa el comportamiento de la DBO a la salida de la Zanja, en las primeras 4 semanas de adaptación. En la primera semana se obtuvo un resultado de 38,40mg/l, en la segunda semana un resultado de 39,61mg/l, en la tercera semana el resultado registrado fue de 37,57mg/l y en la última semana fue de 11,00mg/l. Siendo la más alta la de la segunda semana y la concentración más baja la cuarta semana.

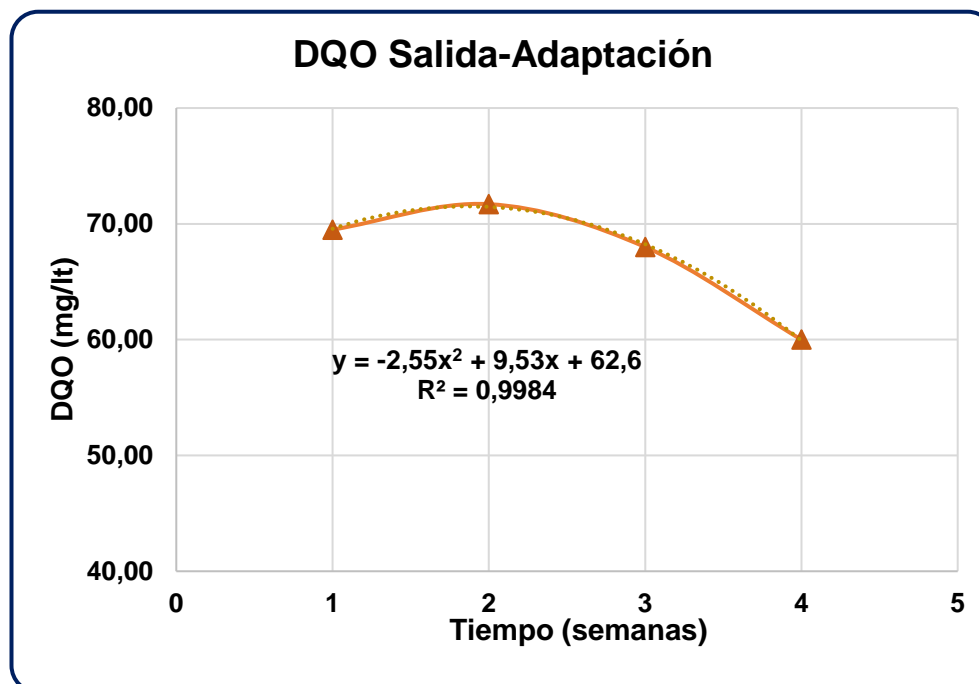
#### 4.3.2.2 DQO (mg/l DQO)

Gráfico N. 12: Comportamiento de la DQO a la Entrada-Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 12, se observa el comportamiento de la DQO al ingreso de la Zanja, en las primeras 4 semanas de adaptación. En la primera semana se obtuvo un resultado de 175,50mg/l, en la segunda semana un resultado de 154,30mg/l, en la tercera semana el resultado registrado fue de 125,30mg/l y en la última semana fue de 119,00mg/l. Siendo la más alta la de la primera semana y la concentración más baja la cuarta semana.

**Gráfico N. 13:** Comportamiento de la DQO a la Salida-Etapa de Adaptación

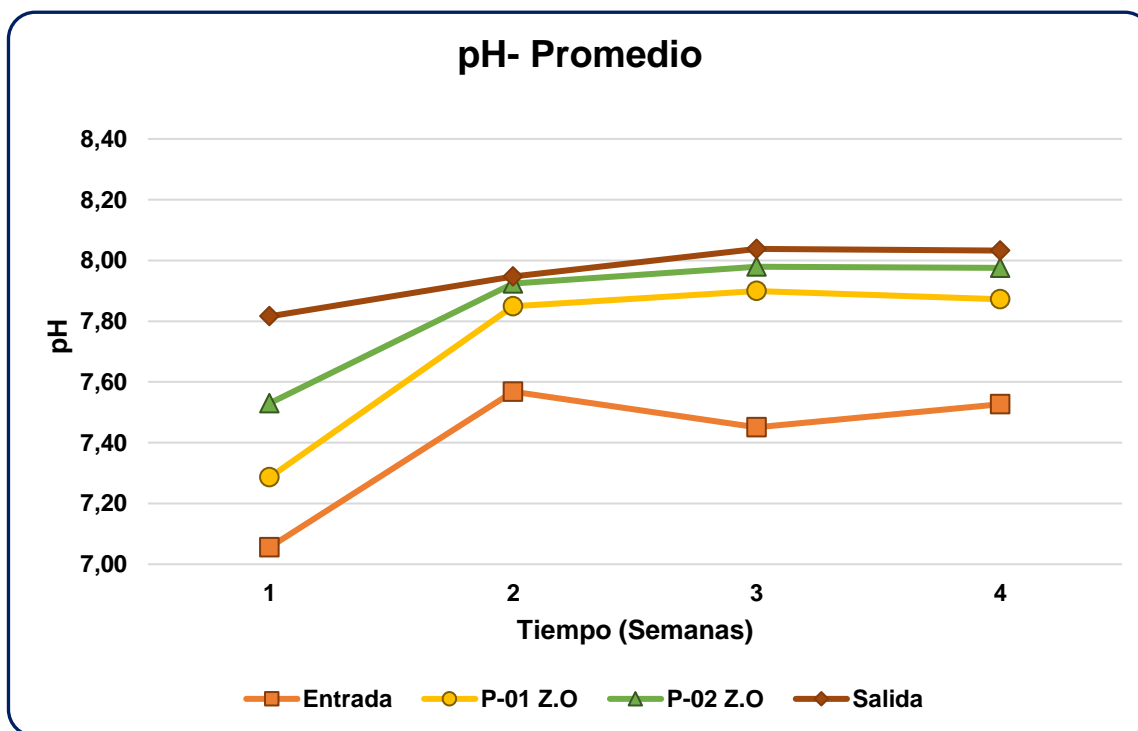


En el Gráfico N.º 13, se observa el comportamiento de la DQO a la salida de la Zanja, en las primeras 4 semanas de adaptación. En la primera semana se obtuvo un resultado de 69,50mg/lit, en la segunda semana un resultado de 71,70mg/lit, en la tercera semana el resultado registrado fue de 68,00mg/lit y en la última semana fue de 60,00mg/lit. Siendo la más alta la de la segunda semana y la concentración más baja la cuarta semana.

### 4.3.2.3 pH (Und. pH)

Se realizó el control del pH diariamente (3 veces al día), durante las 4 primeras semanas de adaptación. Estos fueron tomados en 4 puntos, al ingreso, 2 en el interior de la zanja y a la salida de esta.

**Gráfico N. 14:** Variación del pH Promedio -Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 14, se observa el pH promedio registrado durante las 4 primeras semanas de adaptación.

En la entrada, el pH más bajo fue en la 1ra semana, siendo de 7,06; y el pH más alto se registró en la 2da semana, siendo de 7,57.

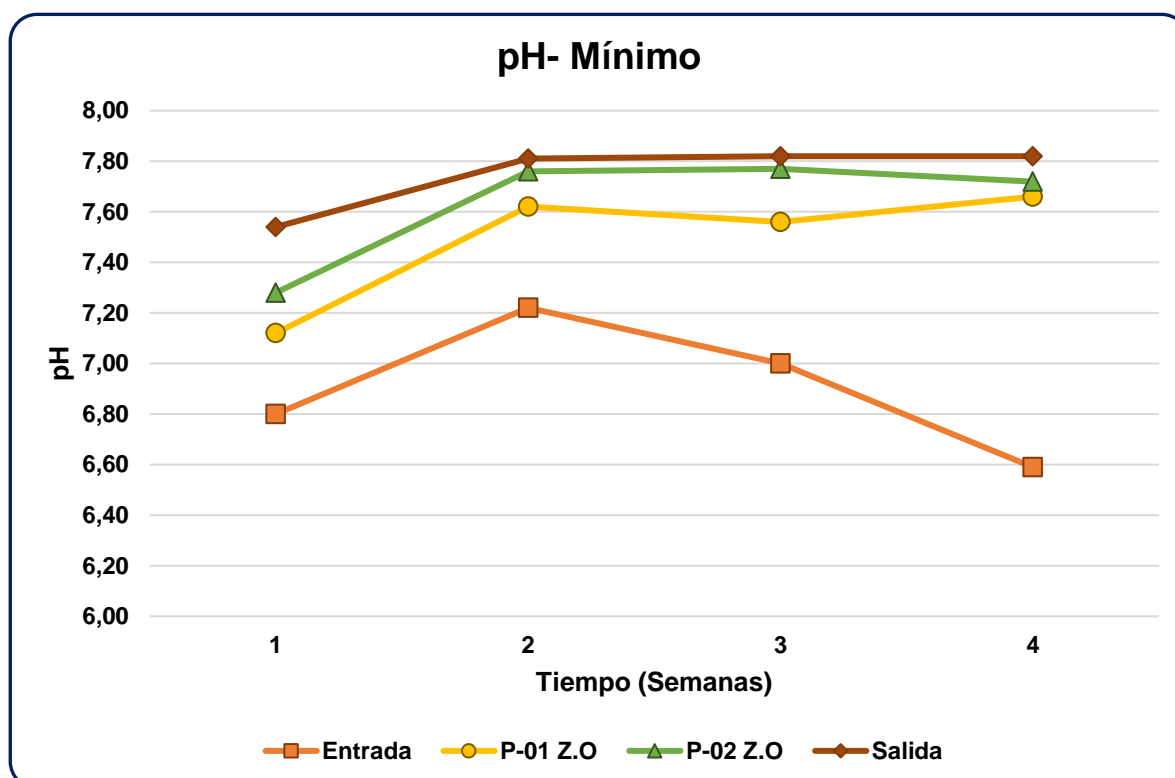
En el Carril N.º1 de la zanja (P-01 Z.O.), el pH más bajo fue de 7,69 la semana 01; y la más alta de 7,90 la semana 03.

En el Carril N.º2 de la zanja (P-02 Z.O.), el pH más bajo obtenido fue de 7,53 la primera semana y el más alto de 7,98 la tercera y cuarta semana.

A la salida de la Zanja, se registró un pH mínimo de 7,82 la semana 01 y el más alto de 8,04 la tercera semana.



**Gráfico N. 15:** Variación del pH Mínimo -Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 15, se observa el pH mínimo registrado durante las 4 primeras semanas de adaptación.

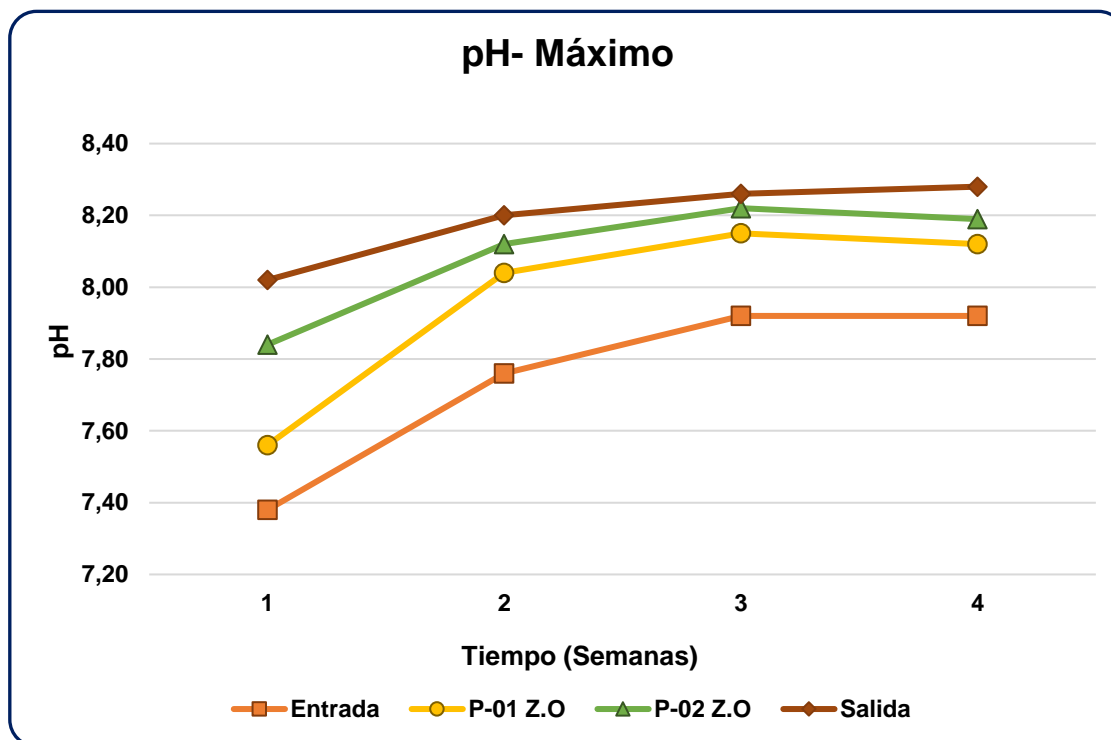
En la entrada, el pH más bajo fue en la 1ra semana, siendo de 6,80; y el pH más alto se registró en la 2da semana, siendo de 7,22.

En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), el pH más bajo fue de 7,12 la semana 01; y la más alta de 7,66 la semana 04.

En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), el pH más bajo obtenido fue de 7,28 la primera semana y el más alto de 7,77 la tercera semana.

A la salida de la Zanja, se registró un pH mínimo de 7,54 la semana 01 y el más alto de 7,82 la tercera y cuarta semana.

**Gráfico N. 16:** Variación del pH Máximo -Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 16, se observa el pH máximo registrado durante las 4 primeras semanas de adaptación.

En la entrada, el pH más bajo fue en la 1ra semana, siendo de 7,38; y el pH más alto se registró en la tercera y cuarta semana, siendo de 7,92.

En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), el pH más bajo fue de 7,56 la semana 01; y la más alta de 8,15 la semana 03.

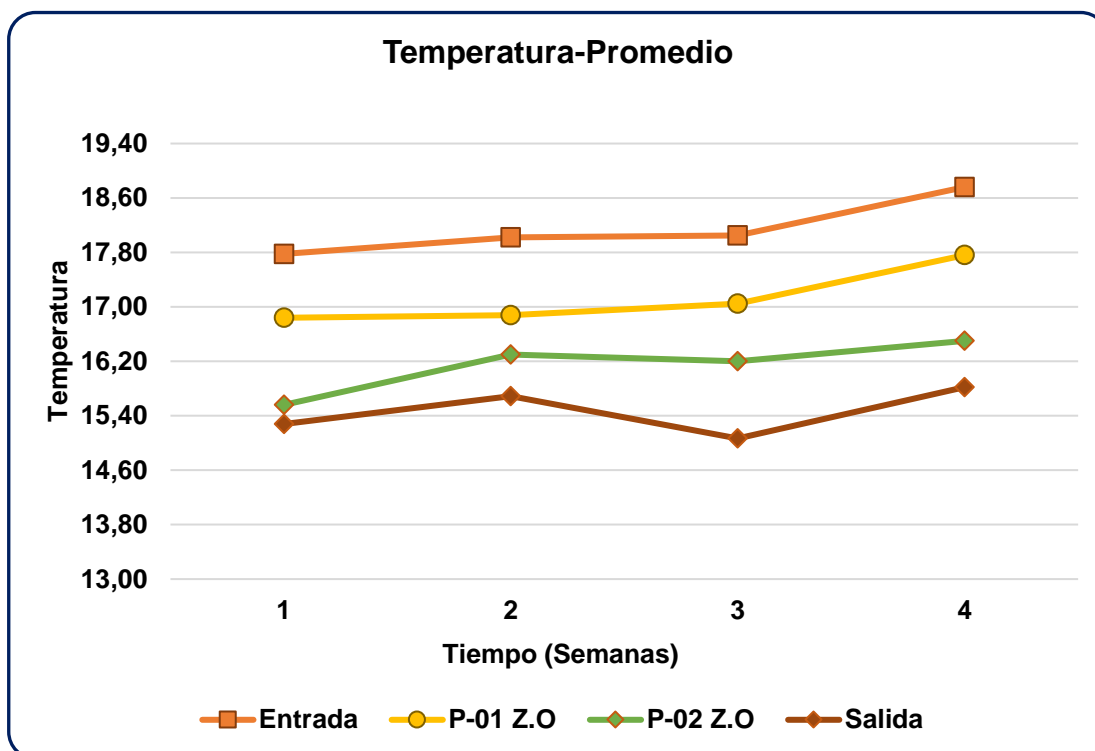
En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), el pH más bajo obtenido fue de 7,84 la primera semana y el más alto de 8,22 la tercera semana.

A la salida de la Zanja, se registró un pH mínimo de 8,02 la semana 01 y el más alto de 8,28d la cuarta semana.

#### 4.3.2.4 Temperatura (°C)

Se realizó el control de la temperatura (C°) diariamente (3 veces al día), durante las 4 primeras semanas de adaptación. Estos fueron tomados en 4 puntos, al ingreso, 2 en el interior de la zanja y a la salida de esta.

**Gráfico N. 17:** Variación del Temperatura Promedio -Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 17, se observa la Temperatura promedio registrada durante las 4 primeras semanas de adaptación.

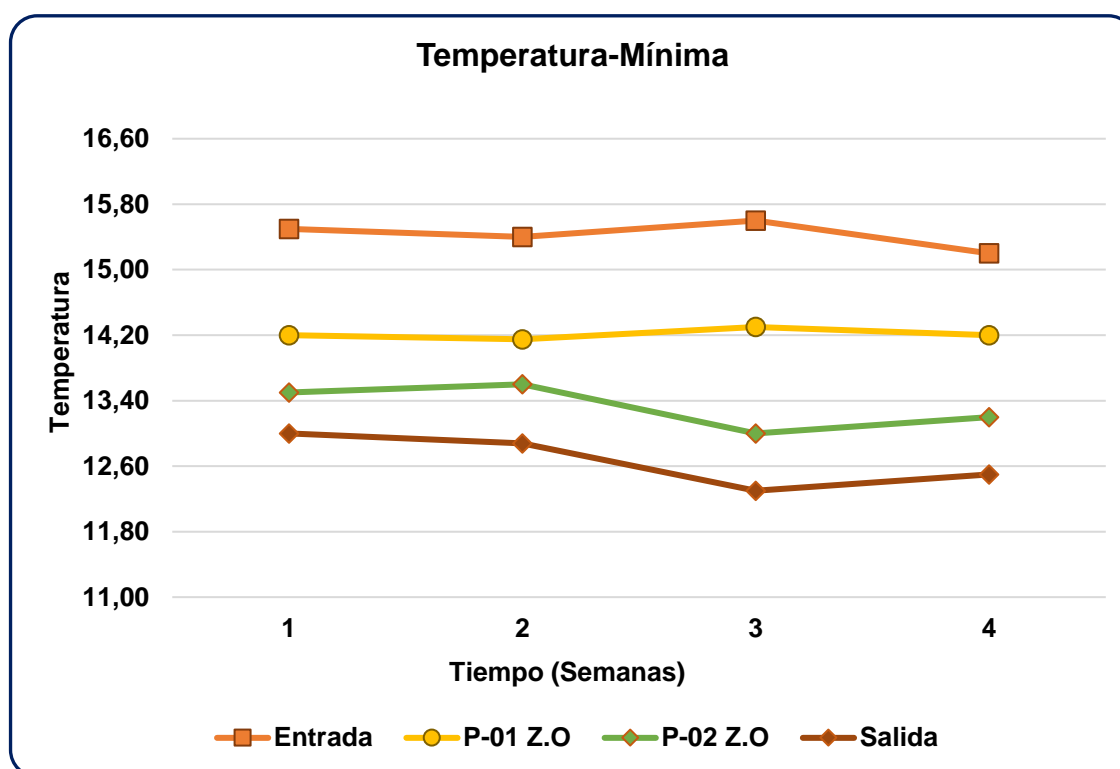
En la entrada, la temperatura más baja fue en la 1ra semana, siendo de 17,78°C; y la temperatura más alta se registró en la cuarta semana, siendo de 18,86°C.

En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), la temperatura más baja fue de 16,84°C la semana 01; y la más alta de 17,76°C la semana 04.

En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), la temperatura más baja obtenida fue de 15,56°C la primera semana y la más alta de 16,50°C la cuarta semana.

A la salida de la Zanja, se registró una temperatura mínima de 15,07°C la semana 03 y la más alta de 15,82°C la cuarta semana.

**Gráfico N. 18:** Variación del Temperatura Mínima -Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 18, se observa la Temperatura mínima registrada durante las 4 primeras semanas de adaptación.

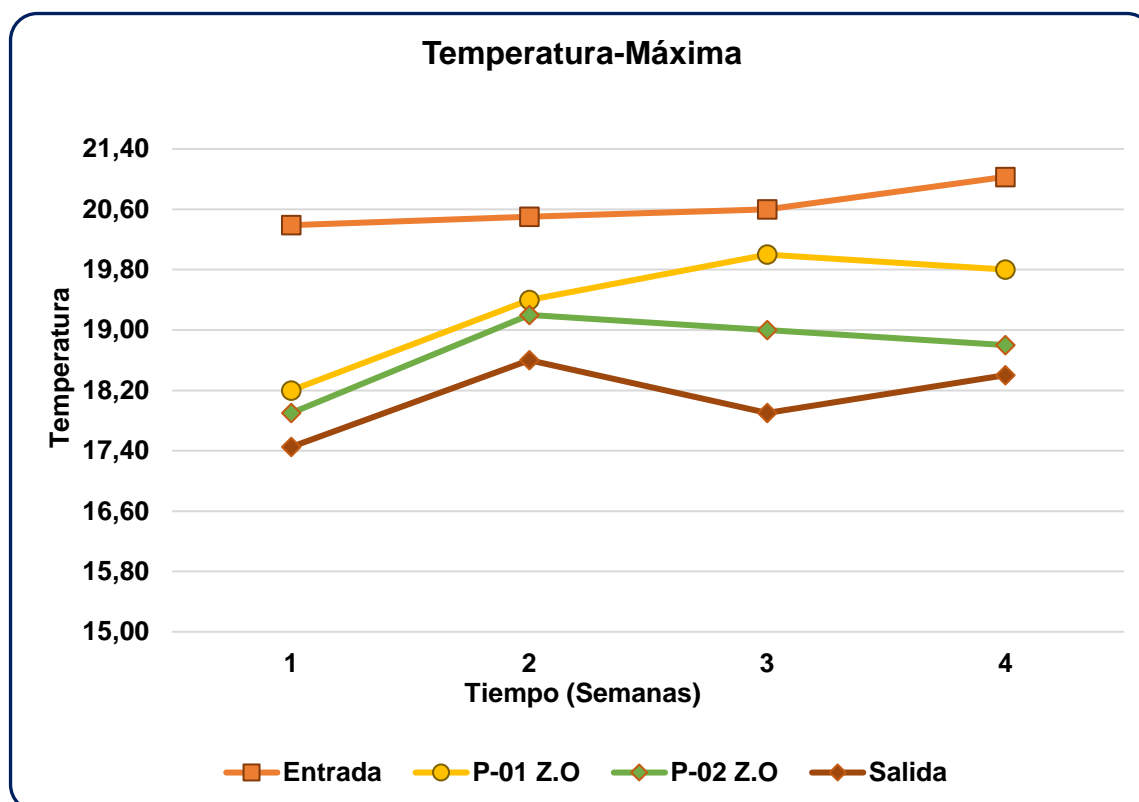
En la entrada, la temperatura más baja fue en la 4ta semana, siendo de 15,20°C; y la temperatura más alta se registró en la tercera semana, siendo de 15,60°C.

En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), la temperatura más baja fue de 14,15°C la semana 02; y la más alta de 14,30°C la semana 03.

En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), la temperatura más baja obtenida fue de 13,00°C la tercera semana y la más alta de 13,60°C la segunda semana.

A la salida de la Zanja, se registró una temperatura mínima de 12,30°C la semana 03 y la más alta de 13,00°C de la segunda semana.

**Gráfico N. 19:** Variación del Temperatura Máxima -Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 19, se observa la Temperatura máxima registrada durante las 4 primeras semanas de adaptación.

En la entrada, la temperatura más baja fue en la 1ra semana, siendo de 20,39°C; y la temperatura más alta se registró en la cuarta semana, siendo de 21,06°C.

En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), la temperatura más baja fue de 18,20°C la semana 01; y la más alta de 20,00°C la semana 03.

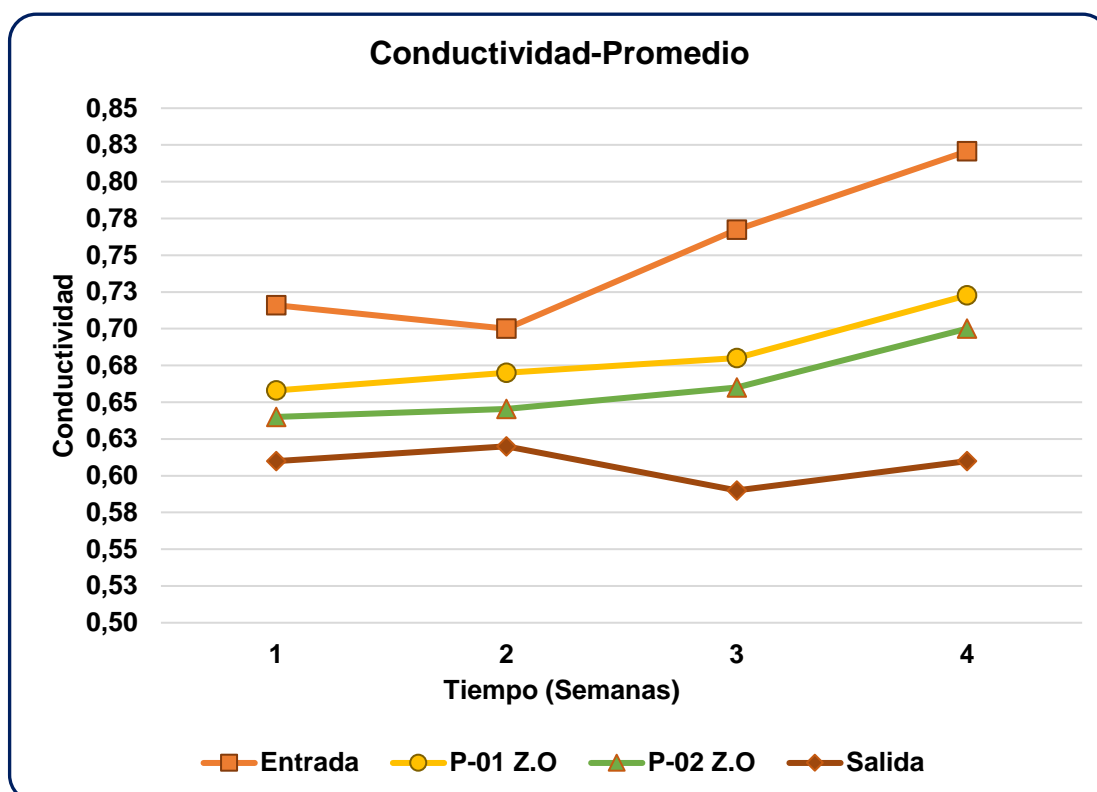
En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), la temperatura más baja obtenida fue de 17,90°C la primera semana y la más alta de 19,30°C la segunda semana.

A la salida de la Zanja, se registró una temperatura mínima de 17,40°C la semana 01 y la más alta de 19,20°C de la segunda semana.

#### 4.3.2.5 Conductividad ( $mS/cm^{-1}$ )

Se realizó el control de la conductividad ( $mS$ ) diariamente (3 veces al día), durante las 4 primeras semanas de adaptación. Estos fueron tomados en 4 puntos, al ingreso, 2 en el interior de la zanja y a la salida de esta.

**Gráfico N. 20:** Variación del Conductividad Promedio -Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 20, se observa la Conductividad promedio registrada durante las 4 primeras semanas de adaptación.

En la entrada, la conductividad más baja fue en la 2da semana, siendo de  $0,70 mS/cm^{-1}$ ; y la conductividad más alta se registró en la cuarta semana, siendo de  $0,82 mS/cm^{-1}$ .

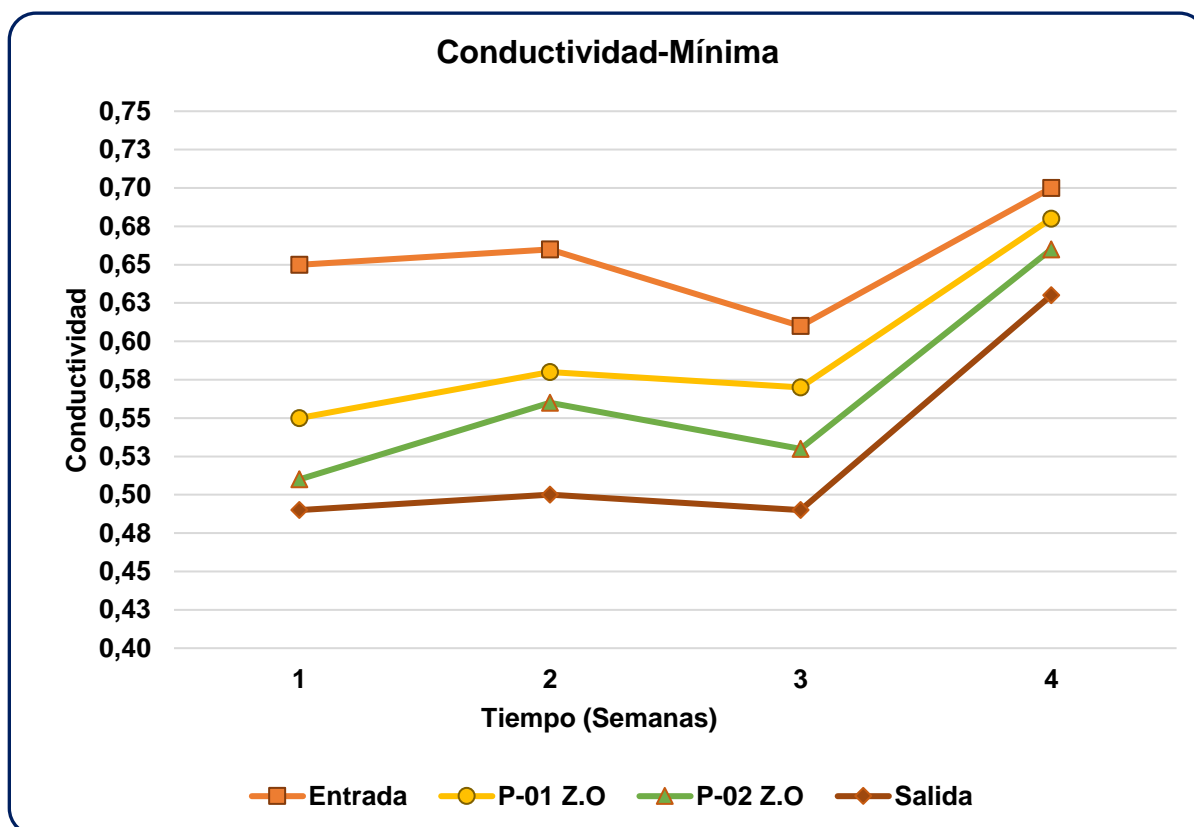
En el Carril N.º1 de la zanja (P-01 Z.O.), la conductividad más baja fue de  $0,66 mS/cm^{-1}$  la semana 01; y la más alta de  $0,72 mS/cm^{-1}$  la semana 04.

En el Carril N.º2 de la zanja (P-02 Z.O.), la conductividad más baja obtenida fue de  $0,64 mS/cm^{-1}$  la primera semana y la más alta de  $0,70 mS/cm^{-1}$  la cuarta semana.



A la salida de la Zanja, se registró una conductividad mínima de  $0,59 \text{ mS/cm}^{-1}$  la semana 03 y la más alta de  $0,62 \text{ mS/cm}^{-1}$  de la segunda semana.

**Gráfico N. 21:** Variación del Conductividad Mínima -Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 21, se observa la Conductividad mínima registrada durante las 4 primeras semanas de adaptación.

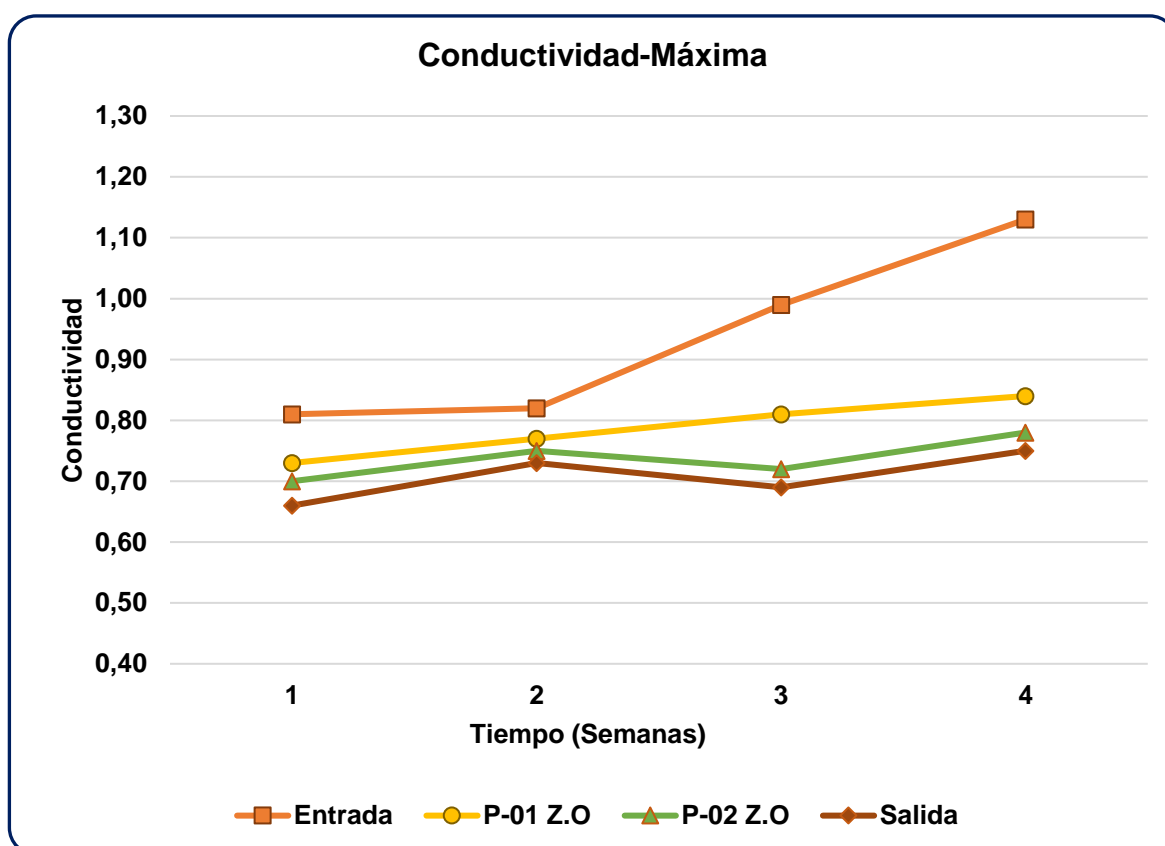
En la entrada, la conductividad más baja fue en la 3ra semana, siendo de  $0,61 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; y la conductividad más alta se registró en la cuarta semana, siendo de  $0,70 \text{ mS/cm}^{-1}$ .

En el Carril N.º1 de la zanja (P-01 Z.O.), la conductividad más baja fue de  $0,55 \text{ mS/cm}^{-1}$  la semana 01; y la más alta de  $0,68 \text{ mS/cm}^{-1}$  la semana 04.

En el Carril N.º2 de la zanja (P-02 Z.O.), la conductividad más baja obtenida fue de  $0,51 \text{ mS/cm}^{-1}$  la primera semana y la más alta de  $0,66 \text{ mS/cm}^{-1}$  la cuarta semana.

A la salida de la Zanja, se registró una conductividad mínima de  $0,49 \text{ mS/cm}^{-1}$  la semana 01 y semana 03 y la más alta de  $0,63 \text{ mS/cm}^{-1}$  de la cuarta semana.

**Gráfico N. 22:** Variación del Conductividad Máxima -Etapa de Adaptación



En el Gráfico N.º 22, se observa la Conductividad Máxima registrada durante las 4 primeras semanas de adaptación.

En la entrada, la conductividad más baja fue en la 1ra semana, siendo de  $0,81 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; y la conductividad más alta se registró en la cuarta semana, siendo de  $1,13 \text{ mS/cm}^{-1}$ .

En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), la conductividad más baja fue de  $0,73 \text{ mS/cm}^{-1}$  la semana 01; y la más alta de  $0,84 \text{ mS/cm}^{-1}$  la semana 04.

En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), la conductividad más baja obtenida fue de  $0,70 \text{ mS/cm}^{-1}$  la primera semana y la más alta de  $0,78 \text{ mS/cm}^{-1}$  la cuarta semana.

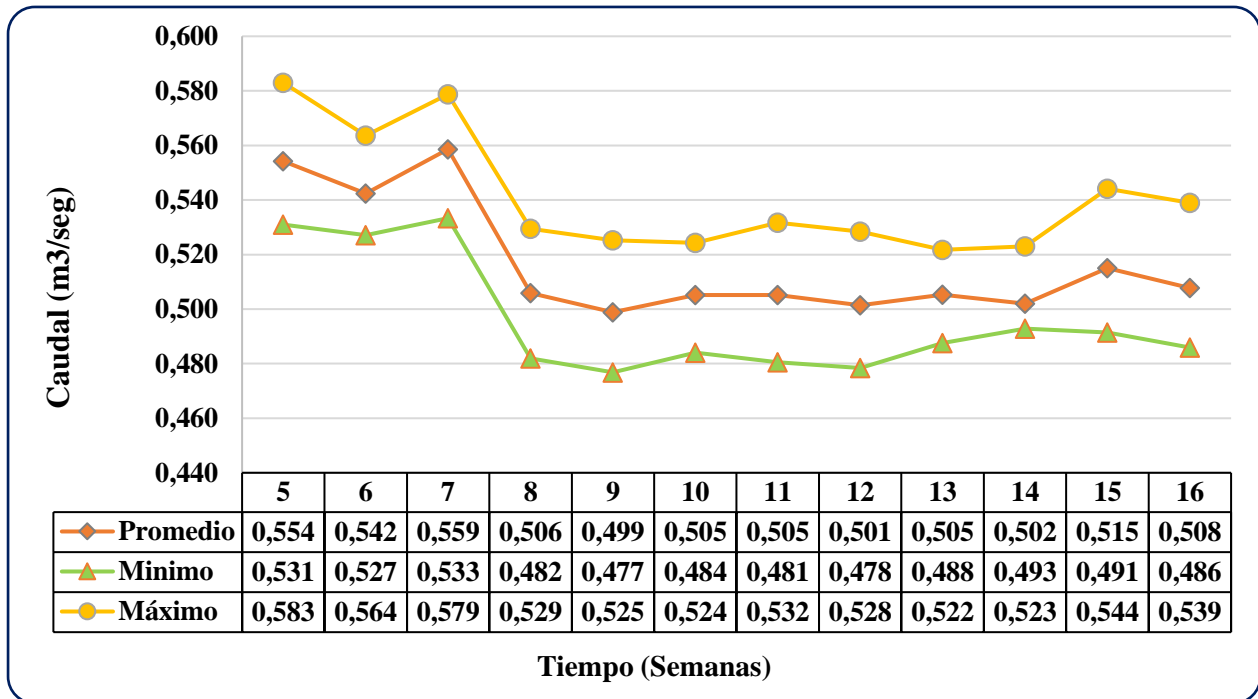
A la salida de la Zanja, se registró una conductividad mínima de  $0,66 \text{ mS/cm}^{-1}$  la semana 01 y la más alta de  $0,75 \text{ mS/cm}^{-1}$  de la cuarta semana.

#### 4.4 ETAPA DE MONITOREO

##### 4.4.1 Condiciones Hidráulicas de Operación

##### 4.4.1.1 Caudal (m<sup>3</sup>/día)

Gráfico N. 23: Variación del Caudal de Ingreso a la Zanja de Oxidación



En el Gráfico N.º 23, se observa el caudal registrado las siguientes 12 semanas de monitoreo.

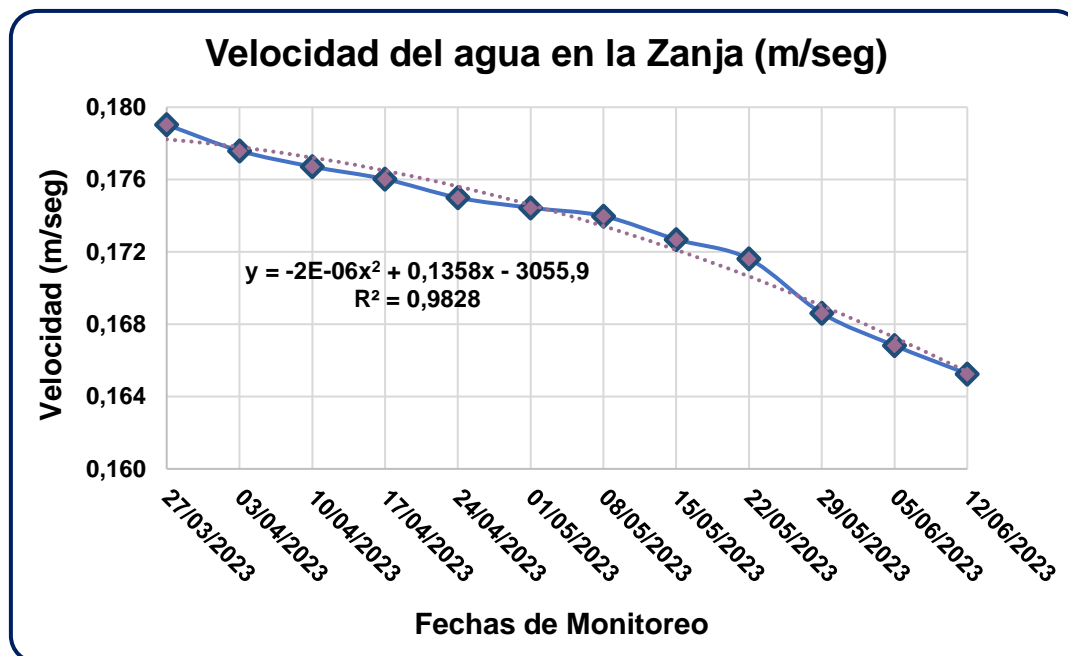
El caudal promedio más bajo registrado durante la etapa de monitoreo fue de 0,499m<sup>3</sup>/día, correspondiente a la semana 9; y el caudal promedio más alto registrado fue de 0,554m<sup>3</sup>/día la semana 5 de monitoreo.

El caudal mínimo más bajo que se registró durante la etapa de monitoreo fue de 0,477m<sup>3</sup>/día, en la semana 9; y el caudal mínimo más alto registrado fue de 0,531m<sup>3</sup>/día, en la semana 5.

El caudal máximo más bajo que se registró fue de 0,522m<sup>3</sup>/día y la más alta fue de 0,583m<sup>3</sup>/día, en las semanas 9 y 5 respectivamente.

#### 4.4.1.2 Velocidad (m/seg)

Gráfico N. 24: Variación de la velocidad del Agua en la Zanja de Oxidación



En el Gráfico N.º 24, se observa el registro de velocidades obtenidas durante las siguientes 12 semanas de monitoreo.

La velocidad más alta se registró con fecha 27/03/2023, siendo de 0,179m/seg. Con fecha 10/04/2023 de la semana 7, la velocidad registrada fue de 0,177m/seg. Las semanas 10 y 11, con fechas 01/05/2023 y 08/05/2023, se obtuvieron velocidades de 0,174m/seg.

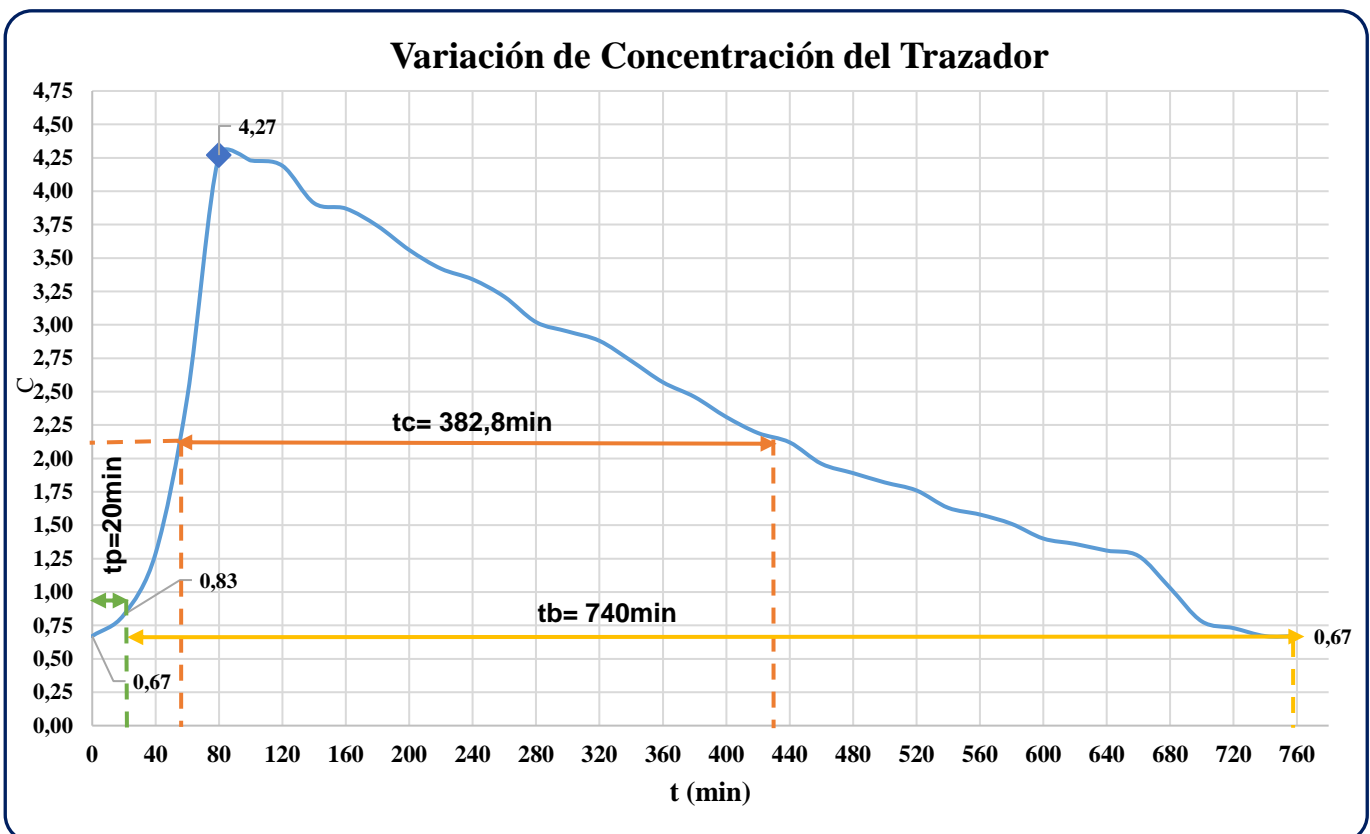
Las velocidades más bajas registradas durante las 16 semanas de monitoreo, fueron en las 3 últimas semanas.

Con fecha 29/05/2023 (semana 14), la velocidad fue de 0,169m/seg; con fecha 05/06/2023 (semana 15), la velocidad registrada fue de 0,167m/seg y con fecha 12/06/2023 (semana 16), la velocidad fue de 0,165m/seg.

#### 4.4.1.3 Tiempo de Retención Hidráulica (horas)

Con los datos obtenidos de conductividad (mS) a la salida de la zanja, en la semana 08 (15/04/2023), se realizó la gráfica de concentración (C) vs tiempo (t), para determinar el TRH de la Zanja de Oxidación, con un caudal de ingreso de  $1\text{m}^3/\text{d}$ , para este fin.

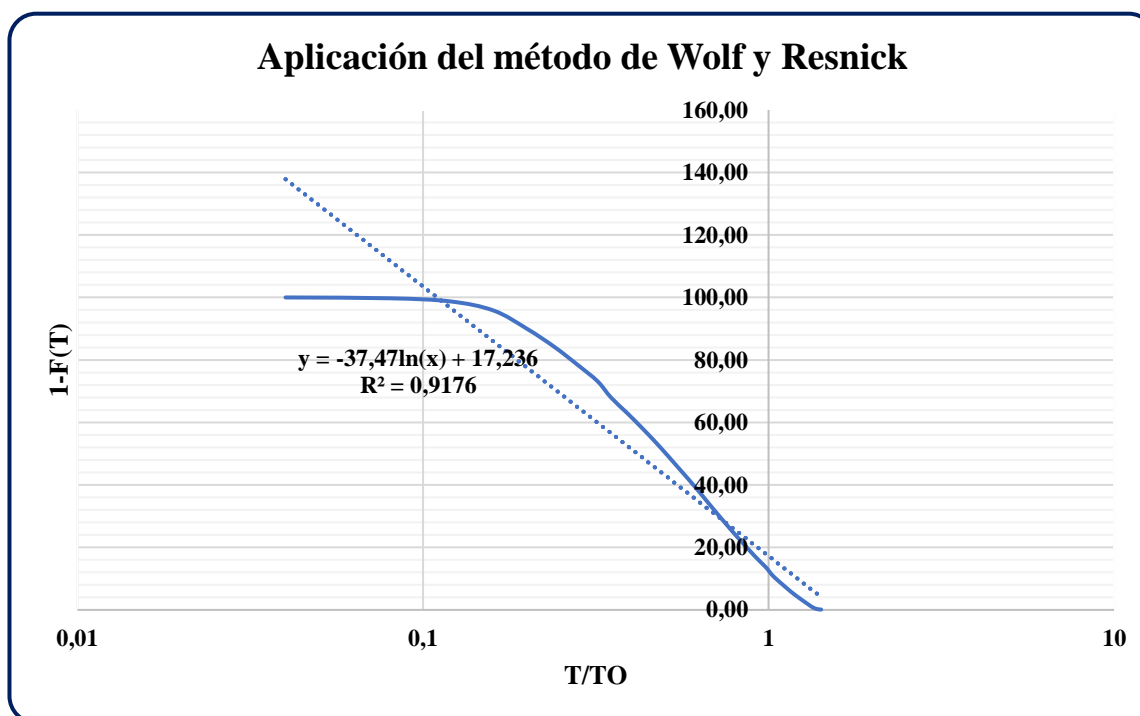
**Gráfico N. 25:** Variación de la Concentración del Trazador- Semana 08



En el Gráfico N.º 25, observamos que la primera medición de conductividad realizada a la salida de la zanja antes de agregar el trazador fue de  $0,67\text{mS}$ , luego se realizaron mediciones cada  $20\text{min}$ , siendo la primera medición ya con el trazador agregado de  $0,83\text{mS}$  a los  $20\text{min}$ , el valor pico que alcanzó fue de  $4,27\text{mS}$  a los  $80\text{min}$  ( $1\text{hr}$  con  $20\text{min}$ ) del ensayo. Siendo el TRH para un caudal de ingreso de  $1\text{m}^3/\text{d}$  de  $760\text{min}$  ( $12\text{hrs}$  con  $40\text{min}$ ).

Por la curva que se dibuja con los datos obtenidos, decimos que el tipo de flujo que presenta la Zanja de Oxidación es Flujo Ideal. Donde el tiempo inicial ( $t_i$ ) es de  $20\text{min}$ , el tiempo central ( $t_c$ ) es de  $382,8\text{min}$  y el tiempo base ( $t_b$ ) es  $740\text{min}$ .

**Gráfico N. 26:** Gráfica del Trazador-Método de Wolf y Resnick-Semana 08



El Gráfico N.º 26; aplicación del Método de Wolf y Resnick, nos permite calcular el porcentaje de flujo pistón que se presenta en el tratamiento, el volumen de espacios muertos en la zanja de oxidación y el porcentaje de flujo mezclado, que se registró en la cuarta semana de monitoreo.

**Tabla 17:** Determinación del Tipo de Flujo

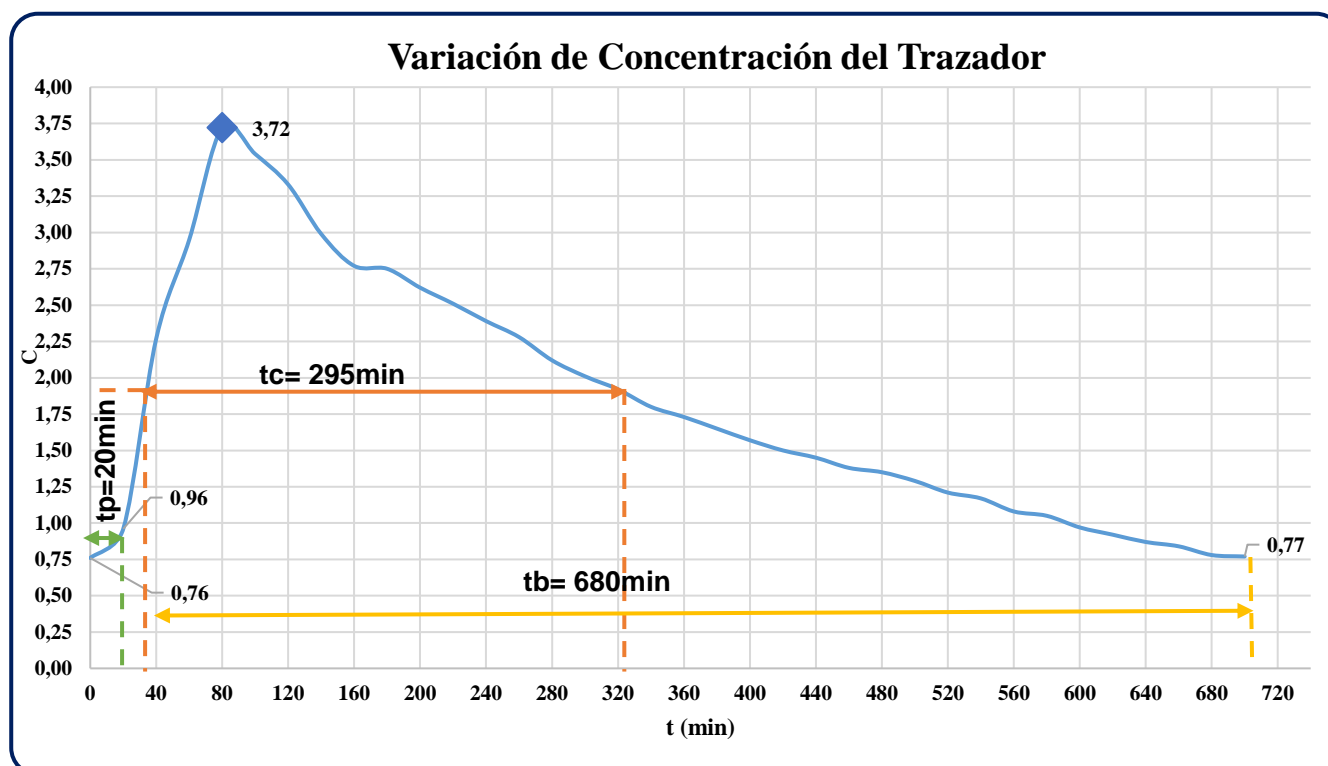
Descripción	Resultado
x	0,11
y	99,94
tan $\alpha$ =	1,563
T1/To=	0,11
$\theta$ =	0,11
T2/To=	0,75
Flujo Pistón (P %)	27,51%
Volumen de Espacios Muertos (m3)	0,600
Flujo Mezclado (M %)	72,49%

En la Tabla N.º 17, observamos los resultados obtenidos de la gráfica de Wolf y Resnick. Se obtuvo un valor de  $\theta$  de 0,11, un porcentaje de Flujo Pistón que se presentó en el tratamiento fue del 27,51%, el volumen de espacios muertos dentro de la Zanja de Oxidación fue de 0,600 y el porcentaje de Flujo Mezclado fue de 72,49%.



Con los datos obtenidos de conductividad (mS) a la salida de la zanja, en la semana 12 (20/05/2023), se realizó la gráfica de concentración (C) vs tiempo (t), para determinar el TRH de la Zanja de Oxidación, con un caudal de ingreso de  $1\text{m}^3/\text{d}$ , para este fin.

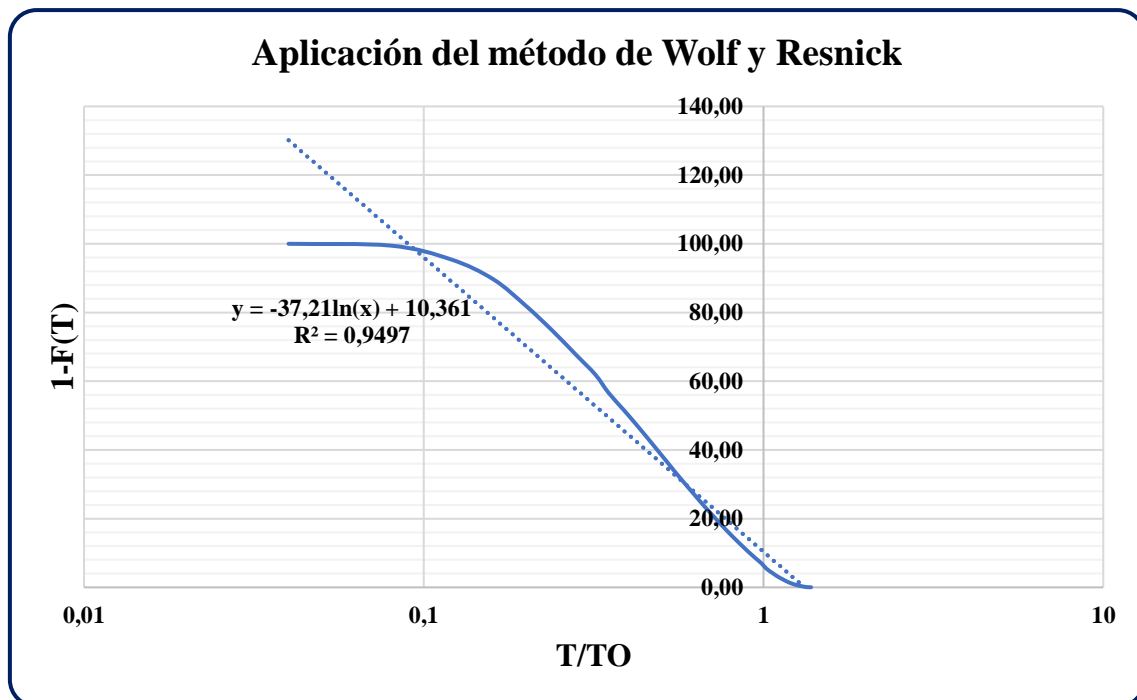
**Gráfico N. 27:** Variación de la Concentración del Trazador- Semana 12



En el Gráfico N.º 27, observamos que la primera medición de conductividad realizada a la salida de la zanja antes de agregar el trazador fue de  $0,76\text{mS}$ , luego se realizaron mediciones cada  $20\text{min}$ , siendo la primera medición ya con el trazador agregado de  $0,96\text{mS}$  a los  $20\text{min}$ , el valor pico que alcanzó fue de  $3,72\text{mS}$  a los  $80\text{min}$  ( $1\text{hr}$  con  $20\text{min}$ ) del ensayo. Siendo el TRH para un caudal de ingreso de  $1\text{m}^3/\text{d}$  de  $700\text{min}$  ( $11\text{hrs}$  con  $40\text{min}$ ).

Por la curva que se dibuja con los datos obtenidos, decimos que el tipo de flujo que presenta la Zanja de Oxidación es Flujo Ideal. Donde el tiempo inicial ( $t_i$ ) es de  $20\text{min}$ , el tiempo central ( $t_c$ ) es de  $295\text{min}$  y el tiempo base ( $t_b$ ) es  $680\text{min}$ .

**Gráfico N. 28:** Gráfica del Trazador-Método de Wolf y Resnick-Semana 12



El Gráfico N.º 28; aplicación del Método de Wolf y Resnick, nos permite calcular el porcentaje de flujo pistón que se presenta en el tratamiento, el volumen de espacios muertos en la zanja de oxidación y el porcentaje de flujo mezclado, que se registró en la cuarta semana de monitoreo.

**Tabla 18:** Determinación del Tipo de Flujo

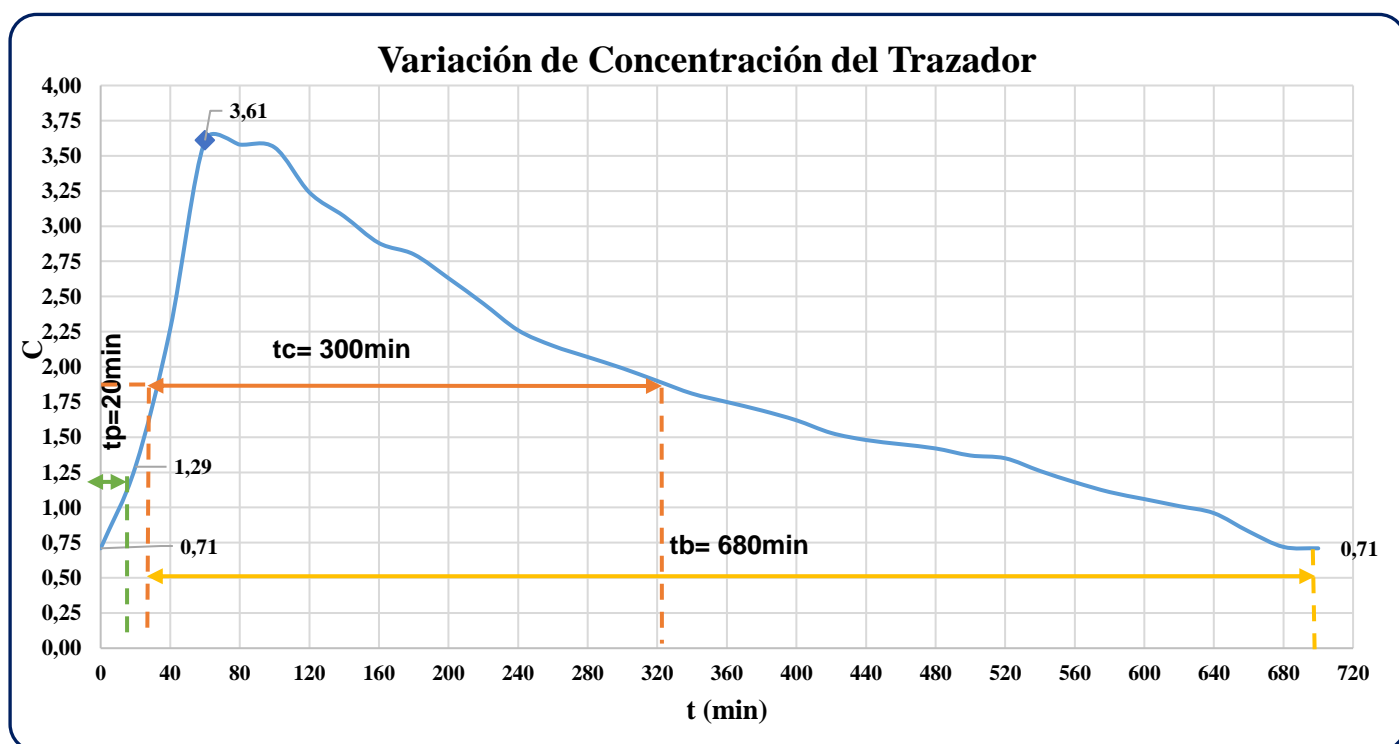
Descripción	Resultado
x	0,09
y	99,96
tan $\alpha$ =	1,887
T1/To=	0,09
$\theta$ =	0,09
T2/To=	0,62
Flujo Pistón (P)	27,27%
Volumen de Espacios Muertos (m3)	0,670
Flujo Mezclado (M)	72,73%

En la Tabla N° 18, observamos los resultados obtenidos de la gráfica de Wolf y Resnick. Se obtuvo un valor de  $\theta$  de 0,09; un porcentaje de Flujo Pistón que se presentó en el tratamiento fue del 27,27%, el volumen de espacios muertos dentro

de la Zanja de Oxidación fue de 0,670 y el porcentaje de Flujo Mezclado fue de 72,73%.

Con los datos obtenidos de conductividad (mS) a la salida de la zanja, en la semana 16 (12/06/2023), se realizó la gráfica de concentración (C) vs tiempo (t), para determinar el TRH de la Zanja de Oxidación, con un caudal de ingreso de  $1\text{m}^3/\text{d}$ , para este fin.

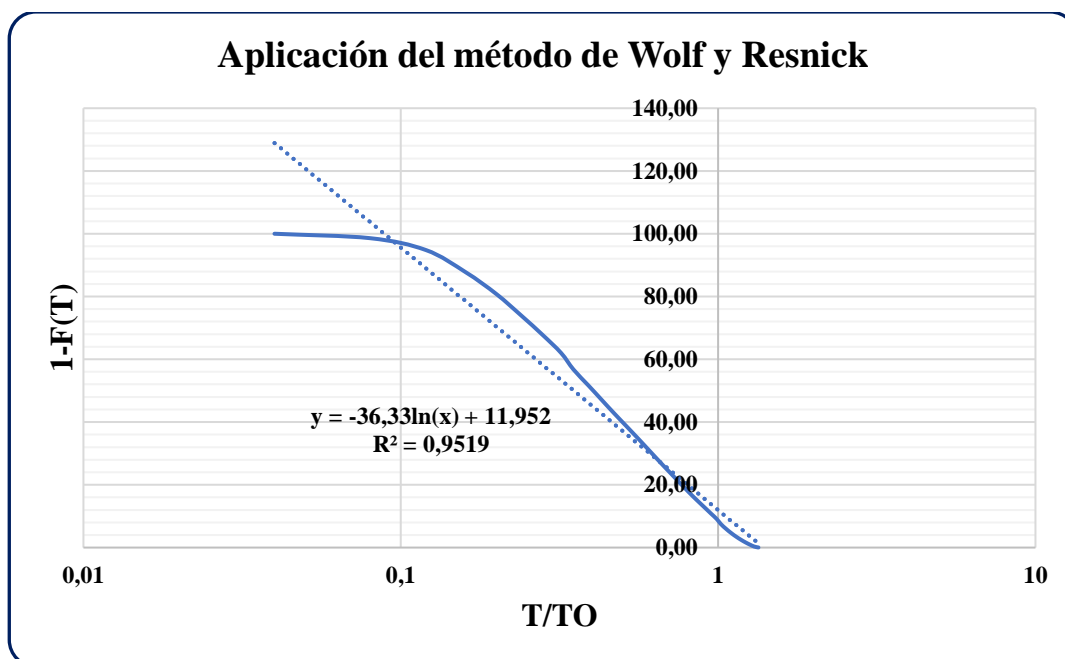
**Gráfico N. 29:** Variación de la Concentración del Trazador- Semana 16



En el Gráfico N.º 29, observamos que la primera medición de conductividad realizada a la salida de la zanja antes de agregar el trazador fue de 0,71mS, luego se realizaron mediciones cada 20min, siendo la primera medición ya con el trazador agregado de 1,29mS a los 20min, el valor pico que alcanzó fue de 3,61mS a los 60min (1hr) del ensayo. Siendo el TRH para un caudal de ingreso de  $1\text{ m}^3/\text{d}$  de 700min (11hrs con 40min).

Por la curva que se dibuja con los datos obtenidos, decimos que el tipo de flujo que presenta la Zanja de Oxidación es Flujo Ideal. Donde el tiempo inicial (ti) es de 20min, el tiempo central (tc) es de 300min y el tiempo base (tb) es 680min.

**Gráfico N. 30:** Gráfica del Trazador-Método de Wolf y Resnick-Semana 16



El Gráfico N.º 30; aplicación del Método de Wolf y Resnick, nos permite calcular el porcentaje de flujo pistón que se presenta en el tratamiento, el volumen de espacios muertos en la zanja de oxidación y el porcentaje de flujo mezclado, que se registró en la cuarta semana de monitoreo.

**Tabla 19:** Determinación del Tipo de Flujo

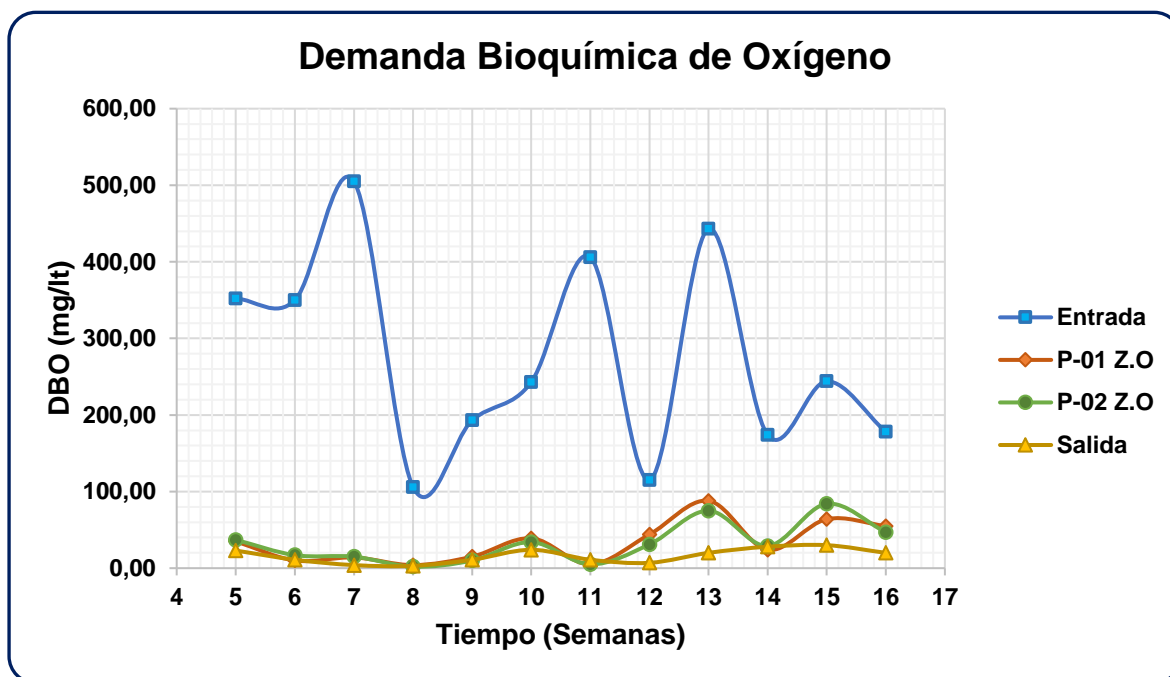
Descripción	Resultado
x	0,095
y	97,47
tan $\alpha$ =	1,626
T1/To=	0,095
$\theta$ =	0,095
T2/To=	0,71
Flujo Pistón (P)	25,43%
Volumen de Espacios Muertos (m3)	0,626
Flujo Mezclado (M)	74,57%

En la Tabla N°19, observamos los resultados obtenidos de la gráfica de Wolf y Resnick. Se obtuvo un valor de  $\theta$  de 0,095; un porcentaje de Flujo Pistón que se presentó en el tratamiento fue del 25,43%, el volumen de espacios muertos dentro de la Zanja de Oxidación fue de 0,626 y el porcentaje de Flujo Mezclado fue de 74,57%.

#### 4.4.2 Parámetros a Evaluar

##### 4.4.2.1 DBO (mg/l DBO<sub>5</sub>)

**Gráfico N. 31:** Variación de la DBO a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 31, se observa el registro de la DBO obtenida durante las siguientes 12 semanas de monitoreo y análisis, en 4 puntos; a la entrada, en el carril 1 y carril 2 de la zanja y a la salida.

A la entrada la DBO más alta que se registró fue de 505mg/l en la semana 7, y la concentración de DBO más baja registrada fue de 106mg/l en la semana 8.

En el carril 1 (P-01 Z.O), la DBO más alta que se registró fue de 88mg/l en la semana 13, y la concentración de DBO más baja registrada fue de 4mg/l en la semana 8.

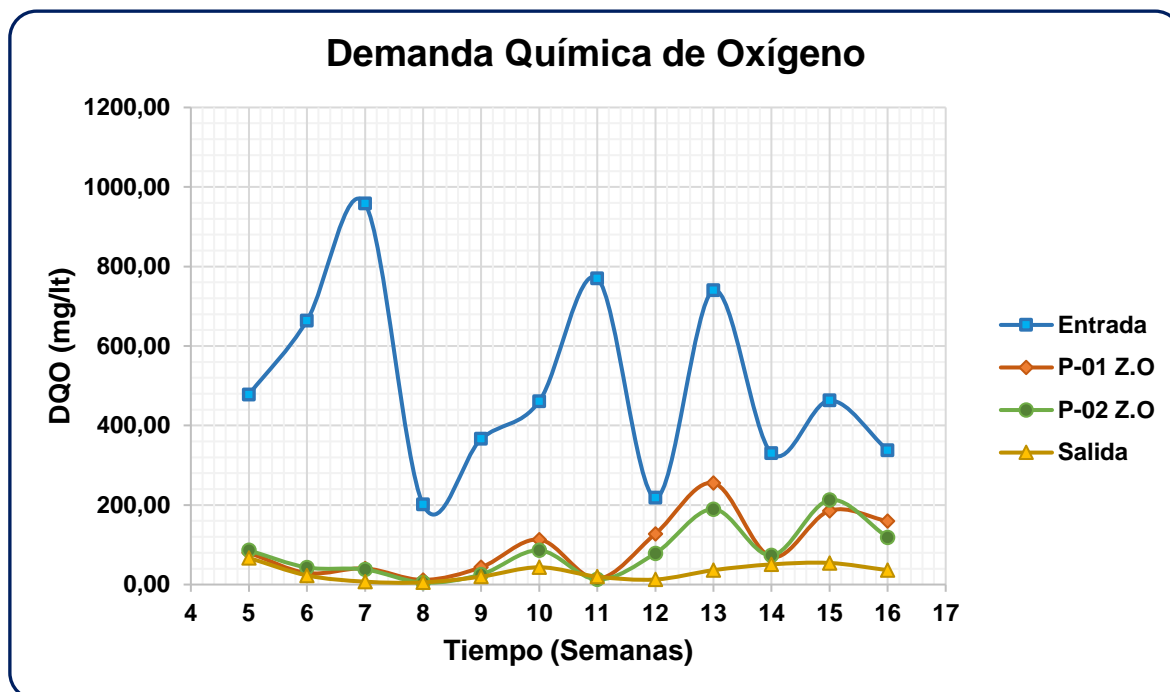
En el carril 2 (P-02 Z.O), la DBO más alta que se registró fue de 75mg/l en la semana 13, y la concentración de DBO más baja registrada fue de 2mg/l en la semana 8.

A la salida del reactor, la DBO más alta que se registró fue de 30mg/l en la semana 15, y la concentración de DBO más baja registrada fue de 3mg/l en la semana 8.



#### 4.4.2.2 DQO (mg/l DQO)

Gráfico N. 32: Variación de la DQO a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 32, se observa el registro de la DQO obtenida durante las siguientes 12 semanas de monitoreo y análisis, en 4 puntos; a la entrada, en el carril 1 y carril 2 de la zanja y a la salida.

A la entrada la DQO más alta que se registró fue de 958,06mg/Lt en la semana 7, y la concentración de DQO más baja registrada fue de 201,10mg/Lt en la semana 8.

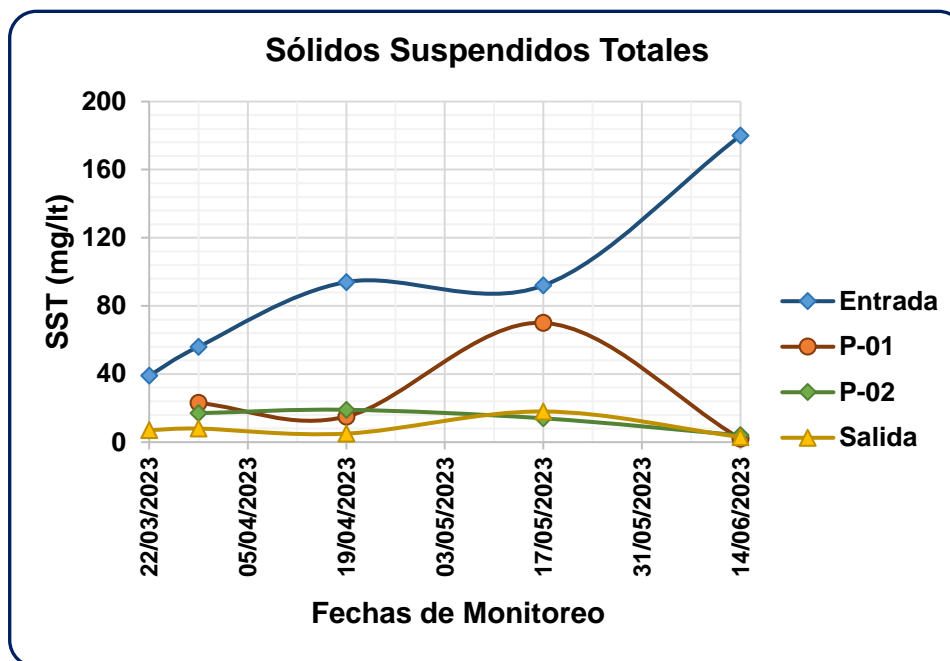
En el carril 1 (P-01 Z.O), la DQO más alta que se registró fue de 255,20mg/Lt en la semana 13, y la concentración de DQO más baja registrada fue de 11,06mg/Lt en la semana 8.

En el carril 2 (P-02 Z.O), la DQO más alta que se registró fue de 212,47mg/Lt en la semana 15, y la concentración de DQO más baja registrada fue de 5,06mg/Lt en la semana 8.

A la salida del reactor, la DQO más alta que se registró fue de 54,30mg/Lt en la semana 15, y la concentración de DQO más baja registrada fue de 5,43mg/Lt en la semana 8.

#### 4.4.2.3 SST (mg/l SST)

**Gráfico N. 33:** Variación de los SST a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 33, se observa el registro de los SST obtenida durante las 16 semanas de monitoreo y análisis, en 4 puntos; a la entrada, en el carril 1 y carril 2 de la zanja y a la salida.

A la entrada la SST más alta que se registró fue de 180mg/l en la semana 16, y la concentración de SST más baja registrada fue de 39mg/l en la semana 4.

En el carril 1 (P-01 Z.O), la SST más alta que se registró fue de 23mg/l en la semana 5, y la concentración de SST más baja registrada fue de 2mg/l en la semana 16.

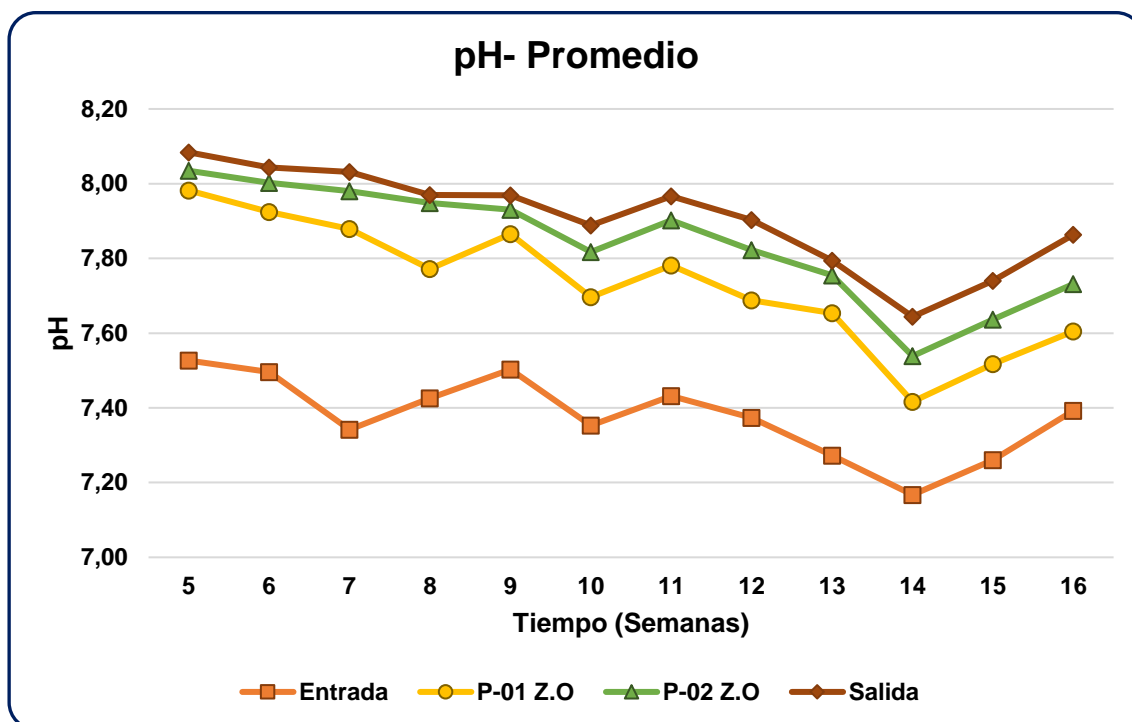
En el carril 2 (P-02 Z.O), la SST más alta que se registró fue de 19mg/l en la semana 8, y la concentración de SST más baja registrada fue de 4mg/l en la semana 16.

A la salida del reactor, la SST más alta que se registró fue de 18mg/l en la semana 12, y la concentración de SST más baja registrada fue de 3mg/l en la semana 16.

#### 4.4.2.4 pH (Und. pH)

Se realizó el control del pH diariamente (3 veces al día), durante las siguientes 12 semanas. Estos fueron tomados en 4 puntos, al ingreso, 2 en el interior de la zanja y a la salida de esta.

**Gráfico N. 34:** Variación del pH Promedio a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 34, se observa el pH promedio registrado durante las 12 semanas de monitoreo.

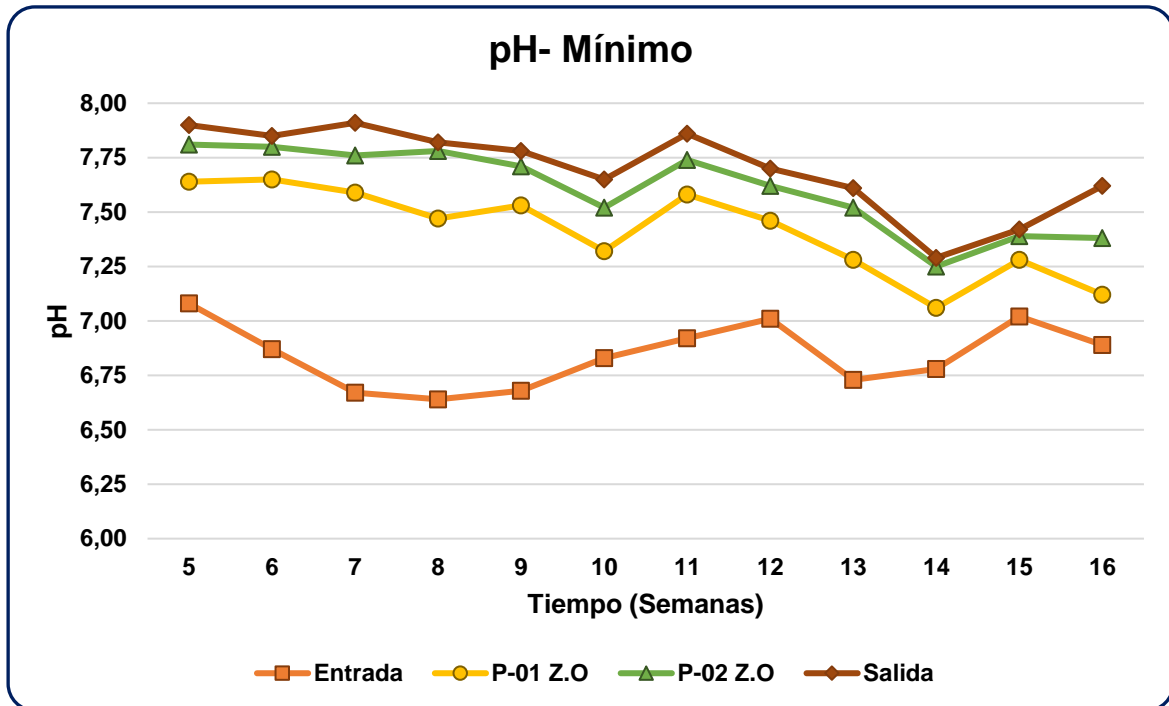
En la entrada, el pH más bajo fue en la semana catorce, siendo de 7,17; y el pH más alto se registró en la 5ta semana, siendo de 7,53.

En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), el pH más bajo fue de 7,42 la semana catorce; y la más alta de 7,98 la semana 05.

En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), el pH más bajo obtenido fue de 7,54 la semana catorce y el más alto de 8,03 la quinta semana.

A la salida de la Zanja, se registró un pH mínimo de 7,64 la semana 14 y el más alto de 8,08 la quinta semana.

**Gráfico N. 35:** Variación del pH Mínimo a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 35, se observa el pH mínimo registrado durante las 12 semanas de monitoreo.

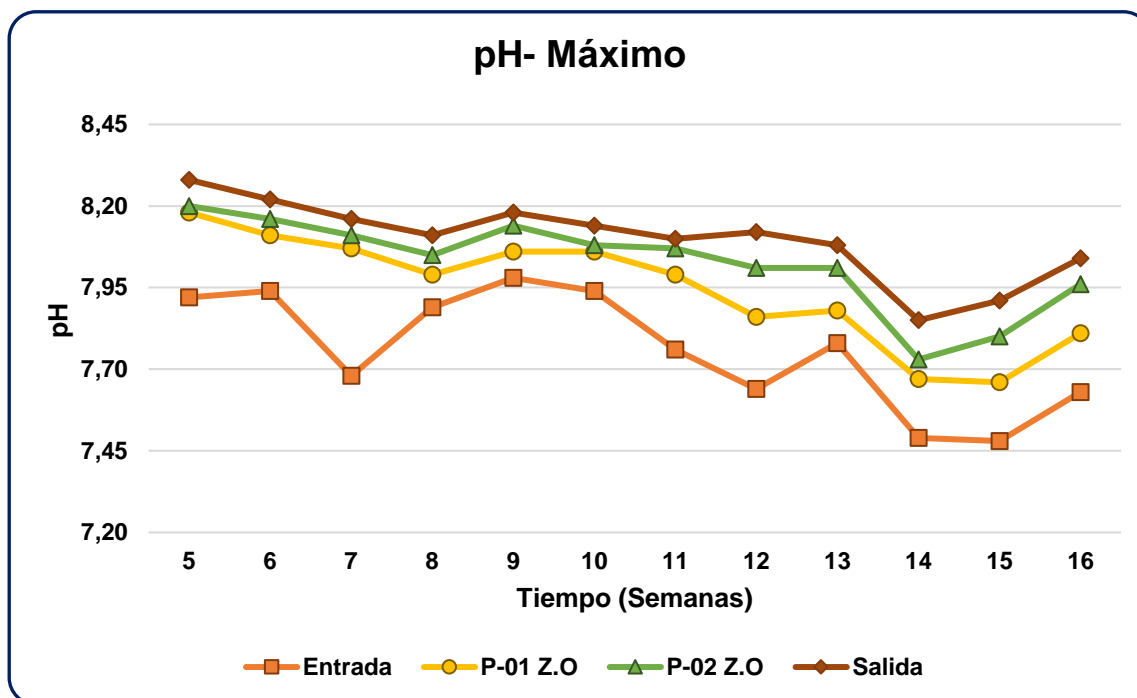
En la entrada, el pH más bajo fue en la semana trece, siendo de 6,73; y el pH más alto se registró en la 6ta semana, siendo de 7,08.

En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), el pH más bajo fue de 7,06 la semana catorce; y la más alta de 7,65 la semana 06.

En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), el pH más bajo obtenido fue de 7,25 la semana catorce y el más alto de 7,81 la quinta semana.

A la salida de la Zanja, se registró un pH mínimo de 7,29 la semana 14 y el más alto de 7,91 la séptima semana.

**Gráfico N. 36:** Variación del pH Máximo a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 36, se observa el pH máximo registrado durante las 12 semanas de monitoreo.

En la entrada, el pH más bajo fue en la semana quince, siendo de 7,48; y el pH más alto se registró en la 9na semana, siendo de 7,98.

En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), el pH más bajo fue de 7,66 la semana quince; y la más alta de 8,18 la semana 05.

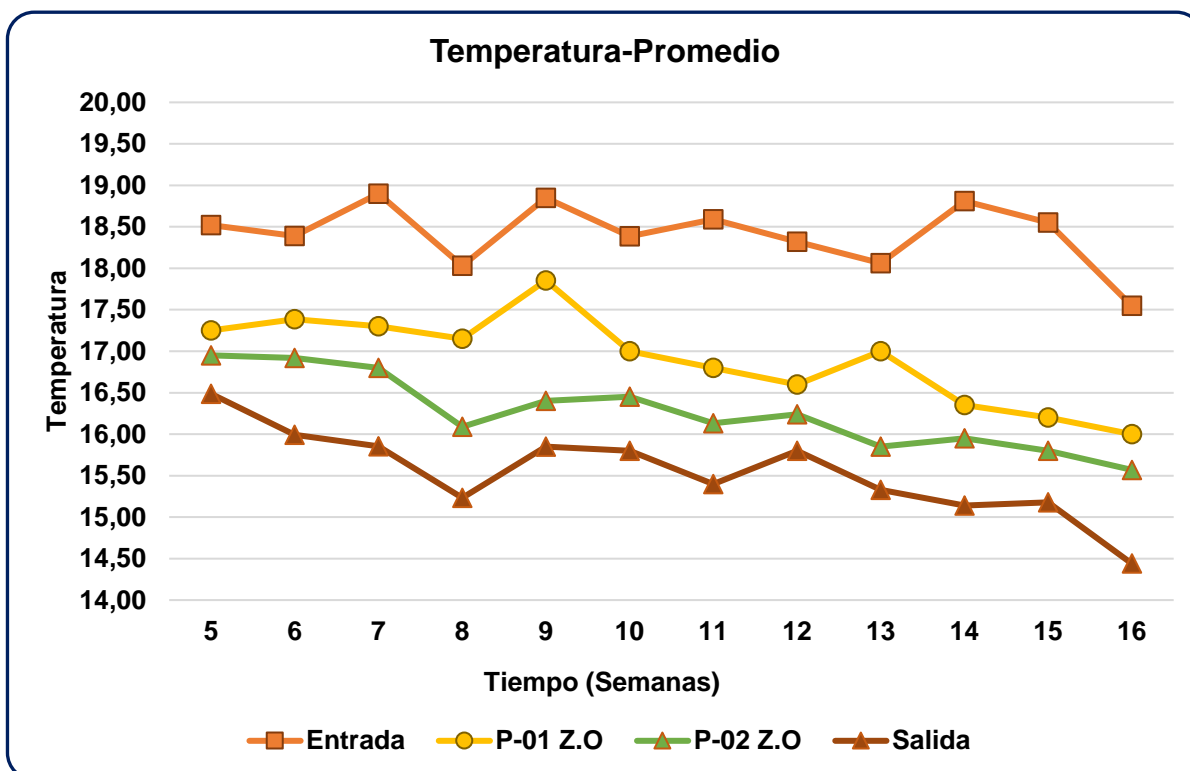
En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), el pH más bajo obtenido fue de 7,73 la semana catorce y el más alto de 8,20 la quinta semana.

A la salida de la Zanja, se registró un pH mínimo de 7,85 la semana 14 y el más alto de 8,28 la quinta semana.

#### 4.4.2.5 Temperatura (°C)

Se realizó el control de la temperatura diariamente (3 veces al día), durante las siguientes 12 semanas. Estos fueron tomados en 4 puntos, al ingreso, 2 en el interior de la zanja y a la salida de esta.

**Gráfico N. 37:** Variación de la Temperatura Promedio a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 37, se observa la Temperatura promedio registrada durante las 12 semanas de monitoreo.

En la entrada, la temperatura más baja fue en la semana dieciséis, siendo de 17,55°C; y la temperatura más alta se registró en la 7ma semana, siendo de 18,90°C.

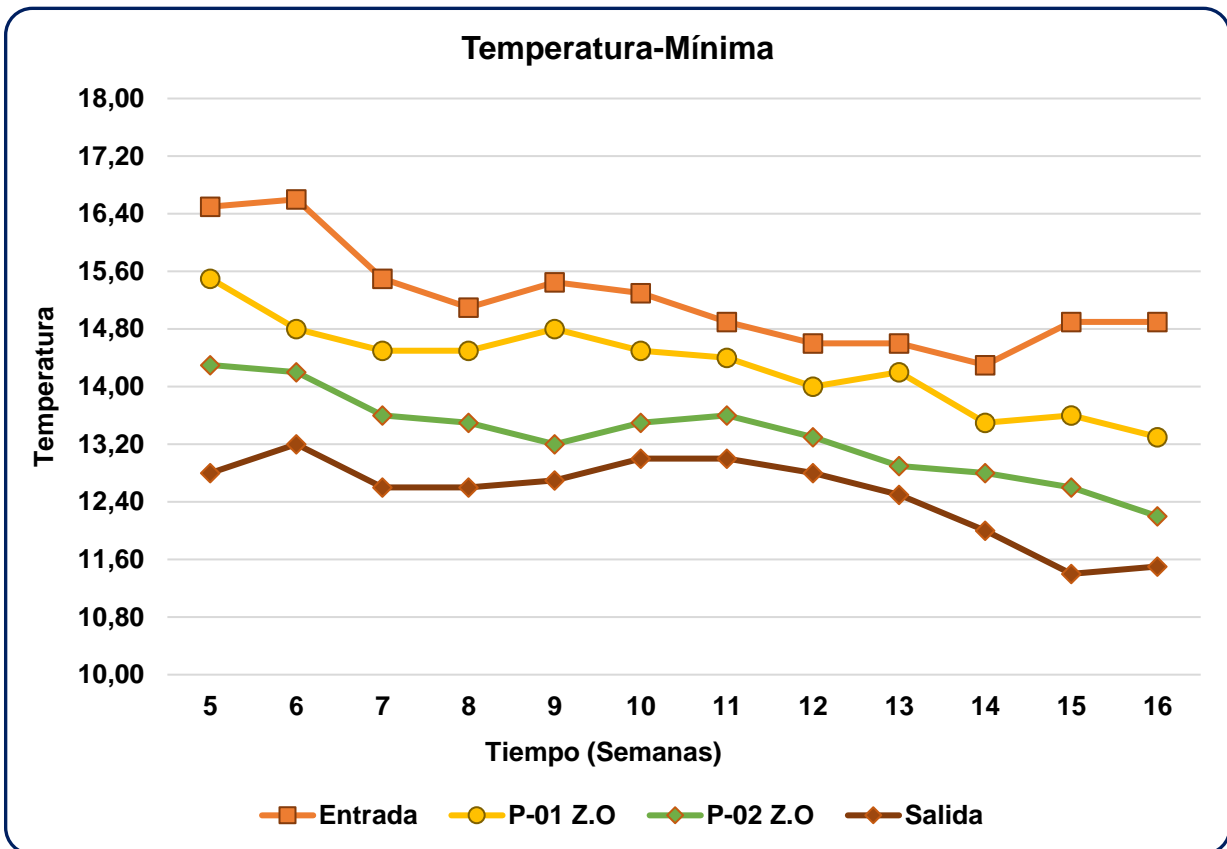
En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), la temperatura más baja fue de 16,00°C la semana 16; y la más alta de 17,85°C la semana 09.

En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), la temperatura más baja obtenida fue de 15,57°C la semana 16 y la más alta de 16,95°C la semana 16.

A la salida de la Zanja, se registró una temperatura mínima de 14,44°C la semana 16 y la más alta de 16,49°C de la semana 05.



**Gráfico N. 38:** Variación de la Temperatura Mínima a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 38, se observa la Temperatura mínima registrada durante las 12 semanas de monitoreo.

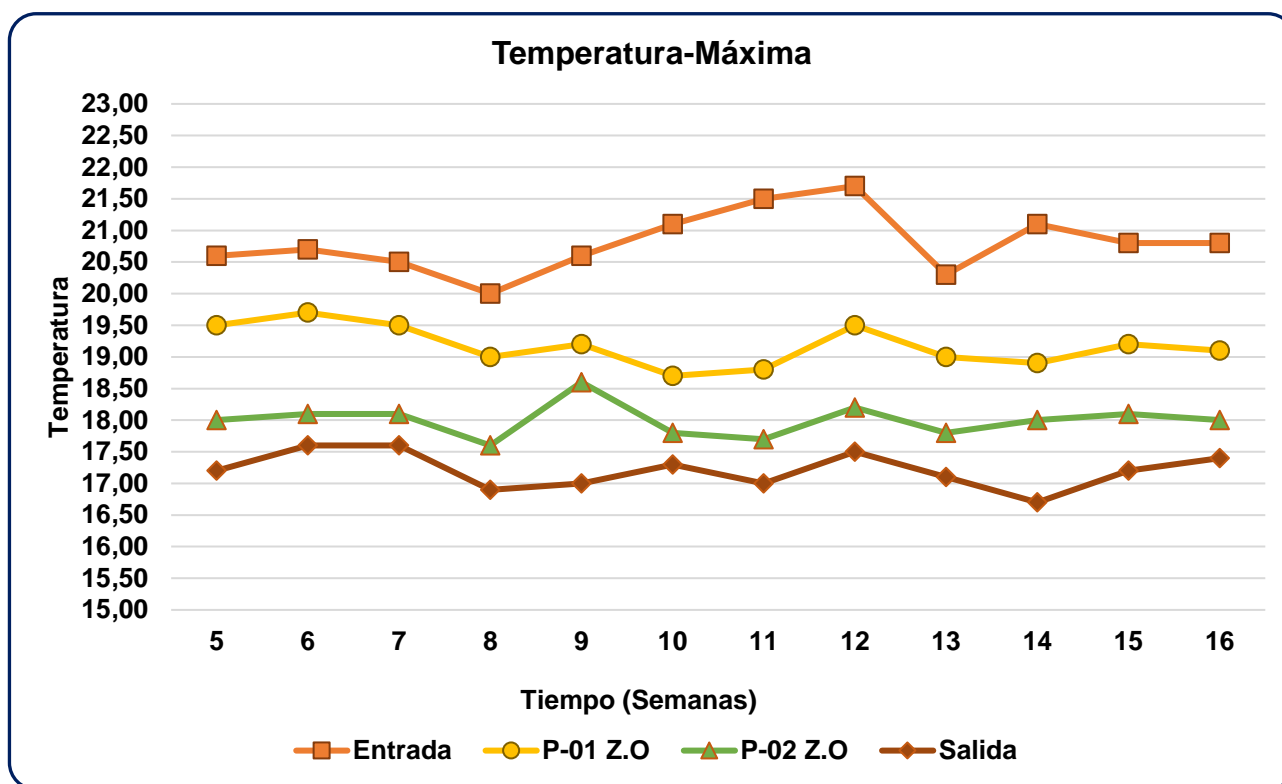
En la entrada, la temperatura más baja fue en la semana catorce, siendo de 14,30°C; y la temperatura más alta se registró en la sexta semana, siendo de 16,60°C.

En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), la temperatura más baja fue de 13,30°C la semana 16; y la más alta de 15,50°C la semana 05.

En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), la temperatura más baja obtenida fue de 12,20°C la semana 16 y la más alta de 14,30°C la quinta semana.

A la salida de la Zanja, se registró una temperatura mínima de 11,40°C la semana 15 y la más alta de 13,20°C de la sexta semana.

**Gráfico N. 39:** Variación de la Temperatura Máxima a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 39, se observa la Temperatura máxima registrada durante las 12 semanas de monitoreo.

En la entrada, la temperatura más baja fue en la semana 08, siendo de 20,00°C; y la temperatura más alta se registró en la semana doce, siendo de 21,70°C.

En el Carril Nº1 de la zanja (P-01 Z.O.), la temperatura más baja fue de 18,70°C la semana 10; y la más alta de 19,70°C la semana 06.

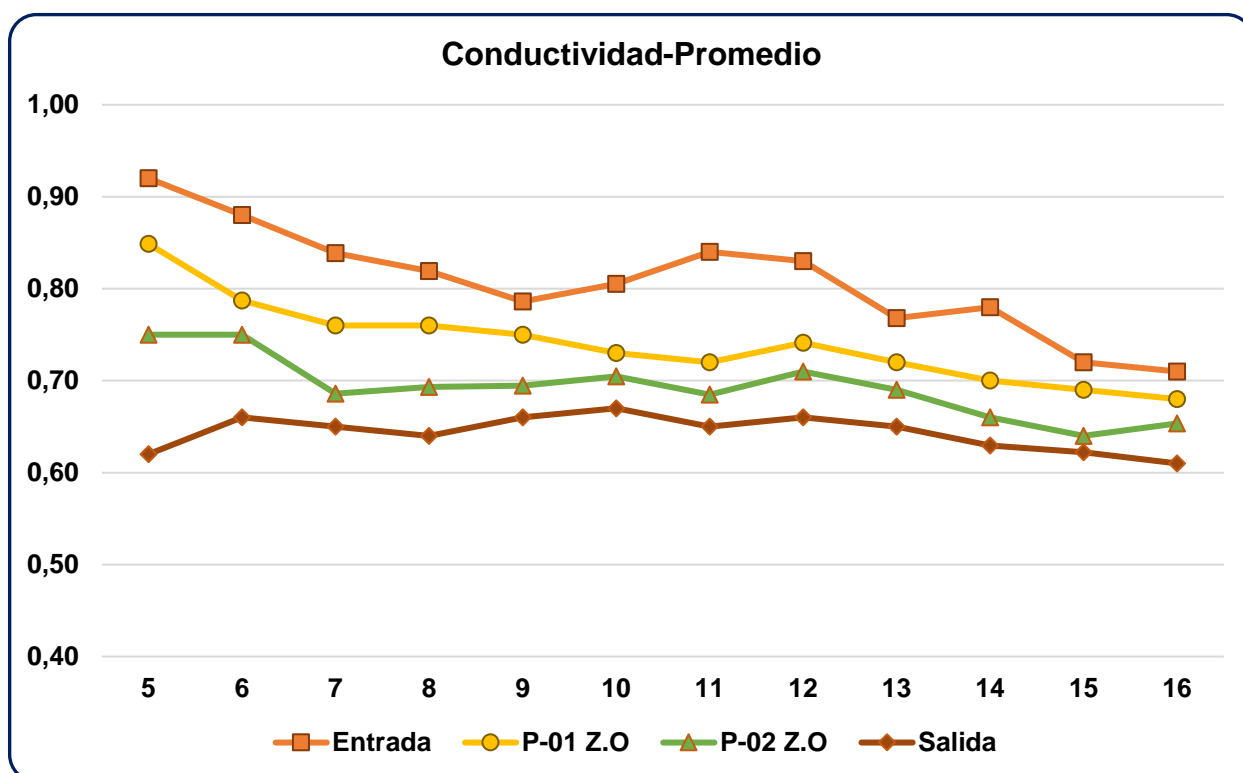
En el Carril Nº2 de la zanja (P-02 Z.O.), la temperatura más baja obtenida fue de 17,70°C la semana 11 y la más alta de 18,60°C la novena semana.

A la salida de la Zanja, se registró una temperatura mínima de 16,90°C la semana 08 y la más alta de 17,60°C de la sexta y séptima semana.

#### 4.4.2.6 Conductividad ( $mS/cm^{-1}$ )

Se realizó el control de la conductividad diariamente (3 veces al día), durante las siguientes 12 semanas. Estos fueron tomados en 4 puntos, al ingreso, 2 en el interior de la zanja y a la salida de esta.

**Gráfico N. 40:** Variación de la Conductividad Promedio a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 40, se observa la Conductividad promedio registrada durante las 12 semanas de monitoreo.

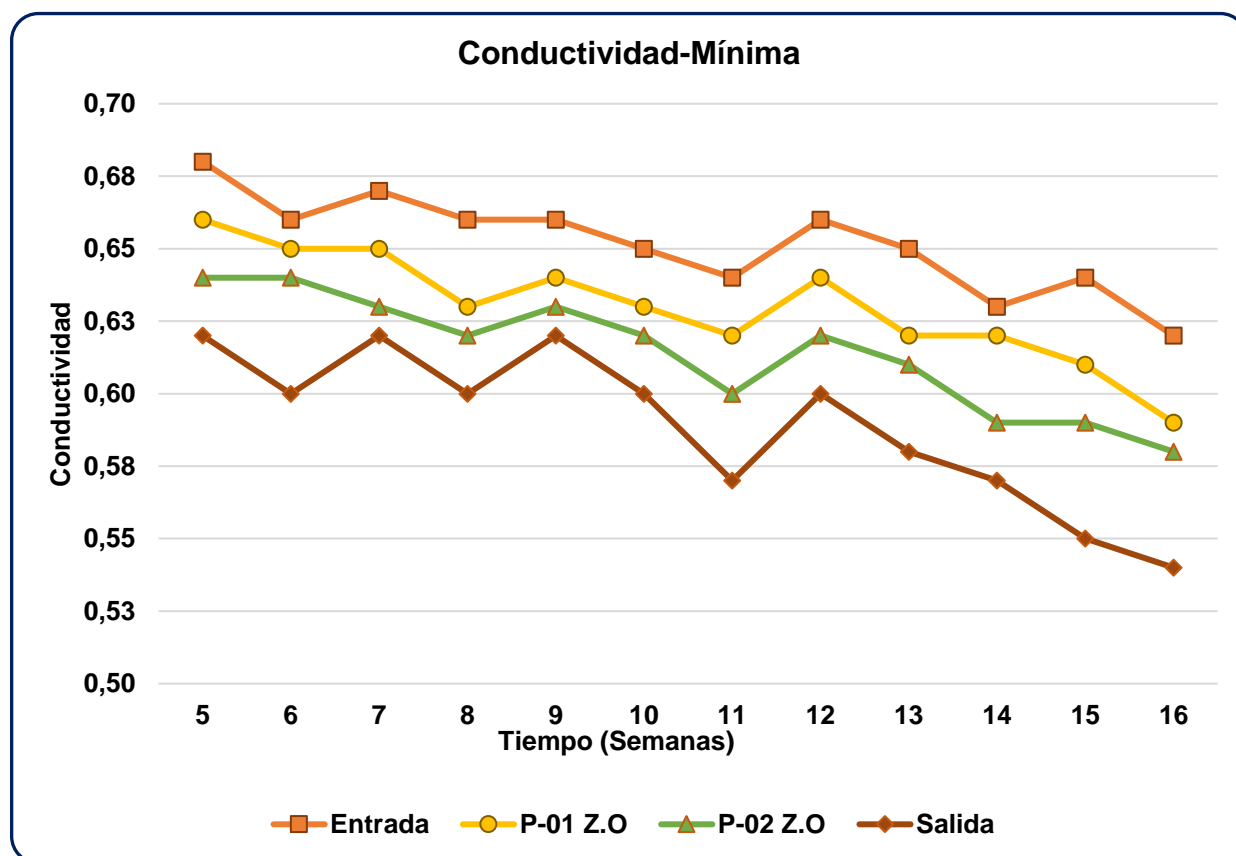
En la entrada, la conductividad más baja fue en la semana 16, siendo de  $0,71 mS/cm^{-1}$ ; y la conductividad más alta se registró en la quinta semana, siendo de  $0,92 mS/cm^{-1}$ .

En el Carril N.º1 de la zanja (P-01 Z.O.), la conductividad más baja fue de  $0,70 mS/cm^{-1}$  la semana 14; y la más alta de  $0,85 mS/cm^{-1}$  la semana 05.

En el Carril N.º2 de la zanja (P-02 Z.O.), la conductividad más baja obtenida fue de  $0,64 mS/cm^{-1}$  la semana 15 y la más alta de  $0,75 mS/cm^{-1}$  la quinta y sexta semana.

A la salida de la Zanja, se registró una conductividad mínima de 0,61 mS/cm<sup>-1</sup> la semana 16 y la más alta de 0,67 mS/cm<sup>-1</sup> de la semana 10.

**Gráfico N. 41:** Variación de la Conductividad Mínima a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 41, se observa la Conductividad mínima registrada durante las 12 semanas de monitoreo.

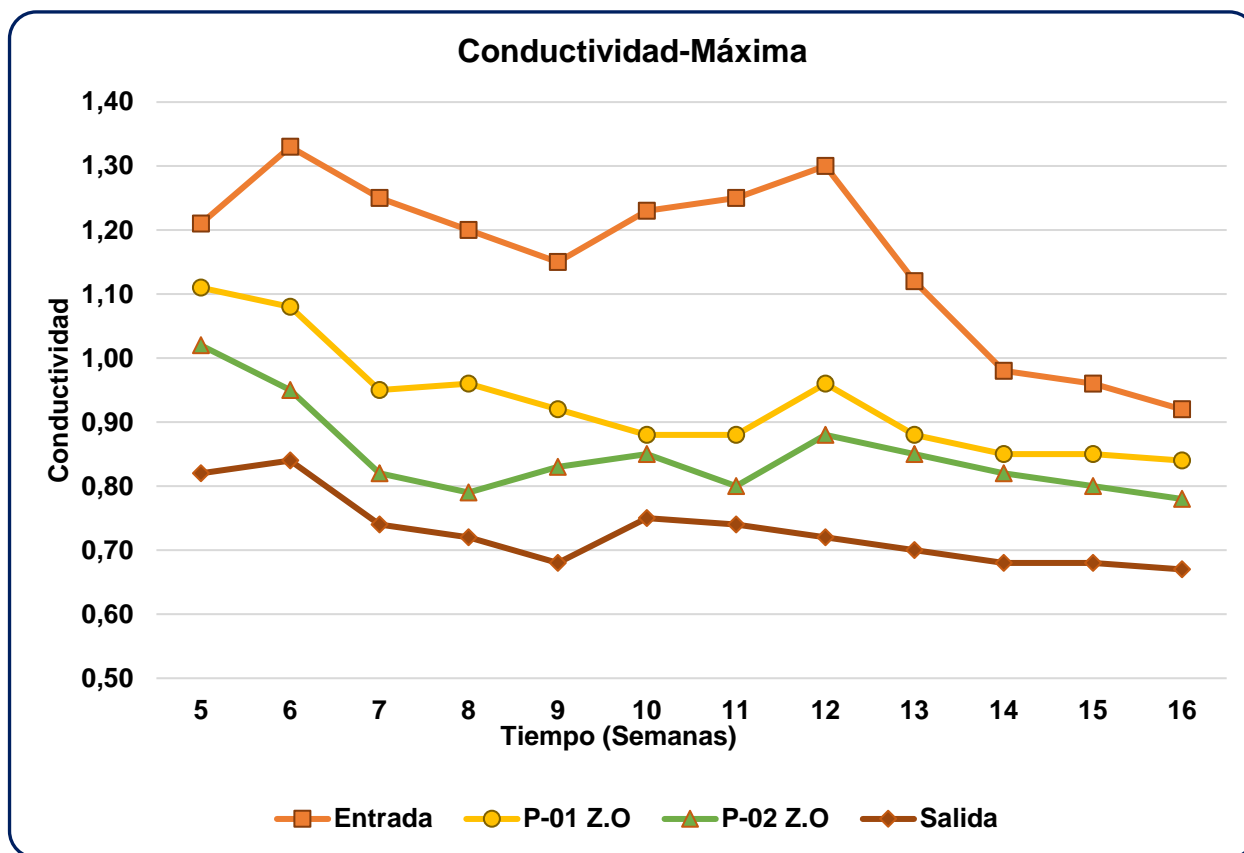
En la entrada, la conductividad más baja fue en la semana 16, siendo de 0,62 mS/cm<sup>-1</sup>; y la conductividad más alta se registró en la quinta semana, siendo de 0,68 mS/cm<sup>-1</sup>.

En el Carril N.º1 de la zanja (P-01 Z.O.), la conductividad más baja fue de 0,59 mS/cm<sup>-1</sup> la semana 16; y la más alta de 0,66 mS/cm<sup>-1</sup> la semana 05.

En el Carril N.º2 de la zanja (P-02 Z.O.), la conductividad más baja obtenida fue de 0,58 mS/cm<sup>-1</sup> la semana 16 y la más alta de 0,64 mS/cm<sup>-1</sup> la quinta y sexta semana.

A la salida de la Zanja, se registró una conductividad mínima de 0,54 mS/cm<sup>-1</sup> la semana 16 y la más alta de 0,62 mS/cm<sup>-1</sup> de la semana 05 y semana 07.

**Gráfico N. 42:** Variación de la Conductividad Máxima a la Entrada, P-01 Z.O., P-02 Z.O y a la Salida



En el Gráfico N.º 42, se observa la Conductividad máxima registrada durante las 12 semanas de monitoreo.

En la entrada, la conductividad más baja fue en la semana 16, siendo de  $0,92 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; y la conductividad más alta se registró en la sexta semana, siendo de  $1,33 \text{ mS/cm}^{-1}$ .

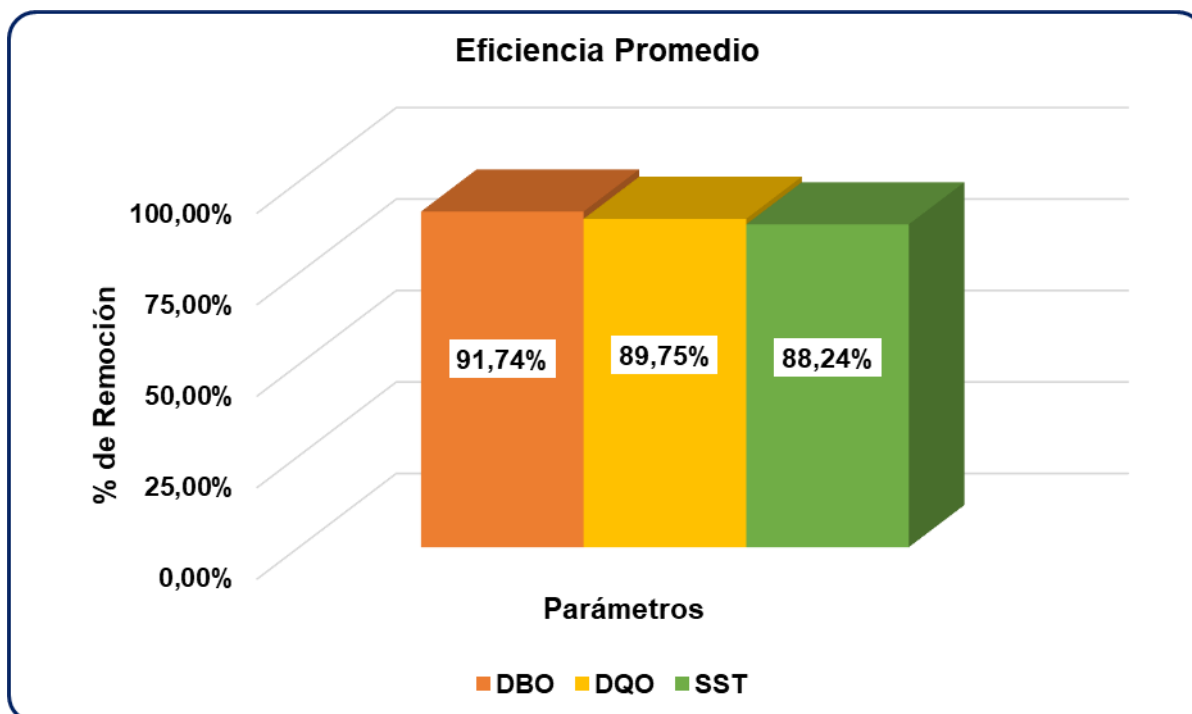
En el Carril N°1 de la zanja (P-01 Z.O.), la conductividad más baja fue de  $0,84 \text{ mS/cm}^{-1}$  la semana 16; y la más alta de  $1,11 \text{ mS/cm}^{-1}$  la semana 05.

En el Carril N°2 de la zanja (P-02 Z.O.), la conductividad más baja obtenida fue de  $0,78 \text{ mS/cm}^{-1}$  la semana 16 y la más alta de  $1,12 \text{ mS/cm}^{-1}$  la quinta semana.

A la salida de la Zanja, se registró una conductividad mínima de  $0,67 \text{ mS/cm}^{-1}$  la semana 16 y la más alta de  $0,84 \text{ mS/cm}^{-1}$  de la semana 06.

#### 4.4.3 EFICIENCIA PROMEDIO

Gráfico N. 43: Eficiencia Promedio de Remoción de la DBO, DQO y SST



En el Gráfico N.º 43, se observa los porcentajes de remoción de los parámetros que fueron evaluados.

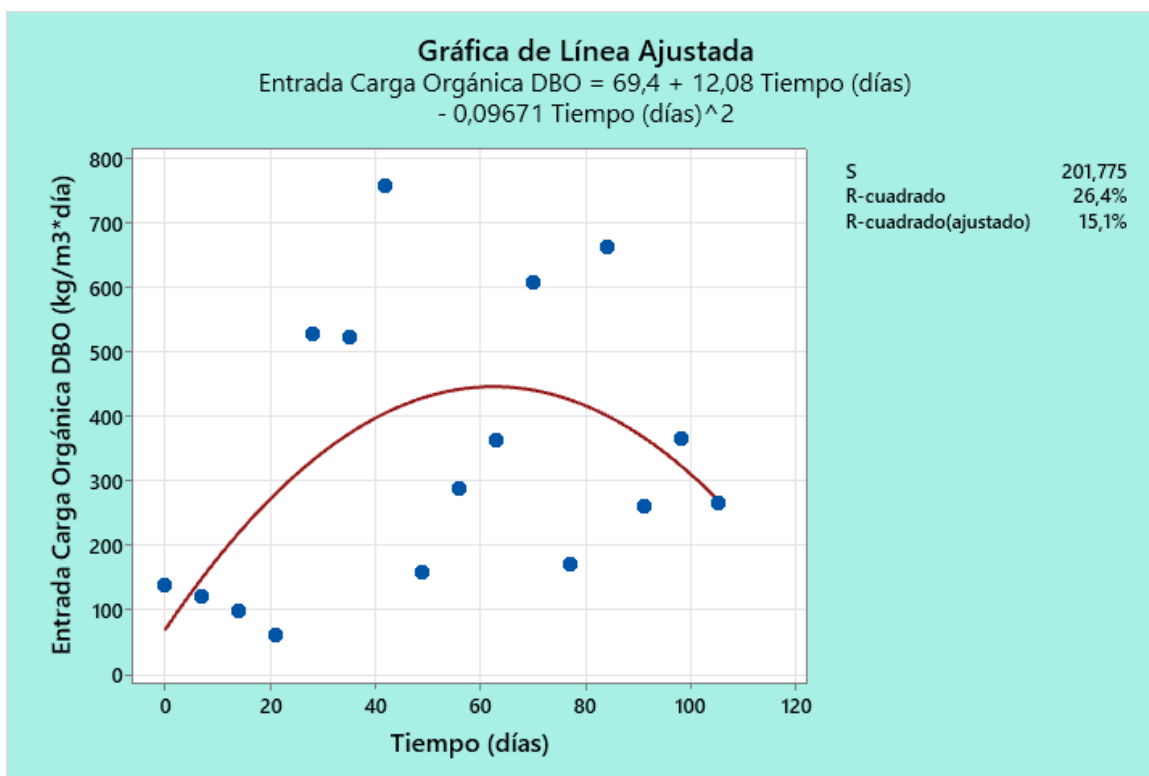
Para la DBO, se registró una eficiencia promedio del 91,74%; para la DQO se obtuvo una eficiencia promedio de 88,75%; y para los SST una eficiencia promedio de 88,24%.



## 4.5 ANALISIS ESTADÍSTICO

### 4.5.1 DBO

**Gráfico N. 44:** Gráfica de la Línea Ajustada - Entrada Carga Orgánica DBO VS Tiempo



En el Gráfico N.º 44, se observa la Carga Orgánica (kg/m<sup>3</sup>\*d) en función a la DBO, a la entrada de la Zanja de Oxidación vs el tiempo en días, obtenida durante las 16 semanas de monitoreo.

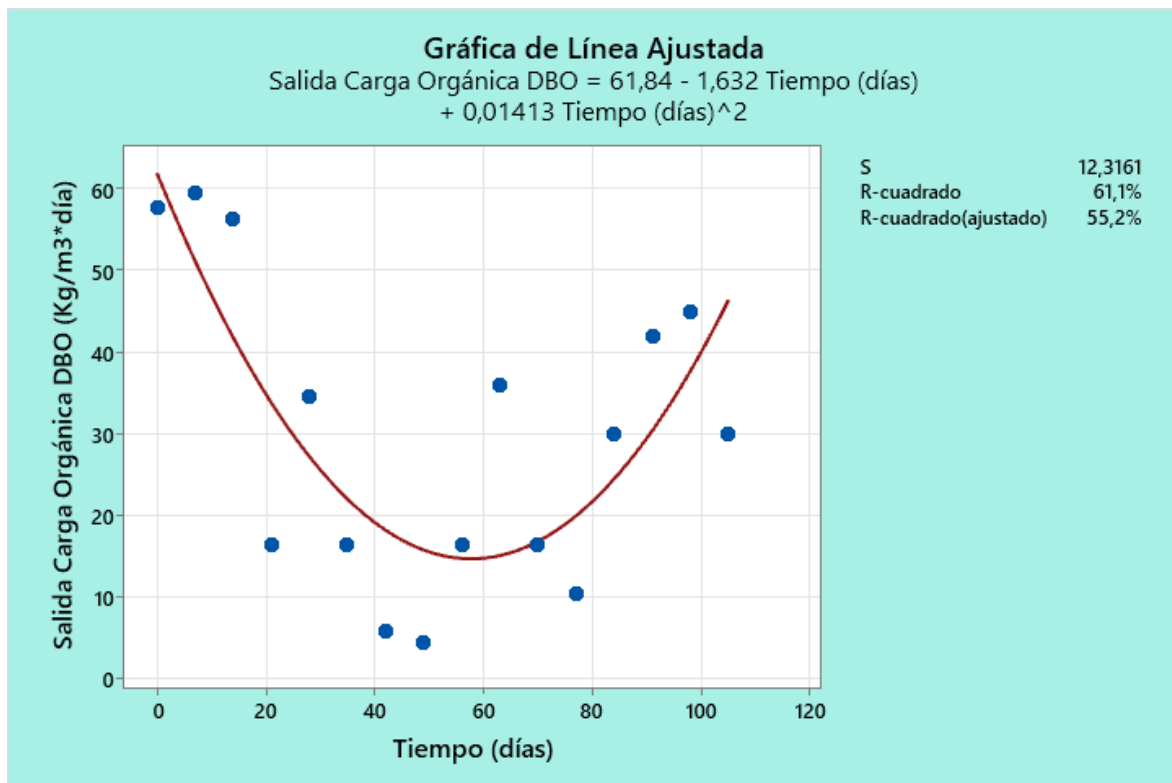
Estas cargas orgánicas varían en un rango de 62,95 kg/m<sup>3</sup>\*d hasta 756,96 kg/m<sup>3</sup>\*d.

Las cargas orgánicas más bajas que se registraron a la entrada fueron de 62,95 kg/m<sup>3</sup>\*d la 4ta semana y de 99,00 kg/m<sup>3</sup>\*d la tercera semana.

Las cargas orgánicas más altas que se registraron a la entrada fueron de 756,96 kg/m<sup>3</sup>\*d la semana 07 y 664,02kg/m<sup>3</sup>\*d en la semana 13 de monitoreo.

Con un R<sup>2</sup> del 26,40%, y un R<sup>2</sup> ajustado del 15,1%, debido a la variación de cargas que se presentaron al ingreso del tratamiento.

**Gráfico N. 45:** Gráfica de la Línea Ajustada - Salida Carga Orgánica DBO VS Tiempo



En el Gráfico N.º 45, se observa la Carga Orgánica ( $\text{kg/m}^3\cdot\text{d}$ ) en función a la DBO, a la salida de la Zanja de Oxidación vs el tiempo en días, obtenida durante las 16 semanas de monitoreo.

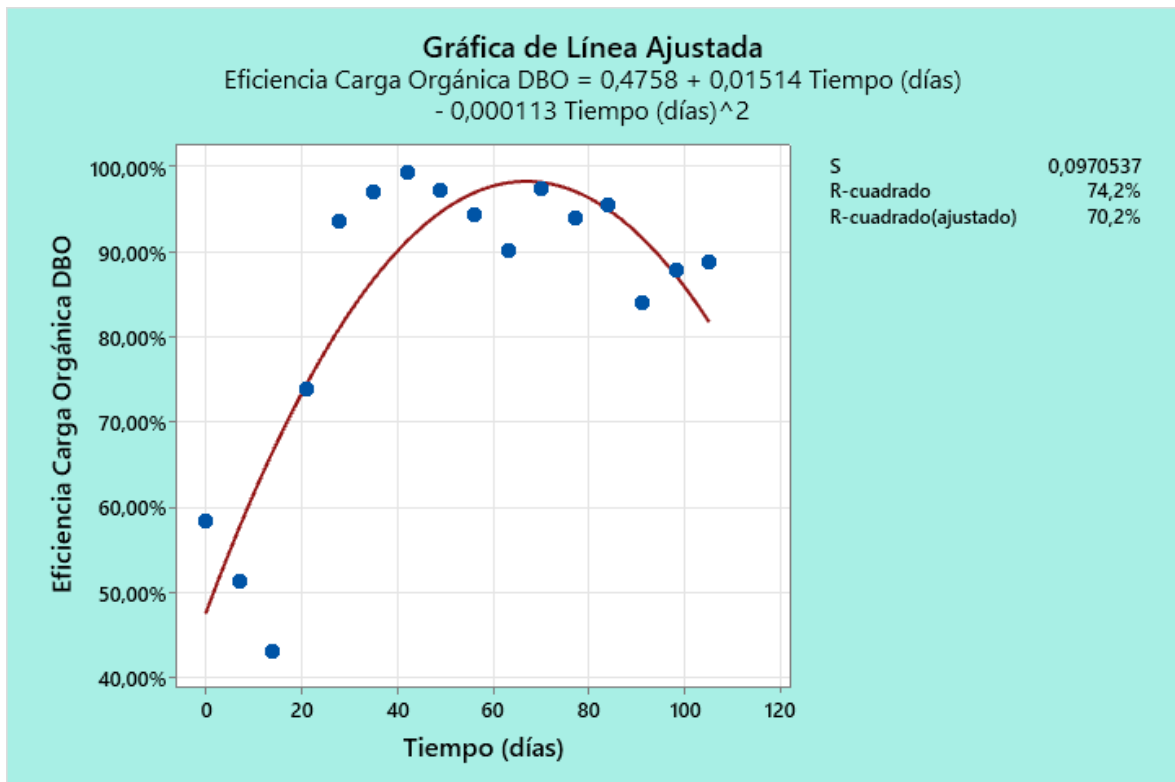
Estas cargas orgánicas varían en un rango de  $4,50 \text{ kg/m}^3\cdot\text{d}$  hasta  $59,38 \text{ kg/m}^3\cdot\text{d}$ .

Las cargas orgánicas más bajas que se registraron a la salida fueron de  $4,50 \text{ kg/m}^3\cdot\text{d}$  la 8va semana y de  $6,00 \text{ kg/m}^3\cdot\text{d}$  la séptima semana.

Las cargas orgánicas más altas que se registraron a la salida fueron de  $59,38 \text{ kg/m}^3\cdot\text{d}$  la semana 02 y  $67,56 \text{ kg/m}^3\cdot\text{d}$  en la primera semana de monitoreo.

Con un  $R^2$  del 61,10%, y un  $R^2$  ajustado del 55,20%, con una línea tendencia polinómica de grado 2.

**Gráfico N. 46:** Gráfica de la Línea Ajustada - Eficiencia Carga Orgánica DBO VS Tiempo



En el Gráfico N.º 46, se observa la eficiencia (%) de la carga orgánica en función a la DBO, a la salida de la Zanja de Oxidación vs el tiempo en días, obtenida durante las 16 semanas de monitoreo.

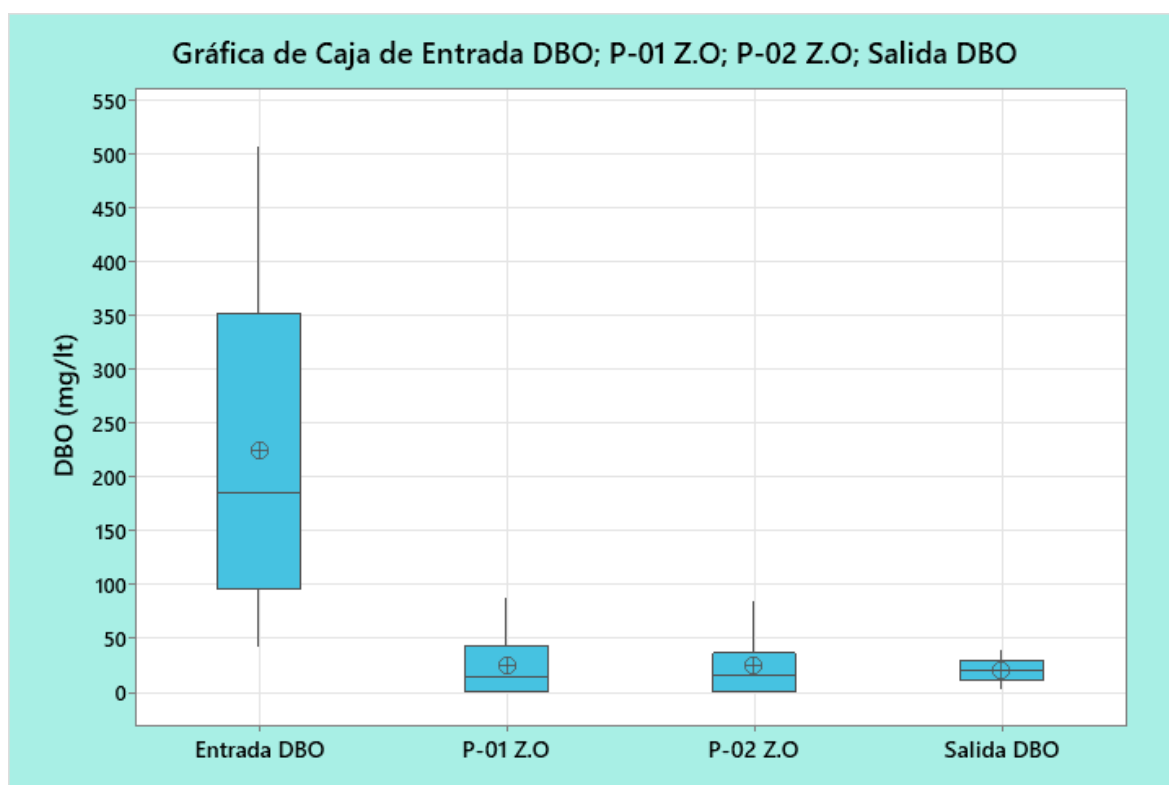
Estas eficiencias varían en un rango de 43,12% hasta 99,21%.

Las eficiencias más bajas que se registraron a la salida fueron de 43,12% la 3ra semana y de 51,29% en la segunda semana.

Las eficiencias más altas que se registraron a la salida fueron de 99,21% la semana 07 y 97,17% en la octava semana de monitoreo.

Con un  $R^2$  del 74,20%, y un  $R^2$  ajustado del 70,20%, con una línea tendencia polinómica de grado 2.

**Gráfico N. 47:** Caja de Bigotes DBO - Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida

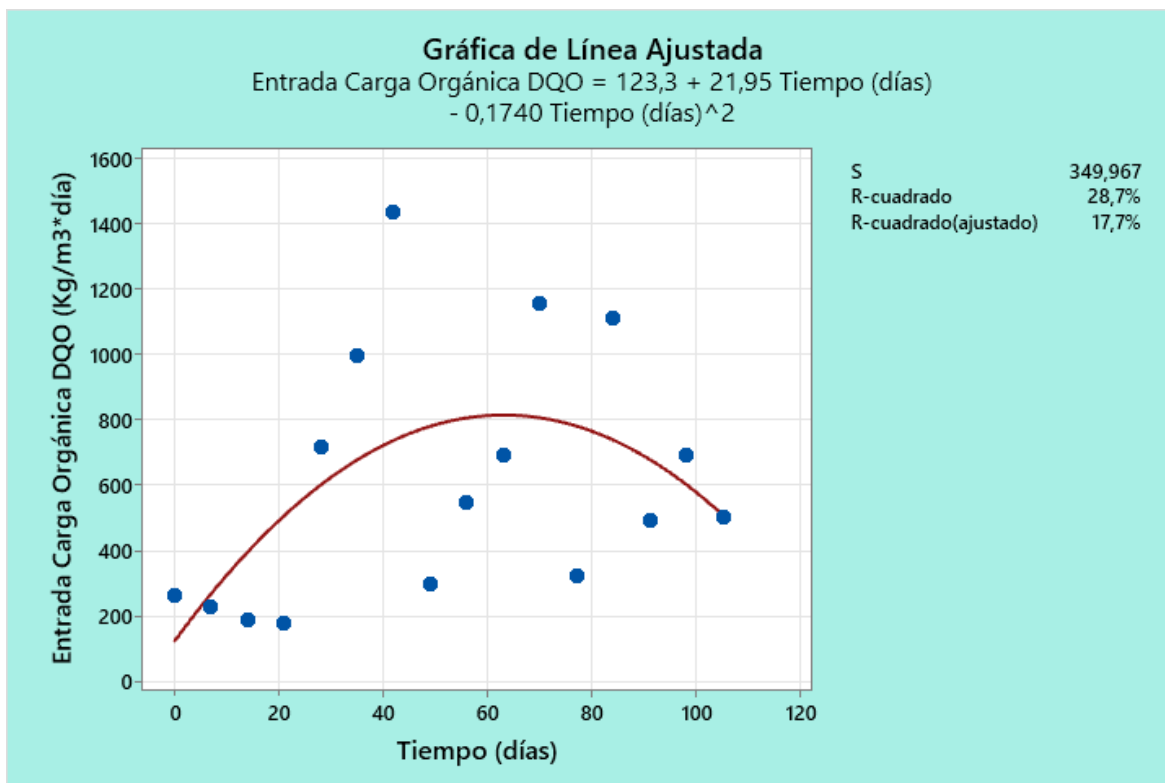


En la Gráfica de Cajas N.º 47, se observa el comportamiento que presentó la DBO (mg/Lt) en los 4 puntos de monitoreo durante las 16 semanas de estudio.

Teniendo valores promedios de DBO a la entrada de 224,43 mg/Lt; para el segundo punto de muestreo (P-01 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de 24,81 mg/Lt; para el tercer punto de muestreo (P-02 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de 24,13 mg/Lt; y para la salida un valor promedio de 19,91 mg/Lt.

#### 4.5.2 DQO

**Gráfico N. 48:** Gráfica de la Línea Ajustada - Entrada Carga Orgánica DQO VS Tiempo



En el Gráfico N.º 48, se observa la Carga Orgánica ( $\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ ) en función a la DQO, a la entrada de la Zanja de Oxidación vs el tiempo en días, obtenida durante las 16 semanas de monitoreo.

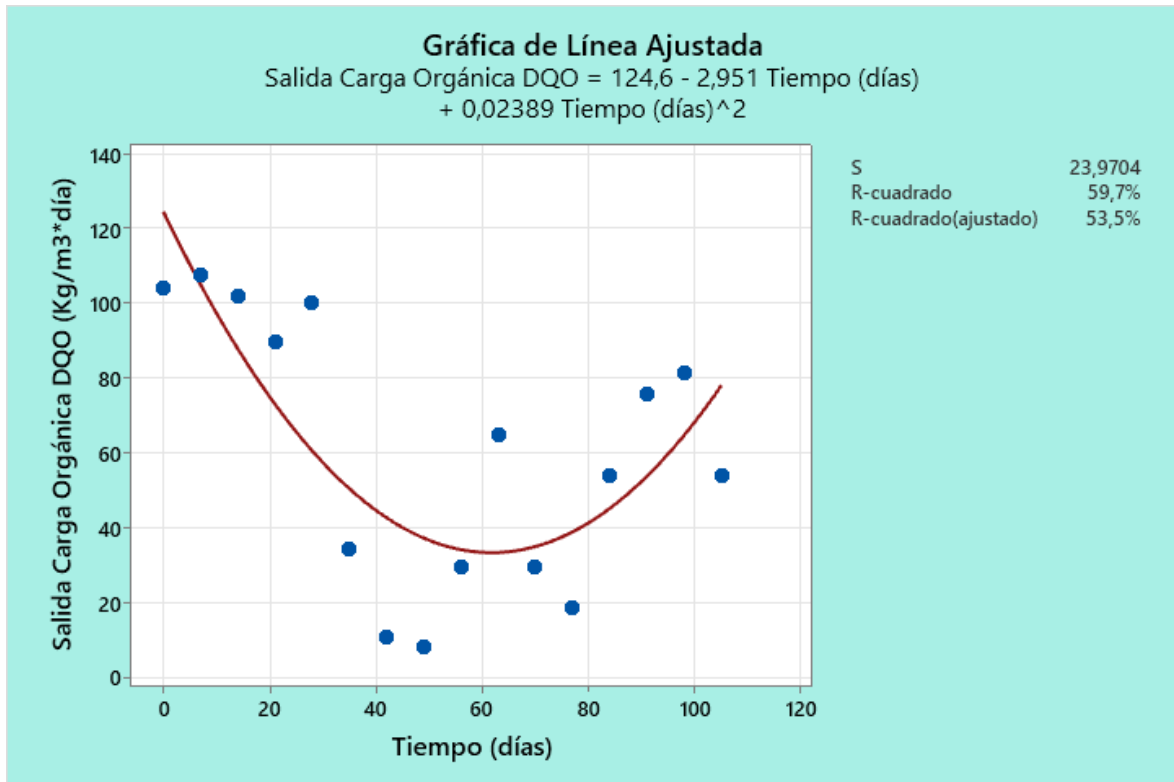
Estas cargas orgánicas varían en un rango de  $178,37 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$  hasta  $1436,06 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ .

Las cargas orgánicas más bajas que se registraron a la entrada fueron de  $178,37 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$  la 4ta semana y de  $187,82 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$  la tercera semana.

Las cargas orgánicas más altas que se registraron a la entrada fueron de  $1436,06 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$  la semana 07 y  $1154,53 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$  en la semana 11 de monitoreo.

Con un  $R^2$  del 28,70%, y un  $R^2$  ajustado del 17,70%, debido a la variación de cargas que se presentaron al ingreso del tratamiento.

**Gráfico N. 49:** Gráfica de la Línea Ajustada - Salida Carga Orgánica DQO VS Tiempo



En el Gráfico N.º 49, se observa la Carga Orgánica (kg/m<sup>3</sup>\*d) en función a la DQO, a la salida de la Zanja de Oxidación vs el tiempo en días, obtenida durante las 16 semanas de monitoreo.

Estas cargas orgánicas varían en un rango de 8,14 kg/m<sup>3</sup>\*d hasta 107,47 kg/m<sup>3</sup>\*d.

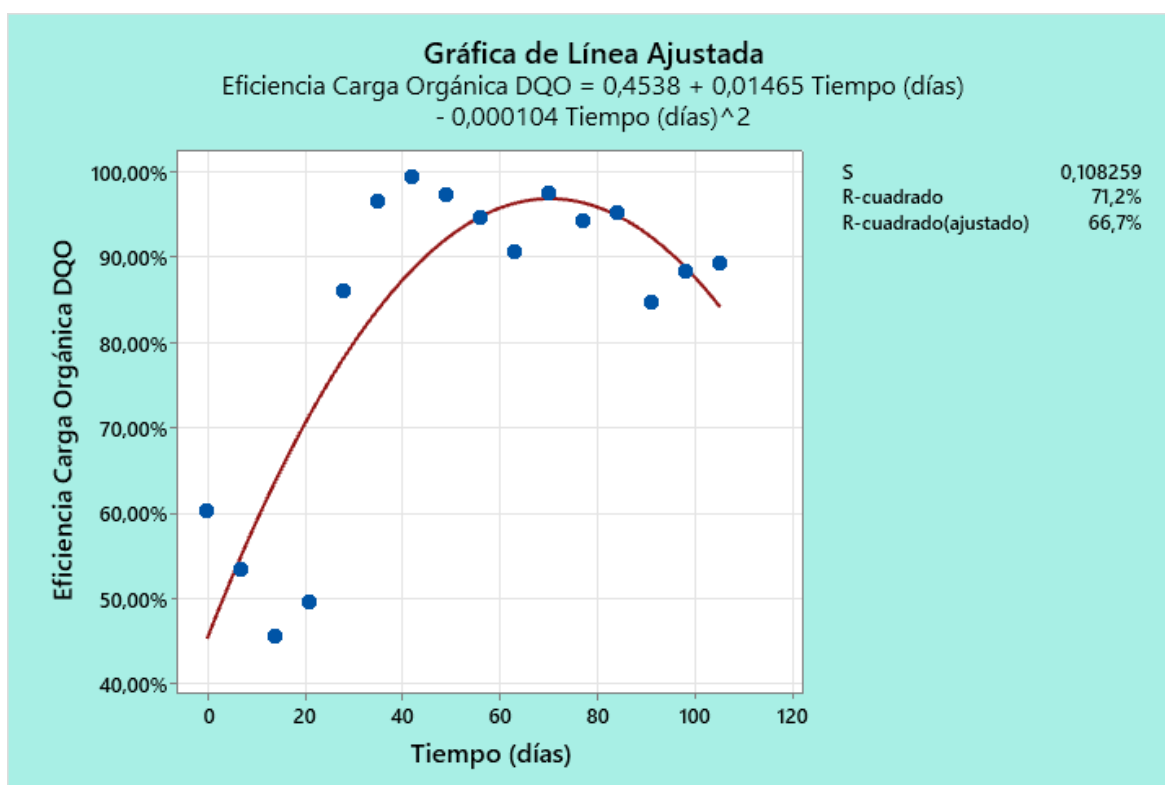
Las cargas orgánicas más bajas que se registraron a la salida fueron de 8,14 kg/m<sup>3</sup>\*d la 8va semana y de 10,85 kg/m<sup>3</sup>\*d la séptima semana.

Las cargas orgánicas más altas que se registraron a la salida fueron de 107,47 kg/m<sup>3</sup>\*d la semana 02 y 104,18kg/m<sup>3</sup>\*d en la primera semana de monitoreo.

Con un R<sup>2</sup> del 59,70%, y un R<sup>2</sup> ajustado del 55,50%, con una línea tendencia polinómica de grado 2.



**Gráfico N. 50:** Gráfica de la Línea Ajustada - Eficiencia Carga Orgánica DQO VS Tiempo



En el Gráfico N.º 50, se observa la eficiencia (%) de la carga orgánica en función a la DQO, a la salida de la Zanja de Oxidación vs el tiempo en días, obtenida durante las 16 semanas de monitoreo.

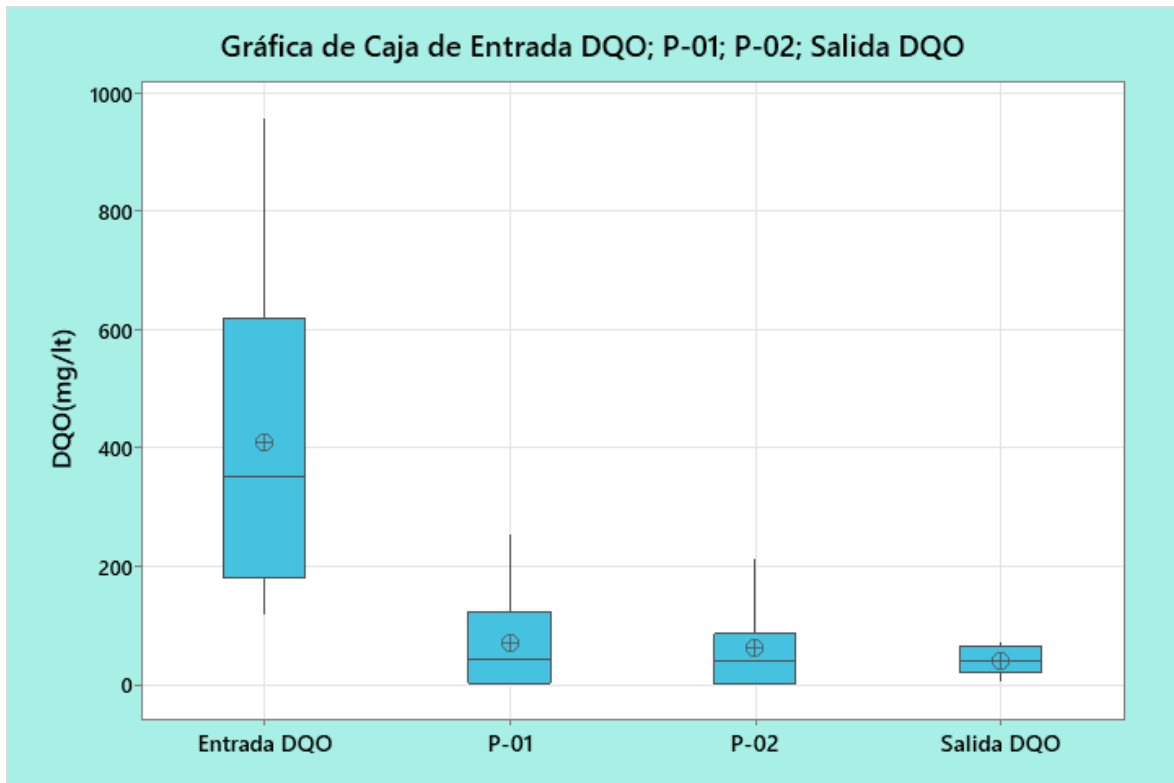
Estas eficiencias varían en un rango de 45,73% hasta 99,24%.

Las eficiencias más bajas que se registraron a la salida fueron de 45,73% la 3ra semana y de 49,58% en la cuarta semana.

Las eficiencias más altas que se registraron a la salida fueron de 99,24% la semana 07 y 97,30% en la octava semana de monitoreo.

Con un  $R^2$  del 71,20%, y un  $R^2$  ajustado del 66,70%, con una línea tendencia polinómica de grado 2.

**Gráfico N. 51:** Caja de Bigotes DQO - Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida

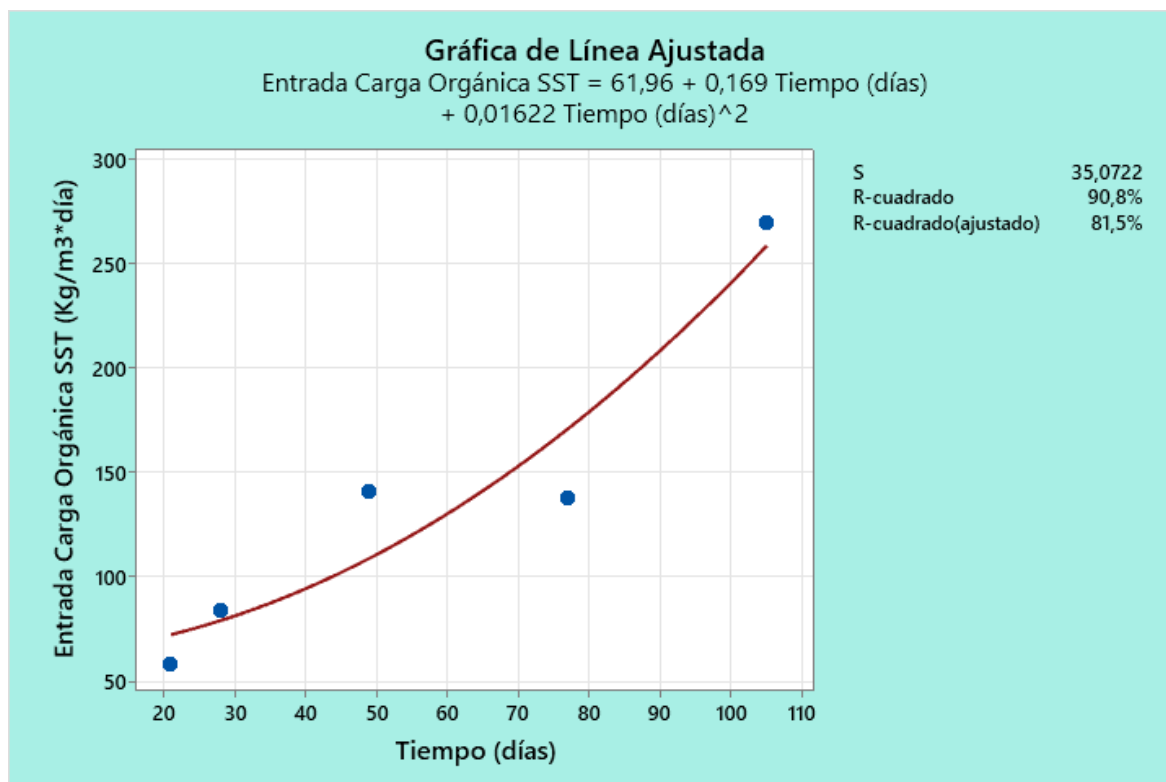


En la Gráfica de Cajas N.º 51, se observa el comportamiento que presentó la DQO (mg/lt) en los 4 puntos de monitoreo durante las 16 semanas de estudio.

Teniendo valores promedios de DQO a la entrada de 410,10 mg/lt; para el segundo punto de muestreo (P-01 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de 70,61 mg/lt; para el tercer punto de muestreo (P-02 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de 60,55 mg/lt; y para la salida un valor promedio de 40,32 mg/lt.

### 4.5.3 SST

**Gráfico N. 52:** Gráfica de la Línea Ajustada - Entrada Carga Orgánica SST VS Tiempo



En el Gráfico N.º 52, se observa la Carga Orgánica (kg/m<sup>3</sup>\*d) en función a los SST, a la entrada de la Zanja de Oxidación vs el tiempo en días.

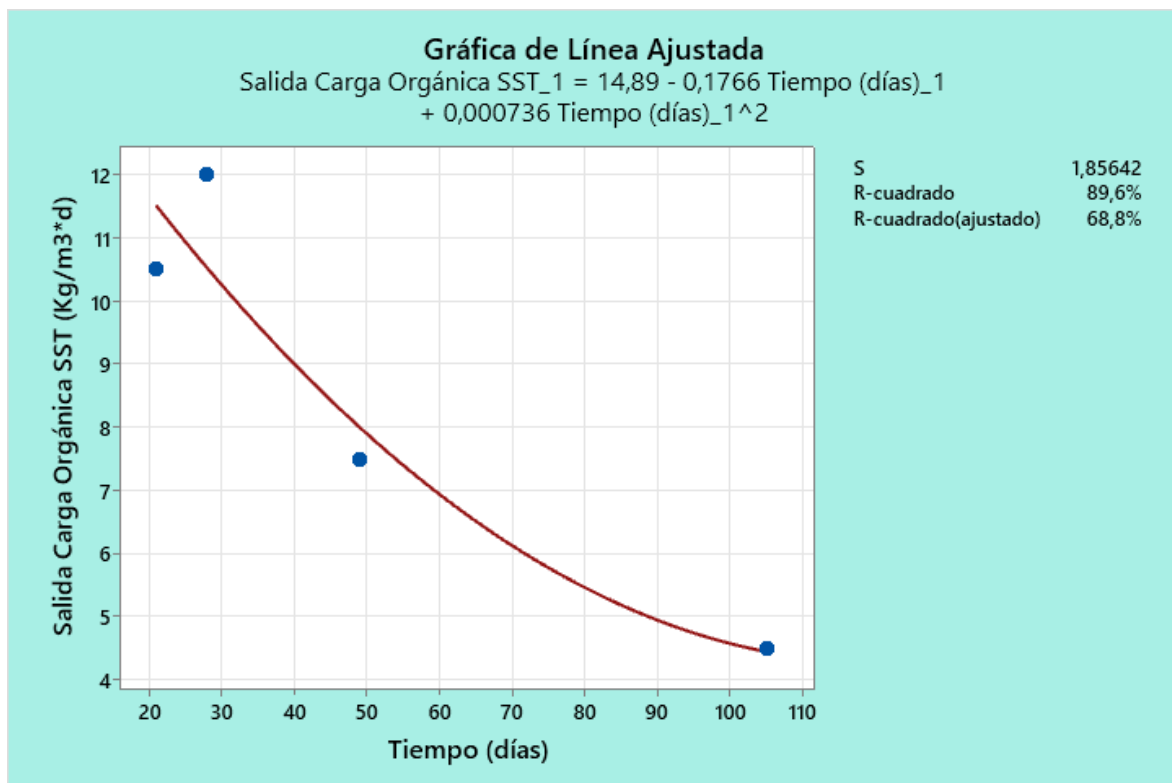
En la 4ta semana con fecha 22/03/2023, se obtuvo un resultado de 58,46 kg/m<sup>3</sup>\*d, en la quinta semana con fecha 29/03/2023 un resultado de 83,94 kg/m<sup>3</sup>\*d.

En la semana 08, con fecha 19/04/2023 un resultado 140,90 kg/m<sup>3</sup>\*d. En la semana 12, con fecha 17/05/2023, se registró un resultado de 137,90 kg/m<sup>3</sup>\*d y en la última semana, con fecha 14/06/2023 fue de 296,81 kg/m<sup>3</sup>\*d.

Siendo la más alta la de la última semana y la concentración más baja la cuarta semana.

Con un R<sup>2</sup> del 90,80%, y un R<sup>2</sup> ajustado del 81,50%, con una línea tendencia polinómica de grado 2.

**Gráfico N. 53:** Gráfica de la Línea Ajustada - Salida Carga Orgánica SST VS Tiempo



En el Gráfico N.º 53, se observa la Carga Orgánica (kg/m<sup>3</sup>\*d) en función a los SST, a la salida de la Zanja de Oxidación vs el tiempo en días.

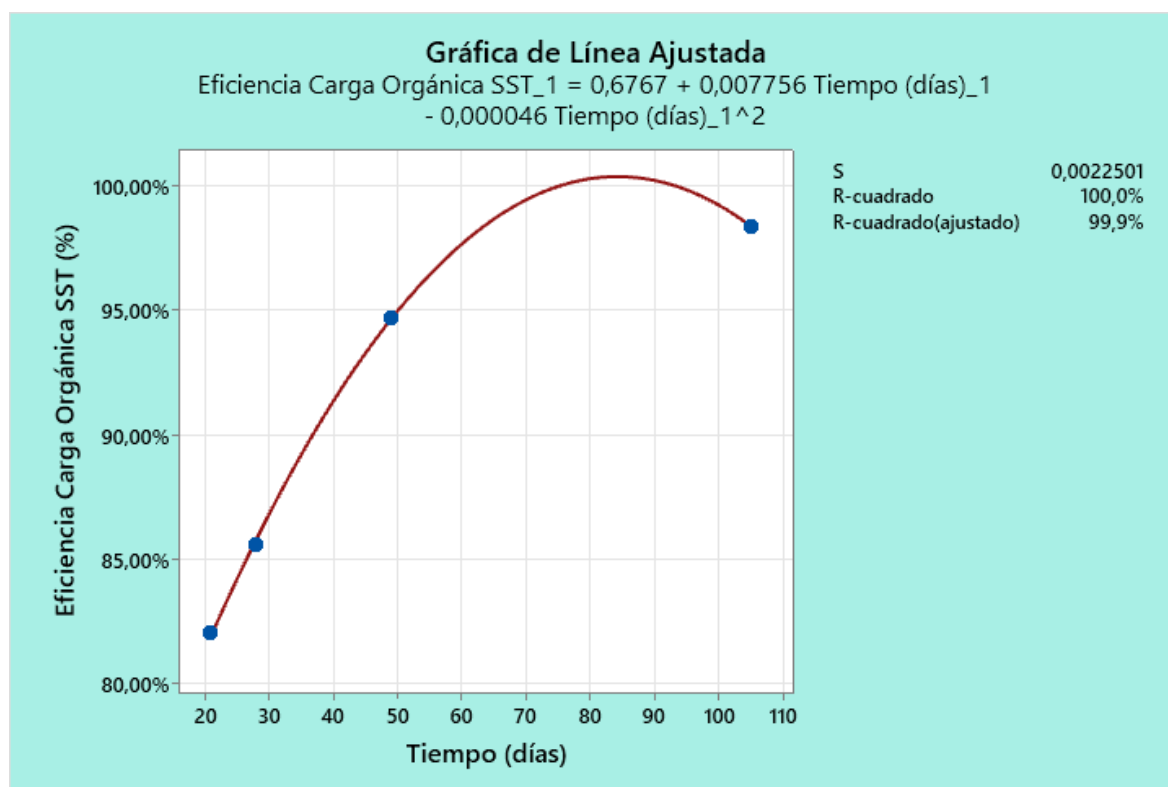
En la 4ta semana con fecha 22/03/2023, se obtuvo un resultado de 10,49 kg/m<sup>3</sup>\*d, en la quinta semana con fecha 29/03/2023 un resultado de 11,99 kg/m<sup>3</sup>\*d.

En la semana 08, con fecha 19/04/2023 un resultado 7,49 kg/m<sup>3</sup>\*d. En la última semana, con fecha 14/06/2023 fue de 4,50 kg/m<sup>3</sup>\*d.

Siendo la más alta la de la última semana y la concentración más baja la cuarta semana.

Con un R<sup>2</sup> del 89,60%, y un R<sup>2</sup> ajustado del 68,80%, con una línea tendencia polinómica de grado 2.

**Gráfico N. 54:** Gráfica de la Línea Ajustada - Eficiencia Carga Orgánica SST VS Tiempo



En el Gráfico N.º 54, se observa la eficiencia (%) de la carga orgánica en función a la SST, a la salida de la Zanja de Oxidación vs el tiempo en días.

Estas eficiencias varían en un rango de 82,05% hasta 98,33%.

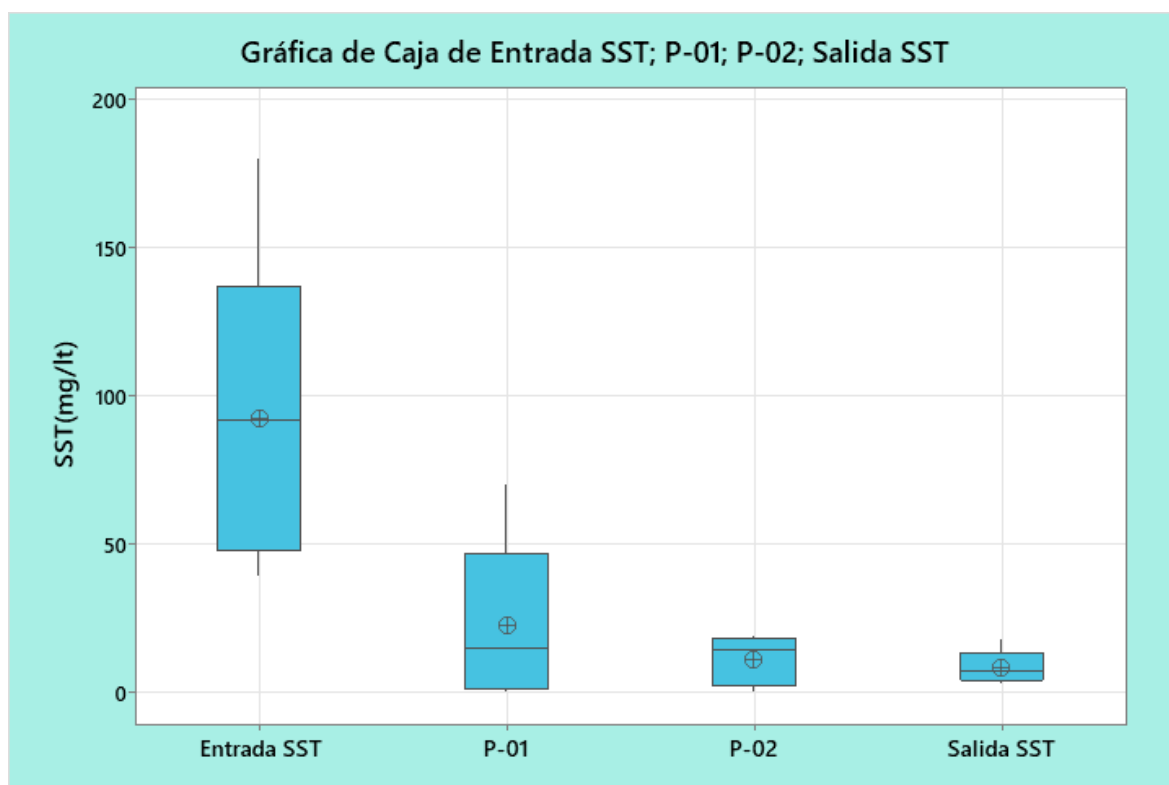
En la 4ta semana con fecha 22/03/2023, se obtuvo un resultado de 82,05%, en la quinta semana con fecha 29/03/2023 un resultado de 85,60%.

En la semana 08, con fecha 19/04/2023 un resultado 94,68%. En la última semana, con fecha 14/06/2023 fue de 98,33%.

Siendo la eficiencia más alta la de la última semana y la más baja la cuarta semana.

Con un R<sup>2</sup> del 100,00%, y un R<sup>2</sup> ajustado del 99,99%, con una línea tendencia polinómica de grado 2.

**Gráfico N. 55:** Caja de Bigotes SST - Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida



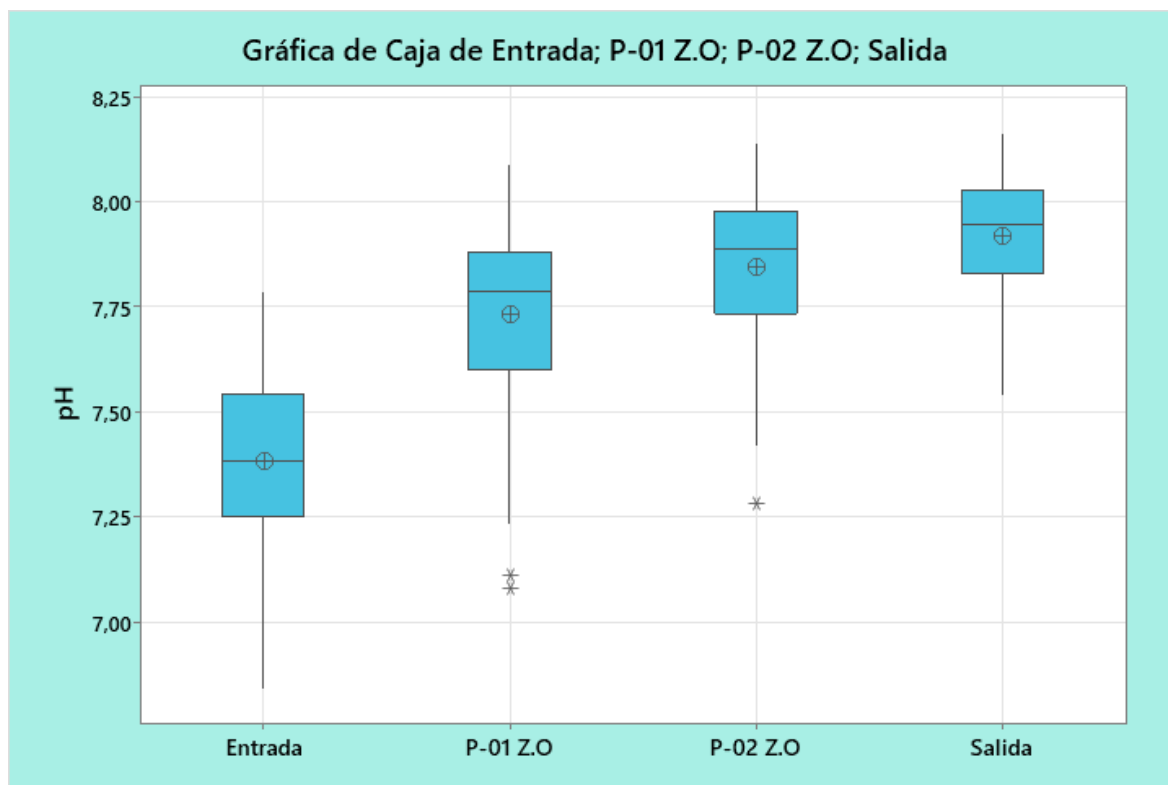
En la Gráfica de Cajas N.º 55, se observa el comportamiento que presentó la SST (mg/Lt) en los 4 puntos de monitoreo.

Teniendo valores promedios de SST a la entrada de 92,20 mg/Lt; para el segundo punto de muestreo (P-01 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de 22,00 mg/Lt; para el tercer punto de muestreo (P-02 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de 10,80 mg/Lt; y para la salida un valor promedio de 8,20 mg/Lt.



#### 4.5.4 pH

Gráfico N. 56: Caja de Bigotes pH - Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida

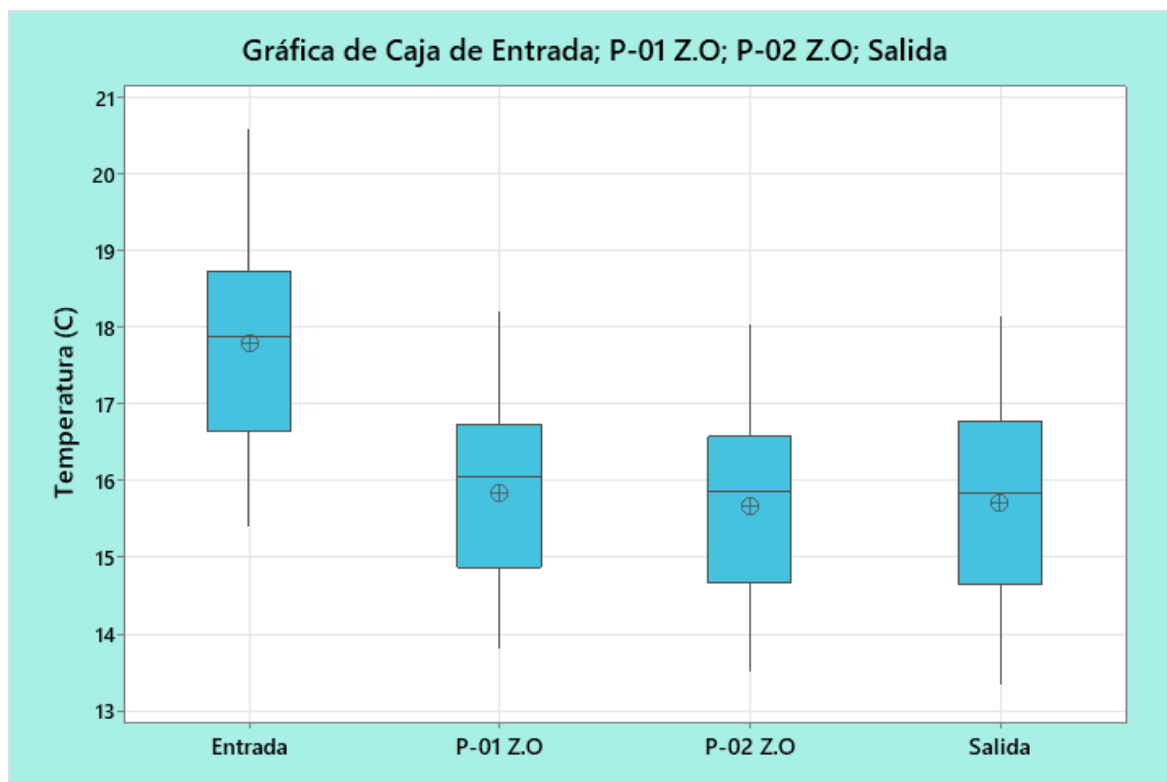


En la Gráfica de Cajas N.º 56, se observa el comportamiento que presentó el pH, para lo cual, se realizó monitoreos diarios, 3 veces al día en los 4 puntos de monitoreo durante las 16 semanas de estudio.

Teniendo valores promedios de pH a la entrada de 7,38; para el segundo punto de muestreo (P-01 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de 7,73; para el tercer punto de muestreo (P-02 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de 7,84; y para la salida un valor promedio de 7,92.

#### 4.5.5 Temperatura

**Gráfico N. 57:** Caja de Bigotes de la Temperatura- Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida

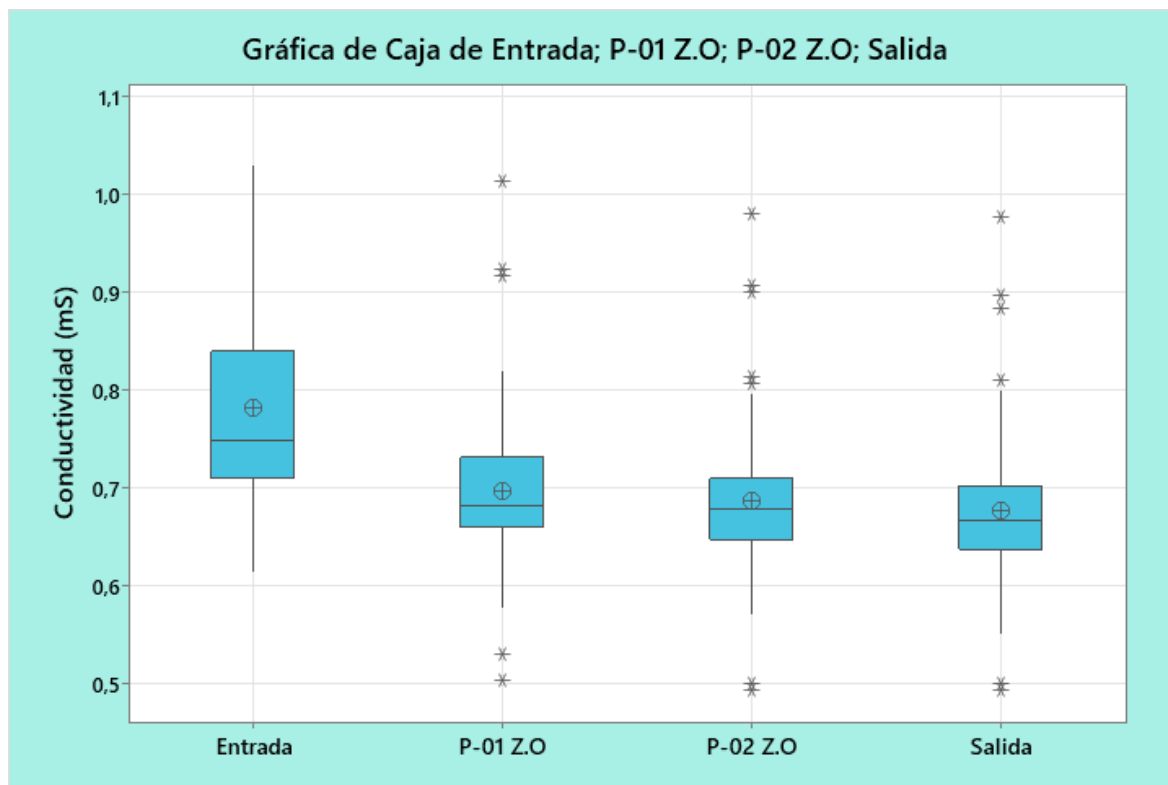


En la Gráfica de Cajas N.º 57, se observa el comportamiento que presentó la temperatura, para lo cuál, se realizó monitoreos diarios, 3 veces al día en los 4 puntos de monitoreo durante las 16 semanas de estudio.

Teniendo valores promedios de temperatura a la entrada de 17,78 C°; para el segundo punto de muestreo (P-01 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de 15,83 C°; para el tercer punto de muestreo (P-02 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de 15,67 C°; y para la salida un valor promedio de 15,71 C°.

#### 4.5.6 Conductividad

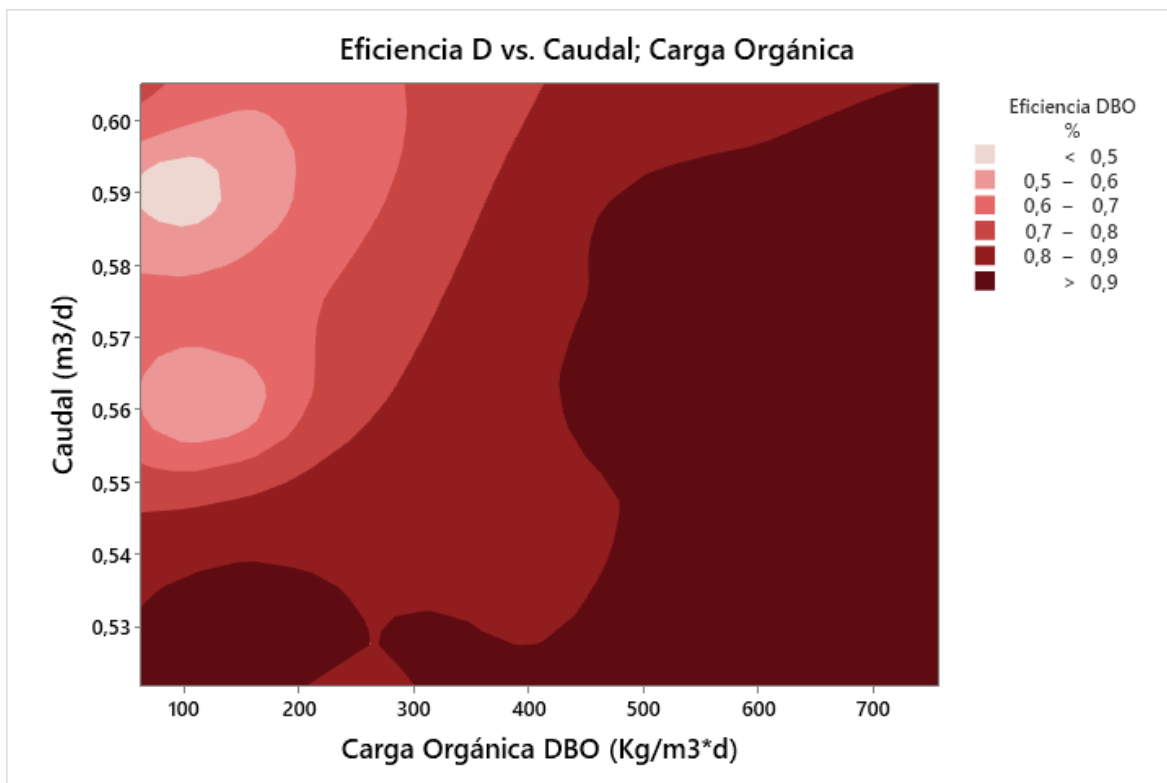
**Gráfico N. 58:** Caja de Bigotes de la Conductividad- Entrada, P-01 Z.O, P-02 Z.O, Salida



En la Gráfica de Cajas N.º 58, se observa el comportamiento que presentó la conductividad, para lo cuál, se realizó monitoreos diarios, 3 veces al día en los 4 puntos de monitoreo durante las 16 semanas de estudio.

Teniendo valores promedios de conductividad a la entrada de  $0,78 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; para el segundo punto de muestreo (P-01 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de  $0,70 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; para el tercer punto de muestreo (P-02 Z.O.) se obtuvo un valor promedio de  $0,68 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; y para la salida un valor promedio de  $0,67 \text{ mS/cm}^{-1}$ .

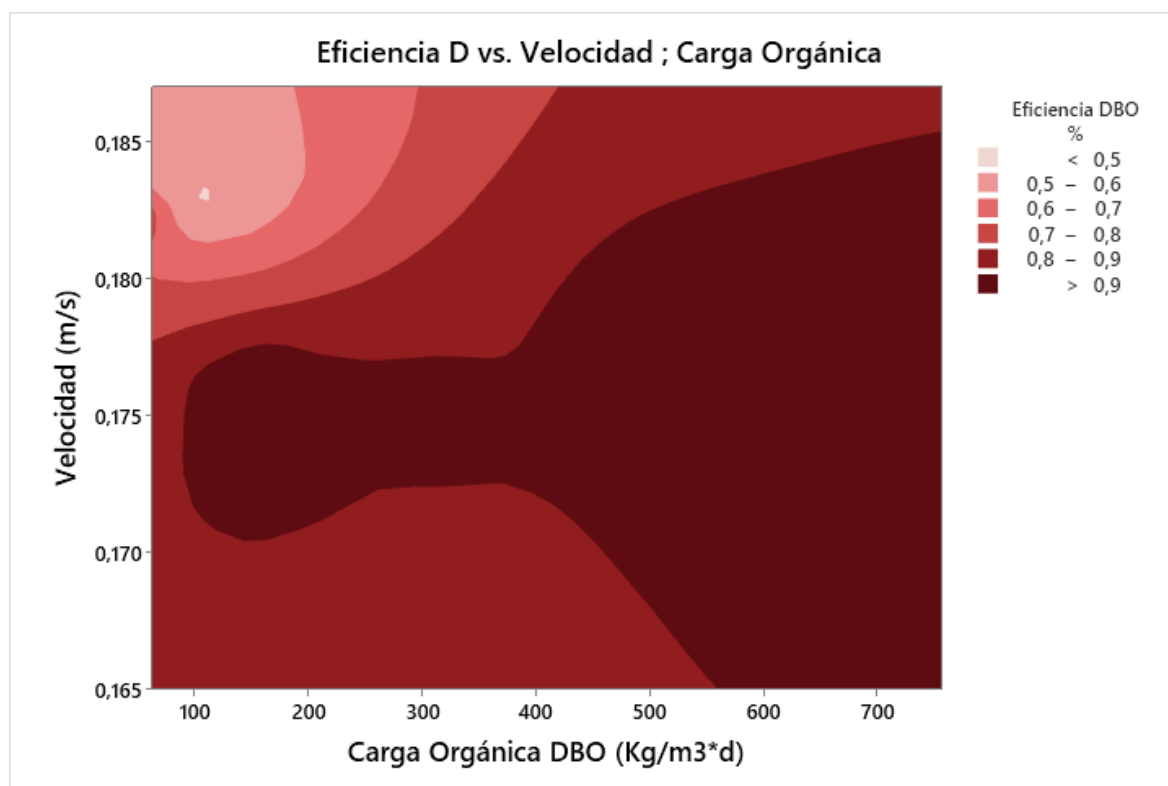
**Gráfico N. 59:** Gráfica de Colores – Caudal / Carga Orgánica DBO VS Eficiencia de Remoción



En la Gráfica N.º 59, de contorno se observa la eficiencia que presenta la carga orgánica ( $\text{Kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ ) en función al caudal de ingreso ( $\text{m}^3/\text{d}$ ) al tratamiento.

La zona más oscura representa un porcentaje de remoción de Carga Orgánica en función de la DBO, mayores al 90,00% para ingresos de cargas altas, y la zona más clara nos indica un porcentaje de remoción de Carga Orgánica en función de la DBO, menores al 5,00%, cuando ingresan cargas bajas al tratamiento.

**Gráfico N. 60:** Gráfica de Colores – Velocidad / Carga Orgánica DBO VS Eficiencia de Remoción



En la Gráfica N.º 60, de contorno se observa la eficiencia que presenta la carga orgánica (Kg/m<sup>3</sup>\*d) en función a la velocidad del agua (m/s), durante tratamiento.

La zona más oscura representa un porcentaje de remoción de Carga Orgánica en función de la DBO, mayores al 90,00% para velocidades del agua que van entre 0,165m/s hasta 0,180m/s; y la zona más clara nos indica un porcentaje de remoción de Carga Orgánica en función de la DBO, menores al 5,00%, cuando la velocidad del agua es mayor a 0,180m/s.

## 4.6 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

### 4.6.1 *Coefficiente de Pearson*

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** El comportamiento hidráulico no afectará en la remoción de materia orgánica.

**Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>):** El comportamiento hidráulico afectará en la remoción de materia orgánica.

Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

Regla de decisión:

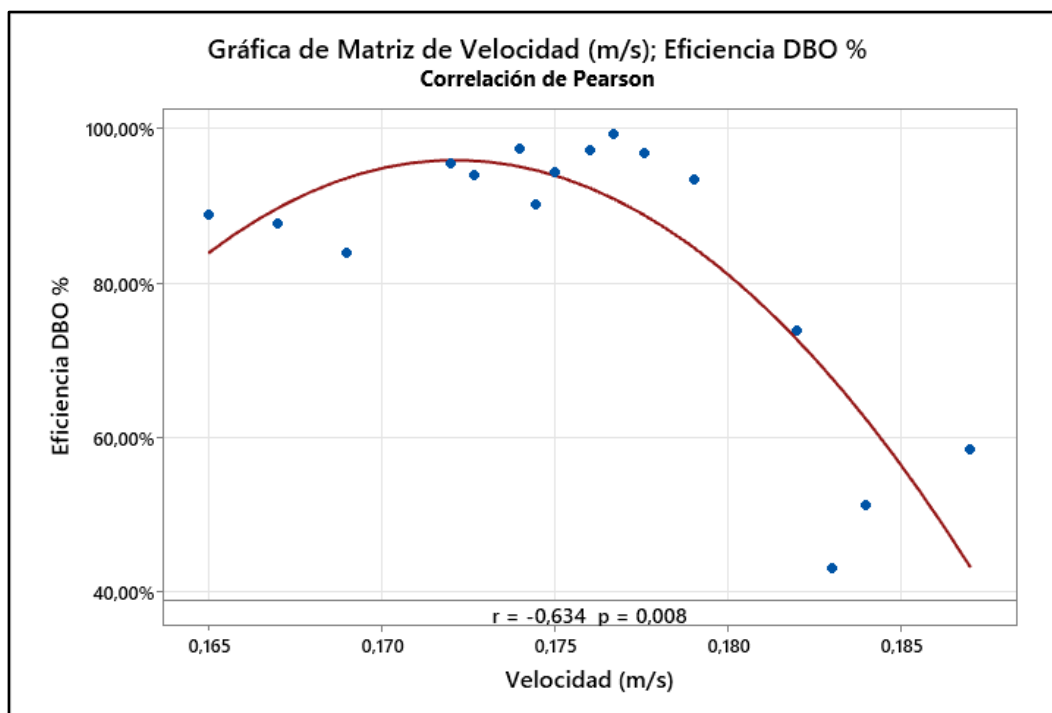
p - valor (sig.) < 0,05 se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna.

p - valor (sig.) >0,05 se acepta la hipótesis nula, y se rechaza la hipótesis alterna.



#### 4.6.2 Efecto de la velocidad en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DBO /m<sup>3</sup>\*día)

Gráfico N. 61: Correlación de Pearson – Velocidad vs Eficiencia DBO



En la Gráfica N° 61, observamos la correlación que existe entre la eficiencia de remoción de carga orgánica en función de la DBO (%) y la velocidad del agua (m/s), obteniendo mayores porcentajes de eficiencia a velocidades medias.

Estas velocidades se encuentran entre 0,172m/s y 0,179m/s, teniendo esas velocidades a una rotación de 31RPM de las paletas de aireación, demostrando que se obtuvieron mejores rangos de eficiencias que van desde 95,49% hasta un 99,21%.

**Tabla 20:** Resultados de la Evaluación de la Correlación- Velocidad vs Eficiencia DBO

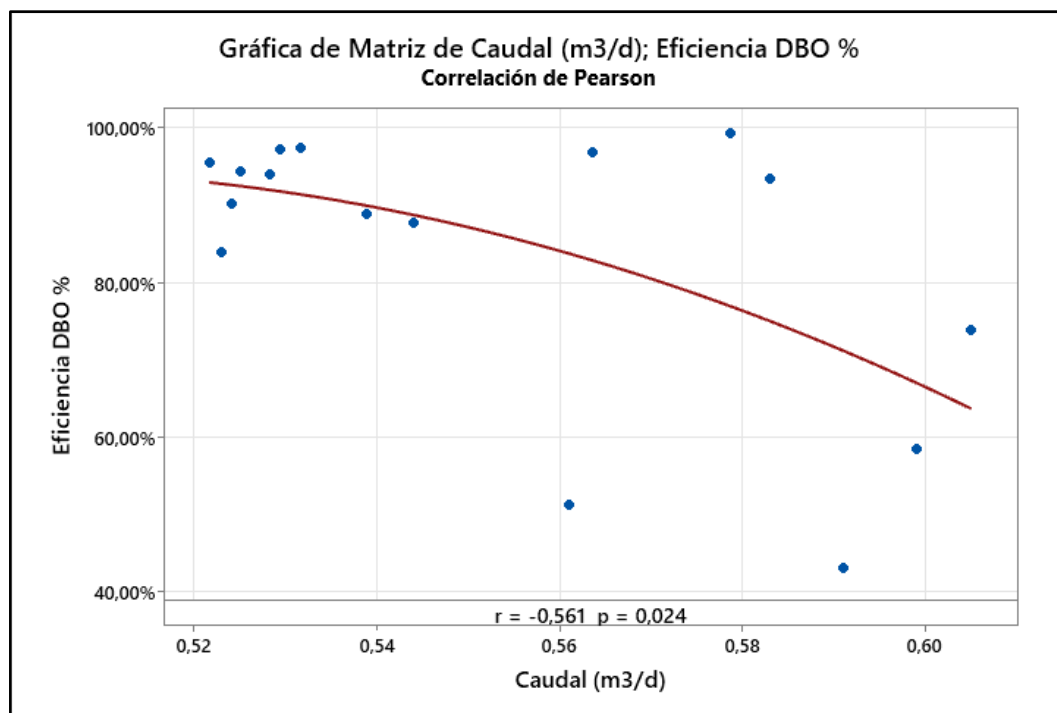
Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para p	Valor p
Eficiencia DBO %	Velocidad (m/s)	16	-0,634	(-0,859; -0,201)	0,008

En la tabla N° 20, observamos que el p-valor obtenido de la correlación entre el porcentaje de remoción y la velocidad del agua es de 0,008, siendo menor a 0,05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, demostrando que existe correlación entre las variables; concluyendo que el comportamiento hidráulico (velocidad), sí influye directamente en la remoción de materia orgánica.

Teniendo un valor de correlación de -0,634, se demuestra que existe una correlación negativa considerable, esto quiere decir que, a velocidades menores del agua, se presentan mayores porcentajes de remoción de materia orgánica.

#### 4.6.3 Efecto del caudal en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DBO /m<sup>3</sup>\*día)

**Gráfico N. 62:** Correlación de Pearson – Caudal vs Eficiencia DBO



En la Gráfica N° 62, observamos la correlación que existe entre la eficiencia de remoción de carga orgánica en función de la DBO (%) y el caudal (m<sup>3</sup>/d),

obteniendo mayores porcentajes de eficiencia a caudales mayores de ingreso al tratamiento.

Los caudales de ingreso registrados durante las 16 semanas de monitoreo que obtuvieron mayores eficiencias de porcentaje de remoción de materia orgánica se encontraron en un rango de 0,522m<sup>3</sup>/d hasta 0,529 m<sup>3</sup>/d; llegando a obtener eficiencias de 95,49% hasta 99,21%.

**Tabla 21:** Resultados de la Evaluación de la Correlación- Caudal vs Eficiencia DBO

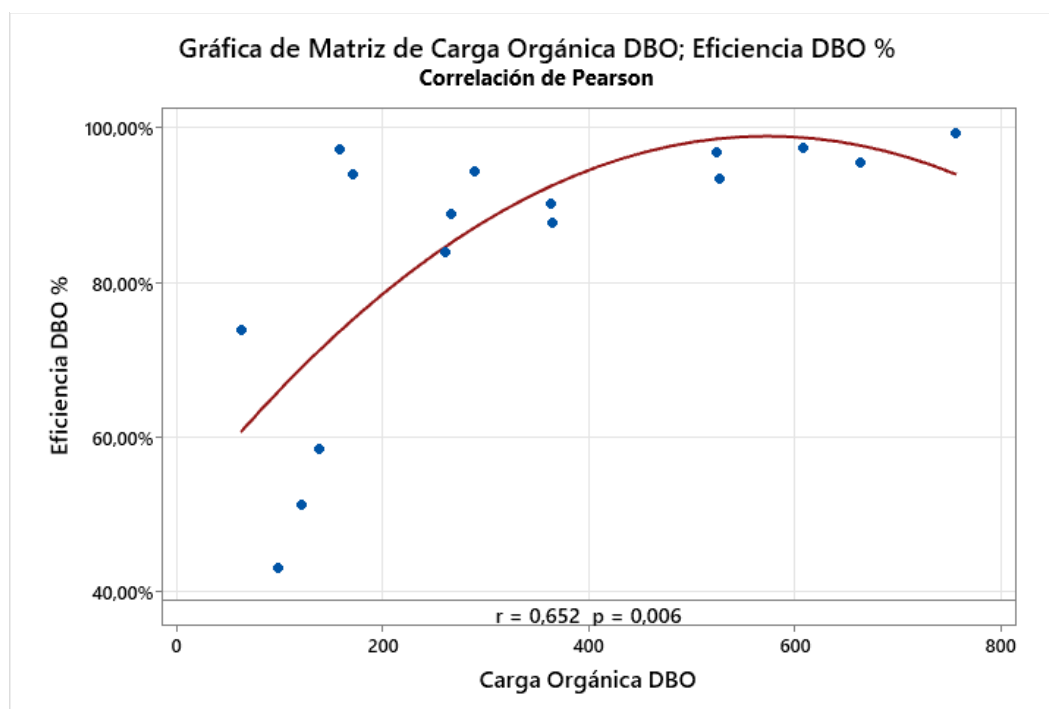
Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para $\rho$	Valor p
Eficiencia DBO %	Caudal (m <sup>3</sup> /d)	16	-0,561	(-0,827; -0,090)	0,024

En la tabla N° 21, observamos que el p-valor obtenido de la correlación entre el porcentaje de remoción y el caudal de ingreso a la zanja, es de 0,024; siendo menor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, demostrando que existe correlación entre las variables; concluyendo que el comportamiento hidráulico (caudal), sí influye directamente en la remoción de materia orgánica.

Teniendo un valor de correlación de -0,561, se demuestra que existe una correlación negativa media, esto quiere decir que, a caudales menores de ingreso a la zanja, se presentan mayores porcentajes de remoción de materia orgánica.

#### 4.6.4 Efecto de la carga orgánica en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DBO /m<sup>3</sup>\*día)

Gráfico N. 63: Correlación de Pearson – Carga Orgánica DBO vs Eficiencia DBO



En la Gráfica N° 63, observamos la correlación que existe entre la eficiencia de remoción de carga orgánica en función de la DBO (%) y la carga orgánica (Kg/m<sup>3</sup>\*d), obteniendo mayores porcentajes de eficiencia a caudales mayores de ingreso al tratamiento.

Las Cargas Orgánicas al ingreso registradas durante las 16 semanas de monitoreo que obtuvieron mayores eficiencias de porcentaje de remoción de materia orgánica se encontraron en un rango de 524,62 Kg/m<sup>3</sup>\*d hasta 756,96 Kg/m<sup>3</sup>\*d; llegando a obtener eficiencias de 96,86% hasta 99,21%.

**Tabla 22:** Resultados de la Evaluación de la Correlación- Carga Orgánica DBO vs Eficiencia DBO

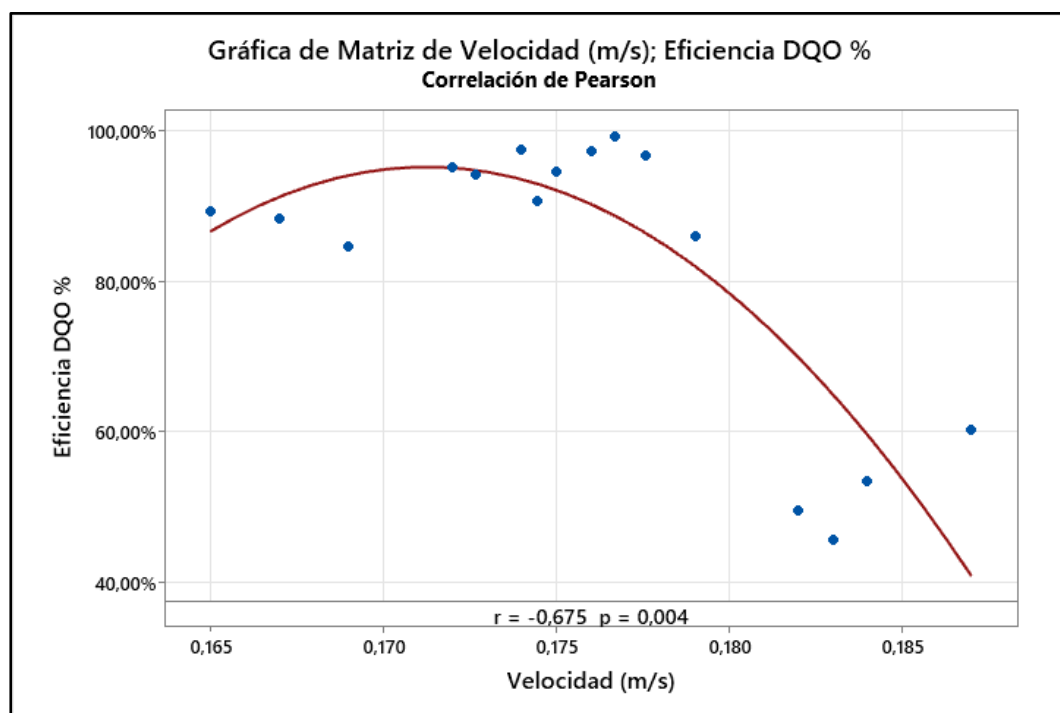
Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para $\rho$	Valor p
Eficiencia DBO %	Carga Orgánica DBO	16	0,652	(0,230; 0,867)	0,006

En la tabla N° 22, observamos que el p-valor obtenido de la correlación entre el porcentaje de remoción y el caudal de ingreso a la zanja, es de 0,006; siendo menor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, demostrando que existe correlación entre las variables; concluyendo que el comportamiento hidráulico (carga orgánica), sí influye directamente en la remoción de materia orgánica.

Teniendo un valor de correlación de +0,652, se demuestra que existe una correlación positiva considerable, esto quiere decir que, a mayor carga orgánica al ingreso de la zanja, se presentan mayores porcentajes de remoción de materia orgánica.

#### 4.6.5 Efecto de la velocidad en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DQO /m<sup>3</sup>\*día)

**Gráfico N. 64:** Correlación de Pearson – Velocidad vs Eficiencia DQO



En la Gráfica N° 64, observamos la correlación que existe entre la eficiencia de remoción de carga orgánica en función de la DQO (%) y la velocidad del agua (m/s), obteniendo mayores porcentajes de eficiencia a velocidades medias.

Estas velocidades se encuentran entre 0,172m/s y 0,177m/s, tenido esas velocidades a una rotación de 31RPM de las paletas de aireación, demostrando que se obtuvieron mejores rangos de eficiencias que van desde 95,11% hasta un 99,24%.

**Tabla 23:** *Resultados de la Evaluación de la Correlación- Velocidad vs Eficiencia DQO*

Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para $\rho$	Valor p
Eficiencia DQO %	Velocidad (m/s)	16	-0,675	(-0,877; -0,270)	0,004

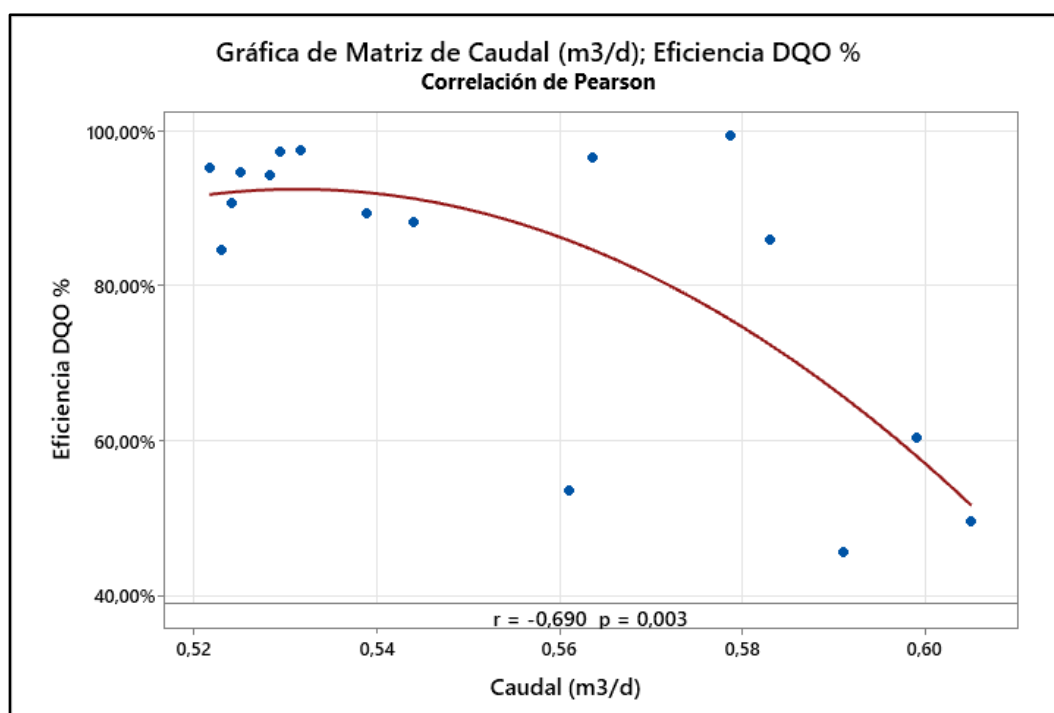
En la tabla N° 23, observamos que el p-valor obtenido de la correlación entre el porcentaje de remoción y la velocidad del agua es de 0,004, siendo menor a 0,05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, demostrando que existe correlación entre las variables; concluyendo que el comportamiento hidráulico (velocidad), sí influye directamente en la remoción de materia orgánica.

Teniendo un valor de correlación de -0,675, se demuestra que existe una correlación negativa considerable, esto quiere decir que, a velocidades menores del agua, se presentan mayores porcentajes de remoción de materia orgánica.



#### 4.6.6 Efecto del caudal en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DQO /m<sup>3</sup>\*día)

Gráfico N. 65: Correlación de Pearson – Caudal vs Eficiencia DQO



En la Gráfica N° 65, observamos la correlación que existe entre la eficiencia de remoción de carga orgánica en función de la DQO (%) y el caudal (m<sup>3</sup>/d), obteniendo mayores porcentajes de eficiencia a caudales mayores de ingreso al tratamiento.

Los caudales de ingreso registrados durante las 16 semanas de monitoreo que obtuvieron mayores eficiencias de porcentaje de remoción de materia orgánica se encontraron en un rango de 0,522m<sup>3</sup>/d hasta 0,579 m<sup>3</sup>/d; llegando a obtener eficiencias de 95,11% hasta 99,24%.

**Tabla 24:** Resultados de la Evaluación de la Correlación- Caudal vs Eficiencia DQO

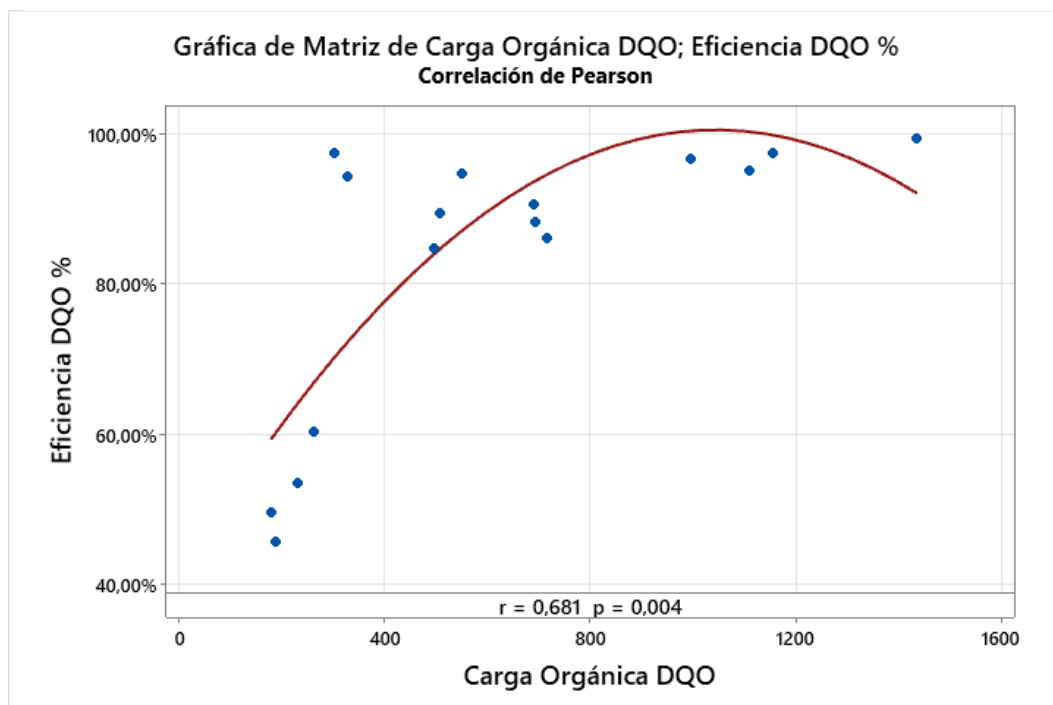
Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para $\rho$	Valor p
Eficiencia DQO %	Caudal (m <sup>3</sup> /d)	16	-0,690	(-0,884; -0,296)	0,003

En la tabla N° 24, observamos que el p-valor obtenido de la correlación entre el porcentaje de remoción y el caudal de ingreso a la zanja, es de 0,003; siendo menor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, demostrando que existe correlación entre las variables; concluyendo que el comportamiento hidráulico (caudal), sí influye directamente en la remoción de materia orgánica.

Teniendo un valor de correlación de -0,690, se demuestra que existe una correlación negativa considerable, esto quiere decir que, a caudales menores de ingreso a la zanja, se presentan mayores porcentajes de remoción de materia orgánica.

#### 4.6.7 Efecto de la carga orgánica en la remoción de la Carga Orgánica (Kg DQO /m<sup>3</sup>\*día)

**Gráfico N. 66:** Correlación de Pearson – Carga Orgánica DQO vs Eficiencia DQO



En la Gráfica N° 66, observamos la correlación que existe entre la eficiencia de remoción de carga orgánica en función de la DQO (%) y la carga orgánica ( $\text{Kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ), obteniendo mayores porcentajes de eficiencia a caudales mayores de ingreso al tratamiento.

Las Cargas Orgánicas al ingreso registradas durante las 16 semanas de monitoreo que obtuvieron mayores eficiencias de porcentaje de remoción de materia orgánica se encontraron en un rango de 548,33  $\text{Kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$  hasta 1436,06  $\text{Kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ; llegando a obtener eficiencias de 94,56% hasta 99,24%.

**Tabla 25:** Resultados de la Evaluación de la Correlación- Carga Orgánica DQO vs Eficiencia DQO

Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para p	Valor p
Eficiencia DQO %	Carga Orgánica DQO	16	0,681	(0,280; 0,880)	0,004

En la tabla N° 25, observamos que el p-valor obtenido de la correlación entre el porcentaje de remoción y el caudal de ingreso a la zanja, es de 0,004; siendo menor a 0,05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, demostrando que existe correlación entre las variables; concluyendo que el comportamiento hidráulico (carga orgánica), sí influye directamente en la remoción de materia orgánica.

Teniendo un valor de correlación de +0,681, se demuestra que existe una correlación positiva considerable, esto quiere decir que, a mayor carga orgánica al ingreso de la zanja, se presentan mayores porcentajes de remoción de materia orgánica.

## V DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Discusión 01: Parámetros de campo

En las 16 semanas de monitoreo, se registró un pH promedio a la entrada que varió en un rango de 7,17 hasta un pH de 7,98; un pH mínimo que estuvo en un rango de 6,08 hasta 7,73; y un pH máximo de 7,48 hasta 7,98. En el Carril 01 (P-01 Z.O.), el pH promedio registrado se encontró en un rango de 7,42 hasta 7,98; un pH mínimo que varió entre 7,06 hasta 7,65, y un pH máximo que estuvo entre 7,66 hasta 8,18. En el Carril 02 (P-02 Z.O.), el pH promedio registrado estuvo en un rango de 7,54 hasta 8,03; un pH mínimo que varió entre 7,25 hasta 7,81; y un pH máximo que estuvo entre 7,73 hasta 8,20. A la salida, el registro obtenido del pH promedio se encontró entre 7,64 hasta 7,08; un pH mínimo en un rango de 7,29 hasta 7,91; y un pH máximo de 7,85 hasta 8,28. Según (Romero Rojas J. A., 2001), para un adecuado tratamiento, el control del pH es muy importante, pues lo que se busca es mantener durante el tratamiento la vida biológica, y recomienda que esta debe estar en un rango de 6,5 a 8,5. Comparando los resultados obtenidos en el estudio, con los antecedentes; decimos que el tratamiento realizado a las aguas residuales domésticas, se encontraron dentro de este rango, permitiendo así, la presencia de vida biológica dentro del reactor, logrando un adecuado tratamiento.

Respecto a la temperatura, se registró una temperatura promedio a la entrada que varió en un rango de 15,20°C hasta 16,70°C; la temperatura mínima estuvo en un rango de 14,30°C hasta 15,60°C; y una temperatura máxima de 20,00°C hasta 21,70°C. En el Carril 01 (P-01 Z.O.), la temperatura promedio registrada se encontró en un rango de 14,15°C hasta 15,30°C; la temperatura mínima estuvo entre 13,30°C hasta 14,60°C; y una temperatura máxima entre 18,70°C hasta 19,70°C. En el Carril 02 (P-02 Z.O.), la temperatura promedio registrada estuvo en un rango de 13,00°C hasta 13,60°C; una temperatura mínima que varió entre 12,20°C hasta 14,30°C; y una temperatura máxima que estuvo entre 17,70°C hasta 18,60°C. A la salida, el registro que se obtuvo de la temperatura promedio se encontró entre 12,30°C hasta 13,00°C; una temperatura mínima en un rango de 11,40°C hasta 13,20°C; y una temperatura máxima de 16,90°C hasta 17,60°C. Según (Romero Rojas J. A., 2001), la temperatura óptima para que exista actividad bacteriana debe estar en un rango de 25°C a 35°C; en la investigación realizada, los resultados obtenidos difieren con hallazgos anteriores, debido a que

el estudio se realizó en un lugar donde las condiciones geográficas y el clima son distintas.

En cuanto a la conductividad, se registró un promedio a la entrada que se encontró en un rango de  $0,73 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $0,9 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; la conductividad mínima estuvo entre  $0,62 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $0,68 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; y una conductividad máxima de  $0,92 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $1,33 \text{ mS/cm}^{-1}$ . En el Carril 01 (P-01 Z.O.), la conductividad promedio registrada estuvo en un rango de  $0,68 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $0,85 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; una conductividad mínima que estuvo entre  $0,59 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $0,66 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; y una conductividad máxima que estuvo entre  $0,85 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $1,12 \text{ mS/cm}^{-1}$ . En el Carril 02 (P-02 Z.O.), la conductividad promedio registrada estuvo en un rango de  $0,64 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $0,83 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; una conductividad mínima que varió entre  $0,58 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $0,63 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; y una conductividad máxima que estuvo entre  $0,78 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $1,11 \text{ mS/cm}^{-1}$ . A la salida, el registro que se obtuvo de la conductividad promedio se encontró entre  $0,61 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $0,67 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; una conductividad mínima en un rango de  $0,54 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $0,62 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; y una conductividad máxima de  $0,67 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $0,84 \text{ mS/cm}^{-1}$ . Según él (D.S. N° 004-MINAM, 2017); la conductividad del agua después de realizado el tratamiento, debe estar por debajo de  $2500 \mu\text{S/cm}$  equivalente a  $2,5 \text{ mS/cm}$  con un fin de uso del agua para riego. Los resultados registrados en el tratamiento y a la salida de este, referente a la conductividad, arrojan valores menores a lo indicado en la norma, repostando como un valor máximo a la salida de  $0,84 \text{ mS/cm}^{-1}$ .

### **Discusión 02: % de remoción DBO; DQO SST**

En la Zanja de Oxidación se registró remociones de materia orgánica en función a la DBO de hasta el 91,74%; así mismo, se encontraron resultados semejantes en otros estudios, como en el “Análisis de Zanjas de Oxidación como Tecnología de Remoción Biológica de Nutrientes en el Estado de Tabasco”, donde emplearon registros de todas las Plantas de Tratamiento de Tabasco, concluyeron que las eficiencias de remoción para la  $\text{DBO}_5$  se encontraban superiores al 95 %; investigación que fue realizada por (Martínez Rodríguez & Rodríguez Rodríguez, 2016). En la investigación: “Evaluación de Zanjas de Oxidación para Remoción de Nutrientes”, donde pusieron en estudio a 17 plantas que empleaban zanjas de oxidación, con un caudal promedio de diseño de  $378$  y  $45,425 \text{ m}^3/\text{d}$ ; los resultados señalan que las zanjas de oxidación lograron una remoción del más del 90% de

DBO, utilizando una zona anóxica previa a la zona aeróbica de cada tren de tratamiento (Environmental Protection Agency, 1999). De esta manera, contrastamos que los resultados obtenidos en la investigación, con los antecedentes, nos permiten verificar que se realizó un adecuado proceso de degradación de la materia orgánica, obteniendo altos porcentajes de eficiencia.

En la Zanja de Oxidación se registró remociones de materia orgánica en función a la DQO de hasta el 88,75%; contrastando con otros estudios, se encontró que en el “El Sistema de Zanjas de Oxidación como una Alternativa de Tratamiento Biológico en México”, que tuvo como objetivo principal analizar el sistema de zanja de oxidación como alternativa de tratamiento biológico, hizo una comparación con los procesos de lagunas de estabilización y lodos activados, referente a costos, operación, mantenimiento y efectividad del tratamiento, reportando remociones de DQO en un rango del 92% hasta 98% (Rojas Suazo, 2012). Según los antecedentes encontrados, las eficiencias que se mencionan en otras investigaciones varían, esto debido a que la investigación fue hecha bajo otras condiciones de tratamiento.

En la Zanja de Oxidación se registró remociones de carga orgánica en función a la SST de hasta el 88,24%; en otros estudios, como: “El Sistema de Zanjas de Oxidación como una Alternativa de Tratamiento Biológico en México”, las remociones de SST fueron superiores al 90%; y en el estudio: “Evaluación de Zanjas de Oxidación para Remoción de Nutrientes”, donde se empleó una zona anóxica previa a la zona aeróbica de cada tren de tratamiento, la remoción de los SST hasta un 97%. El Sistema de tratamiento de Zanja de Oxidación, sin recirculación de lodos, alcanzó remociones altas referente a la remoción de materia orgánica en función de los SST.

### **Discusión 03: Velocidad del Agua y TRH**

Se realizaron 4 pruebas de TRH con un trazador (sal), cada 4 semanas, durante las 16 semanas de estudio, para un caudal de ingreso al tratamiento de  $1\text{m}^3/\text{d}$ . En la primera prueba la duración del ensayo fue de 12hrs con 40min, donde el valor pico fue de 4,24mS, a los 100min (1hr con 40min) de empezado el ensayo. En la segunda prueba, la duración del ensayo fue también de 12hrs con 40min, donde el valor pico fue de 4,27mS, a los 80min (1hr con 20min) de empezado el ensayo; para estos 2 primeros ensayos el tiempo de aireación fue de 45min en funcionamiento y 30min en descanso, por un periodo de 18 horas.



En la tercera prueba, la duración del ensayo fue de 11hrs con 40min, donde el valor pico fue de 3,72mS, a los 80min (1hr con 20min) de empezado el ensayo.

Y en la última prueba, la duración del ensayo fue de 11hrs con 40min, donde el valor pico fue de 3,61mS, a los 60min (1hr) de empezado el ensayo. Para estos 2 últimos ensayos se cambiaron los tiempos de aireación, siendo de 60min en funcionamiento y 30min en descanso, por un periodo de 18 horas. Teniendo de referencia otras investigaciones, “Análisis de Zanjas de Oxidación como Tecnología de Remoción Biológica de Nutrientes en el Estado de Tabasco”, donde realizaron ensayos en zanjas de oxidación con caudales elevados, concluyeron que, a mayores tiempos de residencia hidráulica, se obtiene mejores eficiencias, éstas se encuentran entre 24-38hrs (Martínez Rodríguez & Rodríguez Rodríguez, 2016); haciendo una comparación entre los resultados que se tienen de las investigaciones, se puede decir que a mayores TRH, se obtendrán mayores eficiencias; y estas varían dependiendo de factores como el caudal de ingreso al tratamiento, del tiempo de aireación, volumen del agua a tratar.

Las velocidades que se fueron registrando durante las 16 semanas de estudio, están en un rango de 0,165m/seg hasta 0,187m/seg, con una rotación de las paletas de 31,43RPM. Obteniendo mayores porcentajes de remoción de materia orgánica (95,49% - 99,21%), en un rango de velocidades de 0.172m/seg hasta 0,179m/seg; otras investigaciones como: “El uso de Zanjas de Oxidación en el Tratamiento de Aguas Cloacales Procedentes de Colectividades Pequeñas”, para una capacidad aproximada de 450m<sup>3</sup>/d de caudal de ingreso y con un molinete de 5m, recomienda velocidades de circulación de 0,30 a 0,40 m/seg.

## VI CONCLUSIONES

- En este trabajo de investigación, se logró determinar las condiciones hidráulicas (caudal de ingreso, TRH, velocidad del agua y carga orgánica); que influyeron directamente en el tratamiento. El caudal de ingreso a la Zanja de Oxidación con el que se trabajó estuvo entre  $0,50\text{m}^3/\text{d}$  y  $0.60\text{m}^3/\text{d}$ . El TRH para un caudal de ingreso de  $1\text{m}^3/\text{d}$ , fue de 12 horas con 20min, esto con un tiempo de aireación de 45min y 30min de descanso; para la segunda etapa del tratamiento, se realizaron cambios en el tiempo de aireación, siendo de 1hr en funcionamiento y 30min de descanso, siendo el TRH de 11hrs con 20min, concluyendo que el tipo de flujo presentado en la zanja, fue flujo estable ideal, también se determinó el porcentaje de flujo pistón, flujo mezclado y el porcentaje de espacios muertos en la Zanja de Oxidación. La velocidad del agua se encontró en un rango de  $0,165\text{m}/\text{seg}$  hasta  $0,187\text{m}/\text{seg}$ , esta velocidad fue posible alcanzarla teniendo un giro de rotación de las paletas de 31,43RPM, calculado en gabinete. Se obtuvo mayores porcentajes de eficiencia que van desde 95,11% hasta un 99,24%; a velocidades que se encontraron entre  $0,172\text{m}/\text{s}$  y  $0,177\text{m}/\text{s}$ . La carga orgánica de ingreso a la zanja de oxidación en términos de DBO, se encontró entre  $138,66\text{Kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$  y una carga máxima de  $756,96\text{ Kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ .
- Se hizo una caracterización general del agua residual al ingreso del Centro Experimental Tuyu Ruri, con la finalidad de tener datos guía para la investigación.
- Durante las 16 semanas de análisis se evaluó las condiciones hidráulicas de operación del proceso anóxico, y los parámetros de campo como la temperatura, el pH y la conductividad; esto se realizó diariamente, 3 veces al día. Obteniendo una temperatura al ingreso de la zanja que varió entre  $14,30^\circ\text{C}$  y  $21,70^\circ\text{C}$ , en el primer punto de muestreo al interior de la zanja (P-01 Z.O), una temperatura que varió entre  $13,30^\circ\text{C}$  y  $19,70^\circ\text{C}$ ; en el segundo punto de muestreo al interior de la zanja (P-02 Z.O), una temperatura que varió entre  $12,20^\circ\text{C}$  y  $18,60^\circ\text{C}$  y a la salida una temperatura de  $11,40^\circ\text{C}$  hasta  $17,30^\circ\text{C}$ . Respecto a la conductividad, al ingreso de la zanja varió entre  $0,73\text{ mS}/\text{cm}^{-1}$  y  $1,33\text{ mS}/\text{cm}^{-1}$ , en el primer punto de muestreo al interior de la zanja (P-01 Z.O), se tuvo una

conductividad que varió entre  $0,59 \text{ mS/cm}^{-1}$  y  $1,12 \text{ mS/cm}^{-1}$ ; en el segundo punto de muestreo al interior de la zanja (P-02 Z.O), la conductividad se encontró entre  $0,58 \text{ mS/cm}^{-1}$  y  $1,12 \text{ mS/cm}^{-1}$  y a la salida una conductividad de  $0,54 \text{ mS/cm}^{-1}$  hasta  $0,84 \text{ mS/cm}^{-1}$ . EL pH, al ingreso de la zanja varió entre 6,08 y 7,98, en el primer punto de muestreo al interior de la zanja (P-01 Z.O), se tuvo un pH que varió entre 7,06 y 8,18; en el segundo punto de muestreo al interior de la zanja (P-02 Z.O), el pH se encontró entre 7,25 y 8,20 y a la salida un pH de 7,29 hasta 8,28.

- Al término del trabajo de investigación, se determinó los porcentajes de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y de los sólidos suspendidos totales. La remoción de materia orgánica en función de la DBO fue de 91,74%, una remoción de la DQO de 89,75% y para la carga orgánica en función de los SST, una remoción del 88,24%; concluyendo de esta manera, de que el tratamiento de aguas residuales domésticas sí son efectivas en la remoción de materia orgánica.

## VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baars, J. (Marzo de 1963). El uso de zanjas de oxidación en el tratamiento de aguas cloacales procedentes de colectividades pequeñas. *Boletín de La Oficina Sanitaria Panamericana (OSP)*, 196-207.
- Baars, J., & Muskat, J. (1959). Instituto de Investigaciones de Ingeniería de Salud Pública. La Haya.
- Buitrón Méndez, D. (2016). Manual técnico sobre tecnologías biológicas aerobias aplicadas al tratamiento de aguas residuales industriales. *Cyted*, 30.
- D.S. N° 004-MINAM. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*.
- Environmental Protection Agency. (1999). Folleto Informativo de Tecnología de Aguas Residuales-Zanjas de Oxidación. *EPA*, 9.
- EPA. (Setember de 1991). Preliminary Draft Evaluation of Oxidation Ditches for Nutrient Removal. *Environmental Protection Agency, Municipal Environmental Research Laboratory*.
- Flores García, J. (s.f.). *Sistema de Transmisión Mecánica*. San Andrés. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15454/EG-1080-%20Flores%20Garc%C3%ADa%2C%20Juan%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guevara Alban, G., & Verdesoto Arguello, A. (2020). Metodologías de Investigación Educativa (descriptiva, experimental, participativa). *Recimundo*, 11.
- Herbert, K. (2010). *Guía de Aplicaciones Belzona en Equipos de Tratamiento de Aguas Residuales-Tratamiento de Aguas Residuales* (Vol. Primera ed.). Obtenido de <https://www.belzona.com/es/industries/wastewater.aspx>
- Hernández, Fernández, & Baptista. (2003). Metodología de la Investigación.
- Huamán M., Depaz K., & Rosas Y. (2022). Effect of Hydraulic and Organic Load, in the Removal of Biochemical Oxygen Demand in Wastewater using Biofilter with Vegetable Carbon, in High Andean Climate. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* , 5.
- Instituto Privado de Investigación (ICC). (2017). *Manual de Medición de Caudales*. Guatamala. Obtenido de <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2018/02/Manual-de-medición-de-caudales-ICC.pdf>

- Kerlinger. (1994). Metodología de la Investigación.
- Levenspiel, O. (2004). Ingeniería de las Reacciones Químicas. México: Editorial Limusa Wiley.
- Li, Y., Zhang, H., Qiu, X., Zhang, Y., & Wang, H. (2013). Dispersion and Risk Assessment of Bacterial Aerosols Emitted from Rotating Brush Aerator during Summer in a Wastewater Treatment Plant of Xi'an, China. *Association for Aerosol Research*, 8.
- Maldonado Yactayo, V. (1992). *Análisis de flujos y factores que determinan los periodos de retención*. Obtenido de [http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual3/ma3\\_cap2.pdf](http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual3/ma3_cap2.pdf)
- Martínez Rodríguez, J., & Rodríguez Rodríguez, E. (2016). Análisis de zanjas de oxidación como tecnología de remoción biológica de nutrientes en el estado de Tabasco. Estado de Tabasco.
- Metcalf, E., & Eddy, H. (2003). *Wastewater Engineer Treatment Disposal, Reuse*. New York: McGraw.
- MINAM. (2018). *Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39054>
- Nasr, F., Doma, H., & Nassar, H. (2008). Treatment of Domestic Wastewater using an Anaerobic Baffled Reactor Followed by a Duckweed pond for Agricultural purposes.
- Noyola, A., Morgan, J., & Guereca, L. (2013). *Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales: Guía de apoyo para ciudades pequeñas y medianas* (Vol. 1ra Edición). Ciudad de México.
- Ochoa León, H. (2016). *Comparación de la Eficiencia de Remoción de Materia Orgánica entre un Reactor de Lodos Activados y un Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente*. Huancayo.
- OEFA. (s.f.). Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales. *Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental*, 42. Obtenido de [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Ortega, C. (Junio de 2021). *QuestionPro*. Obtenido de QuestionPro: [https://www.questionpro.com/blog/es/coeficiente-de-correlacion-de-pearson/#:~:text=El%20coeficiente%20de%20correlaci%C3%B3n%20de%](https://www.questionpro.com/blog/es/coeficiente-de-correlacion-de-pearson/#:~:text=El%20coeficiente%20de%20correlaci%C3%B3n%20de%20)



- 20Pearson%20es%20una%20prueba%20que,de%20%2B1%20a%20%2D  
1.
- OS-090. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones-Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*.
- Oyarce Alvarez, L. (2021). *Tanque Baffled para el Tratamiento Primario de Agua Residual Doméstica*. Lima.
- Parsons Engineering Science, I. (2000). Parsons Engineering Science.
- Pulido, S., & Miranda, V. (s.f.). Origen y Características de las Aguas Residuales. 10.
- Ramalho, R. (2003). *Introduction to wastewater treatment processes (second edition)*. San Diego: Academic Press.
- Reyes Lara, S., & Reyes Mazzoco, R. (17 de febrero de 2009). Effect of hydraulic and organic loads on the mass removal of a structured packing in a trickling filter.
- Rojas Suazo, H. (2012). *El Sistema de Zanjias de Oxidación como una Alternativa de Tratamiento Biológico de Aguas Residuales en México*. Ciudad de México.
- Rojas Vargas, R. (1990). Zanjias de oxidación. En Zanjias de oxidación.
- Romero Rojas, J. (1999). *Tratamiento de Aguas Residuales-Teoría y Principios de Diseño*. Bogotá.
- Romero Rojas, J. (2004). *Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingenieros.
- Romero Rojas, J. A. (2001). *Tratamiento de Aguas Residuales*.
- Rosso, D., & Stenstrom, M. (2006). *Efectos del surfactante sobre los factores  $\alpha$  en sistemas de aireación*.
- Sanabria Suárez, D. (2006). Conductividad Eléctrica por el Método Electrométrico en Aguas. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*, 7.
- Seoanez, M. (1995). *Aguas Residuales Urbanas: Tratamientos Naturales de Bajo Costo y Aprovechamiento*. Ediciones Mundi Prensa-Madrid España.
- Tamayo , M. (2006). Capítulo III, Marco Metodológico.



# ANEXOS



## Anexo 01: Recolección de Datos

**Tabla 26:** *Determinación de la Velocidad – Etapa de Adaptación*

FECHA	Vel. CARRIL 1 (m/seg)		Vel. CARRIL 2 (m/seg)	
<b>Semana 01-Adaptación</b>				
	<b>Long (m)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Long (m)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>
27/02/2023	2,28	15,62	3,91	17,22
		<b>0,146</b>		<b>0,227</b>
<b>Semana 02-Adaptación</b>				
	<b>Long (m)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Long (m)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>
06/03/2023	2,28	15,70	3,91	17,58
		<b>0,145</b>		<b>0,223</b>
<b>Semana 03-Adaptación</b>				
	<b>Long (m)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Long (m)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>
13/03/2023	2,28	15,90	3,91	17,60
		<b>0,143</b>		<b>0,222</b>
<b>Semana 04 de Adaptación</b>				
	<b>Long (m)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Long (m)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>
20/03/2023	2,28	15,86	3,91	17,82
		<b>0,144</b>		<b>0,219</b>

**Tabla 27: Determinación de la Velocidad**

FECHA	Vel. CARRIL 1 (m/seg)	Vel. CARRIL 2 (m/seg)
<b>Semana 05</b>		
27/03/2023	0,140	0,218
<b>Semana 06</b>		
03/04/2023	0,139	0,217
<b>Semana 07</b>		
10/04/2023	0,137	0,217
<b>Semana 08</b>		
17/04/2023	0,136	0,217
<b>Semana 09</b>		
24/04/2023	0,133	0,213
<b>Semana 10</b>		
01/05/2023	0,135	0,214
<b>Semana 11</b>		
08/05/2023	0,135	0,213
<b>Semana 12</b>		
15/05/2023	0,134	0,212
<b>Semana 13</b>		
22/05/2023	0,135	0,209
<b>Semana 14</b>		
29/05/2023	0,133	0,204
<b>Semana 15</b>		
05/06/2023	0,135	0,199
<b>Semana 16</b>		
12/06/2023	0,136	0,194

**Tabla 28:** Resultados del ensayo de trazadores en la Zanja de Oxidación-  
Semana 04 de Monitoreo

Muestra	t (min)	t/to (min)	C	C-Co	$\Sigma(C - Co)$	F(t)	1-F(t)
1	0	0	0,63	0,00	0,00	0,00	100,00
2	20	0,04	0,68	0,05	0,05	0,08	99,92
3	40	0,08	1,06	0,43	0,48	0,81	99,19
4	60	0,12	2,23	1,60	2,08	3,53	96,47
5	80	0,16	4,19	3,56	5,64	9,56	90,44
6	100	0,2	4,24	3,61	9,25	15,68	84,32
7	120	0,24	4,21	3,58	12,83	21,75	78,25
8	140	0,28	4,08	3,45	16,28	27,59	72,41
9	160	0,32	3,97	3,34	19,62	33,25	66,75
10	180	0,35	3,81	3,18	22,80	38,64	61,36
11	200	0,39	3,64	3,01	25,81	43,75	56,25
12	220	0,43	3,48	2,85	28,66	48,58	51,42
13	240	0,47	3,30	2,67	31,33	53,10	46,90
14	260	0,51	3,18	2,55	33,88	57,42	42,58
15	280	0,55	3,02	2,39	36,27	61,47	38,53
16	300	0,59	2,86	2,23	38,50	65,25	34,75
17	320	0,63	2,69	2,06	40,56	68,75	31,25
18	340	0,67	2,56	1,93	42,49	72,02	27,98
19	360	0,71	2,39	1,76	44,25	75,00	25,00
20	380	0,75	2,22	1,59	45,84	77,69	22,31
21	400	0,79	2,06	1,43	47,27	80,12	19,88
22	420	0,83	1,87	1,24	48,51	82,22	17,78
23	440	0,87	1,81	1,18	49,69	84,22	15,78
24	460	0,91	1,75	1,12	50,81	86,12	13,88
25	480	0,95	1,66	1,03	51,84	87,86	12,14
26	500	0,99	1,59	0,96	52,80	89,49	10,51
27	520	1,02	1,53	0,90	53,70	91,02	8,98
28	540	1,06	1,47	0,84	54,54	92,44	7,56
29	560	1,1	1,43	0,80	55,34	93,80	6,20
30	580	1,14	1,36	0,73	56,07	95,03	4,97
31	600	1,18	1,30	0,67	56,74	96,17	3,83
32	620	1,22	1,24	0,61	57,35	97,20	2,80
33	640	1,26	1,18	0,55	57,90	98,14	1,86
34	660	1,3	1,04	0,41	58,31	98,83	1,17
35	680	1,34	0,96	0,33	58,64	99,39	0,61
36	700	1,38	0,89	0,26	58,90	99,83	0,17
37	720	1,42	0,72	0,09	58,99	99,98	0,02
38	740	1,46	0,64	0,01	59,00	100,00	0,00
39	760	1,5	0,63	0,00	59,00	100,00	0,00

**Tabla 29:** Resultados del ensayo de trazadores en la Zanja de Oxidación-  
Semana 08 de Monitoreo

Muestra	t (min)	t/to (min)	C	C-Co	$\Sigma(C - Co)$	F(t)	1-F(t)
1	0	0	0,67	0,00	0,00	0,00	100,00
2	20	0,04	0,83	0,16	0,16	0,26	99,74
3	40	0,08	1,29	0,62	0,78	1,27	98,73
4	60	0,12	2,46	1,79	2,57	4,18	95,82
5	80	0,16	4,27	3,60	6,17	10,04	89,96
6	100	0,2	4,23	3,56	9,73	15,83	84,17
7	120	0,24	4,19	3,52	13,25	21,56	78,44
8	140	0,28	3,91	3,24	16,49	26,83	73,17
9	160	0,32	3,87	3,20	19,69	32,04	67,96
10	180	0,35	3,74	3,07	22,76	37,03	62,97
11	200	0,39	3,56	2,89	25,65	41,73	58,27
12	220	0,43	3,42	2,75	28,40	46,21	53,79
13	240	0,47	3,34	2,67	31,07	50,55	49,45
14	260	0,51	3,21	2,54	33,61	54,69	45,31
15	280	0,55	3,02	2,35	35,96	58,51	41,49
16	300	0,59	2,95	2,28	38,24	62,22	37,78
17	320	0,63	2,88	2,21	40,45	65,82	34,18
18	340	0,67	2,73	2,06	42,51	69,17	30,83
19	360	0,71	2,57	1,90	44,41	72,26	27,74
20	380	0,75	2,46	1,79	46,20	75,17	24,83
21	400	0,79	2,31	1,64	47,84	77,84	22,16
22	420	0,83	2,19	1,52	49,36	80,31	19,69
23	440	0,87	2,12	1,45	50,81	82,67	17,33
24	460	0,91	1,96	1,29	52,10	84,77	15,23
25	480	0,95	1,89	1,22	53,32	86,76	13,24
26	500	0,99	1,82	1,15	54,47	88,63	11,37
27	520	1,02	1,76	1,09	55,56	90,40	9,60
28	540	1,06	1,63	0,96	56,52	91,96	8,04
29	560	1,1	1,58	0,91	57,43	93,44	6,56
30	580	1,14	1,51	0,84	58,27	94,81	5,19
31	600	1,18	1,40	0,73	59,00	96,00	4,00
32	620	1,22	1,36	0,69	59,69	97,12	2,88
33	640	1,26	1,31	0,64	60,33	98,16	1,84
34	660	1,3	1,27	0,60	60,93	99,14	0,86
35	680	1,34	1,03	0,36	61,29	99,72	0,28
36	700	1,38	0,78	0,11	61,40	99,90	0,10
37	720	1,42	0,73	0,06	61,46	100,00	0,00
38	740	1,46	0,67	0,00	61,46	100,00	0,00
39	760	1,5	0,67	0,00	61,46	100,00	0,00

**Tabla 30: Resultados del ensayo de trazadores en la Zanja de Oxidación-  
Semana 12 de Monitoreo**

Muestra	t (min)	t/to (min)	C	C-Co	$\Sigma(C - Co)$	F(t)	1-F(t)
1	0	0	0,76	0,00	0,00	0,00	100,00
2	20	0,04	0,96	0,20	0,20	0,53	99,47
3	40	0,08	2,27	1,51	1,71	4,51	95,49
4	60	0,12	2,95	2,19	3,90	10,29	89,71
5	80	0,16	3,72	2,96	6,86	18,10	81,90
6	100	0,2	3,54	2,78	9,64	25,43	74,57
7	120	0,24	3,33	2,57	12,21	32,21	67,79
8	140	0,28	2,99	2,23	14,44	38,09	61,91
9	160	0,32	2,77	2,01	16,45	43,39	56,61
10	180	0,35	2,75	1,99	18,44	48,64	51,36
11	200	0,39	2,62	1,86	20,30	53,55	46,45
12	220	0,43	2,51	1,75	22,05	58,16	41,84
13	240	0,47	2,39	1,63	23,68	62,46	37,54
14	260	0,51	2,28	1,52	25,20	66,47	33,53
15	280	0,55	2,12	1,36	26,56	70,06	29,94
16	300	0,59	2,01	1,25	27,81	73,36	26,64
17	320	0,63	1,92	1,16	28,97	76,42	23,58
18	340	0,67	1,80	1,04	30,01	79,16	20,84
19	360	0,71	1,73	0,97	30,98	81,72	18,28
20	380	0,75	1,65	0,89	31,87	84,07	15,93
21	400	0,79	1,57	0,81	32,68	86,20	13,80
22	420	0,83	1,50	0,74	33,42	88,16	11,84
23	440	0,87	1,45	0,69	34,11	89,98	10,02
24	460	0,91	1,38	0,62	34,73	91,61	8,39
25	480	0,95	1,35	0,59	35,32	93,17	6,83
26	500	0,99	1,29	0,53	35,85	94,57	5,43
27	520	1,02	1,21	0,45	36,30	95,75	4,25
28	540	1,06	1,17	0,41	36,71	96,83	3,17
29	560	1,1	1,08	0,32	37,03	97,68	2,32
30	580	1,14	1,05	0,29	37,32	98,44	1,56
31	600	1,18	0,97	0,21	37,53	99,00	1,00
32	620	1,22	0,92	0,16	37,69	99,42	0,58
33	640	1,26	0,87	0,11	37,80	99,71	0,29
34	660	1,3	0,84	0,08	37,88	99,92	0,08
35	680	1,34	0,78	0,02	37,90	99,97	0,03
36	700	1,38	0,77	0,01	37,91	100,00	0,00



**Tabla 31: Resultados del ensayo de trazadores en la Zanja de Oxidación-  
Semana 16 de Monitoreo**

Muestra	t (min)	t/to (min)	C	C-Co	$\Sigma(C - Co)$	F(t)	1-F(t)
1	0	0	0,71	0,00	0,00	0,00	100,00
2	20	0,04	1,29	0,58	0,58	1,41	98,59
3	40	0,08	2,27	1,56	2,14	5,19	94,81
4	60	0,12	3,61	2,90	5,04	12,23	87,77
5	80	0,16	3,58	2,87	7,91	19,19	80,81
6	100	0,2	3,56	2,85	10,76	26,11	73,89
7	120	0,24	3,24	2,53	13,29	32,25	67,75
8	140	0,28	3,07	2,36	15,65	37,98	62,02
9	160	0,32	2,88	2,17	17,82	43,24	56,76
10	180	0,35	2,80	2,09	19,91	48,31	51,69
11	200	0,39	2,63	1,92	21,83	52,97	47,03
12	220	0,43	2,45	1,74	23,57	57,19	42,81
13	240	0,47	2,26	1,55	25,12	60,96	39,04
14	260	0,51	2,15	1,44	26,56	64,45	35,55
15	280	0,55	2,07	1,36	27,92	67,75	32,25
16	300	0,59	1,99	1,28	29,20	70,86	29,14
17	320	0,63	1,90	1,19	30,39	73,74	26,26
18	340	0,67	1,81	1,10	31,49	76,41	23,59
19	360	0,71	1,75	1,04	32,53	78,94	21,06
20	380	0,75	1,69	0,98	33,51	81,32	18,68
21	400	0,79	1,62	0,91	34,42	83,52	16,48
22	420	0,83	1,53	0,82	35,24	85,51	14,49
23	440	0,87	1,48	0,77	36,01	87,38	12,62
24	460	0,91	1,45	0,74	36,75	89,18	10,82
25	480	0,95	1,42	0,71	37,46	90,90	9,10
26	500	0,99	1,37	0,66	38,12	92,50	7,50
27	520	1,02	1,35	0,64	38,76	94,05	5,95
28	540	1,06	1,26	0,55	39,31	95,39	4,61
29	560	1,1	1,18	0,47	39,78	96,53	3,47
30	580	1,14	1,11	0,40	40,18	97,50	2,50
31	600	1,18	1,06	0,35	40,53	98,35	1,65
32	620	1,22	1,01	0,30	40,83	99,08	0,92
33	640	1,26	0,96	0,25	41,08	99,68	0,32
34	660	1,3	0,83	0,12	41,20	99,98	0,02
35	680	1,34	0,72	0,01	41,21	100,00	0,00
36	700	1,38	0,71	0,00	41,21	100,00	0,00

**Tabla 32: Determinación del Caudal – Etapa de Adaptación**

Fecha	Caudal de Ingreso m3/día	Caudal Promedio m3/día	Caudal Mínimo m3/día	Caudal Máximo m3/día
<b>Semana 01-Adaptación</b>				
27/02/2023	0,557			
28/02/2023	0,584			
01/03/2023	0,561			
02/03/2023	0,524	0,543	0,508	0,584
03/03/2023	0,508			
04/03/2023	0,524			
<b>Semana 02-Adaptación</b>				
06/03/2023	0,557			
07/03/2023	0,561			
08/03/2023	0,539	0,547	0,537	0,561
09/03/2023	0,537			
10/03/2023	0,540			
<b>Semana 03-Adaptación</b>				
13/03/2023	0,576			
14/03/2023	0,580			
15/03/2023	0,591	0,570	0,532	0,591
16/03/2023	0,571			
17/03/2023	0,532			
<b>Semana 04-Adaptación</b>				
20/03/2023	0,593			
21/03/2023	0,593			
22/03/2023	0,605	0,580	0,543	0,605
23/03/2023	0,567			
24/03/2023	0,543			

**Tabla 33: Determinación del Caudal de Ingreso – Semana 05- Semana 08**

Fecha	Caudal de Ingreso m3/día	Caudal Promedio m3/día	Caudal Mínimo m3/día	Caudal Máximo m3/día
<b>Semana 05</b>				
27/03/2023	0,559			
28/03/2023	0,554			
29/03/2023	0,583	0,554	0,531	0,583
30/03/2023	0,544			
31/03/2023	0,531			
<b>Semana 06</b>				
03/04/2023	0,527			
04/04/2023	0,551			
05/04/2023	0,532	0,542	0,527	0,564
06/04/2023	0,538			
07/04/2023	0,564			
<b>Semana 07</b>				
10/04/2023	0,573			
11/04/2023	0,557			
12/04/2023	0,533	0,559	0,533	0,579
13/04/2023	0,551			
14/04/2023	0,579			
<b>Semana 08</b>				
17/04/2023	0,529			
18/04/2023	0,489			
19/04/2023	0,521	0,506	0,482	0,529
20/04/2023	0,482			
21/04/2023	0,508			

**Tabla 34:** *Determinación del Caudal de Ingreso – Semana 09- Semana 12*

Fecha	Caudal de Ingreso m3/día	Caudal Promedio m3/día	Caudal Mínimo m3/día	Caudal Máximo m3/día
<b>Semana 09</b>				
24/04/2023	0,525			
25/04/2023	0,506			
26/04/2023	0,489	0,499	0,477	0,525
27/04/2023	0,497			
28/04/2023	0,477			
<b>Semana 10</b>				
01/05/2023	0,484			
02/05/2023	0,503			
03/05/2023	0,524	0,505	0,484	0,524
04/05/2023	0,507			
05/05/2023	0,508			
<b>Semana 11</b>				
08/05/2023	0,481			
09/05/2023	0,502			
10/05/2023	0,503	0,505	0,481	0,532
11/05/2023	0,532			
12/05/2023	0,509			
<b>Semana 12</b>				
15/05/2023	0,492			
16/05/2023	0,497			
17/05/2023	0,528	0,501	0,478	0,528
18/05/2023	0,511			
19/05/2023	0,478			

**Tabla 35: Determinación del Caudal de Ingreso – Semana 13- Semana 16**

Fecha	Caudal de Ingreso m3/día	Caudal Promedio m3/día	Caudal Mínimo m3/día	Caudal Máximo m3/día
<b>Semana 13</b>				
22/05/2023	0,512			
23/05/2023	0,488			
24/05/2023	0,490	0,505	0,488	0,522
25/05/2023	0,522			
26/05/2023	0,516			
<b>Semana 14</b>				
29/05/2023	0,494			
30/05/2023	0,499			
31/05/2023	0,523	0,502	0,493	0,523
01/06/2023	0,493			
02/06/2023	0,501			
<b>Semana 15</b>				
05/06/2023	0,491			
06/06/2023	0,509			
07/06/2023	0,493	0,515	0,491	0,544
08/06/2023	0,544			
09/06/2023	0,537			
<b>Semana 16</b>				
12/06/2023	0,539			
13/06/2023	0,509			
14/06/2023	0,493	0,508	0,486	0,539
15/06/2023	0,512			
16/06/2023	0,486			

**Tabla 36: Reporte de Temperatura / Etapa de Adaptación**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 01-Adaptación</b>				
27/02/2023	19,80	17,70	17,40	16,80
28/02/2023	16,90	15,00	14,60	14,50
01/03/2023	15,50	13,80	13,50	13,40
02/03/2023	16,30	14,50	14,20	14,10
03/03/2023	20,39	18,20	17,90	17,60
<b>Semana 02-Adaptación</b>				
	16,40	14,50	14,40	14,00
06/03/2023	19,20	17,70	17,80	18,20
	20,50	18,20	18,00	18,00
	15,50	13,80	13,60	13,50
07/03/2023	17,90	15,40	15,30	14,80
	20,10	18,50	18,70	18,30
	16,20	14,60	14,40	14,20
08/03/2023	18,50	16,40	16,10	18,00
	19,80	17,60	17,50	17,50
	16,20	14,80	14,60	14,50
09/03/2023	19,50	18,70	18,90	18,40
	20,20	19,20	19,20	18,80
	16,01	14,70	14,80	14,70
10/03/2023	16,90	15,40	15,40	15,50
	17,40	15,90	15,80	16,00
<b>Semana 03-Adaptación</b>				
	16,40	14,70	14,40	14,50
13/03/2023	17,80	15,80	15,70	15,70
	20,00	17,60	17,70	17,90
	17,90	15,60	14,80	14,40
14/03/2023	15,90	14,50	14,30	14,10
	18,50	16,30	15,60	15,30
	14,30	13,40	13,20	13,00
15/03/2023	17,10	15,00	14,70	14,80
	17,20	15,90	15,80	16,20
	14,50	13,20	12,80	12,80
16/03/2023	17,40	15,60	15,40	15,20
	17,90	16,40	16,50	16,60
	14,50	12,80	12,50	12,30
17/03/2023	17,60	15,80	15,70	15,80
	18,70	17,40	17,40	17,40





**Tabla 37: Reporte de Temperatura / Semana 04 y 05**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 04 de Adaptación</b>				
20/03/2023	17,10	15,80	15,60	16,00
	18,80	16,60	16,30	16,80
	19,60	17,70	17,50	18,40
21/03/2023	16,70	15,20	14,90	14,90
	19,80	17,80	17,50	17,60
	18,80	17,30	17,70	18,10
22/03/2023	14,20	13,00	13,10	13,60
	16,50	14,40	14,30	14,00
	17,50	15,90	15,80	15,80
23/03/2023	16,80	14,90	14,80	14,80
	17,50	15,60	15,50	15,40
	19,20	17,50	17,50	17,40
24/03/2023	16,60	14,20	14,10	14,70
	18,10	15,50	15,20	15,50
	19,20	17,10	16,80	17,30
<b>Semana 05</b>				
27/03/2023	16,50	14,40	14,40	14,80
	17,70	17,60	16,30	15,70
	19,20	17,10	16,90	17,20
28/03/2023	16,70	14,40	14,30	14,90
	18,50	16,20	16,00	16,30
	19,60	17,90	17,40	17,90
29/03/2023	18,10	15,30	15,20	15,30
	19,20	16,80	16,60	16,60
	19,80	17,20	17,20	17,10
30/03/2023	17,50	15,60	15,50	15,40
	18,90	17,40	17,30	17,30
	19,90	17,70	17,60	17,60
31/03/2023	17,00	15,30	15,10	15,30
	18,80	17,20	17,10	17,50
	20,40	18,30	18,00	18,40

**Tabla 38: Reporte de Temperatura / Semana 06 y 07**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 06</b>				
03/04/2023	17,80	16,20	16,00	16,30
	19,30	17,20	16,90	18,00
	19,70	17,90	17,40	18,20
04/04/2023	16,50	15,30	15,20	15,30
	18,70	17,10	17,00	17,20
	19,50	18,20	18,10	18,10
05/04/2023	13,50	13,80	13,80	13,60
	15,80	13,90	13,90	13,80
	17,90	16,20	16,30	16,20
06/04/2023	15,40	14,30	14,20	14,30
	18,40	16,80	16,50	16,80
	19,50	18,20	18,10	18,20
07/04/2023	14,80	13,50	13,60	13,60
	16,60	14,70	14,80	14,80
	17,40	15,60	15,50	15,50
<b>Semana 07</b>				
10/04/2023	15,00	13,50	13,30	13,40
	18,70	16,50	16,10	16,50
	20,50	18,20	17,90	17,60
11/04/2023	17,60	15,70	15,60	15,50
	19,70	17,30	17,20	17,60
	19,10	17,50	17,20	17,40
12/04/2023	14,50	12,50	12,60	12,60
	16,80	14,30	14,40	14,50
	17,70	15,50	15,40	15,30
13/04/2023	14,90	13,40	13,20	13,20
	18,50	16,80	16,40	16,40
	20,30	18,60	18,10	17,90
14/04/2023	17,50	15,80	15,60	15,20
	18,60	16,60	16,60	16,90
	19,10	17,50	17,40	17,80



**Tabla 39: Reporte de Temperatura / Semana 08 y 09**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 08</b>				
17/04/2023	14,80	13,10	13,00	13,00
	16,90	15,80	14,50	14,40
	18,20	16,40	16,50	16,40
18/04/2023	14,50	12,80	12,60	12,60
	16,70	14,50	14,30	14,70
	18,00	16,10	15,80	16,30
19/04/2023	15,30	13,90	13,70	14,00
	17,80	15,60	15,40	15,60
	18,30	16,00	16,20	16,30
20/04/2023	14,60	13,50	13,40	13,40
	16,80	14,60	14,60	14,80
	18,20	16,50	16,60	16,60
21/04/2023	17,40	15,80	15,70	15,80
	19,00	17,20	16,90	17,30
	18,90	17,20	17,10	17,30
<b>Semana 09</b>				
24/04/2023	14,80	13,20	13,00	13,10
	17,10	15,80	14,60	14,50
	18,20	16,50	16,60	16,40
25/04/2023	15,60	13,30	12,90	13,00
	16,90	14,80	14,60	14,60
	18,30	16,60	16,60	16,50
26/04/2023	15,00	13,60	13,40	13,40
	17,70	17,60	16,30	15,70
	19,20	17,10	16,90	17,20
27/04/2023	17,00	15,30	15,10	15,30
	18,80	17,20	17,10	17,50
	20,40	18,30	18,00	18,40
28/04/2023	18,60	16,70	16,40	16,60
	19,60	17,70	17,50	17,80
	20,60	18,70	19,60	20,00



**Tabla 40: Reporte de Temperatura / Semana 10 y 11**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 10</b>				
01/05/2023	17,60	15,80	15,90	15,80
	18,90	15,90	17,30	17,50
	19,60	17,70	17,60	17,60
02/05/2023	16,70	15,50	15,30	15,30
	17,90	15,70	15,60	15,60
	18,50	17,30	17,10	17,20
03/05/2023	16,50	15,60	15,40	15,40
	18,80	17,30	17,10	17,10
	19,50	18,20	18,10	18,10
04/05/2023	15,30	13,80	13,50	13,40
	18,80	16,90	16,50	16,40
	20,50	17,90	17,90	17,60
05/05/2023	16,60	14,40	14,20	14,70
	19,50	16,80	16,30	16,30
	21,10	18,70	19,00	19,00
<b>Semana 11</b>				
08/05/2023	17,90	15,70	15,50	15,80
	19,50	17,70	17,60	17,60
	19,90	18,10	17,90	17,90
09/05/2023	16,40	14,80	14,60	14,50
	18,10	15,80	15,70	15,70
	19,80	17,60	17,60	17,90
10/05/2023	17,20	15,30	15,10	15,00
	18,80	17,20	17,00	17,10
	19,70	18,30	18,10	18,00
11/05/2023	17,80	15,50	15,20	15,10
	18,90	16,80	16,60	16,50
	19,80	17,50	17,20	17,20
12/05/2023	14,90	13,60	13,60	13,50
	16,80	14,90	14,80	14,70
	17,40	15,60	15,50	15,50

**Tabla 41: Reporte de Temperatura / Semana 12 y 13**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 12</b>				
15/05/2023	17,50	15,80	15,40	14,80
	19,60	16,60	15,20	15,60
	21,20	18,10	16,60	17,80
16/05/2023	19,20	16,40	16,30	16,10
	20,80	18,30	18,20	18,10
	21,70	19,50	19,60	19,10
17/05/2023	15,80	13,60	13,30	13,10
	17,20	15,90	15,70	15,10
	18,30	16,50	16,40	16,40
18/05/2023	15,80	15,10	15,00	14,80
	17,80	16,20	16,20	16,00
	19,60	18,30	18,20	18,00
19/05/2023	14,60	14,50	14,60	14,60
	16,90	14,50	16,30	15,70
	18,80	16,90	16,60	16,60
<b>Semana 13</b>				
22/05/2023	14,60	12,40	12,60	12,60
	16,20	14,80	14,90	14,90
	18,70	15,90	15,60	15,40
23/05/2023	16,90	13,90	13,60	14,10
	18,50	14,70	14,60	15,00
	20,20	17,70	17,80	18,30
24/05/2023	15,30	13,20	13,30	13,60
	17,90	15,60	15,40	15,30
	19,50	17,00	17,10	17,40
25/05/2023	17,60	15,50	15,20	15,90
	19,00	16,00	15,70	16,10
	20,30	17,50	17,30	17,90
26/05/2023	17,80	15,80	15,60	15,20
	19,00	17,20	16,40	16,10
	19,40	17,10	16,90	16,60



**Tabla 42: Reporte de Temperatura / Semana 14 y 15**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 14</b>				
29/05/2023	16,40	14,60	14,50	14,30
	17,80	15,40	15,20	15,30
	19,30	17,60	17,50	17,60
30/05/2023	18,50	14,90	14,60	15,20
	19,50	16,30	16,10	16,90
	21,10	18,60	19,00	19,10
31/05/2023	14,30	12,50	12,60	12,50
	16,80	14,20	14,60	14,50
	17,90	15,40	15,20	15,20
01/06/2023	14,80	12,60	12,70	12,70
	16,40	14,30	14,40	14,20
	17,80	15,60	15,40	15,40
02/06/2023	17,90	13,70	13,40	13,50
	18,90	15,30	14,90	15,30
	19,80	15,60	15,40	15,40
<b>Semana 15</b>				
05/06/2023	15,20	13,40	13,40	13,50
	16,80	14,60	14,50	14,60
	18,10	16,20	16,10	16,00
06/06/2023	17,40	15,20	15,40	15,40
	18,20	14,90	14,50	14,70
	18,50	15,90	15,60	16,00
07/06/2023	14,90	12,50	12,60	12,40
	16,20	14,50	14,60	14,40
	18,60	16,50	16,50	16,40
08/06/2023	15,20	13,50	13,60	13,40
	16,80	14,60	14,50	14,40
	17,60	15,20	15,10	15,00
09/06/2023	19,40	16,40	16,00	16,20
	19,50	16,70	16,60	17,10
	20,80	18,20	18,10	18,20



**Tabla 43: Reporte de Temperatura / Semana 16**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 16</b>				
12/06/2023	14,60	12,40	12,20	12,00
	15,80	13,50	13,30	13,10
	17,20	15,60	15,20	14,90
13/06/2023	18,90	16,10	16,00	16,20
	20,60	18,10	17,70	17,70
	20,80	17,90	17,60	17,50
14/06/2023	13,90	12,40	12,30	12,10
	15,10	13,40	13,20	12,80
	17,20	15,60	15,40	15,40
15/06/2023	14,60	12,30	12,20	12,30
	16,20	14,50	14,30	14,10
	18,20	16,40	16,20	15,80
16/06/2023	15,70	13,40	13,20	13,00
	16,80	14,60	14,40	14,40
	17,60	15,80	15,40	15,30

**Tabla 44: Reporte de pH / Semana 01**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 01-Adaptación</b>				
27/02/2023	7,02	7,28	7,49	7,93
28/02/2023	6,96	7,11	7,28	7,88
01/03/2023	7,38	7,56	7,84	8,00
02/03/2023	7,08	7,40	7,62	7,73
03/03/2023	6,84	7,08	7,42	7,54



**Tabla 45: Reporte de pH / Semana 02-03**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 02-Adaptación</b>				
06/03/2023	7,53	7,87	7,90	7,97
	7,72	7,74	7,76	7,90
	7,60	7,78	7,84	7,96
07/03/2023	7,68	7,94	7,96	7,98
	7,59	7,88	7,87	7,89
	7,61	7,84	8,00	8,06
08/03/2023	7,40	8,04	8,12	7,81
	7,39	7,62	7,87	7,86
	7,61	7,83	7,96	8,00
09/03/2023	7,52	7,78	7,85	7,89
	7,45	7,94	7,93	7,96
	7,76	7,84	7,88	7,88
10/03/2023	7,64	7,86	7,92	8,00
	7,60	7,74	7,96	7,98
	7,42	8,04	8,04	8,06
<b>Semana 03-Adaptación</b>				
13/03/2023	7,42	7,92	7,96	8,05
	7,60	7,99	8,03	8,09
	7,55	8,03	8,07	8,08
14/03/2023	7,92	8,14	8,20	8,23
	7,83	8,19	8,22	8,23
	7,61	7,88	7,99	8,02
15/03/2023	7,08	7,68	7,77	7,90
	7,32	7,91	7,93	8,00
	7,52	8,05	8,04	8,14
16/03/2023	7,07	7,90	8,00	8,05
	7,35	7,56	7,86	7,94
	7,54	7,78	7,95	8,02
17/03/2023	7,00	7,93	8,06	8,14
	7,47	7,79	7,83	7,86
	7,49	7,74	7,78	7,82

**Tabla 46: Reporte de pH/ Semana 04-05**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 04 de Adaptación</b>				
20/03/2023	6,59	7,77	8,02	8,08
	7,60	7,82	7,87	7,92
	7,50	7,68	7,76	7,82
21/03/2023	7,78	7,83	8,09	8,13
	7,64	7,98	8,02	8,04
	7,52	7,68	7,72	7,89
22/03/2023	7,92	8,14	8,16	8,17
	7,58	7,94	8,02	8,04
	7,71	7,95	8,09	8,10
23/03/2023	7,82	8,03	8,10	8,14
	7,50	7,75	7,87	7,96
	7,60	7,95	7,99	8,03
24/03/2023	7,00	7,73	7,96	8,07
	7,55	7,94	8,01	8,04
	7,59	7,89	7,96	8,06
<b>Semana 05</b>				
27/03/2023	7,55	7,64	7,83	7,90
	7,63	8,06	8,09	8,11
	7,70	8,07	8,08	8,12
28/03/2023	7,65	8,18	8,20	8,28
	7,50	8,01	8,04	8,06
	7,56	7,98	8,03	8,03
29/03/2023	7,51	8,01	8,02	8,08
	7,16	7,86	7,89	8,02
	7,08	7,75	7,81	8,00
30/03/2023	7,51	7,78	7,99	8,05
	7,70	8,10	8,13	8,14
	7,92	8,03	8,03	8,04
31/03/2023	7,28	8,16	8,20	8,22
	7,60	8,08	8,11	8,12
	7,55	8,02	8,07	8,09

**Tabla 47: Reporte de pH / Semana 06-07**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 06</b>				
03/04/2023	7,35	8,11	8,16	8,19
	7,48	7,65	7,88	7,94
	7,49	8,07	8,10	8,14
04/04/2023	7,29	7,82	7,87	7,86
	7,52	7,93	7,97	8,00
	7,68	8,01	8,02	8,06
05/04/2023	6,87	7,98	8,00	8,06
	7,26	7,95	8,08	8,10
	7,58	7,84	8,08	8,15
06/04/2023	7,21	7,74	7,80	7,85
	7,62	7,88	7,91	7,96
	7,94	8,00	8,04	8,03
07/04/2023	7,43	7,75	7,92	7,99
	7,85	8,06	8,09	8,15
	7,87	8,07	8,12	8,17
<b>Semana 07</b>				
10/04/2023	7,41	7,79	7,84	7,92
	7,50	7,89	7,97	7,97
	7,02	7,90	8,00	8,00
11/04/2023	7,21	7,98	8,05	8,06
	7,52	7,87	8,08	8,11
	7,43	7,68	7,82	8,01
12/04/2023	6,67	7,84	7,99	8,03
	7,04	7,95	8,06	8,08
	7,49	8,07	8,11	8,16
13/04/2023	7,51	7,88	7,99	8,02
	7,68	7,99	8,01	8,04
	7,45	7,59	7,76	7,98
14/04/2023	7,12	7,66	7,87	7,91
	7,53	8,07	8,08	8,10
	7,55	8,03	8,07	8,08

**Tabla 48: Reporte de pH / Semana 08-09**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 08</b>				
17/04/2023	6,64	7,85	7,99	8,11
	7,47	7,72	7,98	8,00
	7,76	7,97	8,01	8,06
18/04/2023	6,83	7,74	8,05	8,03
	7,56	7,95	7,99	7,99
	7,48	7,79	7,91	7,90
19/04/2023	7,29	7,89	7,98	7,96
	7,48	7,62	7,99	7,98
	7,96	7,99	8,05	8,07
20/04/2023	6,98	7,52	7,79	7,83
	7,25	7,83	7,86	7,85
	7,92	7,99	8,01	8,02
21/04/2023	6,95	7,70	7,78	7,82
	7,82	7,47	7,91	7,96
	7,99	7,55	7,93	7,97
<b>Semana 09</b>				
24/04/2023	6,68	7,85	7,90	7,98
	7,47	7,90	7,98	8,07
	7,76	7,98	8,01	8,03
25/04/2023	7,27	7,65	7,71	7,78
	7,26	7,88	7,87	7,88
	7,92	8,00	8,01	8,02
26/04/2023	7,77	7,86	7,89	7,90
	7,51	8,06	8,14	8,13
	7,40	8,02	8,10	8,11
27/04/2023	7,42	7,80	7,92	7,97
	7,80	7,86	7,88	8,00
	7,98	8,03	8,05	8,06
28/04/2023	7,34	7,53	7,77	7,80
	7,46	7,72	7,85	7,88
	7,50	7,84	7,88	7,92

**Tabla 49: Reporte de pH / Semana 10-11**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 10</b>				
01/05/2023	6,87	7,32	7,52	7,71
	7,21	7,54	7,68	7,85
	7,43	7,48	7,56	7,65
02/05/2023	7,05	7,68	7,87	7,99
	7,36	7,91	7,98	8,05
	7,52	8,06	8,08	8,14
03/05/2023	7,19	7,72	7,80	7,84
	7,62	7,88	7,90	7,93
	7,94	8,01	8,03	8,03
04/05/2023	6,83	7,12	7,76	7,80
	7,56	7,95	7,99	7,99
	7,48	7,79	7,81	7,90
05/05/2023	7,23	7,52	7,70	7,78
	7,50	7,75	7,83	7,86
	7,51	7,72	7,75	7,80
<b>Semana 11</b>				
08/05/2023	6,92	7,92	8,07	8,06
	7,27	7,81	7,89	7,92
	7,30	7,75	7,88	7,95
09/05/2023	7,32	7,61	7,86	7,90
	7,55	7,99	8,03	8,08
	7,59	7,82	7,90	7,97
10/05/2023	7,12	7,58	7,83	7,92
	7,53	7,84	7,96	8,06
	7,55	7,76	7,84	7,98
11/05/2023	7,56	7,78	7,98	8,00
	7,40	7,65	7,88	7,94
	7,76	7,89	8,00	8,03
12/05/2023	7,54	7,88	7,87	7,95
	7,45	7,76	7,80	7,86
	7,61	7,68	7,74	7,88



**Tabla 50: Reporte de pH / Semana 12-13**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 12</b>				
15/05/2023	7,02	7,48	7,70	7,79
	7,53	7,79	7,83	7,91
	7,50	7,69	7,75	7,85
16/05/2023	7,25	7,84	7,88	7,94
	7,53	7,79	7,83	7,91
	7,51	7,74	7,79	7,81
17/05/2023	7,64	7,86	8,01	8,06
	7,50	7,78	7,92	8,00
	7,42	7,66	7,83	7,81
18/05/2023	7,51	7,68	7,87	7,96
	7,16	7,52	7,64	7,85
	7,08	7,46	7,62	7,70
19/05/2023	7,01	7,48	7,77	7,93
	7,38	7,71	7,89	7,97
	7,56	7,84	8,01	8,06
<b>Semana 13</b>				
22/05/2023	7,23	7,58	7,65	7,68
	7,36	7,65	7,87	7,89
	7,90	7,99	8,01	8,02
23/05/2023	6,94	7,62	7,74	7,83
	7,37	7,68	7,75	7,84
	7,44	7,66	7,71	7,73
24/05/2023	6,89	7,28	7,52	7,64
	7,27	7,58	7,82	7,80
	7,36	7,81	7,86	7,86
25/05/2023	6,73	7,77	7,88	7,84
	7,29	7,67	7,76	7,81
	7,32	7,73	7,72	7,83
26/05/2023	7,15	7,42	7,58	7,61
	7,44	7,72	7,76	7,80
	7,40	7,64	7,69	7,73

**Tabla 51: Reporte de pH / Semana 14-15**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 14</b>				
29/05/2023	6,78	7,23	7,25	7,29
	7,12	7,39	7,45	7,76
	7,36	7,45	7,59	7,68
30/05/2023	6,83	7,58	7,67	7,70
	7,49	7,67	7,72	7,74
	7,40	7,67	7,73	7,72
31/05/2023	7,02	7,29	7,46	7,58
	7,24	7,38	7,49	7,85
	7,16	7,29	7,56	7,68
01/06/2023	6,85	7,06	7,28	7,38
	7,05	7,26	7,39	7,45
	7,22	7,38	7,59	7,85
02/06/2023	7,44	7,62	7,71	7,72
	7,30	7,52	7,61	7,64
	7,25	7,46	7,58	7,62
<b>Semana 15</b>				
05/06/2023	7,15	7,54	7,65	7,84
	7,33	7,59	7,80	7,82
	7,48	7,62	7,69	7,73
06/06/2023	7,02	7,28	7,39	7,42
	7,35	7,66	7,74	7,76
	7,33	7,64	7,67	7,73
07/06/2023	7,13	7,39	7,48	7,56
	7,28	7,52	7,79	7,86
	7,26	7,49	7,68	7,79
08/06/2023	7,25	7,50	7,61	7,70
	7,20	7,54	7,58	7,63
	7,40	7,59	7,66	7,78
09/06/2023	7,12	7,38	7,50	7,67
	7,36	7,48	7,69	7,90
	7,24	7,54	7,62	7,91



**Tabla 52: Reporte de pH / Semana 16**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 16</b>				
12/06/2023	7,51	7,68	7,81	7,98
	7,62	7,79	7,85	8,01
	7,35	7,52	7,66	7,85
13/06/2023	7,46	7,79	7,87	7,91
	7,42	7,74	7,85	7,88
	7,25	7,38	7,46	7,69
14/06/2023	7,51	7,72	7,83	7,87
	7,48	7,81	7,96	8,03
	7,36	7,58	7,72	7,88
15/06/2023	6,89	7,12	7,38	7,62
	7,16	7,44	7,59	7,65
	7,33	7,47	7,55	7,76
16/06/2023	7,48	7,64	7,82	7,99
	7,63	7,81	7,96	8,04
	7,44	7,58	7,66	7,79

**Tabla 53: Reporte de Conductividad / Semana 01-02**

1-02Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 01-Adaptación</b>				
27/02/2023	0,73	0,68	0,68	0,64
28/02/2023	0,70	0,68	0,65	0,60
01/03/2023	0,69	0,68	0,67	0,65
02/03/2023	0,81	0,72	0,70	0,66
03/03/2023	0,65	0,53	0,50	0,50
<b>Semana 02-Adaptación</b>				
06/03/2023	0,65	0,65	0,65	0,65
	0,71	0,68	0,67	0,67
	0,68	0,66	0,66	0,65
07/03/2023	0,64	0,63	0,63	0,63
	0,82	0,76	0,75	0,73
	0,67	0,66	0,66	0,65
08/03/2023	0,69	0,70	0,70	0,70
	0,71	0,67	0,68	0,67
	0,67	0,64	0,64	0,63
09/03/2023	0,73	0,66	0,67	0,68
	0,69	0,70	0,66	0,66
	0,72	0,58	0,58	0,57
10/03/2023	0,75	0,58	0,56	0,56
	0,59	0,59	0,59	0,59
	0,56	0,59	0,58	0,59

**Tabla 54: Reporte de Conductividad / Semana 03-04**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 03-Adaptación</b>				
13/03/2023	0,92	0,66	0,58	0,55
	0,58	0,58	0,57	0,53
	0,59	0,57	0,57	0,57
14/03/2023	0,99	0,66	0,62	0,60
	0,81	0,62	0,58	0,56
	0,71	0,63	0,59	0,57
15/03/2023	0,88	0,62	0,60	0,60
	0,71	0,64	0,59	0,59
	0,65	0,59	0,58	0,59
16/03/2023	0,70	0,49	0,47	0,46
	0,76	0,50	0,50	0,50
	0,65	0,52	0,51	0,52
17/03/2023	0,92	0,49	0,47	0,47
	0,88	0,74	0,70	0,69
	0,76	0,70	0,68	0,68
<b>Semana 04 de Adaptación</b>				
20/03/2023	1,12	0,75	0,72	0,72
	0,76	0,74	0,74	0,74
	0,70	0,71	0,72	0,71
21/03/2023	0,96	0,68	0,67	0,66
	0,70	0,69	0,68	0,68
	0,78	0,73	0,72	0,72
22/03/2023	0,82	0,71	0,71	0,70
	0,75	0,73	0,73	0,72
	0,74	0,74	0,73	0,71
23/03/2023	0,85	0,68	0,68	0,67
	0,71	0,70	0,70	0,70
	0,70	0,68	0,67	0,63
24/03/2023	1,13	0,80	0,78	0,77
	0,84	0,77	0,77	0,77
	0,75	0,73	0,75	0,74

**Tabla 55: Reporte de Conductividad / Semana 05-06**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 05</b>				
27/03/2023	1,18	0,77	0,74	0,72
	0,79	0,73	0,70	0,70
	0,77	0,73	0,69	0,68
28/03/2023	1,21	0,86	0,85	0,84
	0,73	0,73	0,75	0,75
	0,89	0,84	0,84	0,84
29/03/2023	0,98	0,87	0,86	0,86
	0,86	0,73	0,73	0,72
	0,68	0,66	0,66	0,66
30/03/2023	1,03	0,99	0,98	0,98
	1,04	1,11	1,02	1,02
	0,98	0,94	0,94	0,93
31/03/2023	0,71	0,73	0,72	0,71
	0,77	1,04	1,02	0,98
	0,81	1,00	0,96	0,96
<b>Semana 06</b>				
03/04/2023	1,04	0,97	0,95	0,94
	0,72	0,91	0,90	0,89
	0,70	0,87	0,87	0,86
04/04/2023	1,43	0,83	0,79	0,77
	0,80	0,74	0,73	0,73
	0,78	0,73	0,73	0,73
05/04/2023	1,25	0,74	0,70	0,68
	0,98	0,86	0,84	0,83
	0,86	0,73	0,72	0,71
06/04/2023	0,84	0,69	0,67	0,66
	0,68	0,66	0,65	0,65
	0,66	0,66	0,65	0,64
07/04/2023	0,86	0,84	0,83	0,83
	0,81	0,80	0,78	0,78
	0,79	0,78	0,78	0,77



**Tabla 56: Reporte de Conductividad / Semana 07-08**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 07</b>				
10/04/2023	1,11	0,75	0,71	0,70
	0,69	0,68	0,67	0,67
	0,72	0,66	0,66	0,66
11/04/2023	0,88	0,68	0,66	0,66
	0,71	0,66	0,65	0,65
	0,68	0,65	0,64	0,63
12/04/2023	1,25	0,77	0,70	0,67
	0,92	0,80	0,77	0,68
	0,79	0,76	0,76	0,75
13/04/2023	1,01	0,78	0,76	0,75
	0,68	0,68	0,67	0,67
	0,73	0,67	0,66	0,66
14/04/2023	1,05	0,68	0,67	0,67
	0,69	0,66	0,66	0,66
	0,67	0,65	0,65	0,65
<b>Semana 08</b>				
17/04/2023	0,79	0,73	0,73	0,72
	0,71	0,70	0,70	0,69
	0,70	0,70	0,69	0,69
18/04/2023	0,81	0,72	0,72	0,72
	0,69	0,72	0,71	0,71
	0,66	0,70	0,70	0,68
19/04/2023	1,20	0,71	0,69	0,71
	0,89	0,72	0,72	0,71
	0,73	0,70	0,70	0,70
20/04/2023	0,99	0,73	0,72	0,72
	0,82	0,74	0,73	0,73
	0,72	0,68	0,66	0,66
21/04/2023	1,20	0,69	0,67	0,68
	0,66	0,66	0,64	0,64
	0,72	0,63	0,62	0,60

**Tabla 57: Reporte de Conductividad / Semana 09-10**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 09</b>				
24/04/2023	0,97	0,73	0,73	0,71
	0,81	0,70	0,70	0,69
	0,72	0,71	0,69	0,69
25/04/2023	0,70	0,66	0,65	0,67
	0,79	0,74	0,73	0,73
	0,73	0,67	0,65	0,63
26/04/2023	1,10	0,70	0,69	0,65
	0,68	0,66	0,65	0,64
	0,66	0,64	0,63	0,62
27/04/2023	1,04	0,88	0,83	0,79
	0,72	0,70	0,69	0,66
	0,70	0,67	0,67	0,63
28/04/2023	0,77	0,74	0,73	0,72
	0,72	0,68	0,66	0,65
	0,68	0,72	0,72	0,69
<b>Semana 10</b>				
01/05/2023	0,88	0,72	0,73	0,72
	0,70	0,79	0,79	0,78
	0,69	0,70	0,68	0,68
02/05/2023	0,89	0,72	0,73	0,73
	0,81	0,68	0,66	0,66
	0,71	0,63	0,62	0,60
03/05/2023	1,16	0,83	0,80	0,80
	0,97	0,86	0,85	0,85
	0,86	0,74	0,74	0,73
04/05/2023	0,86	0,72	0,72	0,71
	0,68	0,66	0,66	0,65
	0,70	0,68	0,68	0,67
05/05/2023	0,87	0,66	0,65	0,64
	0,68	0,67	0,66	0,64
	0,62	0,60	0,60	0,60

**Tabla 58: Reporte de Conductividad / Semana 11-12**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 11</b>				
08/05/2023	1,02	0,76	0,71	0,71
	0,74	0,68	0,68	0,68
	0,73	0,72	0,72	0,71
09/05/2023	1,25	0,73	0,72	0,70
	0,71	0,68	0,66	0,66
	0,64	0,57	0,57	0,56
10/05/2023	0,84	0,63	0,64	0,66
	0,76	0,68	0,68	0,67
	0,65	0,65	0,64	0,63
11/05/2023	0,96	0,78	0,74	0,73
	0,82	0,73	0,70	0,68
	0,74	0,71	0,68	0,69
12/05/2023	0,78	0,74	0,72	0,71
	0,68	0,72	0,73	0,73
	0,65	0,68	0,68	0,66
<b>Semana 12</b>				
15/05/2023	1,22	0,82	0,83	0,82
	0,88	0,73	0,71	0,70
	0,73	0,68	0,68	0,68
16/05/2023	1,30	0,83	0,80	0,78
	0,81	0,75	0,74	0,74
	0,75	0,73	0,73	0,73
17/05/2023	0,84	0,73	0,72	0,71
	0,68	0,69	0,71	0,70
	0,66	0,70	0,70	0,68
18/05/2023	0,78	0,68	0,67	0,66
	0,70	0,66	0,64	0,62
	0,68	0,66	0,65	0,63
19/05/2023	1,21	0,96	0,94	0,93
	0,98	0,83	0,82	0,82
	0,72	0,67	0,66	0,65

**Tabla 59: Reporte de Conductividad / Semana 13-14**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 13</b>				
22/05/2023	1,12	0,86	0,84	0,83
	0,95	0,84	0,85	0,84
	0,72	0,64	0,62	0,60
23/05/2023	0,81	0,72	0,72	0,71
	0,65	0,60	0,61	0,61
	0,67	0,70	0,69	0,69
24/05/2023	0,97	0,73	0,72	0,72
	0,66	0,68	0,68	0,67
	0,72	0,68	0,67	0,66
25/05/2023	0,81	0,68	0,68	0,69
	0,69	0,68	0,68	0,67
	0,67	0,65	0,65	0,64
26/05/2023	0,71	0,65	0,65	0,65
	0,69	0,65	0,65	0,65
	0,68	0,64	0,64	0,64
<b>Semana 14</b>				
29/05/2023	0,82	0,71	0,71	0,69
	0,73	0,67	0,66	0,66
	0,64	0,62	0,62	0,61
30/05/2023	0,94	0,64	0,63	0,63
	0,65	0,63	0,63	0,62
	0,64	0,62	0,62	0,62
31/05/2023	0,73	0,62	0,62	0,61
	0,68	0,63	0,63	0,62
	0,62	0,60	0,60	0,59
01/06/2023	0,82	0,73	0,73	0,71
	0,77	0,72	0,72	0,70
	0,64	0,62	0,62	0,61
02/06/2023	0,66	0,61	0,61	0,60
	0,62	0,61	0,56	0,56
	0,63	0,60	0,60	0,61

**Tabla 60: Reporte de Conductividad / Semana 15-16**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida
<b>Semana 15</b>				
05/06/2023	0,76	0,68	0,66	0,65
	0,68	0,62	0,62	0,61
	0,62	0,60	0,60	0,60
06/06/2023	0,70	0,66	0,64	0,64
	0,56	0,54	0,54	0,53
	0,58	0,53	0,53	0,53
07/06/2023	0,76	0,73	0,73	0,71
	0,68	0,62	0,62	0,62
	0,66	0,64	0,63	0,61
08/06/2023	0,63	0,63	0,62	0,62
	0,69	0,66	0,65	0,65
	0,72	0,64	0,64	0,63
09/06/2023	0,76	0,68	0,66	0,65
	0,71	0,67	0,67	0,67
	0,68	0,63	0,61	0,61
<b>Semana 16</b>				
12/06/2023	0,71	0,67	0,67	0,66
	0,79	0,73	0,72	0,70
	0,66	0,60	0,60	0,58
13/06/2023	0,71	0,71	0,70	0,71
	0,65	0,60	0,60	0,60
	0,60	0,59	0,58	0,58
14/06/2023	0,67	0,63	0,63	0,62
	0,64	0,64	0,63	0,62
	0,70	0,68	0,67	0,67
15/06/2023	0,73	0,66	0,66	0,65
	0,71	0,69	0,68	0,67
	0,68	0,66	0,66	0,64
16/06/2023	0,79	0,72	0,71	0,70
	0,66	0,62	0,63	0,61
	0,70	0,66	0,66	0,64

**Tabla 61: Reporte de Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida	Eficiencia
<b>Semana 01-Adaptación</b>					
01/03/2023	92,51	-	-	38,40	58,49%
<b>Semana 02-Adaptación</b>					
08/03/2023	81,33	-	-	39,61	51,29%
<b>Semana 03-Adaptación</b>					
15/03/2023	66,05	-	-	37,57	43,12%
<b>Semana 04 - Adaptación</b>					
22/03/2023	42,00	-	-	11,00	73,81%
<b>Semana 05</b>					
29/03/2023	352,00	35,00	37,00	23,00	93,47%
<b>Semana 06</b>					
05/04/2023	350,00	10,00	17,00	11,00	96,86%
<b>Semana 07</b>					
12/04/2023	505,00	14,00	15,00	4,00	99,21%
<b>Semana 08</b>					
19/04/2023	106,00	4,00	2,00	3,00	97,17%
<b>Semana 09</b>					
26/04/2023	193,00	15,00	10,00	11,00	94,30%
<b>Semana 10</b>					
03/05/2023	243,00	39,00	34,00	24,00	90,12%
<b>Semana 11</b>					
10/05/2023	406,00	5,00	5,00	11,00	97,29%
<b>Semana 12</b>					
17/05/2023	115,00	44,00	31,00	7,00	93,91%
<b>Semana 13</b>					
24/05/2023	443,00	88,00	75,00	20,00	95,49%
<b>Semana 14</b>					
31/05/2023	174,00	24,00	29,00	28,00	83,91%
<b>Semana 15</b>					
07/06/2023	244,00	64,00	84,00	30,00	87,70%
<b>Semana 16</b>					
14/06/2023	178,00	55,00	47,00	20,00	88,76%



**Tabla 62: Reporte de Demanda Química de Oxígeno**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida	Eficiencia
<b>Semana 01-Adaptación</b>					
01/03/2023	175,50	-	-	69,50	60,40%
<b>Semana 02-Adaptación</b>					
08/03/2023	154,30	-	-	71,70	53,53%
<b>Semana 03-Adaptación</b>					
15/03/2023	125,30	-	-	68,00	45,73%
<b>Semana 04 - Adaptación</b>					
22/03/2023	119,00	-	-	60,00	49,58%
<b>Semana 05</b>					
29/03/2023	478,00	80,00	86,00	67,00	85,98%
<b>Semana 06</b>					
05/04/2023	664,00	29,00	43,00	23,00	96,54%
<b>Semana 07</b>					
12/04/2023	958,06	40,60	37,94	7,24	99,24%
<b>Semana 08</b>					
19/04/2023	201,10	11,60	5,06	5,43	97,30%
<b>Semana 09</b>					
26/04/2023	366,15	43,50	25,29	19,91	94,56%
<b>Semana 10</b>					
03/05/2023	461,01	113,10	86,00	43,44	90,58%
<b>Semana 11</b>					
10/05/2023	770,24	14,50	12,65	19,91	97,42%
<b>Semana 12</b>					
17/05/2023	218,17	127,60	78,41	12,67	94,19%
<b>Semana 13</b>					
24/05/2023	740,00	255,20	189,71	36,20	95,11%
<b>Semana 14</b>					
31/05/2023	330,10	69,60	73,35	50,68	84,65%
<b>Semana 15</b>					
07/06/2023	462,90	185,60	212,47	54,30	88,27%
<b>Semana 16</b>					
14/06/2023	337,69	159,50	118,88	36,20	89,28%



**Tabla 63: Reporte de Sólidos Suspendidos Totales**

Fecha	Entrada	Carril 1 (P-01 Z.O)	Carril 2 (P-02 Z.O)	Salida	Eficiencia
<b>Semana 04 - Adaptación</b>					
22/03/2023	39,00	-	-	7,00	82,05%
<b>Semana 01</b>					
29/03/2023	56,00	23,00	17,00	8,00	85,71%
<b>Semana 04</b>					
19/04/2023	94,00	15,00	19,00	5,00	94,68%
<b>Semana 08</b>					
17/05/2023	92,00	70,00	14,00	18,00	80,43%
<b>Semana 12</b>					
14/06/2023	180,00	2,00	4,00	3,00	98,33%

## Anexo 02: Panel Fotográfico Limpieza y Mantenimiento de la Planta Piloto

*Foto 11: Situación Inicial y Diagnóstico de la Planta Piloto*



*Foto 12: Limpieza del Sedimentador Primario Circular*





**Foto 13:** Limpieza de la Zanja de Oxidación



**Foto 14:** Limpieza del Pre Sedimentador y Sedimentador Circular





**Foto 15:** Limpieza de la Cámara de Rejas Manual y de los Vertederos



**Foto 16:** Pintado de la Zanja de Oxidación





**Foto 17:** Cambio de Válvula del Caudal de Ingreso a la Zanja



**Foto 18:** Cambio de las Paletas de Aireación





**Foto 19:** Construcción para la Base del Motor Eléctrico



**Foto 20:** Instalación de Nuevas Poleas



**Foto 21:** Prueba Hidráulica y Puesta en Marcha de la Zanja de Oxidación





### Anexo 03: Panel Fotográfico en la Etapa de Monitoreo de la Planta Piloto

*Foto 22: Semana 01 - Adaptación*



*Foto 23: Semana 02 - Adaptación*





**Foto 24:** Cambio de los Tiempos de Funcionamiento del Motor Eléctrico



**Foto 25:** Semana 03 – Adaptación



**Foto 26:** Aforo del Caudal de Ingreso a la Zanja de Oxidación

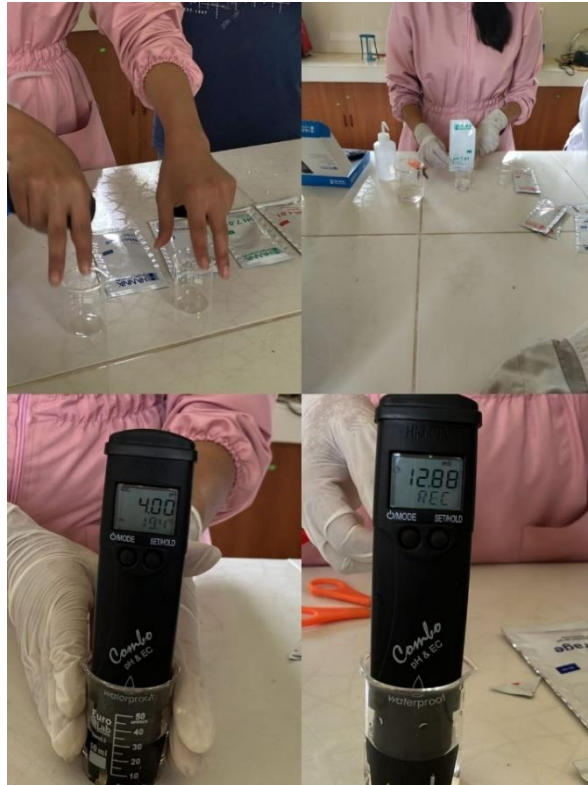


**Foto 27:** Multiparámetro HI98130-HANNA





**Foto 28:** Calibración del Multiparámetro HI98130-HANNA



**Foto 29:** Mantenimiento y Limpieza de la Zanja de Oxidación-Adaptación





**Foto 30:** Muestras de los 4 puntos- Semana 03 de Adaptación



**Foto 31:** Semana 04- Adaptación





**Foto 32:** Muestras de los 4 puntos- Semana 05



**Foto 33:** Semana 05 de Muestreo





**Foto 34: Semana 06 de Muestreo**

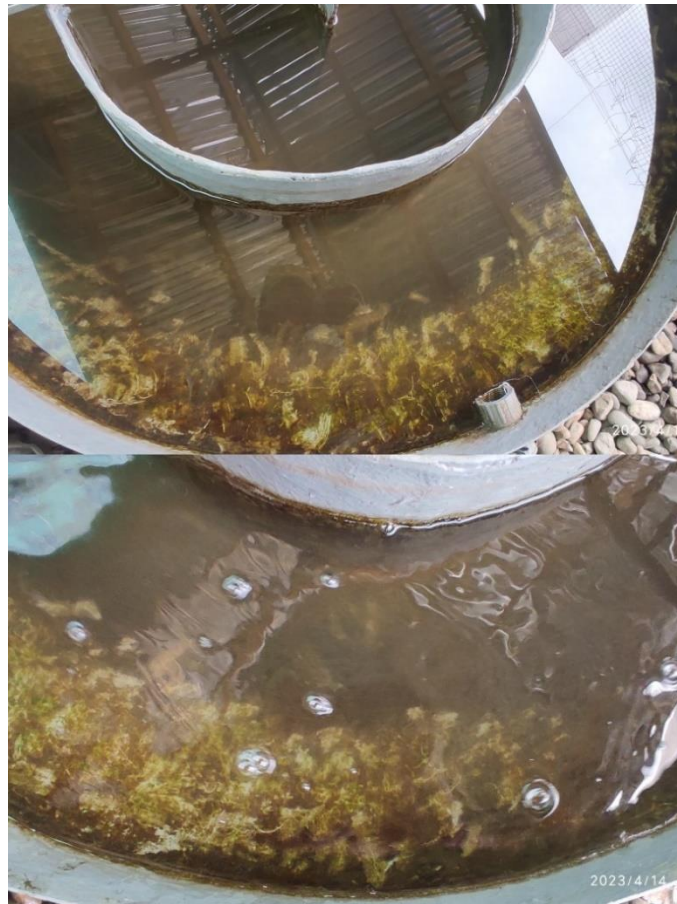


**Foto 35: Semana 07 de Monitoreo**





**Foto 36:** Formación de Biomasa- Semana 07



**Foto 37:** Semana 08 de Monitoreo





**Foto 38:** Formación de Biomasa – Semana 08



**Foto 39:** Semana 09 de Monitoreo

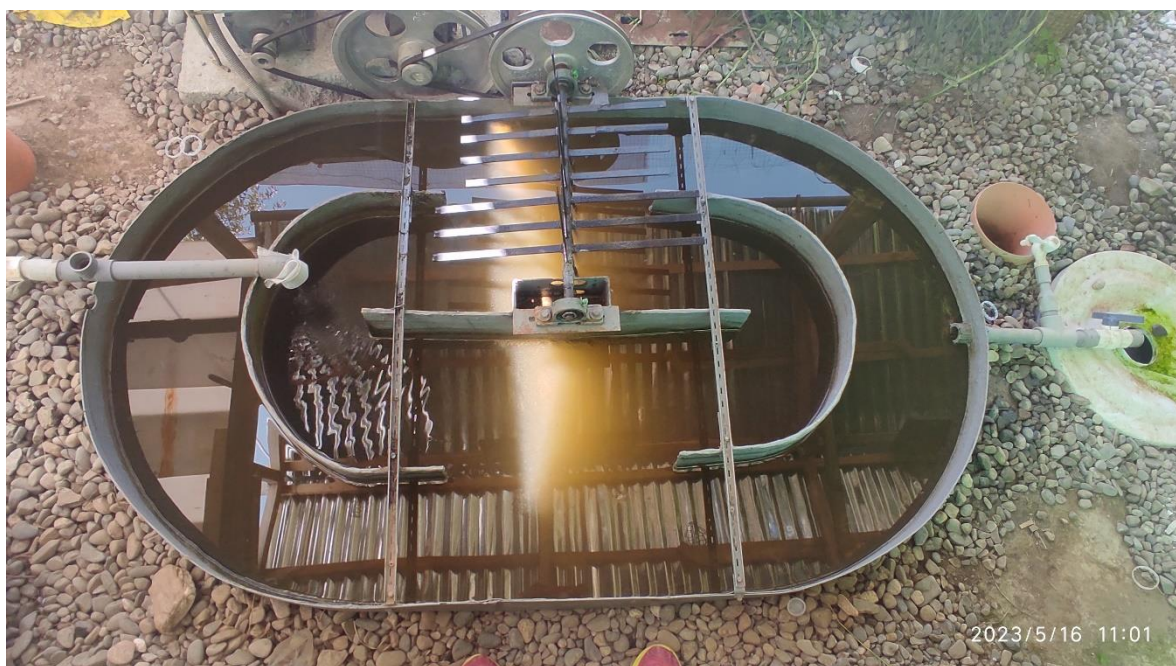




**Foto 40: Semana 10 de Monitoreo**



**Foto 41: Semana 11 de Monitoreo**





**Foto 42: Semana 12 de Monitoreo**



**Foto 43: Semana 13 de Monitoreo**





**Foto 44: Muestras de los 4 puntos – Semana 13**



**Foto 45: Semana 14 Monitoreo**

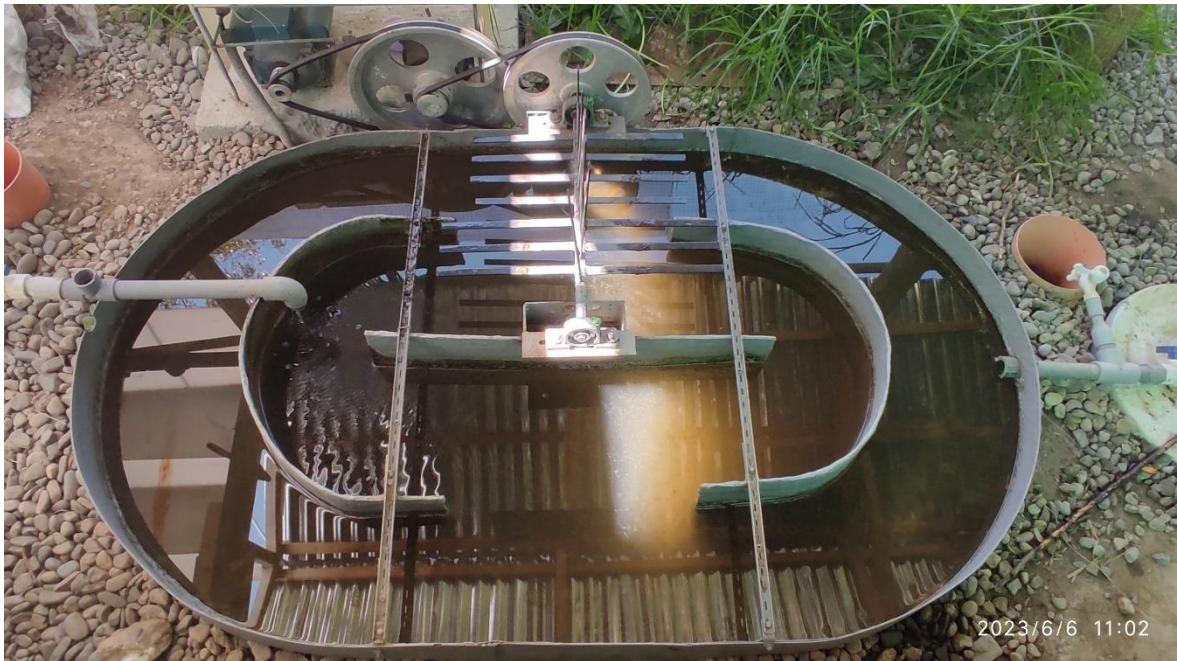




**Foto 46:** Formación de la Biomasa-Semana 14



**Foto 47:** Semana 15 de Monitoreo



**Foto 48:** Semana 16 de Monitoreo





## Anexo 04: Toma de Muestras y Medición de Parámetros

*Foto 49: Toma de Muestras al Ingreso de la Zanja*





**Foto 50:** Toma de Muestra en el Carril 1 de la Zanja (P-01 Z.O)



**Foto 51:** Toma de Muestra en el Carril 2 de la Zanja (P-02 Z.O)



**Foto 52: Toma de Muestra a la Salida de la Zanja**



**Foto 53: Medición de Parámetros de Campo**





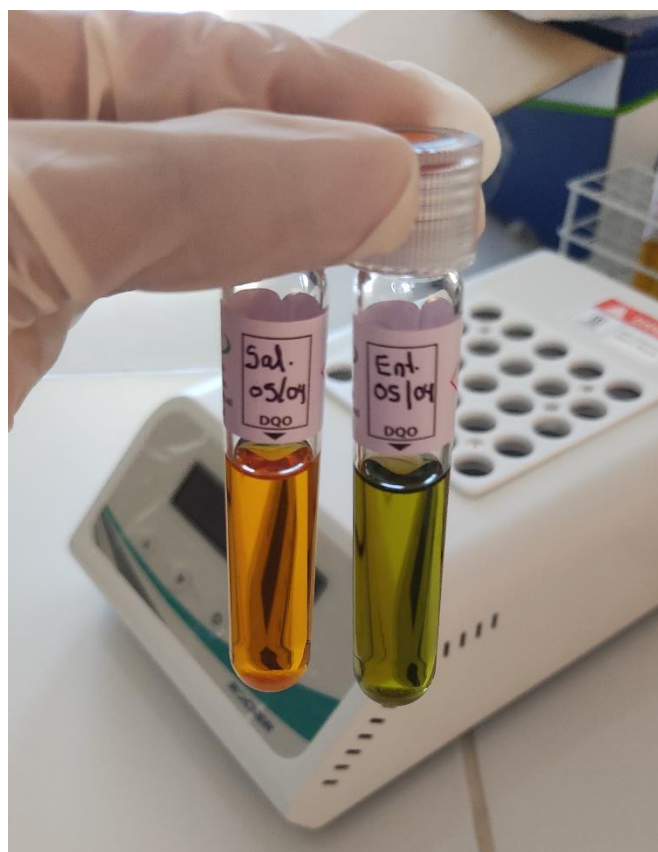
**Foto 54:** Medición de la Velocidad del Agua en la Zanja



**Foto 55:** Análisis y Medición de DQO



**Foto 56:** Preparación de Viales para la medición de DQO



**Foto 57:** Llenado de Cadena de Custodia y Recepción de Muestras





**Foto 58:** Ingreso de Muestras al Laboratorio de Calidad Ambiental-UNASAM



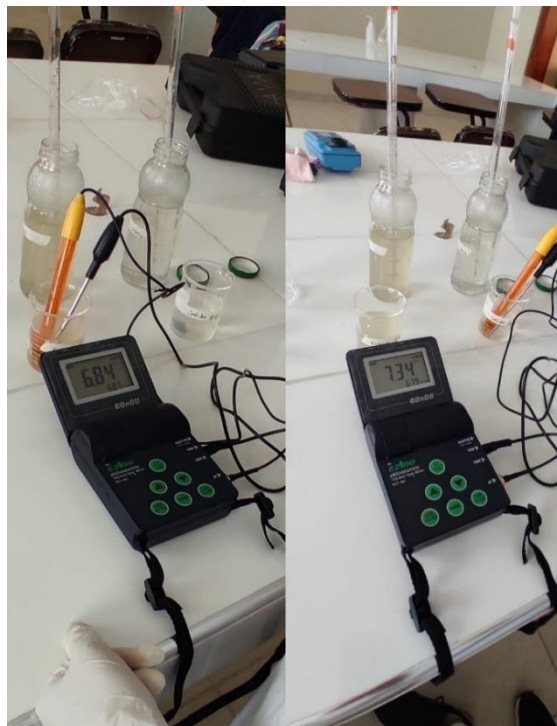
**Foto 59:** Centro Experimental Tuyu Ruri - Marcará





## Anexo 05: Panel Fotográfico de los Resultados

*Foto 60: pH a la entrada y a la salida de la Z.O. Semana 01-de Adaptación*



*Foto 61: pH a la entrada y salida de la Z.O. Semana 02 de Adaptación*



**Foto 62:** pH y Temperatura a la entrada y salida – Semana 02



**Foto 63:** Conductividad y Temperatura a la entrada y salida – Semana 02





Foto 64: pH y Temperatura – Semana 03



Foto 65: Conductividad y Temperatura – Semana 03



Foto 66: pH y Temperatura – Semana 04



Foto 67: Conductividad y Temperatura – Semana 04





Foto 68: pH y Temperatura – Semana 05



Foto 69: Conductividad y Temperatura – Semana 05





Foto 70: pH y Temperatura – Semana 06



Foto 71: Conductividad y Temperatura – Semana 06



Foto 72: pH y Temperatura – Semana 07



Foto 73: Conductividad y Temperatura – Semana 07





Foto 74: pH y Temperatura – Semana 08



Foto 75: Conductividad y Temperatura – Semana 08



Foto 76: pH y Temperatura – Semana 09



Foto 77: Conductividad y Temperatura – Semana 09





**Foto 78: pH y Temperatura – Semana 10**



**Foto 79: Conductividad y Temperatura – Semana 10**





Foto 80: pH y Temperatura – Semana 11



Foto 81: Conductividad y Temperatura – Semana 11



**Foto 82: pH y Temperatura – Semana 12**



**Foto 83: Conductividad y Temperatura – Semana 12**





Foto 84: pH y Temperatura – Semana 13



Foto 85: Conductividad y Temperatura – Semana 13



**Foto 86: pH y Temperatura – Semana 14**



**Foto 87: Conductividad y Temperatura – Semana 14**





**Foto 88: pH y Temperatura – Semana 15**



**Foto 89: Conductividad y Temperatura – Semana 15**



**Foto 90: pH y Temperatura – Semana 16**



**Foto 91: Conductividad y Temperatura – Semana 16**



## Anexo 06: Prueba Estadística de Pearson

**Tabla 64:** *Valores de Correlación de Pearson*

<b>Valor</b>	<b>Consecuencia</b>
-0,90	Correlación Negativa muy Fuerte
-0,75	Correlación Negativa Considerable
-0,50	Correlación Negativa Media
-0,25	Correlación Negativa Débil
-0,10	Correlación Negativa muy Débil
0,00	No existe Correlación alguna entre las Variables
0,25	Correlación Positiva Débil
0,50	Correlación Positiva Media
0,75	Correlación Positiva Considerable
0,90	Correlación Positiva muy Fuerte



## Anexo 07: Resultados de Laboratorio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



### INFORME DE ENSAYO AG230166

**CLIENTE** Razón Social : CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO EXPERIMENTAL TUYU RURI\*  
Dirección : Av. Atusparia 401 - Huaraz  
Atención : Martín Miguel Huamán Carranza

**MUESTRA** Producto declarado : Agua Residual<sup>1</sup>  
Matriz : Aguas Residual - Agua Residual Doméstica  
Procedencia : Agua Residual del Centro Experimental Tuyu Ruri<sup>1</sup>  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC230114

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 26 de Abril/2023  
Fecha de análisis : 26 de Abril - 05 de Mayo2023  
Cotización N° : CO230110

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	Entrada Tuyu Ruri
					26/04/2023	
					08:40	
						Código del Laboratorio AG230365
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		57
FQ12	Conductividad <sup>4</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		478
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	Vanadatomolibdato (*)	0.010		0.100
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B.-Versión 2017 (*)	.....		7.41
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		277
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1		120
FQ30	Sólidos volátiles Totales	mg/l	APHA 2540 E (*)	1		195
FQ33	Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	1.0		41.7
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		18.6
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		69.20
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.245
MT12	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		0.37
MT17	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.325
MT20	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.755
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral (*)	1.0		< 1.0
NU05	Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Reacción Griess (*)	0.007		0.570
NU06	Nitrógeno Total	mg/l N	Digestión Koroleff, nitrospectral (*)	0.5		< 0.5

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA



*Dr. Mario Leyva Collas*  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°209-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
E-mail: labfcam@hotmail.com



## INFORME DE ENSAYO AG230091

**CLIENTE** Razón Social : \*COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXICA - TUYU RURI - ANCASH, 2023\*  
 Dirección : Psje. Los Pensamientos 371 - Nicrupampa  
 Atención : Maria Milagros Pasco Meza

**MUESTRA** Producto declarado : Agua Residual<sup>1</sup>  
 Matriz : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica  
 Procedencia : AA. RR. De la zanja de oxidación del Centro Experimental Tuyu Run<sup>1</sup>  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC230061

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia: : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 22/Marzo/2023  
 Fecha de análisis : 22 de Marzo - 29 de Marzo/2023  
 Cotización N° : CO230129

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	Entrada Z.O	Salida Z.O
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	22/03/2023	22/03/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	08:10	08:18
					Código del Laboratorio	AG230168	AG230169
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>						
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D	1	39	7	
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	42	11	
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico	25	119	60	

<sup>1</sup>Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 29 de Marzo de 2023

"Fin del Informe de Ensayo"



*Rosario Collas*  
 Dr. Mario Leyva Collas  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

## INFORME DE ENSAYO AG230104

**CLIENTE** Razón Social : "COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANÓXICA – TUYU RURI-ANCASH,2023"  
 Dirección : Psje. Los Pensamientos 371-Nicrupampa  
 Atención : María Milagros Pasco Meza

**MUESTRA** Producto declarado : Agua Residual 1  
 Matriz : Agua Residual-Agua Residual Doméstica  
 Procedencia : AA.RR. De la Zanja de Oxidación del Centro Experimental Tuyu Ruri 1  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC230074

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 29/Marzo/2023  
 Fecha de Análisis : 29 de Marzo – 05 de Abril/2023  
 Cotización N° : CO230129


CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	Salida Z.O	P-01 Z.O	P-02 Z.O
					Fecha de muestreo 1	29/03/2023	29/03/2023	29/03/2023	29/03/2023
					Hora de muestreo 1	08:00	08:28	08:08	08:17
					Código del Laboratorio	AG230197	AG230198	AG230199	AG230200
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>								
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D	1	56	8	23	17	
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUÍMICO</b>								
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 25210 B	1	352	23	35	37	
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico	25	478	67	80	86	

Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 05 de Abril de 2023

"Fin del Informe de Ensayo"



  
**Dr. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM-UNASAM  
 CQP N°604



## INFORME DE ENSAYO AG230124

**CLIENTE** Razón Social : \*COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXICA - TUYU RURI - ANCASH, 2023\*

Dirección : Psje. Los Pensamientos 371 - Nicrupampa  
Atención : María Milagros Pasco Meza

**MUESTRA** Producto declarado : Agua Residual<sup>1</sup>  
Matriz : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica  
Procedencia : Agua Residual Centro Experimental Tuyu Ruri<sup>1</sup>  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC230086

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia: : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 05/Abril/2023  
Fecha de análisis : 05 de Abril - 14 de Abril/2023  
Cotización N° : CO230129

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	Salida Z.O	P - 01 - ZO	P - 02 - ZO
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	05/04/2023	05/04/2023	05/04/2023	05/04/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	07:50	08:00	08:08	08:17
					Código del Laboratorio	AG230241	AG230242	AG230243	AG230244
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>								
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	350	11	10	17	
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico	25	664	23	29	43	

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 14 de Abril de 2023

"Fin del Informe de Ensayo"



  
**Dr. Mario Leyva Collas**  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604



## INFORME DE ENSAYO AG230129

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b> : "COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXÍCA - TUYU RURI - ANCASH, 2023"
	<b>Dirección</b> : Psje. Los Pensamientos 371 - Nicrupampa
	<b>Atención</b> : Maria Milagros Pasco Meza
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b> : Agua Residual <sup>1</sup>
	<b>Matriz</b> : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica
	<b>Procedencia</b> : Agua Residual Centro Experimental Tuyu Ruri <sup>1</sup>
	<b>Ref./Condición</b> : Cadena de Custodia CC230091
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b> : Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b> : No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b> : 12/Abril/2023
	<b>Fecha de análisis</b> : 12 de Abril - 19 de Abril/2023
	<b>Cotización N°</b> : CO230129


CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	P 01 Z.O	P 02 - ZO	Salida Z.O
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	12/04/2023	12/04/2023	12/04/2023	12/04/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	08:10	08:24	08:30	08:18
					Código del Laboratorio	AG230261	AG230262	AG230263	AG230264
<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>									
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	505	14	15	4	

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 19 de Abril de 2023

"Fin del Informe de Ensayo"



  
**Dr. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





## INFORME DE ENSAYO AG230144

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b> : *COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXICA - TUYU RURI - ANCASH, 2023*
	<b>Dirección</b> : Av. Flor de Bellota - Psje. Racchi 193 - Nicrupampa
	<b>Atención</b> : Maria Milagros Pasco Meza
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b> : Agua Residual <sup>1</sup>
	<b>Matriz</b> : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica
	<b>Procedencia</b> : Agua Residual Centro Experimental Tuyu Ruri <sup>1</sup>
	<b>Ref./Condición</b> : Cadena de Custodia CC230100
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b> : Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b> : No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b> : 19/Abril/2023
	<b>Fecha de análisis</b> : 19 de Abril - 26 de Abril/2023
	<b>Cotización N°</b> : CO230129

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	P 01 Z.O	P 02 - Z.O	Salida Z.O
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	19/04/2023	19/04/2023	19/04/2023	19/04/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	08:02	08:10	08:18	08:27
					Código del Laboratorio	AG230294	AG230295	AG230296	AG230297
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>								
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D	1	94	15	19	5	
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUÍMICO</b>								
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	106	4	2	3	

<sup>1</sup>Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

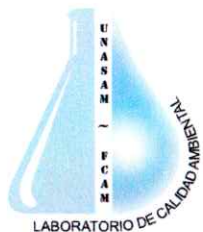
Huaraz, 26 de Abril de 2023

"Fin del Informe de Ensayo"



  
**Dr. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



## INFORME DE ENSAYO AG230165

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b> : *COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXICA - TUYU RURI - ANCASH, 2023*
	<b>Dirección</b> : Psje. Los Pensamientos 371 - Nicrupampa
	<b>Atención</b> : Maria Milagros Pasco Meza
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b> : Agua Residual <sup>1</sup>
	<b>Matriz</b> : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica
	<b>Procedencia</b> : Agua Residual Centro Experimental Tuyu Ruri <sup>1</sup>
	<b>Ref./Condición</b> : Cadena de Custodia CC230113
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b> : Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b> : No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b> : 26/Abril/2023
	<b>Fecha de análisis</b> : 26 de Abril - 05 de Mayo/2023
	<b>Cotización N°</b> : CO230129

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	P 01 Z.O	P 02 - Z.O	Salida Z.O
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	26/04/2023	26/04/2023	26/04/2023	26/04/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	07:50	08:12	08:18	08:27
					Código del Laboratorio	AG230361	AG230362	AG230363	AG230364
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>								
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	193	15	10	11	

<sup>1</sup>Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 05 de Mayo de 2023

\*Fin del Informe de Ensayo\*



  
**Dr. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



## INFORME DE ENSAYO AG230171

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b> : *COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXÍCA - TUYU RURI - ANCASH, 2023*
	<b>Dirección</b> : Psje. Los Pensamientos 371 - Nicrupampa
	<b>Atención</b> : María Milagros Pasco Meza
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b> : Agua Residual <sup>1</sup>
	<b>Matriz</b> : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica
	<b>Procedencia</b> : Agua Residual Centro Experimental Tuyu Ruri <sup>1</sup>
	<b>Ref./Condición</b> : Cadena de Custodia CC230119
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b> : Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b> : No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b> : 03/Mayo/2023
	<b>Fecha de análisis</b> : 03 de Mayo - 10 de Mayo/2023
	<b>Cotización N°</b> : CO230129

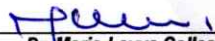
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	P 01 Z.O	P 02 - Z.O	Salida Z.O
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	03/05/2023	03/05/2023	03/05/2023	03/05/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	07:30	07:41	07:50	08:02
					Código del Laboratorio	AG230382	AG230383	AG230384	AG230385
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>								
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	243	39	34	24	

Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 10 de Mayo de 2023

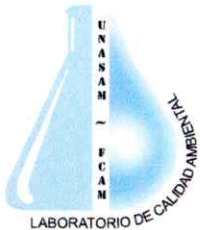
\*Fin del Informe de Ensayo\*



  
**Dr. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





## INFORME DE ENSAYO AG230180

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b> : "COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXÍCA - TUYU RURI - ANCASH, 2023"
	<b>Dirección</b> : Psje. Los Pensamientos 371 - Nicrupampa
	<b>Atención</b> : Maria Milagros Pasco Meza
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b> : Agua Residual <sup>1</sup>
	<b>Matriz</b> : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica
	<b>Procedencia</b> : Agua Residual Centro Experimental Tuyu Ruri <sup>1</sup>
	<b>Ref./Condición</b> : Cadena de Custodia CC230129
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b> : Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b> : No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b> : 10/Mayo/2023
	<b>Fecha de análisis</b> : 10 de Mayo - 17 de Mayo/2023
	<b>Cotización N°</b> : CO230129

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	P 01 Z.O	P 02 - Z.O	Salida Z.O
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	10/05/2023	10/05/2023	10/05/2023	10/05/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	09:30	09:40	09:46	09:36
					Código del Laboratorio	AG230409	AG230410	AG230411	AG230412
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>								
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	406	5	5	11	

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 17 de Mayo de 2023

"Fin del Informe de Ensayo"



**Dr. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FÇAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





## INFORME DE ENSAYO AG230188

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: "COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXÍCA - TUYU RURI - ANCASH, 2023"
	<b>Dirección</b>	: Psje. Los Pensamientos 371 - Nicrupampa
	<b>Atención</b>	: María Milagros Pasco Meza
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua Residual <sup>1</sup>
	<b>Matriz</b>	: Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica
	<b>Procedencia</b>	: Agua Residual Centro Experimental Tuyu Ruri <sup>1</sup>
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC230137
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 17/Mayo/2023
	<b>Fecha de análisis</b>	: 17 de Mayo - 24 de Mayo/2023
	<b>Cotización N°</b>	: CO230129

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	P 01 Z.O	P 02 - ZO	Salida Z.O
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	17/05/2023	17/05/2023	17/05/2023	17/05/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	07:30	07:38	07:46	07:00
					Código del Laboratorio	AG230432	AG230433	AG230434	AG230435
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>								
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D	1	92	70	14	188	
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUÍMICO</b>								
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	115	44	31	7	

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 24 de Mayo de 2023

"Fin del Informe de Ensayo"



  
**Dr. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



## INFORME DE ENSAYO AG230199

**CLIENTE**  
**Razón Social** : \*COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXICA - TUYU RURI - ANCASH, 2023\*  
**Dirección** : Psje. Los Pensamientos 371 - Nicrupampa  
**Atención** : Maria Milagros Pasco Meza

**MUESTRA**  
**Producto declarado** : Agua Residual<sup>1</sup>  
**Matriz** : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica  
**Procedencia** : Agua Residual Centro Experimental Tuyu Ruri<sup>1</sup>  
**Ref./Condición** : Cadena de Custodia CC230145

**MUESTREO**  
**Responsable** : Muestra proporcionada por el cliente  
**Referencia:** : No indica

**LABORATORIO**  
**Fecha de recepción** : 24/Mayo/2023  
**Fecha de análisis** : 24 de Mayo - 31 de Mayo/2023  
**Cotización N°** : CO230129

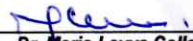
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	P 01 Z.O	P 02 - ZO	Salida Z.O
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	24/05/2023	24/05/2023	24/05/2023	24/05/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	07:20	07:28	07:37	07:48
Código del Laboratorio	AG230458	AG230459	AG230460	AG230461					
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>								
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	443	88	75	20	

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Legenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 31 de Mayo de 2023

\*Fin del Informe de Ensayo\*



  
**Dr. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



## INFORME DE ENSAYO AG230239

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b> : "COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXÍCA - TUYU RURI - ANCASH, 2023"
	<b>Dirección</b> : Psje. Los Pensamientos 371 - Nicrupampa
	<b>Atención</b> : Maria Milagros Pasco Meza
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b> : Agua Residual <sup>1</sup>
	<b>Matriz</b> : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica
	<b>Procedencia</b> : Agua Residual Centro Experimental Tuyu Run <sup>1</sup>
	<b>Ref./Condición</b> : Cadena de Custodia CC230182
<b>MUESTREC</b>	<b>Responsable</b> : Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b> : No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b> : 14/Junio/2023
	<b>Fecha de análisis</b> : 14 de Junio - 21 de Junio/2023
	<b>Cotización N°</b> : CO230129

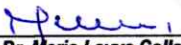
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	P 01 Z.O	P 02 - Z.O	Salida Z.O
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	14/06/2023	14/06/2023	14/06/2023	14/06/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	06:30	06:38	06:45	06:57
					Código del Laboratorio	AG230576	AG230577	AG230578	AG230579
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>								
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D	1	180	2	4	3	
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUÍMICO</b>								
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	178	55	47	20	

<sup>1</sup>Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 21 de Junio de 2023

"Fin del Informe de Ensayo"



  
**Dr. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





## INFORME DE ENSAYO AG230219

**CLIENTE**  
**Razón Social** : "COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXÍCA - TUYU RURI - ANCASH, 2023"  
**Dirección** : Psje. Los Pensamientos 371 - Nicrupampa  
**Atención** : Maria Milagros Pasco Meza

**MUESTRA**  
**Producto declarado** : Agua Residual<sup>1</sup>  
**Matriz** : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica  
**Procedencia** : Agua Residual Centro Experimental Tuyu Ruri<sup>1</sup>  
**Ref./Condición** : Cadena de Custodia CC230165

**MUESTREO**  
**Responsable** : Muestra proporcionada por el cliente  
**Referencia:** : No indica

**LABORATORIO**  
**Fecha de recepción** : 07/Junio/2023  
**Fecha de análisis** : 07 de Junio - 14 de Junio/2023  
**Cotización N°** : CO230129

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	P 01 Z.O	P 02 - ZO	Salida Z.O
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	07/06/2023	07/06/2023	07/06/2023	07/06/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	07:30	07:38	07:46	08:00
					Código del Laboratorio	AG230517	AG230518	AG230519	AG230520
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>								
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	244	64	84	30	

<sup>1</sup>Datos proporcionados por el cliente  
**Legenda:** APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 14 de Junio de 2023

"Fin del Informe de Ensayo"



*Dr. Mario Leyva Collas*  
**Dr. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





## INFORME DE ENSAYO AG230210

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b> : "COMPORTAMIENTO HIDRAULICO EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES EN UNA ZANJA DE OXIDACIÓN ANOXÍCA - TUYU RURI - ANCASH, 2023"
	<b>Dirección</b> : Psje. Los Pensamientos 371 - Nicrupampa
	<b>Atención</b> : Maria Milagros Pasco Meza
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b> : Agua Residual <sup>1</sup>
	<b>Matriz</b> : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica
	<b>Procedencia</b> : Agua Residual Centro Experimental Tuyu Ruri <sup>1</sup>
	<b>Ref./Condición</b> : Cadena de Custodia CC230156
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b> : Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b> : No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b> : 31/Mayo/2023
	<b>Fecha de análisis</b> : 31 de Mayo - 07 de Junio/2023
	<b>Cotización N°</b> : CO230129


CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	Entrada Z.O	P 01 Z.O	P 02 - ZO	Salida Z.O
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	31/05/2023	31/05/2023	31/05/2023	31/05/2023
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	07:26	07:37	07:48	08:01
					Código del Laboratorio	AG230487	AG230488	AG230489	AG230490
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>								
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1	174	24	29	28	

<sup>1</sup>Datos proporcionados por el cliente  
**Legenda:** APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 07 de Junio de 2023

"Fin del Informe de Ensayo"



  
**Dr. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.