



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS
AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CRUZ HUAYCO DE LA
PARROQUIA JUAN BENIGNO VELA DEL CANTÓN AMBATO DE
LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

AUTOR: Israel Tupak Caiza Caiza

TUTOR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos. Mg.

AMBATO - ECUADOR

Febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CRUZ HUAYCO DE LA PARROQUIA JUAN BENIGNO VELA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. Israel Tupak Caiza Caiza, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804481826 estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto Experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024



.....

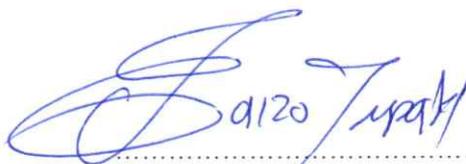
Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Israel Tupak Caiza Caiza, con C.I. 1804481826 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CRUZ HUAYCO DE LA PARROQUIA JUAN BENIGNO VELA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



Israel Tupak Caiza Caiza

C.I. 1804481826

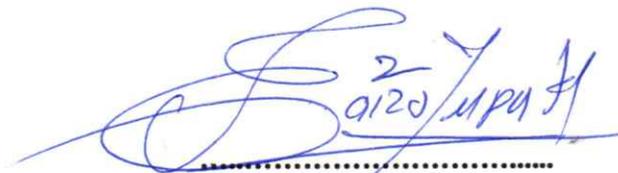
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



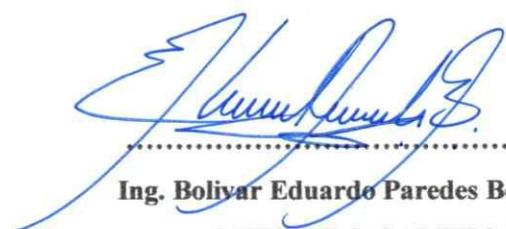
Israel Tupak Caiza Caiza
C.I. 1804481826
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Israel Tupak Caiza Caiza, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CRUZ HUAYCO DE LA PARROQUIA JUAN BENIGNO VELA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



.....
Ing. Bolívar Eduardo Paredes Beltrán, Ph.D.
MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Ing. Fidel Alberto Castro Solórzano, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

“El esfuerzo, el trabajo es un símbolo de lucha que lleva a un resultado de éxito”.

En el noble camino hacia el éxito, el esfuerzo y el trabajo se erigen como símbolos de una lucha constante que culmina en logros significativos.

Dedico este proyecto con profundo agradecimiento al incondicional esfuerzo de mis padres, cuyos humildes corazones albergaron esperanza y fe en ver a su hijo florecer como un profesional exitoso.

Con todo mi amor, rindo homenaje a dos mujeres ejemplares que ahora resplandecen en el cielo: mi querida madre y mi adorada hermana. Su influencia perdura en cada logro, siendo fuente eterna de inspiración.

Expreso mi sincera gratitud a mis hermanos y demás familiares, quienes se unieron valientemente al desafío de ser un profesional de la Ingeniería Civil. Su apoyo moral y económico ha sido el pilar fundamental que ha fortalecido mi camino. Cada palabra de aliento, cada gesto de solidaridad, ha tejido una red de respaldo invaluable.

Este proyecto no solo representa la culminación de un esfuerzo individual, sino también la suma de corazones unidos en la búsqueda de la excelencia. Agradezco profundamente a todos aquellos que, de una forma u otra forma, contribuyeron a este viaje. Su presencia ha hecho de este logro no solo mío, sino también de aquellos que compartieron su amor, sabiduría y apoyo inquebrantable.

Que este tributo a la perseverancia y al amor familiar inspire a futuras generaciones a alcanzar sus sueños con la misma dedicación y fuerza que he experimentado. ¡Que la llama del esfuerzo y la esperanza continúe ardiendo en cada paso del camino por venir!

Israel Tupak Caiza Caiza

Ambato, Febrero 2024

AGRADECIMIENTO

“El esfuerzo, el trabajo es un símbolo de lucha que lleva a un resultado de éxito”.

En la búsqueda del éxito, el riesgo se presenta como una presencia destacada y evidente. Agradezco a Dios por dotarme de sabiduría y el coraje de la perseverancia, elementos fundamentales que me permitieron convertir mi sueño en realidad: ser Ingeniero Civil.

Mi gratitud se extiende hacia personas eternas en mi corazón al Sr. Caiza Sisa Pedro Pablo y la Sra. Caiza Chaluis Maria Rosa, quienes no solo son mis padres, sino también mis héroes verdaderos. En la escasez, la enfermedad y los días de alegría, ellos me guiaron por un sendero impregnado de valores, enseñándome la importancia de la fortaleza y la integridad.

Un reconocimiento especial a mi hermana, Silvia Caiza, una verdadera guerrera cuyo apoyo gentil se ha convertido en un elemento vital en mi formación profesional. Su presencia ha sido un faro constante, iluminando mi camino con determinación y aliento.

Expreso mi profundo agradecimiento a cada integrante que conforma la familia de la compañía constructora ATUK CONSTRUCTION. No solo colegas, sino amigos que han brindado un apoyo incondicional moral y económico invaluable. Reconozco que esta compañía es el resultado de un proyecto conjunto, formado por personajes significativos en mi vida. ATUK CONSTRUCTION es más que una empresa; es un proyecto que lidero con orgullo. Aquí, me he convertido en un profesional arraigado al espíritu emprendedor, inspirado por la colaboración a la comunidad ambateña y la dedicación a un equipo excepcional.

En este viaje, he aprendido que el éxito no es solo individual, sino una sinfonía de esfuerzos combinados. Agradezco a cada persona que ha contribuido a mi trayectoria, forjando un camino de logros y superaciones. Que esta historia inspire a otros a abrazar sus sueños con valentía y humildad, sabiendo que cada paso cuenta en la construcción de un futuro brillante."

Israel Tupak Caiza Caiza

Ambato, Febrero 2024

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
RESUMEN EJECUTIVO	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I	1
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedes investigativos	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Justificación	4
1.1.3. Fundamentación teórica	5
1.1.3.1. Aguas residuales	5
1.1.3.2. Tipos de aguas residuales	5
1.1.3.2.1. Aguas residuales domésticas:	5
1.1.3.2.2. Aguas residuales industriales:	5
1.1.3.2.3. Aguas residuales pluviales:	6
1.1.3.2.4. Aguas residuales agrícolas	6
1.1.3.2.5. Aguas residuales pecuarias	6
1.1.3.3. Características de las aguas residuales	7
1.1.3.3.1. Características físicas	7

1.1.3.3.2.	Características químicas.....	9
1.1.3.3.3.	Características biológicas	11
1.1.3.4.	Parámetros de las aguas residuales	12
1.1.3.5.	Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)	12
1.1.3.6.	Procesos unitarios de las plantas de tratamiento de aguas residuales.....	13
1.1.3.6.1.	Cribado	13
1.1.3.6.2.	Tanque repartidor.....	14
1.1.3.6.3.	Desarenador	14
1.1.3.6.4.	Tanque séptico.....	15
1.1.3.6.5.	Filtro biológico aerobio de flujo ascendente FAFA	15
1.1.3.6.6.	Lecho de secado de lodos	16
1.1.3.7.	Tipo de tratamientos de aguas residuales	16
1.1.3.7.1.	Pretratamiento.....	17
1.1.3.7.2.	Tratamiento primario.....	17
1.1.3.7.3.	Tratamiento secundario	18
1.1.3.7.4.	Tratamiento terciario o Avanzado	18
1.1.3.8.	Procesos para el tratamiento de aguas residuales.....	19
1.1.3.8.1.	Procesos físicos, químicos y biológicos	19
1.1.3.9.	Marco normativo del agua residual tratada.....	19
1.2.	Objetivos	23
1.2.1.	Objetivo general	23
1.2.2.	Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II		24
2.1.	Materiales y Equipos	24
2.2.	Metodología	29
2.2.1.	Plan de recolección de información	31

2.2.1.1.	Primera fase: revisión bibliográfica.	31
2.2.1.2.	Segunda Fase: Levantamiento de información de la PTAR	32
2.2.1.3.	Tercera Fase: Investigación de campo	32
2.2.1.4.	Cuarta Fase: Análisis de laboratorio del agua residual	32
2.2.1.5.	Quinta Fase: Evaluación y verificación del funcionamiento de la PTAR	32
2.2.2.	Plan de recolección de datos.....	32
2.2.2.1.	Etapa I: Levantamiento de información de la PTAR.....	32
2.2.2.2.	Ubicación.....	33
2.2.2.3.	Relieve	34
2.2.2.4.	Riego	34
2.2.2.5.	Manejo de Residuos Solidos	35
2.2.2.6.	Servicio de Alcantarillado	36
2.2.2.7.	Actividad Agrícola	37
2.2.2.8.	Actividad Pecuaria	38
2.2.3.	Etapa II: Investigación de campo	38
2.2.3.1.	Unidades y Diagrama de Flujo de la PTAR.	38
2.2.3.2.	Medición de caudales	39
2.2.3.3.	Caudales de entrada a la PTAR.....	40
2.2.3.4.	Caudales de salida a la PTAR.....	44
2.2.4.	. Etapa III: Análisis de laboratorio del agua residual	49
2.2.4.1.	Toma de muestras	49
2.2.5.	Etapa IV: Evaluación y verificación del funcionamiento de la PTAR	51
2.2.5.1.	Ingreso.....	52
2.2.5.2.	Cribado y Desarenador	52
2.2.5.3.	Reactor Anaerobio	53

2.2.5.4.	Filtro Biológico	54
2.2.5.5.	Cajas de Revisión y Tuberías	54
2.2.5.6.	Lecho de secado de lodos	55
2.2.5.7.	Estructura de descarga (salida)	55
2.2.6.	Procesos unitarios de la PTAR y su dimensionamiento	56
2.2.6.1.	Rejilla	57
2.2.6.2.	Cribado y Desarenador	58
2.2.6.3.	Reactor Anaerobio	59
2.2.6.5.	Lecho de secado de lodos	63
CAPÍTULO III.....		65
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		65
3.1. Análisis y discusión de los resultados obtenidos.....		65
3.1.1.	Análisis de los resultados de las muestras de agua residual.....	65
3.1.2.	Propuesta de un nuevo plan de operación y mantenimiento de la PTAR:	69
3.1.2.1.	Medida 1: Mantenimiento del pozo de ingreso y Bypass	69
3.1.2.2.	Medida 2: Mantenimiento del desarenador.....	72
3.1.2.3.	Medida 3: Mantenimiento del Reactor Anaerobio	74
3.1.2.4.	Medida 4: Mantenimiento del Filtro Biológico	77
3.1.2.5.	Medida 5: Mantenimiento del tanque de secado de lodos.....	79
3.1.2.6.	Medida 6: Mantenimiento de la estructura de descarga	82
3.1.2.7.	Medida 7: Mantenimiento de los exteriores de las estructuras..	84
3.1.2.8.	Medida 8. Análisis físico-química del agua residual como tratada	87
3.1.3.	Presupuesto Referencial	88
CAPÍTULO IV		89
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		89

4.1. Conclusiones	89
4.2. Recomendaciones	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92
ANEXOS	99
ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efectos de la temperatura en las aguas residuales.....	8
Tabla 2. Tipos de procesos para el tratamiento de aguas residuales	19
Tabla 3. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público	20
Tabla 4. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	21
Tabla 5. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.....	22
Tabla 6. Equipos y Materiales.....	24
Tabla 7. Equipos y Materiales.....	25
Tabla 8. Equipos y Materiales.....	26
Tabla 9. Equipos y Materiales.....	27
Tabla 10. Equipos y Materiales.....	28
Tabla 11. Objetivo 1.....	29
Tabla 12. Objetivo 2.....	30
Tabla 13. Objetivo 3.....	30
Tabla 14. Objetivo 4.....	31
Tabla 15. Resumen de medición de caudales de entrada a la PTAR (l/s).....	40
Tabla 16. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR LUNES (l/s) ...	41
Tabla 17. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR MARTES (l/s)	41
Tabla 18. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR MIÉRCOLES (l/s)	41
Tabla 19. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR JUEVES (l/s)..	42
Tabla 20. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR VIERNES (l/s)	42
Tabla 21. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR SÁBADO (l/s)	42
Tabla 22. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR DOMINGO (l/s)	43
Tabla 23. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR (l/s)	43
Tabla 24. Estadística descriptiva-medición de caudales de entrada a la PTAR....	43
Tabla 25. Caudales de salida de la PTAR	45
Tabla 26. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR LUNES (l/s)...	45
Tabla 27. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR MIÉRCOLES (l/s)	46
Tabla 28. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR JUEVES (l/s) .	46
Tabla 29. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR VIERNES (l/s)	46

Tabla 30. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR SÁBADO (l/s)	47
Tabla 31. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR DOMINGO (l/s)	47
Tabla 32. Resumen de medias diarias de caudales de salida de la PTAR	47
Tabla 33. Estadística descriptiva-medición de caudales de salida de la PTAR	48
Tabla 34 Medidas de la Rejilla	57
Tabla 35. Medidas del desarenador	58
Tabla 36. Medidas del reactor anaerobio	59
Tabla 37. Medidas del tanque de secado de lodos	64
Tabla 38. Tabla de Eficiencia	67
Tabla 39. Tabla de Cumplimiento	67
Tabla 40. Tabla de Cumplimiento	68
Tabla 41. Mantenimiento del pozo de ingreso y Bypass	70
Tabla 42. Mantenimiento del pozo de ingreso y Bypass	71
Tabla 43. Mantenimiento del desarenador	72
Tabla 44. Mantenimiento del desarenador	73
Tabla 45. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del tanque séptico	74
Tabla 46. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del tanque séptico	75
Tabla 47. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del tanque séptico	76
Tabla 48. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del filtro biológico aerobio	77
Tabla 49. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del filtro biológico aerobio	78
Tabla 50. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del filtro biológico aerobio	79
Tabla 51. Mantenimiento del tanque de secado de lodos	80
Tabla 52. Mantenimiento del tanque de secado de lodos	81
Tabla 53. Mantenimiento de la estructura de descarga	82
Tabla 54. Mantenimiento de la estructura de descarga	83
Tabla 55. Mantenimiento de los exteriores de las estructuras	84

Tabla 56. Mantenimiento de los exteriores de las estructuras	85
Tabla 57. Mantenimiento de los exteriores de las estructuras	86
Tabla 58 : Medida 8	87
Tabla 59. Plan de Mantenimiento y Operación.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Aguas residuales domésticas.	5
Fig. 2. Aguas residuales industriales.....	5
Fig. 3. Aguas pluviales.....	6
Fig. 4. Aguas residuales agropecuarias	6
Fig. 5. Aguas residuales pecuarias	7
Fig. 6. Ejemplo de PTAR.....	13
Fig. 7. Ejemplo de Cribado	13
Fig. 8. Ejemplo de Tanque Repartidor	14
Fig. 9. Ejemplo de Desarenador	14
Fig. 10. Ejemplo de Tanque Séptico	15
Fig. 11 Ejemplo de Filtro biológico aerobio de flujo ascendente	15
Fig. 12. Ejemplo de Lecho de secado de lodos	16
Fig. 13 Ejemplo de Pretratamiento.....	17
Fig. 14. Ejemplo de Tratamiento Primario	17
Fig. 15. Ejemplo de Tratamiento Secundario.....	18
Fig. 16. Ejemplo de Tratamiento Avanzado	18
Fig. 17. GPS	24
Fig. 18. Equipo RTK.....	25
Fig. 19. Computadora Portátil.....	25
Fig. 20. Celular.....	26
Fig. 21. Clavos, Mojones	26
Fig. 22. Ejemplo de Calculadora Básica	27
Fig. 23. Ejemplo de Cuaderno	27
Fig. 24 Google Earth.....	28
Fig. 25. Autocad	28
Fig. 26. Excel	28
Fig. 27 Autodesk	28
Fig. 28. Planta de Tratamiento en Estudio	33
Fig. 29. Ubicación	34
Fig. 30. Riego.....	35

Fig. 31. Manejo de Residuos.....	35
Fig. 32. Servicio de Alcantarillado	36
Fig. 33. Actividad Agrícola.....	37
Fig. 34. Actividad Pecuaria.....	38
Fig. 35 Diagrama de Flujo	39
Fig. 36. Medición del caudal de ingreso a la PTAR.	44
Fig. 37. Medición del caudal de salida de la PTAR.....	48
Fig. 38. Recolección de muestras de agua residual del efluente de la PTAR.	49
Fig. 39. Recolección de muestras de agua residual del afluente de la PTAR.	50
Fig. 40. Conservación y transporte de muestras obtenidas de la PTAR	50
Fig. 41. Proceso de tratamiento actual de la PTAR.	51
Fig. 42. Ortofoto PTAR	51
Fig. 43. Proceso de tratamiento actual de la PTAR.	52
Fig. 44. Cribado/desarenador repartición de caudales PTAR.	53
Fig. 45. Reactor Anaerobio de la PTAR.	53
Fig. 46. Filtros biológicos PTAR.	54
Fig. 47 Lecho de secado de lodos de la PTAR.	54
Fig. 48. Lecho de secado de lodos de la PTAR.	55
Fig. 49. Estructura de salida.....	55
Fig. 50. Proceso de tratamiento actual de la PTAR.	56
Fig. 51. Rejilla.....	57
Fig. 52. Cribado/desarenador repartición de caudales PTAR.	58
Fig. 53. Cribado/desarenador repartición de caudales PTAR.	59
Fig. 54. Reactor Anaerobio de la PTAR.	60
Fig. 55. Reactor Anaerobio de la PTAR.	60
Fig. 56. Filtros biológicos PTAR.	61
Fig. 57. Filtros biológicos PTAR.	62
Fig. 58. Lecho de secado de lodos de la PTAR.	63
Fig. 59. Lecho de secado de lodos de la PTAR.	63
Fig. 60. Porcentaje de remoción de contaminantes del agua residual.....	66

RESUMEN EJECUTIVO

La evaluación Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del sector Cruz Huayco tiene por fin determinar su eficiencia y conformidad con normativas ambientales. La infraestructura actual muestra signos de deterioro, con una capacidad de tratamiento cercana a su límite. Los procesos de tratamiento han demostrado una eficacia aceptable, aunque se identificaron áreas de mejora.

El mantenimiento y estado operativo de la PTAR necesitan atención inmediata para garantizar su funcionalidad a largo plazo. Se observaron y realizaron estudios en torno a las regulaciones ambientales, especialmente en niveles de remoción de contaminantes. La gestión de residuos y lodos podría optimizarse para mejorar la sostenibilidad ambiental; a pesar de estos desafíos, la PTAR cumple en gran medida con las normativas ambientales. Se sugieren mejoras específicas para optimizar costos operativos y garantizar la funcionalidad a largo plazo.

En resumen, la PTAR demuestra total eficiencia, pero requiere atención inmediata en algunas áreas vitales como el cerramiento perimetral para su funcionamiento. Se proporcionan recomendaciones detalladas para abordar los problemas identificados, priorizando acciones para mejorar la eficiencia operativa y cumplir con las normativas ambientales.

Palabras Claves: planta de tratamiento, aguas residuales, contaminación ambiental, funcionamiento lodos, Cruz Huayco.

ABSTRACT

The evaluation of the Wastewater Treatment Plant (WWTP) in the Cruz Huayco sector is intended to determine its efficiency and compliance with environmental regulations. The current infrastructure shows signs of deterioration, with treatment capacity close to its limit. The treatment processes have demonstrated acceptable effectiveness, although areas for improvement were identified.

The maintenance and operational status of the WWTP need immediate attention to ensure its long-term functionality. Studies were observed and carried out regarding environmental regulations, especially regarding contaminant removal levels. Waste and sludge management could be optimized to improve environmental sustainability; Despite these challenges, the WWTP largely complies with environmental regulations. Specific improvements are suggested to optimize operating costs and ensure long-term functionality.

In summary, the WWTP demonstrates efficiency, but requires immediate attention in some areas vital to its operation. Detailed recommendations are provided to address identified issues, prioritizing actions to improve operational efficiency and comply with environmental regulations.

Keywords: treatment plant, wastewater, environmental pollution, sludge operation, Cruz Huayco.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedes investigativos

1.1.1. Antecedentes

Los antecedentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) están relacionados con la necesidad de gestionar adecuadamente las aguas residuales generadas por las actividades humanas antes de devolverlas al medio ambiente. A lo largo de la historia, el crecimiento de las poblaciones y las actividades industriales ha llevado a un aumento en la generación de aguas residuales, lo que ha llevado a la búsqueda de soluciones para tratar estas aguas de manera eficiente y evitar la contaminación del entorno.[1]

A continuación, se presentan algunos hitos históricos y antecedentes importantes relacionados con las PTAR:

Sistemas de alcantarillado en la antigüedad: Civilizaciones antiguas, como la romana, desarrollaron sistemas de alcantarillado para la gestión de aguas residuales. Sin embargo, estos sistemas eran más rudimentarios en comparación con las tecnologías modernas. [2] En 2020 en Ecuador, el 73,8% de GADM realizaron tratamientos de aguas residuales, previo a su descarga final; mientras que el 23% de municipios no realizan tratamiento alguno. Entre 2018 y 2020, se observa un incremento de municipios que han implementado procesos de tratamiento de agua residual, pasando del 66,5% en 2018 al 73,8% en 2020. En 2020, el 44,9% de las plantas de tratamiento de agua residual, disponen el agua tratada en ríos, el 33,7% en quebradas y el restante en otros sitios tales como, acequias de riego, cajón de riego, canal, mar, entre otros.[3]

Desarrollo de tecnologías de tratamiento en el siglo XIX: A medida que las ciudades crecían durante la Revolución Industrial, la necesidad de gestionar las aguas residuales se volvió más evidente. En el siglo XIX, se desarrollaron las primeras tecnologías de tratamiento, como filtros de arena y sistemas de lodos activados. [4] El impacto ambiental se refiere a la modificación, positiva o negativa, que afecta a uno o varios elementos del entorno, la salud humana o el bienestar de la sociedad debido a la ejecución de una acción o actividad humana. Cualquier

iniciativa, proyecto, programa, legislación, disposición administrativa o actividad productiva concebida por el ser humano no se presenta de manera aislada en el contexto geográfico, ya que está intrínsecamente conectada con la historia ambiental y las formas de utilización y apropiación de los recursos naturales [5]

Primeras PTAR a principios del siglo XX: A principios del siglo XX, se establecieron las primeras plantas de tratamiento de aguas residuales en varias ciudades, utilizando principalmente procesos físicos y químicos para purificar el agua. [6] Las PTAR y sus componentes especialmente lo relacionado, al reactor anaerobio muestra una eficiencia destacada en la remoción de materia orgánica carbonácea, como la DBO y DQO, así como de sólidos suspendidos. Sin embargo, la eliminación de nutrientes y microorganismos patógenos es limitada, lo que indica la necesidad de integrar sistemas adicionales de tratamiento para abordar estos aspectos de manera más completa [7]. Tomando en cuenta todo ello en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), las estructuras y procesos se diseñan para manejar caudales máximos y medios. La tecnología y nivel de tratamiento se determinan mediante modelación del cuerpo receptor, considerando cargas contaminantes futuras. Se prohíbe la descarga sin tratamiento a cauces secos, requiriendo separadores y interceptores [8]

Avances en la segunda mitad del siglo XX: Durante la segunda mitad del siglo XX, se produjeron avances significativos en la tecnología de tratamiento de aguas residuales, incluyendo la adopción generalizada de sistemas biológicos como el proceso de lodos activados. Estos avances mejoraron la eficiencia y la capacidad de tratamiento de las PTAR. [9] La sostenibilidad no puede lograrse sin una comprensión integral y consideración de todas las etapas del ciclo del agua. Es esencial no solo garantizar la eficiente utilización y distribución del agua dulce, sino también preservar la salud de la cuenca de captación y las aguas subterráneas (previas al consumo). Del mismo modo, se debe prestar atención al tratamiento y la disposición adecuada de las aguas residuales (posterior al consumo). Priorizar la comprensión del vínculo entre el uso del agua y los ecosistemas que la proveen es imperativo.[10]

Normativas ambientales: A medida que se tomaba conciencia de los impactos ambientales de la contaminación del agua, se implementaron normativas y

regulaciones más estrictas en muchos países para controlar y mejorar la calidad de las aguas residuales tratadas. [11] La Constitución de la República del Ecuador enfatiza la preponderancia de garantizar una vida digna con igualdad de oportunidades para todas las personas, creando leyes que reconozcan el derecho a la población vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que asegure la sostenibilidad contando con procesos adecuados para acceder a servicios públicos. [11], Así mismo se establece como deberes del Estado la garantía sin discriminación del goce efectivo de los derechos consagrados en la Constitución y en instrumentos internacionales, incluyendo el derecho humano al agua para sus habitantes. Otros deberes estipulados son la planificación del desarrollo nacional, la erradicación de la pobreza, la promoción del desarrollo sostenible y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, todo ello en búsqueda del Buen Vivir.[12]

Hoy en día, las PTAR son instalaciones esenciales en comunidades urbanas y rurales para tratar las aguas residuales y proteger el medio ambiente y la salud pública. El diseño y la operación de las PTAR continúan evolucionando con el objetivo de lograr un tratamiento eficiente y sostenible de las aguas residuales.

La parroquia Juan Benigno Vela ha evolucionado a lo largo de los años de acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia se demuestra que, en el ámbito del alcantarillado y eliminación de desechos o excretas, en el censo de 1990 el porcentaje de viviendas con baño exclusivo fue de 3,55%, para el 2001 de 41,46% y para el 2010 el 80,95% en este servicio se observa un incremento considerable. Según el censo de 2010 las viviendas que están conectadas a la red pública de alcantarillado es el 28%, siendo el mayor porcentaje conectado a pozo ciego con el 35%.[13]

En el periodo 2010 y 2015 se realizaron mejoras en el servicio del sistema del alcantarillado en Pataló Alto, Barrio la Elevación y Chacapungo, así como otros proyectos que se han ido implementando hasta el presente año, lo que permite acumular y aumentar la eliminación de desechos para su próximo arribo a las plantas de tratamiento del sector [13]

Para todo lo mencionado se debe generar proyectos con una planificación adecuada en torno al suministro de agua potable y la gestión de excretas o residuos líquidos en áreas rurales, se seguirá un proceso dividido en dos fases: el Estudio Preliminar y el Proyecto Definitivo. La extensión y detalles específicos de los estudios y actividades a llevar a cabo en cada proyecto se determinarán de manera detallada en los términos de referencia respectivos para su ejecución. Estos términos se ajustarán según las características y requisitos particulares de cada caso específico.[14]

Debido a lo mencionado anteriormente, el presente proyecto busca fortalecer el tratamiento de aguas residuales del sector Cruz Huayco y barrios aledaños mediante el desarrollo de una evaluación técnica de la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en el sector, que brindara información de la condición actual del sistema de la planta de tratamiento y en caso de un incorrecto funcionamiento de la PTAR, proponer posibles soluciones que permitan el correcto funcionamiento cumpliendo con los parámetros de calidad establecidos dentro del TULSMA. [15]

1.1.2. Justificación

La Constitución ecuatoriana reconoce el derecho al agua y establece deberes estatales para garantizar un ambiente sano y el Buen Vivir. Sin embargo, las cifras muestran variabilidad en la implementación de tratamientos de aguas residuales por parte de los municipios.

En el contexto específico de la parroquia Juan Benigno Vela, se evidencia un progreso en infraestructura sanitaria, pero aún persisten desafíos. El aumento de la población y la densidad demográfica ha generado incremento en los residuos, subrayando la importancia de una gestión adecuada.

El proyecto propuesto se centra en evaluar y fortalecer la planta de tratamiento de aguas residuales en el sector Cruz Huayco y sus alrededores. La iniciativa busca garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental y proponer soluciones en caso de deficiencias en el funcionamiento de la PTAR.

1.1.3. Fundamentación teórica

1.1.3.1. Aguas residuales

Las aguas residuales se consideran al producto de los desechos de aquellas actividades del ser humano sean domésticas, industriales y actividades agrícolas que representan una alteración en su composición, al contener sustancias como materia orgánica e inorgánica, contaminantes y/o microorganismos. [15]

1.1.3.2. Tipos de aguas residuales

1.1.3.2.1. Aguas residuales domésticas:

Corresponden a las cargas de residuos de origen doméstico y público que constituyen las aguas residuales (lavados domésticos, baño, desperdicios de cocina, limpieza y preparación de alimentos, etc.). Existen principalmente dos fuentes de aguas domésticas o urbanas, que corresponden a las provenientes de zonas residenciales y de zonas comerciales.[15] . En la Fig. 1 se muestra un ejemplo del tipo de agua residual doméstica

Fig. 1 Aguas residuales domésticas.



Fuente: [16]

1.1.3.2.2. Aguas residuales industriales:

Son las descargas originadas por el desarrollo de actividades correspondientes a la extracción y transformación de recursos naturales en bienes de consumo y satisfactores para la población.[15] En la Fig. 2 se muestra un ejemplo del tipo de Aguas residuales industriales.

Fig. 2. Aguas residuales industriales.



Fuente:[17]

1.1.3.2.3. Aguas residuales pluviales:

La contaminación debida a escurrimientos de agua pluvial es de origen natural, se da principalmente por el arrastre de materia orgánica muerta, así como productos inorgánicos generados por la erosión en los suelos.[15] En la Fig. 3 se muestra un ejemplo del tipo de Aguas residuales pluviales.

Fig. 3. Aguas pluviales



Fuente:[18]

1.1.3.2.4. Aguas residuales agrícolas

Son los residuos de las instalaciones dedicadas a las labores de ganadería, así como las aguas de retorno de los campos agrícolas. Como consecuencia del uso de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes, para el control de plagas y aumento de la productividad, las aguas arrastran restos de estos compuestos hasta los cuerpos receptores.[15]. En la fig 5 se muestra un ejemplo del tipo de Aguas residuales agropecuarias

Fig. 4. Aguas residuales agropecuarias



Fuente:[19]

1.1.3.2.5. Aguas residuales pecuarias

Las aguas residuales son aquellas que se producen por la actividad ganadera la misma que se desarrolla en grandes campos con vertidos directos a los cauces de canales los mismos que se ven contaminados por indicadores bacteriológicos

(residuos fecales de los animales) [15] . En la Fig 6 se muestra un ejemplo del tipo de Aguas residuales pecuarias

Fig. 5. Aguas residuales pecuarias



Fuente: [20]

1.1.3.3. Características de las aguas residuales

1.1.3.3.1. Características físicas

Color:

El color del agua residual dependerá del tipo que sea doméstica, industrial, agrícola o pecuaria ya que su degradación y material es diferente dando un color característico al agua residual en estudio[21]. Así mismo en primera instancia se puede considerar un color gris de acuerdo al tiempo de estancamiento o escurrentía asta tornarse un negro de acuerdo al tipo de agua antes mencionada [15]

Olor y sabor:

El olor dependerá de las sustancias por las cuales está compuesta el agua residual y por los procesos naturales de descomposición que permiten el desprendimiento de gases y malos olores que no son soportables para el entorno destacando principalmente la formación de sulfuro de hidrógeno en la mayoría de tipos de agua .[22]

Temperatura:

La temperatura del agua es un parámetro de gran importancia ya que produce un efecto en cadena en la vida acuática y en las reacciones químicas, así como de la velocidad de reacción. El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría. el incremento anormal de temperatura puede dar como resultado la mortalidad de la vida acuática permitiendo el crecimiento indeseable de plantas acuáticas y hongos, por lo general depende en gran medida del entorno y ubicación del tipo de agua. [23]

Tabla 1.Efectos de la temperatura en las aguas residuales

Temperatura (°C)	Efectos
5	Cesan su actividad las bacterias nitrificantes autótrofas
15	Detiene su actividad las bacterias productoras de metano
25 – 35	Desarrollo óptimo de la actividad bacteriana
50	Se detiene los procesos de digestión aerobia y de nitrificación

Fuente: [9]

Turbidez:

La turbidez se encuentra relacionada con la cantidad de materias en suspensión que existe en las aguas residuales (limo microorganismos y materia orgánica.) La turbidez puede afectar a la productividad primaria debido a penetración de luz.[22]

Conductividad:

La conductividad indica a la capacidad eléctrica para conducir la misma , se encuentra dada por la presencia de iones, su movilidad , concentración a o estado de oxidación y de la temperatura.[24]

Salinidad:

La salinidad es una medida de la cantidad de sales existente en el agua las mismas que se encuentran disueltas, representando un alto contenido iónico puede llegar a volver infértil a cualquier tipo de agua. [9]

Sólidos sedimentables (Ss):

Es el parámetro que indica la cantidad de lodos existente en la decantación inicial representando por unidades de ml/L. [25]

Sólidos suspendidos (SS):

Es aquel parámetro que identifica los sólidos suspendidos en el agua los mismos que pueden eliminarse física o mecánicamente mediante proceso de sedimentación o filtración. [25]

Sólidos disueltos (SD):

Es aquel parámetro que identifica los compuestos de moléculas orgánicas e inorgánicas, así como los iones disueltos en el agua. se considera que se encuentra conformado por un porcentaje de materia orgánica (40%) e inorgánica (60%). [25]

1.1.3.3.2. Características químicas

pH:

Es aquel indicador de acidez o alcalinidad del agua, es decir es la concentración de iones de hidrógeno existente en el agua, existe una escala logarítmica con valores de 0-14, la misma que representa una disminución del Ph mayor acidez y un aumento del Ph una disminución del acidez convirtiéndose en un agua básica [26].

Alcalinidad:

La alcalinidad es el parámetro que indica la capacidad para neutralizar los ácidos del agua, dicho parámetro permite obtener la capacidad buffer que mantiene el PH ante el agriado de un ácido o base. [27]

Nitrógeno

Es la combinación de los diferentes tipos de nitrógeno (orgánico e inorgánico), así como la existencia de nitratos, nitritos, amonio y compuestos orgánicos disueltos como aminoácidos, urea y compuestos orgánicos nitrogenados [28].

Fósforo

El fósforo es un elemento esencial para la vida puesto que es un nutriente que permite el desarrollo de organismos vivos, además se considera un parámetro crítico en la calidad de agua debido a su influencia en el proceso de eutrofización como el conocimiento de las diferentes especies que pueden estar disueltas en el agua.[29]

Cloruros:

Los cloruros son sales altamente tóxicas y es usualmente utilizado como desinfectante en combinación con un metal como es el sodio Na. [30]

En las aguas residuales los cloruros son esenciales para la purificación dando un aporte aproximado de 6g de cloruros por persona / día.[31].

Metales pesados

Los metales pesados son el conjunto de elementos químicos como el arsénico, el cromo, el plomo, el hierro, el aluminio, el potasio, el mercurio, el sodio y níquel que son contaminantes muy comunes en las aguas residuales, los mismos que provocan problemas en la naturaleza si no se tiene un control adecuado provocando problemas como inhibición del crecimiento de plantas, muerte biológica y formación de desechos [32].

1.1.3.3.3. Características biológicas

Bacterias:

Son organismos microscópicos que según el autor pueden clasificarse en diferentes formas entre ellas tenemos procariotas, eucariotas, en bastón, bastón curvado, esferoides y filamentosos.[33]

Hongos:

Este tipo de microorganismos de carácter eucariota aerobio, que buscan o se basan su alimentación y forma de supervivencia en todo tipo de materia orgánica muerta. [33]

Virus:

Son un tipo de microorganismo infecciosos consideradas partículas parasíticas que pueden traer consigo grandes problemas para la salud pública provocando enfermedades e incluso la muerte de los seres vivos infectados. [33]

Microorganismos

Es el conjunto de organismos eucariotas, eubacterias arqueobacterias, existente en el todo de las aguas residuales como en la superficie. [33]

1.1.3.4. Parámetros de las aguas residuales

Para dar un criterio adecuado dentro del análisis de las aguas residuales se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros para identificar la biodegradabilidad y su toxicidad de acuerdo al entorno involucrado para ello debemos identificar:

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Es un parámetro representado por DBO₅ que sirve para determinar la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas residuales los mismos que mediante un proceso de oxidación son consumidos por los microorganismos. Esto permite determinar la calidad de agua, su estado de oxidación a los 5 días oscila entre el 60 y 70%. [34]

Demanda química de oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno es aquel parámetro que identifica o calcula la cantidad de materia orgánica mediante un proceso de ensayos donde a elevadas temperaturas se identifica la reacción con un agente químico obteniendo la cantidad de oxígeno que permita oxidar la materia orgánica. [34]

Sólidos totales (ST)

Los sólidos totales es aquel parámetro que identifica y se compone por el conjunto de materia orgánica e inorgánica, el conjunto de sólidos sedimentables y volátiles, así como los sólidos suspendidos y disueltos. Existen técnicas de separación física que identifican y eliminan la mayoría de sólidos en suspensión. [9]

1.1.3.5. Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

Una planta de tratamiento de aguas residuales es una infraestructura que evacua sólidos, reduce la materia orgánica y los contaminantes y restaura la presencia de oxígeno. [35]. En la Fig6 . se ejemplifica una PTAR para un mejor entendimiento.

Fig. 6.Ejemplo de PTAR



Fuente: [36]

1.1.3.6. Procesos unitarios de las plantas de tratamiento de aguas residuales

1.1.3.6.1. Cribado

Constituye una etapa de suma importancia en el tratamiento inicial, en la mayoría de los casos se encuentra en la cabecera principal de la planta o punto de recolección como se identifica en la Fig 7. Ejemplo de Cribado donde se identifica y se remueve los objetos grandes que no pueden ingresar a ser tratados los mismos que pueden interferir en el óptimo funcionamiento de la PTAR.[37]

Fig. 7. Ejemplo de Cribado



Fuente: [38]

1.1.3.6.2. Tanque repartidor

Es un pequeño tanque que divide los distintos caudales a ser tratados. Fig.9. Se puede eliminar este tanque siempre y cuando el proyecto no lo requiera.

Fig. 8. Ejemplo de Tanque Repartidor



Fuente: [39]

1.1.3.6.3. Desarenador

El desarenador es un proceso esencial dentro de la PTAR puesto que cumple con la eliminación de sólidos en suspensión, Fig 10 así como la exclusión de cenizas, gravas, arenas entre otros, el mismo que puede ser realizado por uno o varias unidades de proceso dependiendo el caudal y el servicio que brinde la PTAR. [37]

Fig. 9.Ejemplo de Desarenador



Fuente: [40]

1.1.3.6.4. Tanque séptico

Un tanque séptico denominado también como fosa séptica busca la transformación de la materia orgánica mediante la transformación físico química de la materia orgánica contenida en las aguas involucradas. Se considera una forma ágil y de bajo costo de tratar las aguas residuales recomendada para sectores rurales o parajes aislados, Fig.11. sin embargo, el tratamiento no es completo a diferencia de otra clase de tanque séptico como la estación depuradora. [37]

Fig. 10. Ejemplo de Tanque Séptico



Fuente: [41]

1.1.3.6.5. Filtro biológico aerobio de flujo ascendente FAFA

El filtro anaerobio considerado de flujo ascendente es un proceso en el cual se utiliza un medio filtrante que generalmente puede ser piedra triturada (denominado cuerpo poroso) Fig 12 que se lleva a generar contacto con una fina biopelícula e microorganismos adheridos a la superficie que permite realizar de una manera óptima la degradación anaerobia, cumpliendo con su principal función de reducir la carga contaminante de las aguas residuales. [37]

Fig. 11 Ejemplo de Filtro biológico aerobio de flujo ascendente



Fuente: [42]

1.1.3.6.6. Lecho de secado de lodos

Por lo general se considera como uno de los últimos componentes de la PTAR es una infraestructura donde se separa los lodos de todo el proceso para su próximo secado al ambiente, permitiendo reutilizar dicho lodo seco como abono u otro uso industrial Fig.14. [37]

Fig. 12. Ejemplo de Lecho de secado de lodos



Fuente: [43]

1.1.3.7. Tipo de tratamientos de aguas residuales

Los tipos de contaminantes así como la próxima reutilización del agua tratada influye dentro de la elección del proceso o técnica de tratamiento pero por lo general se utilizar un proceso que permite eliminar adecuadamente todos los contaminantes siendo los lodos activados y la digestión anaerobia procesos que a lo largo de la historia han funcionado correctamente [44].

1.1.3.7.1. Pretratamiento

El Pretratamiento es el proceso mediante el cual se eliminan elementos notables cuya presencia visual es de gran envergadura, mitigando el riesgo de problemas en el funcionamiento y mantenimiento en los procesos y sistemas auxiliares próximos.

Fig 14 [34]

Fig. 13 Ejemplo de Pretratamiento



Fuente: [45]

1.1.3.7.2. Tratamiento primario

La principal función es la eliminación, mediante el cribado y la sedimentación, de residuos grandes y sólidos orgánicos o inorgánicos gruesos mediante operaciones de tamizado y sedimentación como se muestra en Fig 15 [34]

Fig. 14. Ejemplo de Tratamiento Primario



Fuente: [46]

1.1.3.7.3. Tratamiento secundario

El tratamiento secundario se encuentra direccionado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables [33], siendo un proceso donde los microbios son usados para la eliminación de materia orgánica biodegradable suspendida y disuelta así como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) [47].

Fig. 15..Ejemplo de Tratamiento Secundario



Fuente: [48]

1.1.3.7.4. Tratamiento terciario o Avanzado

Se considera la última fase donde su principal enfoque es la recuperación del agua en su totalidad, donde mediante procesos y mecanismos avanzados se destruye y elimina los nutrientes y exceso de materia orgánica que no fueron tratado en procesos anteriores entre los tratamientos de mayor renombre tenemos la coagulación química, filtración y carbón activado, así como la floculación y sedimentación. [34]

Fig. 16. Ejemplo de Tratamiento Avanzado



Fuente:[49]

1.1.3.8. Procesos para el tratamiento de aguas residuales

La reducción del impacto ambiental producto de las aguas residuales debe pasar por algunos procesos sean estos físicos, químicos y biológicos que permitan tener un adecuado tratamiento que impidan la contaminación y la generación de enfermedades infecciosas a la población. [50].

1.1.3.8.1. Procesos físicos, químicos y biológicos

En la Tabla 2. Se muestra Los procesos físicos, químicos y biológicos son componentes esenciales en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Estos procesos trabajan de manera conjunta para eliminar los contaminantes presentes en las aguas residuales antes de ser liberadas al medio ambiente.

Tabla 2. Tipos de procesos para el tratamiento de aguas residuales

Proceso Físico	Proceso Químico	Proceso Biológico
Cribado	Neutralización	Microorganismos
Filtración	Precipitación química	Aerobio
Sedimentación	Intercambio iónico	Anóxicos
Coagulación	Oxidación- reducción	Anaerobios
Flotación	Electrodialisis	Combinados
Centrifugación	Desinfección	
Tecnología de membranas	Adsorción	

Fuente: El Autor

1.1.3.9. Marco normativo del agua residual tratada

EL Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) establecida en el año 2015 nos brinda los parámetros y requerimientos de descarga del agua tratada en diferentes cuerpos de agua, los cuales se detallan en la tabla 3,4,5. [33]

Tabla 3. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetro	Expresado como:	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	70
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	0
Alkil mercurio	-	mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico total	As	mg/l	0.1
Cadmio	Cd	mg/l	0.02
Cianuro total	CN	mg/l	1
Cinc	Zn	mg/l	10
Cloro activo	Cl	mg/l	0.5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0.1
Cobalto total	Co	mg/l	0.5
Cobre	Cu	mg/l	1
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0.2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0.05
Cromo hexavalente	Cr +6	mg/l	0.5
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	250
Demanda Química de oxígeno	DQO	mg/l	50
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1
Fósforo total	P	mg/l	5
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20
Hierro total	Fe	mg/l	25
Manganeso total	Mn	mg/l	10
Mercurio total	Hg	mg/l	0.01
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno total	N	mg/l	60
Organofosforados	Especies totales	mg/l	0.1
Plata	Ag	mg/l	0.5
Plomo	Pb	mg/l	0.5
Potencial de hidrógeno	pH		6 - 9
Selenio	Se	mg/l	0.5
Sólidos sedimentables	SD	mg/l	20
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/l	220
Sólidos totales	ST	mg/l	1600
Sulfatos	SO_4^{-2}	mg/l	400
Sulfuros	s	mg/l	1
Temperatura	°C	mg/l	< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1

Fuente: TULSMA 2015 [51].

Tabla 4. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetro	Expresado como:	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30
Alkil mercurio	-	mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico total	As	mg/l	0.1
Bario	Ba		2
Boro total	B	mg/l	2
Cadmio	Cd	mg/l	0.02
Cianuro total	CN	mg/l	0.1
Cinc	Zn	mg/l	5
Cloro activo	Cl	mg/l	0.5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0.1
Cloruros	Cl^{-1}	mg/l	1000
Cobalto total	Co	mg/l	0.5
Cobre	Cu	mg/l	1
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0.2
Cromo hexavalente	Cr^{+6}	mg/l	0.5
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	100
Demanda Química de oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5
Fluoruros	F	mg/l	5
Fósforo total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe		10
Manganeso total	Mn	mg/l	2
Materia flotante	Visibles	mg/l	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0.005
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30
Nitrógeno total	N	mg/l	50
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0.05
Organofosforados	Organofosforados totales	$\mu g/l$	0.1
Plata	Ag	mg/l	0.1
Plomo	Pb	mg/l	0.2
Potencial de hidrógeno	pH		6 - 9
Selenio	Se	mg/l	0.1
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1600
Sulfatos	SO_4^{-2}	mg/l	1000
Sulfuros	S	mg/l	0.5
Temperatura	$^{\circ}C$	mg/l	Condición neutral ± 3
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0.5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1

Fuente: TULSMA 2015 [51].

Tabla 5. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina

Parámetro	Expresado como:	Unidad	Límite máximo permisible	
			Zona de rompientes	Mediante emisarios submarinos
Aceites y grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30	30
Arsénico total	As	mg/l	0.5	0.5
Aluminio	Al	mg/l	5	5
Cianuro total	CN-	mg/l	0.2	0.2
Cinc	Zn	mg/l	10	10
Cobre	Cu	mg/l	1	1
Cobalto	Co	mg/l	0.5	0.5
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	2000	2000
Color	Color verdadero	Unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0.2	0.2
Cromo hexavalente	Cr^{+6}	mg/l	0.5	0.5
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200	400
Demanda Química de oxígeno	DQO	mg/l	400	600
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20	20
Materia flotante	Visibles	mg/l	Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0.01	0.01
Nitrógeno total	N	mg/l	40	40
Potencial de hidrógeno	pH	mg/l	6 - 9	6 - 9
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/l	250	250
Sulfuros	S	mg/l	0.5	0.5
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	50	50
Organofosforados	Organofosforados totales	μ g/l	100	100
Carbonatos	Especie totales	mg/l	0.25	0.25
Temperatura	$^{\circ}$ C	mg/l	<35	<35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0.5	0.5

Fuente: TULSMA 2015 [51].

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- ✓ Evaluar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Cruz Huayco de la parroquia Juan Benigno Vela, del cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos específicos

- ✓ Realizar el levantamiento de información respecto al funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Santa Cruz, para el dimensionamiento de las unidades existentes.
- ✓ Analizar el influente y efluente de la planta de tratamiento en estudio.
- ✓ Examinar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en base a la normativa vigente TULSMA.
- ✓ Proponer un rediseño para el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales según el análisis realizado con sus respectivos planos.

CAPÍTULO II

2.1. Materiales y Equipos

Los equipos y materiales utilizados en la elaboración del presente proyecto se detallan en las Tablas 6,7,8,9,10.

Tabla 6. Equipos y Materiales

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
GPS	<p>Este dispositivo posibilita la ubicación precisa de objetos en la Tierra mediante la utilización de satélites. Esta tecnología permite determinar la posición de un punto con una precisión de incluso centímetros como se muestra en la Fig. 17.</p> <p style="text-align: center;">Fig. 17. GPS</p> <div style="text-align: center;">A photograph of a Garmin Etrex 10 handheld GPS device. The device is black with yellow accents on the top and bottom edges. The screen displays a menu with several icons and text in French: 'Carte', 'Où aller?', 'Compas', 'Calculateur de voyage', 'Chasses au trésor', and 'Config.'. The 'GARMIN' logo is visible at the bottom of the screen.</div> <p style="text-align: center;">Fuente [52]</p>

Fuente: El autor

Tabla 7. Equipos y Materiales

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
<p>ESTACIÓN TOTAL</p>	<p>La estación total es ampliamente utilizada en topografía debido a su relativa asequibilidad. Su función principal es la captura de coordenadas al tomar puntos. Para su operación, se basa en un sistema infrarrojo y depende de un prisma conectado a un jalón con distancias predefinidas. Sin embargo, en situaciones donde se deben medir distancias largas, el prisma no es necesario; en su lugar, se requiere una vista directa del área a través de la lente óptica de la estación total, siempre que no haya obstáculos que dificulten la lectura, como se muestra en la Fig 18.</p> <p style="text-align: center;">Fig. 18. Equipo RTK</p>  <p style="text-align: center;">Fuente:[53]</p>
<p>COMPUTADORA PORTÁTIL.</p>	<p>Equipo de marca Dell de séptima generación con softwares incluidos para el desarrollo del presente proyecto, como se muestra en la Fig 19.</p> <p style="text-align: center;">Fig. 19. Computadora Portátil</p>  <p style="text-align: center;">Fuente:[54]</p>

Fuente: El autor

Tabla 8. Equipos y Materiales

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Celular	<p data-bbox="659 349 1359 712">Un dispositivo móvil puede ser descrito como un pequeño dispositivo con capacidades de procesamiento limitadas, que se conecta de manera continua o intermitente a una red, posee una memoria y ha sido diseñado principalmente para funciones de acuerdo al beneficio del usuario como se muestra en la Fig 20.</p> <p data-bbox="906 734 1110 768">Fig. 20. Celular</p>  <p data-bbox="930 1227 1086 1261">Fuente:[54]</p>
CINTA, CLAVOS, MOJONES	<p data-bbox="659 1402 1359 1536">Materiales extras que permiten un apoyo en torno al levantamiento topográfico como se muestra en la Fig 21.</p> <p data-bbox="842 1615 1171 1648">Fig. 21. Clavos, Mojones</p>  <p data-bbox="930 1890 1086 1924">Fuente:[55]</p>

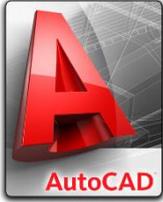
Fuente: El autor

Tabla 9. Equipos y Materiales

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
<p>CALCULADORA</p>	<p>Equipo que facilita los cálculos relacionados con la evaluación de la planta de tratamiento que hemos implementado como se muestra en la Fig 22.</p> <p>Fig. 22. Ejemplo de Calculadora Básica</p>  <p>Fuente: [56]</p>
<p>CUADERNO Y HOJAS PAPEL BOND</p>	<p>Material básico de uso diario dentro del presente proyecto.</p> <p>Fig. 23. Ejemplo de Cuaderno</p>  <p>Fuente: [57]</p>

Fuente: El autor

Tabla 10. Equipos y Materiales

DESCRIPCIÓN	
PROGRAMAS COMPUTACIONALES	<p>GOOGLE EARTH</p> <p>Fig. 24 Google Earth</p>  <p>Fuente:[58]</p>
	<p>AUTOCAD</p> <p>Fig. 25. Autocad</p>  <p>Fuente: [59]</p>
	<p>EXCEL</p> <p>Fig. 26.Excel</p>  <p>Fuente:[60]</p>
	<p>CIVIL 3D</p> <p>Fig. 27Autodesk</p>  <p>Fuente:[61]</p>

Fuente: El autor

METODOLOGÍA

2.2. Metodología

El presente proyecto experimental se busca analizar el funcionamiento de la planta de aguas residuales del sector Cruz Huayco para lo cual se implementará actividades mediante una metodología que permita obtener resultados macro, meso y micro. Como se muestra en la Tabla 11, 12, 13 y 14 con las actividades de acuerdo a cada objetivo.

Tabla 11. Objetivo 1

OBJETIVO 1

<i>ÍTEM</i>	<i>ACTIVIDAD</i>	<i>METODOLOGÍA</i>	<i>RESULTADO</i>
1	Realizar el levantamiento de información respecto al funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Santa Cruz, para el dimensionamiento de las unidades existentes.	Se realiza un estudio bibliográfico de la zona analizando el Cantón, la parroquia y los barrios en el cual se encuentra involucrado el proyecto	Ubicación de la zona de estudio (Macro, meso y micro).
2	Visita Técnica del Área del proyecto	Se asiste al sector en conjunto con las autoridades y sectores beneficiario para realizar una inspección de la PTAR	Estado de la Planta de Tratamiento en estudio
3	Levantamiento Topográfico	Se procede a realizar el levantamiento de toda la zona del sitio donde se encuentra construida la PTAR, así como cada uno de los elementos que lo conforman	Puntos de coordenadas Elaboración de un plano detallado o implantación de la PTAR en estudio.

Fuente: El autor

Tabla 12. Objetivo 2

OBJETIVO 2

ÍTEM	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADO
1	Medición del actual mediante el método adecuado	Se toma muestras durante la semana para analizar el caudal de entrada y de salida	Caudal de ingreso y egreso
2	Análisis de los parámetros iniciales de estudio, población extensión, etc.	Se calcula los parámetros iniciales basado en las normas vigentes	Periodo de diseño Población de diseño
3	Formulación de tablas	Mediante métodos estadísticos desarrollamos cálculos y tablas para entender el ingreso y egreso de caudales	Caudal de mayor ingreso a la PTAR

Fuente: El autor

Tabla 13. Objetivo 3

OBJETIVO 3

ÍTEM	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADO
1	Examinar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en base a la normativa vigente TULSMA.	Visita técnica presencial e inspección de cada uno de los elementos de nuestra PTAR en estudio.	Estado de la infraestructura de la PTAR

Fuente: El autor

Tabla 14. Objetivo 4

OBJETIVO 4

<i>Ítem</i>	<i>Actividad</i>	<i>Metodología</i>	<i>Resultado</i>
1	Comparación de datos obtenidos con las normas vigentes	Mediante el análisis realizado en comparación con el TULSMAN se crea recomendaciones que permitan identificar puntos de falla de la PTAR	Recomendaciones para mejorar el estado de la PTAR
2	Búsqueda de información sobre costos de material, maquinaria y mano de obra	Desglosamiento de rubros de todos los procesos a mejorar dentro de nuestra PTAR	Análisis de precio unitarios APU y especificaciones técnicas
3	Determinación de un presupuesto referencial	Establecer un valor de construcción para las mejoras establecidas y recomendadas.	Presupuesto referencial de las mejoras.

Fuente: El autor

2.2.1. Plan de recolección de información

2.2.1.1. Primera fase: revisión bibliográfica.

Durante esta etapa, se lleva a cabo una revisión de la literatura que implica examinar libros, recursos en la web, artículos científicos, tesis, normativas y documentos relacionados con el desarrollo del presente proyecto. Esta recopilación de datos servirá como la base teórica para los objetivos del presente estudio.

2.2.1.2.Segunda Fase: Levantamiento de información de la PTAR

En esta etapa se almacena un conjunto de información referente a la planta de tratamiento de aguas residuales Cruz Huayco y del sector involucrado, obteniendo datos de relevancia tales como su ubicación geográfica, población beneficiada y actividades socioeconómicas de los habitantes.

2.2.1.3.Tercera Fase: Investigación de campo

Esta etapa se busca determinar la cantidad de caudal de la PTAR tanto en el ingreso como en el flujo de la salida, identificando las horas de mayor demanda mediante una visita técnica para obtener un muestreo con mayor exactitud.

2.2.1.4.Cuarta Fase: Análisis de laboratorio del agua residual

En esta Etapa se analiza la calidad de agua residual identificando parámetros como: pH, DQO, DBO5, sólidos suspendidos y sólidos totales, análisis que se deben realizar al ingreso y salida de la PTAR, muestras que deben ser enviadas a un laboratorio certificado para evitar los mayores errores posibles.

2.2.1.5.Quinta Fase: Evaluación y verificación del funcionamiento de la PTAR

En esta etapa, los resultados obtenidos dentro del laboratorio serán comparados con los valores brindados por la normativa vigente TULSMA, además se debe realizar un diagnóstico técnico y el estado actual de los componentes hidráulicos existentes.

2.2.2. Plan de recolección de datos

2.2.2.1.Etapa I: Levantamiento de información de la PTAR.

En esta etapa se realiza un análisis documental tomando en cuenta el Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia, analizando la situación de la parroquia y de los barrios involucrados y beneficiados con el presente proyecto, en esta etapa conversamos con la comunidad y autoridades acerca del proceso de funcionamiento

de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con el fin de entender como una correcta propuesta y análisis puede dar un mayor beneficio a la parroquia Fig 28.

A Través de esta etapa logramos entender las actividades en situ que realiza la comunidad para identificar qué tipo de agua residual ingresa a la Planta de Tratamiento de Aguas residuales del sector el Huayco y las horas de mayor demanda de flujo de agua residual desde la red de alcantarillado hasta nuestra planta en estudio. [13]

Fig. 28. Planta de Tratamiento en Estudio



Fuente: Autor

2.2.2.2.Ubicación

La parroquia Juan Benigno Vela se fundó en 1932 y en la actualidad cuenta con una población de 8,755 habitantes, según las estimaciones del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Está situada al sur de las parroquias Pasa y Pilahuin, al norte de los cantones Tisaleo y Mocha, al oeste del Cantón Tisaleo y la parroquia Santa Rosa, y al este de la parroquia Pilahuin. La parroquia tiene una extensión de 3,632.72 hectáreas, según la información cartográfica proporcionada por

Fig. 30. Riego



Fuente: [63]

2.2.2.5. Manejo de Residuos Sólidos

A lo largo de los años, la gestión de residuos sólidos en la parroquia ha mostrado una evolución marcada. En 1990, solamente el 0.07% de las viviendas tenía acceso a servicios de recolección de basura, cifra que aumentó al 0.17% en 2001 y alcanzó el 50.65% en 2010. Este progreso se debe en gran medida a las acciones emprendidas por el Gobierno Autónomo. Descentralizado (GAD) Municipal de Ambato, que ha mejorado el acceso a este servicio. Fig 31. No obstante, el problema de la acumulación de basura en las calles y comunidades sigue siendo significativo. Según los datos del Censo 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la gestión de residuos sólidos se distribuyó de la siguiente manera: un 0.65% se recolectó mediante carros recolectores, un 4.42% se arrojó en terrenos, un 40.88% se quemó, un 3,53% se enterró, un 0,28% se lanzó[13]

Fig. 31. Manejo de Residuos



Fuente: [64]

2.2.2.6.Servicio de Alcantarillado

En lo que respecta al servicio de alcantarillado o eliminación de excretas, se observa un notable aumento en el censo de 1990, donde solo un 3.55% de las viviendas disponían de baños exclusivos. Para el año 2001, esta cifra se incrementó significativamente al 41,46%, y en el censo de 2010, llegó al 80,95%. Este aumento considerable se debe a que la implementación de dicho servicio dependa exclusivamente de los propietarios de las viviendas Fig 32.

En el periodo 2010 y 2015, se realizaron las siguientes mejoras en la dotación del sistema de alcantarillado en Pataló Alto (50%), Barrio La Elevación (60%), Barrio San Miguel (cabecera-60%), San Miguel (60%), Chacapungo (70%), San José (50%). En el año 2020, se observa que las comunidades con los mayores avances en la mejora del servicio de alcantarillado son San Miguel, Patalo Alto y Chacapungo. Actualmente, la parroquia ha alcanzado una cobertura de alcantarillado del 80%, mientras que el 7% utiliza pozos ciegos, un 6.5% emplea otros sistemas y un 6.5% no cuenta con ningún tipo de servicio de alcantarillado. Esto indica un incremento y una mejora significativa en la disponibilidad de alcantarillado en la parroquia[13]

Fig. 32. Servicio de Alcantarillado



Fuente[64]

2.2.2.7.Actividad Agrícola

Según los datos recopilados en la parroquia, se estima que hay alrededor de 4,124.79 hectáreas de tierras destinadas a la producción agropecuaria. De estas tierras, 1,514.79 hectáreas se utilizan para pasto, de las cuales 700 hectáreas se emplean activamente en actividades ganaderas, especialmente en la producción de leche y la comercialización de ganado. Además, hay 450 hectáreas dedicadas al cultivo de papas, 380 hectáreas de fresa, 330 hectáreas de habas, 250 hectáreas de mellocos, 220 hectáreas. Fig 33. El 36,72% de terreno utilizado para la agricultura tiene pasto, el 16,97 está disponible para la crianza de ganado, el 10,91% papas, el 9,21% fresa, el 8% habas, el 6,06% mellocos, el 5,33% alverja, el 4,36 % mashua, y el 2,42% maíz. La producción de pasto es para autoconsumo, el 94% de producción de papas, 98% de fresa, 90% de zanahoria, 98% de cebolla y el 90% de haba es para venta.[13]

Fig. 33.Actividad Agrícola



Fuente : [64]

2.2.2.8. Actividad Pecuaria

De las 700 hectáreas dedicadas a la actividad ganadera, se utilizan tanto para el ganado de carne como para la producción de leche. Además, algunas familias se dedican a la cría de animales menores como cuyes y gallinas. Esta producción, según la información recopilada en el campo, se vende en la Feria de Tisaleo, en la feria de la UNOPUCH que tiene lugar todos los miércoles, y en el Mercado Mayorista de Ambato. Fig 34 La Unión de Organizaciones del pueblo de Chibuleo (UNOPUCH) produce diariamente 1,500 litros de leche de manera cooperativa, que se entregan a la empresa Parmalat, generando un ingreso económico estable para las familias que se han involucrado en esta actividad de comercialización cooperativa con valor agregado.[13]

Fig. 34. Actividad Pecuaria



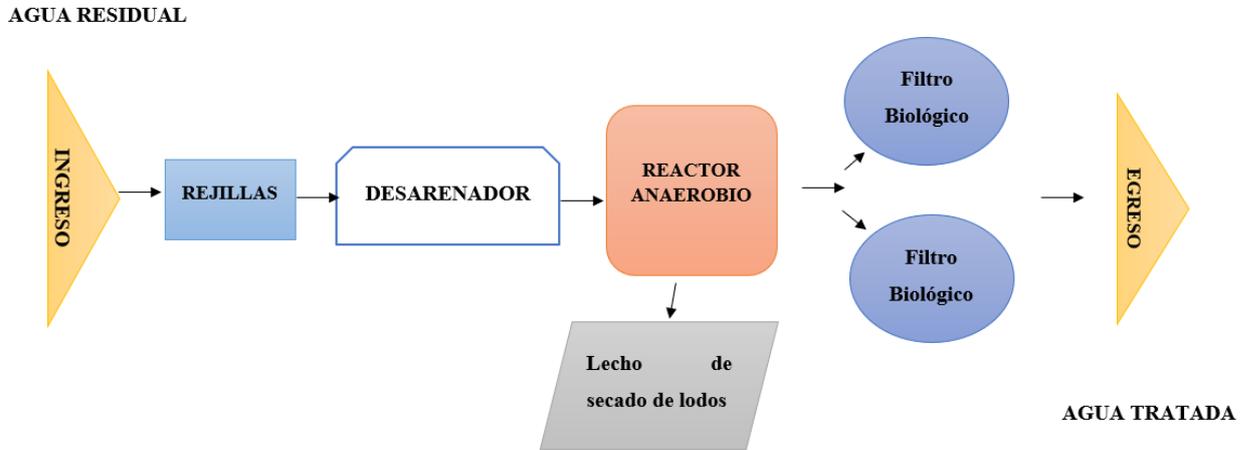
Fuente : [64] /

2.2.3. Etapa II: Investigación de campo

2.2.3.1. Unidades y Diagrama de Flujo de la PTAR.

La planta de tratamiento del sector Cruz Huayco es una planta de tratamiento que ha beneficiado durante años a la población del sector en el aporte de tratar a las aguas residuales que permitan mitigar el impacto ambiental, así como la aparición de enfermedades. El diagrama de flujo se muestra en la Fig 35 el mismo que se explica el orden de cada sistema.

Fig. 35 Diagrama de Flujo



Fuente: Autor

2.2.3.2. Medición de caudales

Se empleó el método volumétrico en el análisis de los volúmenes de la planta de tratamiento bajo estudio. Se utilizó un recipiente de 10 litros tanto para calcular el volumen de entrada como el de salida, midiendo el tiempo que tarda en llenarse completamente. Este procedimiento se llevó a cabo tanto en la entrada como en la salida de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

La elección del momento y la ubicación específica para tomar muestras con características particulares se fundamenta en la capacidad de la PTAR. Este criterio está influido por el nivel de variabilidad en el flujo de agua, como se describe en el libro "Metcalf y Eddy" [22].

De acuerdo con Metcalf & Eddy, para obtener datos más representativos en nuestra muestra, se sugiere considerar las actividades previamente analizadas en el sector. En nuestro caso, dentro de la muestra de 30 días, optaremos por seleccionar una variable que abarque 7 días consecutivos (de lunes a domingo). Se parte de la

premisa de que las actividades permanecen constantes a lo largo del mes, a menos que ocurran eventos naturales o humanos con notificación previa.

2.2.3.3.Caudales de entrada a la PTAR

Se obtuvo 10 valores diarios que se indica en la Tabla 15 en un horario de 8h00 – 17h00 en los días antes mencionados Este intervalo de tiempo se eligió para obtener datos más precisos y de acuerdo con la realidad de la zona.

Tabla 15. Resumen de medición de caudales de entrada a la PTAR (l/s)

MEDICIÓN DE CAUDALES INGRESO PTAR LITROS/SEGUNDOS							
PERIODO							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
8:00 A 9:00	2.959	3.254	2.875	3.289	2.981	3.001	3.395
9:00 A 10:00	2.941	3.191	2.953	3.268	2.991	3.129	3.268
10:00 A 11:00	2.907	2.991	3.050	3.257	2.85	2.991	3.357
11:00 A 12:00	3.155	3.051	3.449	3.279	3.01	3.238	3.379
12:00 A 13:00	4.000	3.581	3.944	3.247	3.472	3.984	3.447
13:00 A 14:00	4.032	4.001	3.999	2.994	3.992	3.875	2.994
14:00 A 15:00	3.623	3.451	3.721	3.185	3.612	3.812	3.385
15:00 A 16:00	3.846	3.798	3.812	2.786	3.652	3.651	2.686
16:00 A 17:00	3.268	3.331	3.451	2.890	3.272	3.034	2.790

Fuente: Autor

La estadística descriptiva se utiliza para resumir y describir características importantes de un conjunto de datos. En el caso de los caudales de ingreso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), la estadística descriptiva podría incluir medidas como la media, la mediana, la moda, la desviación estándar, entre otras. Aquí hay algunas estadísticas descriptivas comunes que podrían aplicarse a los caudales de ingreso como se muestra en las Tablas 16,17,18,19,20,21,22,23,24.

Tabla 16. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR LUNES (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE ENTRADA PTAR - (l/s)			
LUNES			
Media	3.387	Rango	1.125
Mediana	3.268	Mínimo	2.907
Desviación estándar	1.733	Máximo	4.032
Varianza de la muestra	0.217	Suma	30.731
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 17. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR MARTES (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE ENTRADA PTAR - (l/s)			
MARTES			
Media	3.391	Rango	1.010
Mediana	3.331	Mínimo	2.991
Desviación estándar	0.914	Máximo	4.001
Varianza de la muestra	0.114	Suma	30.649
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 18. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR MIÉRCOLES
(l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE ENTRADA PTAR - (l/s)			
MIERCOLES			
Media	3.448	Rango	2.875
Mediana	3.451	Mínimo	2.875
Desviación estándar	1.483	Máximo	3.999
Varianza de la muestra	0.185	Suma	31.254
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 19. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR JUEVES (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE ENTRADA PTAR - (l/s)			
JUEVES			
Media	3.127	Rango	2.786
Mediana	3.247	Mínimo	2.786
Desviación estándar	0.294	Máximo	3.289
Varianza de la muestra	0.037	Suma	28.195
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 20. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR VIERNES (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE ENTRADA PTAR - (l/s)			
VIERNES			
Media	3.295	Rango	2.850
Mediana	3.272	Mínimo	2.850
Desviación estándar	1.212	Máximo	3.992
Varianza de la muestra	0.152	Suma	29.832
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 21. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR SÁBADO (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE ENTRADA PTAR - (l/s)			
SÁBADO			
Media	3.391	Rango	0.993
Mediana	3.238	Mínimo	2.991
Desviación estándar	1.358	Máximo	3.984
Varianza de la muestra	0.170	Suma	30.715
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 22. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR DOMINGO (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE ENTRADA PTAR - (l/s)			
DOMINGO			
Media	3.177	Rango	0.761
Mediana	3.357	Mínimo	2.686
Desviación estándar	0.668	Máximo	3.447
Varianza de la muestra	0.084	Suma	28.700
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 23. Estadística descriptiva caudales de ingreso a la PTAR (l/s)

DIA	MEDIA (l/s)
Lunes	3.387
Martes	3.391
Miércoles	3.448
Jueves	3.127
Viernes	3.295
Sábado	3.177
Domingo	3.391

Fuente: Autor

Tabla 24. Estadística descriptiva-medición de caudales de entrada a la PTAR

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE ENTRADA PTAR - (l/s)			
SEMANA			
Media	3.315	Rango	3.127
Mediana	3.387	Mínimo	3.127
Desviación estándar	0.089	Máximo	3.448
Varianza de la muestra	0.015	Suma	23.216
		Cuenta	7

Fuente: Autor

Según los análisis estadísticos realizados, se concluye que el caudal de estudio más representativo es el del día lunes, específicamente en el intervalo de 13:00 a 14:00 horas. Esta elección se fundamenta en la situación económica del sector. Además, es relevante tener en cuenta que la media de la muestra semanal se estima en 4,032 litros por segundo. Estos datos son cruciales para llevar a cabo una evaluación precisa.

Fig. 36. Medición del caudal de ingreso a la PTAR.



Fuente: Autor

2.2.3.4. Caudales de salida a la PTAR

Al analizar los caudales de salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), también se pueden aplicar estadísticas descriptivas para entender y describir las características de este conjunto de datos. Aquí se presentan algunas medidas comunes que se consideran para el presente análisis individual que se muestra en las Tablas

Tabla 25. Caudales de salida de la PTAR

MEDICIÓN DE CAUDALES INGRESO PTAR LITROS/SEGUNDOS							
PERIODO							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
8:00 A 9:00	2.500	2.506	2.636	2.809	2.723	2.652	2.576
9:00 A 10:00	2.481	2.525	2.561	2.725	2.644	2.577	2.505
10:00 A 11:00	2.463	2.571	2.467	2.618	2.543	2.481	2.414
11:00 A 12:00	2.469	2.494	2.608	2.778	2.694	2.624	2.550
12:00 A 13:00	2.825	2.994	2.955	3.175	3.066	2.975	2.880
13:00 A 14:00	2.320	2.381	3.008	3.236	3.123	3.029	2.931
14:00 A 15:00	2.833	2.770	2.870	3.077	2.974	2.889	2.799
15:00 A 16:00	2.427	2.506	2.912	3.125	3.019	2.932	2.839
16:00 A 17:00	2.825	2.770	2.737	2.924	2.831	2.754	2.672

Fuente: Autor

Tabla 26. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR LUNES (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE SALIDA PTAR - (l/s)			
LUNES			
Media	2.565	Rango	0.513
Mediana	2.481	Mínimo	2.320
Desviación estándar	0.316	Máximo	2.833
Varianza de la muestra	0.040	Suma	23.144
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 23. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR MARTES (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE SALIDA PTAR - (l/s)			
MARTES			
Media	2.607	Rango	0.613
Mediana	2.525	Mínimo	2.381
Desviación estándar	0.295	Máximo	2.994
Varianza de la muestra	0.037	Suma	23.518
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 27. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR MIÉRCOLES
(l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE SALIDA PTAR - (l/s)			
MIERCOLES			
Media	2.790	Rango	2.467
Mediana	2.814	Mínimo	2.467
Desviación estándar	0.447	Máximo	3.102
Varianza de la muestra	0.056	Suma	25.187
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 28. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR JUEVES (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE SALIDA PTAR - (l/s)			
JUEVES			
Media	2.933	Rango	2.618
Mediana	2.924	Mínimo	2.618
Desviación estándar	0.390	Máximo	3.236
Varianza de la muestra	0.049	Suma	26.466
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 29. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR VIERNES (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE SALIDA PTAR - (l/s)			
VIERNES			
Media	2.840	Rango	2.543
Mediana	2.831	Mínimo	2.543
Desviación estándar	0.342	Máximo	3.123
Varianza de la muestra	0.043	Suma	25.618
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 30. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR SÁBADO (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE SALIDA PTAR - (l/s)			
SABADO			
Media	2.762	Rango	0.549
Mediana	2.754	Mínimo	2.481
Desviación estándar	0.306	Máximo	3.029
Varianza de la muestra	0.038	Suma	24.912
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 31. Estadística descriptiva caudales de egreso de la PTAR DOMINGO (l/s)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE SALIDA PTAR - (l/s)			
DOMINGO			
Media	2.680	Rango	0.517
Mediana	2.672	Mínimo	2.414
Desviación estándar	0.271	Máximo	2.931
Varianza de la muestra	0.034	Suma	24.167
		Cuenta	10

Fuente: Autor

Tabla 32. Resumen de medias diarias de caudales de salida de la PTAR

DIA	MEDIA (l/s)
Lunes	2.565
Martes	2.607
Miércoles	2.790
Jueves	2.933
Viernes	2.840
Sábado	2.680
Domingo	2.762

Fuente: Autor

Tabla 33. Estadística descriptiva-medición de caudales de salida de la PTAR

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CAUDALES DE SALIDA PTAR - (l/s)			
SEMANA			
Media	2.737	Rango	2.565
Mediana	2.762	Mínimo	2.565
Desviación estándar	0.102	Máximo	2.933
Varianza de la muestra	0.017	Suma	19.176
		Cuenta	7

Fuente: Autor

La Tabla 33 se presenta los datos de caudal que se considera tratado por la planta de Tratamiento en este caso tenemos una media de 2,737 l/s correspondiente al caudal relación que tiene con la retención de los componentes hidráulicos el mismo que se considera coherente en relación a nuestra toma de datos

Fig. 37.Medición del caudal de salida de la PTAR.



Fuente: Autor

2.2.4. . Etapa III: Análisis de laboratorio del agua residual

2.2.4.1.Toma de muestras

Se eligió adoptar un enfoque experimental para la adquisición de muestras de agua residual, llevando a cabo la recolección el martes 11 de octubre de 2022 a las 08:00 horas, momento en el cual se observó el caudal más alto según las mediciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Esta elección se fundamenta en la adhesión a los principios establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, en particular, en sus normativas NTE INEN 2 169:1998, que regula el proceso de muestreo, manejo y conservación de muestras de agua residual, destacando la preferencia por el uso de envases de vidrio oscuro o ámbar como se muestra en la Fig 38,39,40.Asimismo, se considera la normativa NTE INEN 2 176:1998, que aborda técnicas de muestreo en relación a la calidad del agua.. [9]

Fig. 38. Recolección de muestras de agua residual del efluente de la PTAR.



Fuente: Autor

Fig. 39. Recolección de muestras de agua residual del afluente de la PTAR.



Fuente: Autor

Fig. 40. Conservación y transporte de muestras obtenidas de la PTAR



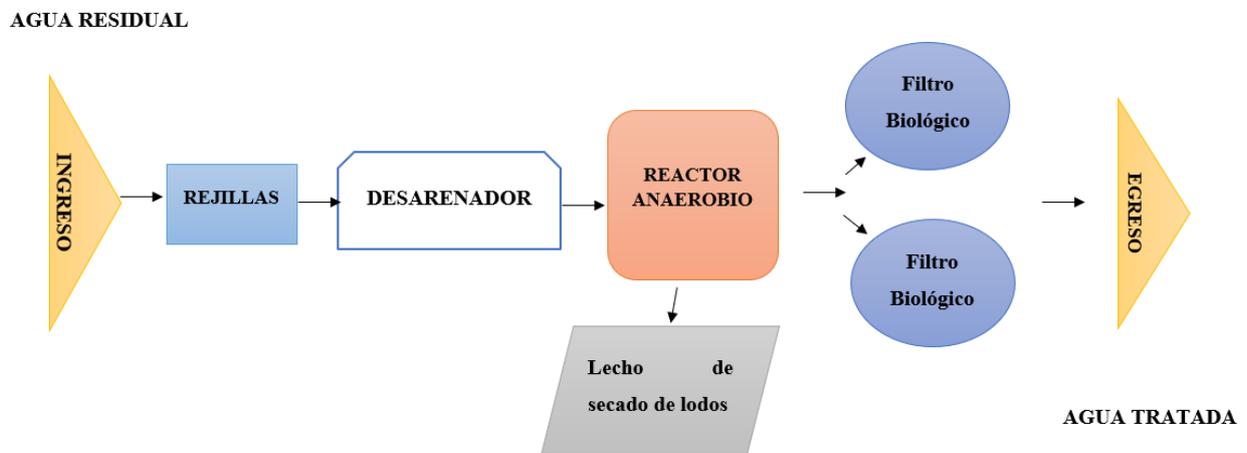
Fuente: Autor

2.2.5. Etapa IV: Evaluación y verificación del funcionamiento de la PTAR

La PTAR está conformada por los siguientes elementos: tanque repartidor de caudales, cribado, trapa de grasas, 2 filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA), tanque séptico, lecho de secado de lodos y un pozo de salida, que se detalla posteriormente en Fig 41.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de nuestra planta de tratamiento

Fig. 41. Proceso de tratamiento actual de la PTAR.



Fuente: Autor

Fig. 42. Ortofoto PTAR



Fuente: Autor

Durante esta etapa, se lleva a cabo un análisis del rendimiento de todos los elementos hidráulicos presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales mediante un enfoque descriptivo. Se realizó una evaluación detallada de la condición actual y se inspeccionaron las unidades para determinar su funcionamiento.

2.2.5.1.Ingreso

El punto de Ingreso de la PTAR en estudio visualmente se encuentra trabajando adecuadamente con un poco de desgaste es su tapa, pero sin obstrucciones ni taponamientos internos como se muestra en la Fig 43.

Fig. 43. Proceso de tratamiento actual de la PTAR.



Fuente: Autor

2.2.5.2.Cribado y Desarenador

Aunque la infraestructura está operativa y funcionando adecuadamente, requiere trabajos de limpieza y despeje de la vegetación que crece alrededor de la infraestructura. El desarenador recibe el flujo de aguas residuales el mismo que es controlado por dos compuertas de control desde el sistema de alcantarillado y lo dirige hacia el reactor anaerobio. Está en óptimas condiciones diseñado para capturar desechos sólidos de gran tamaño, evitando así su paso a las demás etapas del proceso en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), los mismo que podrían afectar su funcionamiento. como se muestra en la Fig 44.

Fig. 44. Cribado/desarenador repartición de caudales PTAR.



Fuente: Autor

2.2.5.3.Reactor Anaerobio

El reactor anaerobio de la PTAR en estudio cumple la función de eliminación de materia orgánica albergando microorganismos anaerobios generando principalmente metano y dióxido de carbono, se considera de mayor eficiencia que el tanque séptico puesto que agiliza el tratamiento de las aguas residuales, en nuestro caso el reactor anaerobio se encuentra trabajando adecuadamente de acuerdo al tiempo de estadía y revisión como se muestra en la Fig 45.

Fig. 45.Reactor Anaerobio de la PTAR.



Fuente: Autor

2.2.5.4.Filtro Biológico

La PTAR del sector Juan Benigno Vela se ha implementado dos filtros biológicos con el objetivo de eliminar contaminantes biodegradables los cuales en el momento de su revisión no se encontraban trabajando en su totalidad el Filtro Biológico 2 que se muestra en la figura 24 necesita una atención especial puesto que al encontrarse implementada en un terreno que se va desprendiendo poco a poco puede causar problemas en su infraestructura como se muestra en la Fig 46.

Fig. 46. Filtros biológicos PTAR.



Fuente: Autor

2.2.5.5.Cajas de Revisión y Tuberías

Las cajas de revisión necesitan un desbroce de sus alrededores para evitar que la vegetación dañe el concreto y pueda existir ingreso de agua por las mismas afectando las válvulas y tuberías como se muestra en la Fig 47.

Fig. 47 Lecho de secado de lodos de la PTAR.



Fuente: Autor

2.2.5.6. Lecho de secado de lodos

El lecho de secado de lodos de la presente planta de tratamiento está destinada a deshidratar los lodos residuales conteniendo una mezcla de materia orgánica, bacterias, sólidos suspendidos y otros materiales por lo que su limpieza debe ser periódica y de manera adecuada para no contaminar los alrededores de la PTAR. Actualmente necesita una limpieza total y un desbroce de la vegetación existente como se muestra en la Fig 48.

Fig. 48. Lecho de secado de lodos de la PTAR.



Fuente: **Autor**

2.2.5.7. Estructura de descarga (salida)

No existe ninguna novedad en torno a esta parte de la PTAR, pero se debe tener cuidado con posibles obstrucciones o taponamientos como se muestra en la Fig 49.

Fig. 49. Estructura de salida

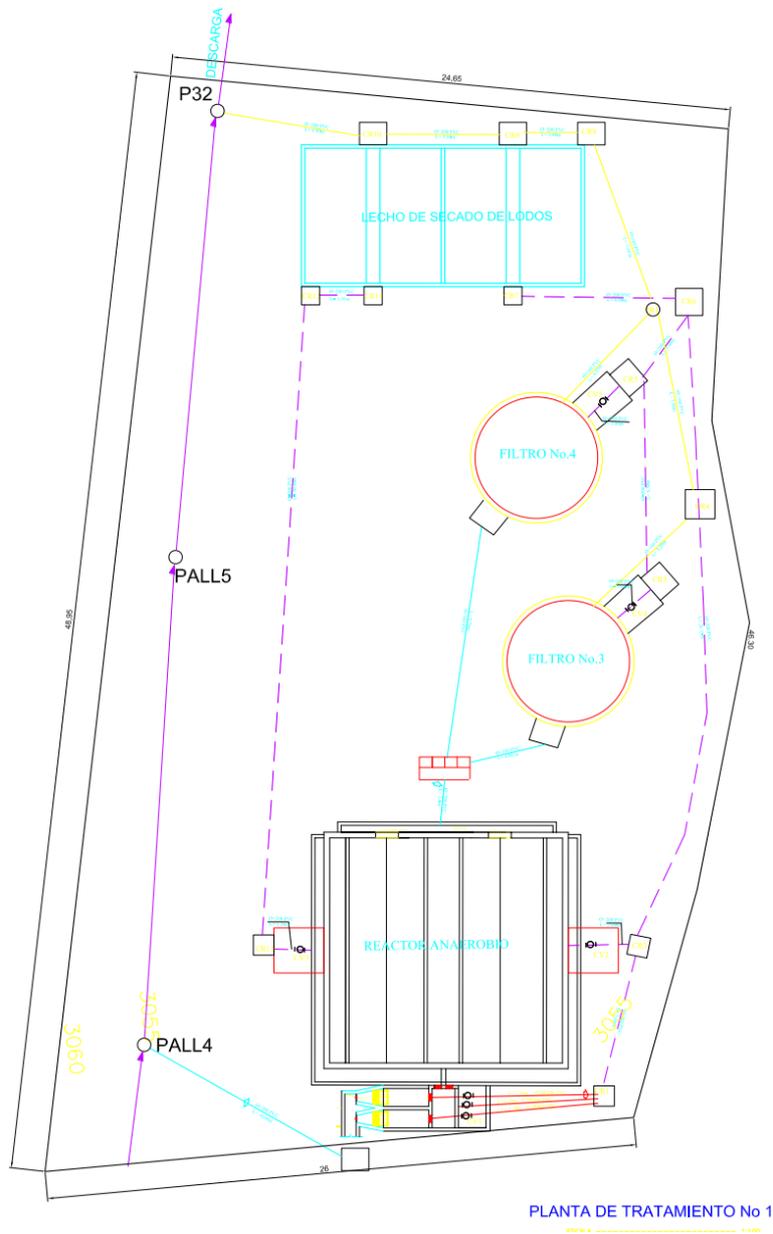


Fuente: **Autor**

2.2.6. Procesos unitarios de la PTAR y su dimensionamiento

El proceso unitario de la Planta de Tratamiento se analizará a continuación para analizar la forma de construcción de la PTAR en estudio para ello se adjunta el plano de implantación y su imagen en la figura 50. a continuación

Fig. 50. Proceso de tratamiento actual de la PTAR.

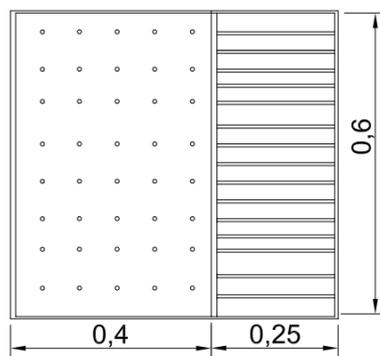


Fuente: Autor

2.2.6.1.Rejilla

La rejilla de la Planta de Tratamiento del Sector el Huayco se considera rectangular puesto que posee un largo de 0.6 m y un ancho de 0.65m teniendo una diferencia de 0.05 m considerada baja debido al motivo de construcción como se muestra en la Tabla 35. En los planos adjuntos en la presente investigación se detalla con mayor claridad esta infraestructura de gran interés dentro de la PTAR en estudio como se muestra en la Fig 51.

Fig. 51. Rejilla



Fuente: Autor

Tabla 34 Medidas de la Rejilla

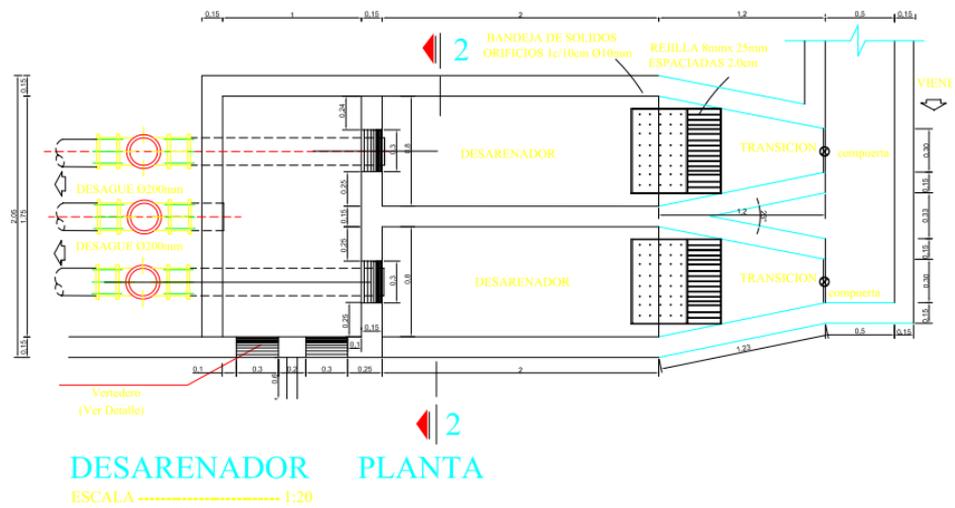
PARÁMETRO	VALOR (m)
Ancho	0.65
Largo	0.6
Altura	0.6
Espesor de la pared	0.15

Fuente: Autor

2.2.6.2. Cribado y Desarenador

A continuación, se ilustra el tanque de entrada en la planta de tratamiento, el cual se configura como una estructura rectangular de hormigón armado con paredes de 0.15m de espesor. El flujo de agua residual que ingresa está regulado por dos válvulas y rejillas explicadas en el punto anterior como se muestra en la Fig 52 y 53. El desarenador colecta el agua residual a través de una tubería de PVC de 200 mm de diámetro, para mayor detalle se puede identificar en el conjunto de planos anexados al presente proyecto

Fig. 52. Cribado/desarenador repartición de caudales PTAR.



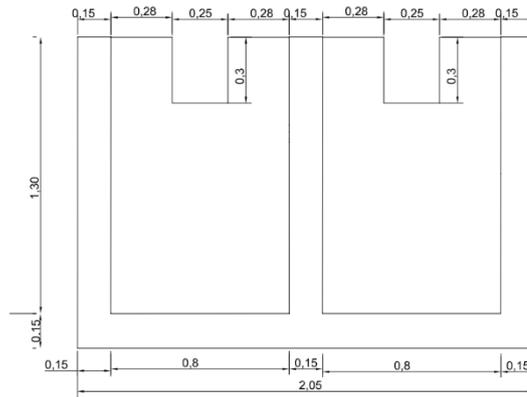
Fuente: Autor

Tabla 35. Medidas del desarenador

PARÁMETRO	VALOR (m)
Ancho	2.05m
Largo	5m
Altura 1	1.45
Altura 2	1.45
Espesor	0.15

Fuente: Autor

Fig. 53. Cribado/desarenador repartición de caudales PTAR.



DETALLE DEL VERTEDERO
 ESCALA ----- 1:20

Fuente: Autor

2.2.6.3. Reactor Anaerobio

Esta estructura hidráulica, de forma rectangular y construida en hormigón armado, recibe el agua destinada al tratamiento a través de dos entradas, cada una conectada a una caja de revisión que está controlada por válvulas de regulación. Estas entradas derivan del tanque repartidor de caudales a través de tuberías de PVC de 200 mm, conduciendo el agua residual hacia los dos compartimentos que conforman el reactor anaeróbico (fig 54 y 55).

Tabla 36. Medidas del reactor anaerobio

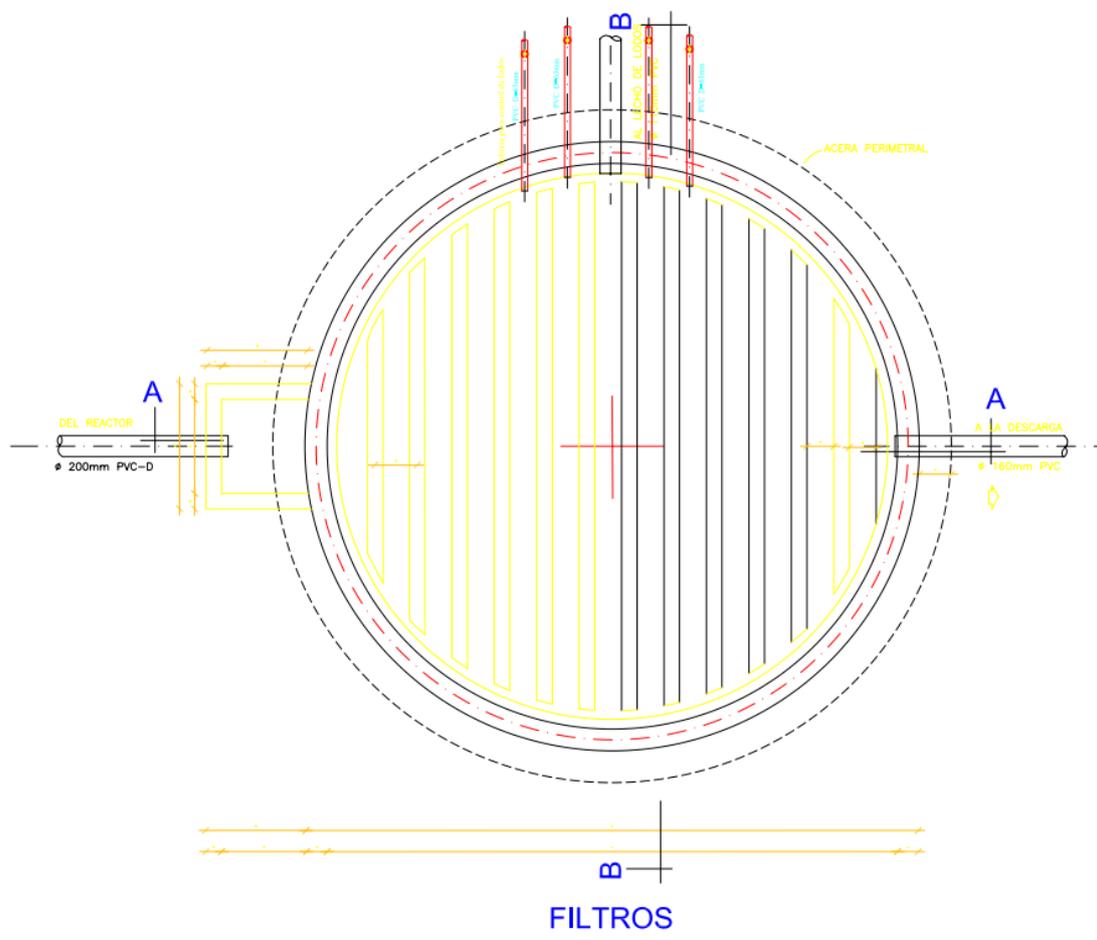
PARÁMETRO	VALOR (m)
Ancho	3
Largo	4
Altura	1.5
Espesor de la losa	0.25

Elaborado por: Autor

2.2.6.4. Filtro Biológico

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) está compuesta por dos filtros biológicos, cuyas dimensiones se encuentran detalladas en las siguientes tablas. Utilizan grava con un tamaño que oscila entre 2 y 7 cm como material filtrante como se muestra en la Fig 56,57,58. Esta etapa representa el último proceso de tratamiento para el agua residual, ya que el agua fluye directamente hacia el pozo de salida y luego se vierte en la acequia, que actúa como el cuerpo receptor

Fig. 56. Filtros biológicos PTAR.

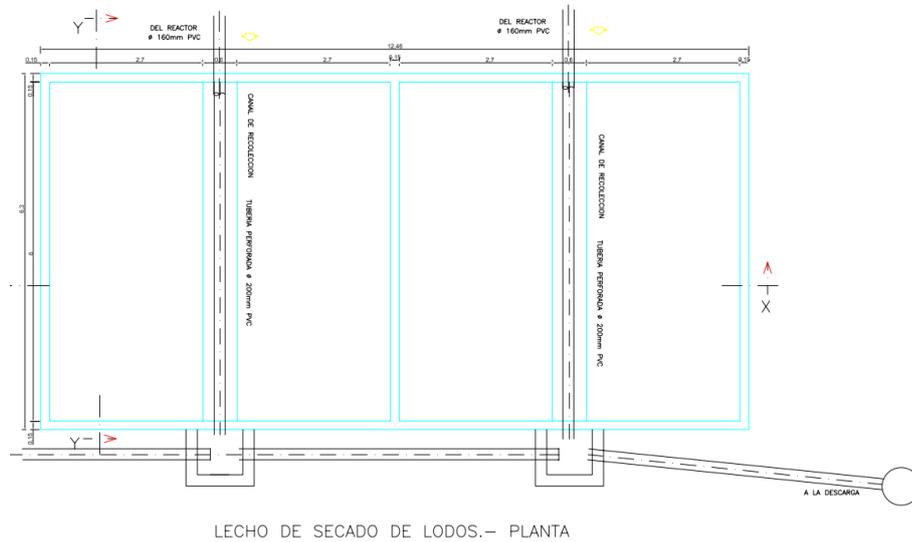


Fuente: Autor

2.2.6.5. Lecho de secado de lodos

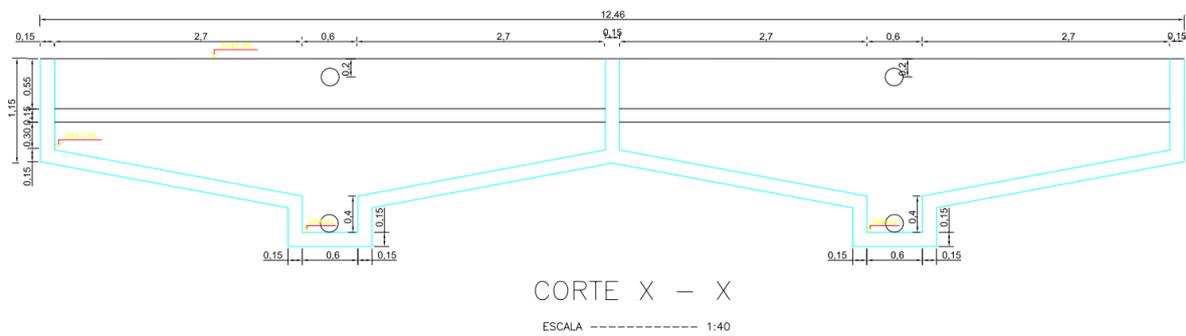
Se trata de una estructura de forma rectangular que se conecta a cada uno de los compartimentos del filtro biológico a través de tuberías de PVC. Se accede a esta estructura mediante una rampa como se muestra en la Fig 58. El lodo resultante se dispone sobre losetas de hormigón para que el agua se escurra hacia el pozo de salida a través de una tubería. Una vez que el agua se evapora y el lodo se seca, este se coloca dentro del área de terreno de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Tabla 38.

Fig. 58. Lecho de secado de lodos de la PTAR.



Fuente: Autor

Fig. 59. Lecho de secado de lodos de la PTAR.



Fuente: Autor

Tabla 37. Medidas del tanque de secado de lodos

PARÁMETRO	VALOR (m)
Largo	6
Ancho	4
Altura	1
Espesor de la pared	0.15

Fuente: Autor

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados obtenidos

3.1.1. Análisis de los resultados de las muestras de agua residual

A continuación, se resume los hallazgos derivados del análisis de la muestra de agua residual tomada tanto en la entrada como en la salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Los resultados detallados del análisis de laboratorio se presentan en el anexo 2 y Tabla 44. Además, se realiza una comparación entre los valores obtenidos en el efluente y los límites máximos establecidos según la normativa TULSMA.

Tabla 44. Resultados del análisis del agua residual

ANÁLISIS REALIZADOS ENTRADA/ SALIDA				
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS ENTRADA	RESULTADOS SALIDA	NORMA DE REFERENCIA TABLA 8(TULSMA)
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DBO5	mg/L	176	74	100
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DQO	mg/L	453	217	200
FOSFATO	mg/L	6.45	12.40	/
NITRÓGENO AMONICAL	mg/L	19	38,25	/
PH	U ph	7.42	6.97	6-9
SOLID.TOT SUSPENDIDOS	mg/L	204	54	130
SOLIDOS TOTALES	mg/L	606	388	1600
SULFATO	mg/L	35	16	1000
TURBIDEZ	NTU	181	89,3	/

Fuente: Autor

De acuerdo a la Tabla propuesta anterior podemos apreciar que todos los parámetros se encuentran por debajo de los límites máximos establecidos por el estándar TULSMA a excepción de la demanda química de oxígeno DQO que si bien supera el límite de la norma en una menor escala se puede considerar que mediante un mantenimiento adecuado de la PTAR se puede reducir e ingresar en lo límites impuestos en la normativa.

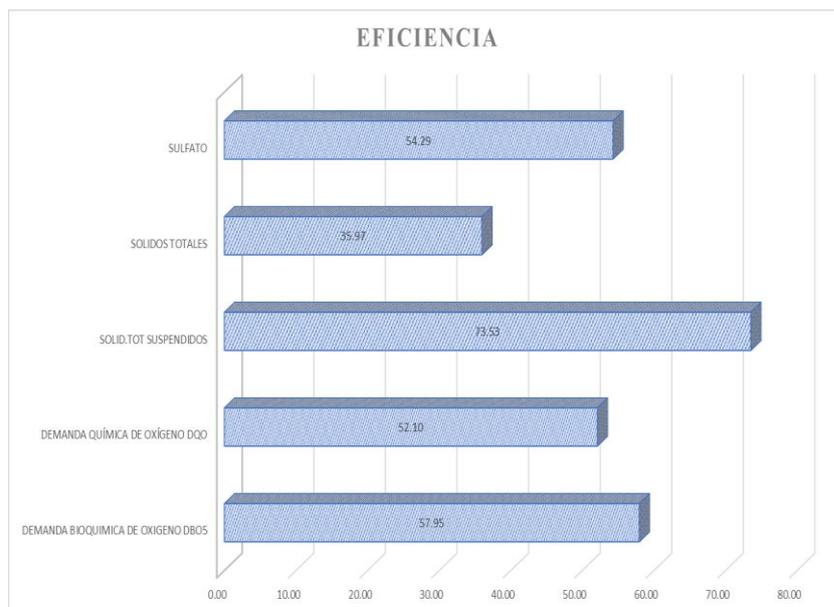
la evaluación de los parámetros de calidad del agua tanto en la entrada como en la salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) refleja un impacto positivo en el proceso de tratamiento. La reducción significativa en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en la salida indica una eficiente remoción de materia orgánica. Asimismo, la disminución en los niveles de sólidos suspendidos, sólidos totales y otros contaminantes sugiere un proceso de tratamiento efectivo.

Aunque algunos parámetros como el fosfato y el nitrógeno amoniacal han experimentado aumentos en la salida, es necesario evaluar si estos valores están dentro de los límites aceptables establecidos por las normativas ambientales Tabla 39.

El cumplimiento con los rangos de pH y la disminución de la turbidez también son aspectos positivos. Sin embargo, se destaca la necesidad de continuar monitoreando estos parámetros y ajustar el proceso de tratamiento según sea necesario para mantener la consistencia en la mejora de la calidad del agua tratada Fig 60.

A continuación, se analizará la eficiencia de la PTAR en estudio para identificar los puntos donde se debe reforzar su tratamiento

Fig. 60. Porcentaje de remoción de contaminantes del agua residual



Fuente: Autor

Tabla 38. Tabla de Eficiencia

EFICIENCIA	%
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO DBO5	57.95
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DQO	52.10
SOLID.TOT SUSPENDIDOS	73.53
SOLIDOS TOTALES	35.97
SULFATO	54.29

Fuente: Autor

De acuerdo al análisis de la planta se encuentra en un en un promedio de 55% de Eficiencia lo que invita a crear un plan de mejoramiento que se propondrá a continuación

Tabla 39. Tabla de Cumplimiento

UNIDAD HIDRÁULICA	FUNCIONAMIENTO ACTUAL	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA	ANÁLISIS DE LABORATORIO
Ingreso Y Bypass		Cumple parcialmente	Cumple
Cribado y Desarenador		Cumple parcialmente	Cumple
Reactor Anaerobio		Cumple parcialmente	Cumple

Fuente: Autor

Tabla 40. Tabla de Cumplimiento

<p>Filtro Biológico</p>		<p>Cumple parcialmente</p>	<p>Cumple</p>
<p>Cajas de Revisión y Tuberías</p>		<p>Cumple parcialmente</p>	<p>Cumple</p>
<p>Lecho de secado de lodos</p>		<p>Cumple parcialmente</p>	<p>Cumple</p>
<p>Estructura de descarga (salida)</p>		<p>Cumple parcialmente</p>	<p>Cumple</p>

Fuente: Autor

3.1.2. Propuesta de un nuevo plan de operación y mantenimiento de la PTAR:

La propuesta que se planteará a continuación es netamente de mantenimiento puesto que dentro del análisis de los resultados obtenidos nos indican que la PTAR cumple con su objetivo por ello no se crearan cambios en la infraestructura ni tren de tratamiento cuidando y generando un presupuesto óptimo para su manutención debido a los problemas económicos que vive el país actualmente

Las medidas que se presenta a continuación radican en una intervención dentro de:

1. Mantenimiento del pozo de ingreso y Bypass
2. Mantenimiento del desarenador
3. Mantenimiento del reactor anaerobio
4. Mantenimiento del Filtro Biológico
5. Mantenimiento de la estructura del lecho de secado de lodos
6. Mantenimiento de la estructura de descarga
7. Mantenimiento de los exteriores de las estructuras
8. Análisis físico-química del agua residual como tratada

3.1.2.1. Medida 1: Mantenimiento del pozo de ingreso y Bypass

Descripción:

El mantenimiento del pozo de ingreso y bypass se refiere a las actividades destinadas a garantizar el adecuado funcionamiento y estado de un pozo de entrada en un sistema de alcantarillado, así como de cualquier estructura de derivación (bypass) asociada. Estas acciones buscan prevenir obstrucciones, acumulaciones de sedimentos u otros problemas que podrían afectar el flujo normal de aguas residuales y comprometer el rendimiento del sistema. El mantenimiento puede incluir limpieza, inspección, reparación y otras intervenciones necesarias para mantener la infraestructura en condiciones óptimas

Tabla 41. Mantenimiento del pozo de ingreso y Bypass

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
<p>Limpieza del pozo de ingreso: Eliminación de sedimentos, sólidos y otros materiales acumulados en el pozo de ingreso que podrían obstruir el flujo normal del agua hacia el sistema de tratamiento.</p> <p>Inspección visual: Examinar visualmente las paredes y la estructura del pozo de ingreso en busca de posibles daños, corrosión o desgaste que puedan afectar su integridad.</p> <p>Verificación de compuertas y válvulas: Asegurarse de que las compuertas y válvulas utilizadas en el pozo de ingreso funcionen correctamente, permitiendo un control adecuado del flujo de aguas residuales.</p> <p>Control de olores: Implementar medidas para controlar y minimizar los olores desagradables que puedan generarse en el pozo de ingreso.</p>	<p>CADA 15 DÍAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llaves ajustables y llaves inglesas ✓ Destornilladores ✓ Herramientas de corte. ✓ Equipos de soldadura. ✓ Herramientas de medición ✓ Llave de tubo. ✓ Equipo de limpieza de tuberías. ✓ Detectores de fugas ✓ Herramientas de inspección ✓ Herramientas para aplicar recubrimientos: ✓ Equipo de seguridad personal 	<p>Operador designado a la PTAR</p>

Fuente: Autor

Tabla 42.Mantenimiento del pozo de ingreso y Bypass

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA	HERRAMIENTAS	RESPONSABLE
<p>Limpieza y mantenimiento del bypass: Si existe un sistema de derivación (bypass), asegurar que esté en condiciones de operación adecuadas, y realizar limpiezas periódicas si es necesario.</p> <p>Reparación de fugas: Identificar y corregir cualquier fuga en las tuberías o estructuras del pozo de ingreso que pueda comprometer su eficacia.</p> <p>Monitoreo de niveles: Controlar los niveles de agua en el pozo para evitar posibles desbordamientos o insuficiencias en el suministro al sistema de tratamiento.</p> <p>Cumplimiento normativo: Asegurarse de que el diseño y operación del pozo de ingreso y cualquier bypass cumplan con las normativas y regulaciones locales, regionales y nacionales.</p>	<p>CADA 15 DÍAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llaves ajustables y llaves inglesas ✓ Destornilladores ✓ Herramientas de corte. ✓ Equipos de soldadura. ✓ Herramientas de medición ✓ Llave de tubo. ✓ Equipo de limpieza de tuberías. ✓ Detectores de fugas ✓ Herramientas de inspección ✓ Herramientas para aplicar recubrimientos: ✓ Equipo de seguridad personal 	

Fuente: Autor

3.1.2.2. Medida 2: Mantenimiento del desarenador

Descripción:

El "mantenimiento del desarenador en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)" se refiere a las labores necesarias para asegurar el funcionamiento eficiente de la instalación encargada de la remoción de arena y partículas gruesas del agua residual. Este desarenador es fundamental para prevenir la entrada de sedimentos en el sistema de tratamiento, ya que la presencia de arena podría dañar equipos y afectar la eficacia de procesos posteriores. Las tareas de mantenimiento pueden comprender limpieza regular, inspecciones, reparaciones, y ajustes necesarios para garantizar que el desarenador opere de manera óptima y contribuya al rendimiento general de la PTAR.

Tabla 43. Mantenimiento del desarenador

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE
<p>Limpieza regular del desarenador: Eliminación de arena y sedimentos acumulados en el fondo del desarenador, evitando obstrucciones y asegurando una operación eficiente.</p> <p>Inspección visual: Examinar visualmente las estructuras y componentes del desarenador en busca de daños, corrosión o desgaste que puedan afectar su integridad estructural.</p>	Cada 15 días	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Palas o palas de mano ✓ Escobas ✓ Cepillos de cerdas duras: ✓ Mangueras de alta presión. ✓ Herramientas de corte ✓ Equipo de seguridad personal ✓ Llaves y herramientas para la inspección de válvulas ✓ Instrumentos de medición 	Operador designado a la PTAR

Fuente: Autor

Tabla 44. Mantenimiento del desarenador

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
<p>Control de flujo: Verificar y ajustar las válvulas y compuertas para garantizar un flujo adecuado de agua a través del desarenador, evitando posibles inundaciones o subutilización.</p> <p>Reparación de fugas: Identificar y corregir cualquier fuga en las tuberías o estructuras del desarenador que puedan comprometer su eficacia.</p> <p>Control de la carga de sólidos: Monitorear la concentración de sólidos en el efluente del desarenador para asegurar que esté cumpliendo con las especificaciones de tratamiento.</p> <p>Análisis de rendimiento: Realizar análisis periódicos para evaluar la eficiencia del desarenador en la remoción de partículas y ajustar el proceso según sea necesario.</p>	<p>Cada 15 días</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Palas o palas de mano ✓ Escobas ✓ Cepillos de cerdas duras: ✓ Mangueras de alta presión. ✓ Herramientas de corte ✓ Equipo de seguridad personal ✓ Llaves y herramientas para la inspección de válvulas ✓ Instrumentos de medición 	<p>Operador designado a la PTAR</p>

Fuente: Autor

3.1.2.3. Medida 3: Mantenimiento del Reactor Anaerobio

Descripción:

El "mantenimiento del reactor anaerobio" se refiere a las actividades necesarias para preservar y optimizar el funcionamiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales que emplea un reactor anaerobio. Este tipo de reactor utiliza microorganismos para descomponer la materia orgánica en ausencia de oxígeno

Tabla 45. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del tanque séptico

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
<p>Limpieza regular: Eliminación de lodos acumulados y otros sedimentos que puedan afectar el rendimiento del reactor.</p> <p>Monitoreo del pH: Verificación y ajuste del nivel de acidez para asegurar condiciones óptimas para la actividad bacteriana.</p>	MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llaves y herramientas para conexiones: ✓ Herramientas de corte y soldadura: ✓ Cepillos y rasquetas de limpieza ✓ Bombas de succión o equipos de vacío: Para extraer lodos acumulados en el fondo del reactor durante tareas de limpieza. ✓ Instrumentos de medición 	Operador designado a la PTAR

Fuente: Autor.

Tabla 46. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del tanque séptico

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
<p>Control de temperatura: Mantenimiento de la temperatura adecuada para favorecer la actividad microbiana anaerobia.</p> <p>Inspección de equipo: Revisión periódica de válvulas, agitadores u otros componentes para identificar y corregir posibles problemas mecánicos.</p> <p>Análisis de lodos: Evaluación de la calidad de los lodos producidos en el reactor y toma de medidas para mejorar la eficiencia de la digestión anaerobia.</p> <p>Seguimiento de tiempos de retención: Ajuste de los tiempos de retención hidráulica y de sólidos para optimizar la eficacia del proceso.</p>	<p>MENSUAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Herramientas de inspección visual ✓ Equipo de seguridad personal ✓ Bombas peristálticas o dosificadoras: Para agregar químicos o nutrientes al reactor según sea necesario ✓ .Sopladores de aire o mezcladores: Equipos para asegurar una distribución uniforme de microorganismos y mantener la mezcla adecuada dentro del reactor 	

Fuente: Autor.

Tabla 47. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del tanque séptico

ACTIVIDADES	FRECUENCIA	HERRAMIENTAS	RESPONSABLE
<p>Reposición de microorganismos: En ocasiones, puede ser necesario añadir cultivos microbianos para mantener o mejorar la actividad biológica.</p> <p>Registro de datos: Llevar un registro de parámetros operativos y resultados de análisis para evaluar el rendimiento a lo largo del tiempo</p>	MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Herramientas de inspección visual ✓ Equipo de seguridad personal ✓ Bombas peristálticas o dosificadoras: Para agregar químicos o nutrientes al reactor según sea necesario ✓ Sopladores de aire o mezcladores: Equipos para asegurar una distribución uniforme de microorganismos y mantener la mezcla adecuada dentro del reactor 	Operador designado a la PTAR

Fuente: Autor.

3.1.2.4. Medida 4: Mantenimiento del Filtro Biológico

El mantenimiento del filtro biológico se refiere a las acciones necesarias para preservar y optimizar el rendimiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales que utiliza un filtro biológico. Este tipo de filtro utiliza microorganismos adheridos a un medio filtrante para eliminar sustancias contaminantes del agua. El mantenimiento del filtro biológico incluye:

Tabla 48. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del filtro biológico aerobio

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
<p>Limpieza del medio filtrante: Eliminación regular de los sólidos suspendidos y las acumulaciones que se adhieren al medio filtrante, lo que podría obstruir el flujo de agua.</p> <p>Control del caudal: Monitoreo y ajuste del caudal de agua a través del filtro para garantizar una distribución uniforme y eficiente.</p>	MENSUAL	<p>✓ Llaves y herramientas para conexiones:</p> <p>✓ Herramientas de corte y soldadura:</p> <p>✓ Cepillos y rasquetas de limpieza</p>	Operador designado a la PTAR

Fuente: Autor

Tabla 49. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del filtro biológico aerobio

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA	HERRAMIENTAS	RESPONSABLE:
<p>Monitoreo de la calidad del agua: Verificación de parámetros como la concentración de oxígeno disuelto y la demanda biológica de oxígeno para asegurar condiciones adecuadas para la actividad microbiana.</p> <p>Reposición de medio filtrante: En casos donde el medio filtrante se degrade o pierda eficacia, puede ser necesario reemplazar o agregar nuevo material filtrante.</p> <p>Inspección de equipo: Revisión periódica de bombas, válvulas y otros componentes para detectar y corregir posibles problemas mecánicos.</p> <p>Análisis bacteriológicos: Realización de análisis para evaluar la presencia y actividad de microorganismos beneficiosos en el filtro biológico.</p>	<p>Mensual</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bombas de succión o equipos de vacío: Para extraer lodos acumulados en el fondo del reactor durante tareas de limpieza. ✓ Instrumentos de medición ✓ Herramientas de inspección visual ✓ Equipo de seguridad personal ✓ Bombas peristálticas o dosificadoras: Para agregar químicos o nutrientes al reactor según sea necesario ✓ . 	<p>Operador designado a la PTAR</p>

Fuente: Autor

Tabla 50. Actividades, frecuencia, herramientas y responsable de la limpieza del filtro biológico aerobio

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
<p>Control de plagas: Prevención y manejo de organismos no deseados que podrían colonizar el filtro y afectar su rendimiento.</p> <p>Seguimiento de datos operativos: Registro y análisis de datos sobre el rendimiento del filtro, incluyendo la eficiencia de remoción de contaminantes.</p>	MENSUAL	<p>Sopladores de aire o mezcladores:</p> <p>Equipos para asegurar una distribución uniforme de microorganismos y mantener la mezcla adecuada dentro del reactor</p>	Operador designado a la PTAR

Fuente: Autor

3.1.2.5. Medida 5: Mantenimiento del tanque de secado de lodos

Descripción:

La limpieza del tanque de secado de lodos se refiere a las acciones necesarias para mantener y optimizar la eficiencia de un sistema destinado a secar los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Este proceso implica la eliminación de la humedad contenida en los lodos, reduciendo su volumen y convirtiéndolos en un residuo más manejable

Tabla 51. Mantenimiento del tanque de secado de lodos

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
<p>Retiro de lodos secos: Eliminación de los lodos secos acumulados en el fondo o en las superficies del tanque para evitar obstrucciones y mantener la capacidad de almacenamiento.</p> <p>Limpieza de equipos: Inspección y limpieza de cualquier equipo asociado al proceso de secado, como agitadores, transportadores, y sistemas de distribución de lodos.</p> <p>Control de olores: Implementación de medidas para controlar y mitigar los olores desagradables asociados al proceso de secado de lodos.</p> <p>Reparación de fugas: Identificación y reparación de posibles fugas en el tanque que podrían comprometer su capacidad de retención y secado de lodos.</p>	<p>CADA 15 DÍAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llaves y herramientas para conexiones: ✓ Herramientas de corte y soldadura: ✓ Cepillos y rasquetas de limpieza ✓ Bombas de succión o equipos de vacío ✓ Instrumentos de medición ✓ Herramientas de inspección visual ✓ Equipo de seguridad personal ✓ Equipos de transporte carretillas minicargadores. 	<p>Operador designado a la PTAR</p>
<p>Fuente: Autor</p>			

Tabla 52. Mantenimiento del tanque de secado de lodos

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
<p>Retiro de lodos secos: Eliminación de los lodos secos acumulados en el fondo o en las superficies del tanque para evitar obstrucciones y mantener la capacidad de almacenamiento.</p> <p>Limpieza de equipos: Inspección y limpieza de cualquier equipo asociado al proceso de secado, como agitadores, transportadores, y sistemas de distribución de lodos.</p> <p>Control de olores: Implementación de medidas para controlar y mitigar los olores desagradables asociados al proceso de secado de lodos.</p> <p>Reparación de fugas: Identificación y reparación de posibles fugas en el tanque que podrían comprometer su capacidad de retención y secado de lodos.</p>	<p>CADA 15 DÍAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llaves y herramientas para conexiones: ✓ Herramientas de corte y soldadura: ✓ Cepillos y rasquetas de limpieza ✓ Bombas de succión o equipos de vacío ✓ Instrumentos de medición ✓ Herramientas de inspección visual ✓ Equipo de seguridad personal ✓ Equipos de transporte carretillas minicargadores. 	<p>Operador designado a la PTAR</p>

Fuente: Autor

3.1.2.6. Medida 6: Mantenimiento de la estructura de descarga

Descripción:

El mantenimiento de la estructura de descarga se refiere a las acciones destinadas a preservar y asegurar el funcionamiento óptimo de la infraestructura utilizada para la descarga de agua tratada o efluentes de una planta de

Tabla 53. Mantenimiento de la estructura de descarga

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE
<p>Inspección visual: Realizar inspecciones periódicas para identificar posibles daños, corrosión o desgaste en la estructura de descarga.</p> <p>Limpieza: Eliminar cualquier sedimento, residuo o material que pueda acumularse en la salida y afectar el flujo normal del agua tratada.</p> <p>Reparaciones: Corregir cualquier daño o deterioro detectado durante las inspecciones, como grietas, fugas o deformidades estructurales.</p>	CADA 15 DÍAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llaves ajustables y llaves inglesas ✓ Destornilladores ✓ Herramientas de corte. ✓ Equipos de soldadura. ✓ Herramientas de medición ✓ Llave de tubo. ✓ Equipo de limpieza de tuberías. ✓ Detectores de fugas ✓ Herramientas de inspección ✓ Herramientas para aplicar recubrimientos: ✓ Equipo de seguridad personal 	Operador designado a la PTAR

Fuente: Autor

Tabla 54 Mantenimiento de la estructura de descarga

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
<p>Control de corrosión: Aplicar recubrimientos protectores o tratamientos anticorrosivos para prevenir el deterioro de la estructura.</p> <p>Verificación de compuertas o válvulas: Asegurar que las compuertas y válvulas utilizadas en la estructura de descarga operen correctamente y sellen de manera eficiente cuando sea necesario.</p> <p>Monitoreo ambiental: Evaluar el impacto ambiental de la descarga y asegurar que cumple con los estándares regulatorios y ambientales establecidos.</p> <p>Cumplimiento normativo: Asegurarse de que la estructura de descarga cumple con todas las normativas y regulaciones locales, regionales y nacionales aplicables.</p>	<p>CADA 15 DÍAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llaves ajustables y llaves inglesas ✓ Destornilladores ✓ Herramientas de corte. ✓ Equipos de soldadura. ✓ Herramientas de medición ✓ Llave de tubo. ✓ Equipo de limpieza de tuberías. ✓ Detectores de fugas ✓ Herramientas de inspección ✓ Herramientas para aplicar recubrimientos: ✓ Equipo de seguridad personal 	<p>Operador designado a la PTAR</p>

Fuente: Autor

3.1.2.7. Medida 7: Mantenimiento de los exteriores de las estructuras

Descripción:

El "mantenimiento de los exteriores de las estructuras" se refiere a las acciones destinadas a conservar y garantizar la integridad física y estética de las superficies exteriores de edificios, instalaciones u otras estructuras

Tabla 55. Mantenimiento de los exteriores de las estructuras

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE :
<p>Limpieza: Eliminación de suciedad, polvo, moho u otros contaminantes de las superficies exteriores mediante métodos como lavado a presión, cepillado o limpieza química.</p> <p>Pintura: Aplicación de pintura protectora para prevenir la corrosión y mejorar la apariencia de las estructuras exteriores. La pintura también puede ayudar a sellar y proteger contra los elementos climáticos.</p>	Mensual	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipo de Lavandería de exteriores ✓ Cepillos y escobas de cerdas duras: ✓ Rodillos y brochas: ✓ Martillos y destornilladores: ✓ selladores y clavos, ✓ Equipos de seguridad ✓ Sopladores de hojas o aspiradoras de jardín ✓ Caladoras o sierras eléctricas ✓ Medidores de humedad <p>Herramientas de jardinería</p>	Operador designado a la PTAR

Fuente: Autor

Tabla 56. Mantenimiento de los exteriores de las estructuras

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
<p>Reparación de revestimientos: Corrección de cualquier daño o desprendimiento en revestimientos externos, como estuco, ladrillos, o revestimientos metálicos.</p> <p>Inspección visual: Examinación regular de las superficies exteriores para identificar grietas, deformaciones o cualquier signo de deterioro que pueda requerir atención</p> <p>Tratamiento contra la corrosión: Aplicación de recubrimientos anticorrosivos en estructuras metálicas para prevenir la oxidación y prolongar la vida útil.</p> <p>Mantenimiento de paisajismo: Cuidado de áreas verdes, jardines o paisajismo alrededor de las estructuras para evitar que el crecimiento de plantas afecte la integridad de las superficies</p>	<p>Mensual</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipo de Lavandería de exteriores ✓ Cepillos y escobas de cerdas duras: ✓ Rodillos y brochas: ✓ Martillos y destornilladores: ✓ selladores y clavos, ✓ Equipos de seguridad ✓ Sopladores de hojas o aspiradoras de jardín ✓ Caladoras o sierras eléctricas ✓ Medidores de humedad ✓ Herramientas de jardinería 	<p>Operador designado a la PTAR</p>

Fuente: Autor

Tabla 57. Mantenimiento de los exteriores de las estructuras

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
<p>Control de plagas: Implementación de medidas para prevenir o abordar problemas relacionados con plagas que puedan afectar la integridad de las estructuras.</p> <p>Seguridad estructural: Evaluación de la seguridad estructural general para garantizar que no haya riesgos potenciales, como caída de elementos o desprendimiento de materiales.</p> <p>Actualización estética: En casos necesarios, realizar mejoras estéticas para mantener una apariencia moderna y agradable de las estructuras.</p>	<p>Mensual</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipo de Lavandería de exteriores ✓ Cepillos y escobas de cerdas duras: ✓ Rodillos y brochas: ✓ Martillos y destornilladores: ✓ selladores y clavos, ✓ Equipos de seguridad ✓ Sopladores de hojas o aspiradoras de jardín ✓ Caladoras o sierras eléctricas ✓ Medidores de humedad ✓ Herramientas de jardinería 	<p>Operador designado a la PTAR</p>

Fuente: Autor

3.1.2.8. Medida 8. Análisis físico-química del agua residual como tratada

Tabla 58 : Medida 8

ACTIVIDADES:	FRECUENCIA:	HERRAMIENTAS:	RESPONSABLE:
Análisis periódico del agua tratada de ingreso y egreso	Mensual	Equipo para tomar muestras	Operador designado a la PTAR

Fuente: Autor

3.1.3. Presupuesto Referencial

Tabla 59. Plan de Mantenimiento y Operación.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 					
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CRUZ HUAYCO DE LA PARROQUIA JUAN BENIGNO VELA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
UBICACIÓN	SECTOR CRUZ HUAYCO DE LA PARROQUIA JUAN BENIGNO VELA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
AUTOR	TUPAK CAIZA				
Plan de Mantenimiento y Operación.					
N	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO REFERENCIAL UNITARIO	PRECIO REFERENCIAL TOTAL
MEDIDA 1	Mantenimiento del pozo de ingreso y Bypass	U	26	3.96	102.96
MEDIDA 2	Mantenimiento del desarenador	U	26	4.5	117
MEDIDA 3	Mantenimiento del reactor anaerobio	U	12	47.24	566.88
MEDIDA 4	Mantenimiento del Filtro Biológico	U	12	51.9	622.8
MEDIDA 5	Mantenimiento de la estructura del lecho de secado de lodos	U	26	23.46	609.96
MEDIDA 6	Mantenimiento de la estructura de descarga	U	26	3.96	102.96
MEDIDA 7	Mantenimiento de los exteriores de las estructuras	M2	1515.42	0.86	1303.2612
MEDIDA 8	Análisis físico-química del agua residual como tratada	U	2	250	500
				TOTAL	3925.8212

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- ✓ Según los análisis estadísticos realizados, se concluye que el caudal de estudio más representativo es el del día lunes, específicamente en el intervalo de 13:00 a 14:00 horas. Esta elección se fundamenta en la situación económica del sector. Además, es relevante tener en cuenta que la media de la muestra semanal se estima en 4,032 litros por segundo. Estos datos son cruciales para llevar a cabo una evaluación precisa. En torno a los caudales tratados o de salida en la planta de tratamiento se considera un caudal de 3,236 l/s el día jueves lo que indica una coherencia en los datos obtenidos.

- ✓ La selección cuidadosa del método experimental y el momento específico de muestreo, en este caso, el martes 11 de octubre de 2022 a las 08:00 horas, han sido determinantes para obtener datos representativos del caudal más elevado según las mediciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). La decisión de seguir las normativas del Instituto Ecuatoriano de Normalización, en particular las regulaciones NTE INEN 2 169:1998 y NTE INEN 2 176:1998, asegura la validez y fiabilidad de las muestras de agua residual recolectadas

- ✓ La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) está compuesta por elementos especializados, como el tanque repartidor de caudales, cribado, trampa de grasas, filtros anaerobios, tanque séptico, lecho de secado de lodos y pozo de salida. Cada componente desempeña un papel crucial en el proceso de tratamiento, abordando la eliminación de contaminantes y la deshidratación de

lodos. La estructura integral de la PTAR refleja un compromiso con la gestión sostenible de aguas residuales y la preservación del medio ambiente.

- ✓ La propuesta de mantenimiento para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se enfoca en preservar la infraestructura existente y el tren de tratamiento, que ya cumplen eficazmente con sus objetivos. Con el objetivo de optimizar recursos debido a las limitaciones económicas del país, se proponen medidas específicas de mantenimiento, abordando aspectos como el pozo de ingreso, desarenador, reactor anaerobio, filtro biológico, lecho de secado de lodos, estructura de descarga, exteriores de las instalaciones, y la realización de análisis físico-químicos del agua residual tratada. Esta estrategia busca asegurar la continuidad operativa de la PTAR y mantener la calidad del agua tratada dentro de los estándares establecidos.

- ✓ Los análisis de calidad del agua en la entrada y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) revelan una mejora notable en la eficiencia del proceso de tratamiento. La reducción significativa de contaminantes orgánicos, como la DBO5 y DQO, indica un tratamiento efectivo. Aunque se observan aumentos en fosfato y nitrógeno amoniacal en la salida, es crucial evaluar su conformidad con los límites ambientales establecidos. La conformidad con los rangos de pH y la disminución de la turbidez son aspectos positivos. Se destaca la importancia de un monitoreo continuo y ajustes en el proceso para mantener la calidad del agua tratada dentro de los estándares. En general, estos resultados respaldan la eficacia de la PTAR y subrayan la necesidad de prácticas operativas sostenibles y acciones correctivas según sea necesario para cumplir con los objetivos ambientales.

4.2. Recomendaciones

- ✓ Se sugiere implementar un programa de monitoreo continuo que incluya sensores y tecnologías avanzadas para evaluar en tiempo real el rendimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Esto permitirá una detección temprana de posibles problemas y facilitará intervenciones rápidas y eficientes.
- ✓ Se sugiere que, considerando las limitaciones económicas del país, explorar asociaciones público-privadas o buscar fuentes de financiamiento externas para el mantenimiento y la implementación de tecnologías de monitoreo podría ayudar a garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la PTAR.
- ✓ Se sugiere complementar el enfoque experimental actual con muestreos periódicos a lo largo del año, abarcando diferentes condiciones climáticas y variaciones estacionales. Esto permitirá obtener una visión más completa de la variabilidad del caudal y de las características del agua residual
- ✓ Se sugiere implementar un programa de monitoreo más frecuente y detallado, especialmente para los parámetros que han experimentado aumentos en la salida, como fosfato y nitrógeno amoniacal. Esto permitiría una identificación temprana de cualquier desviación de los límites ambientales establecidos y facilitaría ajustes proactivos en el proceso de tratamiento.
- ✓ Se sugiere considerar la incorporación de tecnologías avanzadas de tratamiento específicamente diseñadas para abordar la elevación de fosfatos y nitrógeno amoniacal podría ser beneficioso. Estas tecnologías podrían contribuir a una reducción más efectiva de estos contaminantes, asegurando así el cumplimiento continuo de los estándares ambientales.
- ✓ Se sugiere explorar opciones de mejora en la eficiencia del tratamiento para optimizar aún más la calidad del agua tratada. La evaluación continua y la adaptación del proceso de la PTAR son esenciales para mantener resultados consistentemente positivos en términos de calidad del agua y cumplimiento normativo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Ortiz and I. Andrés, “Desempeño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Sao Joao de Iracema,” *Rev. Ing.*, vol. 1, 2016.
- [2] PNUD, “Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-Apoyo del PNUD a la implementación del Objetivo de Desarrollo Sostenible 15 Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres,” pp. 1–12, 2016, [Online]. Available: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/SDG06_Water_ES - web.pdf.
- [3] INEC, “Gestión de Agua Potable y Saneamiento de GAD Municipales,” 2021.
- [4] Toledo Alejandro, “El Agua En México Y El Mundo,” *Gac. ecológica*, vol. 64, pp. 9–18, 2002.
- [5] J. I. Juan Pérez, “Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca México,” *Acta Univ.*, vol. 27, no. 3, pp. 36–56, 2017, doi: 10.15174/au.2017.1249.
- [6] P. N. L. SALTOS, “PLANTA DE TRATAMIENTO POATUG/PATATE,” 2015.
- [7] J. Márquez Díaz, “CIENCIA Y TECNOLOGÍA Ciencia y tecnologías,” *Concytec*, vol. 0, pp. 144–158, 2019, [Online]. Available: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72450110%0Ahttps://www.researchgate.net/profile/Jairo-Marquez-Diaz-2/publication/340728917_Educacion_ciencia_y_tecnologias_emergentes_para_la_generacion_del_siglo_21/links/5eb17e4c45851592d6b9b4c7/Educacion-ciencia-y-.
- [8] A. Pérez *et al.*, “NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMA DE

- ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q,” *BMC Public Health*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/siklus/article/view/298%0Ahttp://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jana.2015.10.005%0Ahttp://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/58%0Ahttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&P>.
- [9] U. M. D. E. C. D. E. Los, “PLANTA DE TRATAMIENTO PILLARO.”
- [10] Revista Travessia, “Ambiente,” *TRAVESSIA - Rev. do migrante*, no. 81, 2017, doi: 10.48213/travessia.vi81.866.
- [11] J. Beeken, “Constitucion de la Republica del Ecuador,” *Toegepaste Taalwet. Artik.*, vol. 40, pp. 169–175, 1991, doi: 10.1075/ttwia.40.16bee.
- [12] SENAGUA, “Estrategia Nacional de Calidad del Agua,” *Minist. Ambient. Ecuador*, pp. 1–97, 2016, [Online]. Available: <https://n9.cl/1klc>.
- [13] D. Barzallo, “Plan De Desarrollo Y Territorial,” *Gob. Autónomo Descent. Parroquial Rural San Pedro La Carolina*, pp. 1–180, 2015, [Online]. Available: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1060022310001_Diagnóstico_DOCUMENTO_LA_CAROLINA_final_OK_30-10-2015_22-25-51.pdf.
- [14] S. Valle de Frutos and G. Caballero Roca, *The role of social media networks in the creative identity framework of social movements in international relations. Comparative analysis of Black Lives Matter, White Lives Matter and All Lives Matter*. 2021.
- [15] C. Zambrano, “Aguas Residuales: Clasificación, características y composición.,” pp. 06–20, 2009, [Online]. Available: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6087/5/CAPITULO_2.pdf.
- [16] Agua domestica, “No Title.” <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-residuales>.

- [17] INDUSTRIAL, “No Title.” .
- [18] PLUVIAL, “No Title,” [Online]. Available: <https://sp.depositphotos.com/stock-photos/aguas-pluviales.html>.
- [19] AgRO, “No Title,” [Online]. Available: <https://flores.unu.edu/en/news/news/uso-seguro-de-aguas-residuales-en-la-agricultura-en-practica.html>.
- [20] PECUARIA, “No Title,” [Online]. Available: <https://enciclopedia.net/pecuaria/>.
- [21] Zaragoza, “Características de las aguas residuales,” p. 62, 2010, [Online]. Available: <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>.
- [22] M. E. García, J. A. Pérez, and L. Generalidades, “Aguas Residuales. Composición.”
- [23] “Características Agua Residual.” .
- [24] A. D. E. Agua and P. D. E. Tambillo, “Escuela politécnica nacional,” 2022.
- [25] Metcalf and Eddy, *Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1: Tratamiento, vertido y reutilización*. 1995.
- [26] J. Iglesias, “Folleto Informativo pH,” *Foll. Inf.*, pp. 3–7, 2014, [Online]. Available: https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3140sp.pdf.
- [27] W. College, “H o \Leftrightarrow h co,” pp. 3–5, 2012, [Online]. Available: https://www.whitman.edu/chemistry/edusolns_software/Alcalinidad.pdf.
- [28] E. Kwaku *et al.*, “Emerging Trends in Wastewater Treatment Technologies: The Current Perspective,” in *Promising Techniques for Wastewater Treatment and Water Quality Assessment*, IntechOpen, 2021.
- [29] J. Sánchez de Fuentes, “V-100 - El fósforo, parámetro crítico de calidad de agua. Técnicas analíticas y de muestreo.,” *XXVII Congr. Interam. Eng.*

Sanitaria e Ambient., no. 1, pp. 1–9, 2001.

- [30] A. García Vargas, “Cloruros totales en el agua de abastecimiento,” *Cent. interdisciplinario Investig. para el Desarro. Integr. Reg.*, p. 3, 2019, [Online]. Available:
[https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/8825/1/cloruro snov12.pdf](https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/8825/1/cloruro%20snov12.pdf).
- [31] R. Crites and G. Tchobanoglous, *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*, McGraw-Hil. Santafé de Bogotá, Colombia, 2000.
- [32] S. Al-Saydeh, M. El-Naas, and S. Zaidi, “Copper removal from industrial wastewater: A comprehensive review,” *J. Ind. Eng. Chem.*, vol. 56, pp. 35–44, Jul. 2017, doi: 10.1016/J.JIEC.2017.07.026.
- [33] Metcalf and Eddy Inc, *Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización.*, McGraw-Hil. Aravaca, Madrid, 1995.
- [34] 1234456487 and Sonny Eli Zaluchu, “TESIS QUINCHICOTO,” vol. 3, no. March, p. 6, 2021.
- [35] Belzona Inc., “Guía de Aplicaciones Belzona en Equipos de Tratamiento de Aguas Residuales-Tratamiento de Aguas Residuales,” *Belzona*, p. 40, 2010, [Online]. Available:
<https://www.belzona.com/es/industries/wastewater.aspx>.
- [36] PTAR, “No Title.” www.iagua.es/blogs/lander-rodriguez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes.
- [37] “TESIS ALCANTARILLADO PTAR,” 2022.
- [38] CRIBADO, “No Title.” <https://www.nyfdecolombia.com/aguas-residuales/equipos-para-tratamiento-de-aguas-residuales>.
- [39] Tanque repartidor, “No Title,” [Online]. Available:
<https://blog.paqsa.com.mx/repara-fugas-en-cisternas-y-tanques/>.
- [40] Desarenador, “No Title.” <https://spenagroup.com/desarenador-vortex/>.
- [41] SR, “No Title.” .

- [42] AEROBIO, “No Title.” <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/recoleccion-y-almacenamiento/filtro-anaerobio-de-flujo-ascendente>.
- [43] LODOS, “No Title.” <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/tratamiento-semi-centralizado/lecho-de-secado-sin-plantas>.
- [44] S. Krishnamoorthy, R. Selvasembian, G. Rajendran, S. Raja, and T. Wintgens, “Editorial: Emerging technologies for wastewater treatment and reuse,” *Water Sci. Technol.*, vol. 80, no. 11, pp. III–IV, Dec. 2019, doi: 10.2166/WST.2020.088.
- [45] PRETRA, “No Title,” [Online]. Available: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento-del-sistema/tratamiento-semi/tecnologías-de-pretratamiento>.
- [46] Pri, “No Title.” <https://blog.fibrasynormasdecolumbia.com/aguas-residuales-metodos-de-tratamiento/>.
- [47] G. K. C. Ding, “Wastewater Treatment and Reuse-The Future Source of Water Supply,” *Encycl. Sustain. Technol.*, pp. 43–52, Jul. 2017, doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10170-8.
- [48] Secundario, “No Title.” <https://www.virtualpro.co/biblioteca/tratamiento-secundario-de-aguas-residuales-por-medio-de-lodos-activados>.
- [49] Terciario, “No Title,” [Online]. Available: <https://contyquim.com/blog/planta-de-tratamiento-de-agua-residual-biologica>.
- [50] A. Gary *et al.*, *Tratamiento biológico de aguas residuales: principios, modelación y diseño*, 1st ed. IWA Publishing, 2017.
- [51] Ministerio del Ambiente, *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente - Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua*. Quito, 2015.
- [52] gps, “No Title.” <https://ecuadorgps.com/producto/gps-etrex->

10%0A%0Ahttps://ecuadorgps.com/producto/gps-etrex-10%0A%0A.

- [53] RTK, “No Title.”
- [54] Portatil, “No Title,” [Online]. Available: <https://buynow.com.ec/tienda/computadoras/laptops/vostro-14-3400-i5-8gb-1tb-hdd-14/>.
- [55] CLAVOS, “No Title,” [Online]. Available: <https://www.aplustopografos.com/levantamientos-topograficos-en-la-construccion/>.
- [56] Calculadora, “No Title,” [Online]. Available: <https://aguirrepapelerias.com/producto/calculadora-cientifica-casio-fx-350la-plus/>.
- [57] ESFEROS, “No Title,” [Online]. Available: <https://betero.com.ec/blogs/news/hojas-con-puntos>.
- [58] EART, “No Title,” [Online]. Available: <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>.
- [59] AUTOCAD, “No Title,” [Online]. Available: <https://www.autodesk.mx/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>.
- [60] EXCEL, “No Title,” [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/es/microsoft-365/excel>.
- [61] AUTODESK, “No Title,” [Online]. Available: <https://latinoamerica.autodesk.com/products/civil-3d/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>.
- [62] Ubicacion, “No Title,” [Online]. Available: https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1865016590001_PDOT_2015_JB_Vela_30-10-2015_18-57-17.pdf.
- [63] Riego, “No Title,” [Online]. Available: 2.1.1.1.%09Riego%0A La parroquia de Juan Benigno Vela dispone de cuatro sistemas de riego. El sistema de riego Cunucyacu Chimborazo beneficia a alrededor de 1,130 familias que se

dedican a la producción de hortalizas. El canal Cóndor Caca riega aproximadam.

[64] RESIDUOS, “No Title.”
<https://www.gadjuanbenignovela.gob.ec/proyectos-ejecutados%0A%0A>.

ANEXOS

ANEXOS

Análisis de Laboratorio

	INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS 17025-RG-CC-71-11	
---	--	---

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CUENTE		DATOS GENERALES	
CUENTE:	ISRAEL TUPAK CAIZA CAIZA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	23121103
DIRCCIÓN:	AMBATO, SANTA ROSA, SECTOR APATSG ALTO	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2023-12-21 12:21 min
PERSONA DE CONTACTO:	ISRAEL TUPAK CAIZA CAIZA	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	2023-12-21
TÉLFONO DE CONTACTO:	097138244	FECHA DE FIN DE ANÁLISIS:	2023-12-24
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SECTOR CRUZ HUAYCO DE LA PARROQUIA JUAN BISHONO YSLA	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	2023-12-27
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	ENTRADA A LA PLANTA	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	2023-12-21 De 06:00min a 12:00min	Humedad (%):	57
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Parcial/completa)	COMPLETA	Temperatura (°C):	20.8
TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	AGUA RESIDUAL		
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ISRAEL TUPAK CAIZA CAIZA		

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia/ TABLA B LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO, TULSMA, LIBRO VI, ANEXO 1 (2018)**	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg/L	Standard Methods-5210-D	250.0	174
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500.0	463
FOSFATO	mg/L	HACH 8048	-	6.45
NITRÓGENO AMONIACAL*	mg/L	HACH-8038	-	19.00
pH	U pH	Standard Methods-4500H-B	6 - 9	7.42
SÓLIDOS SUSPENDIDOS *	mg/L	Standard Methods-2540-D	220.0	204
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	Standard Methods-2540-B	1 600.0	406
SULFATO *	mg/L	HACH-8061	400.0	35
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods-2130-B	-	181

* Ensayos fuera del alcance de acreditación del SAE.

** Los límites permisibles de la Norma de referencia descrita en el presente informe están fuera del alcance de acreditación del SAE.

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
Demanda Bioquímica de oxígeno DBO ₅	(52 a 1535) mg/L	11%	17025-PR-CC-27-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23, 2017 5210 D.
DQO	(55 a 330) mg/L	12%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000
Fosfato	(0.26 a 40.89) mg/L	13%	17025-PR-CC-41-XX; Método de referencia: HACH 8048
pH	(6.22 a 12.44) U pH	2%	17025-PR-CC-20-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23, 2017 4500 H-B.
Sólidos Totales	(102 a 3328) mg/L	14%	17025-PR-CC-47-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23, 2017 2540 B
Turbidez	(0.81 a 821) NTU	9%	17025-PR-CC-21-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23, 2017 2130 B.





INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS



17025-RG-CC-71-11

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

23121103

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE POR LO TANTO LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIO. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR) GA DE. NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: NINGUNA

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Lorena S. Vazquez
Ing. Lorena S. Vazquez V.
ANALISTA DE LABORATORIO

Jacqueline Avila J.
Ing. Jacqueline Avila J.
RESPONSABLE TÉCNICO





INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS



17025-RG-CC-71-11

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CUENTE:	ISRAEL TUPAK CAIZA CAIZA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	23121104
DIRECCIÓN:	AMBATO, SANTA ROSA, SECTOR APATAG ALTO	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2023-12-21 12:01min
PERSONA DE CONTACTO:	ISRAEL TUPAK CAIZA CAIZA	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	2023-12-21
TÉLEFONO DE CONTACTO:	0947128344	FECHA DE FIN DE ANÁLISIS:	2023-12-26
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SECTOR CRUZ HUAYCO DE LA PARROQUIA JUAN BENIGNO VELA	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	2023-12-27
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	SALIDA DE LOS FILTROS	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	2023-12-21 de 6:00min a 12:00min	Humedad (%):	52
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Punto/compuesto)	COMPUESTA	Temperatura (°C):	25.8
TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	AGUA RESIDUAL		
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ISRAEL TUPAK CAIZA CAIZA		

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: TABLA LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE, TUSIMA, LIBRO VI, ANEXO I (2018)**	RESULTADOS
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg/L	Standard Methods-5210-D	100	74
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH-8000	200	217
FOSFATO	mg/L	HACH-8048	-	12,40
NITRÓGENO AMONÍACAL*	mg/L	HACH-8088	30,0	38,25
pH	U pH	Standard Methods-4500H-B	6 - 9	6,97
SÓLIDOS TOT. SUSPENDIDOS *	mg/L	Standard Methods-2540-D	130	54
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	Standard Methods-2540-B	1.600	388
SULFATO *	mg/L	HACH-8051	1.000	16
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods-2130-B	-	89,3

* Ensayos fuera del alcance de acreditación del SAE.

** Los límites permisibles de la Norma de referencia descrita en el presente informe están fuera del alcance de acreditación del SAE.

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE (EXPANSIÓN DEL MÉTODO)	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
Demanda Biológica de oxígeno DBO ₅	(50 a 1833) mg/L	11%	17025-PR-CC-37-KK; Método de referencia Standard Methods Ed. 23, 2017 5210 D.
DQO	(33 a 1.330) mg/L	12%	17025-PR-CC-28-KK; Método de referencia HACH 8000
Fosfato	(0,36 a 40,85) mg/L	3%	17025-PR-CC-41-KK; Método de referencia HACH 8048
pH	(4,22 a 12,44) U pH	2%	17025-PR-CC-20-KK; Método de referencia Standard Methods Ed. 23, 2017 4500 H-B.
Sólidos Totales	(102 a 3528) mg/L	14%	17025-PR-CC-49-KK; Método de referencia Standard Methods Ed. 23, 2017 2540 B
Turbidez	(0,31 a 320) NTU	9%	17025-PR-CC-21-KK; Método de referencia Standard Methods Ed. 23, 2017 2130 B.





INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS



17025-RG-CC-71-11

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

33121104

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. POR LO TANTO LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIÓ.
NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SEAC NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CE/GA/DE) NI SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: NINGUNA

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Lorena C. Vargas
ANALISTA DE LABORATORIO

Ing. Jacqueline Ávila J.
RESPONSABLE TÉCNICO



PAG 2 DE 2



Laboratorio de Control de Calidad, EP-EMAPA-A,
Hermenegilda Naboa y Manuelita Sáenz - Ambato
Telf.: 032 585 991 - Ext. 101
E-mail: labcalidad@emapa.gob.ec

PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

PUNTOS PRINCIPALES DEL LEVANTAMIENTO		
PUNTO	ESTE	NORTE
1	757170.59	9856576.95
2	757183.69	9856579.81
3	757190.54	9856576.05
4	757191.97	9856575.27
5	757192.02	9856575.24
6	757199.23	9856571.53
7	757201.57	9856556.40
8	757202.48	9856551.62
9	757203.58	9856544.43
10	757203.66	9856539.51
11	757208.13	9856523.13
12	757180.16	9856518.63
13	757178.70	9856531.18
14	757179.28	9856539.60
15	757174.65	9856547.60
16	757173.77	9856567.11

ANEXO FOTOGRÁFICO

FOTO # 1	FOTO # 2
	
Reconocimiento de la PTAR	Toma de datos
FOTO # 3	FOTO # 4
	
Verificación visual	Observación in situ de los elementos de la PTAR
FOTO # 5	FOTO # 6
	
Toma de muestras	Levantamiento de puntos topográficos