



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE GUAYAQUIL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA**  
**AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Civil

**AUTORES:**

JUDITH ANDREA RIOFRÍO SANTILLÁN  
ANDREA ELIZABETH IMBAQUINGO QUY YON

**TUTOR:**

ING. DAVID SALOMON CONFORME TORRES, MGTR.

Guayaquil- Ecuador

2025

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Nosotras, Judith Andrea Riofrío Santillán con documento de identificación N° 0924144348 y Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon con documento de identificación N° 0923465181; manifestamos que:

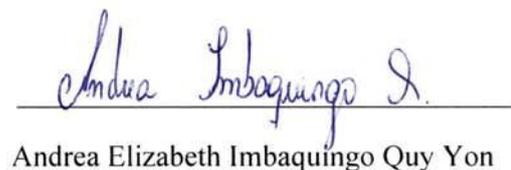
Somos las autoras y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politecnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 30 de enero del 2025

Atentamente,

  
Judith Andrea Riofrío Santillán

0924144348

  
Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon

0923465181

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotras, Judith Andrea Riofrío Santillán con documento de identificación N° 0924144348 y Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon con documento de identificación N° 0923465181, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto de titulación: "DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 30 de enero del 2025

Atentamente,

  
Judith Andrea Riofrío Santillán

0924144348

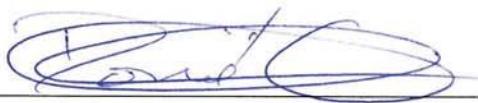
  
Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon

0923465181

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, David Salomon Conforme Torres con documento de identificación No. 0919816629 docente de la Universidad Politécnica Salesiana , declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA”, realizado por Judith Andrea Riofrío Santillán con documento de identificación No: 0924144348 y por Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon con documento de identificación No. 0923465181, obtenido como resultado final del trabajo de titulación bajo la opción de proyecto técnico, que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 30 de enero del 2025



David Salomon Conforme Torres

CI: 0919816629

## DEDICATORIA

Con profundo amor y gratitud, dedico este trabajo a:

A Dios, por iluminar mis conocimientos para superar cada obstáculo que tuve en el camino.

A mis padres, por su sacrificio para que no me falte nada de lo que es realmente importante en la vida y a valorar cada cosa que me dan. Ustedes son mi mayor inspiración y el motivo de nunca rendirme puesto que fueron testimonio de cómo se logran las metas a pesar de las circunstancias.

A mi familia, por su paciencia, comprensión y en su mirada la certeza de que lograré lo que me proponga.

A mis amigos, quienes me acompañaron en esta travesía con su compañía, apoyo emocional y consejos.

Finalmente, a todos los mentores y profesores que compartieron su conocimiento y me ayudaron a crecer no solo como profesional, sino también como persona.

Este logro no habría sido posible sin ustedes.

Con cariño y gratitud,

*Judith Andrea Riofrío Santillán*

## **DEDICATORIA**

Con profunda alegría y agradecimiento, dedico este trabajo a Dios, por darme el regalo de la vida y de la familia, el don de amor, perdón y perseverancia, finalmente entender que lo importante es la meta propuesta sin importar las rutas.

A mi madre Patricia Quy Yon, por su incansable labor y sacrificio en cada uno de sus hijos, a mi papá por enseñarme el regalo del perdón y que nunca es tarde para vivir momentos que siempre se quedan en el corazón, a mis hermanos Arturo, Liliana y Génesis por ser mi lugar seguro siempre y con quienes sé que puedo contar en toda dificultad.

A ti, Jefferson Darío por no permitir que me rindiera nunca y creer en mi en absolutamente todo, por ver lo que yo no, y apoyarme en absolutamente todo lo que me propongo. Gracias por el mejor regalo de mi vida, nuestro hijo Martín Gael, ustedes mi hermosa y pequeña familia de 3.

Finalmente, a mis amigos que siempre han estado para dar la palabra precisa o simplemente escucharme.

*Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme fortaleza y sabiduría en este camino de aprendizaje.

A mis padres, por su amor incondicional y por ser mi pilar e inspiración.

A mis docentes y tutor de tesis, por su paciencia y dedicación en mi formación profesional.

A mi amado hijo Mathías, cuya luz y amor me impulsan a seguir adelante.

A mi familia, por su confianza, apoyo constante y palabras de aliento.

A mi compañera Andrea Imbaquingo, por su valiosa cooperación en esta tesis.

A la Dirección de Ingeniería Ambiental, por su apertura para la realización de los ensayos en sus laboratorios.

Y finalmente a la Universidad Politécnica Salesiana, por ser el espacio donde esta meta se hizo realidad y donde comprendí que los tiempos de Dios son perfectos.

*Judith Andrea Riofrío Santillán*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme siempre fortaleza incluso en el momento más oscuro, por no abandonarme nunca y permitirme seguir en el camino de la vida.

A mis padres por siempre creer en mí, mis hermanos que son mi mejor equipo.

A mi familia que con la gracia de Dios he podido formar, gracias a ellos no volvía a saber de tristeza, hacen que mi vida tenga siempre sentido en todo momento.

A cada uno de mis docentes por su paciencia, los recuerdo a cada uno con mucha admiración y gratitud, por este acompañamiento para poder cumplir esta meta. A Judith Riofrio, mi compañera de tesis por su gran paciencia y motivación.

*Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon*

## Índice

RESUMEN .....	18
CAPÍTULO I .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Situación Problemática .....	2
1.3 Justificación .....	3
1.4 Delimitación.....	4
1.5 Objetivos.....	8
1.5.1 Objetivo General.....	8
1.5.2 Objetivos Específicos: .....	8
CAPÍTULO II .....	9
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	9
2.1 Fundamentación teórica .....	9
2.1.1 Agua residual .....	9
2.1.2 Clasificación de Aguas Residuales .....	9
2.1.2 Agua residual en el Ecuador .....	12
2.1.3 Aguas Residuales por Escorrentía .....	13
2.1.4 Planta de tratamiento de aguas residuales.....	13
2.1.5 Tratamiento primario .....	14
2.1.6 Tratamiento secundario.....	14

2.1.7 Caracterización de las Aguas Residuales Domésticas .....	15
2.1.8 Sistemas Anaerobios.....	17
2.2 Otras definiciones .....	21
2.3 Marco legal .....	23
2.3.1 Respecto a la Constitución de la República del Ecuador.....	23
2.3.2 Respecto al Código Orgánico del Ambiente.....	24
2.3.3 Respecto a la Normativa Ambiental .....	25
2.3.4 Respecto a la Ley Orgánica de Salud .....	25
2.3.5 Acuerdos Ministeriales .....	26
2.3.6 NTE-INEN 2169 Agua. Calidad del agua. ....	28
2.3.7 Límites máximos permitidos para niveles de ruido ambiental en fuentes fijas	29
2.3.8 Selección de los sistemas de muestreo.....	31
2.3.9 Residuos de tratamiento de lodos: .....	31
2.3.10 Mediciones del caudal y situaciones para propósitos de calidad del agua ....	32
CAPÍTULO III.....	33
3. METODOLOGÍA .....	33
3.1 Diseño de la Investigación .....	33
3.2 Enfoque de la investigación .....	34
3.3 Metodología .....	34
3.3.1 Recolección de muestras.....	34

3.3.2	Análisis de laboratorio: .....	34
3.3.3	Recopilación de datos adicionales: .....	35
3.3.4	Diagnóstico y evaluación: .....	35
3.3.5	Propuesta de soluciones: .....	35
3.4	Población y muestra .....	38
3.5	Variables de estudio .....	38
3.5.1	Variable dependiente .....	38
3.5.2	Variable independiente .....	39
3.6	Metodología de Obtención de Datos.....	41
3.6.1	Población.....	41
3.6.2	Metodología de Obtención de Caudal de Agua.....	41
3.6.3	Materiales y procedimiento para pH y Temperatura Materiales: .....	41
3.6.4	Materiales y procedimiento para Sólidos Suspendidos Totales.....	42
3.6.5	Metodología para medir turbidez con un turbidímetro .....	44
3.6.6	Medición de Oxígeno Disuelto (OD) con equipo HACH.....	46
3.6.7	Medición del oxígeno disuelto.....	47
3.7	Mediciones in situ .....	48
3.8	Medidas bioseguridad .....	48
3.9	Análisis del cumplimiento de los límites permisibles.....	49
3.10	Levantamiento Topográfico.....	49

Software aplicado para la elaboración del diseño .....	50
CAPITULO IV.....	51
4. Análisis de Resultados .....	51
4.1 Población.....	51
4.2 Resultados de la generación de caudal de las aguas residuales domésticas .....	51
4.2.1 Tiempo de llenado del reservorio en su totalidad. ....	52
4.2.2 Prueba volumétrica en la tubería corrugada de 30cm a la descarga actual.....	52
4.3 Resultados de los parámetros extraídos del cámara previo al reservorio. ....	54
4.4 Análisis de Resultados: .....	55
4.5 Línea Base de propuesta .....	59
4.6 Diseño y trazado del sistema de Alcantarillado Sanitario .....	60
4.6.1 Parámetros a considerar .....	61
4.7 Diseño de Tanque Imhoff.....	66
4.7.1 Sedimentador .....	66
4.8 Remociones con el sistema propuesto: Tanque Imhoff.....	71
4.9 Valores de mantenimiento del sistema actual .....	72
CAPITULO V.....	73
Conclusiones y Recomendaciones.....	73
5.1 Conclusiones.....	73
5.2. Recomendaciones .....	75

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	79
ANEXOS .....	83

## Índice de Tablas

Tabla 1. Coordenadas del punto de estudio .....	4
Tabla 2. Coordenadas de puntos de diseño.....	5
Tabla 3. Coordenadas de puntos de descarga Final .....	7
Tabla 4. Propiedades químicas Inorgánicas de Aguas Residuales .....	11
Tabla 5. Propiedades Químicas Inorgánicas de Aguas Residuales.....	11
Tabla 6. Propiedades químicas Orgánicas de Aguas Residuales.....	12
Tabla 7. Esquema del tratamiento Anaerobio.....	18
Tabla 8. Tabla comparativa entre sistemas anaerobios.....	21
Tabla 9. Límites permisibles para niveles de ruido ambiental.....	29
Tabla 10. Eficiencia de depuración en tanques Imhoff.....	37
Tabla 11. Población de UPS, Campus María Auxiliadora.....	51
Tabla 12 Valores de Caudal-Prueba 1 .....	52
Tabla 13 Valores de Caudal- Prueba Tipo 2.....	52
Tabla 14. Factor de Capacidad Relativa .....	69
Tabla 15. Tiempo requerido para digestión de lodos.....	70
Tabla 16: Tabla comparativa de los valores de remoción con tanque Imhoff.....	71
Tabla 17: Evaluación de volúmenes de lodos retirados del pozo actual en el Campus María Auxiliadora .....	72
Tabla 18: Evaluación de Costos operativos por extracción de lodos con HK (20m3) .....	72

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Coordenadas del área de estudio.....	4
Ilustración 2: Área de Diseño de la PTAR.....	5
Ilustración 3: Zona de levantamiento de Información-Plano de implantación .....	6
Ilustración 4:Punto de descarga al cuerpo marino .....	7
Ilustración 5 Resultados de la caracterizacion de Aguas residuales- campus Maria Auxiliadora	54
Ilustración 6: Peso del papel filtro en la balanza analitica.....	87
Ilustración 7: Peso del vidrio reloj en la balanza analitica.....	87
Ilustración 8: Instrumentacion para filtrado de muestra .....	87
Ilustración 9:Ingreso de la muestra al horno a 105 C .....	87
Ilustración 10: Muestra en el desecador por 15 minutos .....	88
Ilustración 11: Muestras salidas del horno en el papel filtro – 1 hora despues .....	88
Ilustración 12- Peso de muestra seca 1 .....	88
Ilustración 13 Peso de muestra en papel filtro y vidrio reloj .....	88
Ilustración 14 Peso de filtro con solidos retenidos más vidrio reloj .....	89
Ilustración 15 Muestras ingresadas al Horno.....	89
Ilustración 16: Filtrado de la muestra al vacio.....	89
Ilustración 17: Peso seco de la muestra sin peso del vidrio reloj.....	89
Ilustración 18: Equipo turbidimetro.....	90
Ilustración 19: Muestras recién tomadas para analisis.....	90
Ilustración 20: Muestra para ingresar a la celda .....	90
Ilustración 21: Muestra para ingresar a la celda .....	90

Ilustración 22: Muestras para analisis de los parametros.....	91
Ilustración 23: Revision de Equipos OD .....	91
Ilustración 24: Medicion de OD .....	91
Ilustración 25: Medicion del OD en Laboratorio.....	91
Ilustración 26: Medicion en Sitio-pH-Multiparámetro Oakton PCTSTestr™ 50 .....	92
Ilustración 27: Medicion en Sitio-pH- Oakton PCTSTestr™ 50.....	92
Ilustración 28: : Medicion en Sitio-pH-Multiparámetro Oakton PCTSTestr™ 50 .....	92
Ilustración 29: : Medicion en Sitio-pH-MultiparámetroOakton PCTSTestr™ 50 .....	92
Ilustración 30: Camara previa a la descarga del pozo- Saturada de Solidos .....	93
Ilustración 31: Inicio de recoleccion de muestra .....	93
Ilustración 32: Recoleccion de muestras para DBO-DQO-Aceites y Grasas- Sulfutos .....	93
Ilustración 33: Limpieza de camara.....	93
Ilustración 34: Pozo que recepta las aguas residuales del campus Maria auxiliadora rebosado .	94
Ilustración 35: Camaras de AASS .....	94
Ilustración 37: Camara antes del pozo, Aforo de Caracterización.....	94
Ilustración 36: Levantamiento de cotas en camara de AASS .....	94
Ilustración 38:Levantamiento de cotas de tapas de AASS .....	95
Ilustración 39: Terreno propuesto para la instalacion de la PTAR.....	95
Ilustración 40: Carcamo existente fuera de servicio .....	95
Ilustración 41; Estacion de bombeo de AALL – fuera de servicio.....	95
Ilustración 42:Se evidencia que exisitieron dos bombas de succion .....	96
Ilustración 43: Sistemas fuera de servicio estan con aguas estancadas y Solidos .....	96
Ilustración 44: Camaras de AASS .....	96

Ilustración 45: Canal de AASS .....	96
Ilustración 46: Tuberías de descarga al canal existentes .....	97
Ilustración 47: Camaras de AASS .....	97
Ilustración 48: Revisión de camaras de AASS- líneas de flujo .....	97
Ilustración 49: Levantamiento topográfico de camaras de AASS .....	97
Ilustración 50: Levantamiento topográfico en camaras de AASS .....	98
Ilustración 51: Medición de diámetros de tubería en camaras.....	98
Ilustración 52: Revisión de camaras de AASS .....	98
Ilustración 53: Medición de diámetros de tuberías.....	98

## Índice de Gráficos

Grafico 1: Resultados Obtenidos en DBO .....	55
Grafico 2: Resultados obtenidos en DQO.....	55
Grafico 3: Resultados obtenidos en aceites y grasas .....	56
Grafico 4:Resultados Obtenidos en Solidos Suspendidos Totales .....	56
Grafico 5: Resultados obtenidos en Sulfuros.....	57
Grafico 6:Resultados obtenidos de Temperatura.....	57
Grafico 7:Resultados Obtenidos de pH.....	58
Grafico 8:Resultados de analisis - OD.....	58

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Cálculo de Solidos Suspendidos Totales .....	43
Ecuación 2: Caudal Máximo.....	62
Ecuación 3: Caudal de infiltración.....	62
Ecuación 4: Caudal de infiltración.....	63
Ecuación 5: Caudal Sanitario.....	63
Ecuación 6: Ecuación de Velocidad-Manning.....	65
Ecuación 7: Caudal de Sedimentador .....	66
Ecuación 8: Area del Sedimentador.....	66
Ecuación 9: Volumen de Sedimentador.....	67
Ecuación 10: Altura de camara de sedimentación .....	68

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo principal proponer un diseño de redes de aguas servidas en la línea de descarga en la salida de los bloques a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para el campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, garantizando el cumplimiento de normativas ambientales vigentes. La propuesta busca promover soluciones sostenibles que contribuyan al bienestar de la comunidad universitaria.

La metodología implementada posee un enfoque experimental para el registro de caudales, recopilación de data administrativa, para luego realizar el análisis de resultados de las muestras tomadas por un laboratorio interno y externo, así como el respectivo levantamiento topográfico, evaluación de las condiciones actuales de las estructuras sanitarias existentes y revisión de las respectivas líneas de descargas.

Entre los principales hallazgos, se evidenció que el sistema de recolección actual es insuficiente para satisfacer la demanda actual y proyectada del campus universitario. Por ello, se plantea una propuesta que incluye mejoras de interconexión a las líneas de descarga de las aguas residuales y la implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que cubra las necesidades presentes y futuras de la comunidad universitaria.

Los resultados obtenidos destacan la viabilidad técnica y ambiental de la propuesta, subrayando la importancia de adoptar medidas sostenibles que no sólo resuelvan las deficiencias actuales, sino que también garanticen la sostenibilidad a largo plazo en la gestión de las aguas residuales del campus María Auxiliadora.

**Palabras clave:** tratamiento, sostenibles, cumplimiento, ambiente, residual.

## **ABSTRACT**

The main objective of this degree work is to propose a design of wastewater networks in the discharge line at the exit of the blocks to a Wastewater Treatment Plant (WWTP) for the María Auxiliadora campus of the Salesiana Polytechnic University, guaranteeing compliance with current environmental standards. The proposal seeks to promote sustainable solutions that contribute to the well-being of the university community.

The implemented methodology has an experimental approach for the registration of flows, collection of administrative data, to then carry out the analysis of results of the samples taken by an internal and external laboratory, as well as the respective topographic survey, evaluation of the current conditions of the existing sanitary structures and review of the respective discharge lines.

Among the main findings, it is evident that the current collection system is insufficient to satisfy the current and projected demand of the university campus. Therefore, a proposal is proposed that includes interconnection improvements to the wastewater discharge lines and the implementation of a Wastewater Treatment Plant that covers the present and future needs of the university community.

The results obtained highlight the technical and environmental viability of the proposal, underlining the importance of adopting sustainable measures that not only resolve current deficiencies, but also guarantee long-term sustainability in the management of wastewater from the María Auxiliadora campus.

**Keywords:** treatment, sustainable, compliance, environment, residual.

## CAPÍTULO I

### 1.1 Introducción

El tratamiento adecuado de aguas residuales constituye un desafío clave para la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las comunidades, particularmente en instituciones educativas que manejan flujos constantes de efluentes, ya sean del tipo industrial o doméstica, el objetivo radica en la eliminación de contaminantes para que estas puedan ser destinadas a otros usos, cumpliendo la normativa ambiental vigente.

En la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), Sede María Auxiliadora, debido al alto crecimiento de la población estudiantil relacionado al incremento de carreras y oferta académica, se genera un volumen considerable de aguas residuales producto las actividades académicas y administrativas. Sin un tratamiento adecuado, estos efluentes podrían generar impactos negativos sobre los cuerpos de agua cercanos, afectar la calidad del suelo y contribuir a la contaminación general del entorno.

Ante esta problemática, surge la necesidad de implementar un sistema de tratamiento eficiente, sostenible y acorde con las características y recursos disponibles. Los sistemas anaeróbicos para el tratamiento de aguas residuales se posicionan como una solución viable debido a sus múltiples beneficios, entre los que destacan su bajo consumo energético, la producción de biogás como recurso aprovechable y la capacidad de tratar aguas residuales con altas cargas orgánicas.

Este documento refiere diferentes alternativas para el tratamiento de aguas que podrían aplicar en las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana, Campus María Auxiliadora, evaluando tres propuestas principales: reactores UASB, Biodiscos biodigestores, y sistemas

combinados de filtro anaeróbico y biodigestor. El análisis incluye una comparación de los fundamentos teóricos, ventajas, limitaciones y aspectos técnicos, eficiencia en la remoción de contaminantes y complejidad en la operación y mantenimiento.

El objetivo de este estudio es seleccionar la alternativa más adecuada que garantice un manejo eficiente y sostenible de las aguas residuales generadas en el Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales y el fortalecimiento del compromiso institucional con la sostenibilidad. La propuesta seleccionada no solo busca resolver una problemática inmediata, sino también sentar las bases adecuadas para el plan maestro de infraestructura de la Universidad Politécnica Salesiana, además de considerar la viabilidad económica.

## **1.2 Situación Problemática**

El sistema de gestión de aguas residuales del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana presenta alertas negativas en términos de control, mantenimiento y eficiencia operativa.

La capacidad del campus para garantizar una gestión eficaz y sostenible de estos recursos se ve obstaculizada por la creciente demanda en los recursos sanitarios y la falta de integración entre los sistemas actuales. Las inspecciones iniciales revelan que el sistema de aguas residuales del campus presenta indicios de obsolescencia y saturación.

Con las exploraciones in situ, se evidencia obstrucciones frecuentes, malos olores y desbordamientos en el sistema sanitario, lo que afecta el ambiente, llegando incluso a ser un foco infeccioso de alto grado para la comunidad universitaria.

Numerosos estudios previos han examinado la importancia del tratamiento adecuado de las aguas residuales, enfatizando que una gestión inadecuada puede representar grandes riesgos para el medio ambiente y la salud pública (Gutiérrez, 2020; López, 2019).

### **1.3 Justificación**

La descarga permanente de agua residual doméstica sin tratamiento previo es un grave problema que da lugar al levantamiento de datos de forma experimental para luego evaluar la solución a ser implementada que cumpla con los requisitos mínimos de infraestructura adecuada para lograr la correcta gestión de aguas residuales, apuntando al cumplimiento de parámetros ambientales establecidos en la normativa vigente.

El reservorio al cual llegan las aguas residuales domésticas en el Campus María Auxiliadora fue construido para un menor caudal del cual se genera en la actualidad por lo cual existe un desbordamiento de las aguas residuales que llegan al tope máximo ocasionando una proliferación de malos olores principalmente hacia el área de parqueos generado molestias a los estudiantes debido al mal manejo de las aguas. Además, al existir un rebose estas llegan a conectarse al canal de aguas lluvias que se encuentra en el límite lateral del Campus, mismo (Gutierrez, 2020) (Lopez, 2019) que se contamina la descarga final que tiene descarga directo a un brazo del estero pequeño que se localiza al final del Campus.

## 1.4 Delimitación

El área de estudio se ha delimitado en el campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana ubicada en el kilómetro 19 de la vía a la costa en la ciudad de Guayaquil, considerando todas estructuras separadas por bloques que aportan descarga a lo largo del campus universitario. Esta área corresponde al valor aproximado de 50,000 m<sup>2</sup>.

Se considerará un punto de muestreo para la respectiva caracterización de las aguas residuales domésticas que descargan actualmente de forma directa al reservorio, el cual finalmente realiza la descarga al cuerpo de agua marina.

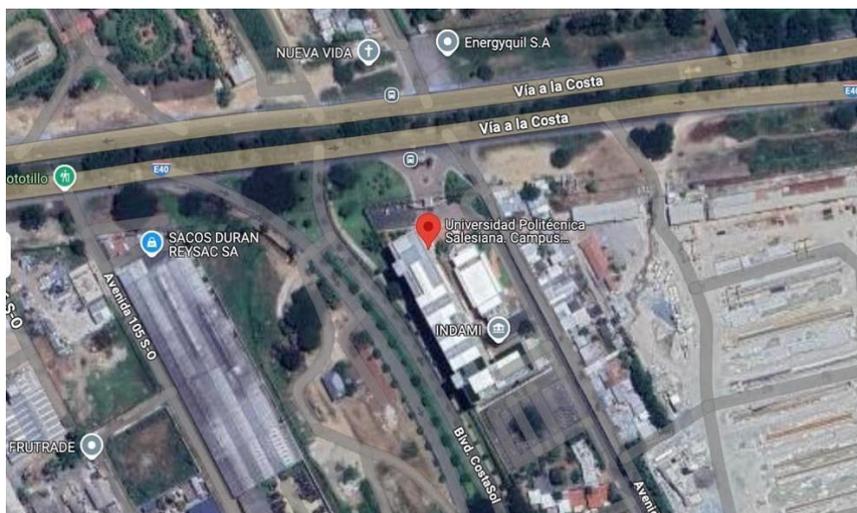
Las coordenadas del área de estudio son:

*Tabla 1. Coordenadas del punto de estudio*

<b>Coordenadas UTM(WGS84)</b>	
<b>X</b>	<b>Y</b>
17M 606106.43	9757685.588

**Elaborado por: Los autores 2025**

*Ilustración 1: Coordenadas del área de estudio*



Fuente: Google Earth

Las coordenadas del punto de diseño son:

Tabla 2. Coordenadas de puntos de diseño

Coordenadas UTM (WGS84)	
X	Y
17M 606370.430	9757143.849

Elaborado por: Los autores 2025

Ilustración 2: Área de Diseño de la PTAR



Fuente: Google Earth

Ilustración 3: Zona de levantamiento de Información-Plano de implantación



Fuente: UPS - María Auxiliador

Tabla 3. Coordenadas de puntos de descarga Final

<b>Coordenadas UTM (WGS84)</b>	
<b>X</b>	<b>Y</b>
17M 606400.896	9757134.654

**Elaborado por: Los autores 2025**

Ilustración 4: Punto de descarga al cuerpo marino



Fuente: Google Earth

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

- Diseñar una solución sanitaria de las redes de aguas servidas hacia una Planta propuesta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para el campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, que garantice el cumplimiento de normativas técnicas y ambientales vigentes, promoviendo soluciones sostenibles que contribuyan al bienestar de la comunidad universitaria.

### **1.5.2 Objetivos Específicos:**

- Analizar las condiciones operativas y de infraestructura del sistema de aguas servidas de la Universidad Politécnica Salesiana del Campus María Auxiliadora, identificando las brechas respecto a la normativa vigente y evaluando su impacto en el desempeño general del sistema y en la calidad de vida de la comunidad salesiana.
- Desarrollar un diseño de redes de aguas servidas que conecten todos los bloques del campus de manera de que esta cumpla con las condiciones requeridas para el transporte de las aguas servidas a la cabecera de una planta de tratamiento.
- Desarrollar una propuesta integral para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes, la incorporación de tecnologías eficientes y sostenibles, y la optimización de los procesos de depuración para garantizar una mejora significativa en la calidad del agua tratada y su impacto positivo en el entorno.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

#### **2.1 Fundamentación teórica**

##### **2.1.1 Agua residual**

Son aquellos volúmenes del recurso hídrico que han sido aprovechados en el desarrollo de actividades humanas, tales como las domésticas, urbanas o industriales y que en tal virtud han desmejorado sus condiciones de calidad, lo que representa un peligro e impide que se realicen usos posteriores o actividades de reúso.

##### **2.1.2 Clasificación de Aguas Residuales**

Las aguas residuales se pueden clasificar según varios criterios:

Por normativa se clasifican de la siguiente manera:

- Aguas Residuales Domésticas (ARD)
- Aguas Residuales Industriales
- Por su origen, se pueden clasificar como se muestra a continuación:
  - Aguas residuales domésticas
  - Aguas residuales municipales
  - Escorrentía urbana
  - Escorrentía agrícola
  - Acuicultura continental
  - Aguas residuales industriales
  - Actividades mineras
  - Generación de energía
  - Lixiviados de basura.

**2.2.1.1 Aguas Residuales Domésticas (ARD):** Proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas

**2.2.1.2 Aguas Residuales Industriales:** Aguas que se generan como resultado de los procesos industriales y comerciales. Estas aguas están contaminadas con una gran variedad de agentes contaminantes y deben ser tratadas antes de poder verterse a la red pública.

En promedio, los países de ingresos altos tratan cerca del 70% de las aguas residuales municipales e industriales que generan. Este promedio cae a un 38% en los países de ingresos medios-altos y a un 28% en los países de ingresos medios-bajos. En los países de ingresos bajos solo el 8% recibe algún tratamiento. Estas estimaciones sustentan la aproximación que se cita comúnmente que, en el mundo, más del 80% de las aguas residuales son vertidas sin tratamiento alguno. (WWAP, 2017).

Las aguas residuales totales tal y como se consideran en este informe engloban aguas residuales procedentes de industrias, hogares, servicios y agricultura, por ejemplo, fuentes localizadas de uno o varios contaminantes que pueden estar localizadas geográficamente y representadas en un punto de un mapa. Aunque las fuentes no localizadas como las escorrentías procedentes de terrenos agrícolas y urbanos pueden contribuir de manera significativa a los flujos de aguas residuales y a la contaminación difusa, los flujos susodichos no pueden monitorearse en la fuente. (ONU-Hábitat y OMS, 2021).

A continuación, se detallan las propiedades que presentan las aguas residuales domésticas, desde los campos físico, químico y biológico.

Tabla 4. Propiedades químicas Inorgánicas de Aguas Residuales

Constituyente	Abreviatura/ Definición	Uso en el tratamiento de aguas	Unidades
<b>Propiedades físicas</b>			
Olor	NUO	Determinar si el olor puede ser un problema	-
Color	Café claro, gris, negro	Estimar la condición del agua residual (fresca o séptica)	Unidades de color
Sólidos totales	ST	Determinar la clase de proceso u operación más apropiada para su tratamiento	mg/l
Sólidos suspendidos totales	SST	Determinar la clase de proceso u operación más apropiada para su tratamiento	mg/l
Temperatura	°C o °F	Importante en el diseño y operación de instalaciones de tratamiento	°C o °F

Elaborado por: Los autores 2025

Fuente: (Crites & Tchobanoglous, 2000)

Tabla 5. Propiedades Químicas Inorgánicas de Aguas Residuales

<b>Propiedades Químicas Inorgánicas de Aguas Residuales</b>			
Características químicas inorgánicas	Abreviatura/ Definición	Uso en el tratamiento de aguas	Unidades
Alcalinidad	$\Sigma\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{OH}^- - \text{H}^+$	Medida de la capacidad amortiguadora del agua residual	-
Cloruros	$\text{Cl}^-$	Evaluar la posibilidad de ser empleada en el uso agrícola	mg/l
Nitrógeno	$\text{N}^-$	Usado como medida de nutrientes y para establecer el grado de descomposición del agua residual	mg/l
Fósforo total	PT	Medida de nutrientes.	mg/l
Sulfatos	$\text{SO}_4$	Estimar la formación potencial de olores	mg/l

Elaborado por: Los autores 2025

Fuente: (Crites & Tchobanoglous, 2000)

Tabla 6. Propiedades químicas Orgánicas de Aguas Residuales

<b>Características químicas orgánicas de las Aguas Residuales</b>			
<b>Características químicas orgánicas</b>	<b>Abreviatura/ Definición</b>	<b>Uso en el tratamiento de aguas</b>	<b>Unidades</b>
Potencial de Hidrógeno	pH	Medida de acidez o basicidad de una solución acuosa	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	DBO <sub>5</sub>	Medida de la cantidad de Oxígeno requerido para estabilizar biológicamente un residuo	mg/l
Demanda Química de Oxígeno	DQO	Mide la cantidad de sustancias susceptibles a ser oxidadas	mg/l
Carbono Orgánico Total	COT	Usado con frecuencia como sustituto de la prueba de DBO	mg/l

Elaborado por: Los autores 2025

Fuente: (Crites & Tchobanoglous, 2000)

### 2.1.2 Agua residual en el Ecuador

En Ecuador, el 13.4 por ciento de la población rural no tiene acceso a saneamiento básico, y para las poblaciones más pobres de todo el país (tanto rurales como urbanas), el 23.5 por ciento carece de acceso a saneamiento. Adicionalmente, el 38.1 por ciento de los municipios de Ecuador no cuentan con infraestructura para el tratamiento de sus aguas residuales. La mayor parte del agua contaminada va directamente a los ríos, arroyos o al océano, lo que afecta los ecosistemas y la salud pública. Las aguas residuales contienen varios contaminantes que pueden dañar los arrecifes de coral, incluidos sedimentos, nutrientes, pesticidas, metales traza, hidrocarburos, microplásticos y productos farmacéuticos. La contaminación por aguas

residuales puede reducir la resiliencia de los arrecifes y hacerlos más sensibles al aumento de la temperatura del océano, la acidificación y otros impactos del cambio climático. 4 (Reef Resilience Network, 2023)

En el país se registran 577 plantas de tratamiento de agua residual, distribuidas en 164 municipios. Del total de agua distribuida por los municipios, el 22,3 % en promedio al mes ingresan a las plantas de tratamiento de agua residual. (INEC, 2022).

### **2.1.3 Aguas Residuales por Escorrentía**

Es el agua que proviene de las precipitaciones de lluvia sobre un área. Son aportaciones de carácter intermitente. La superficie en una zona urbanizada que recibe las precipitaciones es de dos tipos: impermeable y permeable. Las impermeables se refieren a obras civiles como edificios, pavimentos, calles, azoteas, etc.; mientras que las superficies permeables son espacios verdes, jardines, algunos patios interiores, solares sin edificar, etc. De la lluvia caída, una fracción se vierte sobre superficies; otra se evapora y otras se quedan atrapadas en espacios huecos y depresiones del suelo (Zambrano, Saltos, & Villamar, 2004).

### **2.1.4 Planta de tratamiento de aguas residuales**

Una planta de tratamiento de aguas residuales evacúa sólidos, reduce la materia orgánica y los contaminantes y restaura la presencia de oxígeno. Los sólidos incluyen todo, desde trapos y maderas, a arena y partículas pequeñas que se encuentran en las aguas residuales. La reducción de la materia orgánica y de los contaminantes es llevada a cabo usando bacterias útiles y otros microorganismos que se usan para consumir la materia orgánica en el agua residual. (Belzona Inc., 2010).

### **2.1.5 Tratamiento primario**

El tratamiento primario de aguas residuales se centra en reducir la suspensión de sólidos, además de prepararla para la siguiente fase por medio de una neutralización y homogeneización de partículas.

Su principal objetivo es remover la mayoría de las sustancias que están sedimentadas o flotando. Este primer tratamiento es capaz de eliminar la materia que incomoda y a su vez una fracción importante de la carga orgánica que se ve representada en un 25 % y 40 % de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (Cely, Bonilla , Carrillo, 2022).

### **2.1.6 Tratamiento secundario**

Tiene como objetivo eliminar la mayor parte de la materia coloidal, se trata principalmente de procesos de tipo físico químico o de tipo biológico. De los últimos se puede distinguir lo siguiente:

- Fangos activados
- Lechos bacterianos o, mejor, filtros percoladores
- Otros: biofísicos y cilindros (Filtros rotativos o contactores biológicos rotativos: CBR), estanques de estabilización, lagunas aireadas, lechos de turba, filtros verdes, etc.

Después de esta operación el efluente pasará por una etapa de clarificación (decantación secundaria) para eliminar los flóculos biológicos que se han producido (fangos en exceso o biológicos). Por lo que se refiere a los rendimientos, la reducción de sólidos oscila entre el 80 y 95%, y la reducción de la DBO5 entre el 85 y el 95% (Castillo & Díaz, 2022).

### **2.1.7 Caracterización de las Aguas Residuales Domésticas**

Estudiar la composición de las aguas residuales es fundamental para comprender el impacto que tienen de forma directa e indirecta en el ambiente y cómo podemos tratarlas de manera eficiente. Este análisis nos permite identificar los elementos que las contaminan, valorar los riesgos que representan para los cuerpos de agua donde terminan, y tomar decisiones informadas para su manejo. A continuación, se detalla los parámetros esenciales para realizar una adecuada caracterización de aguas residuales domésticas:

**Olor:** Los olores son sensaciones resultantes de la recepción de un estímulo por parte del sistema olfatorio, que consiste en dos subsistemas separados: el epitelio olfatorio y el nervio trigémino. Las sustancias olorosas emitidas por aguas residuales domésticas acumuladas o en procesos de tratamiento pueden ser de naturaleza tanto orgánica como inorgánica y se presentan en forma de gases y vapores (Lozada & Giraldo, 2019). 10

**pH:** El pH indica la acidez o la alcalinidad del agua. Se define como la concentración de iones de hidrógeno en el agua. La escala del pH es logarítmica con valores de 0 a 14. (Castillo & Díaz, 2022)

**DQO:** Mide la cantidad de materia orgánica presente en el agua, mediante la determinación del oxígeno necesario para oxidarla, pero en este caso proporcionado por un oxidante químico como el permanganato o el dicromato potásico. Este parámetro no puede ser menor que la DBO, ya que es mayor la cantidad de sustancias oxidables por vía química que por vía biológica. (Guerrero & Heredia, 2021).

Las siglas DQO significan la demanda o necesidad química de oxígeno que tienen los vertimientos residuales y alude a una de las características más importantes la cual permite categorizarlos en función de su capacidad potencial para el consumo de oxígeno disuelto del cauce receptor. (Cárdenas León, 2022).

**DBO:** La materia orgánica requiere oxígeno para ser degradada en un curso de agua. El alto contenido orgánico favorece el crecimiento de bacterias y hongos. El oxígeno utilizado para la oxidación de la materia orgánica consume el oxígeno utilizado para el desarrollo de la fauna y flora acuática (Lecca, Eduardo & Ruiz, 2014).

La DBO se mide principalmente para conocer las necesidades inmediatas de oxígeno que poseen los vertimientos de aguas residuales y, de esta forma predecir o prever su impacto inmediato sobre el cauce receptor. Para facilitar la comparación de los resultados las muestras se expresan en unidades de mg/L (Cárdenas León, 2022)

**Aceites y grasas:** Las grasas son compuestos orgánicos que se forman de carbono, hidrógeno y oxígeno, siendo la fuente más concentrada de energía en los alimentos. Pertenecen al grupo 11 de las sustancias llamadas lípidos y vienen en forma líquida o sólida. Todas las grasas son combinaciones de los ácidos grasos saturados y no saturados (Olivo, y otros, 2010)

**Sólidos suspendidos:** Los sólidos suspendidos están constituidos por la materia suspendida que permanece sobre un filtro de fibra, cuando filtramos una muestra de agua residual previamente agitada. La determinación está sujeta a errores considerables si no se toman las precauciones adecuadas; un exceso podría ocluir los poros del filtro (Universidad Continental, 2022).

**Sulfuros:** Los sulfuros son compuestos químicos formados por azufre combinado con otros elementos, comunes en aguas residuales debido a la descomposición anaeróbica de materia orgánica que contiene azufre. Entre ellos, el ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) es notable por generar olores desagradables y contribuir a la corrosión de sistemas de alcantarillado, además de ser tóxico en ciertas concentraciones (Metcalf & Eddy, 2014).

**Oxígeno Disuelto (OD):** El oxígeno disuelto se refiere a la cantidad de oxígeno molecular presente en el agua. Es un indicador importante en el tratamiento de aguas residuales, ya que refleja la capacidad del agua para sustentar procesos biológicos y organismos aeróbicos. Niveles insuficientes de oxígeno disuelto pueden favorecer condiciones anaeróbicas, impactando negativamente los sistemas de tratamiento (Mara & Horan, 2003).

### **2.1.8 Sistemas Anaerobios**

Son procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales en el cual, los microorganismos descomponen materia orgánica en ausencia de oxígeno. Este tipo de sistemas se utiliza principalmente para tratar aguas residuales domésticas e industriales con alta carga orgánica.

Dentro de sus funciones principales se encuentra:

- Reducir la carga contaminante en aguas residuales.
- Producir biogás (principalmente metano y dióxido de carbono) como subproducto, que puede ser utilizado como fuente de energía.
- Disminuir los costos energéticos en comparación con sistemas aeróbicos.

### 2.1.8.1 Ventajas de los sistemas anaerobios

- Eficiencia energética: No requieren suministro constante de oxígeno.
- Producción de biogás: Aprovechable como energía renovable.
- Bajo volumen de lodos: Se genera menos cantidad de lodo en comparación con sistemas aeróbicos.
- Costos operativos bajos: Requieren menos energía para el tratamiento.

### 2.1.8.2 Desventajas de los sistemas anaerobios

- Largos tiempos de retención: El tratamiento puede ser más lento.
- Sensibilidad a cambios de temperatura: La eficiencia puede disminuir en climas fríos sin control de temperatura.
- Menor eliminación de nutrientes: Generalmente no eliminan nitrógeno ni fósforo.
- Riesgo de malos olores: Debido a la generación de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S).

### 2.1.8.3 Esquema del tratamiento de aguas residuales con sistemas anaerobios

Tabla 7. Esquema del tratamiento Anaerobio.

<b>Pretratamiento:</b>	<b>Tamizado y desarenado para eliminar sólidos gruesos y arena.</b> Separación de aceites y grasas.
<b>Reactor anaerobio:</b>	El agua residual entra a un reactor (Ej.: Reactor UASB - Upflow Anaerobic Sludge Blanket o Imhoff) Los microorganismos descomponen la materia orgánica en condiciones anaeróbicas. Se genera biogás, que es capturado y almacenado.
<b>Decantación:</b>	Separación del lodo biológico y el agua tratada.
<b>Postratamiento (opcional):</b>	Si es necesario, el agua tratada pasa por un tratamiento aeróbico adicional para mejorar la calidad del efluente.

Elaborado por: Los autores 2025

Los sistemas anaerobios son métodos utilizados en el tratamiento de aguas residuales, que funcionan en ausencia de oxígeno y promueven la actividad de microorganismos anaerobios para descomponer la materia orgánica. Su aplicación depende del tipo de agua residual, condiciones climáticas, y requerimientos de tratamiento.

#### **2.1.8.4 Tanque Imhoff**

**Descripción:** Es un tanque rectangular o cilíndrico con dos compartimentos: uno para sedimentación de sólidos y otro para digestión anaeróbica.

**Funcionamiento:** Los sólidos sedimentados son digeridos en el compartimento inferior en condiciones anaeróbicas, mientras que el agua clarificada se retira del compartimento superior.

**Ventajas:**

- Diseño simple y económico.
- Bajo costo de operación.

**Desventajas:**

- Requiere limpieza periódica del lodo.
- Limitado para altos volúmenes de aguas residuales.

#### **2.1.8.5 Biodiscos**

**Descripción:** Sistema que utiliza discos rotatorios sumergidos parcialmente en aguas residuales. Los discos permiten la formación de una biopelícula bacteriana que degrada la materia orgánica.

- **Funcionamiento:** A medida que los discos giran, se alterna la exposición de la biopelícula al agua y al aire, favoreciendo el crecimiento de bacterias facultativas.

- **Ventajas:**
  - Compacto y fácil de operar.
  - Alta eficiencia en la remoción de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno).
- **Desventajas:**
  - Costos iniciales más altos.
  - Requiere energía eléctrica para la rotación de los discos.

#### **2.1.8.6 Reactor UASB (Up flow Anaerobic Sludge Blanket)**

**Descripción:** Reactor de flujo ascendente que utiliza un manto de lodo granular para descomponer la materia orgánica.

**Funcionamiento:** El agua residual ingresa desde la base del reactor, donde el contacto con los gránulos de lodo anaerobio permite la digestión y genera biogás.

#### **Ventajas:**

- Alta eficiencia en aguas con alta carga orgánica.
- Producción de biogás aprovechable como fuente de energía.

#### **Desventajas:**

- Mayor complejidad en el diseño y operación.
- Sensible a variaciones de carga y temperatura.

Tabla 8. Tabla comparativa entre sistemas anaerobios

<b>Criterio</b>	<b>Tanque Imhoff</b>	<b>Biodiscos</b>	<b>UASB</b>
<b>Tipo de tratamiento</b>	Sedimentación y digestión anaerobia	Digestión anaerobia con biopelícula	Digestión anaerobia granular
<b>Eficiencia de DBO</b>	Moderada (25-35%)	Alta (70-90%)	Muy alta (70-95%)
<b>Costo inicial</b>	Bajo	Medio-alto	Alto
<b>Mantenimiento</b>	Bajo	Medio	Alto
<b>Requerimiento energético</b>	Nulo	Medio	Nulo
<b>Producción de biogás</b>	No	No	Sí
<b>Requerimiento de espacio</b>	Moderado	Bajo	Moderado
<b>Adaptabilidad climática</b>	Alta	Moderada	Baja (sensible al frío)

Elaborado por: Los autores 2025

## 2.2 Otras definiciones

**Afluente:** Es el agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un cuerpo de agua receptor, reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento (Ministerio del Ambiente, 2015).

**Efluente:** Descarga o vertido líquido proveniente de un proceso productivo o de una actividad determinada. (Ministerio del Ambiente, 2015).

**Carga contaminante:** Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, o presente en un cuerpo receptor expresada en unidades de masa por unidad de tiempo (Ministerio del Ambiente, 2015) 13

**Agua subterránea:** Es toda agua del subsuelo, especialmente la que se encuentra en la zona de saturación (Ministerio del Ambiente, 2015).

**Canales:** Conductos utilizados para el transporte de agua, para múltiples propósitos (Ministerio del Ambiente, 2015).

**Caudal:** Es la medida de la hidráulica fluvial más común, siendo el principal parámetro para caracterizar la dinámica de un río o un canal. Una medición precisa de la velocidad es un asunto de importancia en los procesos hidrológicos. (Flores, y otros, 2021)

**Pozo séptico:** El tanque séptico es una estructura de separación de sólidos que acondiciona las aguas residuales para su buena infiltración y estabilización en los sistemas de percolación que necesariamente se instalan a continuación (Municipalidad Distrital de Santa María del Mar, 2016).

**Reactor biológico:** El reactor biológico es donde se dan las reacciones donde la materia orgánica es degradada por los microorganismos. También los biorreactores son recipientes en él se llevan a cabo los procesos químicos que involucran a los microorganismos donde se encuentra en constante participación en los procesos metabólicos (Curasi, 2024)

**Sistema biológico anaeróbico:** El éxito del reactor anaeróbico se puede atribuir a su capacidad para retener altas concentraciones de lodo en condiciones anaeróbicas. Además, permite tratar altas cargas orgánicas volumétricas aplicadas, mientras mantiene un tiempo de retención celular (TRC) largo y un tiempo de retención hidráulico relativamente corto (Lopez, Soto, Chávez & Fall, 2019).

**Ítem de ensayo:** Porción que se toma de una muestra del material a la que se va a realizar los ensayos

**Muestra:** Porción de un material, que servirá como objeto representativo para realizar diversos ensayos, con el objetivo de analizar sus características y comportamientos.

**Analito:** Sustancia química presente en un material o sistema, que es objeto de detección, identificación y cuantificación en el análisis químico de una muestra.

Homogeneidad de una muestra: Se verifica demostrando que los contenidos de analito en muestras representativas de la población no presentan diferencias estadísticas significativas.

## **2.3 Marco legal**

La calidad del agua es un tema de vital importancia tanto para la salud pública como para el desarrollo sostenible. En esta sección se abordará la normativa legal vigente que regula los estándares de calidad del agua, considerando los aspectos técnicos, sociales y ambientales que influyen en su gestión.

### **2.3.1 Respeto a la Constitución de la República del Ecuador**

Acorde a lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador (2008) publicada en el Registro Oficial No. 449 el 20 de octubre del 2008.

Art. 14. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Art. 71. La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Art. 395. La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

### **2.3.2 Respetto al Código Orgánico del Ambiente**

**Art. 191.** Del monitoreo de calidad del aire, agua y suelo. La autoridad ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizan el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto. Se dictarán y actualizarán periódicamente las normas técnicas, de conformidad con las reglas establecidas en este Código.

Las instituciones competentes en la materia promoverán y fomentarán la generación de la información, así como la investigación sobre la contaminación atmosférica, a los cuerpos hídricos y al suelo, con el fin de determinar sus causas, efectos y alternativas para su reducción.

**Art. 196.** Tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán contar con la infraestructura técnica para la instalación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales, de conformidad con la ley y la normativa técnica expedida para el efecto. Asimismo, deberán fomentar el

tratamiento de aguas residuales con fines de reutilización, siempre y cuando estas recuperen los niveles cualitativos y cuantitativos que exija la autoridad competente y no se afecte la salubridad pública. Cuando las aguas residuales no puedan llevarse al sistema de alcantarillado, su tratamiento deberá hacerse de modo que no perjudique las fuentes receptoras, los suelos o la vida silvestre. Las obras deberán ser previamente aprobadas a través de las autorizaciones respectivas emitidas por las autoridades.

### **2.3.3 Respeto a la Normativa Ambiental**

Art. 1. Objeto y ámbito. - El presente Reglamento desarrolla y estructura la normativa necesaria para dotar de aplicabilidad a lo dispuesto en el Código Orgánico del Ambiente. Constituye normativa de obligatorio cumplimiento para todas las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público central y autónomo descentralizado, personas naturales y jurídicas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, que se encuentren permanente o temporalmente en el territorio nacional.

Art. 7. Biodiversidad como recurso estratégico. - La Autoridad Ambiental Nacional ejercerá la rectoría y gestión del sector estratégico de la biodiversidad, desarrollando el modelo de gestión intersectorial conforme las competencias, facultades y atribuciones establecidas en la normativa vigente.

### **2.3.4 Respeto a la Ley Orgánica de Salud**

Art. 103. Se prohíbe a toda persona, natural o jurídica, descargar o depositar aguas servidas y residuales, sin el tratamiento apropiado, conforme lo disponga en el reglamento correspondiente,

en ríos, mares, canales, quebradas, lagunas, lagos y otros sitios similares. Se prohíbe también su uso en la cría de animales o actividades agropecuarias.

Los desechos infecciosos, especiales, tóxicos y peligrosos para la salud, deben ser tratados técnicamente previo a su eliminación y el depósito final se realizará en los sitios especiales establecidos para el efecto por los municipios del país.

Para la eliminación de desechos domésticos se cumplirán las disposiciones establecidas para el efecto.

Las autoridades de salud, en coordinación con los municipios, serán responsables de hacer cumplir estas disposiciones.

Art. 104. Todo establecimiento industrial, comercial o de servicios, tiene la obligación de instalar sistemas de tratamiento de aguas contaminadas y de residuos tóxicos que se produzcan por efecto de sus actividades.

Las autoridades de salud, en coordinación con los municipios, serán responsables de hacer cumplir esta disposición.

### **2.3.5 Acuerdos Ministeriales**

Art. 196 De las autorizaciones de emisiones, descargas y vertidos. - Los Sujetos de Control deberán cumplir con el presente Libro y sus normas técnicas. Así mismo, deberán obtener las autorizaciones administrativas ambientales correspondientes por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

No se autorizarán descargas ya sean aguas servidas o industriales, sobre cuerpos hídricos, cuyo caudal mínimo anual, no pueda soportar la descarga; es decir, sobrepase la capacidad de carga del cuerpo hídrico. La determinación de la capacidad de carga del cuerpo hídrico será establecida por la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional.

Art. 197 Reporte. El Sujeto de Control que origine descargas, emisiones o vertidos hacia el ambiente, incluyendo sistemas de alcantarillado, deberá reportar a la Autoridad Ambiental 18 Nacional con la periodicidad que establece el régimen de evaluación de impactos ambientales presente en este Libro. Los formularios o formatos para tales reportes serán establecidos a través del cuerpo legal correspondiente.

Art. 209 De la calidad del agua. Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreos de descargas, vertidos y cuerpos receptores; dichos lineamientos se encuentran detallados en el Anexo I.

En cualquier caso, la Autoridad Ambiental Competente, podrá disponer al Sujeto de Control responsable de las descargas y vertidos, que realice muestreos de sus descargas, así como del cuerpo de agua receptor.

Acuerdo Ministerial 097 A anexo 1:

La normativa vigente plantea como objetivo la prevención y control de la contaminación ambiental, relacionado con el recurso agua.

Su objetivo principal es la protección de la calidad del agua para salvaguardar y conservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interacciones y del medio ambiente.

Se deben llevar a cabo acciones para preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua de acuerdo con la presente norma.

La preservación de los usos asignados mediante el cumplimiento de la norma de calidad correspondiente, según los principios que se detallan en este documento, es la base del proceso de control de la contaminación del recurso hídrico.

Las municipalidades, dentro de su ámbito de acción y a través de las Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Saneamiento (EPS) de carácter público o, en la actualidad, delegadas al sector privado, serán las encargadas de prevenir, controlar o resolver los problemas de contaminación que surjan de los procesos que involucran la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado. Para ello, deberán llevar a cabo los respectivos planes maestros.

El Sujeto de Control debe, entre otras, realizar las siguientes acciones para controlar la contaminación de los cuerpos de agua de cualquier tipo, según la actividad regulada: elaboración del Plan de Manejo Ambiental que incluya el tratamiento de sus efluentes previo a la descarga; actividades de control de la contaminación por escorrentía pluvial; y otras acciones que permitan prevenir y controlar los impactos ambientales potenciales. La Autoridad Ambiental también podrá solicitar al regulador que vigile la calidad del cuerpo de agua.

### **2.3.6 NTE-INEN 2169 Agua. Calidad del agua.**

#### Manejo y conservación de muestras

En la NTE INEN 2169 las precauciones y técnicas generales que se deben seguir para conservar y transportar todo tipo de muestras de agua, incluidas las que se utilizan para análisis biológico más no están incluidas las de análisis microbiológico, están establecidas en esta norma técnica. Se aplica esta norma cuando la muestra (simple o compuesta) no pueda ser analizada en el sitio en el cual se recolectó la muestra, por lo tanto, se deberá trasladar a un laboratorio para su respectivo análisis.

Las reacciones físicas, químicas o biológicas, que tienen lugar desde el momento del muestreo hasta el inicio del análisis, afectan en diferente grado las aguas, especialmente las aguas superficiales y, en particular, las aguas residuales. Las concentraciones que se determinan en el laboratorio serán diferentes a las que se encontraban en el momento del muestreo si no se toman

precauciones tanto antes como durante el transporte, así como durante el tiempo que las muestras se mantienen en el laboratorio antes del análisis.

Antes de decidir sobre el método adecuado de conservación y manipulación, es esencial consultar al analista y/o al especialista que interpretará los resultados.

### 2.3.7 Límites máximos permitidos para niveles de ruido ambiental en fuentes fijas

Los niveles máximos de presión sonora equivalente (NPSeq), medidos en decibeles (dB) y ponderados según la escala A, no deben superar los valores establecidos en la Tabla 1 para emisiones provenientes de fuentes fijas generadoras de ruido.

*Tabla 9. Límites permisibles para niveles de ruido ambiental*

<b>TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO</b>	<b>NPS eq [dB(A)] (06H00 a 20H00)</b>	<b>NPS eq [dB(A)] (20H00 a 06H00)</b>
<b>Zona hospitalaria y educativa</b>	45	35
<b>Zona Residencial</b>	50	40
<b>Zona Residencial mixta</b>	55	45
<b>Zona Comercial</b>	60	50
<b>Zona Comercial mixta</b>	65	55
<b>Zona Industrial</b>	70	65

Elaborado por: Los autores 2025

Fuente: TULSMA

- Los métodos para medir el nivel de presión sonora equivalente generado por una fuente fija, así como los procedimientos para informar los resultados, estarán definidos según lo estipulado en esta normativa.
- Para la verificación de los niveles de presión sonora equivalentes establecidos en la Tabla 1, provenientes de la fuente emisora de ruido en evaluación, las mediciones se realizarán en la ubicación de los receptores externos a dicha fuente o en el límite de la propiedad donde se encuentre la fuente emisora.
- Las fuentes fijas de emisión de ruido deberán ajustarse a los niveles máximos de presión sonora corregidos correspondientes a la zona en la que se encuentra el receptor.
- En casos de disputas sobre el uso del suelo, la autoridad ambiental competente será la encargada de determinar el tipo de uso del suelo, según lo indicado en la Tabla 1.
- Se prohíbe la emisión de ruidos o sonidos provenientes de equipos de amplificación o similares desde el interior de locales destinados a fines como viviendas, comercios, servicios, discotecas y salas de baile, cuando estos superen los límites establecidos para cada zona y durante los horarios señalados en la norma.

#### **2.3.7.1 Medidas de prevención y mitigación de ruidos:**

Los procesos industriales y las máquinas que generen niveles de ruido de 85 decibelios A o más, medidos en el ambiente de trabajo, deberán ser adecuadamente aislados para evitar la transmisión de vibraciones al exterior del establecimiento. El operador o propietario deberá evaluar aquellos procesos y equipos que, al no contar con aislamiento adecuado de vibraciones, requieran implementar esta medida.

Si una fuente de emisión de ruido se instala en una zona donde el nivel de ruido ya excede o está cerca de exceder los límites máximos permisibles establecidos en esta normativa, se deberán tomar medidas de atenuación de ruido, conforme a las prácticas generalmente aceptadas en ingeniería, para asegurar que se cumpla con los niveles permitidos.

Las medidas de control podrán incluir, en primer lugar, la reducción del ruido en la fuente, y en segundo lugar, el control de la propagación del ruido a través del medio que conecta la fuente con el límite exterior o lindero del establecimiento. La implementación de una o ambas de estas medidas será parte de la evaluación realizada por el operador o propietario de la nueva fuente.

### **2.3.8 Selección de los sistemas de muestreo**

La selección del sitio de muestreo en cada etapa del proceso debe realizarse con cuidado, especialmente en el caso de los residuos crudos, ya que su composición puede variar considerablemente con el tiempo. Estos residuos pueden acumularse en alcantarillas de gran sección transversal, y su composición puede cambiar en función de la profundidad y el diámetro de las mismas. Además, es posible que no haya una mezcla homogénea de los residuos provenientes de distintos cauces. Antes de elegir el punto de muestreo, es necesario desarrollar un programa de muestreo preliminar para identificar todas las variaciones. El sitio definitivo para el muestreo rutinario se determinará tras analizar los datos obtenidos. En situaciones específicas, se pueden tomar muestras compuestas para garantizar la fiabilidad de los resultados.

### **2.3.9 Residuos de tratamiento de lodos:**

Los lodos muestreados en los tanques, especialmente en los de sedimentación o digestión, así como en las lagunas o en lechos secos, pueden presentar desafíos debido a la deficiente homogeneidad

y la presencia de partículas grandes, especialmente cuando se trata de lodos primarios y lodos digeridos.

### **2.3.10 Mediciones del caudal y situaciones para propósitos de calidad del agua**

En las plantas de tratamiento de aguas residuales, la medición del caudal es esencial para evaluar la carga de contaminantes que se somete a la planta. Esta medición se realiza en los puntos de descarga y durante el tratamiento del agua. Si las aguas residuales a tratar varían en calidad o cantidad a lo largo del tiempo, para obtener estimaciones confiables de la carga, es necesario registrar el caudal de forma continua. A menudo, las muestras compuestas se obtienen mezclando las muestras relacionadas con el caudal registrado en el momento del muestreo. Además, el costo del tratamiento de los efluentes descargados a las alcantarillas públicas está directamente relacionado con la calidad y el volumen del efluente descargado.

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Diseño de la Investigación

La presente investigación tiene un enfoque integral, el que incluye tanto la recopilación de datos descriptivos como la obtención y análisis de resultados experimentales en laboratorio.

La obtención de datos significativos, mediante una caracterización de las muestras del efluente generado en el Bloque A del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, con el propósito de evaluar su calidad durante un período de una semana, donde exista la demanda más alta, específicamente en los cambios de horas clases de la jornada matutina, los otros bloques denotan poco caudal o nulo.

Se realizará la caracterización de los siguientes parámetros en el afluente, tales como demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST) y otros indicadores necesarios para cumplir con los requisitos ambientales establecidos. La información obtenida en campo se complementará con datos administrativos, registros históricos y mantenimiento del sistema actual, a fin de entender mejor el comportamiento y las necesidades del sistema.

A partir del análisis de las muestras y los datos recopilados, se formularán tres posibles soluciones para el tratamiento. Estas propuestas considerarán criterios técnicos, ambientales y económicas asegurando que la solución seleccionada cumpla con las normativas ambientales vigentes y aporte al beneficio de la comunidad universitaria.

La implementación de las soluciones planteadas no solo mejorará la gestión de las aguas residuales en la institución, sino que también fomentará un modelo de sostenibilidad ambiental, para de esta forma se evidencian las mejoras en saneamiento en el Campus Universitario.

### **3.2 Enfoque de la investigación**

La presente investigación se fundamenta en un diseño mixto que combina enfoques cualitativos y cuantitativos, orientado a diagnosticar y proponer soluciones para el tratamiento de las aguas residuales generadas en el Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana. Este enfoque permite no solo recolectar y analizar datos numéricos en laboratorio, sino también integrar información contextual, histórica y administrativa para ofrecer una visión integral del problema y sus posibles soluciones.

El estudio tiene como objetivo principal caracterizar las propiedades físicas, químicas y biológicas del efluente generado en el bloque mencionado, para determinar su impacto en el entorno y su grado de cumplimiento con los estándares ambientales. Además, se desarrollará una propuesta de tratamiento que contemple soluciones viables desde los puntos de vista técnico, económico y ambiental.

### **3.3 Metodología**

#### **3.3.1 Recolección de muestras**

Durante cinco días se realizarán muestreos diarios de los efluentes provenientes del Bloque A puesto que los otros ramales tenían poca aportación o estaban fuera de servicio. Estas muestras serán transportadas al laboratorio bajo condiciones controladas, con el objetivo de preservar su calidad y garantizar análisis representativos.

#### **3.3.2 Análisis de laboratorio:**

Se evaluarán diversos parámetros clave, entre ellos:

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** Refleja la cantidad de materia orgánica biodegradable en el agua.

- **Demanda química de oxígeno (DQO):** Permite estimar la carga orgánica total, incluyendo componentes no biodegradables.
- **Sólidos suspendidos totales (SST):** Indica la cantidad de partículas sólidas presentes en el agua.
- Otros factores importantes, como pH, grasas y aceites, también serán considerados.

### 3.3.3 Recopilación de datos adicionales:

Además del análisis de laboratorio, se recopilará información administrativa y operativa, incluyendo:

- Registros de consumo de agua.
- Historial de mantenimiento del sistema de aguas residuales.
- Detalles sobre la gestión y operación actual de los efluentes.

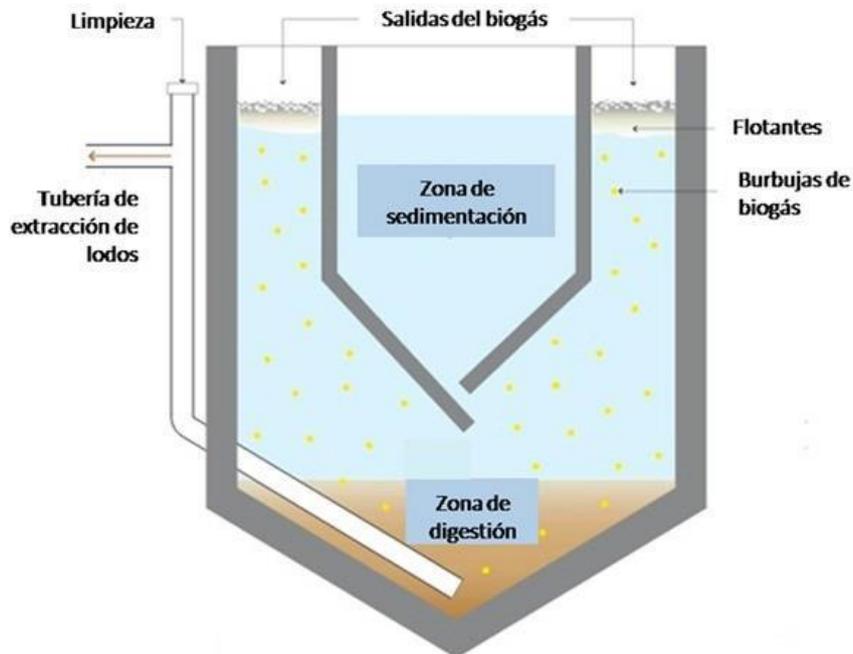
### 3.3.4 Diagnóstico y evaluación:

A partir de los datos obtenidos, se analizará el estado actual del sistema de tratamiento de efluentes, identificando sus deficiencias y el impacto ambiental de las descargas. Este análisis tendrá en cuenta tanto las normativas nacionales como los estándares internacionales en calidad de aguas residuales.

### 3.3.5 Propuesta de soluciones:

Con base en el diagnóstico, se presentará la alternativa del cono Imhoff, viable para mejorar el tratamiento de aguas residuales. Esta propuesta está orientada a reducir la carga orgánica, cumplir con la normativa ambiental y garantizar la sostenibilidad del sistema, el cual tiene la siguiente configuración:

Ilustración 5. Partes de Tanque Imhoff



Fuente: IAGUA

En un tanque Imhoff ocurren tanto procesos físicos como biológicos, de manera similar a lo que sucede en las fosas sépticas:

El agua residual ingresa al área de sedimentación, donde la gravedad provoca la separación de los sólidos sedimentables, que se desplazan hacia la zona de digestión y se acumulan en forma de lodo. Mientras tanto, los materiales flotantes, como aceites y grasas, permanecen en la superficie de la zona de sedimentación. Para evitar que estos flotantes sean arrastrados con el efluente tratado, se instalan baffles en los puntos de entrada y salida.

Ilustración 6. Sección transversal de un tanque Imhoff

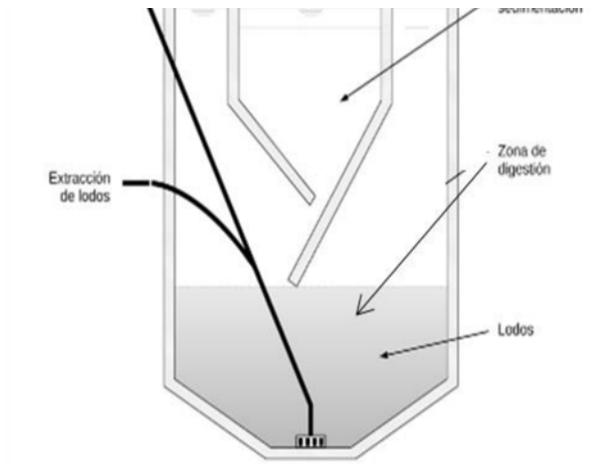
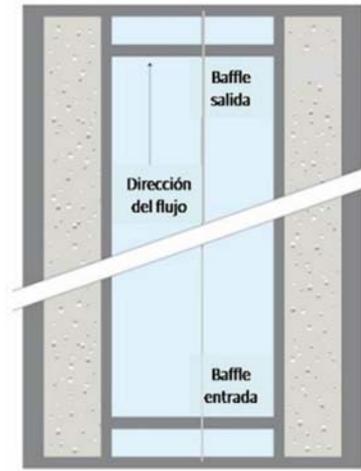


Ilustración 7. Vista superior de un tanque Imhoff



Fuente: IAGUA

En cuanto a la eficiencia de depuración en los tanques Imhoff, los resultados se presentan en la tabla adjunta.

Tabla 10. Eficiencia de depuración en tanques Imhoff

Parámetro	Reducción (%)
<b>Materia en suspensión</b>	55 - 65
<b>DBO<sub>5</sub></b>	25 - 35
<b>DQO</b>	20 - 30
<b>Coliformes fecales</b>	0-1

Elaborado por: Los autores 2025

Fuente: IAGUA

Se advierte que los tanques Imhoff solo permiten alcanzar un tratamiento primario, por lo que sus efluentes requieren procesos adicionales para cumplir con las normativas de vertido establecidas.

### **3.4 Población y muestra**

La población objetivo de este estudio corresponde a las aguas residuales domésticas generadas en las instalaciones del campus María Auxiliadora. Para la caracterización de estas aguas, las muestras serán recolectadas en la caja de registro ubicada en la zona de parqueos del campus, previa a la descarga al reservorio.

### **3.5 Variables de estudio**

#### **3.5.1 Variable dependiente**

La calidad del efluente tratado puede evaluarse considerando varios aspectos fundamentales:

**3.5.1.1 Contaminantes residuales:** Se debe analizar los parámetros fisicoquímicos y biológicos tras el tratamiento, incluyendo indicadores como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST), entre otros.

**3.5.1.2 Conformidad con las normativas:** Es esencial verificar que el efluente cumpla con las regulaciones ambientales establecidas por la legislación vigente.

**3.5.1.3 Efectos ambientales:** Identificar la disminución del impacto en el cuerpo de agua receptor, como ríos o sistemas de drenaje.

Evaluar la mejora en la calidad del agua del cuerpo receptor después de implementar los tratamientos.

**3.5.1.4 Sostenibilidad del sistema:** Asegurar la efectividad y duración de los tratamientos a lo largo del tiempo e Integrar las soluciones en el marco del modelo de gestión ambiental de la institución.

### **3.5.2 Variable independiente**

Estas son las que se manipulan o evalúan para observar cómo afectan a las dependientes.

#### **3.5.2.1 Propiedades del efluente:**

- Volumen y caudal del agua residual.
- Tipo de efluente según su origen (residencial, institucional o de servicios).

#### **3.5.2.2 Indicadores físico-químicos y biológicos:**

- Consumo de oxígeno biológico (DBO).
- Consumo de oxígeno químico (DQO).
- Concentración de sólidos suspendidos totales (SST).
- Presencia de sulfuros, niveles de pH, turbidez, aceites, grasas y temperatura.

#### **3.5.2.3 Aspectos de gestión y consumo:**

- Registros de consumo de agua (facturación y medición).
- Frecuencia con la que se realiza el mantenimiento.
- Promedio de volumen de agua utilizada y desechada.

#### **3.5.2.4 Cumplimiento de normativas ambientales:**

- Límites establecidos por regulaciones nacionales e internacionales y Criterios de calidad del efluente previo a su descarga en cuerpos receptores.

Tabla 11. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	-	mg/l	30
Arsénico total	As	mg/l	0,5
Aluminio	Al	mg/l	5
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,2
Cinc	Zn	mg/l	10
Cobre	Cu	mg/l	1
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	10 <sup>8</sup>
Color	Color verdadero	Unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Materia flotante	Visibles	-	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Nitrógeno Total kjeldahl	N	mg/l	40
Potencial de hidrógeno	pH	-	7
Sólidos Suspendidos Totales	-	mg/l	250
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	µg/l	50
Compuestos organofosforados	Organofosforados totales	µg/l	100
Carbamatos	Especies totales	mg/l	-
Temperatura	-	°C	< 35
Tensioactivos	Activas al azul de metileno	mg/l	0,5

Elaborado por: Los autores 2025

Fuente: Ministerio del Ambiente. (2024). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Tabla 10: Descargas de agua marina. Quito, Ecuador.

### **3.6 Metodología de Obtención de Datos**

#### **3.6.1 Población**

Para estimar la población futura de la Universidad Politécnica Salesiana, se solicitará la información al área administrativa, para poder considerar la cantidad de estudiantes por franja horaria, carrera y modalidad en la que estudian.

#### **3.6.2 Metodología de Obtención de Caudal de Agua**

**3.6.2.1 Método Volumétrico:** Se realizó un conteo por volumen establecido por tiempo del llenado total del reservorio y en la cámara más cercana a la entrada del mismo en hora pico.

#### **3.6.3 Materiales y procedimiento para pH y Temperatura Materiales:**

- Vaso de precipitación
- Agua destilada
- Multiparámetro

#### **Procedimiento para evaluación:**

Para medir el pH de la muestra de agua residual, se debe utilizar un equipo correctamente calibrado, lo que garantiza una lectura precisa tanto del pH como de la temperatura.

Es necesario enjuagar los materiales antes de su uso.

La sonda debe ser colocada dentro del vaso de precipitación que contiene la muestra de agua, asegurándose de que quede suspendida, sin tocar el fondo ni los bordes del vaso, para evitar lecturas incorrectas.

El valor obtenido debe ser registrado.

### **3.6.4 Materiales y procedimiento para Sólidos Suspendidos Totales**

#### **3.6.4.1 Metodología para el análisis de SST al vacío**

- Materiales y herramientas necesarios
- Filtros de fibra de vidrio (generalmente de 0,45  $\mu\text{m}$  de porosidad).
- Embudo para filtración.
- Bomba de vacío.
- Matraz Kitasato.
- Balanza de alta precisión (al menos 0,001 g).
- Estufa con temperatura regulable ( $105 \pm 2$  °C).
- Desecador con agente desecante.
- Pinzas para manipular los filtros.
- Muestra de agua a analizar.

#### **3.6.4.2 Preparativos iniciales**

##### **Acondicionamiento del filtro:**

El filtro se lava con agua destilada para eliminar posibles residuos o contaminantes.

Se seca en la estufa a 105 °C durante al menos una hora para asegurar que no contenga humedad.

Se deja que se enfríe dentro de un desecador, y luego péselo cuidadosamente en la balanza analítica. Registre este peso inicial (llamado P1).

##### ***Preparación del equipo de filtrado:***

Se monta el filtro en el embudo asegurándose de que quede bien ajustado y sin fugas.

Se conecta el embudo al matraz Kitasato, que a su vez estará conectado a la bomba de vacío.

### **Proceso de filtración**

Una vez que se agite bien la muestra de agua antes de tomarla, para que los sólidos suspendidos se distribuyan de forma uniforme.

Se mide un volumen específico de muestra, dependiendo de la concentración de sólidos (generalmente entre 50 mL y 1000 mL).

Luego se vierte la muestra medida en el embudo y se activa la bomba de vacío para que el agua pase a través del filtro.

Se debe asegurar que los sólidos queden distribuidos uniformemente sobre el filtro para evitar acumulaciones en un solo punto.

### **Secado y pesado final**

Una vez completada la filtración, se retira el filtro con cuidado utilizando pinzas.

Se coloca el filtro en la estufa a 105 °C y se deja secar durante al menos una hora, o hasta que alcance un peso constante.

Luego, se deja enfriar el filtro nuevamente en el desecador para evitar que la humedad del ambiente altere el resultado.

Finalmente, se pesa el filtro seco con los sólidos retenidos y se registra este peso final (P2).

### **Cálculo de los sólidos suspendidos totales**

Para determinar los SST, se utiliza la siguiente fórmula:

*Ecuación 1: Cálculo de Sólidos Suspendidos Totales*

$$\text{SST (mg/L)} = \frac{V(P2 - P1) \times 100}{V}$$

Donde:

P1: Peso inicial del filtro seco (g).

P2: Peso del filtro seco con los sólidos retenidos (g).

V: Volumen de muestra filtrado (mL).

El resultado se expresa en miligramos por litro (mg/L).

### **3.6.5 Metodología para medir turbidez con un turbidímetro**

La turbidez es una medida de la claridad del agua, determinada por la cantidad de partículas suspendidas que dispersan la luz. Se usa un turbidímetro es una forma precisa y común de medirla. A continuación, se detalla el procedimiento:

#### **Materiales y equipo necesario**

- Turbidímetro calibrado.
- Celdas o cubetas de muestra transparentes y limpias.
- Agua destilada o estándar de turbidez baja (para enjuague).
- Estándares de calibración (por ejemplo, soluciones de formazina).
- Muestra de agua a analizar.

#### **Preparativos iniciales**

##### **Preparar el equipo:**

Se verifica que el turbidímetro esté limpio, calibrado y funcionando correctamente.

Si no está calibrado, se realiza la calibración siguiendo las instrucciones del fabricante, utilizando estándares de turbidez conocidos.

Hay que asegurar de que el lugar de trabajo esté libre de luz intensa directa para evitar interferencias.

##### **Preparar las celdas de muestra:**

Se lava las celdas con agua destilada para eliminar residuos o partículas.

Se debe asegurar de que las paredes de las celdas estén secas y libres de huellas dactilares, ya que estas pueden afectar las mediciones. Mediante un paño suave y sin pelusa para limpiarlas si es necesario.

### **Medición de la muestra**

#### **Preparación de la muestra:**

Hay que homogenizar la muestra de agua agitándola suavemente, pero se debe evitar la formación de burbujas, ya que estas pueden alterar la lectura.

#### **Llenado de la celda:**

Se llena la celda con la muestra hasta la marca indicada.

#### **Inserción en el turbidímetro:**

Se coloca la celda en el compartimento del turbidímetro alineándola correctamente (algunas celdas tienen marcas de alineación).

Finalmente se cierra la tapa del compartimento para evitar interferencias externas de luz.

#### **Lectura:**

Se enciende el turbidímetro y se espera la estabilización de la lectura.

Se registra el valor de turbidez que se muestra en la pantalla, expresado en unidades nefelométricas (NTU).

Procedimiento posterior.

### **3.6.6 Medición de Oxígeno Disuelto (OD) con equipo HACH**

La medición de oxígeno disuelto (OD) es fundamental para evaluar la calidad del agua, especialmente en sistemas naturales y plantas de tratamiento.

A continuación, se presenta un procedimiento claro y humanizado para realizar esta medición utilizando un equipo HACH.

#### *Materiales y equipo necesario*

- Medidor de oxígeno disuelto HACH (modelo específico).
- Sonda para OD con tapa de membrana.
- Solución de relleno para la sonda (si aplica).
- Estándares de calibración (si es necesario).
- Agua destilada o desionizada para limpieza.
- Muestra de agua a analizar.

#### **Preparación del equipo**

##### **Verificar el estado de la sonda:**

Se debe asegurar de que la sonda esté limpia y la membrana intacta, sin burbujas o daños visibles.

Si la sonda requiere solución de relleno, se verifica el nivel y rellénala según las indicaciones del fabricante.

##### **Encender y calibrar el equipo:**

Se enciende el medidor HACH y espera a que esté listo.

Se realiza la calibración siguiendo las instrucciones del equipo. En la mayoría de los casos, se usa aire saturado como punto de referencia para calibrar al 100% de saturación de oxígeno.

**Preparar el lugar de trabajo:**

Se debe trabajar en un ambiente tranquilo y alejado de fuentes de vibración o calor directo, que puedan alterar la medición.

**3.6.7 Medición del oxígeno disuelto****Preparar la muestra:**

Se debe agitar suavemente la muestra para homogeneizarla, evitando la formación de burbujas que podrían alterar la lectura.

Si estás en campo, se realiza la medición directamente en el cuerpo de agua para obtener resultados más representativos.

**Introducir la sonda:**

Se sumerge la sonda completamente en la muestra, asegurándose de que no toque las paredes del recipiente.

Si la medición es en campo, se introduce la sonda en el agua a la profundidad deseada.

**Esperar la estabilización:**

Se debe mantener la sonda en movimiento suave (si es requerido por el equipo) para evitar que el flujo de agua sea insuficiente alrededor de la membrana.

Se espera a que la lectura del medidor se estabilice. Esto puede tomar unos segundos o minutos, dependiendo del modelo del equipo.

**Registrar los valores:**

Una vez que el valor sea constante, se anota la concentración de oxígeno disuelto en mg/L, así como la temperatura y cualquier otro parámetro mostrado por el equipo.

### 3.7 Mediciones in situ

Al realizar las mediciones en el sitio, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

**Condiciones del lugar:** Debido al estado en que se encuentra el área elegida para el muestreo, se tomaron las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de los equipos y la protección del personal.

**Configuración de los equipos:** Los equipos de medición, como los niveles y sondas multiparamétricas, fueron configurados con antelación para asegurar su óptimo funcionamiento durante las mediciones en el sitio.

**Obtención de muestras de agua residual doméstica:** Se tomarán cinco muestras de agua residual doméstica en diferentes días de una misma semana para garantizar la representatividad de las muestras.

**Transporte y conservación:** Las muestras se transportarán al laboratorio de Química de la Universidad Politécnica Salesiana, siguiendo las normativas establecidas, para preservar su calidad y evitar alteraciones que puedan afectar los resultados.

### 3.8 Medidas bioseguridad

El muestreo de aguas residuales implica el manejo de sustancias que pueden ser tóxicas, infecciosas o corrosivas, lo que hace necesario adoptar medidas de seguridad para proteger tanto al personal como los equipos. Por lo tanto, es esencial seguir las normativas de seguridad y utilizar el equipo de protección adecuado para minimizar los riesgos. Se recomienda el uso de:

- Mandil blanco.
- Guantes de nitrilo o quirúrgicos.
- Mascarillas.

- Gafas de protección.
- Alcohol
- Papel secante
- Punto de agua cercano para el lavado de OJOS.

Además, se deben seguir ciertos procedimientos para garantizar la seguridad durante el muestreo de agua residual doméstica:

- El personal debe recibir capacitación en el uso correcto de los equipos y en los procedimientos de seguridad física, además de estar consciente de los riesgos asociados con el área de muestreo.

### **3.9 Análisis del cumplimiento de los límites permisibles**

En cuanto a los resultados obtenidos sobre la calidad del efluente, se realizará una comparación con los valores máximos permitidos para las descargas, según lo estipulado en la Tabla No. 11 del Acuerdo Ministerial 097-A, que es aplicable a las descargas hacia cuerpos de agua marina. Además, se incluirán gráficos que faciliten la visualización del cumplimiento de estos límites para cada uno de los parámetros evaluados a lo largo del tiempo.

### **3.10 Levantamiento Topográfico**

Para la elaboración del trazado del sistema de alcantarillado sanitario y el tratamiento de aguas residuales, se llevó a cabo una topografía detallada de la zona a trabajar utilizando una estación total, prismas y GPS proporcionados por el Laboratorio de la universidad.

Además de realizar una ortofoto del Campus María Auxiliadora, con la colaboración de los estudiantes de Quito Semestre, para la elaboración del plano de Implantación General del Sistema de Aguas Residuales.

Este proceso permitió evidenciar las elevaciones presentes tanto en los alrededores como en la sección donde se desarrollará la red.

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario permitirá el traslado de las aguas residuales de manera más eficaz y sostenible, adaptándose a las características del área de instalación. Para el procesamiento de los datos topográficos obtenidos, se utilizó el software AutoCAD junto con Civil 3D.

### **Software aplicado para la elaboración del diseño**

Para llevar a cabo esta investigación, se emplearán herramientas de software especializadas que facilitarán el logro de los objetivos.

1. **AutoCAD:** Este programa se utilizará para el levantamiento de las redes sanitarias actuales del Campus María Auxiliadora. Mediante AutoCAD, con el objetivo de rediseñar las redes sanitarias, garantizando que ahora conduzcan hacia la planta de tratamiento de aguas residuales.

*VER ANEXO PLANO DE IMPLANTACIÓN GENERAL- SISTEMA DE AASS*

## CAPITULO IV

### 4. Análisis de Resultados

#### 4.1 Población

Para el presente análisis se tomará en cuenta la población estudiantil, además del personal docente, administrativo y operativo del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, el cual se encuentra distribuido de la siguiente manera, según datos administrativos proporcionados por la institución.

*Tabla 11. Población de UPS, Campus María Auxiliadora*

Jornada	Estudiantes	Docentes	Administrativos y de servicio	Total
Matutina	2350	48	30	2428
Nocturna	350	48	8	406

**Elaborado por: Los autores 2025**

Fuente: UPS, María Auxiliadora

Se tomará la jornada donde hay más población, es decir la jornada matutina, teniendo un total de 2428 personas en el caso más crítico que todos asistan al Campus Universitario. Este dato es fundamental para proceder con el análisis de los demás parámetros, ya que, al tratarse de una población universitaria, implica la entrada y salida de estudiantes cada semestre, por lo que no incurre en un crecimiento demográfico a diferencia de las ciudades.

#### 4.2 Resultados de la generación de caudal de las aguas residuales domésticas

Para la obtención de caudal se consideramos dos pruebas volumétricas:

#### 4.2.1 Tiempo de llenado del reservorio en su totalidad.

#### 4.2.2 Prueba volumétrica en la tubería corrugada de 30cm a la descarga actual.

Tabla 12 Valores de Caudal-Prueba 1

TIPO DE PRUEBA	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	TIEMPO DE LLENADO (h)	Caudal m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /d	Promedio m <sup>3</sup> /d
1	20	25	0,800	19,200	19,60
	20	24	0,833	20,000	

Elaborado por: Los autores 2025

Según la prueba #1 referido en la tabla 12, el caudal promedio de agua residual es de aproximadamente de 19,6 m<sup>3</sup>/día, considerando que el volumen del reservorio actual es de 30 m<sup>3</sup> y que solo se retira 20 m<sup>3</sup>, el mismo que cuenta con esa capacidad máxima.

Tabla 13 Valores de Caudal- Prueba Tipo 2

TIPO DE PRUEBA	VOLUMEN (m)	TIEMPO DE LLENADO (s)	L/s	m <sup>3</sup> /d	Promedio m <sup>3</sup> /d
2	1	5,96	0,1678	14,497	19,617
	1	4,01	0,2494	21,546	
	1	3,52	0,2841	24,545	
	1	3,39	0,2950	25,487	
	1	6,19	0,1616	13,958	
	1	4,89	0,2045	17,669	

Elaborado por: Los autores 2025

Con la prueba #2 de la tabla 13 podemos obtener el caudal máximo de 25,49 m<sup>3</sup>/días muestras fueron realizadas durante los días jueves, en las franjas horarias entre las 10h30 y 11h30, debido a que es cuando ocurre el mayor tránsito de personas, en base a la información obtenida por el departamento administrativo de la institución, el mismo que será usado para el diseño de una

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que permita abarcar con la carga y el caudal y así dar cumplimiento a la normativa vigente.

### 4.3 Resultados de los parámetros extraídos del cámara previo al reservorio.

Ilustración 6 Resultados de la caracterización de Aguas residuales- campus María Auxiliadora



### Bitácora de Control de Análisis de Descargas de Aguas Residuales

#### RESULTADOS DE MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES

TESIS-UPS CIVIL	RESULTADOS 1	RESULTADOS 2	RESULTADOS 3	RESULTADOS 4	RESULTADOS 5	RESULTADOS 6	RESULTADOS 7	RESULTADOS 8	RESULTADOS 9
Frecuencia de presentación de reporte	diaria	diaria	diaria	diaria	diaria	diaria	diaria	diaria	diaria
Fecha de reporte	11/1/2025 (6PM)	12/1/2025 (6PM)	13/1/2025 (7PM)	14/1/2025 (8PM)	24/1/25	24/1/25	24/1/25	24/1/25	24/1/25
Número de reporte	1	2	3	4	5	6	7	7	8
Proveedor	Los autores								
Fecha de muestreo	11/1/25	13/1/25	14/1/25	15/1/25	16/1/25	17/1/25	18/1/25	18/1/25	19/1/25
Tipo de muestreo	Muestra Simple	Muestra Simple	Muestra Simple	Muestra Simple	Muestra Simple	Muestra Simple	Muestra Simple	Muestra Simple	Muestra Simple
Destino de la descarga	Cuerpo de Agua Marina								

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO

CONTAMINANTES BÁSICOS	LÍMITE ESPECIFICACIONES	11/1/2025 (6PM)	12/1/2025 (6PM)	13/1/2025 (7PM)	14/1/2025 (8PM)	15/1/2025 (11AM)	16/1/2025 (11AM)	25/1/2026 (12AM)	25/1/2026 (12AM)	16/1/2026 (12AM)
Grasas y aceites***	30 mg/l					47.67	42.26			
DBO***	200 mg/l					239.4	274.8			
DQO***	400 mg/l					551.11	466.97			
Sólidos suspendidos totales	250 mg/l	574			926	800		220	240	200
Sulfuros***	0.5 mg/l					0.02	<0.013			
Temperatura	<35 C	27.9	27.1	26.9	26	27.8	27			
PH	7	7.15	7.22	7.86	7.56	8.01	8.02			
OD			1.6	1.6	0.53	0.52	0.6			
Turbidez				70.5						

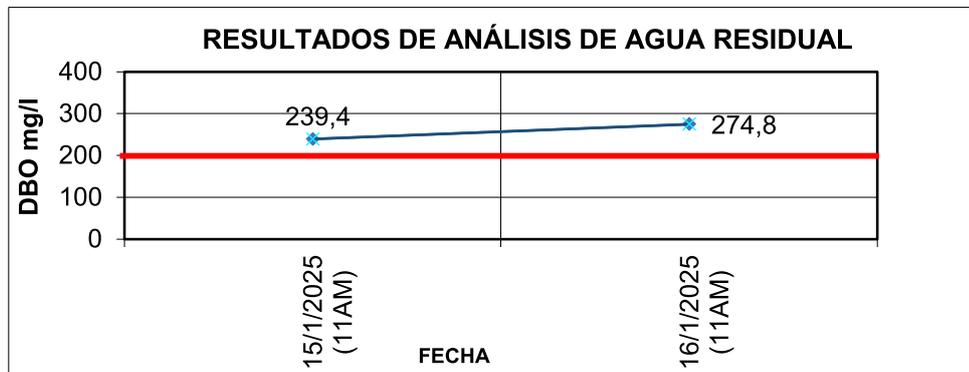
\*\*\*: Análisis realizado en laboratorio externo.

Elaborado por: Los autores 2025

#### 4.4 Análisis de Resultados:

##### 4.4.1 DBO

Gráfico 1: Resultados Obtenidos en DBO

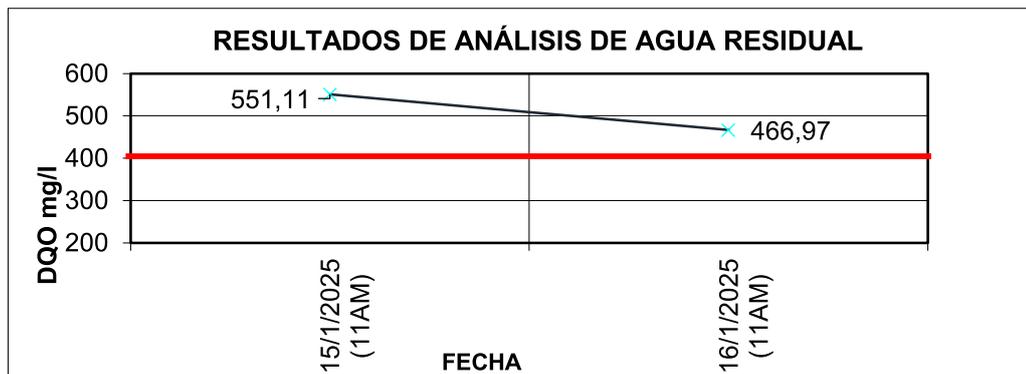


Elaborado por: Los autores 2025

El promedio de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en las aguas residuales domésticas del Campus María Auxiliadora es de 257,1 mg/L, superando el límite máximo permitido de 200 g/L, según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 11.

##### 4.4.2 DQO:

Gráfico 2: Resultados obtenidos en DQO

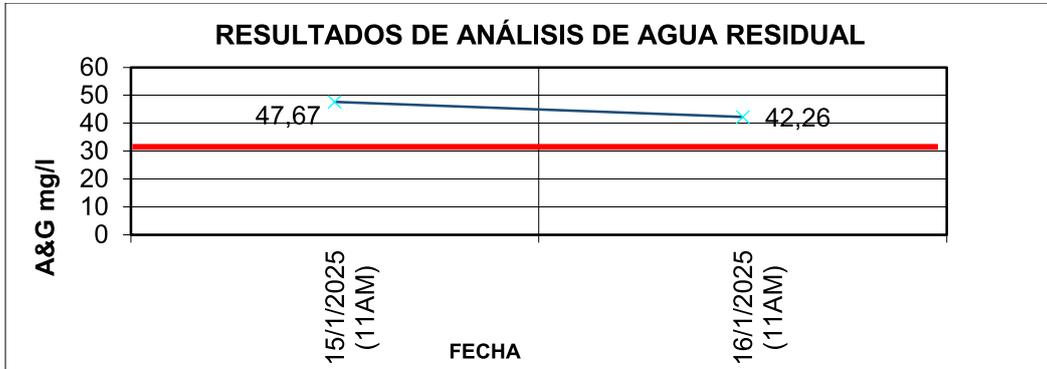


Elaborado por: Los autores 2025

El promedio de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en las aguas residuales domésticas del Campus María Auxiliadora es de 509,04 mg/L, superando el límite máximo permitido de 400 mg/L, según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 11.

#### 4.4.3 ACEITES&GRASAS

Gráfico 3: Resultados obtenidos en aceites y grasas

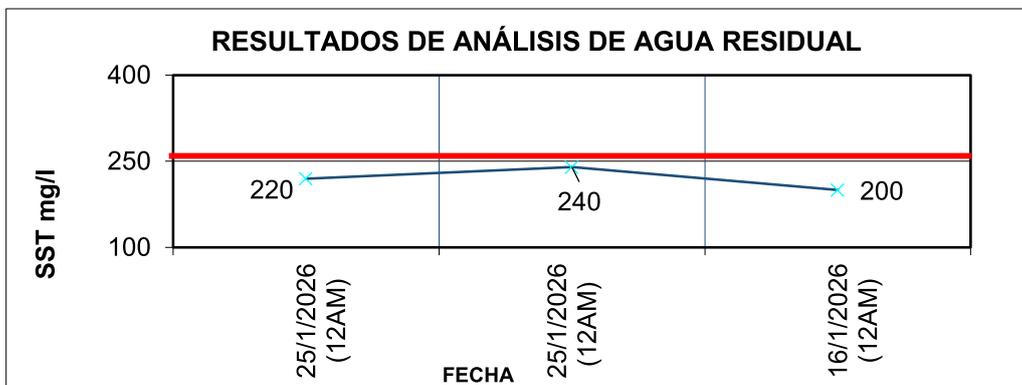


Elaborado por: Los autores 2025

El promedio de sólidos suspendidos totales en las aguas residuales domésticas del Campus María Auxiliadora es de 220,4 mg/L, superando el límite máximo permitido según la normativa ambiental establecida para descargas en cuerpos de agua marina, especificada en la Tabla 11.

#### 4.4.4 SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Gráfico 4: Resultados Obtenidos en Sólidos Suspendidos Totales

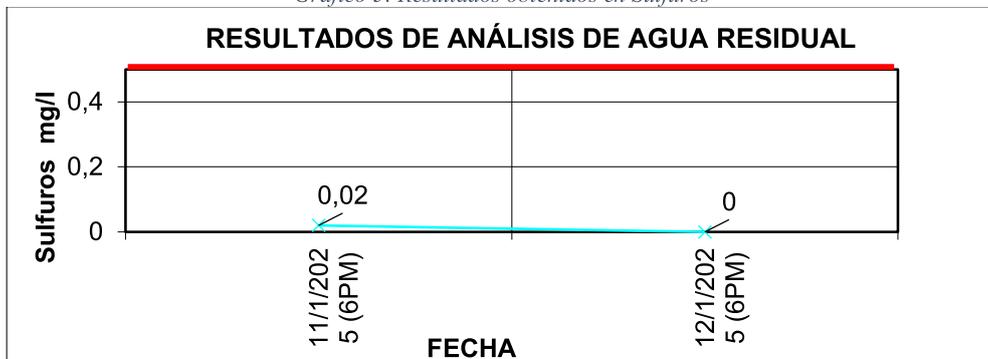


Elaborado por: Los autores 2025

El promedio de sólidos suspendidos totales en las aguas residuales domésticas del Campus María Auxiliadora es de 220,4 mg/L, superando el límite máximo permitido según la normativa ambiental establecida para descargas en cuerpos de agua marina, especificada en la Tabla 11.

#### 4.4.5 SULFUROS.

Grafico 5: Resultados obtenidos en Sulfuros

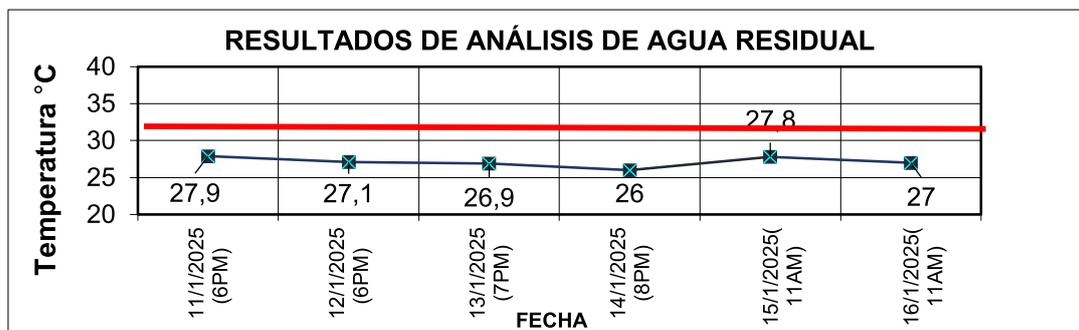


Elaborado por: Los autores 2025

El valor más alto de sulfuros es de 0,02 mg/L en las aguas residuales domésticas del Campus María Auxiliadora, el cual no supera el límite máximo permitido de 0.5 mg/L, según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 11.

#### 4.4.6 TEMPERATURA:

Grafico 6: Resultados obtenidos de Temperatura

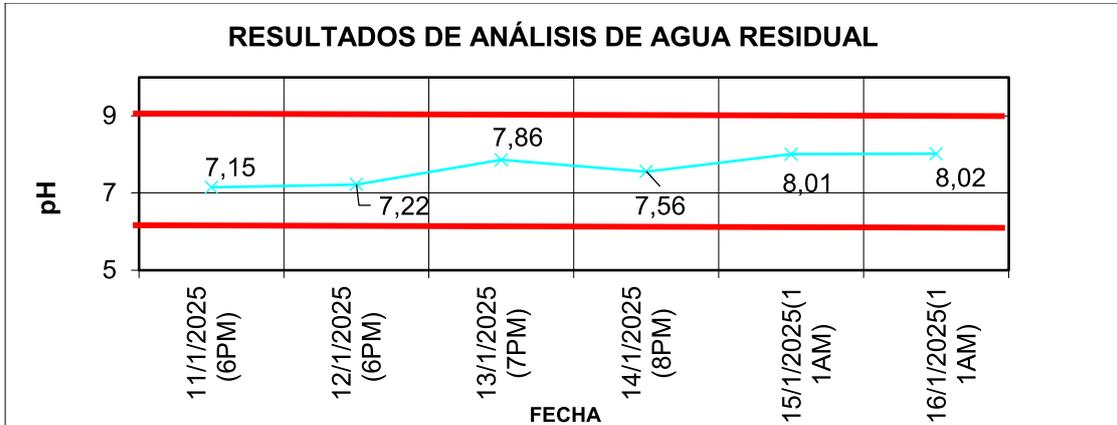


Elaborado por: Los autores 2025

La temperatura promedio de las aguas residuales domésticas del Campus María Auxiliadora es de 27,9 °C, lo que indica que se encuentra dentro de los límites máximos permitidos conforme a las condiciones naturales especificadas en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 1, Tabla 11.

#### 4.4.7 PH

Grafico 7:Resultados Obtenidos de pH

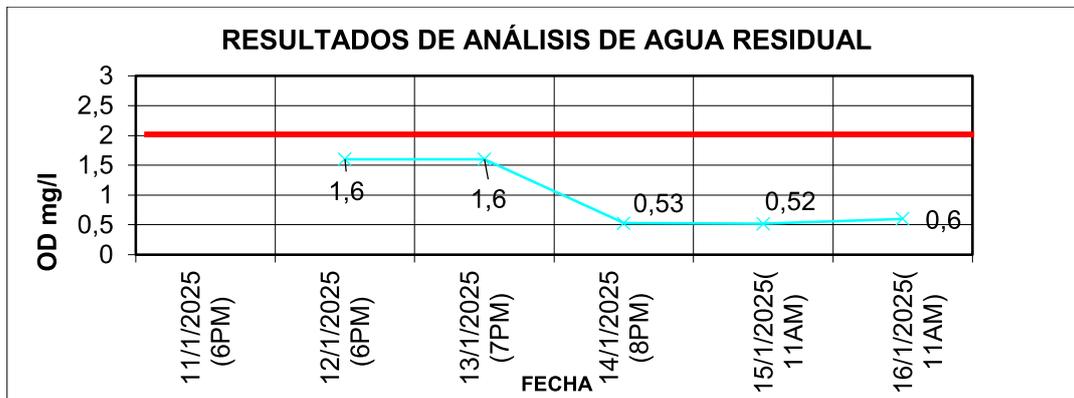


Elaborado por: Los autores 2025

El pH promedio de las aguas residuales domésticas generadas en el Campus María Auxiliadora es de 7,8, ubicándose dentro del rango permitido por la normativa ambiental para descargas en cuerpos de agua dulce, el cual va de 6 a 9.

#### 4.4.8 OD:

Grafico 8:Resultados de analisis - OD



Elaborado por: Los autores 2025

El promedio de oxígeno disuelto en las aguas residuales domésticas del Campus María Auxiliadora es de 0,97 mg/L el cual está en el rango de lo que se conoce como aguas residuales crudas, considerándose como característico propio de las aguas residuales crudas que abarcan fe un límite hasta 2 mg/L.

#### **4.5 Línea Base de propuesta**

Los fundamentos para el diseño de redes y el método para realizar el tratamiento de aguas residuales en la Universidad Politécnica Salesiana, Campus María Auxiliadora, realiza su fundamento por medio de un análisis in situ y experimental de las condiciones actuales del sistema y en la proyección de sus necesidades futuras, buscando también viabilidad económica. Este análisis incluyó un levantamiento topográfico, estudio poblacional actualizado y la evaluación de las características geográficas y demográficas del área.

El levantamiento topográfico, nos permitió realizar el levantamiento de pendientes, las cuales fueron aprovechadas en el diseño del sistema de alcantarillado para asegurar un flujo gravitacional eficiente. Los puntos topográficos obtenidos fueron fundamentales para el trazado de la red principal, garantizando que las aguas residuales sean recolectadas y transportadas adecuadamente hasta el tanque Imhoff.

En cuanto al diseño del tanque Imhoff, se consideraron parámetros esenciales como el volumen de digestión requerido y el volumen de lodos, los cuales fueron calculados para asegurar una operación eficiente del sistema de tratamiento de aguas residuales. Asimismo, se incluyeron márgenes de seguridad en el diseño para permitir el manejo de caudales máximos y posibles infiltraciones, garantizando la sostenibilidad y el buen funcionamiento del sistema en el largo plazo.

Estos componentes fundamentales del diseño constituyen la columna vertebral del proyecto, garantizando que el sistema de alcantarillado sanitario y el tratamiento de aguas residuales sean apropiados, sostenibles y capaces de atender las necesidades de la comunidad.

#### **4.6 Diseño y trazado del sistema de Alcantarillado Sanitario**

Para la realización del sistema de alcantarillado sanitario y el tratamiento de aguas residuales, se llevó a cabo una topografía detallada de la zona a trabajar utilizando una estación total. Mediante este procedimiento se evidenciaron las elevaciones presentes tanto en los alrededores como en la sección donde se desarrollará la red.

El procedimiento se realizó con una estación total marca South y prismas, equipos proporcionados por la institución, con su respectivo certificado de calibración, en conjunto se realizó el levantamiento de cámaras que estén habilitadas, o cuyo caudal no sea cero, para lo cual se utilizaron barretas con el objetivo de evidenciar el recorrido de tubería que realiza tomando los invert para analizar el recorrido actual de cada tubería, y en consecuencia proponer él. Una vez establecidos estos puntos principales, se procedió a colocar la estación total en cada uno de ellos, asegurando que estuviera nivelada y lista para registrar los puntos topográficos.

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario permitirá el traslado de las aguas residuales de manera más eficaz y sostenible, adaptándose a las características del área de instalación. Para el procesamiento de los datos topográficos obtenidos, se utilizó el software AutoCAD junto con Civil 3D, una herramienta especializada en el diseño y modelado de estructuras, particularmente en ingeniería civil. Se importaron los puntos al software, optimizándolos y generando resultados basados en los datos y la ubicación de los puntos.

Se plasmó en la Ortofoto general del Campus, la red existente del sistema de alcantarillado sanitario, y el diseño propuesto para su conexión con la Planta de Tratamiento de Aguas

Residuales, aprovechando la pendiente natural del terreno para el diseño de la estructura, lo cual beneficia al sistema de gravedad. Esta aproximación facilita la selección de los componentes necesarios para la red de alcantarillado, incluyendo tuberías, pozos y cámaras de revisión, así como su conexión, ubicación de las cámaras de conexión y del tanque Imhoff.

Se generó la documentación relevante para la implementación de la red, que abarca las especificaciones, instalación y conexión de cada elemento, junto con los resultados obtenidos.

Para el trazado del sistema, se tomaron en cuenta las siguientes normas técnicas ecuatorianas y códigos de práctica ecuatorianos:

- Tubería plástica. Accesorios de PVC rígido para uso sanitario. Dimensiones básicas: NTE INEN 1329.
- Tubería perfilada de PVC rígido de pared estructurada e interior lisa y accesorios para alcantarillado. Requisitos: NTE INEN 2059.

*VER ANEXO: PLANO DE IMPLANTACIÓN GENERAL SISTEMA DE AASS*

#### **4.6.1 Parámetros a considerar**

Los parámetros técnicos para el diseño del tanque Imhoff son fundamentales para garantizar su eficiencia en el tratamiento de aguas residuales. Estos incluyen el volumen de digestión, la tasa de sedimentación, y el periodo de retención, entre otros, que se calculan considerando las características específicas del terreno y la población estudiantil del Campus María Auxiliadora. Estos criterios aseguran que el tanque funcione de manera óptima, facilitando la separación y digestión de sólidos, y garantizando la sostenibilidad y durabilidad del sistema a largo plazo.

#### 4.6.1.1 Cálculo de Caudal de Diseño

Para efectos del presente cálculo se debe tomar en cuenta la población objetivo, la cual se detalló en la tabla No. 10 del presente documento, teniendo 2428 personas entre estudiantes y personal de la Universidad en la jornada más concurrida, que es la matutina.

Para el cálculo del caudal de diseño se realizó en función del uso actual que se les da a las instalaciones.

Se realizaron las medidas in situ del Caudal en, obteniendo como caudal máximo 25.49 m<sup>3</sup>/día o lo que es equivalente a 0.295 L/s, tal como se evidencia en la tabla No. 12 del presente documento, valores de Caudal. Prueba Tipo 2, la tubería no trabajaba a tubo lleno, por lo que para efectos de cálculo se considerará 30% adicional.

*Ecuación 2: Caudal Máximo*

$$Q_{max} = 0.295 \frac{L}{s}$$

$$Q_{MH} = 0.295 * 1.30$$

$$Q_{MH} = 0.3835 \left( \frac{L}{s} \right)$$

#### 4.6.1.2 Caudal de Infiltración

En relación con la normativa para el diseño de redes de alcantarillado se recomienda considerar el siguiente rango para la estimación del caudal de infiltración.

Para efectos de este cálculo, se considerará como caudal de infiltración un porcentaje (10%) del caudal máximo, este flujo se evidencia en las aristas y juntas de las cajas.

*Ecuación 3: Caudal de infiltración*

$$Q_{INF} = (Q_{MH}) * (\%)$$

$$Q_{INF} = (0.3835 \text{ L/s}) * (10\%)$$

$$Q_{inf} = 0.03835 \left( \frac{L}{s} \right)$$

#### 4.6.1.3 Caudal de conexiones erradas

En cumplimiento con las normas para el diseño de redes de alcantarillado sanitario, puede variar entre 0,1 y 3 Litros por segundo por hectárea. Para los fines respectivos se realizará el cálculo en base a un porcentaje del caudal máximo, tal como se muestra a continuación.

*Ecuación 4: Caudal de infiltración*

$$Q_{ce} = (Q_{MH}) * (\%)$$

$$Q_{inf} = (0.3835) * (5\%)$$

$$Q_{inf} = 0.0192 \left( \frac{L}{s} \right)$$

#### 4.6.1.5 Caudal Sanitario Total

*Ecuación 5: Caudal Sanitario*

$$Q_{Sanitario} = Q_{MH} + Q_{inf} + Q_{ce}$$

$$Q_{Sanitario Total} = 0.3835 + 0.03835 + 0.0192$$

$$Q_{Sanitario Total} = 0.44 \text{ (L/s)}$$

#### 4.6.1.6 Perfiles Longitudinales

Por medio del software Autocad Civil 3D, se procedió a realizar el trazado de redes de alcantarillado, por medio de polilíneas y polígonos para evidenciar las áreas de aportación, representando con exactitud las rutas de las tuberías, adaptándose a las especificaciones del terreno levantado y evidentemente a las necesidades que conlleve el proyecto de diseño.

Esta gran herramienta nos ayuda a realizar modificaciones en tiempo real, además de visualizar de una forma totalmente efectiva los perfiles y cortes, identificando cualquier problema previo al proceso constructivo.

En los planos detallados en los anexos, podrá visualizar el corte.

**VER ANEXOS PLANOS:**

*-LÁMINA 1 SISTEMA DE AASS RED ALC-1*

*-LÁMINA 2 SISTEMA DE AASS RED ALC-2*

*-LÁMINA 3 SISTEMA DE AASS RED ALC-3*

*-LÁMINA 4 SISTEMA DE AASS RED ALC-4*

*-LÁMINA 5-6-7-8-9 SISTEMA DE AASS RED ALC-5*

**4.6.1.7 Áreas de Aportación**

Se puede evidenciar las áreas aportantes, actualmente se encuentra en actividad los Bloques A, B y C, el bloque D donde anteriormente era el monasterio perteneciente a la Orden de María Auxiliadora se encuentra deshabilitado, sin embargo, para fines didácticos, se mantuvieron las cajas conectadas a la red principal. En el plano detallado a continuación podrá observar la Implantación General del Sistema de Redes del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana.

**VER ANEXO:**

*-LÁMINA 1 PLANO DE IMPLANTACIÓN GENERAL SISTEMA DE AASS*

#### 4.6.1.8 Diámetro de Tubería

Por normativa se establece que el diámetro de tubería a ser usado es el de 200 mm, tal como se muestra en los planos anexos.

#### 4.6.1.9 Altura entre pozos

Para efectos de este cálculo la altura entre pozos en cada tramo se calcula mediante la diferencia entre la cota de la tapa menos la cota invert, tal como se muestra en los planos del perfil de las Redes Sanitarias.

#### VER ANEXOS:

-LÁMINA 1 SISTEMA DE AASS RED ALC-1

-LÁMINA 2 SISTEMA DE AASS RED ALC-2

-LÁMINA 3 SISTEMA DE AASS RED ALC-3

-LÁMINA 4 SISTEMA DE AASS RED ALC-4

-LÁMINA 5-6-7-8-9 SISTEMA DE AASS RED ALC-5

#### 4.6.1.10 Velocidad

Para determinar la velocidad, se calculará mediante el Radio Hidráulico, con la pendiente mínima de 0.005 y coeficiente de Manning, en cumplimiento con la norma INEN 5, recordando que el coeficiente de Manning para una tubería PVC de diámetro 200 mm, es 0,011. Por lo que se cumple lo siguiente:

*Ecuación 6: Ecuación de Velocidad-Manning*

$$V = \frac{(Rh)^{2/3} * (s)^{1/2}}{n}$$
$$V = \frac{(0.10)^{2/3} * (0.05)^{1/2}}{0.011}$$

$$V = 1.38 \text{ m/s}$$

#### **4.7 Diseño de Tanque Imhoff**

Con la información del diseño sanitario del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, y haciendo referencia a los factores de la red, como pendiente, diámetro de tubería y Manning, se plantea la propuesta a la problemática.

Por medio de los siguientes cálculos se establecen los parámetros técnicos de diseño de la solución propuesta, en este caso en particular Tanque Imhoff, el presente diseño incluirá volumen de digestión, tasa de sedimentación, periodo de retención, considerando la información levantada de la Universidad Politécnica Salesiana, Campus María Auxiliadora, permitiendo que no solo sea una solución a nivel ambiental, sino que tenga una alta relación costo-beneficio.

##### **4.7.1 Sedimentador**

Con el objetivo de lograr una separación de los sólidos suspendidos de las aguas residuales, se debe garantizar que dicho proceso se genere de forma continua, cuidando factores claves como el área de sedimentación, velocidad de caída de partículas, entre otros.

##### **4.7.1.1 Área de sedimentador**

Para determinar la superficie en la que se realizará esta separación de sólidos suspendidos por medio del proceso llamado sedimentación, por lo que primero se necesita el caudal de diseño, el cual para efectos más reales se utilizará el obtenido en inciso anterior.

*Ecuación 7: Caudal de Sedimentador*

$$Q_p = 0.44 \text{ L/s}$$

*Ecuación 8: Área del Sedimentador*

$$A_s = \frac{Q_p}{C_s}$$

Para cámaras de sedimentación en tanques Imhoff, a caudal punta horario la carga de superficie debe ser menor a  $25 \text{ m}^3/\text{día}/\text{m}^2$ , la adopción de una carga de superficie adecuada depende del tipo de sólidos suspendidos que hay que sedimentar. Por lo general se usa el valor de  $24 \text{ m}^3/\text{día}/\text{m}^2$ , lo que es equivalente a  $1 \text{ m/h}$ .

$$A_s = \frac{1.58 \text{ m}^3/\text{día}}{1 \text{ m}}$$

$$A_s = 1.58 \text{ m}^2$$

Donde,  $Q_p$ , corresponde al caudal de diseño previamente calculado, y  $C_s$  la carga superficial establecida en  $1 \text{ m}^3/\text{m}^2$  hora.

#### 4.7.1.2 Volumen del sedimentador

*Ecuación 9: Volumen de Sedimentador*

$$V_s = Q_p * R$$

$$V_s = 0.44 * (2.5)$$

$$V_s = 1.1 \text{ m}^3$$

Donde R es el período de retención entre 1.5 y 2.5 horas, para lo cual se tomará el valor de 2.5 horas para efectos de que

Para el diseño se utilizará  $60^\circ$  para la pendiente de los lodos respecto a la horizontal, motivo que el tanque tiene sección transversal en forma de V y de arista central de abertura de 15 cm.

#### 4.7.1.3 Dimensiones del sedimentador

Para dimensionar el sedimentador, este debe cumplir ciertos parámetros para su funcionamiento, como la relación entre la Longitud y su base que deberá estar entre 3 y 10, para efectos de que

los sólidos se depositen e una forma adecuada. Por lo cual se seleccionaron las siguientes medidas:

-L: 4 m

-B: 1m

Esta relación está dentro del rango recomendado para sedimentadores. L/B: 4

#### 4.7.1.4 Altura de cámara de sedimentación

Se procede a determinar la altura total de la cámara de sedimentación

Para efectos de este diseño, se considera un borde libre de 30 centímetros, para posteriormente realizar la relación de alturas.

Se procede a detallar el cálculo de  $H_1$  y  $H_2$ .

*Ecuación 10: Altura de cámara de sedimentación*

$$H_1 = \sqrt{3} \frac{B}{2}$$

$$H_1 = \sqrt{3} \frac{1}{2}$$

$$H_1 = 0,87 \text{ m}$$

Teniendo la siguiente altura para  $H_2$

$$H_2 = 2 \text{ m}$$

Teniendo como altura total:

$$H_T = 0,30 + 0,87 + 2$$

$$H_T = 0,30 + 0,87 + 2$$

$$H_T = 3.17 \text{ m}$$

#### 4.7.1.5 Diseño del Digestor

La cámara ubicada en la parte inferior, cuyo objetivo es el correcto almacenamiento y digestión de lodos, se deben considerar los siguientes aspectos.

Tabla 14. Factor de Capacidad Relativa

Temperatura (°C)	Factor de Capacidad Relativa (fcr)
5	2.0
10	1.4
15	1.0
20	0.7
>25	0.5

Elaborado por: Los autores 2025  
Fuente: Organización Panamericana de la Salud

El Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana tiene temperaturas en el rango mayores a 25°C, por lo que se tomará el Factor de Capacidad Relativa de 0.5

#### 4.7.1.6 Operación y remoción de lodos

Tabla 15. Tiempo requerido para digestión de lodos

TEMPERATURA	TIEMPO DE DIGESTIÓN (DÍAS)
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Elaborado por: Los autores 2025  
Fuente: Organización Panamericana de la Salud

En cuanto al tiempo de retiro de lodos que serán digeridos de forma periódica de 30 días, debido a la temperatura que se da en el Campus Universitario, tal como se detalla en la tabla anterior.

El tiempo de retiro de lodos digeridos con la periodicidad de 30 días, tal como se muestra en la tabla de inciso anterior, se debe considerar el tiempo entre extracciones consecutivas de lodo al menos igual al tiempo de digestión.

Para eliminar estos lodos, se debe contar con una tubería de diámetro 200 mm, que se coloca por encima del fondo del tanque.

#### 4.8 Remociones con el sistema propuesto: Tanque Imhoff

Con este diseño de sistema de tratamiento se garantizan las siguientes remociones:

Tabla 16: Tabla comparativa de los valores de remoción con tanque Imhoff

CONTAMINANTES BÁSICOS	LÍMITES ESPECIFICACIONES	PROMEDIO	Cumple	PORCENTAJE DE REMOCION CONO IMHOFF	TOTAL	Cumple
<b>Grasas y aceites (mg/L)</b>	30 mg/l	44,97	no		44,97	No*
<b>DBO5(mg/L)</b>	200 mg/l	257,10	no	25%-35%	192,83	si
<b>DQO(mg/L)</b>	400 mg/l	509,04	no	20%-30%	381,78	si
<b>Sólidos suspendidos totales (mg/L)</b>	250 mg/l	220,00	si	55%-65%	99,00	si
<b>Sulfuros*** (mg/L)</b>	0,5 mg/l	0,02	si		0,02	si
<b>Temperatura C</b>	<35 C	27,12	si		26,96	si
<b>PH</b>	7	7,64	si		7,68	si
<b>OD</b>		0,97	si		0,84	si
<b>Turbidez</b>		70,50	si		70,50	si

Elaborado por: Los autores 2025

\*Para aceites y grasas, se tiene la solución de limpieza de la existente para poder recuperar su operatividad y mejora de calidad de agua en el afluente.

Se puede fortalecer la remoción de este parámetro con la instalación de trampas de grasa en cada punto de comedor y con esto también no se sobrecargaría la trampa de grasa general del campus.

#### 4.9 Valores de mantenimiento del sistema actual

Según la información de los mantenimientos que mantiene el área administrativa del campus el pozo que actualmente recoge estas aguas, en costos y frecuencias y se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 17: Evaluación de volúmenes de lodos retirados del pozo actual en el Campus María Auxiliadora

Caudal	Volumen generado mensual aproximadamente (m <sup>3</sup> )	Volumen Extraído Actual (m <sup>3</sup> ) /mensual	Diferencia (m3)
20m <sup>3</sup> / día	520	160	360

Elaborado por: Los autores 2025

En la tabla 17 podemos revisar que tenemos una diferencia de 360 m<sup>3</sup> que no son retirados, estos son los que provocan los desbordes y generan malos olores y focos infecciosos en el pozo actualmente operativo.

Tabla 18: Evaluación de Costos operativos por extracción de lodos con HK (20m<sup>3</sup>)

Cantidad de viajes semanales	Volumen extraído		Costos \$			
	Volumen ( capacidad del HK) m <sup>3</sup>	Volumen extraído m3	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> Semanal	m3 Mensual	m3 Anual
2	20	40	19	760	3.040,00	36.480,00
6	20	120	19	2280	9.120,00	109.440,00

Elaborado por: Los autores 2025

En cuestión de costos, la tabla 18 indica los valores operativos de extracción de lodos con la frecuencia mínima de 2 viajes, y la de 6 viajes a la semana, siendo esta última la que abarca la demanda total de las aguas servidas sin provocar el rebose, es decir el costo anual de operación del pozo existente en el campus María Auxiliadora, sería de aproximadamente \$ 109.440,00 sin incluir costos de disposición final de los lodos.

## CAPITULO V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1 Conclusiones

Mediante un levantamiento en sitio, se obtuvieron detalles de las estructuras más representativas de lo que se refiere al sistema de AARR del campus María Auxiliadora, determinando el estado de tapas, tuberías habilitadas como inhabilitadas, taponamientos, descargas y los desechos sólidos que no deberían ser arrojados a la red. Se evidenció también que hay redes perdidas por lo cual no se tiene una información real completa de las conexiones de redes sanitarias. El sistema actual de almacenaje y disposición de los desechos generados incluyendo la caracterización del ingreso con mayor contribución de contaminantes, dando esto como resultado cargas que sobrepasan al límite máximo permisible para descarga en cuerpo receptor de agua marina en DBO, DQO, aceites y grasas. Concluyendo que el funcionamiento actual del manejo de las aguas residuales en el campus, no es suficiente y requiere una alternativa viable para el buen manejo de las mismas, siendo esta una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que trate estas aguas y cumpla con los límites de descarga permisible al cuerpo receptor, o a su vez el aumento de frecuencia en el retiro de los sólidos con el gestor autorizado a su disposición final siguiendo con los respectivos procesos ambientales.

Se realizó un diseño de redes de aguas servidas las mismas que conectan los cuatro bloques del campus en serie, garantizando el cumplimiento de transporte de aguas servidas crudas a donde se pretende construir la nueva PTAR con su respectiva descarga al cuerpo receptor marino, dejando funcional todas las redes de todos los bloques y listos para recibir en el caso de los bloques C y D la posible nueva demanda de caudal.

La implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales basada en el diseño de un tanque Imhoff se presenta como una solución que cumple con las normativas ambientales vigentes, promoviendo una adecuada gestión de las aguas servidas. Este tipo de tecnología destaca por su eficiencia operativa, simplicidad en el mantenimiento y capacidad para adaptarse a contextos con recursos económicos limitados. La evaluación técnica realizada demuestra que el tanque Imhoff es ideal para sistemas de bajo caudal, permitiendo una depuración primaria efectiva que mejora de manera significativa la calidad del agua tratada, reduciendo los contaminantes y mitigando los impactos negativos en los ecosistemas circundantes. Este diseño asegura que las descargas al medio ambiente cumplan con los estándares de calidad establecidos, contribuyendo a la conservación de los cuerpos de agua y al desarrollo sostenible de la comunidad beneficiada. Es importante indicar que el sistema propuesto está considerando las condiciones actuales de demanda de caudal de efluente, siendo esta propensa a subir según lo disponga la administración de la Universidad Politécnica Salesiana, y en ese caso se recomienda una nueva caracterización y mediciones de caudal ya con todas las redes operativas.

Los sistemas de tratamientos aireados se presentan como soluciones más eficientes debido a la incorporación de otras fases de tratamiento para el cumplimiento de mayor número de parámetros, como los dispuestos en la tabla 11 de este documento, sin embargo la para elegir la solución planteada también se evaluaron diversos factores, como ruido, gases al ambiente, costos de operación que en conjunto no lo hacen una alternativa óptima para los objetivos planteados, puesto que se desea implementar en un campus universitario donde se debe precautelar la salud y seguridad de la comunidad académica.

Es importante concluir también que se ha optado por un sistema de tratamiento anaerobio debido a varias razones. En primer lugar, este tipo de tratamiento no requiere la inyección de oxígeno mediante equipos mecánicos, lo que reduce significativamente el consumo energético y, por ende, los costos operativos a largo plazo. Además, al no depender de aireadores o sopladores, se minimiza la generación de ruido, contribuyendo a un ambiente más adecuado para la comunidad universitaria. Otro aspecto importante es que los sistemas anaerobios producen menos emisiones de gases que podrían afectar la calidad del aire en el campus, evitando posibles problemas de salud para estudiantes y personal docente.

## **5.2. Recomendaciones**

Se plantea dar continuidad a las evaluaciones de la cantidad y calidad de las aguas residuales domésticas del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana. Esto permitirá monitorear su desempeño, ya que en la actualidad se han identificado altos niveles de contaminación.

Se recomienda implementar el diseño propuesto en esta investigación para asegurar un tratamiento adecuado de las aguas residuales. Esto no solo contribuirá al cumplimiento de las normativas ambientales vigentes, sino que también mejorará la gestión ambiental de la universidad.

Además, se sugiere a las autoridades de la universidad evaluar el proyecto, dejando abierta la posibilidad de revisarlo para confirmar su viabilidad.

Como medida de mitigación, se propone rodear la planta con barreras vegetales. Estas no solo ayudarán a reducir el impacto visual, sino que también minimizarán la dispersión de olores. Se sugieren plantas Ficus, Arboles de Neem, etc.

Estas propuestas buscan garantizar un sistema eficiente y sostenible, adaptable a las necesidades ambientales y operativas del campus. Por ello, se sugiere implementar una Planta de tratamiento por etapas que permita procesar las aguas independientemente de redes de AASS de las futuras expansiones que se den en la universidad, en caso de que se quiera unificar el tratamiento a una planta se debe considerar que puede ser tener costo elevado, en la implementación y el mantenimiento.

Para términos de eficiencia, el consumo de recursos se recomienda poner medidores de caudal de AAPP al ingreso de cada bloque para facilitar a futuro datos que permita identificar el comportamiento de cada bloque en cuanto a gasto del recurso, esto ayudaría a planes de eficiencia futura.

Para mantenimiento operativo del reservorio actual se debe subir la frecuencia a un viaje diario, es decir, extraer diariamente  $20\text{m}^3$  para evitar reboses y todos los riesgos ambientales que atañe.

Reemplazar las tapas de averiadas a lo largo de toda la red, esto también debe incluir la limpieza de las mismas con frecuencias que se establezcan según la demanda de sólidos por bloque.

Antes de iniciar la operación de los bloques C y D, estas deberán estar ya conectadas a la red de AASS, previamente activada y conectada a una descarga autorizada.

Para realizar los monitoreos requeridos para los estudios, se requiere se cuente con los equipos de protección personal requeridos, ya que este tipo de proyectos están conectados diferentes riesgos.

Dejar habilitados puntos de aforo, para mediciones de control.

Mantener la información de depuración de lodos registrada para crear históricos y puedan ser usados para mejorar los diseños futuros.

Recomendaciones de uso de Laboratorio:

Mantenimiento posterior a las mediciones de Turbidez:

- Limpieza: debe lavar las celdas y el equipo después de cada uso para evitar contaminación cruzada.
- Calibración: se debe las realizar calibraciones periódicas siguiendo las indicaciones del fabricante, especialmente si detecta valores inconsistentes.
- Consideraciones:
  - Se debe realizar las mediciones en un entorno estable, lejos de vibraciones, luz solar directa o corrientes de aire.
  - Se debe usar estándares reconocidos, como la formazina, para garantizar la confiabilidad de los resultados.
  - Se debe documentar cada medición, incluyendo fecha, hora, temperatura de la muestra y observaciones relevantes.

#### Mantenimiento posterior a las mediciones de OD:

- Limpieza de la sonda: Debe enjuagar la sonda con agua destilada o desionizada tras cada uso para eliminar residuos. Se seca suavemente con un paño sin pelusa antes de guardarla.
- Almacenamiento: Se debe mantener la sonda protegida con su tapa o en la solución recomendada por el fabricante.
- Mantenimiento: Se debe verificar regularmente la membrana y la solución de relleno para garantizar mediciones precisas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Banco Mundial.** (2020). *De residuo a recurso*. Washington, DC: Banco Mundial.  
Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/4f1d1637-77ce-5814-a39a-320bebe96069/content>

**ONU-Hábitat & Organización Mundial de la Salud.** (2021). *Progreso en el tratamiento de las aguas residuales: Estado mundial y necesidades de aceleración del indicador 6.3.1 de los ODS*. Ginebra: ONU-Hábitat y OMS.

**TELWSA.** (2023, septiembre). *El impacto ambiental de las aguas residuales*.  
Recuperado de <https://telwesa.com/impacto-ambiental-aguas-residuales>

**Cely, N., Bonilla, C., & Carrillo, G.** (2022). *Tratamientos de aguas residuales*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

**Ministerio del Ambiente.** (2015). *Acuerdo Ministerial 097-A: Reforma al Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*. Quito: Ministerio del Ambiente. Recuperado de [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015\\_0.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf)

**TULSMA.** (2010). *Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: Recurso agua (Vol. VI)*. Quito.

**Gutiérrez, J.** (2020). *Tratamiento de aguas residuales: Una guía práctica*. Editorial Técnica.

**López, M.** (2019). *Gestión de recursos hídricos en instituciones educativas*. Revista de Ingeniería y Educación.

**Pérez, A., & Ramírez, R.** (2021). *Uso de software de modelado en proyectos de infraestructura*. *Journal of Civil Engineering*.

**Vargas, L.** (2018). *Plantas de tratamiento de aguas servidas: Principios y aplicaciones*. Editorial Universitaria.

**Martínez, F.** (2020). *Impacto de las aguas residuales en la salud pública*. Revista de Salud y Medio Ambiente.

**Götz, W.** (2007). *Growth and structure of populations*. Springer.

**Malthus, T. R.** (1798). *An essay on the principle of population*. J. Johnson.

**Bureau of Reclamation.** (2005). *Water measurement manual*. U.S. Department of the Interior.

**Smith, J., Johnson, L., & Williams, P.** (2014). *Hydrology and water resources: A guide for decision making*.

**Banco Mundial Blogs.** (2020). *Tres soluciones para una mejor gestión de las aguas residuales en Guayaquil, Ecuador*. Recuperado de <https://blogs.worldbank.org/es/latinamerica/tres-soluciones-para-una-mejor-gestion-de-las-aguas-residuales-en-guayaquil-ecuador>

**Belzona Inc.** (2010). *Mapa de soluciones para agua y aguas residuales*.

**Castillo, F., & Díaz, H.** (2022). *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales y validación mediante un software de simulación y optimización para la parroquia Crucita, Portoviejo-Manabí*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Digital. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22938/1/UPS-CT009990.pdf>

**Clean Water Team.** (2004). *Conductividad eléctrica/salinidad*. Sacramento.

**Curasi, A.** (2024). *Eficiencia de biorreactores de membrana en la planta de tratamiento de aguas residuales Cumani de la Unidad Minera San Rafael*. *Industrial Data*.

**Flores, R., Sandro, F., Flores, T., Pamela, S., Rojas, C., & Ferrer, A.** (2021, enero). *Estimación del caudal a partir de la técnica de velocimetría por imágenes de partículas a gran escala aplicado en flujo a superficie libre*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28763.08480>

**Guerrero, L., & Heredia, R.** (2021). *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales y determinación de las propiedades físico-químicas en Uyumbicho, cantón Mejía*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21289>

**INEC.** (2022). *Estadística de información ambiental económica en gobiernos autónomos descentralizados municipales*.

**La Hora.** (2017, mayo). *El 20,7% del agua que se consume en Ecuador está contaminada*.

**Lecca, R., & Ruiz, L.** (2014). *Caracterización de las aguas residuales y demanda bioquímica de oxígeno*. Lima.

**López, A., Soto, M., Chávez, M., & Fall, C.** (2019). *Tratamiento de agua residual industrial a temperatura psicrófila con un reactor UASB*. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales*. <https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.04.10>

**Reef Resilience Network.** (2023, abril). *Política de aguas residuales en Ecuador*. Recuperado de <https://reefresilience.org/es/case-studies/ecuador-wastewater-policy>

# ANEXOS

## Anexo 1: Análisis en laboratorio externo #110394-1



### INFORME DE ENSAYOS

N° 110394-1



11039401162025000000 Ilima



LABORATORIO N° 548-E-UN-001

LABORATORIO DE ENSAYOS

RIOFRIO SANTILLAN JUDITH ANDREA  
 Representante Legal: --  
 Dirección: GUAYAS / GUAYAQUIL / XIMENA / SOL 15, Tel. 0987485211  
 Atención : Judith Riofrío Santillán

Guayaquil, 2025-01-24

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Punto e Identificación de la Muestra:</b>	Agua Residual Cruda
<b>Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:</b>	2025/01/16 / 11:00 / Universidad Politécnica Salesiana - Campus María Auxiliadora - Vía a la Costa
<b>Fecha/Hora Recepción Muestras:</b>	2025/01/17 / 09:18
<b>Matriz de la muestra:</b>	Agua Residual
<b>Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:</b>	CLIENTE

IPM de acuerdo a la Norma ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097A (2015-11) TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA MARINA (A) DESCARGAS EN ZONAS DE ROMPIENTES

#### AGREGADOS ORGANICOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U k=2	L.M.P	MÉTODO ANALÍTICO	FECHA/ANALISTA
Demanda Química de Oxígeno	55,111	mgO <sub>2</sub> /l	95,62	400,0	PEE-GQM-FQ-16	2025/01/17 CT
Demanda Bioquímica de Oxígeno	239,40	mgO <sub>2</sub> /l	57,77	200,0	PEE-GQM-FQ-05	2025/01/17 CT
Aceites y Grasas	47,67	mg/l	9,42	30,0	PEE-GQM-FQ-03	2025/01/22 AQ

#### INORGANICOS NO METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U k=2	L.M.P	MÉTODO ANALÍTICO	FECHA/ANALISTA
Sulfuros (S)	<0,013	mg/l	---	0,50	PEE-GQM-FQ-36	2025/01/20 AR

#### Simbología:

--- No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Límite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	S.M. Standard Methods	V.M. Valor Máximo
U k=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	L.M.P. Límite Máximo Permisible	V.M.P. Valor Máximo Permisible

#### NOVENCIATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada por GQM.
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

#### ¡IMPORTANTE!

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

#### DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su muestreo o recepción. Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 km. 11 1/2 vía a Daule  
 Cel: 0998-286653; 0998-567382  
[www.grupoquimicomarcos.com](http://www.grupoquimicomarcos.com)  
 Guayaquil - Ecuador

## Anexo 2: Análisis en laboratorio externo #110429-1



### INFORME DE ENSAYOS

N° 110429-1



11042901172025000000 Ilima



RIOFRIO SANTILLAN JUDITH ANDREA  
 Representante Legal: --  
 Dirección: GUAYAS / GUAYAQUIL / XIMENA / SOL 15, Tel. 0987485211  
 Atención : Judith Riofrío Santillán

Guayaquil, 2025-01-24

#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Punto e identificación de la Muestra:</b>	Agua Residual Cruda
<b>Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:</b>	2025/01/17 / 12:00 / Universidad Politécnica Salesiana - Campus María Auxiliadora - Vía a la Costa
<b>Fecha/Hora Recepción Muestras:</b>	2025/01/17 / 14:43
<b>Matriz de la muestra:</b>	Agua Residual
<b>Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:</b>	CLIENTE

LPM de acuerdo a la Norma ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097A (2015-11) TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA MARINA (A) DESCARGAS EN ZONAS DE RDMPIENTES

#### AGREGADOS ORGANICOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U k=2	L.M.P	MÉTODO ANALÍTICO	FECHA/ANALISTA
Demanda Química de Oxígeno	466,97	mgO2/l	81,02	400,0	PEE-GQM-FQ-16	2025/01/17 CT
Demanda Bioquímica de Oxígeno	274,80	mgO2/l	66,31	200,0	PEE-GQM-FQ-05	2025/01/17 CT
Aceites y Grasas	42,26	mg/l	8,35	30,0	PEE-GQM-FQ-03	2025/01/22 AQ

#### INORGANICOS NO METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U k=2	L.M.P	MÉTODO ANALÍTICO	FECHA/ANALISTA
Sulfuros (3)	0,02	mg/l	---	0,50	PEE-GQM-FQ-36	2025/01/20 AR

#### Simbología:

--- No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Límite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	S.M. Standard Methods	V.M. Valor Máximo
U k=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	L.M.P. Límite Máximo Permissible	V.M.P. Valor Máximo Permissible

#### NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada por GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

#### ¡IMPORTANTE!

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

#### DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su muestreo o recepción. Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 km. 11 1/2 vía a Daule  
 Cell: 0998-286653; 0998-567382  
[www.grupoquimicomarcos.com](http://www.grupoquimicomarcos.com)  
 Guayaquil - Ecuador

MC7.801-04

Página 1 de 2



Anexo 4: Solicitudes de uso de instrumentación aprobados por el tutor LABORATORIO

LABORATORIO DE CIENCIAS DE LA VIDA		REVISIÓN					Página 1 de 1
REGISTRO DE TESIS Y PROYECTOS PERIODO P65							
SECCIÓN I. DATOS DE LA PRÁCTICA (TESISTA/COLABORADOR PROYECTO)			CÓDIGO	PES-ICMA-02			
DIRECTOR DE TESIS/PROYECTO:	David Conforme	TESIS AUTOFINANCIADA	SI	NO			
TESISTA/AYUDANTE Invest./COLABORADOR:	Judith Riofrio/Andrea Imbaquingo						
CARRERA:	INGENIERIA CIVIL						
TEMA DE TESIS/PROYECTO:	Diseño de redes de aguas servidas y PTAR del Campus Maria Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana						
PROCEDIMIENTO A REALIZAR:	Análisis físico químico de aguas residuales						
FECHA Y HORARIO REQUERIDO	FECHA INICIO:	9/1/25 11/01/24			FECHA FINAL: 17/1/25		
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
HORARIO INICIO:	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00	
HORARIO FIN:	17:30	17:30	17:30	17:30	17:30	18:00	
SECCIÓN II. REACTIVOS, EQUIPOS Y MATERIALES REQUERIDOS EN LA SEMANA							
REACTIVOS		EQUIPOS		MATERIALES			
Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad		
Solución tampón pH 4, 7 y 10		Medidor de pH con electrodo de vidrio	1	Vaso de precipitados, pipetas, agitador	7		
Solución de acetato de zinc, reactivo de ácido clorhídrico		Espectrofotómetro (opcional)	1	Tubos de ensayo, agitador	7		
Agua destilada, reactivo para el lavado de filtros		Termómetro digital o de mercurio	1	Filtros de fibra de vidrio, embudo, vaso de precipitados	7		
Hexano o cloroformo		Balanza analítica, estufa	1	Frascos de recolección, matraces	7		
Nutrientes (Inoxida, sulfato de amonio), reactivo de pH		Embudo de separación, balance	1	Válvulas, agitadores, pipetas	35		
Ácido sulfúrico, dicromato de potasio, estándar de D.O.		Incubadora, tubos de ensayo	1	Vaso de precipitados, pipetas	35		
		Espectrofotómetro, frascos D.O.	1		35		
		Multiparamétrico	1				
		Caldos de vidrio	1				
		Caldos de plástico	24				
SECCIÓN IV. COORDINACIÓN DEL PROYECTO (LABORATORIOS CIENCIAS DE LA VIDA)							
ORDEN Y LIMPIEZA DE LABORATORIO	SI/NO						
MATERIAL ROTO	Observaciones:			Descripción del material/Fecha:	Firma responsable		
MATERIAL NO SOLICITADO Y REQUERIDO EN PROYECTO:							
RESPONSABLE DE ENTREGA-RECEPCIÓN:							
ENTREGA / RECEPCIÓN	ASISTENTE DE LABORATORIO			DOCENTE TUTOR			

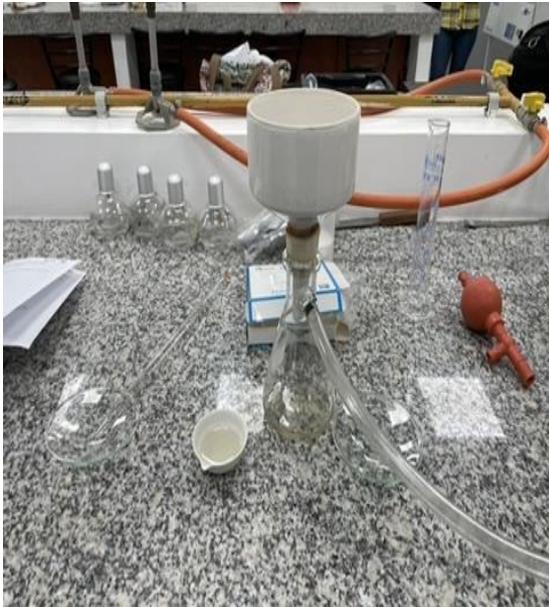
**Anexo 5: Mediciones para los análisis de Sólidos Suspendedos Totales en laboratorio UPS**



*Ilustración 7: Peso del papel filtro en la balanza analítica*



*Ilustración 8: Peso del vidrio reloj en la balanza analítica*



*Ilustración 9: Instrumentación para filtrado de muestra*



*Ilustración 10: Ingreso de la muestra al horno a 105 C*



*Ilustración 12: Muestras salidas del horno en el papel filtro – 1 hora después*



*Ilustración 13- Peso de muestra seca 1*



*Ilustración 14 Peso de muestra en papel filtro y vidrio reloj*



*Ilustración 11: Muestra en el desecador por 15 minutos*



Ilustración 15 Peso de filtro con solidos retenidos más vidrio reloj



Ilustración 16 Muestras ingresadas al Horno

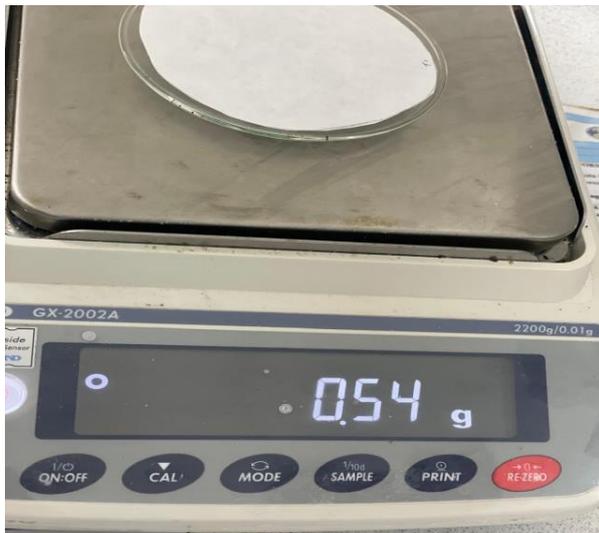


Ilustración 18: Peso seco de la muestra sin peso del vidrio reloj



Ilustración 17: Filtrado de la muestra al vacío

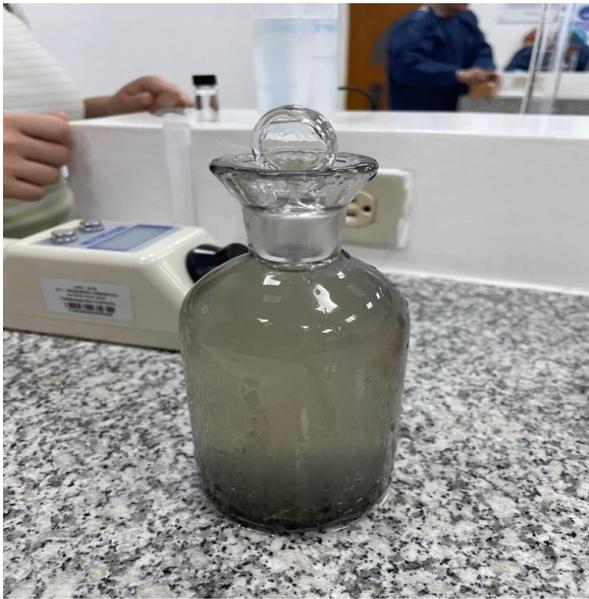
## Anexo 6: Mediciones para Turbidez



*Ilustración 19: Equipo turbidimetro*



*Ilustración 20: Muestras recién tomadas para análisis*



*Ilustración 21: Muestra para ingresar a la celda*



*Ilustración 22: Muestra para ingresar a la celda*

## Anexo 7: Mediciones de Oxígeno Disuelto



Ilustración 23: Muestras para análisis de los parámetros



Ilustración 25: Medición de OD



Ilustración 24: Revisión de Equipos OD



Ilustración 26: Medición del OD en Laboratorio

**Anexo 8: Mediciones de Parámetros Temperatura- pH**



*Ilustración 27: Medición en Sitio-pH-Multiparámetro Oakton PCTSTestr™ 50*



*Ilustración 28: Medición en Sitio-pH- Oakton PCTSTestr™ 50*

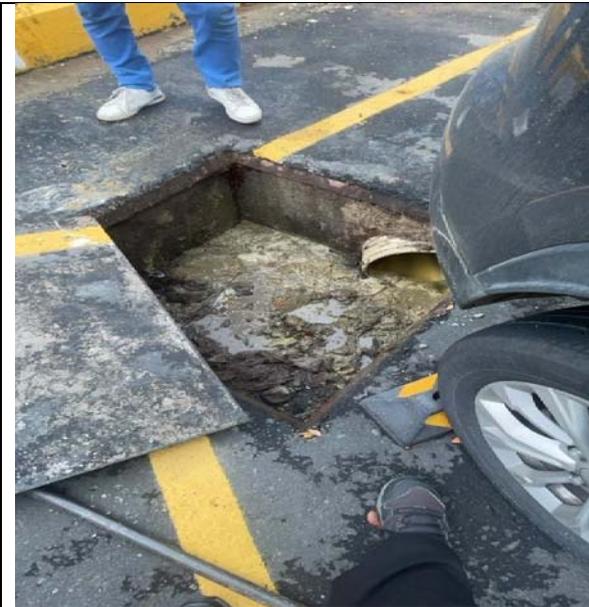


*Ilustración 29: Medición en Sitio-pH-Multiparámetro Oakton PCTSTestr™ 50*



*Ilustración 30: Medición en Sitio-pH-Multiparámetro Oakton PCTSTestr™ 50*

**Anexo 9: Mediciones de Solidos retenidos en el filtro (dato más alto)**



*Ilustración 31: Cámara previa a la descarga del pozo-Saturada de Solidos*



*Ilustración 32: Inicio de recolección de muestra*



*Ilustración 33: Recolección de muestras para DBO-DQO-Aceites y Grasas- Sulfuros*



*Ilustración 34: Limpieza de cámara*

**Anexo 11: Levantamiento de red sanitario y pozo reservorio**



*Ilustración 35: Pozo que recepta las aguas residuales del campus María auxiliadora rebosado*



*Ilustración 36: Cámaras de AASS*



*Ilustración 37: Levantamiento de cotas en cámara de AASS*



*Ilustración 38: Cámara antes del pozo, Aforo de Caracterización*

**Anexo 12: Levantamiento de red sanitario y pozo reservorio Estructuras existentes**



*Ilustración 39: Levantamiento de cotas de tapas de AASS*



*Ilustración 40: Terreno propuesto para la instalación de la PTAR*



*Ilustración 41: Cárcamo existente fuera de servicio*



*Ilustración 42; Estación de bombeo de AALL – fuera de servicio*



*Ilustración 43: Se evidencia que existieron dos bombas de succión*



*Ilustración 44: Sistemas fuera de servicio están con aguas estancadas y Sólidos*



*Ilustración 45: Cámaras de AASS*



*Ilustración 46: Canal de AASS*



*Ilustración 47: Tuberías de descarga al canal existentes*



*Ilustración 48: Cámaras de AASS*



*Ilustración 49: Revisión de cámara de AASS- líneas de flujo*



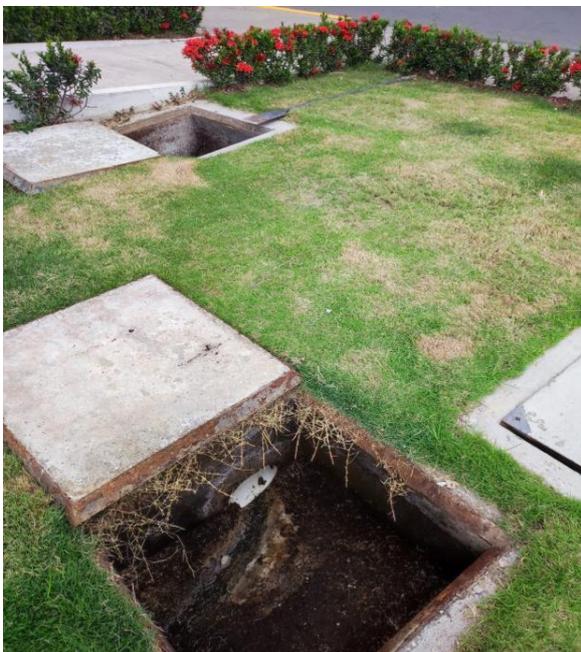
*Ilustración 50: Levantamiento topográfico de cámara de AASS*



*Ilustración 51: Levantamiento topográfico en cámaras de AASS*



*Ilustración 52: Medición de diámetros de tubería en cámara*

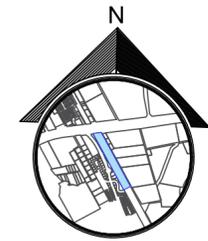


*Ilustración 53: Revisión de cámaras de AASS*



*Ilustración 54: Medición de diámetros de tuberías*

**IMPLANTACION SISTEMA AASS**  
 ESCALA 1:1500



**SIMBOLOGIA:**

- CAJA DE REGISTRO
- BLOQUE A
- BLOQUE B
- BLOQUE C
- BLOQUE D
- CURVA DE NIVEL C/1M
- CURVA DE NIVEL C/5M
- RED ALC. 1 (CAJA DE REG. 1 - CAJA REG. 4)
- RED ALC. 2 (CAJA REG. 11 - CAJA REG. 4)
- RED ALC. 3 (CAJA REG. 16 - CAJA REG. 10)
- RED ALC. 4 (CAJA REG. 4 - CAJA REG. 22)
- RED ALC. 5 (CAJA REG. 23 - CAJA REG. 31)



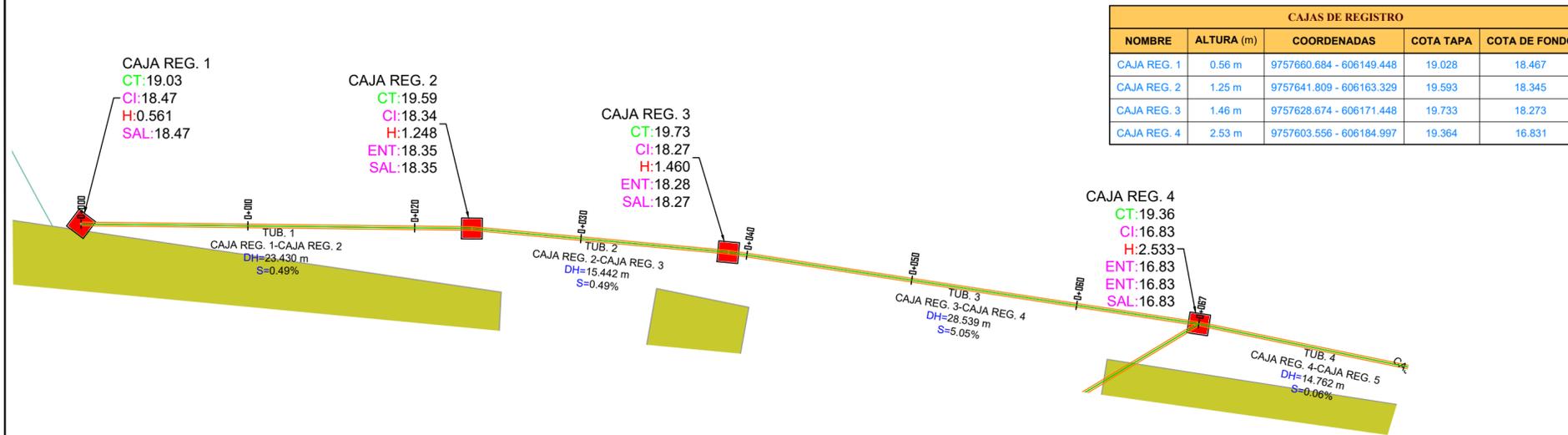
Guayaquil - Ecuador

PROYECTO: DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - PARROQUIA TARQUI		CÓDIGO: <div style="font-size: 24px; font-weight: bold; text-align: center;">IMP</div>	
DESCRIPCION: PLANO DE IMPLANTACION GENERAL		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: SISTEMA DE AASS		FECHA: Enero/2025	
ELABORADO POR: Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon	ELABORADO POR: Judith Andrea Riofrio Santillán	APROBADO POR: Ing. David Conforme Torres	FORMATO: A2
ARCHIVO: B-IMP-DISEÑO-AASS.dwg		Lámina: 1/1	

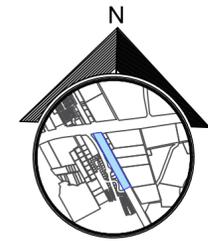


# PLANTA RED ALC. 1 (CAJA DE REG. 1 - CAJA REG. 4)

ESCALA 1:250



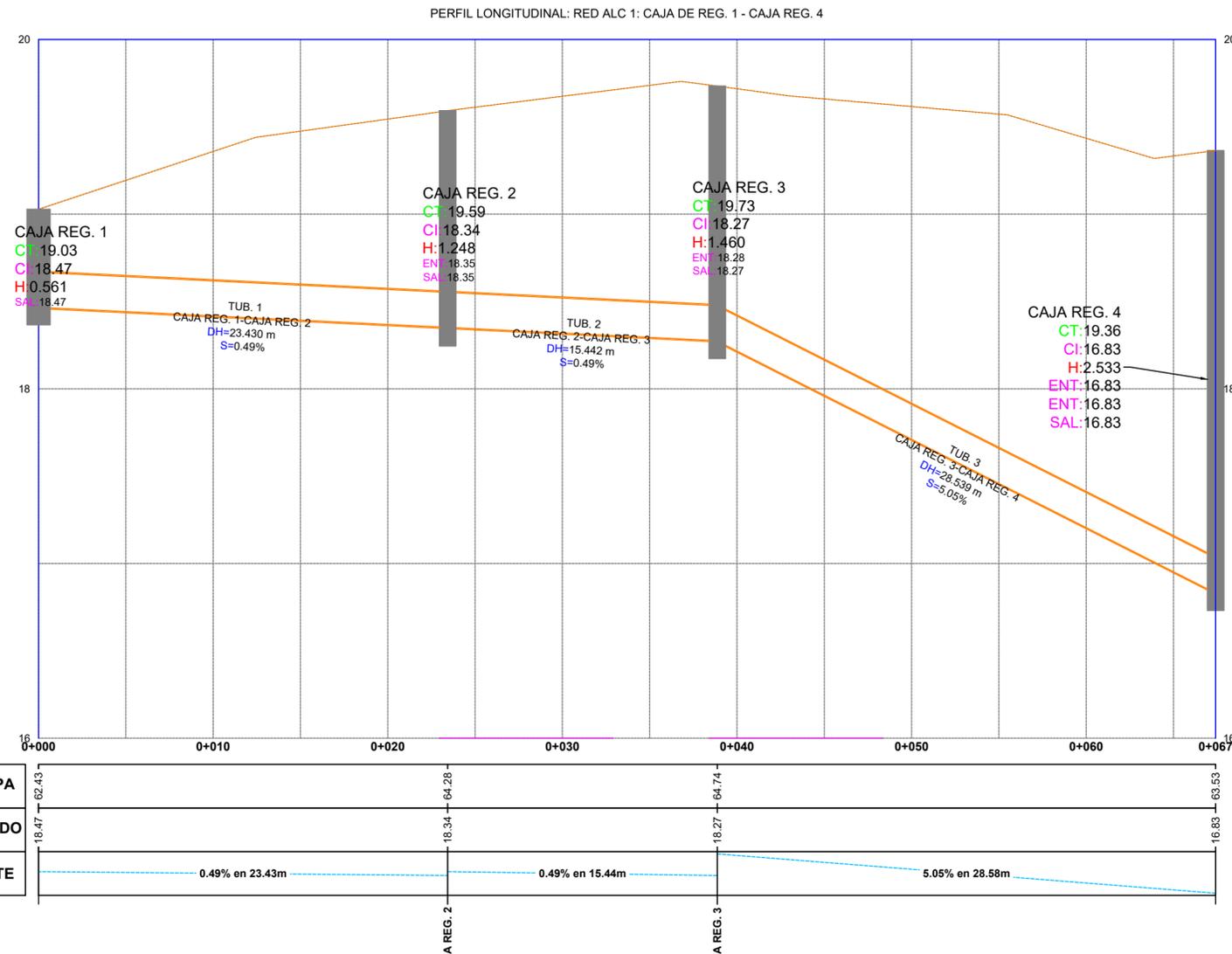
CAJAS DE REGISTRO				
NOMBRE	ALTURA (m)	COORDENADAS	COTA TAPA	COTA DE FONDO
CAJA REG. 1	0.56 m	9757660.684 - 606149.448	19.028	18.467
CAJA REG. 2	1.25 m	9757641.809 - 606163.329	19.593	18.345
CAJA REG. 3	1.46 m	9757628.674 - 606171.448	19.733	18.273
CAJA REG. 4	2.53 m	9757603.556 - 606184.997	19.364	16.831



- SIMBOLOGIA:
- CAJA DE REGISTRO
  - BLOQUE A
  - CURVA DE NIVEL C/1M
  - BLOQUE B
  - CURVA DE NIVEL C/5M
  - BLOQUE C
  - TUBERIA PVC
  - TANQUE IMHOFF
  - BLOQUE D
  - | CAJA DE REGISTRO VISTA EN PERFIL

## PERFIL LONGITUDINAL RED ALC.1 : (CAJA DE REG. 1 - CAJA REG. 4)

ESCALA H.: 1:000  
ESCALA V.: 1:250



TUBERIAS			
NOMBRE	DIAMETRO	LONGITUD (m)	PENDIENTE
Tub. TUB. 1	200.000	23.431	0.49%
Tub. TUB. 2	200.000	15.442	0.49%
Tub. TUB. 3	200.000	28.575	5.05%



PROYECTO: DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - PARROQUIA TARQUI

DESCRIPCION: SISTEMA DE AASS

CONTENIDO: EJE RED ALC - 1  
CAJA DE REG. 1 - CAJA REG. 4  
PLANTA Y PERFIL

ELABORADO POR: Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon

ELABORADO POR: Judith Andrea Riofrio Santillán

APROBADO POR: Ing. David Conforme Torres

CÓDIGO: **AASS**

ESCALA: INDICADA

FECHA: Enero/2025

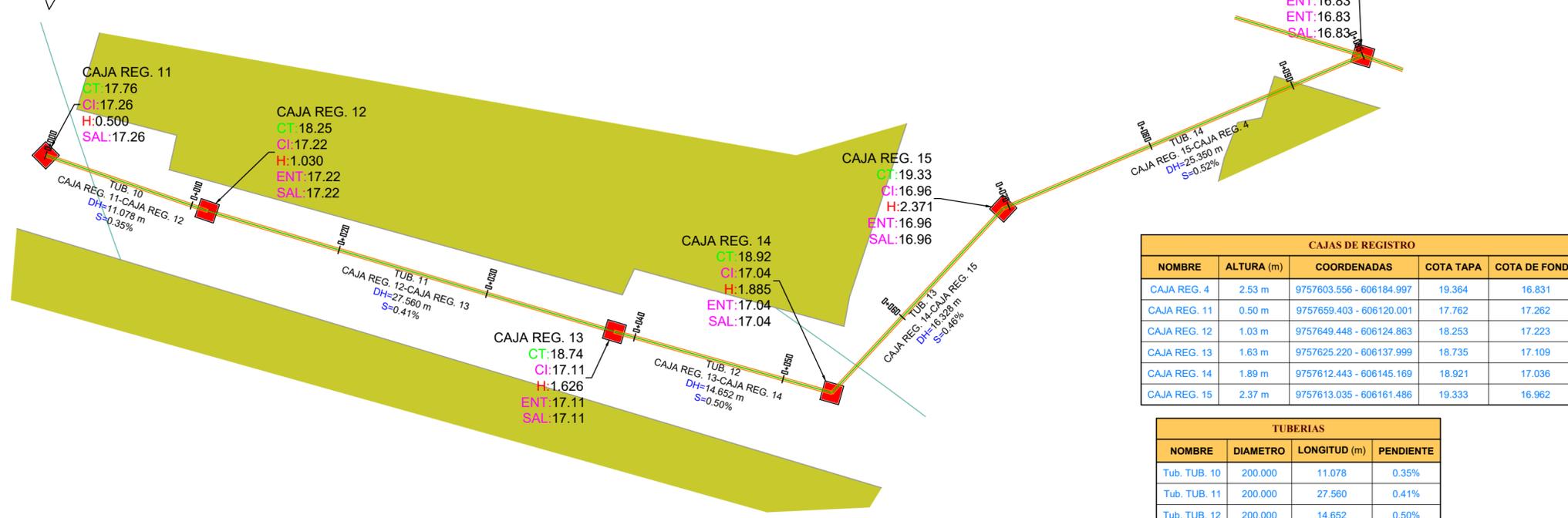
FORMATO: A2

Lámina: 1/9

ARCHIVO: A-DISEÑO-AASS.dwg

# PLANTA RED ALC. 2 (CAJA REG. 11 - CAJA REG. 4)

ESCALA 1:250

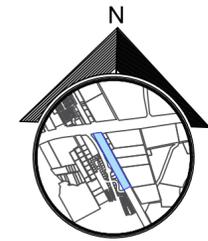


CAJAS DE REGISTRO				
NOMBRE	ALTURA (m)	COORDENADAS	COTA TAPA	COTA DE FONDO
CAJA REG. 4	2.53 m	9757603.556 - 606184.997	19.364	16.831
CAJA REG. 11	0.50 m	9757659.403 - 606120.001	17.762	17.262
CAJA REG. 12	1.03 m	9757649.448 - 606124.863	18.253	17.223
CAJA REG. 13	1.63 m	9757625.220 - 606137.999	18.735	17.109
CAJA REG. 14	1.89 m	9757612.443 - 606145.169	18.921	17.036
CAJA REG. 15	2.37 m	9757613.035 - 606161.486	19.333	16.962

TUBERIAS			
NOMBRE	DIAMETRO	LONGITUD (m)	PENDIENTE
Tub. TUB. 10	200.000	11.078	0.35%
Tub. TUB. 11	200.000	27.560	0.41%
Tub. TUB. 12	200.000	14.652	0.50%
Tub. TUB. 13	200.000	16.328	0.46%
Tub. TUB. 14	200.000	25.350	0.52%

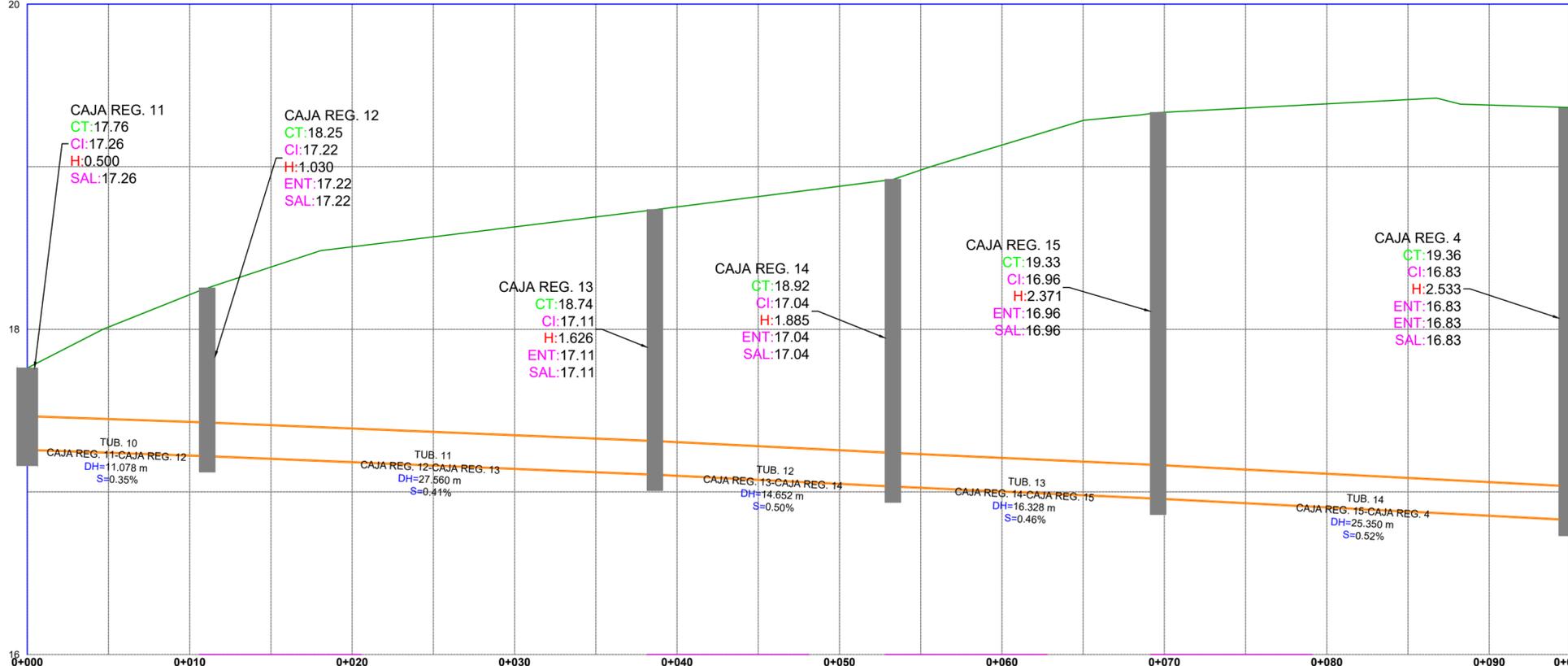
**SIMBOLOGIA:**

- CAJA DE REGISTRO
- CURVA DE NIVEL C/1M
- CURVA DE NIVEL C/5M
- TUBERIA PVC
- TANQUE IMHOFF
- CAJA DE REGISTRO VISTA EN PERFIL
- BLOQUE A
- BLOQUE B
- BLOQUE C
- BLOQUE D



## PERFIL LONGITUDINAL RED ALC. 2 (CAJA REG. 11 - CAJA REG. 4)

ESCALA H.: 1:000  
ESCALA V.: 1:250



COTA TAPA	COTA FONDO	PENDIENTE
58.27	17.26	0.35% en 11.08m
59.89	17.22	0.41% en 27.56m
61.47	17.11	0.50% en 14.65m
62.08	17.04	0.46% en 16.33m
63.43	16.96	0.52% en 25.35m
63.53	16.83	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - ECUADOR**  
Guayaquil - Ecuador

**PROYECTO:** DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - PARROQUIA TARQUI

**DESCRIPCION:** SISTEMA DE AASS

**CONTENIDO:** EJE RED ALC. 2 (CAJA REG. 11 - CAJA REG. 4) PLANTA Y PERFIL

**ELABORADO POR:** Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon

**ELABORADO POR:** Judith Andrea Riofrio Santillán

**APROBADO POR:** Ing. David Conforme Torres

**CÓDIGO:** AASS

**ESCALA:** INDICADA

**FECHA:** Enero/2025

**FORMATO:** A2

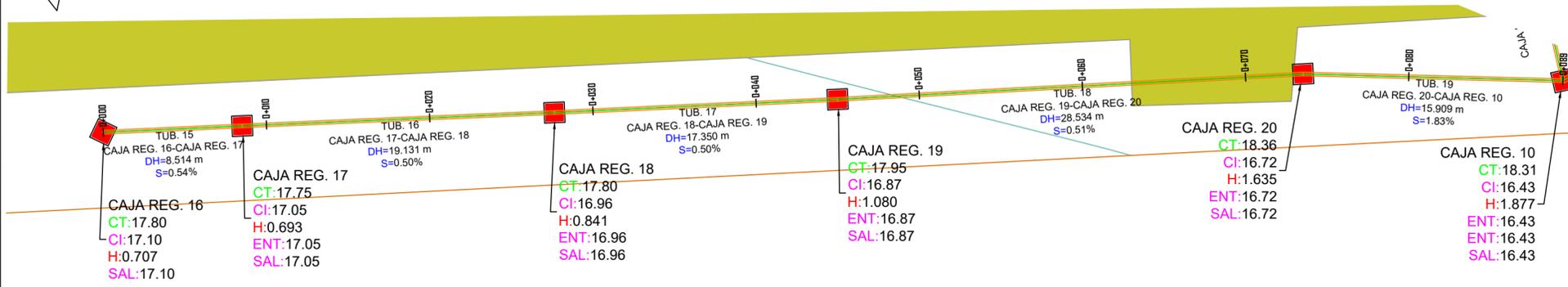
**Lámina:** 2/9

**ARCHIVO:** A-DISEÑO-AASS.dwg



# PLANTA RED ALC. 3 (CAJA REG. 16 - CAJA REG. 10)

ESCALA 1:250

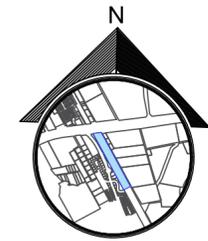


CAJAS DE REGISTRO				
NOMBRE	ALTURA (m)	COORDENADAS	COTA TAPA	COTA DE FONDO
CAJA REG. 18	0.84 m	9757612.058 - 606111.109	17.798	16.957
CAJA REG. 19	1.08 m	9757596.792 - 606119.356	17.951	16.871
CAJA REG. 20	1.63 m	9757571.795 - 606133.114	18.359	16.724
CAJA REG. 10	1.88 m	9757557.289 - 606139.648	18.310	16.433
CAJA REG. 16	0.71 m	9757636.417 - 606098.040	17.805	17.098
CAJA REG. 17	0.69 m	9757628.923 - 606102.080	17.745	17.052

TUBERIAS			
NOMBRE	DIAMETRO	LONGITUD (m)	PENDIENTE
Tub. TUB. 16	200.000	19.131	0.50%
Tub. TUB. 17	200.000	17.350	0.50%
Tub. TUB. 18	200.000	28.534	0.51%
Tub. TUB. 19	200.000	15.912	1.83%
Tub. TUB. 15	200.000	8.514	0.54%

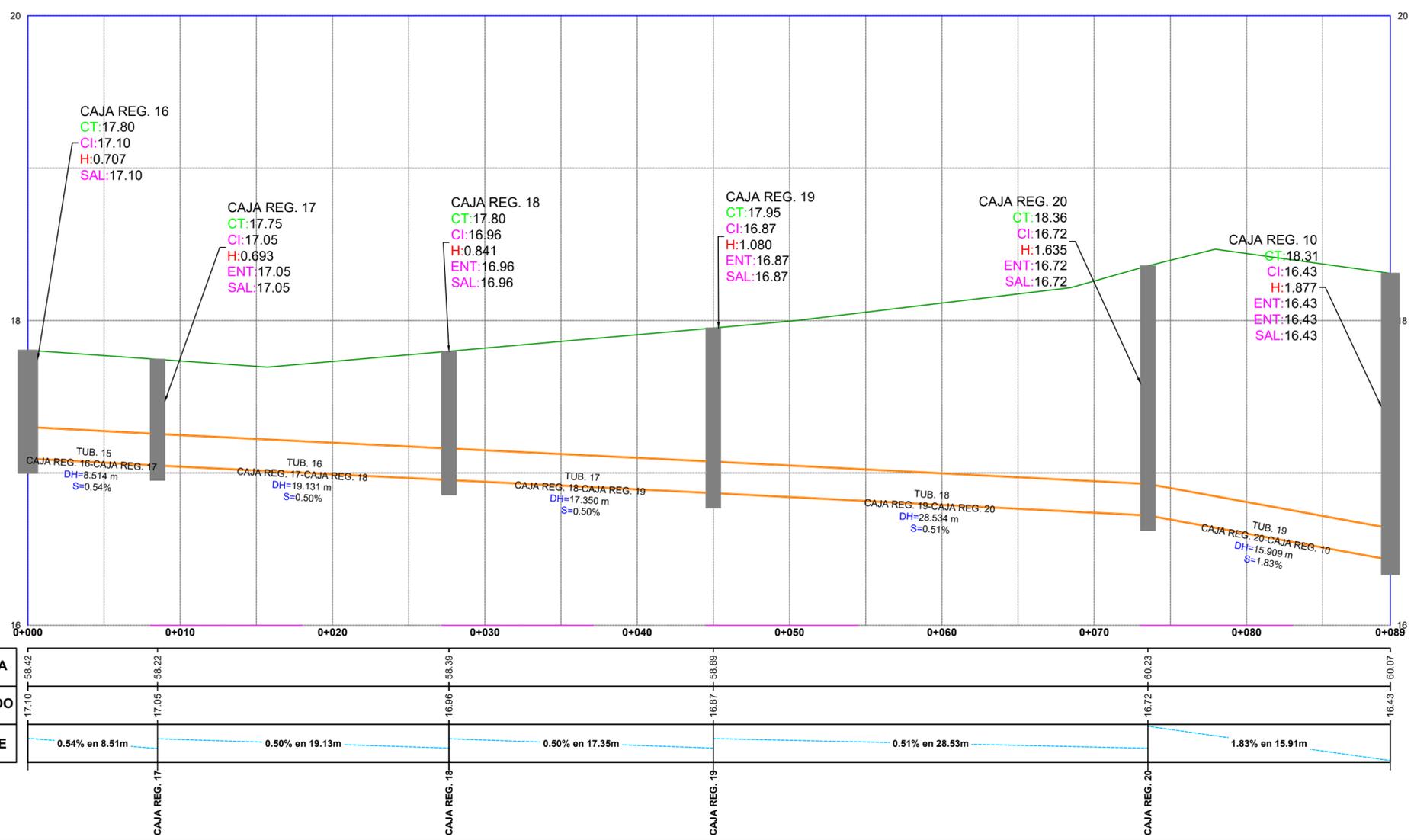
**SIMBOLOGIA:**

- CAJA DE REGISTRO
- CURVA DE NIVEL C/1M
- CURVA DE NIVEL C/5M
- TUBERIA PVC
- TANQUE IMHOFF
- CAJA DE REGISTRO VISTA EN PERFIL
- BLOQUE A
- BLOQUE B
- BLOQUE C
- BLOQUE D



## PERFIL LONGITUDINAL RED ALC. 3 (CAJA REG. 16 - CAJA REG. 10)

ESCALA H.: 1:000  
ESCALA V.: 1:250



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
— ECUADOR

Guayaquil - Ecuador

**PROYECTO:** DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - PARROQUIA TARQUI

**DESCRIPCION:** SISTEMA DE AASS

**CONTENIDO:** EJE RED ALC - 3  
CAJA REG. 16 - CAJA REG. 10  
PLANTA Y PERFIL

**ELABORADO POR:** Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon

**ELABORADO POR:** Judith Andrea Riofrio Santillán

**APROBADO POR:** Ing. David Conforme Torres

**CÓDIGO:** AASS

**ESCALA:** INDICADA

**FECHA:** Enero/2025

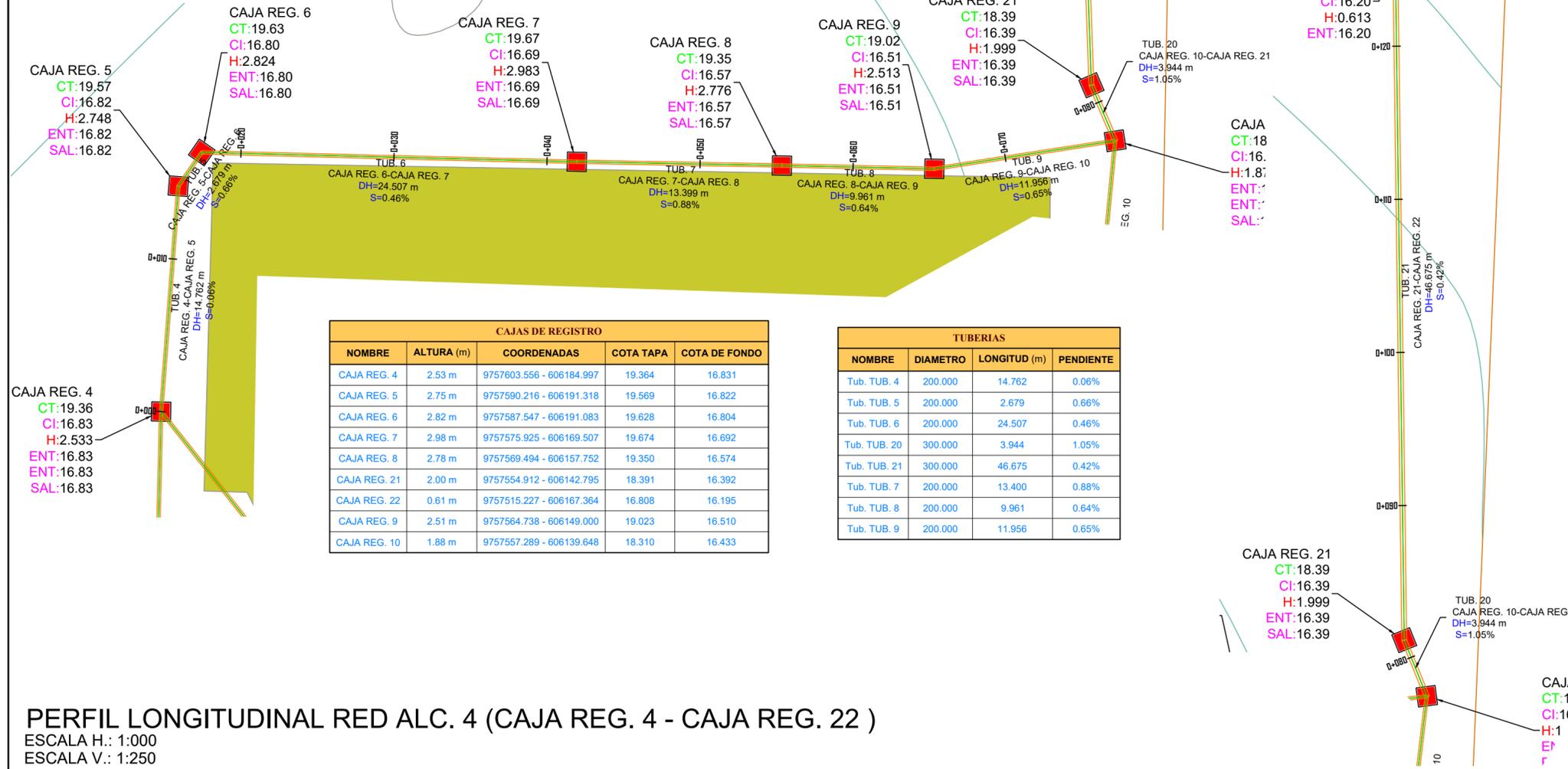
**FORMATO:** A2

**Lámina:** 3/9

**ARCHIVO:** A-DISEÑO-AASS.dwg

# PLANTA RED ALC. 4 (CAJA REG. 4 - CAJA REG. 22)

ESCALA 1:250

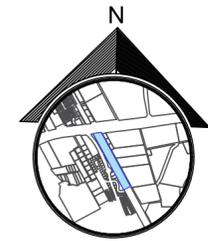


CAJAS DE REGISTRO				
NOMBRE	ALTURA (m)	COORDENADAS	COTA TAPA	COTA DE FONDO
CAJA REG. 4	2.53 m	9757603.556 - 606184.997	19.364	16.831
CAJA REG. 5	2.75 m	9757590.216 - 606191.318	19.569	16.822
CAJA REG. 6	2.82 m	9757587.547 - 606191.083	19.628	16.804
CAJA REG. 7	2.98 m	9757575.925 - 606169.507	19.674	16.692
CAJA REG. 8	2.78 m	9757569.494 - 606157.752	19.350	16.574
CAJA REG. 21	2.00 m	9757554.912 - 606142.795	18.391	16.392
CAJA REG. 22	0.61 m	9757515.227 - 606167.364	16.808	16.195
CAJA REG. 9	2.51 m	9757564.738 - 606149.000	19.023	16.510
CAJA REG. 10	1.88 m	9757557.289 - 606139.648	18.310	16.433

TUBERIAS			
NOMBRE	DIAMETRO	LONGITUD (m)	PENDIENTE
Tub. TUB. 4	200.000	14.762	0.06%
Tub. TUB. 5	200.000	2.679	0.66%
Tub. TUB. 6	200.000	24.507	0.46%
Tub. TUB. 20	300.000	3.944	1.05%
Tub. TUB. 21	300.000	46.675	0.42%
Tub. TUB. 7	200.000	13.400	0.88%
Tub. TUB. 8	200.000	9.961	0.64%
Tub. TUB. 9	200.000	11.956	0.65%

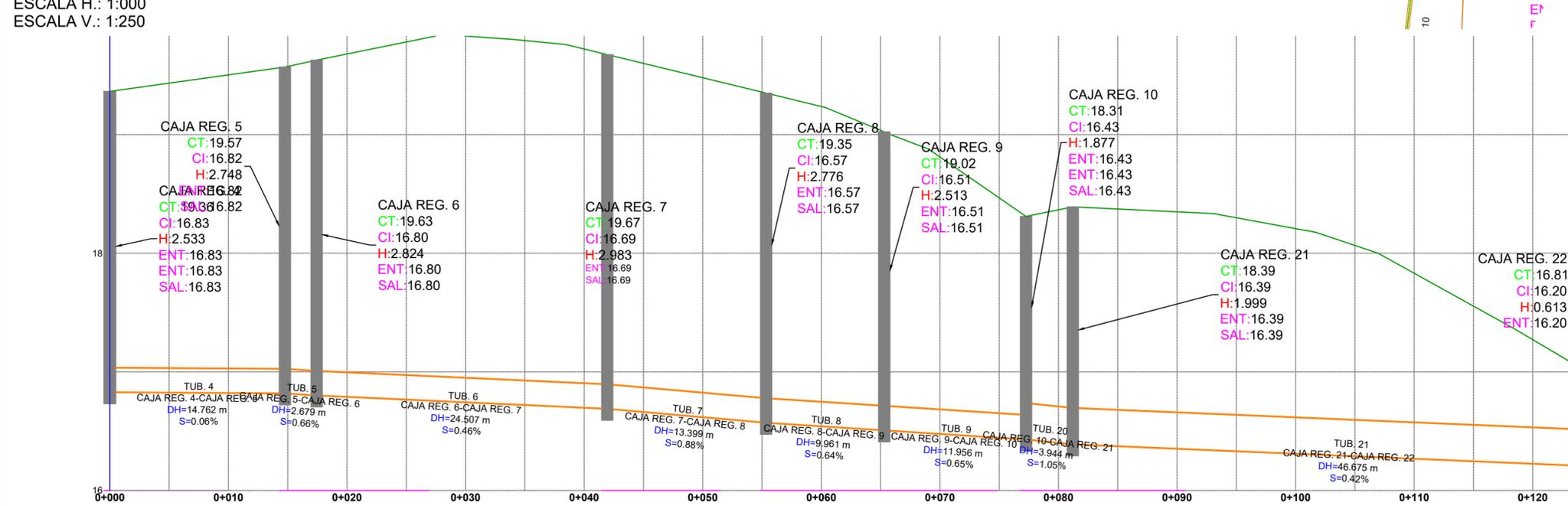
**SIMBOLOGIA:**

- CAJA DE REGISTRO
- CURVA DE NIVEL C/1M
- CURVA DE NIVEL C/5M
- TUBERIA PVC
- TANQUE IMHOFF
- CAJA DE REGISTRO VISTA EN PERFIL
- BLOQUE A
- BLOQUE B
- BLOQUE C
- BLOQUE D



# PERFIL LONGITUDINAL RED ALC. 4 (CAJA REG. 4 - CAJA REG. 22)

ESCALA H.: 1:000  
ESCALA V.: 1:250



ESTACION	COTA TAPA	COTA FONDO	PENDIENTE
0+000	63.53	16.83	
0+010	64.20	16.82	0.06% en 14.76m
0+020	64.40	16.80	0.66% en 2.68m
0+030	64.55	16.80	0.46% en 24.51m
0+040	64.55	16.69	0.88% en 13.40m
0+050	63.48	16.57	0.64% en 9.96m
0+060	62.41	16.51	0.65% en 11.96m
0+070	62.41	16.43	1.05% en 3.94m
0+080	60.07	16.43	0.42% en 46.67m
0+090	60.34	16.39	
0+100			
0+110			
0+120			

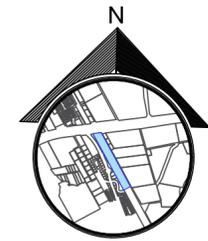
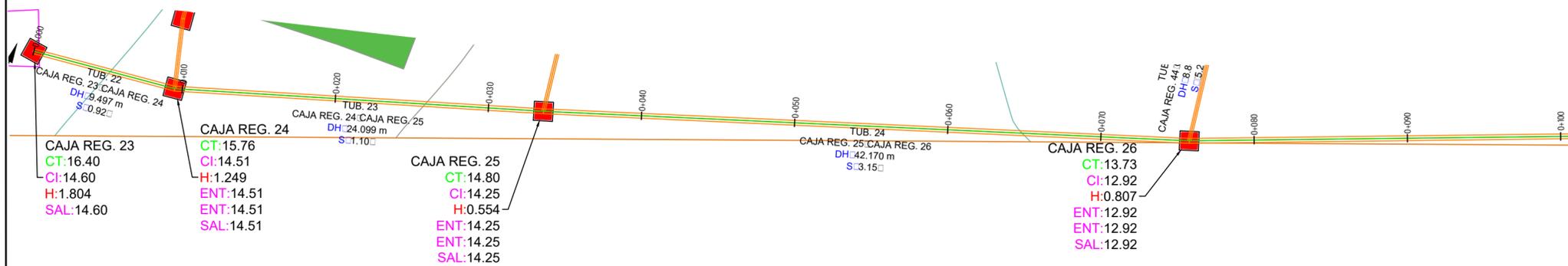
**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
— ECUADOR

Guayaquil - Ecuador

<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - PARROQUIA TARQUI		<b>CÓDIGO:</b> <b>AASS</b>
<b>DESCRIPCION:</b> SISTEMA DE AASS		<b>ESCALA:</b> INDICADA
<b>CONTENIDO:</b> SISTEMA DE AASS EJE RED ALC - 4 CAJA REG. 4 - CAJA REG. 22 PLANTA Y PERFIL		<b>FECHA:</b> ENERO/2025
<b>ELABORADO POR:</b> Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon	<b>ELABORADO POR:</b> Judith Andrea Riofrio Santillán	<b>APROBADO POR:</b> Ing. David Conforme Torres
<b>FORMATO:</b> A2		<b>LÁMINA:</b> 4/9
<b>ARCHIVO:</b> A-DISEÑO-AASS.dwg		

# PLANTA RED ALC.5 (CAJA REG. 23 □ CAJA REG. 31)

ESCALA 1:250

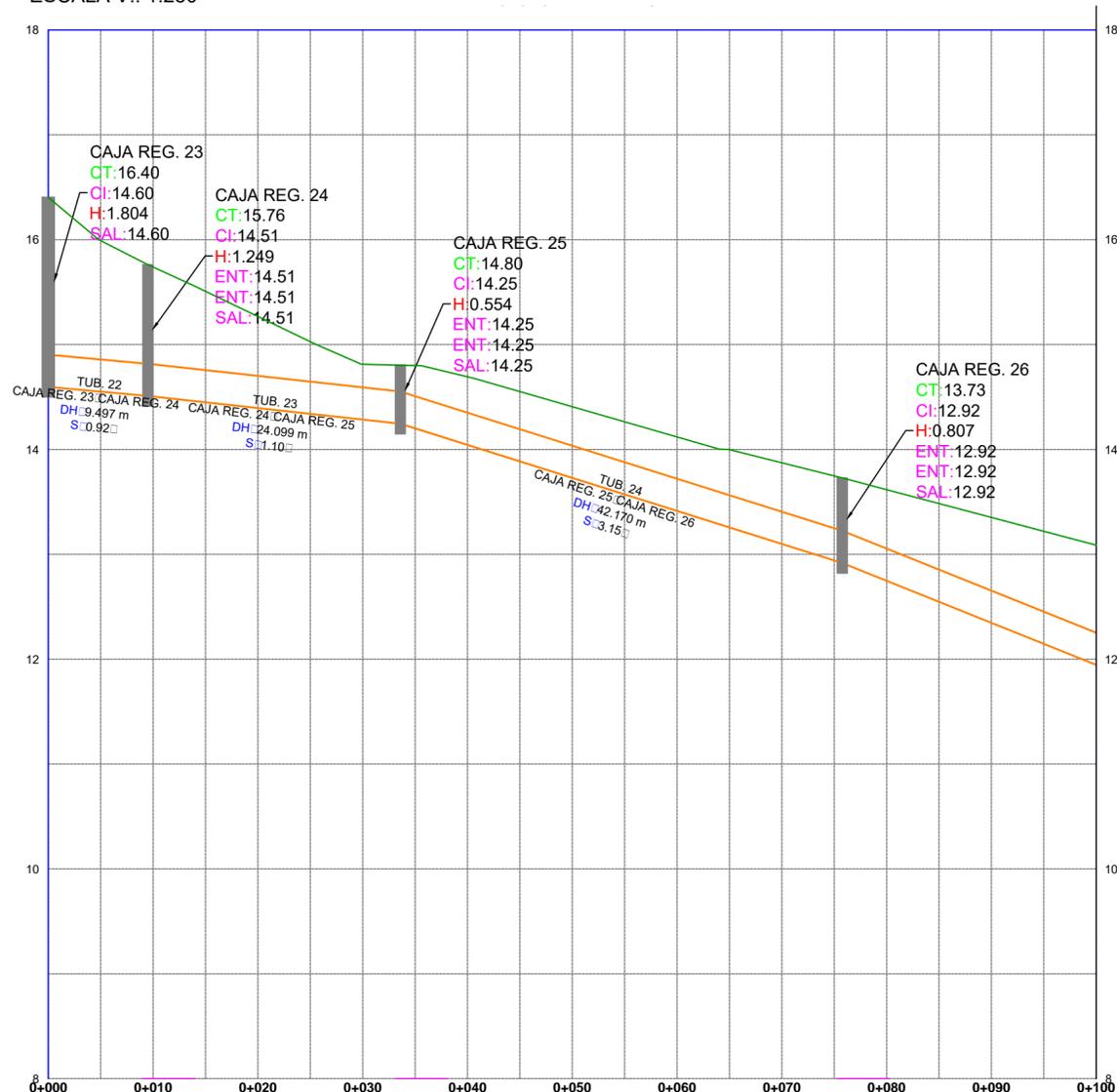


SIMBOLOGIA:

- CAJA DE REGISTRO
- CURVA DE NIVEL C/1M
- CURVA DE NIVEL C/5M
- TUBERIA PVC
- TANQUE IMHOFF
- | CAJA DE REGISTRO VISTA EN PERFIL
- BLOQUE A
- BLOQUE B
- BLOQUE C
- BLOQUE D

## PERFIL LONGITUDINAL RED ALC. 5 (CAJA REG. 23 □ CAJA REG. 31)

ESCALA H.: 1:000  
ESCALA V.: 1:250



TUBERIAS			
NOMBRE	DIAMETRO	LONGITUD (m)	PENDIENTE
Tub. TUB. 22	300.000	9.498	0.92%
Tub. TUB. 23	300.000	24.101	1.10%
Tub. TUB. 24	300.000	42.191	3.15%
Tub. TUB. 25	300.000	114.190	4.01%
Tub. TUB. 26	300.000	32.637	0.52%
Tub. TUB. 27	300.000	41.064	0.47%
Tub. TUB. 28	300.000	71.995	0.49%
Tub. TUB. 29	300.000	80.125	0.49%

CAJAS DE REGISTRO				
NOMBRE	ALTURA (m)	COORDENADAS	COTA TAPA	COTA DE FONDO
CAJA REG. 23	1.80 m	9757510.697 □ 606167.688	16.404	14.600
CAJA REG. 24	1.25 m	9757501.487 □ 606170.007	15.762	14.513
CAJA REG. 25	0.55 m	9757479.733 □ 606180.377	14.803	14.249
CAJA REG. 26	0.81 m	9757441.953 □ 606199.112	13.728	12.921
CAJA REG. 27	0.77 m	9757342.826 □ 606255.611	9.113	8.345
CAJA REG. 28	1.72 m	9757314.468 □ 606271.766	9.901	8.177
CAJA REG. 29	1.48 m	9757278.494 □ 606291.568	9.469	7.986
CAJA REG. 30	1.47 m	9757215.861 □ 606327.067	9.105	7.635
CAJA REG. 31	3.76 m	9757146.563 □ 606367.289	11.000	7.240

COTA TAPA	COTA FONDO	PENDIENTE
53.82	14.60	0.92% en 9.50m
51.71	14.51	1.10% en 24.10m
48.57	14.25	3.15% en 42.19m
45.04	12.92	4.01% en 114.19m



PROYECTO: DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - PARROQUIA TARQUI

DESCRIPCION: SISTEMA DE AASS

CONTENIDO: EJE RED ALC 5: CAJA REG. 23 □ CAJA REG. 31  
PLANTA Y PERFIL  
0:000 □ 0:100

ELABORADO POR: Andrea Elizabeth Imbaquingo Quijón

ELABORADO POR: Judith Andrea Rofrío Santillán

APROBADO POR: Ing. Da:Id Conforme Torre

CÓDIGO: AASS

ESCALA: INDICADA

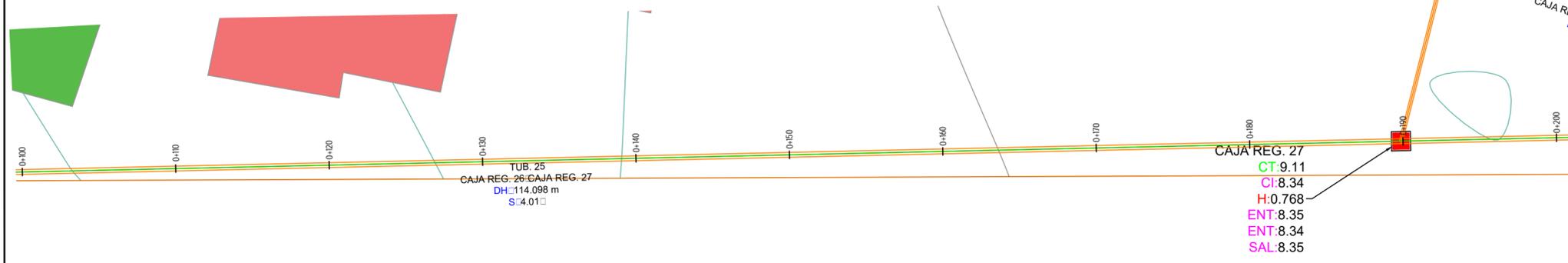
FECHA: Enero/2025

FORMATO: A2

Lámina: 5/9

ARCHIVO: A DISEÑO AASS.d g

PLANTA RED ALC.5 (CAJA REG. 23 □ CAJA REG. 31)  
 ESCALA 1:250

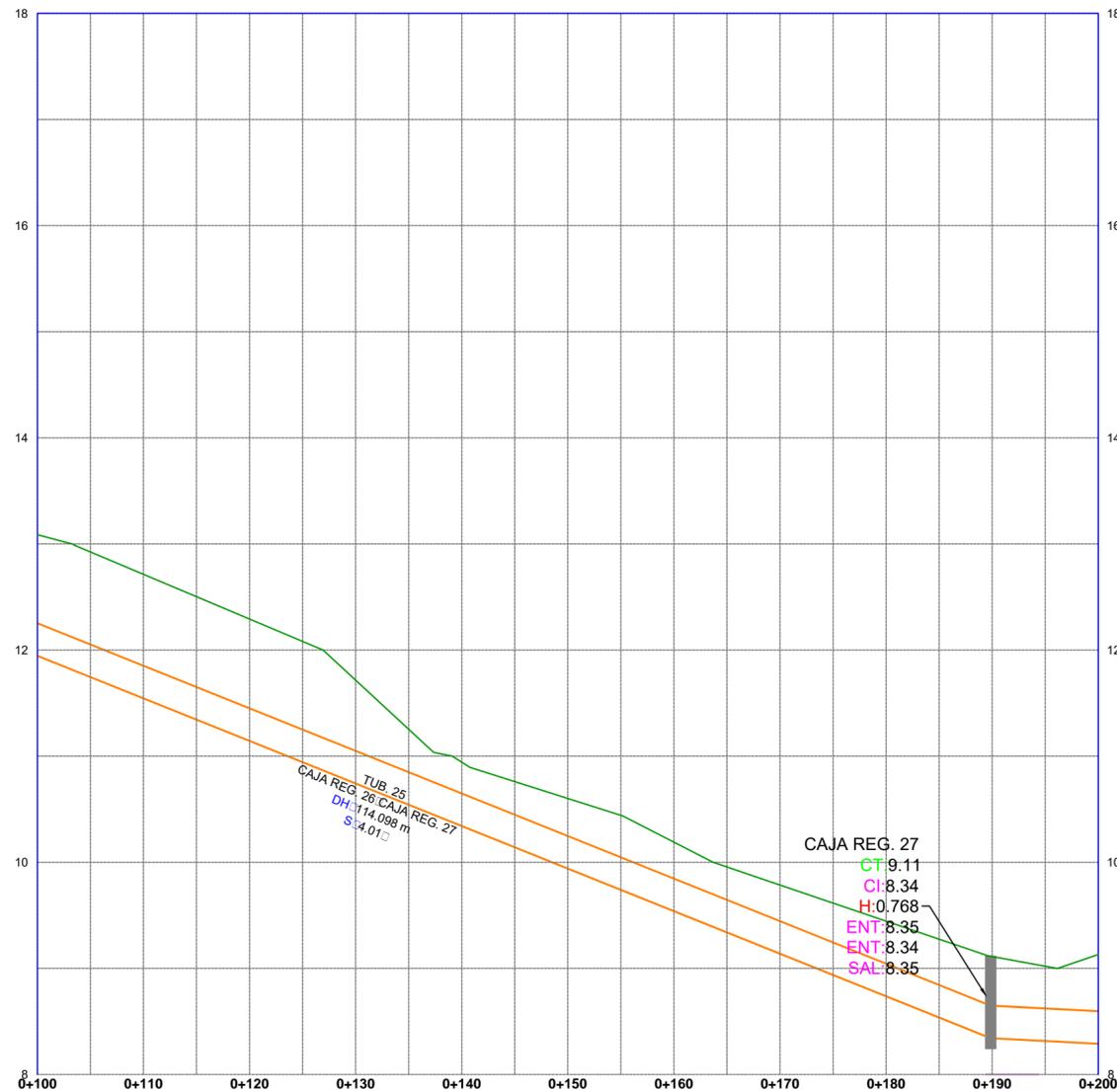


SIMBOLOGIA:

- CAJA DE REGISTRO
- CURVA DE NIVEL C/1M
- CURVA DE NIVEL C/5M
- TUBERIA PVC
- TANQUE IMHOFF
- BLOQUE A
- BLOQUE B
- BLOQUE C
- BLOQUE D
- | CAJA DE REGISTRO VISTA EN PERFIL

PERFIL LONGITUDINAL RED ALC. 5 (CAJA REG. 23 □ CAJA REG. 31)

ESCALA H.: 1:000  
 ESCALA V.: 1:250



TUBERIAS			
NOMBRE	DIAMETRO	LONGITUD (m)	PENDIENTE
Tub. TUB. 22	300.000	9.498	0.92%
Tub. TUB. 23	300.000	24.101	1.10%
Tub. TUB. 24	300.000	42.191	3.15%
Tub. TUB. 25	300.000	114.190	4.01%
Tub. TUB. 26	300.000	32.637	0.52%
Tub. TUB. 27	300.000	41.064	0.47%
Tub. TUB. 28	300.000	71.995	0.49%
Tub. TUB. 29	300.000	80.125	0.49%

CAJAS DE REGISTRO				
NOMBRE	ALTURA (m)	COORDENADAS	COTA TAPA	COTA DE FONDO
CAJA REG. 23	1.80 m	9757510.697 □ 606167.688	16.404	14.600
CAJA REG. 24	1.25 m	9757501.487 □ 606170.007	15.762	14.513
CAJA REG. 25	0.55 m	9757479.733 □ 606180.377	14.803	14.249
CAJA REG. 26	0.81 m	9757441.953 □ 606199.112	13.728	12.921
CAJA REG. 27	0.77 m	9757342.826 □ 606255.611	9.113	8.345
CAJA REG. 28	1.72 m	9757314.468 □ 606271.766	9.901	8.177
CAJA REG. 29	1.48 m	9757278.494 □ 606291.568	9.469	7.986
CAJA REG. 30	1.47 m	9757215.861 □ 606327.067	9.105	7.635
CAJA REG. 31	3.76 m	9757146.563 □ 606367.289	11.000	7.240

COTA TAPA	29.90
COTA FONDO	8.34
PENDIENTE	4.01% en 114.19m
	0.52% en 32.64m



PROYECTO: DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - PARROQUIA TARQUI

DESCRIPCION: SISTEMA DE AASS

CODIGO: AASS

CONTENIDO: EJE RED ALC □ CAJA REG. 23 □ CAJA REG. 31  
 PLANTA Y PERFIL  
 0 □ 100 □ 200

ELABORADO POR: Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon

ELABORADO POR: Judith Andrea Riofrio Santillán

APROBADO POR: Ing. Da:Id Conforme Torre □

ESCALA: INDICADA

FECHA: Enero/2025

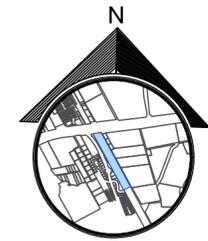
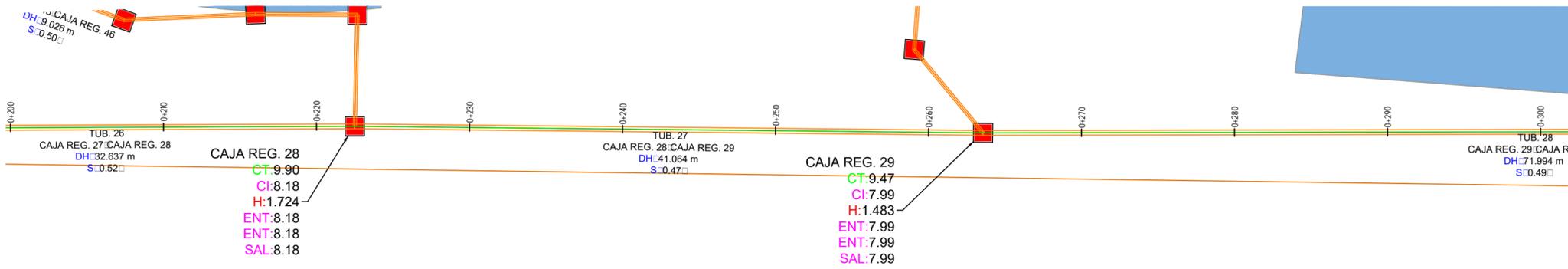
FORMATO: A2

LÁMINA: 6/9

ARCHIVO: A DISEÑO AASS.d g

# PLANTA RED ALC.5 (CAJA REG. 23 □ CAJA REG. 31)

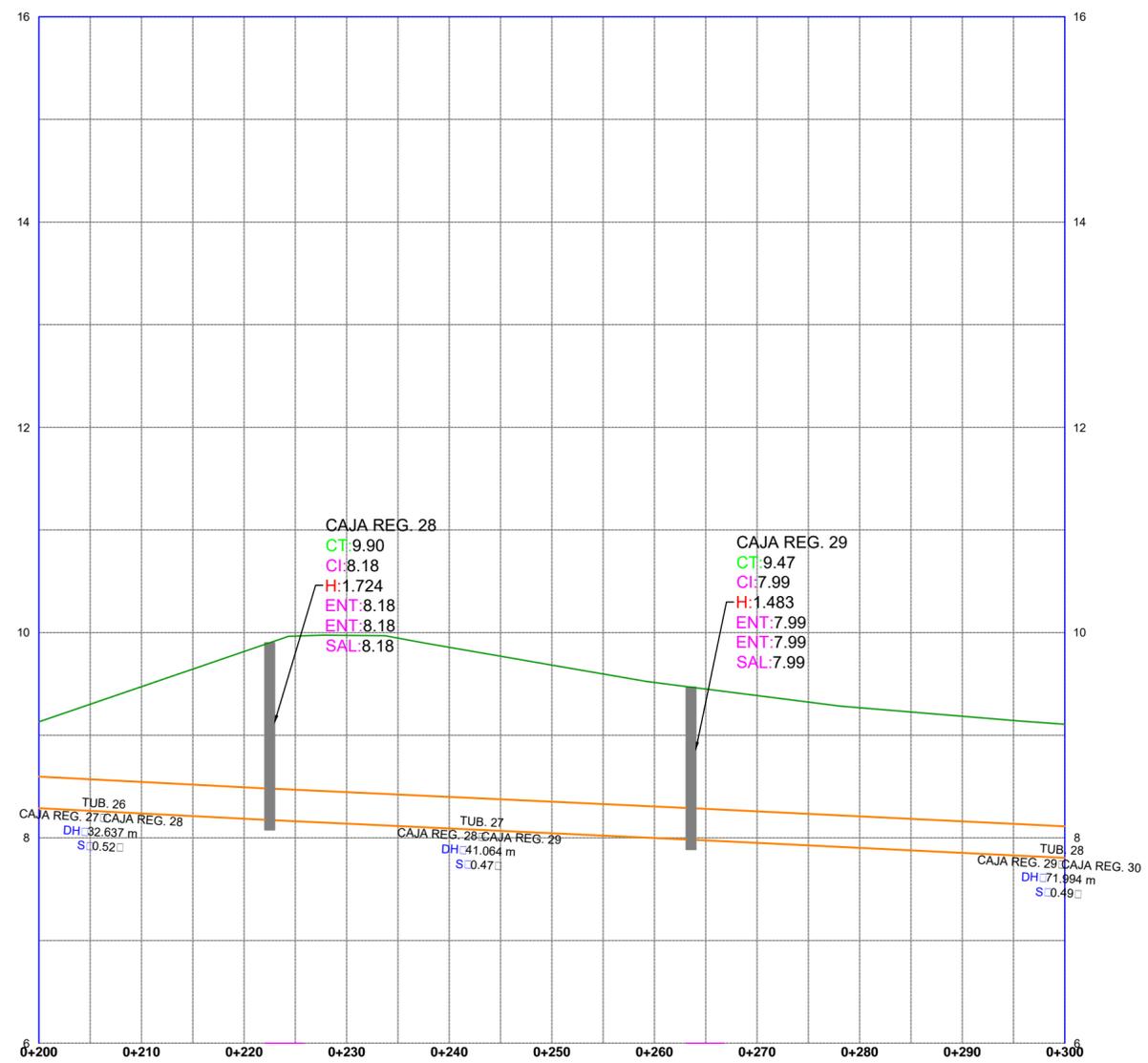
ESCALA 1:250



- SIMBOLOGIA:**
- CAJA DE REGISTRO
  - CURVA DE NIVEL C/1M
  - CURVA DE NIVEL C/5M
  - TUBERIA PVC
  - TANQUE IMHOFF
  - | CAJA DE REGISTRO VISTA EN PERFIL
  - BLOQUE A
  - BLOQUE B
  - BLOQUE C
  - BLOQUE D

## PERFIL LONGITUDINAL RED ALC. 5 (CAJA REG. 23 □ CAJA REG. 31)

ESCALA H.: 1:000  
ESCALA V.: 1:250



TUBERIAS			
NOMBRE	DIAMETRO	LONGITUD (m)	PENDIENTE
Tub. TUB. 22	300.000	9.498	0.92%
Tub. TUB. 23	300.000	24.101	1.10%
Tub. TUB. 24	300.000	42.191	3.15%
Tub. TUB. 25	300.000	114.190	4.01%
Tub. TUB. 26	300.000	32.637	0.52%
Tub. TUB. 27	300.000	41.064	0.47%
Tub. TUB. 28	300.000	71.995	0.49%
Tub. TUB. 29	300.000	80.125	0.49%

CAJAS DE REGISTRO				
NOMBRE	ALTURA (m)	COORDENADAS	COTA TAPA	COTA DE FONDO
CAJA REG. 23	1.80 m	9757510.697 □ 606167.688	16.404	14.600
CAJA REG. 24	1.25 m	9757501.487 □ 606170.007	15.762	14.513
CAJA REG. 25	0.55 m	9757479.733 □ 606180.377	14.803	14.249
CAJA REG. 26	0.81 m	9757441.953 □ 606199.112	13.728	12.921
CAJA REG. 27	0.77 m	9757342.826 □ 606255.611	9.113	8.345
CAJA REG. 28	1.72 m	9757314.468 □ 606271.766	9.901	8.177
CAJA REG. 29	1.48 m	9757278.494 □ 606291.568	9.469	7.986
CAJA REG. 30	1.47 m	9757215.861 □ 606327.067	9.105	7.635
CAJA REG. 31	3.76 m	9757146.563 □ 606367.289	11.000	7.240

COTA TAPA	COTA FONDO	PENDIENTE
32.48	8.18	0.52% en 32.64m
31.07	7.99	0.47% en 41.06m
		0.49% en 71.99m



**PROYECTO:** DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - PARROQUIA TARQUI

**DESCRIPCION:** SISTEMA DE AASS

**CONTENIDO:** EJE RED ALC □ CAJA REG. 23 □ CAJA REG. 31  
PLANTA Y PERFIL  
0:200 □ 0:300

**ELABORADO POR:** Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon

**ELABORADO POR:** Judith Andrea Rofrío Santillán

**APROBADO POR:** Ing. Da:Id Conforme Torre

**CÓDIGO:** AASS

**ESCALA:** INDICADA

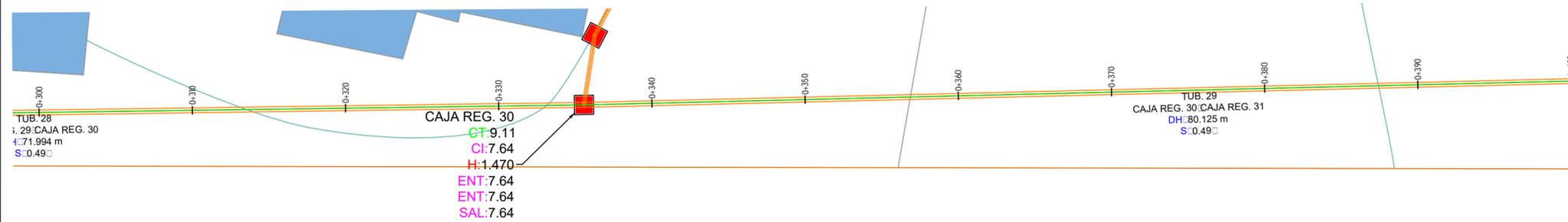
**FECHA:** Enero/2025

**FORMATO:** A2

**Lámina:** 7/9

**ARCHIVO:** A DISEÑO AASS.d g

PLANTA RED ALC.5 (CAJA REG. 23 □CAJA REG. 31 )  
ESCALA 1:250

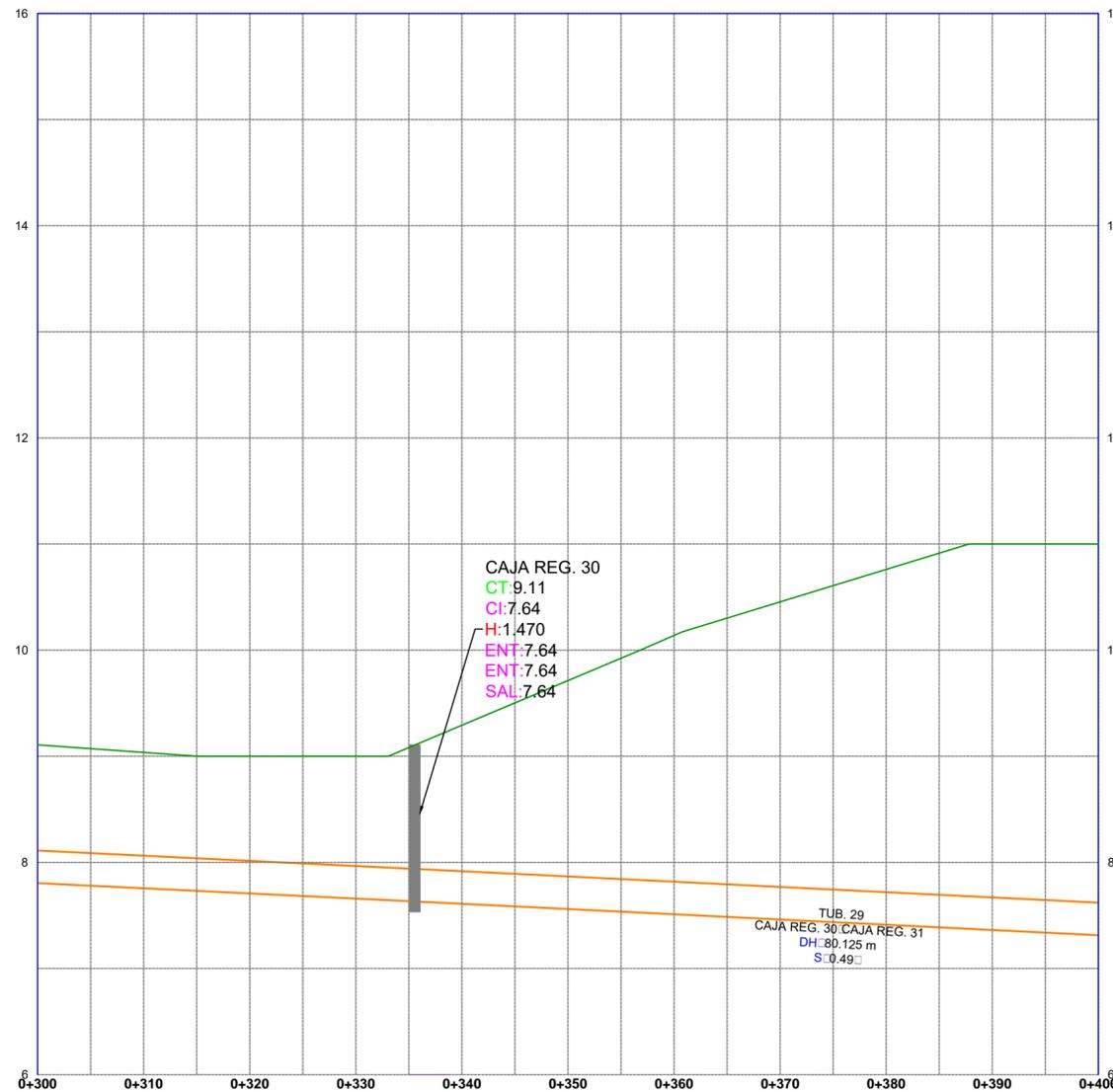


SIMBOLOGIA:

- CAJA DE REGISTRO
- BLOQUE A
- BLOQUE B
- BLOQUE C
- BLOQUE D
- CURVA DE NIVEL C/1M
- CURVA DE NIVEL C/5M
- TUBERIA PVC
- TANQUE IMHOFF
- CAJA DE REGISTRO VISTA EN PERFIL

PERFIL LONGITUDINAL RED ALC. 5 (CAJA REG. 23 □CAJA REG. 31)

ESCALA H.: 1:000  
ESCALA V.: 1:250



TUBERIAS			
NOMBRE	DIAMETRO	LONGITUD (m)	PENDIENTE
Tub. TUB. 22	300.000	9.498	0.92
Tub. TUB. 23	300.000	24.101	1.10
Tub. TUB. 24	300.000	42.191	3.15
Tub. TUB. 25	300.000	114.190	4.01
Tub. TUB. 26	300.000	32.637	0.52
Tub. TUB. 27	300.000	41.064	0.47
Tub. TUB. 28	300.000	71.995	0.49
Tub. TUB. 29	300.000	80.125	0.49

CAJAS DE REGISTRO				
NOMBRE	ALTURA (m)	COORDENADAS	COTA TAPA	COTA DE FONDO
CAJA REG. 23	1.80 m	9757510.697 □606167.688	16.404	14.600
CAJA REG. 24	1.25 m	9757501.487 □606170.007	15.762	14.513
CAJA REG. 25	0.55 m	9757479.733 □606180.377	14.803	14.249
CAJA REG. 26	0.81 m	9757441.953 □606199.112	13.728	12.921
CAJA REG. 27	0.77 m	9757342.826 □606255.611	9.113	8.345
CAJA REG. 28	1.72 m	9757314.468 □606271.766	9.901	8.177
CAJA REG. 29	1.48 m	9757278.494 □606291.568	9.469	7.986
CAJA REG. 30	1.47 m	9757215.861 □606327.067	9.105	7.635
CAJA REG. 31	3.76 m	9757146.563 □606367.289	11.000	7.240

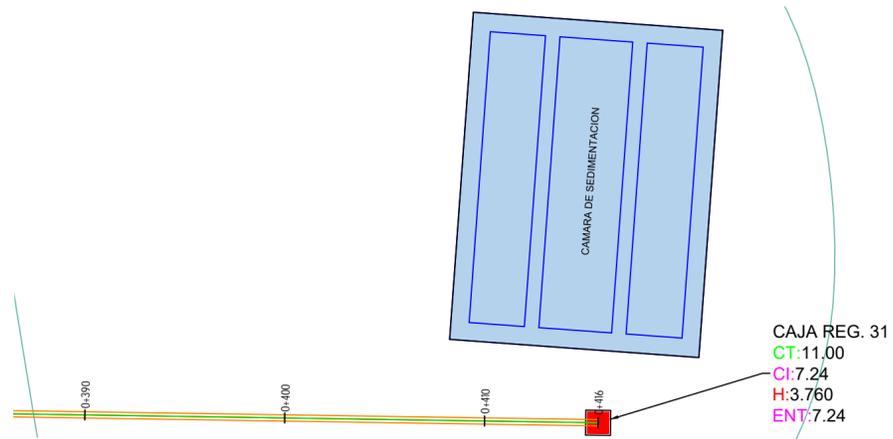
COTA TAPA	
COTA FONDO	
PENDIENTE	0.49% en 71.99m



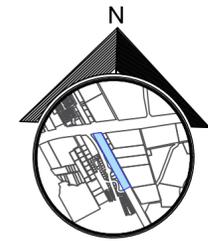
Guayaquil - Ecuador

<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - PARROQUIA TARQUI	
<b>DESCRIPCION:</b> SISTEMA DE AASS	<b>CÓDIGO:</b> <span style="font-size: 24px; font-weight: bold;">AASS</span>
<b>CONTENIDO:</b> EJE RED ALC □5 : CAJA REG. 23 □CAJA REG. 31 PLANTA Y PERFIL 0□300 □0□400	<b>ESCALA:</b> INDICADA Enero/2025
<b>ELABORADO POR:</b> Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon	<b>ELABORADO POR:</b> Judith Andrea Riofrio Santillán
<b>APROBADO POR:</b> Ing. Da:Id Conforme Torre□	<b>FORMATO:</b> Lámina: <span style="font-size: 24px; font-weight: bold;">8/9</span>
<b>ARCHIVO:</b> A DISEÑO AASS.d g	

PLANTA RED ALC.5 (CAJA REG. 23 □CAJA REG. 31 )  
 ESCALA 1:250



CAJA REG. 31  
 CT:11.00  
 CI:7.24  
 H:3.760  
 ENT:7.24

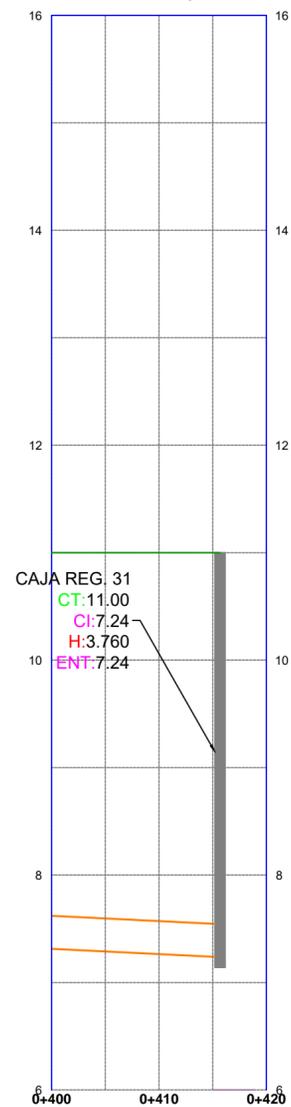


SIMBOLOGIA:

- CAJA DE REGISTRO
- BLOQUE A
- BLOQUE B
- BLOQUE C
- BLOQUE D
- CURVA DE NIVEL C/1M
- CURVA DE NIVEL C/5M
- TUBERIA PVC
- TANQUE IMHOFF
- CAJA DE REGISTRO VISTA EN PERFIL

PERFIL LONGITUDINAL RED ALC. 5 (CAJA REG. 23 □CAJA REG. 31)

ESCALA H.: 1:000  
 ESCALA V.: 1:250



COTA TAPA	11.00
COTA FONDO	7.24
PENDIENTE	0.49% en 80.13m

TUBERIAS			
NOMBRE	DIAMETRO	LONGITUD (m)	PENDIENTE
Tub. TUB. 22	300.000	9.498	0.92
Tub. TUB. 23	300.000	24.101	1.10
Tub. TUB. 24	300.000	42.191	3.15
Tub. TUB. 25	300.000	114.190	4.01
Tub. TUB. 26	300.000	32.637	0.52
Tub. TUB. 27	300.000	41.064	0.47
Tub. TUB. 28	300.000	71.995	0.49
Tub. TUB. 29	300.000	80.125	0.49

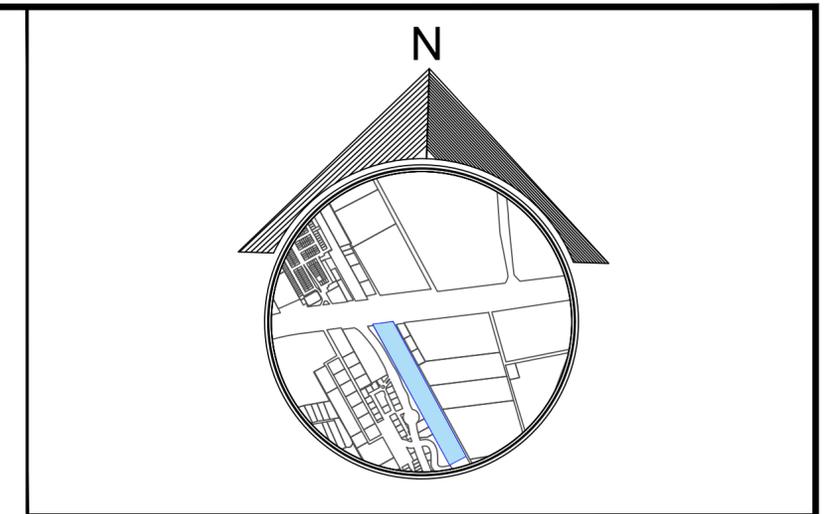
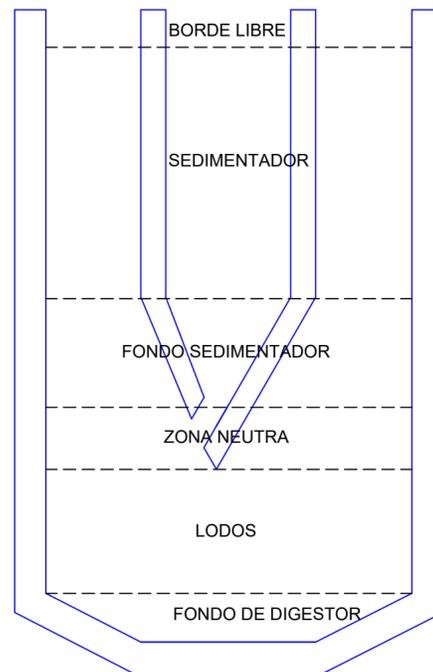
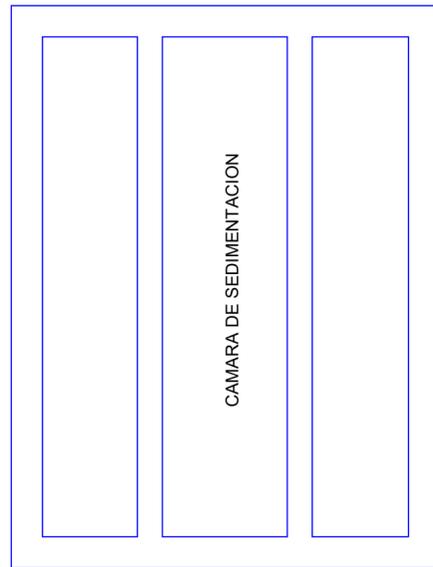
CAJAS DE REGISTRO				
NOMBRE	ALTURA (m)	COORDENADAS	COTA TAPA	COTA DE FONDO
CAJA REG. 23	1.80 m	9757510.697 □606167.688	16.404	14.600
CAJA REG. 24	1.25 m	9757501.487 □606170.007	15.762	14.513
CAJA REG. 25	0.55 m	9757479.733 □606180.377	14.803	14.249
CAJA REG. 26	0.81 m	9757441.953 □606199.112	13.728	12.921
CAJA REG. 27	0.77 m	9757342.826 □606255.611	9.113	8.345
CAJA REG. 28	1.72 m	9757314.468 □606271.766	9.901	8.177
CAJA REG. 29	1.48 m	9757278.494 □606291.568	9.469	7.986
CAJA REG. 30	1.47 m	9757215.861 □606327.067	9.105	7.635
CAJA REG. 31	3.76 m	9757146.563 □606367.289	11.000	7.240



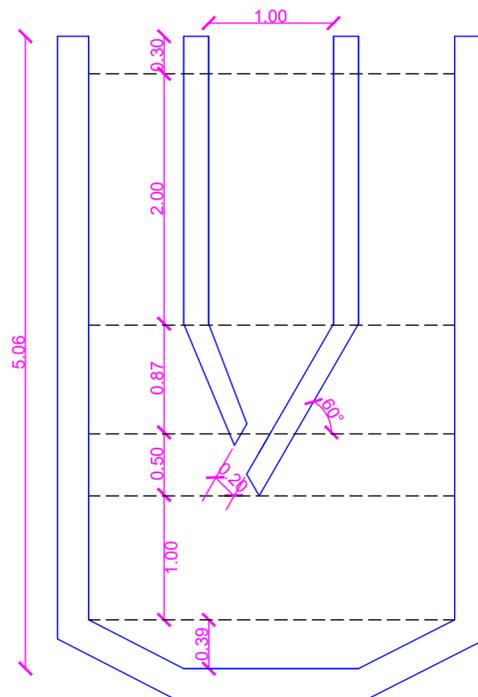
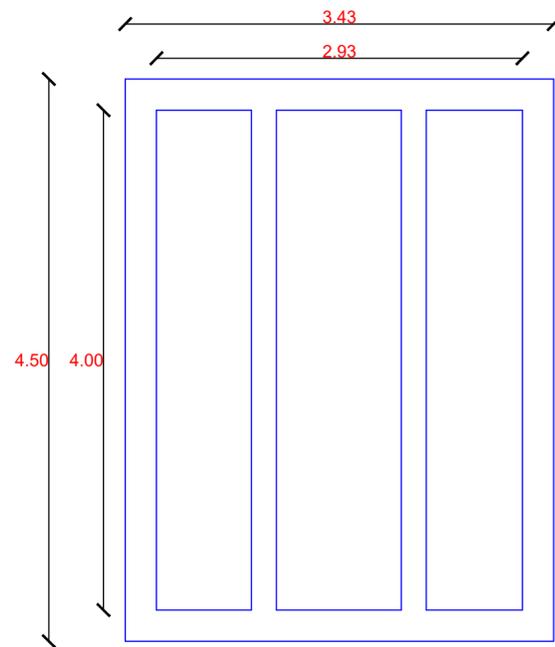
Guayaquil - Ecuador

PROYECTO: DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA PARROQUIA TARQUI		CÓDIGO: <b>AASS</b>	
DESCRIPCION: SISTEMA DE AASS		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: EJE RED ALC □5 : CAJA REG. 23 □CAJA REG. 31 PLANTA Y PERFIL 0+400 □0+420		FECHA: Enero/2025	
ELABORADO POR: Andrea Elizabeth Imbaquingo Quy Yon	ELABORADO POR: Judith Andrea Riofrio Santillán	APROBADO POR: Ing. Da:Id Conforme Torre	FORMATO: Lámina: <b>A2</b>
ARCHIVO: A DISEÑO AASS.d g			9/9

**PLANTA Y PERFIL TANQUE IMHOFF**  
 ESCALA H.: 1:4000



**DIMENSIONES TANQUE IMHOFF (PLANTA Y PERFIL)**  
 ESCALA H.: 1:4000



 <p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  <b>SALESIANA</b>          - ECUADOR</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Guayaquil - Ecuador</p>	
PROYECTO: DISEÑO DE REDES DE AGUAS SERVIDAS Y PTAR DEL CAMPUS MARÍA AUXILIADORA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - PARROQUIA TARQUI	
DESCRIPCION: PLANO DE IMPLANTACION GENERAL	CÓDIGO: <b>TQ</b>
CONTENIDO: DIMENSIONES TANQUE IMHOFF	ESCALA: 1:500 FECHA: Enero/2025
ELABORADO POR: Andrea Elizabeth Imbaquingo Qu Yon	ELABORADO POR: Judith Andrea Riofrio Santillán
APROBADO POR: Ing. David Conforme Torres	FORMATO: A2 Lámina: 1/1
ARCHIVO: C-PLANTA IMHOFF.dwg	