



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE UN SISTEMA SANITARIO Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES PARA EL CENTRO DE SALUD PRIMARIO MONTE SINAI**

Trabajo de titulación previo a la obtención

Del Título de Ingeniero Civil

AUTORES: JEFFERSON JOEL GILER VERA

ERIK EDUD PERLAZA VELIZ

TUTOR: ING. EDUARDO SANTIAGO FONSECA. MGTR

GUAYAQUIL – ECUADOR

2025-2026

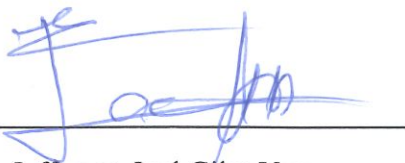
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Jefferson Joel Giler Vera con documento de identificación N° 1350726533 y Erik Edud Perlaza Veliz con documento de identificación N° 0957888399; manifestamos que:

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

Guayaquil 13 de enero del año 2026

Atentamente,



Jefferson Joel Giler Vera

1350726533



Erik Edud Perlaza Veliz

0957888399

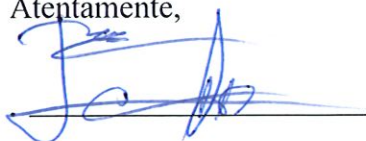
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Jefferson Joel Giler Vera con documento de identificación No. 1350726533 y Erik Edud Perlaza Veliz con documento de identificación No. 0957888399; 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 Técnico: DISEÑO DE UN SISTEMA SANITARIO Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL CENTRO DE SALUD PRIMARIO MONTE SINAÍ, 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, 13 de enero del año 2026

Atentamente,



Jefferson Joel Giler Vera

1350726533



Erik Edud Perlaza Veliz

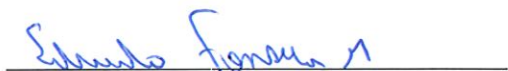
0957888399

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Eduardo Santiago Fonseca Mota con documento de identificación N° 0919008201, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UN SISTEMA SANITARIO Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL CENTRO DE SALUD PRIMARIO MONTE SINAÍ, realizado por Jefferson Joel Giler Vera con documento de identificación N° 1350726533 y por Erik Edud Perlaza Veliz con documento de identificación N° 0957888399, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción del Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 13 de enero del año 2026

Atentamente,



Ing. Eduardo Santiago Fonseca Mota, Mgtr.

0919008201

DEDICATORIA

A Dios por haber permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además a su infinita bondad y amor.

A mi hijo, Eithan Jefferson Giler Indio, mi mayor inspiración y la razón de todo mi esfuerzo, mi impulso para superarme día a día, cada paso que doy es por ti para asegurarte un futuro lleno de amor, oportunidades y esperanza.

A mi esposa, Dayana Annabell Indio Ortiz, que ha sido el impulso durante toda mi carrera y el pilar principal para la culminación de la misma, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido mi amiga y compañera inseparable, fuente de sabiduría, calma y consejo en todo momento.

A mis padres Pedro Rafael Giler Zambrano y Luz María Vera Moreira, que me han dado la existencia, y en ella la capacidad de superarme y desear lo mejor en cada paso por este camino difícil. Gracias por ser como son, porque su presencia y persona ha ayudado a construir y forjar la persona que ahora soy. Este logro también es de ustedes.

A mis hermanos, Abel Giler, Jessenia Giler, Pedro Giler, Junior Giler, Jeison Giler y Henry Giler, por encaminarme siempre en los estudios, brindarme consejos y apoyo incondicional a lo largo de mi trayectoria académica, su aliento y motivación fueron fundamentales para alcanzar este logro tan importante en mi vida.

Jefferson Joel Giler Vera

A Dios Todopoderoso, por iluminar mi camino, darme fortaleza en los momentos de duda y permitir que logre este objetivo.

A mis padres, por su incondicional apoyo, su paciencia y por haberme enseñado que los sueños se alcanzan con esfuerzo y perseverancia. A toda mi familia, por ser mi refugio y por llenar mi vida de amor y alegría.

Y a todos los profesores que me guiaron en este camino, en especial a mi tutor de tesis, el Ing. Eduardo Fonseca, por su valiosa orientación, dedicación y por compartir su conocimiento y confianza en mí.

Con todo mi fe, amor y gratitud

Erik Edud Perlaza Veliz

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por ser el autor de mi vida y darme el valioso privilegio de entrar a esta carrera tan maravillosa que es la Ingeniería Civil, por permitirme llegar hasta este día que es muy importante para mí, dándome las herramientas necesarias para culminar con éxito mi trabajo de investigación y hacerme entender que los sueños si se hacen realidad cuando lo deseas con todo el corazón.

A mi esposa Dayana Annabel Indio Ortiz por su apoyo incondicional, su amor sincero e inigualable. Por acompañarme en cada paso y celebrar siempre con satisfacción mis triunfos, los cuales son de ambos.

A mis padres Pedro Rafael Giler Zambrano y Luz María Vera Moreira, son lo mejor que Dios me pudo regalar, no me alcanzaría la vida para agradecer tanto amor, entrega y dedicación, por creer en mí en todo momento, por enseñarme principios y valores que sin duda han sido mis mejores herramientas en este camino llamado vida.

A mis hermanos Abel Giler, Jessenia Giler, Jeison Giler y Henry Giler, por apoyarme y creer en mis capacidades sus palabras de aliento y confianza en mí fueron un pilar fundamental a lo largo de este proceso académico.

De manera muy especial agradezco a mi hermano Junior Giler, por su apoyo y respaldo incondicional, paciencia y por motivarme a no rendirme en los momentos más difíciles, siempre dándome consejos para seguir adelante y continuar hacia mi meta. Así mismo extendiendo mi agradecimiento a mi hermano Pedro Giler cuyo apoyo comprensión y acompañamiento fueron fundamentales para este proceso académico, este logro también es de ustedes.

Además, quiero agradecer a mi compañero de proyecto de titulación Erik Perlaza, por su gran colaboración, responsabilidad y apoyo constante a lo largo de este proceso académico.

En especial expresar nuestra profunda gratitud a nuestro tutor Ing. Eduardo Santiago Fonseca Mota, Mgtr, por su orientación, acompañamiento y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo, los cuales fueron fundamentales para el cumplimiento de los objetivos planteados y la culminación exitosa de la presente investigación.

De igual manera, a los docentes de la carrera por los conocimientos impartidos a lo largo de nuestra formación académica, que han contribuido de manera significativa a nuestro desarrollo profesional y personal.

Finalmente, extendemos nuestros agradecimientos a la Universidad Politécnica Salesiana, por brindarnos la oportunidad de formarnos académicamente, así como por proporcionar los recursos, la preparación y el entorno necesarios para alcanzar esta meta profesional

Jefferson Joel Giler Vera

En primer lugar, agradezco a Dios Todopoderoso por la guía constante que me ha acompañado en cada paso de este camino, por brindarme la fortaleza necesaria para superar los desafíos y las dudas que surgieron durante el proceso, y por concederme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo de investigación que representa un hito importante en mi formación profesional.

A mis padres, Carlos Perlada y Margarita Veliz, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida. Por su incondicional apoyo emocional y económico a lo largo de todos estos años de estudio, por su infinita paciencia en los momentos más complejos de la elaboración de esta tesis, y por haber creído en mí siempre, incluso cuando yo mismo dudaba de mis capacidades. Su amor, dedicación y enseñanzas han sido la base sobre la cual construí todos mis logros, y este trabajo es también un reflejo de su esfuerzo y sacrificio por mí.

A mi tutor de tesis, el Ing. Eduardo Fonseca, por su invaluable orientación académica y profesional, por el tiempo y la dedicación que ha invertido en guiarme en cada etapa del proyecto, por compartir su vasta sabiduría y experiencia en el área, y por brindarme el apoyo técnico y el ánimo necesario para desarrollar este trabajo de manera sólida y rigurosa. Su compromiso con mi formación ha sido determinante para el éxito de esta tesis.

A todos los ingenieros profesionales del área que me compartieron su conocimiento práctico, su experiencia en el campo y sus valiosas perspectivas del sector.

También agradezco profundamente a mi compañero de tesis, por el esfuerzo conjunto que hemos realizado, la constante colaboración en cada fase del trabajo, el apoyo mutuo en los momentos difíciles y la amistad que se ha fortalecido significativamente durante este camino compartido.

Erik Eduard Perlaza Veliz

RESUMEN

Considerando la necesidad de implementar sistemas de gestión de las aguas residuales en un centro de salud. El objetivo del presente trabajo de investigación fue el de diseñar un sistema sanitario y de tratamiento de aguas residuales para el Centro de Salud Monte Sinaí, mediante la aplicación normas o metodologías, para mejorar las condiciones higiénico-ambientales y garantizar una solución sostenible ante la falta de alcantarillado público. Como primer paso se realizó una revisión bibliográfica para así conocer los antecedentes de estudio relacionado con el Centro Médico Monte Sinaí, así como de los conceptos relacionados al sistema de sanitario como los tipos de aguas residuales que son resultantes del centro de salud además las normativas legales relacionadas al control y diseños de sistemas de gestión de las aguas residuales como del tratamiento del agua. El diseño de investigación fue descriptivo con un enfoque cuantitativo mediante las técnicas de la encuesta al personal sanitario, la observación de campo directa junto con acciones metodológicas relacionadas al diseño de la solución como: la inspección técnica y el levantamiento topográficos. Los resultados obtenidos permitieron establecer mediante análisis para el diseño el trazado topográfico del perímetro longitudinal de las instalaciones, los puntos de la red y aspectos técnicos como el caudal medio, las características de las cañerías para responder a las demandas hidráulicas del agua y finalmente el uso de tanques sépticos y biodigestores para el tratamiento de los residuos en la disposición final.

Palabras claves: sistema sanitario, tratamiento de aguas residuales, centro de salud primario.

ABSTRACT

Considering the need to implement wastewater management systems in a health center, the objective of this research was to design a sanitation and wastewater treatment system for the Monte Sinaí Health Center. This was achieved by applying standards and methodologies to improve hygienic and environmental conditions and ensure a sustainable solution in the absence of a public sewer system. As a first step, a literature review was conducted to understand the background of studies related to the Monte Sinaí Medical Center, as well as concepts related to sanitation systems, such as the types of wastewater generated by the health center, and the legal regulations related to the control and design of wastewater management systems and water treatment. The research design was descriptive with a quantitative approach, employing techniques such as surveys of healthcare personnel, direct field observation, and methodological actions related to the solution design, including technical inspections and topographic surveys. The results obtained made it possible to establish, through analysis for the design, the topographic layout of the longitudinal perimeter of the facilities, the points of the network and technical aspects such as the average flow, the characteristics of the pipes to respond to the hydraulic demands of the water and finally the use of septic tanks and biodigesters for the treatment of waste in the final disposal.

Keywords: healthcare system, wastewater treatment, primary health center.

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
INDICE DE CONTENIDO	VII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	2
1.1 TEMA	2
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.5 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.6 JUSTIFICACIÓN	4
1.7 OBJETIVOS	5
1.7.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 MARCO HIPOTÉTICO	6
2.2 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	7
2.2.1 UBICACIÓN	7

2.2.2 CONCEPTO BÁSICOS	8
2.2.3 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	12
2.2.4 TANQUE SÉPTICO-BIOTANQUE SÉPTICOS Y BIOTANQUE SÉPTICO INTEGRADO	13
2.2.5 CRITERIOS DE DISEÑO HIDRÁULICO-SANITARIO	16
2.2.6 SOSTENIBILIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL.....	17
2.2.7 MODELOS DE ATENCIÓN DE SALUD EN CENTROS DE SALUD PRIMARIO.....	18
2.3 MARCO LEGAL Y NORMATIVO	20
CAPITULO III	25
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	25
3.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	25
3.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.4 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	27
3.5 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	27
3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	28
3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	28
3.8 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	29
3.9 ETAPAS METODOLOGICAS	30
CAPÍTULO IV	32
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	32
4.1.1 ENCUESTAS REALIZADAS	32
4.1.2 ANÁLISIS DEL AGUA RESIDUAL.....	44
4.1.3 BASE DE DISEÑO	45
4.1.4 CÁLCULOS	50
4.1.5 TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A REALIZAR.....	55
CAPITULO V.....	59
5.1 CRONOGRAMA	59
5.2 PRESUPUESTO.....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	63
ANEXOS.....	66

Anexos A.1. Análisis de precios unitarios	66
Anexos A.2. Biotanque séptico Plastigama-especificaciones técnicas.....	68
Anexos A.3. Biotanque séptico Plastigama-capacidad nominal.....	69
Anexos A.4. Biotanque visualización de los tanques	70
Anexos A.5. Biotanque instalación.....	71
Anexos A.6. Biotanque diagrama de instalación.....	73
Anexos A.7. Levantamiento de datos e información.....	74
Anexos A.8. Presupuesto detalle Plastigama.....	76
Anexos A.9. Presupuesto detalle Excavación.....	77
Anexos A.10. Presupuesto detalle Mano de obra	77
Anexos A.11. Formato de encuesta	78
Anexos A.12. Obtención de criterios del personal	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándar de aguas residuales producto del consumo eléctrico	10
Tabla 2. Estructura del centro	19
Tabla 3. Promedio de visitas de los pacientes	32
Tabla 4. Segmento de la población del centro de salud.....	33
Tabla 5. Horarios de mayor demanda de servicio	34
Tabla 6. Temporadas anuales con mayores novedades.....	35
Tabla 7. Problemas con mayor prevalencia en el sistema sanitario en el centro	36
Tabla 8. Personal encargado del mantenimiento del sistema sanitario.....	37
Tabla 9. Sistema sanitario actual adecuado a la demanda	38
Tabla 10. Manejo de las aguas residuales cumple	39
Tabla 11. Nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales mejorará las condiciones higiénicas y salubres del centro	40
Tabla 12. Disminución de riesgos en la salud de los pacientes	41
Tabla 13. Sistema de tratamiento de aguas residuales sostenible.....	42
Tabla 14. Nivel de necesidad de la mejora del sistema	43
Tabla 15. Análisis de aguas residuales.....	44
Tabla 16. Parámetros de diseño	50
Tabla 17. Capacidad de respuesta del tanque en función de las personas	57
Tabla 18. Cronograma	59
Tabla 19. Presupuesto	60
Tabla 20. Excavación manual en suelo natural $\leq 2,00$ m	66
Tabla 21. Relleno y compactación manual	66
Tabla 22. Tubería PVC sanitaria Ø110 mm instalada.....	67
Tabla 23. Conexión sanitaria completa.....	67
Tabla 24. Tanque bioséptico de 4 mil litros-suelo arena limosa.....	68
Tabla 25. Tanque bioséptico de 4 mil litros- suelo arena	68
Tabla 26. Capacidad nominal del tanque.....	69
Tabla 27. Capacidad del Biotanque habitantes-dotación.....	69

Tabla 28. Presupuesto de insumos de tuberías	76
Tabla 29. Presupuesto de excavación	77
Tabla 30. Presupuesto de mano de obra	77
Tabla 31. Uso de la encuesta	83

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Ubicación del centro médico.....	7
Figura 2. Pasos para el desarrollo metodológico.....	30
Figura 3. Promedio de visitas de los pacientes.....	32
Figura 4. Segmento de la población del centro de salud	33
Figura 5. Horarios de mayor demanda de servicio.....	34
Figura 6. Temporadas anuales con mayores novedades	35
Figura 7. Problemas con mayor prevalencia en el sistema sanitario en el centro	36
Figura 8. Personal encargado del mantenimiento del sistema sanitario	37
Figura 9. Sistema sanitario actual adecuado a la demanda.....	38
Figura 10. Manejo de las aguas residuales cumple	39
Figura 11. Nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales mejorará las condiciones higiénicas y salubres del centro	40
Figura 12. Disminución de riesgos en la salud de los pacientes	41
Figura 13. Sistema de tratamiento de aguas residuales sostenible	42
Figura 14. Nivel de necesidad de la mejora del sistema.....	43
Figura 15. Punto referencial del plano.....	45
Figura 16. Puntos topográficos.....	45
Figura 17. Trazado del sistema.....	46
Figura 18. Trazado de la infraestructura del centro de salud.....	46
Figura 19. Trazado externo.....	47
Figura 20. Diseño del sistema.....	47
Figura 21. Sistema sanitario del centro de salud	48
Figura 22. Diseño de la red de tuberías	48
Figura 23. Trazado del sistema.....	49
Figura 24. Capacidad de respuesta del tanque en función de las personas	57
Figura 25. Tanque completo	70
Figura 26. Vista frontal.....	71
Figura 27. Instalación	72

Figura 28. Integración del biotank séptico.....	72
Figura 29. Diagrama de instalación estándar	73
Figura 30. Diagrama de instalación de nivel freático	73
Figura 31. Uso de estación total	74
Figura 32. Toma de datos a.....	75
Figura 33. Toma de datos b.....	75
Figura 34. Toma de datos c.....	75

INTRODUCCIÓN

La gestión de las aguas residuales es uno de los aspectos fundamentales en la vida de las personas, porque un diseño sanitario eficiente permite que la salud de las personas sea protegida incluyendo el cuidado del medio ambiente para que este sea preservado. En especial cuando se trata de centros de salud médicos, tienen una mayor necesidad porque los residuos resultantes de las actividades médicas conllevan contaminantes biológicos, de índole químico y farmacéuticos, el cual tiene un mayor nivel de preocupación tanto para los usuarios del servicio como de los trabajadores de salud.

En el caso que los centros de salud presenten falencias en su sistema de desechos puede dar lugar a un punto de origen de enfermedades relacionadas al mal manejo hídrico de las aguas creando infecciones y siendo un problema social y de salud para la población que vive en los alrededores del centro. Dentro del papel del Ministerio de salud de proveer atención primaria a las poblaciones ecuatorianas, existe en el centro de salud Monte Sinaí, el cual tiene como objetivo brindar la atención médica necesaria para prever y precautelar la salud de las personas.

Aunque el Centro de Salud Primario, fue realizado para cumplir con las necesidades y demandas de las personas, el lapso de tiempo y el crecimiento de la población en el área ha dado lugar a que actualmente la infraestructura sanitaria presente limitaciones que pueden afectar el ambiente de higiene y de bioseguridad requerido como todo ente dedicado al cuidado de la salud. Las deficiencias en el sistema como el tratamiento final de las aguas no solo pueden afectar al establecimiento, sino que pueden crear un problema ambiental y la expansión de vectores que afecten al ecosistema del lugar.

CAPITULO I

1.1 TEMA

Diseño de un sistema sanitario y de tratamiento de aguas residuales para el centro de salud primario Monte Sináí

1.2 ANTECEDENTES

El acceso a servicios de saneamiento adecuados constituye un pilar esencial para la salud pública y el desarrollo sostenible. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), más del 40 % de la población mundial carece de instalaciones sanitarias seguras, lo que incrementa el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua.

En Ecuador, pese a los avances en cobertura de saneamiento, persisten zonas rurales y periurbanas sin acceso a sistemas de alcantarillado público. En el sector Monte Sináí, en el cantón Guayaquil, el crecimiento urbano ha superado la capacidad de las redes existentes. La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (EMAPAG, 2022) señala que numerosos establecimientos sanitarios operan sin infraestructura adecuada, generando contaminación ambiental y problemas de salubridad.

Por su parte, la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2021) indica que los sistemas descentralizados o autónomos, como biodigestores y fosas sépticas, son soluciones efectivas para edificaciones en zonas sin conexión al alcantarillado, siempre que su diseño y operación se basen en criterios técnicos y planes de mantenimiento adecuados.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Centro de Salud Monte Sináí, ubicado en la parroquia Tarqui del cantón Guayaquil, presenta deficiencias significativas en su infraestructura sanitaria, debido a la ausencia de una red pública de alcantarillado que permita la correcta evacuación de las aguas residuales. Actualmente, el establecimiento cuenta con baños deteriorados, fugas

constantes, filtraciones y un sistema de descarga ineficiente, lo que genera condiciones de insalubridad, malos olores y riesgo de contaminación ambiental.

Esta situación afecta directamente la calidad del servicio médico, la seguridad del personal y la salud de los usuarios que acuden diariamente al centro.

La falta de un sistema sanitario adecuado no solo compromete el funcionamiento de la infraestructura, sino que también propicia focos de infección y contaminación, agravando los problemas de salud pública en la zona. Además, los métodos rudimentarios de disposición de aguas residuales, como pozos sépticos ineficientes o vertidos al suelo, incrementan la contaminación del subsuelo y de las fuentes de agua cercanas.

Frente a esta problemática, se plantea la necesidad de diseñar un sistema sanitario integral que incluya la modernización de los servicios higiénicos, la instalación de redes internas eficientes y la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante biodigestor o fosa séptica. Este proyecto busca mejorar las condiciones higiénico-ambientales, optimizar el uso del recurso hídrico y garantizar una solución sostenible ante la ausencia de alcantarillado público, contribuyendo así a la salud y bienestar de la comunidad.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo el diseño de un sistema sanitario y de tratamiento de aguas residuales puede mejorar las condiciones higiénico-ambientales y garantizar la sostenibilidad sanitaria en el Centro de Salud Monte Sinaí, ante la falta de alcantarillado público?

1.5 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el estado actual de las instalaciones sanitarias y del sistema de evacuación de aguas residuales del Centro de Salud Monte Sinaí?

¿Qué criterios técnicos, hidráulicos y ambientales deben aplicarse para el diseño de un sistema sanitario autónomo, eficiente y sostenible?

¿Cómo la implementación del nuevo sistema sanitario contribuirá a mejorar la salubridad, sostenibilidad y calidad del servicio en el centro de salud?

1.6 JUSTIFICACIÓN

El presente estudio se justifica por la urgente necesidad de mejorar las condiciones higiénico-sanitarias del Centro de Salud Monte Sinaí, donde la carencia de una red pública de alcantarillado limita el correcto funcionamiento de la infraestructura y afecta la salud de los usuarios.

El diseño de un sistema sanitario integral y de tratamiento de aguas residuales permitirá optimizar el manejo del recurso hídrico, reducir la contaminación ambiental y ofrecer un entorno limpio y seguro.

Desde el punto de vista técnico, la investigación aplicará criterios de diseño establecidos en las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC-SE-HS) y Normas INEN, garantizando eficiencia, durabilidad y cumplimiento normativo.

En el ámbito social, el proyecto contribuirá a mejorar la calidad del servicio médico y la salud pública, reduciendo el riesgo de enfermedades asociadas a la insalubridad.

Desde la perspectiva ambiental, promoverá el tratamiento y disposición adecuada de las aguas residuales, en concordancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible N.º 6: Agua limpia y saneamiento, fomentando el uso responsable del recurso hídrico.

En conjunto, esta propuesta representa una solución técnica, social y ambientalmente sostenible, aplicable a otras infraestructuras de salud ubicadas en zonas rurales o de expansión urbana sin cobertura de alcantarillado público.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema sanitario y de tratamiento de aguas residuales para el Centro de Salud Monte Sinaí, mediante la aplicación normas o metodologías, para mejorar las condiciones higiénico-ambientales y garantizar una solución sostenible ante la falta de alcantarillado público.

1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diagnosticar las condiciones actuales de los servicios sanitarios y de la red de evacuación del Centro de Salud Monte Sinaí, mediante inspecciones técnicas y levantamiento de información de campo, para identificar las deficiencias y necesidades de rediseño del sistema existente.

Determinar los parámetros hidráulicos, sanitarios y ambientales requeridos para el nuevo sistema, aplicando las normas técnicas nacionales (NEC, INEN) y criterios de diseño de sistemas autónomos de tratamiento, para establecer una solución técnica eficiente y sostenible.

Diseñar el sistema sanitario y de tratamiento de aguas residuales del Centro de Salud Monte Sinaí, mediante el dimensionamiento hidráulico, la elaboración de planos y el presupuesto referencial, para garantizar una infraestructura funcional que mejore las condiciones higiénico-ambientales ante la ausencia de alcantarillado público.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO HIPOTÉTICO

Al considerar la necesidad del centro de salud médico y como las condiciones y crecimiento poblacional de paciente ha aumentado es necesario establecer una premisa que haga uso del sistema sanitario y de tratamiento de aguas residuales como una solución a implementar dentro de la infraestructura de esta, todo ello con el fin de disminuir riesgos o afectaciones que perjudiquen tanto a la salud de los pacientes como de quienes, trabajando dentro de ello, lo mencionado sin considerar que se convertiría en un grave riesgo para el ecosistema e individuos externos que conviven y habitan en el sector.

Por ello la hipótesis de la investigación indica:

La implementación de un sistema sanitario y de tratamiento de aguas residuales diseñado bajo criterios técnicos e hidráulicos mejorará significativamente las condiciones higiénico-ambientales del Centro de Salud Monte Sinaí, reduciendo el riesgo de contaminación y garantizando una infraestructura sostenible ante la ausencia de alcantarillado público.

Por otra parte, la investigación nula se establece:

La implementación de un sistema sanitario y de tratamiento de aguas residuales diseñado bajo criterios técnicos e hidráulicos no mejora significativamente las condiciones higiénico-ambientales del Centro de Salud Monte Sinaí, reduciendo el riesgo de contaminación y garantizando una infraestructura sostenible ante la ausencia de alcantarillado público.

2.2 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Como elemento referencia se escoge un centro de salud el cual se encuentra en una zona con altos desafíos sociales y de infraestructura el cual debido al crecimiento y densidad poblacional del sector ha dado como resultado una alta demanda de los servicios médicos dentro de las instalaciones. Lo que infiere directamente en el uso de la red del sistema sanitario y su aumento como de la necesidad de contar con un sistema de tratamiento de las aguas residuales.

2.2.1 UBICACIÓN

La ubicación en el que se encuentra el centro médico Monte Sinaí, se ubica para ofrecer un amplio conjunto de servicios médicos de atención primaria. Se encuentra en el sector de María Paidal, en el noroeste de la ciudad de Guayaquil, o también conocido como el bloque 8. Se escoge dicho centro por la alta demanda por el crecimiento poblacional de los usuarios, el cual presentan condiciones de pobreza que exige y requiere de mejores servicios médicos.



Figura 1.
Ubicación del centro médico

2.2.2 CONCEPTO BÁSICOS

2.2.2.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE SANEAMIENTO

El término saneamiento expresa la agrupación de servicios, instalaciones y sistemas que se diseñan para el proceso del tratamiento del agua el cual va desde la obtención de las aguas residuales hasta el tratamiento y ubicación final con el objeto de cuidar (OMS, 2023).

En el Ecuador, también se establece los respectivos lineamientos conocidos como Norma Ecuatoriana de la Construcción en el ámbito de sanitización hídrica se establece que todo procedimiento y proceso sanitario debe asegurar el traslado activo de las aguas negras considerando aspectos como la ventilación, flujo y densidad para que puedan llegar a la disposición establecida sin que esta cause problemas en la salud de las personas y del medio ambiente (NEC-SE-HS, 2018).

2.2.2.2 TIPOS DE AGUAS RESIDUALES EN UN CENTRO DE SALUD

Dentro de las instituciones dedicados al cuidado de la salud se puede encontrar los siguientes tipos de efluentes como:

Las aguas negras, se lo menciona así porque esta es el resultado del uso del sanitario como urinales e inodoros, el cual transporta los residuos fecales junto con los microorganismos que dan como resultado altos niveles de cuidado biológico por su carga orgánica (Rodríguez, 2024).

Las aguas grises, el cual es el producto del agua dentro de los baños y regaderas, estas contienen un menor nivel de peligro biológico, aunque si mantiene desechos químicos como los detergentes y líquidos para la desinfección como pequeños elementos sólidos (Murcia, 2024).

Las aguas de laboratorio, estas llevan los reactivos que se utilizan para el tratamiento de las muestras que se obtienen en el diagnóstico de los pacientes, además de fármacos que son utilizados en el proceso de bioquímico, hematológico e inmunológico, por ello, dichas aguas son separadas con el objeto de equilibrar el pH antes de la descarga (Hospital Universitario Ramón y Cajal, 2024).

2.2.2.3 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL

En el desarrollo de los procesos y el diseño de los sistemas para el trabajo de los residuos hídricos se deben establecer métricas para evaluar el agua como indica Muñoz (2020):

Demanda Química de Oxígeno (DBO5), el cual evalúa la cantidad del oxígeno que se debe utilizar para descomponer la materia orgánica en un lapso de cinco días.

Demanda Química de Oxígeno (DQO), se refiere a la necesidad de oxígeno que se debe implementar para la oxidación biológica.

Sólidos Suspendidos Totales, el cual numera los elementos sólidos que se encuentran dentro del agua.

pH: determina los niveles de alcalinidad el cual se determina en un rango de 0 a 14.

Coliformes fecales, mide la contaminación fecal producto de los desechos de las heces de las personas (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2015).

2.2.2.4 CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTES DEL CENTRO DE SALUD MONTE SINAI

La infraestructura de la entidad de salud cuenta con diversas áreas como son: la consulta externa, toma de muestras, laboratorio, emergencias y servicios dentales el cual deben ser considerados para evaluar la demanda y el flujo de las aguas residuales que se

generaran. Así como el análisis de usuarios periódicos que asisten a la unidad de salud permitirán determinar la cantidad de litros que se produce en un día, el cual puede encontrarse entre los 60 a 100 litros persona/día.

En la tabla 1, se establecen estándares de las aguas residuales productos del consumo doméstico, el cual es de utilidad y referencia para el diseño del sistema:

Tabla 1.

Estándar de aguas residuales producto del consumo eléctrico

Parámetro	Valor típico	Unidad
DBO5	200 – 300	mg/L
DQO	400 – 600	mg/L
SST	150 – 250	mg/L
pH	6.5 – 8.0	-
Coliformes fecales	>10 ⁴	NMP/100 mL

Nota: tomado de (OMS, 2018).

2.2.2.5 SISTEMA SANITARIO EN EDIFICACIONES

De acuerdo a las INEN (2014), se identifica como el conjunto de soluciones de ductos, cañerías y equipamiento que permiten el traslado de los residuos hídricos él va desde una infraestructura física hasta la ubicación establecida para su tratamiento. Entre los elementos que se consideran dentro del sistema se encuentran:

Los recursos y aparatos sanitarios como los lavabos, urinales y duchas.

Bajantes, colectores o desagües usados como

Canales de evacuación

Tuberías de ventilación sanitaria

Área de tratamiento

Para que se realice un diseño que cumpla con los objetivos planteados se debe considerar los componentes descritos de acuerdo a lo que indica la NEC-SE-HS (2018) y el estándar de descarga de aguas residuales.

2.2.2.6 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Los desagües o alcantarillados se pueden agrupar de acuerdo a la funcionalidad con el que se utilizan para la descarga de aguas residuales, de acuerdo a lo descrito por (Aguiar Rosillo, 2016; OMS, 2020):

Combinado: se transportan y se desechan aguas residuales y las pluviales producto de lluvias dentro de un solo sistema de recolección (Moreira et al., 2020).

Separados: estas tienen sistemas específicos tanto para los productos de los desechos y descargas como de las pluviales, buscan ser eficientes en el control y trabajo del agua.

Simplificados o condominales: se presentan como un solo punto de desechos, se recogen de un conjunto de espacios, como es el caso de los condominios, hace uso de ductos con menores diámetros y un nivel de pendiente menor (Bustamante y Castillo, 2024).

Los descentralizados, en el mismo sitio en que se realiza el desecho se realiza el tratamiento del agua residual la solución mencionada son prácticas para zonas rurales en el que se hace uso de los tanques sépticos (Pico y Burgos, 2020).

En el caso del Centro de Salud Monte Sinaí, se recomienda un sistema separado y autónomo, que permita el tratamiento local sin depender de la red municipal.

2.2.3 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de aguas residuales busca reducir la carga orgánica y los patógenos antes de su vertido o reutilización (INEN, 2013). Los principales sistemas aplicables en edificaciones pequeñas o institucionales son:

a) Fosa séptica

La fosa séptica es una cámara de sedimentación y digestión anaerobia donde los sólidos se separan y degradan parcialmente. Según la NEC-SE-HS (2018), las fosas deben contar con al menos dos compartimientos y sistema de ventilación. La remoción promedio de DBO5 es del 40 % al 60 %.

b) Biodigestor

El biodigestor es un reactor anaerobio cerrado, usualmente fabricado en polietileno de alta densidad (PEAD), que transforma la materia orgánica y genera biogás. De acuerdo con la OPS (2021), su eficiencia de remoción de DBO5 oscila entre 60 % y 80 %, con bajo mantenimiento y alta durabilidad, lo que lo hace ideal para centros de salud rurales.

c) Humedal subsuperficial

El humedal artificial es un sistema natural de pos-tratamiento en el que el efluente fluye por un lecho con grava y vegetación macrófita. Este proceso remueve nutrientes y contaminantes adicionales sin requerir energía. Según el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2020), los humedales pueden mejorar la calidad del efluente tratado en un 20 % a 40 % adicional de DBO5.

2.2.4 TANQUE SÉPTICO-BIOTANQUE SÉPTICOS Y BIOTANQUE SÉPTICO INTEGRADO

2.2.4.1 TANQUE SÉPTICO

Se considera una tecnología para el tratamiento primario de las aguas servidas el cual es utilizado dentro de áreas en el que no se ha implementado el alcantarillado sanitario. Se trata de un reactor anaeróbico que se entierra en el que las aguas servidas en el que las aguas utilizada en la infraestructura se retiene durante un lapso determinado, lo que se conoce como THR (Tiempo de Retención Hidráulica) (Castillo, 2025).

Dentro del tanque se permite sedimentación de sólidos dentro de las aguas negras con el objeto que se biodegrade de forma biológica los componentes orgánicos haciendo uso de organismos anaeróbicos. Dentro de la gestión de las aguas residuales, los sólidos pesados se acumulan como lodos y las partículas que flotan sobre el agua se identifica como la escoria, dicha separación permite que el caudal del agua sea semi tratada.

La evaluación de la eficiencia del tanque séptico sobre la disminución de la contaminación de las aguas residuales tiene que ver como factores como: el diseño de las cámaras, el tiempo de retención y las dimensiones de los residuos orgánicos. Otros trabajos se han enfocado en realizar mejoras al diseño mediante innovaciones dentro del tanque como es el uso de los compartimentos baffle el cual funcionalmente ayuda a la sedimentación y degradación para así mejorar el retiro de la materia orgánica (García et al., 2023).

Otras soluciones de los tanques sépticos han evolucionado con el uso de biorreactores, humedales flotantes el cual sirve de ayuda para la cantidad de tratamiento dentro del tanque. Dichas soluciones sirven para implementaciones descentralizadas como

es el caso de infraestructuras de centros de salud o de centros de comunidades en áreas rurales (Saeed et al., 2021).

2.2.4.2 BIOTANQUE SÉPTICO

Un cambio al diseño de los tanques tradicionales el cual responde a las necesidades sean estas domésticas e inclusive institucionales el cual conlleva mejoras para la gestión mediante el tratamiento biológico y la sustracción de elementos contaminantes. En cambio, de los tanques sépticos, este puede integrar soluciones añadidas como cámaras de filtración las biopelículas que elevan las capacidades para la degradación de los nutrientes (Delgado y Arturo, 2020).

La solución se sostiene sobre los principios físicos, biológicos y químicos dentro del procedimiento anaeróbico como es el sistema de sedimentación, digestión en ambientes sin oxígeno y mediante la separación de los residuos. El diseño de biodegradado anaeróbico, el cual transforma el material orgánico soluble en gases como es el metano y el dióxido de carbono (Escalante, 2021).

Los beneficios de los biotanques sépticos, son importantes dentro de sistemas sanitarios que responden a una demanda constante de aguas negras y de diversos elementos para los centros de salud, lo que puede utilizarse para que se gestione un pre-tratamiento previamente a la disposición final o sistemas que infiltran en áreas sin redes de alcantarillado general (Calvo et al., 2020).

2.2.4.2 BIOTANQUE SÉPTICO INTEGRADO

Los biotanques sépticos integrado se conoce como una tecnología compacta a modo de módulos el cual implementa varias etapas de gestión de tratamiento el cual considera todos los aspectos del tratamiento de residuos a diferencia de los tanques convencionales.

Dicha propuesta está conformada por tres etapas como:

- La sedimentación primaria en el que los sólidos se almacenan.
- El filtrado ascendente, el cual conserva las partículas finas y fomenta los tratamientos biológicos secundarios.
- La depuración final cuenta con etapas adicionales para el filtrado y de desinfección considerando el cumplimiento para las descargas de residuos o infiltración (Saeed et al., 2021).

La gestión sanitaria para el tratamiento de las aguas residuales, permite que el efluente se encuentre en cumplimiento de las demandas bioquímicas de oxígeno y químicas de oxígeno, el cual se ajusta a las reglas de cuidado ambiental, disminuyendo así el impacto en los cuerpos receptores es bajo e inclusive se permite los procedimientos de infiltrado en los suelos.

Estudios científicos han dado lugar a que las soluciones pueden ser integradas de los procesos adicionales como es el uso del biofilm siendo un aporte para la remoción de los desechos como materia orgánica y demás agentes. Lo que es importante para las infraestructuras que requieren de una alta eficiencia y de que los procesos de tratamiento de aguas residuales sean sostenibles para las aguas negras descentralizadas (Saeed et al., 2024). Los resultados de los sistemas sépticos el cual cuentan con dos fases la de humedales

flotantes y la aeración externa dan como resultado reducciones del DBO que superan el 99%, exponiendo así los resultados significativos en el sistema.

2.2.5 CRITERIOS DE DISEÑO HIDRÁULICO-SANITARIO

El diseño hidráulico-sanitario debe garantizar un flujo continuo, evitar sedimentación y mantener velocidades adecuadas para la autolimpieza. Los parámetros principales son (NEC-SE-HS, 2018; INEN, 2014):

- Caudal de diseño (Q_d):

$$Q_d = \frac{P \times q \times K}{86400}$$

donde

- P = número de usuarios,
 - q = consumo per cápita (L/hab·día),
 - K = factor de punta (2,5–3,0).
-
- Ecuación de Manning:
$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$
 - Con $n = 0.013$ (PVC o concreto) y pendiente S ajustada según condiciones topográficas.
 - Velocidad mínima de autolimpieza: 0,6–0,8 m/s.
 - Diámetro mínimo: 100 mm para redes internas, 150 mm para colectores.
 - Estos criterios garantizan la operación eficiente y segura del sistema sanitario propuesto.

2.2.5.1 SISTEMA COMBINADO

En este tipo, las aguas residuales y pluviales se recolectan en una sola red. Fue comúnmente usado en ciudades antiguas, pero hoy se evita por los problemas que genera (Tola, 2024).

2.2.6 SOSTENIBILIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL

Un sistema sanitario sostenible debe incorporar estrategias que reduzcan su impacto ambiental y prolonguen su vida útil. Según el Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017) y el Reglamento Ambiental para el Sector de la Construcción (RASE, 2017), los proyectos deben garantizar:

- Uso eficiente del agua.
- Tratamiento seguro de los efluentes.
- Cumplimiento de los límites de descarga establecidos en la Norma INEN 1108 (2014).
- Gestión responsable de residuos y lodos.
- Educación ambiental del personal a cargo de la operación.

Estas acciones contribuyen al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible N.º 6 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015), que promueve el acceso universal a servicios de agua limpia y saneamiento gestionados de forma segura.

2.2.7 MODELOS DE ATENCIÓN DE SALUD EN CENTROS DE SALUD

PRIMARIO

En primera instancia dentro del marco normativo y legal ecuatoriano, la entidad encargada es el Ministerio de Salud Pública, el cual tiene por objeto el cumplimiento constitucional de asegurar el derecho de la salud dentro del marco territorial ecuatoriano. De esa manera se pretende brindar a los sectores sociales y económicos el acceso a un servicio con las capacidades de precautelar el buen vivir del ecuatoriano (Ministerio de Ambiente, 2021).

Al respecto del debido proceso para ofrecer el servicio sanitario, se establece un conjunto de niveles de servicio sanitario, en el que se acuerdo a la fase establecida se identifica un conjunto de servicios de salud complejos para que sean resueltos de acuerdo a las necesidades de cuidado considerando la magnitud y la severidad.

De acuerdo al estudio realizado el centro Monte Sinaí, es un centro médico de atención primario, este se caracteriza por (Ministerio de Ambiente, 2021):

- Sus instalaciones establecen un acercamiento directo con las comunidades.
- El centro debe responder a las necesidades médicas básicas que se presenten en la sociedad.
- Existe un enfoque en las familias ecuatorianas asegurando el cuidado de la mujer y de los niños.
- Se establecen campañas de prevención para disminuir riesgos de enfermedades que se encuentren prevalentes en el sector.

Sobre las estructuras se encuentran

Tabla 2.

Estructura del centro

Nivel	Áreas
1er nivel	Puesto de salud
2do nivel	Consultorio general
3er nivel	Centro A
4to nivel	Centro B
5to nivel	Centro C

Se puede considerar que los centros de salud de atención primaria, es el primer acercamiento en el que ecuatoriano o persona dentro del territorio puede acceder a un servicio de salud, presentando diversos servicios multidisciplinarios. De esa manera se permite abarcar a la mayor parte de la población, realizando intervenciones en el cuidado de la salud.

Por otra parte, se puede establecer un filtro o cribado sobre personas con afecciones de mayor impacto en la salud y también de quienes solo requieren una revisión de rutina mejorando la eficiencia y demanda de los profesionales médicos. También permite el acceso a la salud en sectores rurales o apartados en los que es necesario precautelar la seguridad física y mental de las personas (Ministerio de Ambiente, 2021).

2.3 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Los principios internacionales que motivan un control y diseño de soluciones sanitarias para el traslado de las aguas residuales para su tratamiento para ello los Objetivos del Desarrollo Sostenible planteados en el eje 6, el cual indica (Organización de las Naciones Unidas, 2020): Se debe asegurar la disposición del agua y junto con ella la respectiva gestión sostenible para que pueda ser de uso para todas las personas.

Como un desglose de los objetivos estratégicos en el eje 6 se establece un conjunto de lineamientos enfocados en el cuidado del agua:

- Hasta el 2030, alcanzar una distribución equitativa del agua.
- Accesos a sistemas de higiene para las personas en el que se elimine prácticas de defecación al aire libre sin ningún tipo de control o tratamiento del agua.
- Mejorar los niveles de calidad del agua con el objeto de disminuir la contaminación y disminuyendo el despojo de materiales y químicos peligrosos como de agentes orgánicos para evitar riesgos.
- Diseño de programas relacionados al desarrollo de las actividades de control y seguimiento del agua en el proceso de desechos y sanitización.

Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023): Directrices sobre saneamiento seguro.

Mediante él se establece las directrices y políticas para una correcta administración de parte del estado considerando aspectos como la gobernanza, las tecnologías, los sistemas conductuales, y la protección de la salud pública. Por otra parte, también considera aspectos como la gestión de saneamiento del agua residual el cual va desde el resguardo hasta el

tratamiento del agua como de los restos o cuerpos fecales y pone hincapié en el trabajo coordinado de las entidades.

- Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2021): Recomendaciones para sistemas de saneamiento descentralizados.

Considerando el marco fundamental en el desarrollo del cuidado del medio ambiente y preservación del agua la carta magna establece diversos artículos implícitos como se describen a continuación Constitución del Ecuador (2008):

El artículo 12, establece al agua como además de un recurso un derecho fundamental en el desarrollo del ser humano, no debe privatizarse y el control de esta tanto para la distribución como desecho debe ser de orden público.

Por otra parte, el artículo 318, el agua debe ser gestionada y administrada cumpliendo con los principios de sostenibilidad, precaución, responsabilidad con el medio ambiente, el cual su aplicación brinda un apoyo a los programas y proyectos para el tratamiento de las aguas residuales de esa manera se evita daños al recurso hídrico como al ecosistema al que pertenecen.

Sobre el cuidado del ecosistema se identifica en el artículo 71, en el que se describe como la naturaleza tiene derechos al cuidado y protección para mantener y preservar el proceso cíclico en la naturaleza, y en el caso que se presente un impacto negativo en el medio ambiente debe existir acciones para subsanarlas inmediatamente.

Sobre las responsabilidades en el control y gestión de sanitización del agua se describe a los municipios como los entes encargados del agua potable, el sistema del alcantarillado y el tratamiento de las aguas que son desechadas.

Sobre las fuentes hídricas la administración del estado debe prevenir que los orígenes de las aguas no hayan sido afectados con contaminantes de aguas servidas o desechos.

Finalmente se describe el uso de las tecnologías, para mejorar los sistemas y procesos para favorecer una adecuada gestión del agua en el que se incluye la de residuos de esa manera se proveen soluciones para toda la población en que prevalezca la salud de las personas y el cuidado del medio ambiente. El diseño del sistema sanitario y de tratamiento de aguas residuales se rige por las normativas nacional e internacional vigente:

- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-HS, 2018): Requisitos técnicos para instalaciones hidrosanitarias. La norma hidrosanitaria del agua dentro de ella se establece conceptos como el alcantarillado, sistema de tuberías y desagües, el cual realiza una descripción de diámetros de las cañerías es decir el volumen y dimensiones a considerar dentro de la red considerando aspectos técnicos como la velocidad y el caudal del agua residual.
- Normas INEN 0059 (2014), 1108 (2014) y 2169 (2013): Diseño, tratamiento y control de descargas de aguas residuales. La INEN 0059, permite determinar los requerimientos técnicos tanto para el diseño como para la implementación de sistemas de traslado y tratamiento de las aguas residuales dentro de las instalaciones de las edificaciones considerando el tamaño de las tuberías, niveles de pendientes y de conexiones para el uso, aspecto necesario dentro del proyecto el cual plantea los requerimientos mínimos que se deben considerar para el sistema interno del Centro de

Salud. Sobre los niveles de contaminación del agua la norma INEN 1108, establece los rasgos establecidos relacionados a los techos establecidos para el agua que se gestiona dentro de un sistema de residual de agua en el que se recomienda evaluar mediante el análisis del pH, DBO y el DQO, y para ello se describe un proceso sistematizado para sedimentación de los desechos, la ventilación de estos, el filtrado y la desinfección.

- Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017): Disposiciones legales para la gestión ambiental y control de vertidos. Sobre los roles de las entidades sanitarias como de toda figura jurídica que realiza actividades de salud se menciona que las personas naturales o jurídicas son los responsables de la administración del agua el cual va desde implementación de sistemas para asegurar el despojo del agua para así disminuir riesgos mediante la prevención como el tratamiento de las aguas residuales. Como el trabajo de los desechos hídricos mediante el tratamiento del agua, la adopción de las tecnologías para disminuir de la contaminación y los niveles.
- Reglamento Ambiental para el Sector de la Construcción (RASE, 2017): Lineamientos de manejo ambiental durante el diseño y ejecución de obras. Mediante ella, se determinan directrices que aseguren la prevención e impactos ambientales para las actividades de construcción, el cual es una acción indirecta o subyacente de las actividades planteadas en la implementación del sistema el cual brinda pautas para el diseño de la red sanitaria interna y junto a ello las conexiones que se realizan externamente.
- De acuerdo con el Texto Unificado de Legislación Secundaria del

Ministerio del Ambiente (TULSMA), Libro VI – De la Calidad Ambiental, los sistemas de tratamiento de aguas residuales deben garantizar que el efluente cumpla con los límites máximos permisibles antes de su descarga al ambiente (Ministerio del Ambiente, 2015). En él se establece las normas ambientales que se encuentran en el país, estas se encuentran organizadas dentro de libros y anexos que permiten la gestión de los residuos desde la ubicación de las vertientes, el análisis de los parámetros de calidad recomendado y el cuidado de los recursos. Considerando las soluciones sanitarias a establecer como normativa técnica y legal para la administración de las aguas residuales.

CAPITULO III

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio es de tipo aplicado y proyectivo, ya que busca resolver un problema real de infraestructura sanitaria mediante el desarrollo de un diseño técnico y operativo adaptado a las condiciones locales.

De acuerdo con Sampieri et al. (2022), la investigación aplicada utiliza los conocimientos teóricos para proponer soluciones prácticas y viables considerando que el presente trabajo establece brindar una solución de un sistema de gestión de aguas residuales, y este establece un marco de trabajo que va desde el levantamiento de información y datos técnicos como el análisis y diseño requerido cumpliendo con los resultados que se establecen como métricas para una solución eficiente.

El diseño de investigación es no experimental, porque no se va realizar un trabajo de una revisión de un antes o después sobre los niveles de contaminación del agua tratada o la satisfacción de los usuarios de la entidad de salud por aspectos limitantes como el tiempo. Por otra parte, es transversal, porque el diagnóstico del actual sistema se mide en un solo momento en el tiempo, de esa forma se establece el panorama de lo que acontece dentro de la institución de salud.

3.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo y descriptivo, ya que se basa en la recolección y análisis de datos medibles relacionados con el estado actual del sistema sanitario y los parámetros hidráulicos de diseño. Este enfoque permite cuantificar las deficiencias existentes, modelar soluciones técnicas y evaluar la eficiencia del sistema propuesto mediante cálculos y normativas.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2022), el enfoque cuantitativo se caracteriza por el uso de procedimientos estructurados y el análisis objetivo de la información, con el fin de verificar hipótesis y generar propuestas fundamentadas en datos verificables. Por lo tanto, el enfoque descrito es relevante para el uso de la ingeniería sanitaria, porque mediante esta se permite el establecimiento del cálculo y el uso de modelos matemáticos para estimar aspectos como los caudales, el cual produce el centro médico de esa manera se puede conocer cuál es la demanda o exigencia que debe tener el sistema de ductos internamente de la institución para su diseño por ello se considera aspectos como:

- El diámetro de las cañerías a utilizar
- Si se requiere de cámaras o unidades para el tratamiento
- Uso de máquinas o herramientas para la sedimentación y trabajo de sanitización.

La falta de uso de los números en el trabajo dará como resultado un sudimensionamiento crean un sistema que no cumpla con los requerimientos mínimos para su adecuado funcionamiento u por otra parte el sobredimensionamiento.

3.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se aplicarán los siguientes métodos:

- Método descriptivo: para caracterizar la situación actual del sistema sanitario y del entorno físico.
- Método analítico: para descomponer el problema en componentes (caudales, diámetros, pendientes, materiales) y establecer relaciones entre variables y el análisis de las aguas residuales.

- Método deductivo: para aplicar principios generales de diseño sanitario (NEC, INEN, OMS) a la realidad específica del centro.
- Método experimental de cálculo: para realizar simulaciones hidráulicas y evaluar alternativas de diseño (fosa séptica vs. biodigestor).

Estos métodos permiten desarrollar una propuesta técnica con rigurosidad científica, aplicabilidad práctica y coherencia normativa.

3.4 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

La modalidad de estudio es aplicada, porque parte desde el conocimiento teórico técnico científico sobre la gestión de aguas residuales y del uso de un sistema de ductos que permitan la recolección, el traslado, la disposición y el tratamiento del agua considerando elementos particulares como su uso dentro de una institución de salud conforme a los parámetros establecidos dentro de la NEC Y de las INEN.

Esta modalidad permitirá describir el estado actual del sistema, determinar las variables técnicas de diseño y plantear un modelo funcional y sostenible adaptado a la realidad del Centro de Salud Monte Sinaí.

3.5 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación se enmarca en el nivel descriptivo-explicativo.

- Descriptivo, porque identifica y caracteriza las condiciones actuales de los servicios sanitarios y del manejo de aguas residuales.
- Explicativo, porque determina las causas de las deficiencias existentes y justifica el diseño del sistema sanitario propuesto, relacionando variables hidráulicas, sanitarias y ambientales

3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio corresponde al Centro de Salud Monte Sinaí, ubicado en la parroquia Tarqui, cantón Guayaquil. Está conformada por el personal médico, administrativo y usuarios que hacen uso de las instalaciones sanitarias.

Para el diseño técnico, la muestra de análisis considera los equipamientos y unidades sanitarias existentes (inodoros, lavamanos, urinarios y duchas), el análisis del agua residual y la cantidad promedio de usuarios diarios del centro, estimada en 120 personas entre pacientes y trabajadores.

Los datos permitirán calcular el caudal medio diario, el caudal máximo instantáneo y los parámetros de diseño del sistema sanitario y de tratamiento, de acuerdo con la metodología de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-HS, 2018).

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas empleadas en la investigación son:

- Encuesta: mediante una batería de 10 ítems realizados al personal del centro Monte Sinaí para identificar las necesidades existentes sobre el sistema sanitario de aguas residuales.
- Observación directa: para identificar las condiciones estructurales y funcionales de los servicios sanitarios actuales, mediante ello se puede determinar cómo está dada la infraestructura y de qué manera se puede diseñar el sistema de gestión de residuos.
- Inspección técnica de campo: para verificar conexiones, pendientes, diámetros de tuberías, ubicación de pozos o cámaras y características del terreno. También la toma de muestras para el análisis de laboratorio de los

niveles de contaminación del agua residual.

- Levantamiento topográfico: para determinar cotas, pendientes naturales y ubicación óptima del sistema de tratamiento, se determina
- Revisión documental: análisis de normas técnicas establecidos en el marco de trabajo ecuatoriano, también se encuentra la revisión de planos arquitectónicos y fichas de mantenimiento del centro.

Instrumentos:

- Fichas técnicas de diagnóstico.
- Planillas de levantamiento de datos hidráulicos.
- Cámara fotográfica y GPS.
- Software de diseño hidráulico (Excel, AutoCAD y Civil 3D).

Estos instrumentos permiten recopilar información precisa para el dimensionamiento hidráulico y sanitario del sistema.

3.8 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La información recopilada será procesada utilizando herramientas estadísticas y de cálculo hidráulico en hojas de cálculo (Excel) y software técnico (AutoCAD, Civil 3D).

Los resultados se analizarán de acuerdo con:

- Parámetros normativos de la NEC-SE-HS (2018) y Normas INEN.
- Factores de diseño (pendientes, velocidades, diámetros).
- Criterios de eficiencia hidráulica y sostenibilidad ambiental.

La interpretación de los resultados permitirá definir el diseño óptimo del sistema sanitario y de tratamiento, validando su factibilidad técnica y económica.

3.9 ETAPAS METODOLOGICAS

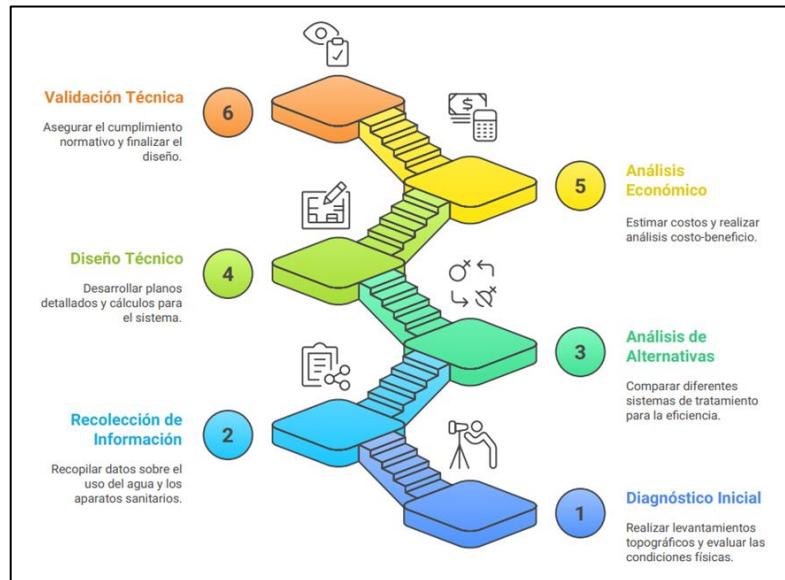


Figura 2.
Pasos para el desarrollo metodológico

El desarrollo metodológico del estudio seguirá las siguientes etapas:

1. Diagnóstico inicial:
 - Levantamiento topográfico del área.
 - Registro fotográfico y de condiciones físicas.
 - Identificación del estado actual de las instalaciones sanitarias.
2. Recolección de información técnica:
 - Número de usuarios diarios.
 - Inventario de aparatos sanitarios existentes.
 - Consumo promedio de agua y generación de aguas residuales.
3. Análisis de alternativas de tratamiento:
 - Evaluación comparativa entre fosa séptica y biodigestor.

- Selección del sistema más eficiente y adaptable.

4. Diseño técnico:

- Cálculo de caudales de diseño (Qd).
- Determinación de diámetros y pendientes.
- Dimensionamiento del tanque séptico o biodigestor.
- Diseño del humedal o sistema de pos-tratamiento.
- Elaboración de planos sanitarios en AutoCAD.

5. Análisis económico:

- Estimación de materiales y costos unitarios.
- Presupuesto referencial y análisis costo-beneficio.

6. Validación técnica:

- Revisión de cumplimiento normativo (NEC, INEN).
- Ajuste de cálculos y memoria técnica final.

CAPÍTULO IV

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1 ENCUESTAS REALIZADAS

De acuerdo a las encuestas realizadas al personal del centro médico, a continuación, se exponen los resultados obtenidos para conocer los criterios y opiniones sobre el actual sistema sanitario.

En promedio, ¿cuántos pacientes atiende el centro diariamente?

Tabla 3. Promedio de visitas de los pacientes

Opciones	Conteo	%
< 30 personas	0	0%
30-50 personas	0	0%
51-80 personas	1	4%
81-100 personas	3	12%
101-120 personas	17	65%
> 121 personas	5	19%
TOTAL	26	100%

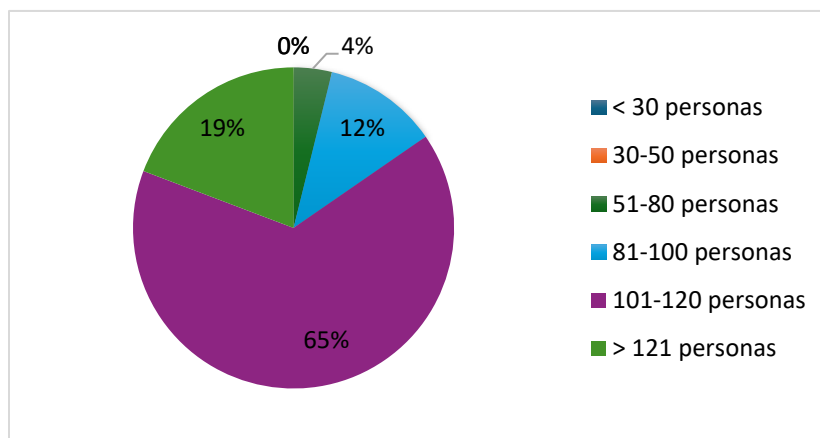


Figura 3. Promedio de visitas de los pacientes

Considerando las respuestas obtenidas del personal de trabajo en el centro de salud, indica como la mayor representación con el 65% una población de 101 a 120 personas, siendo el máximo de pacientes que se hacen atender dentro del centro médico. En un

principio la demanda de pacientes era de 50 a 80 pacientes aumentando a la actualidad en una tasa del 0.5 de crecimiento.

Segmento de la población de pacientes, ¿Cuáles son los tipos de pacientes que se atienden en el centro de salud?

Tabla 4.
Segmento de la población del centro de salud

Tipo de Población	Conteo
Hombres	40
Mujeres	38
Niños	23
Niñas	19
Total	120

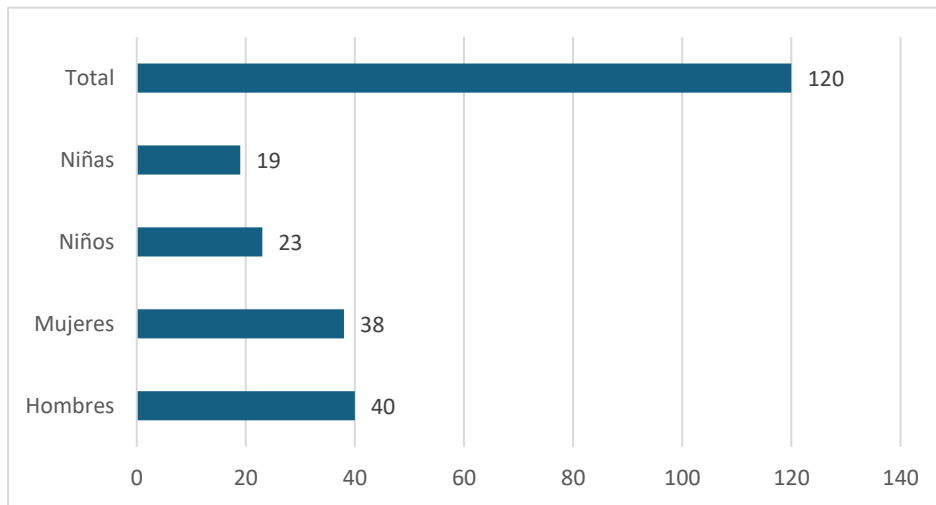


Figura 4.
Segmento de la población del centro de salud
Fuente: Autores

El estudio identifica que existe una demanda de 120 personas diariamente que se realizan revisiones y mediciones para el cuidado de la salud, al realizar una segmentación se identifica por sexo y etapa de crecimiento las personas que asisten a los servicios del centro sanitario. Identificando que los hombres cubren un 33.33% y las mujeres un 31.67%. Dichos datos han aumentado conforme la densidad poblacional en el sector de estudio.

¿En qué horarios se presenta mayor uso de los servicios sanitarios?

Tabla 5. Horarios de mayor demanda de servicio

Opciones	Conteo	%
Mañana	22	85%
Tarde	4	15%
Noche	0	0%
Todo el día	0	0%
TOTAL	26	100%

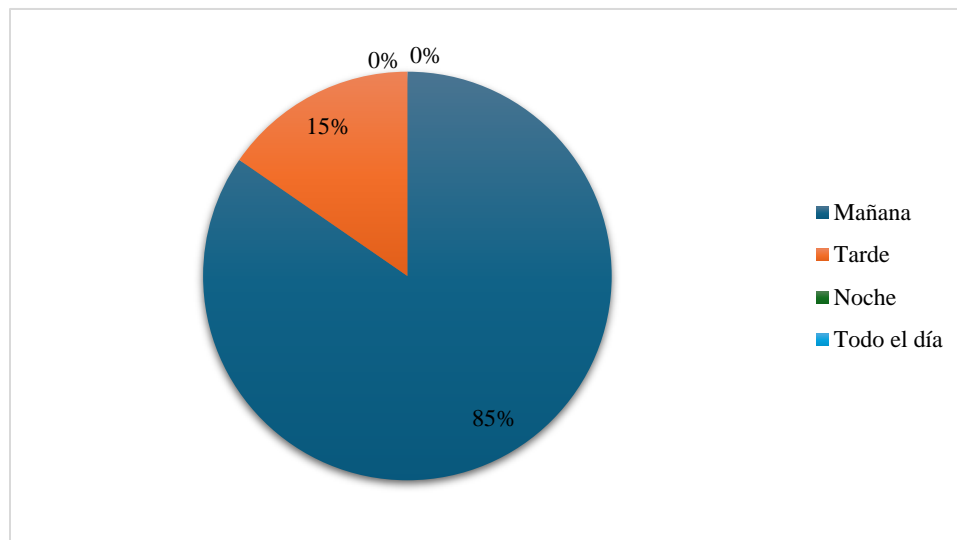


Figura 5. Horarios de mayor demanda de servicio

Para identificar como es el comportamiento del sistema sanitario se identifica los horarios de mayor demanda del servicio de salud. De acuerdo a los encuestados el horario matutino es el que más afluencia de personas tienen, dando lugar al uso de los recursos hídricos para el desarrollo de las actividades tanto en las áreas médicas como en los servicios sanitarios. El porcentaje de criterios es de un 85% de personal que corrobora lo indicado.

Indique ¿Qué temporada anual es la que presenta mayores novedades relacionados al sistema sanitario en el centro de salud?

Tabla 6. Temporadas anuales con mayores novedades

Opciones	Conteo	%
Invierno	22	85%
Verano	4	15%
Anual	0	0%
TOTAL	26	100%

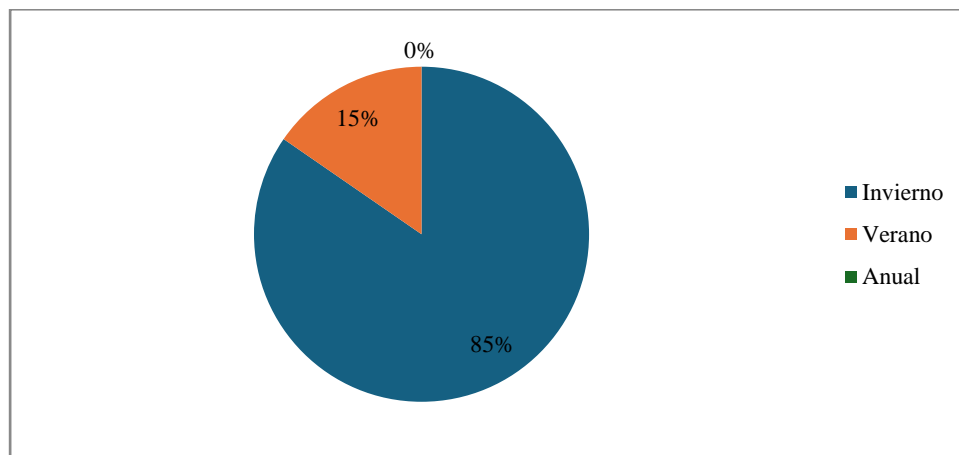


Figura 6. Temporadas anuales con mayores novedades

Sobre las temporadas climáticas que presentan mayores novedades en el sistema sanitario del centro, se identifica con el 85% de respuestas con la temporada invernal, porque con las lluvias a inicios de años se presenta un aumento de los caudales, saturando la infraestructura de saneamiento. Además de la demanda del servicio de los pacientes, las condiciones climáticas pueden sobreexigir el funcionamiento hidráulico.

Indique que problemas se identifican con mayor frecuencia relacionado al sistema sanitario en el centro de salud

Tabla 7. Problemas con mayor prevalencia en el sistema sanitario en el centro

Opciones	Conteo	%
Colapso sanitario	9	35%
Malos olores	13	50%
Desbordamiento del sistema	2	8%
Taponamiento	2	8%
TOTAL	26	100%

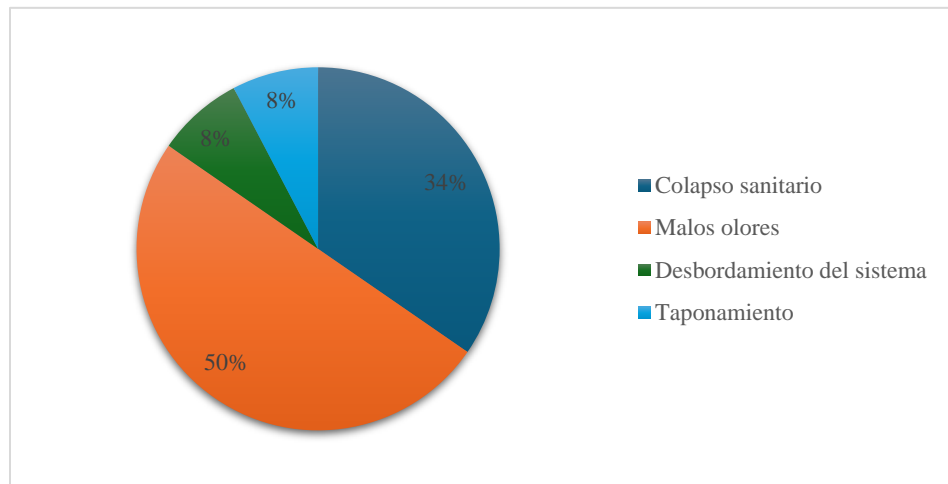


Figura 7. Problemas con mayor prevalencia en el sistema sanitario en el centro

Al realizar la consulta sobre los mayores problemas identificados en el sistema sanitario se puede identificar que el 50% de los encuestados indican que las instalaciones presentan malos olores. Otro porcentaje indica que con el 34% describió que se ha presentado colapsos del sistema sanitario. Lo descrito indica que los problemas expuestos ponen como prioridad la necesidad de realizar un proyecto de mejora para la gestión de residuos sanitarios.

¿Existe personal encargado del mantenimiento del sistema sanitario?

Tabla 8. Personal encargado del mantenimiento del sistema sanitario

Opciones	Conteo	%
Muy de acuerdo	0	0%
De acuerdo	8	31%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	14	54%
En desacuerdo	4	15%
Muy en desacuerdo	0	0%
TOTAL	26	100%

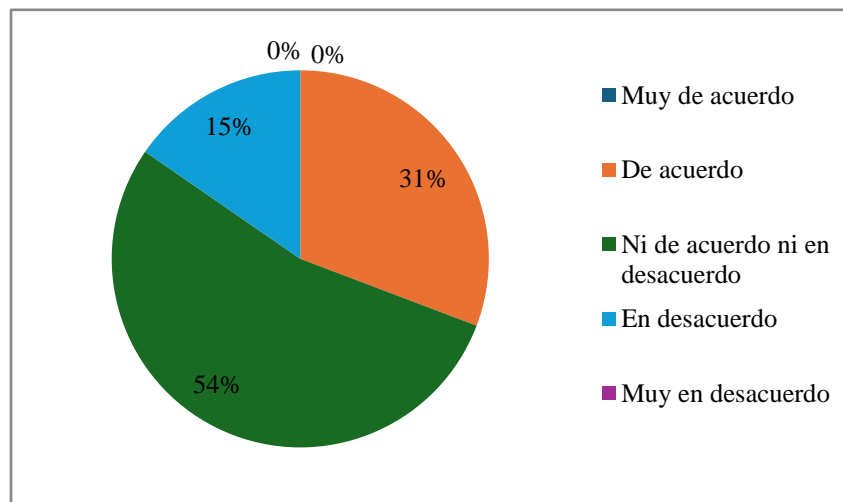


Figura 8. Personal encargado del mantenimiento del sistema sanitario

Sobre la existencia del personal de mantenimiento para el sistema sanitario, se identifica con el 54% desconoce si existe o no, al responder si no estan de acuerdo ni en desacuerdo. Otro 31% indica que estan de acuerdo que existe un personal de limpieza y sanitario, pero no existe un equipo que se encargue de una revisión sistemática al sistema hidráulica de gestión de aguas residuales.

¿El sistema sanitario actual del Centro de Salud Monte Sinaí es adecuado para la cantidad de pacientes y personal que atiende diariamente?

Tabla 9.

Sistema sanitario actual adecuado a la demanda

Opciones	Conteo	%
Muy de acuerdo	0	0%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5	19%
En desacuerdo	19	73%
Muy en desacuerdo	2	8%
TOTAL	26	100%

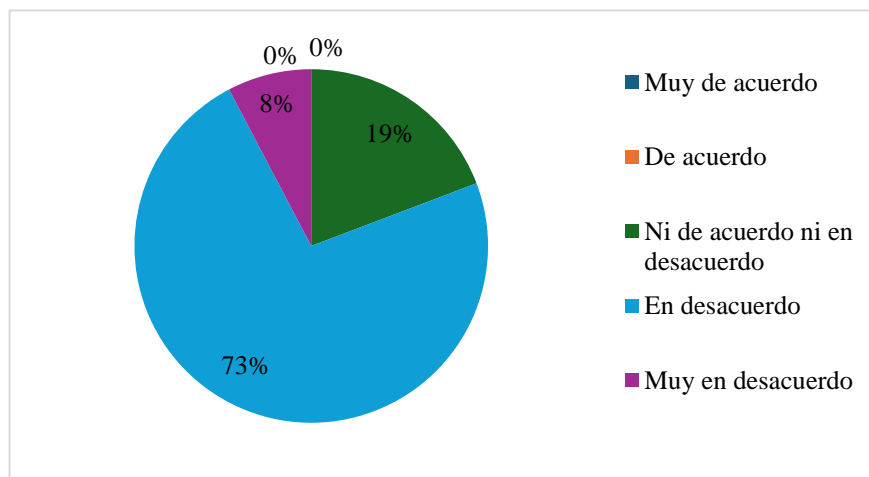


Figura 9.

Sistema sanitario actual adecuado a la demanda

El criterio del personal sanitario encuestado indica que el actual sistema de gestión sanitaria junto con el proceso de tratamiento de aguas residuales no es el adecuado esto debido al aumento de los usuarios de los servicios médicos en las instalaciones del centro de salud. Por ello, es relevante el rediseño considerando las actuales demandas del sistema de gestión de aguas residuales.

¿Considero que el manejo actual de las aguas residuales cumple con las normas sanitarias y ambientales vigentes?

Tabla 10.

Manejo de las aguas residuales cumple

Opciones	Conteo	%
Muy de acuerdo	0	0%
De acuerdo	3	12%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	16	62%
En desacuerdo	7	27%
Muy en desacuerdo	0	0%
TOTAL	26	100%

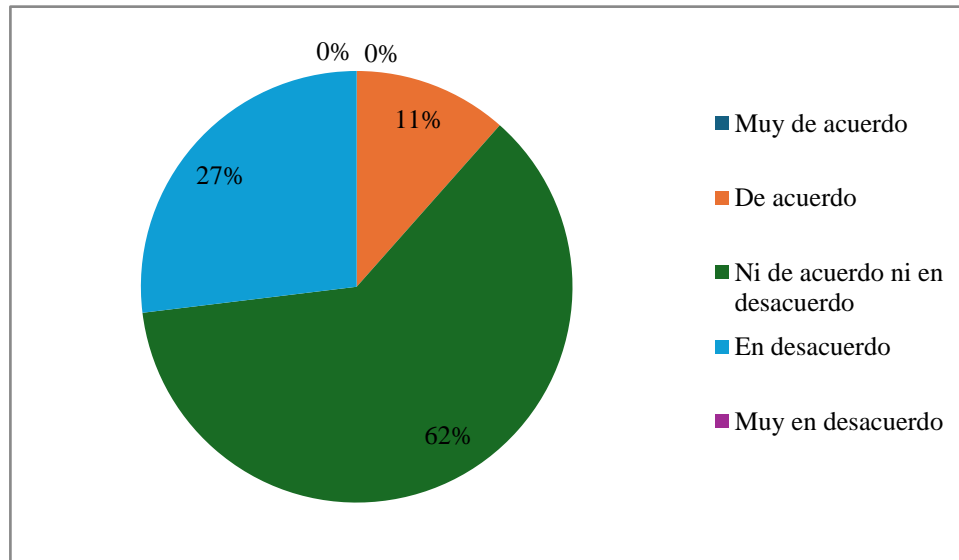


Figura 10.

Manejo de las aguas residuales cumple

Las respuestas obtenidas en la mayoría de los encuestados muestran incertidumbre al preguntar si se cumplen las normas sanitarias, al obtener un 62% de los trabajadores que indican que no están de acuerdo ni en desacuerdo. Por otra parte, el 27% indican que está en desacuerdo, lo descrito por novedades relacionados a colapsamientos del sistema.

¿La implementación de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales mejoraría las condiciones de higiene y salubridad del centro médico?

Tabla 11.

Nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales mejorará las condiciones higiénicas y salubres del centro

Opciones	Conteo	%
Muy de acuerdo	7	27%
De acuerdo	14	54%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5	19%
En desacuerdo	0	0%
Muy en desacuerdo	0	0%
TOTAL	26	100%

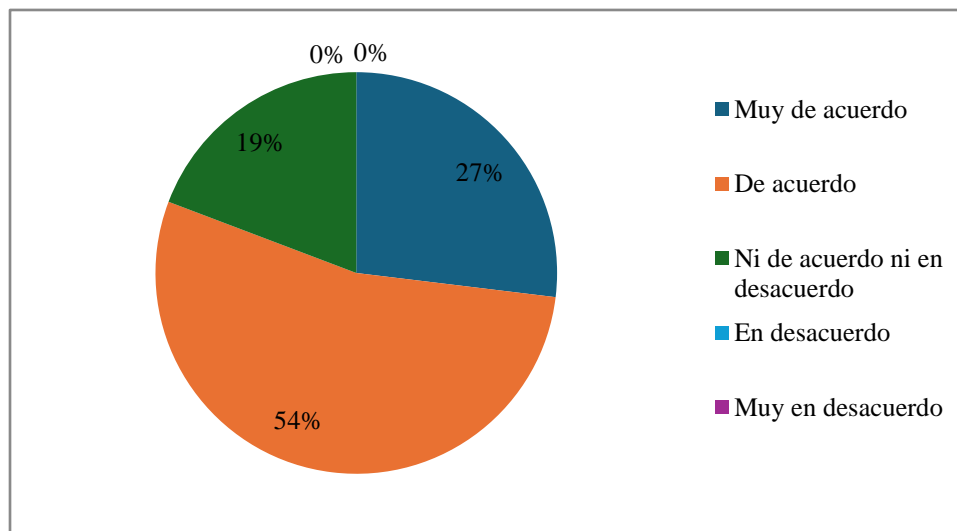


Figura 11.

Nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales mejorará las condiciones higiénicas y salubres del centro

Tanto el 54% de los colaboradores están de acuerdo como el 27% muy de acuerdo sobre el uso de un nuevo sistema de aguas residuales con el objeto de asegurar un entorno con mayor nivel de seguridad higiénica y salubre porque el centro de salud debe resguardar el cuidado de las personas.

¿El diseño de un sistema sanitario eficiente contribuiría a reducir riesgos para la salud del personal y de los pacientes?

Tabla 12.
Disminución de riesgos en la salud de los pacientes

Opciones	Conteo	%
Muy de acuerdo	26	100%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Muy en desacuerdo	0	0%
TOTAL	26	100%

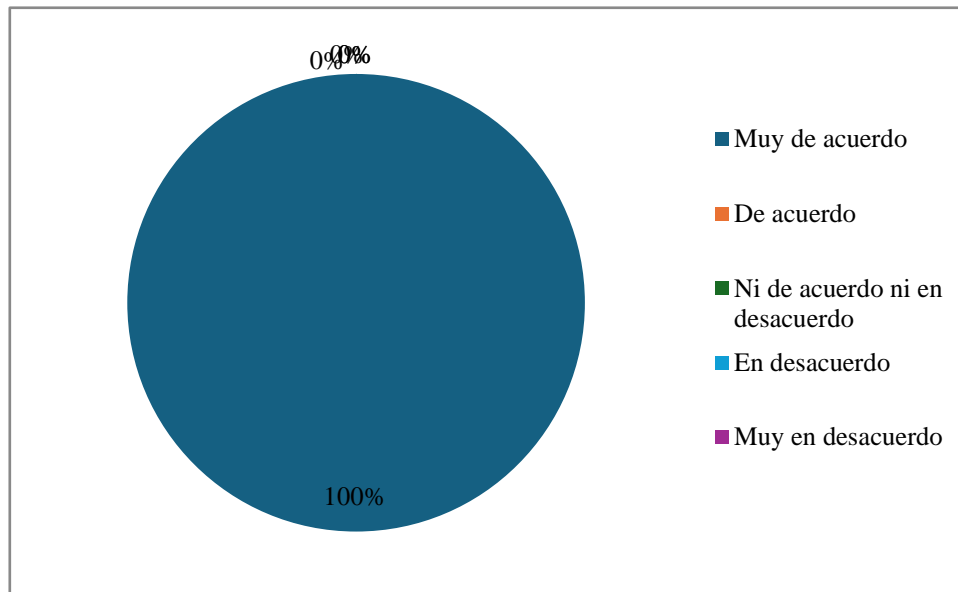


Figura 12.
Disminución de riesgos en la salud de los pacientes

Dentro del entorno médico que se maneja en el centro de salud, todos los encuestados están muy de acuerdo sobre que un sistema séptico eficiente y que responda a la capacidad requerida es el adecuado para disminuir y evitar afectaciones en la salud de las personas que viven alrededor de la infraestructura.

¿Estoy de acuerdo en que el centro médico requiere un sistema de tratamiento de aguas residuales más moderno y sostenible?

Tabla 13.
Sistema de tratamiento de aguas residuales sostenible

Opciones	Conteo	%
Muy de acuerdo	9	35%
De acuerdo	17	65%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Muy en desacuerdo	0	0%
TOTAL	26	100%

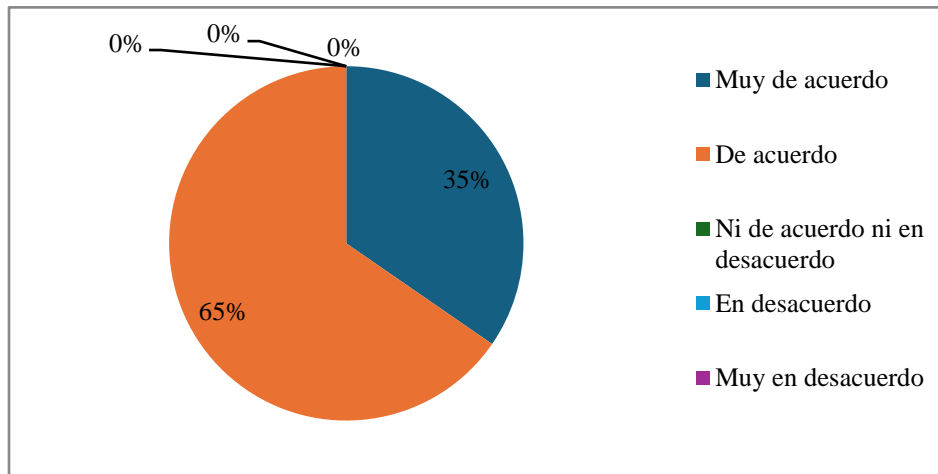


Figura 13.
Sistema de tratamiento de aguas residuales sostenible

Tanto el 65% como el 35% se encuentran de acuerdo y muy de acuerdo sobre implementar un sistema sanitario sostenible, considerando la necesidad de tratar los residuos resultantes de las actividades del cuidado médico dentro del centro. Una de las soluciones considerados es el uso de los tanques biodigestores, los cuales permiten la descomposición de los agentes físicos y orgánicos para tratar el agua y disminuir el impacto en su disposición final.

¿De acuerdo a su criterio, indique el nivel de necesidad de la mejora del sistema sanitario?

Tabla 14.

Nivel de necesidad de la mejora del sistema

Tipo de Población	Conteo	Porcentajes
Muy Alta	9	34,62%
Alta	12	46,15%
Media	5	19,23%
Baja	0	0,00%
Muy Baja	0	0,00%
Total	26	100,00%

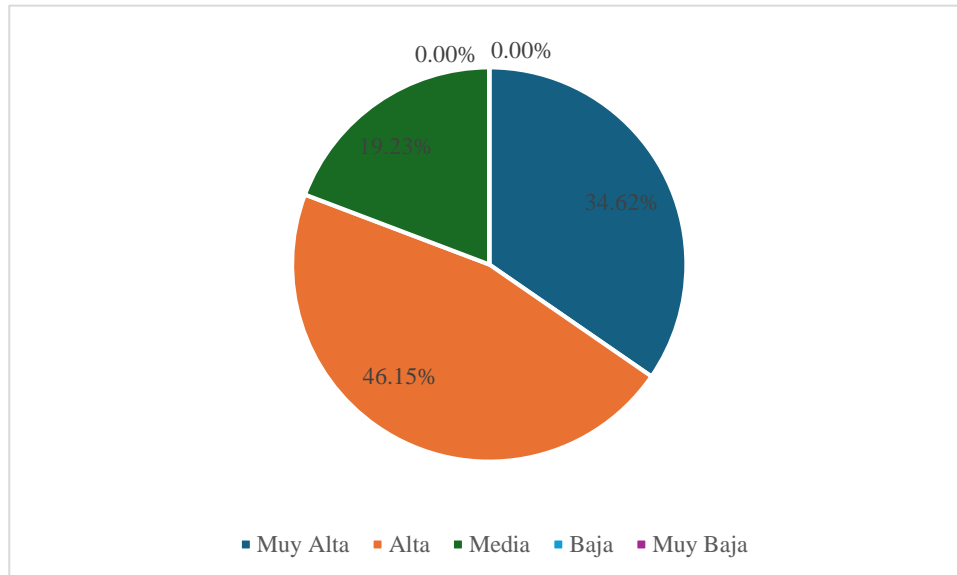


Figura 14.

Nivel de necesidad de la mejora del sistema

El crecimiento de los usuarios del servicio del centro médico en Monte Sinaí, se identifica mediante la encuesta a los colaboradores dentro de los servicios sanitarios. En el que la necesidad de realizar una readaptación del sistema sanitario y de tratamiento con el 46.15% es alta. Por ello, la relevancia de realizar una mejora a la red de tuberías considerando dos tanques sépticos y dos biodigestores.

4.1.2 ANÁLISIS DEL AGUA RESIDUAL

Se realizó un estudio de laboratorio para analizar el agua que se obtiene del sistema de gestión de aguas residuales, mediante el cual se obtuvo mediante tres muestras diferentes considerando diversos parámetros físicos como químicos como es: la alcalinidad del agua, la conductividad, los sólidos disueltos, la salinidad y los sólidos totales.

Tabla 15.
Análisis de aguas residuales

Parámetro	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
TDS (ppm)	867	867	742
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	1523	1494	1283
Salinidad (ppt)	0,7	0,7	0,6
pH	6,87	6,86	6,88
Sólidos Totales	0,7984 g	0,7950 g	0,7206 g

Las muestras muestran niveles altos de concentración en el que se identifica como el pH mantiene los valores entre el 6,86 y el 6,88. Por otra parte, al evaluar la relación el grado de desechos en el agua y la conductividad se puede identificar que existe bajo niveles de cantidad de desechos sólidos.

4.1.3 BASE DE DISEÑO

4.1.3.1 PLANOS Y PERFILES LONGITUDINALES

Para el diseño del sistema sanitario en primera instancia haciendo uso de la ubicación referencia se identifica el lugar en el que se encuentra ubicado el centro de salud primario en Monte Sinaí mediante el software.

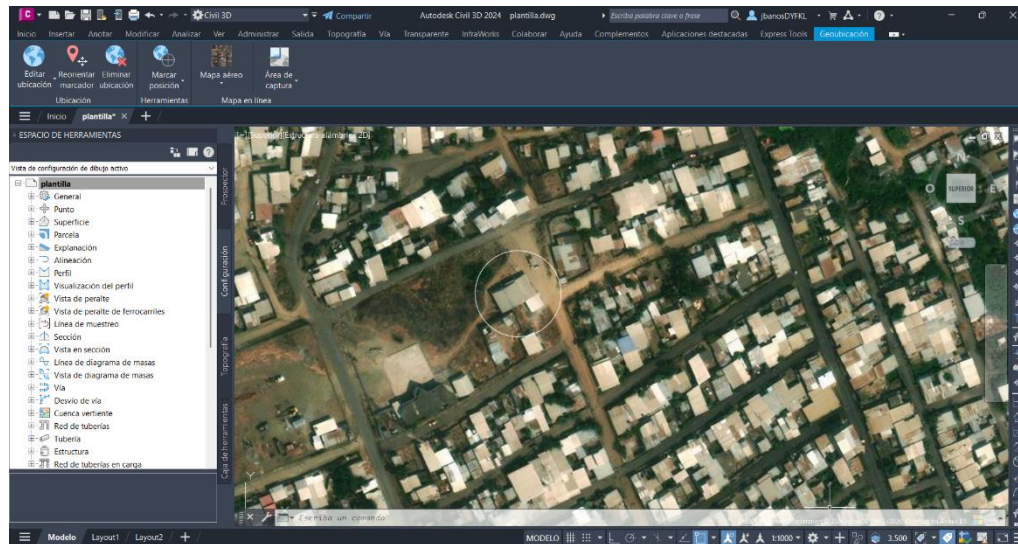


Figura 15.
Punto referencial del plano

Luego de ello se establece los puntos topográficos considerando el perfil longitudinal del área en que se implementará el sistema.

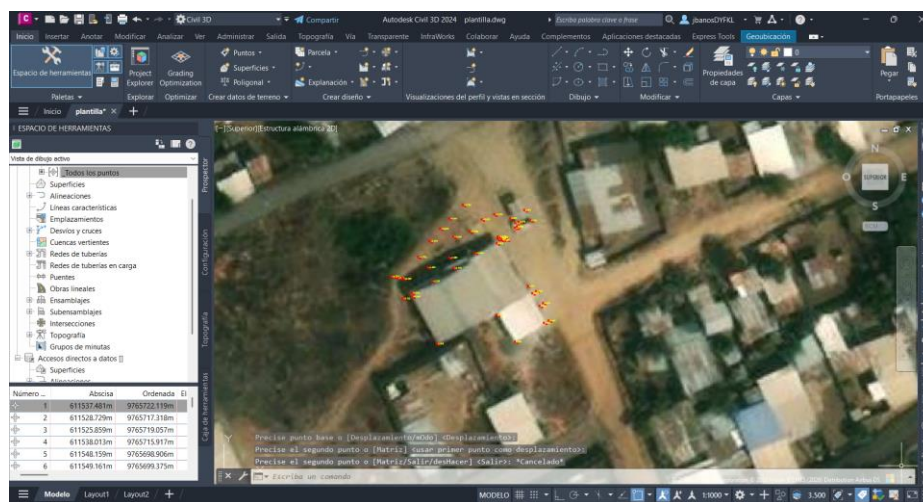


Figura 16.
Puntos topográficos

Haciendo uso de las referencias físicas del terreno se permite el trazado del sistema para precisar la estructura y las características a considerar.

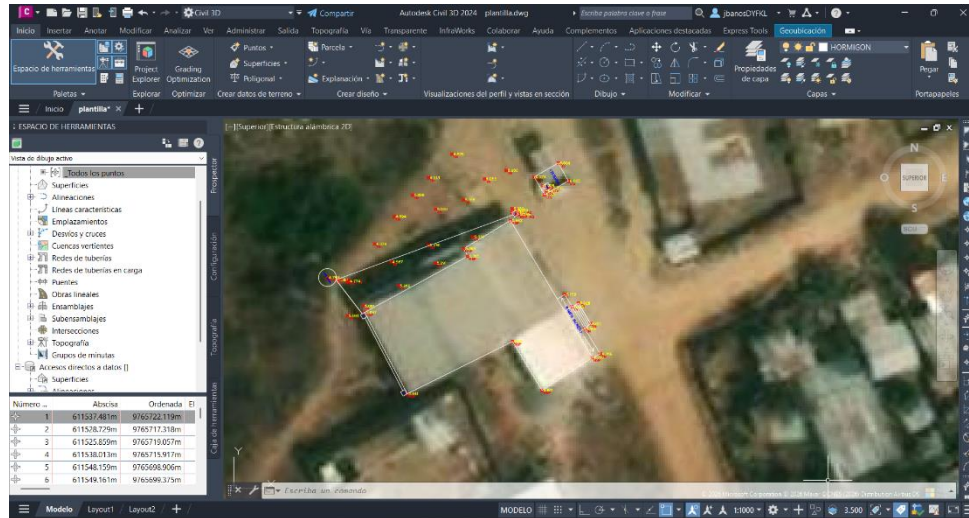


Figura 17.
Trazado del sistema

Se relaciona el trazado con la infraestructura interna del centro de salud considerando las áreas como: preparación, odontología, obstetricia, medicina familiar, dirección, farmacia, consultorios polivalentes, vacunación, bodega, salud mental y baños para que el sistema pueda ser relacionado.

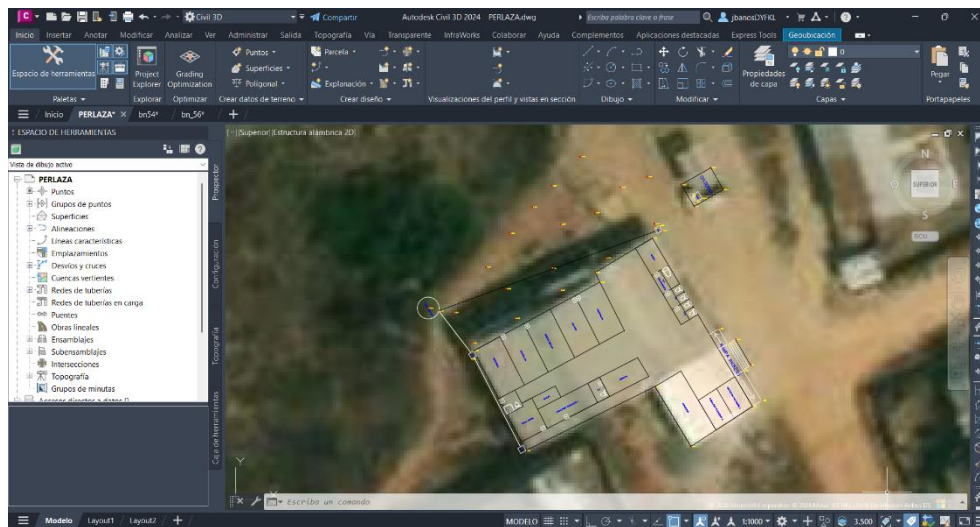


Figura 18.
Trazado de la infraestructura del centro de salud

Considerando los aspectos externos del área se identifica la red y la conexión del sistema con el pozo séptico para determinar el perímetro del centro de salud:

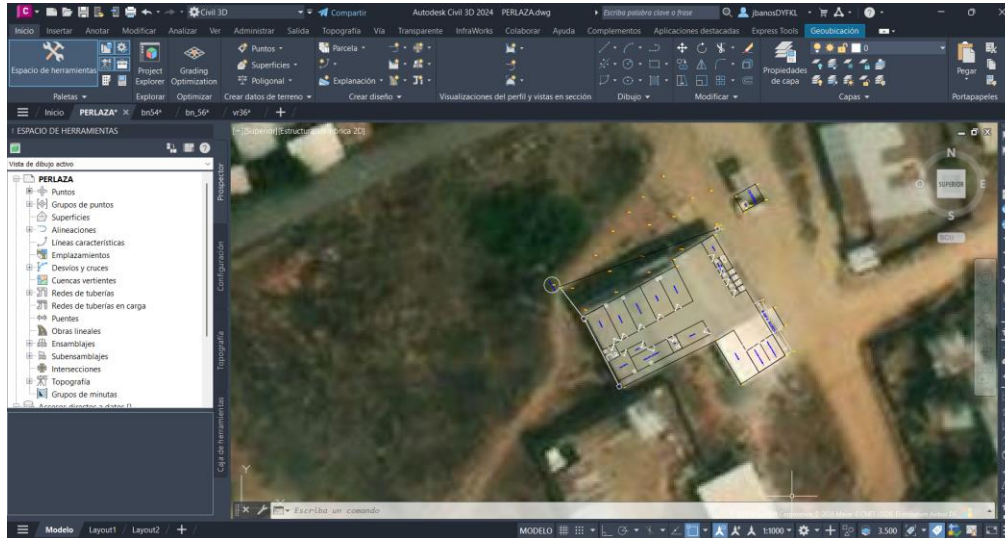


Figura 19.
Trazado externo

Los puntos rojos y amarillos, son los puntos topográficos, los cuales han sido tomados desde la estación total:

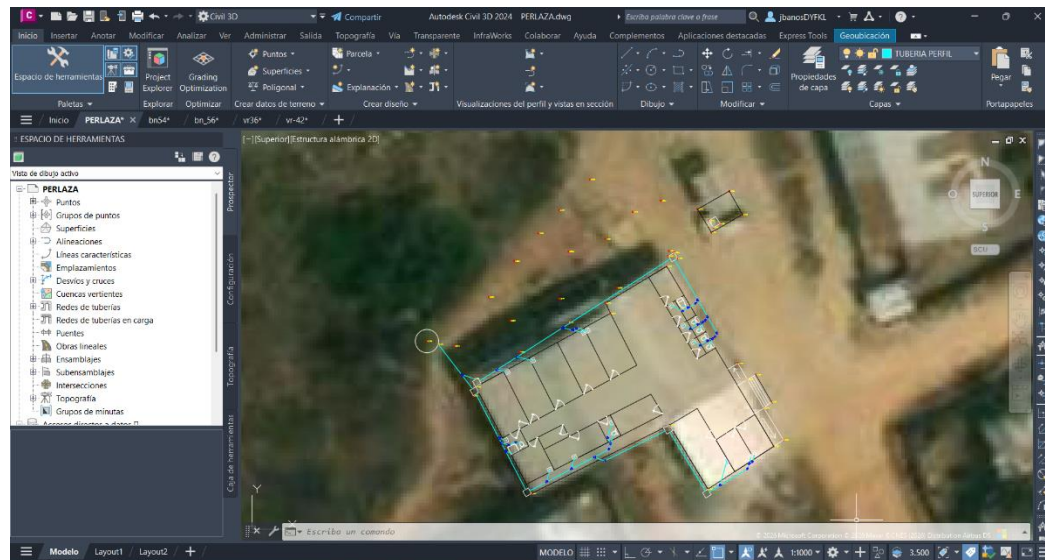


Figura 20.
Diseño del sistema

Se visualiza la conexión interna del sistema sanitario del centro de salud considerando cada área para la instalación de tuberías:

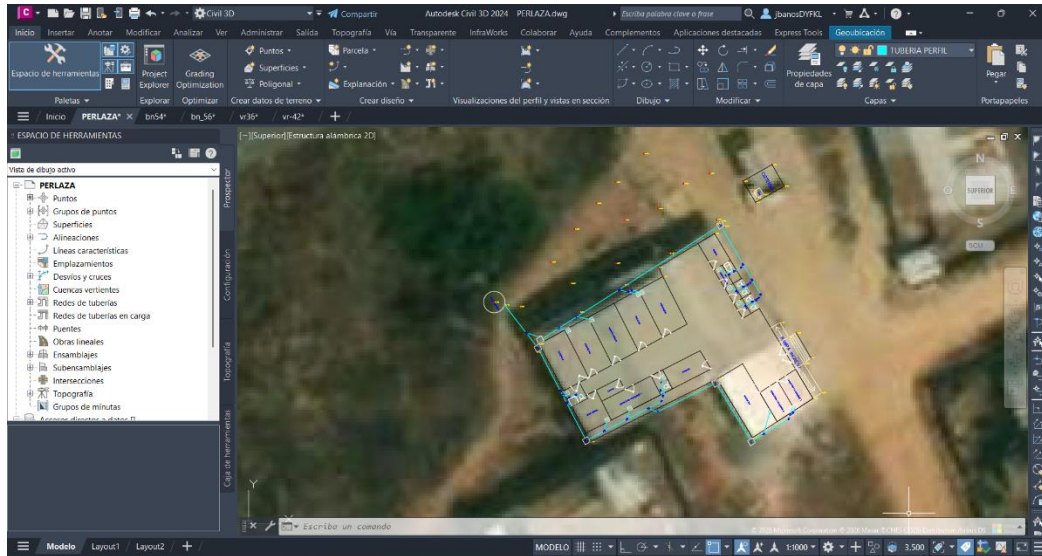


Figura 21.
Sistema sanitario del centro de salud

Siguiente paso el diseño de la red de tuberías, que se establece del área:

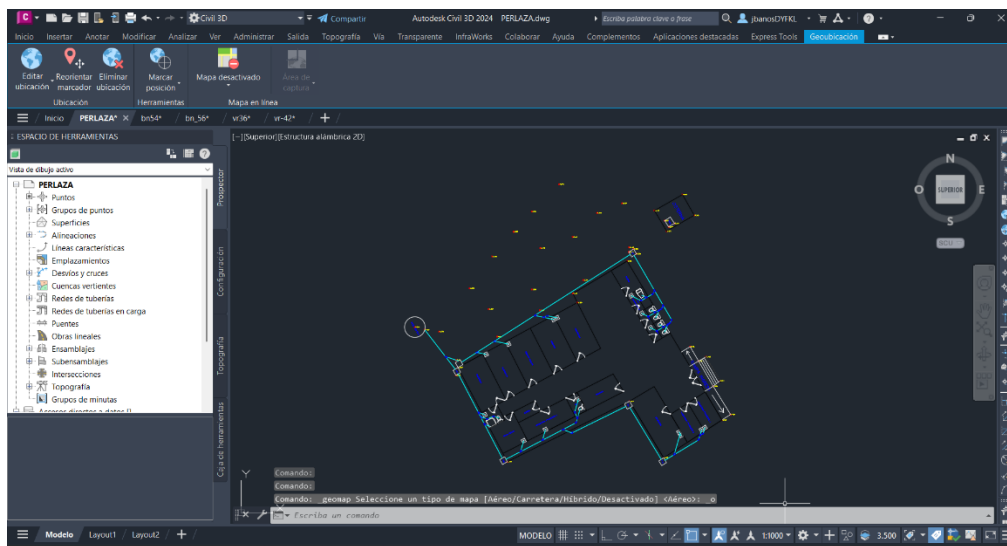


Figura 22.
Diseño de la red de tuberías

4.1.3.2 TRAZADO DEL SISTEMA

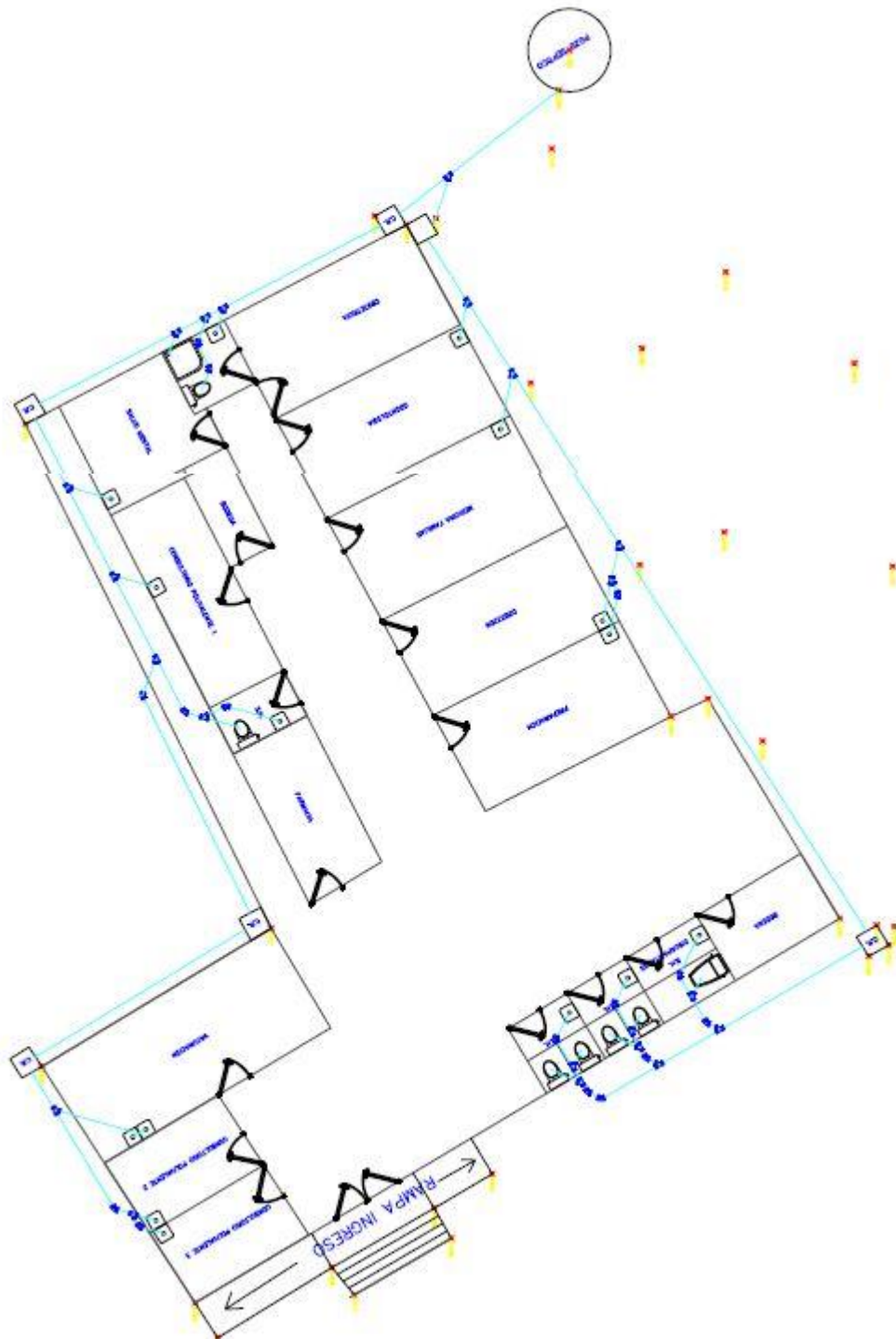


Figura 23.
Trazado del sistema

4.1.4 CÁLCULOS

4.1.4.1 CÁLCULO DE DEMANDA DE AGUAS RESIDUALES

4.1.4.1.1 Parámetros de diseño

Los indicadores a considerar para el diseño del sistema se describen en la tabla 5:

Tabla 16.

Parámetros de diseño

Variable	Valor
Dotación bruta de Aguas Potables y Para Propósitos Domésticos (AAPP)	80 l/hab/día
Dotación neta de Aguas Residuales de Servicios Sanitarios (AASS)	64 l/hab/día (80% de AAPP)

Considerando los tramos del sistema, y el promedio de habitantes que hacen uso del servicio (120 personas), se procede a determinar los niveles de caudales (caudales medio, mínimo y máximo). De esa manera se permite considerar las características de las tuberías a utilizar su longitud y disposición de la pendiente para el drenaje como diámetro así como la fuerza y velocidad hidráulica de las vertientes, como se indican en la tabla 6:

4.1.4.1.2 Caudal medio de aguas residuales

$$Q_m = P \times D_n$$

$$Q_m = 120 \times 64 = 7680 \text{ l/día} = 7.68 \text{ m}^3/\text{día}$$

Donde:

- Qd: Caudal medio de aguas residuales (l/día)
- P: Población asignada (hab)
- Dn: Dotación neta AASS (l/hab/día)

Los parámetros para el caudal se consideran para determinar la que se produce en total de efluente, el cual es fundamental para identificar las dimensiones de los equipos en la gestión de las aguas residuales provenientes del centro de salud.

4.1.4.1.3 Caudal de diseño

$$Q_{total} = Q_m \times K_h$$

$$Q_{AAPP} = (P \times D_b) / 86400$$

$$Q_{AAPP} = (120 \times 64) / 86400 = 0.088 \text{ l/s}$$

$$Q_{total} = 0.088 \times 3 = 0.26 \text{ l/s}$$

Considerando los documentos relacionados al diseño de los sistemas de alcantarillado establecido por la Organización Panamericana de Salud el cual expone:

Para las infraestructuras en el uso de las entidades como son los centros de salud el establecimiento del caudal máximo debe ser 3 y 4 veces el caudal medio calculado, porque existe una concentración del consumo dentro de los periodos cortos en el día.

Por otra parte, el OPS-CEPIS dentro del Manual del diseño del alcantarillado sanitario, indica que:

Dentro de las poblaciones de baja dimensiones o entidades con actividades no continuas, el establecimiento debe contar con elementos de mayorización con mayor índice que los existentes en las zonas urbanas con el objeto de asegurar la capacidad hidráulica.

4.1.4.2 DIMENSIONAMIENTO Y VERIFICACIÓN DE TANQUES

4.1.4.2.1 Volumen útil

$$V_u = V_t \times F_u$$

$$V_u = 4000 \times 0.95 = 3800 \text{ l} = 3.8 \text{ m}^3$$

Donde:

- Vu: Volumen útil (l)
- Vt: Volumen total nominal (l)
- Fu: Factor de uso (0.90-0.95 para tanques plásticos)

Justificación: Se considera espacio libre superior para evitar desbordamientos y permitir la formación de capa de espuma (INEN 1532:2018, Art. 3.4).

4.1.4.2.2 Tiempo de retención hidráulica (TRH)

$$TRH = V_u / (Q_d / 24)$$

$$Q_h = 7680 / (2 \times 24) = 160 \text{ l/h}$$

$$TRH = 3800 / 160 = 23.75 \text{ h} \approx 24 \text{ h}$$

Cuando se establece el cálculo del caudal horario por equipo (Q_h)

Se determinó que se dividida la carga en dos mitades: la primera mitad para el tanque séptico y los otros dos para el biodigestor.

El modelo del cálculo es:

$$Q_h = 7680 / (2 \times 24) = 160 \text{ l/h}$$

- 7680 L = caudal diario total

Se procedió a dividir para 2 de esa manera se realiza una división de la mitad para cada equipo, y para 24 para poder convertir el indicador para establecerlos a modo de horario. De esa forma cada equipo receptorá 160 litros por hora. Donde:

- TRH: Tiempo de retención hidráulica (horas)
- $Q_d / 24$: Caudal horario promedio (l/hora)

El modelo del TRH permite establecer la eficiencia del tratamiento: en el caso de los tanques sépticos se considera de 12 a 24 horas y para el uso de los biodigestores son de 24 a 48 horas (MINSA, 2020), de esa manera las cargas se distribuyen en las dos soluciones, asignándole la mitad del caudal diario a los equipos.

Cálculo de TRH para tanque séptico:

$$\text{TRH}_{\text{séptico}} = 3800 \text{ l} / 160 \text{ l/hora} = 23.75 \text{ horas} \approx 24 \text{ horas}$$

Cálculo de TRH para tanque biodigestor:

$$\text{TRH}_{\text{biodigestor}} = 3800 \text{ l} / 160 \text{ l/hora} = 23.75 \text{ horas}$$

Si se requiere aumentar el TRH para mayor eficiencia, se puede ajustar la distribución del caudal o utilizar el volumen total nominal (4000 L):

$$\text{TRH}_{\text{biodigestor}} = 4000 \text{ l} / 160 \text{ l/hora} = 25 \text{ horas}$$

4.1.4.2.3 Verificación para caudal máximo horario

$$T_{ret} = V_u / Q_{MH}$$

$$Q_{MH} = 0.38 \text{ l/s} = 1368 \text{ l/h}$$

$$T_{ret} = 3800 / 1368 = 2.78 \text{ h}$$

Donde QMH: Caudal máximo horario (l/hora)

Justificación: Asegura que el tanque no se vacíe ni se sobrecargue en períodos de uso pico (Vázquez et al., 2019).

El valor obtenido es aceptable debido a que el caudal máximo horario es transitorio y que el tanque recupera su volumen en periodos de menor carga.

4.1.4.3 COMPATIBILIDAD CON TUBERÍAS DE DISEÑO

4.1.4.3.1 Velocidad de flujo

$$V = (1/n) \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)}$$

Donde

- V: Velocidad de flujo (m/s)

- n: Coeficiente de rugosidad (0.011 para PVC; 0.015 para hormigón)

- R: Radio hidráulico (m)

- S: Pendiente de la tubería (m/m)

Justificación: Norma INEN 301:2015 (Art. 6.2.3) establece rangos óptimos de 0.6-1.5 m/s para evitar sedimentación (<0.6 m/s) o erosión (>1.5 m/s).

Resultados :

- Tramo 1: $V = 0.86$ m/s (\emptyset 150 mm)

- Tramo 2: $V = 0.66$ m/s (\emptyset 100 mm)

Ambos valores se encuentran dentro del rango normativo (0.6 – 1.5 m/s).

4.1.4.3.2 Pérdidas de carga

$$h_f = n^2 \times (L \times V^2) / R^{(4/3)}$$

$$h_f = (0.013)^2 \times (8 \times 0.86^2) / (0.04)^{(4/3)}$$

$$h_f = 0.126 \text{ m}$$

Donde:

- hf: Pérdida de carga (m)

- L: Longitud del tramo (m)

Justificación: Se utiliza para asegurar que la cota de salida de las tuberías sea compatible con la entrada de los tanques (MINSa, 2020).

Cálculo para tramo de 8 m, n=0.013, V=0.86 m/s, R=0.04 m:

$$hf = (0.013)^2 \times (8 \times (0.86)^2) / (0.04)^{(4/3)}$$

$$hf = 0.000169 \times (8 \times 0.7396) / 0.00795$$

$$hf = 0.000169 \times 743.8 = 0.126 \text{ m}$$

Valor aceptable, ya que las profundidades de tubería (según plano) permiten esta caída sin afectar la conexión a los tanques.

4.1.4.4 CANTIDAD DE BARRO POR TANQUE

4.1.4.4.1 Parámetros de Cálculo

- Volumen útil del tanque: $3800 \text{ L} = 3.8 \text{ m}^3$
- Concentración de SST en efluente de entrada: $300 \text{ mg/L} = 0.3 \text{ kg/m}^3$
- Eficiencia de eliminación de SST: 50% (sépticos); 60% (biodigestores)
- Tiempo entre limpiezas: 1 año (365 días)
- Factor de compactación del barro: $0.05 \text{ m}^3/\text{kg}$ SST eliminados
- Caudal diario por sistema (2 tramos): $7.68 \text{ m}^3/\text{día}$

4.1.4.4.2 Cálculo por Tipo de Tanque

- Tanques Sépticos (2 unidades)
- Cada tanque acumula 1.06 m^3 de barro al año.
- Total para los 2 sépticos: 2.12 m^3 .

4.1.4.4.3 Tanques Biodigestores (2 unidades)

- Cada tanque acumula 1.27 m^3 de barro al año.
- Total para los 2 biodigestores: 2.54 m^3 .

Total general a extraer: 4.66 m^3 , aproximadamente 4.7 m^3 .

4.1.5 TRABAJOS DE MANTENIMIENTO A REALIZAR

Para el mantenimiento periódico mensual se debe:

- Inspeccionar tapas, conexiones de tuberías y niveles de efluente.
- Medir pH del efluente en salida de biodigestores; ajustar con cal si está fuera del rango 6.5-7.5 (hasta 57 kg por tanque si es necesario).

- Limpiar rejillas y sumideros para evitar obstrucciones.
- Verificar que las tuberías no tengan acumulaciones de sólidos.

Considerando el mantenimiento semestral las acciones de mantenimiento son:

- Tomar muestras de efluentes y enviarlas a laboratorio para medir SST, DQO y patógenos.

- Hacer inspección interna con cámara para detectar desgaste o filtraciones.
- Limpiar las cámaras de inspección entre tuberías y tanques.

Con respecto a las revisiones y cuidado anual se debe establecer una limpieza total en el que el trabajo y gestión se debe realizar:

- Contratar servicio especializado para extraer el barro con equipos de bombeo cerrado.

- Transportar el barro a vertedero autorizado o tratarlo por compostaje estabilizado.

- Lavar y desinfectar el interior de los tanques con solución de hipoclorito de sodio al 0.5%.

- Revisar válvulas, juntas y estructura de los tanques; reemplazar piezas dañadas.

4.1.5.1 EFICIENCIA ESPERADA DE LOS EQUIPOS

Según especificaciones de Plastigama y normativas:

- Tanque séptico: Elimina 40-60% de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y 20-30% de Demanda Química de Oxígeno (DQO).

- Tanque biodigestor: Elimina 60-80% de SST y 50-70% de DQO.

- Sistema combinado: Se espera eliminar 75-90% de SST y 60-85% de DQO, cumpliendo con los límites establecidos por el MINSA (2020) para efluentes de centros de salud (<200 mg/L de SST y <300 mg/L de DQO).

4.1.5.2 CAPACIDAD ESPERADA DE LOS EQUIPOS

Tabla 17. Capacidad de respuesta del tanque en función de las personas

Tanque bioséptico	35	35	70	58,33%
Tanque Biodigestor	25	25	50	41,67%
Cumplen con el volumen de personas por día 120	Total	120	120	100,00%

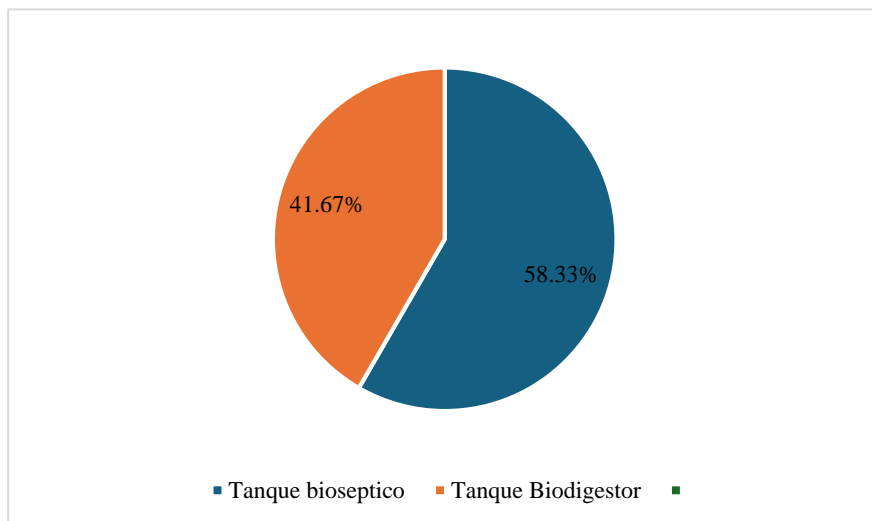


Figura 24. Capacidad de respuesta del tanque en función de las personas

Los tanques planificados en el diseño (bioséptico y biodigestor) se establecen para responder a las demandas de la carga de pacientes que visitan el centro de salud. Considerando el tamaño de 120 pacientes en el que se indica que el tanque bioséptico responde al 58% de personas y el biodigestor al 42%. De esa manera se pretende con la solución diseñada que responda adecuadamente a las necesidades del sistema sanitarios identificadas.

4.1.5.2 CONCLUSIONES TÉCNICAS

Los tanques Plastigama de 4000 L cumplen con el tiempo de retención recomendado.

El sistema es hidráulicamente compatible con los caudales de diseño.

No se identifican riesgos de sobrecarga ni sedimentación.

El diseño es técnicamente viable para un centro de salud.

CAPITULO V

5.1 CRONOGRAMA

El tiempo establecido para desarrollar las actividades dentro del proceso metodológico de levantamiento de información para el diagnóstico inicial, como del análisis de la información para el diseño técnico del sistema planteado como del análisis económico como de viabilidad.

Tabla 18.
Cronograma

Proceso	Acciones	1 ^{er} ra	2 ^{da}	3 ^{er} ra	4 ^{ta}	5 ^{ta}	6 ^{ta}	7 ^{ma}	8 ^{ava}
1. Diagnóstico inicial:	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento Topográfico del área. • Registro fotográfico y de condiciones físicas. • Identificación del estado actual de las instalaciones sanitarias. 								
2. Recolección de información técnica:	<ul style="list-style-type: none"> • Número de usuarios diarias. • Inventario de aparatos sanitarios existentes. • Consumo promedio de agua y generación de aguas residuales. 								
3. Análisis de alternativas de tratamiento:	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación comparativa entre fosa séptica y biodigestor. • Determinación del sistema más eficiente y adaptable. 								
4. Diseño técnico:	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de caudales de diseño (Qd). • Determinación de diámetros y pendientes. • Dimensionamiento del tanque séptico o biodigestor. • Elaboración de planos sanitarios en AutoCAD. 								
5. Análisis económico:	<ul style="list-style-type: none"> • Estimación de materiales y costos unitarios. 								



5.2 PRESUPUESTO

Dentro de la planeación del sistema sanitario y el tratamiento de las aguas se establece el presupuesto tanto para los estudios sanitarios como el establecimiento de los planos y toda documentación técnica para la propuesta planteada para el centro de salud primario, con el objeto de establecer un valor referencial que pueda ser evaluado por las entidades correspondientes.

Tabla 19.

Presupuesto

Concepto	Monto (USD)
Costo total de excavación	2,898.25
Costo total de materiales Plastigama y complementarios	5,537.80
Costo total de servicios y mano de obra	1,450.00
SUBTOTAL	9,886.05
Impuesto IVA (12%)	1,186.33
TOTAL COTIZADO	11,072.38

Nota: el detalle de los presupuestos se puede visualizar en Anexo 2, 3 y 4.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Luego de desarrollar el diseño del sistema sanitario con el respectivo tratamiento de aguas residuales, se establecen las siguientes conclusiones:

Se realizó un diagnóstico de las condiciones de la red de evacuación de las aguas residuales, en el centro de Salud Monte Sinaí, el cual mediante el estudio poblacional se identificó que la demanda de usuarios del servicio es de 120 por día, lo que aumenta la exigencia en el desecho de aguas. Por otra parte, las revisiones en la muestra de aguas realizadas sobre la alcalinidad, conductividad y de sólidos totales determinando que es necesario un adecuado tratamiento.

Se determinó los respectivos indicadores hidráulicos y sanitarios como los caudales de diseño hidráulico considerando la demanda de usuarios, el diseño y las características de las tuberías considerando longitud, pendiente y el diámetro por el que será transportado el agua residual a lo largo de la red. Además de establecer las demandas máximas que existirán en el afluente para prever una sobrecarga en el sistema de drenaje hidráulico.

Se estableció el diseño del sistema sanitario mediante el trazado topológico de la red haciendo uso del software autocad considerando los perímetros longitudinales de las instalaciones como de las áreas sanitarias existentes. También se realizó la definición de uso de dos tanques sépticos y dos biodigestores considerando los parámetros como el volumen de los tanques, eficiencia de eliminación de residuos y resistencia del caudal. También se consideró la evaluación del presupuesto, cronograma y metodología para determinar la factibilidad de la propuesta para el centro médico.

RECOMENDACIONES

Luego de realizar el estudio se establecen las siguientes recomendaciones:

En primera instancia se debe capacitar al personal de salud dentro del centro médico para la mejora en las prácticas seguras de higiene considerando el uso adecuado de los sistemas sanitarios, con el objeto de precautelar y salvaguardar el funcionamiento del sistema en el que se incluye los protocolos para que el personal pueda realizar adecuadamente para los desechos residuales en áreas críticas como son los consultorios, salas, laboratorios y demás áreas del centro.

Establecer un sistema de control y revisión periódica haciendo uso de los estándares normativos en el marco ecuatoriano considerando la presencia de factores, agentes contaminantes microbiológicos dentro de las aguas ya tratadas de esa forma se asegura que el sistema cumpla con su objetivo y se asegure la salud de los trabajadores, habitantes y del medio ambiente.

Implementar un estudio de control de infecciones referentes al centro de salud, para determinar que las aguas que se desechan luego de ser gestionadas no se conviertan en un factor de contagio para las personas que viven en el sector. De esa manera se precautela, que existan afecciones en las personas que viven alrededor del centro de salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguay Rosillo, J. (2016). *Sistemas de alcantarillado sanitario: diseño y operación*. Editorial Universitaria.
- Bustamante Rodriguez, T. V., & Castillo Rosado, C. A. (2024). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para el recinto Cajape, ubicado en el cantón Palestina*.
- Calvo-Brenes, G., Zambrano, D., & Picado-Valverde, S. (2020). Evaluación fisicoquímica y biológica en sistemas de tratamiento comerciales en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(4), 47-61.
- Castillo, F. (2025). *Biotecnología ambiental de aguas y aguas residuales (2.ª ed.)*. Universidad de Córdoba; Servicio de Publicaciones.
- Código Orgánico del Ambiente [COA]. (2017). *Registro Oficial del Ecuador N.º 983*. Quito: Asamblea Nacional.
- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil [EMAPAG]. (2022). *Informe técnico sobre cobertura de saneamiento en el sector Monte Sinai*. Guayaquil: EMAPAG-EP.
- Escalante, E. R. (2021). Tanques sépticos. *Conceptos teóricos base y aplicaciones*. *Tecnología en marcha*, 18(2), 26-33.
- Delgado, S., & Arturo, C. (2018). *Aplicación de sistema de biotanques para el tratamiento de aguas residuales domiciliarias en el sitio pimpiguasí, parroquia Calderon – canton Portoviejo*. [https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1851/1/TESIS%20SERRAN O.pdf](https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1851/1/TESIS%20SERRAN%20O.pdf)
- García-Avila, F., Caraguay-Palacios, C., Plaza-León, P., Avilés-Añazco, A., Matovelle-Bustos, C., & Valdiviezo-Gonzales, L. (2023). Evaluation of on-site sanitation systems: Efficiency of baffled septic tanks. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 16(3), 117–122.
- Hospital Universitario Ramón y Cajal. (2016). *NIOSH list of antineoplastic and other hazardous drugs in healthcare settings, 2016. (Supersedes 2014-138)*. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2022). *Metodología de la investigación (7.ª ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2013). *Norma INEN 2169: Calidad del agua. Requisitos para tratamiento de aguas residuales domésticas*. Quito: INEN.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2014). Normas INEN 0059 y 1108: Diseño y control de descargas de aguas residuales. Quito: INEN.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC]. (2020). Guía técnica para humedales artificiales en el tratamiento de aguas residuales domésticas. México: INECC.
- Moreira, D. L., Jiménez, E. J., & Pinela, A. R. (2020). Sistema de alcantarillado y aguas residuales en Guayaquil. HOLOPRAXIS. Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación, 4(1), 082-094.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. MAATE.
- Muñoz, H. A. C. (2020). Análisis de los parámetros de calidad del agua del efluente del río muerto para su posible reutilización del Cantón Manta, Ecuador. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 5(2), 579-604.
- Murcia-Sarmiento, M. L., Calderón-Montoya, O. G., & Díaz-Ortiz, J. E. (2014). Impacto de aguas grises en propiedades físicas del suelo. Tecnológicas, 17(32), 57-65.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción [NEC-SE-HS]. (2018). Sección Hidrosanitaria: Diseño de instalaciones sanitarias en edificaciones. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Agenda 2030. Nueva York: ONU.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2020). Manual sobre gestión segura del agua y saneamiento. Ginebra: OMS.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2023). Informe global sobre saneamiento y salud pública. Ginebra: OMS.
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2021). Guía técnica de saneamiento descentralizado y tecnologías apropiadas. Washington D. C.: OPS.
- Pico, C. X. Z., & Burgos, R. Z. (2020). Alcantarillado sanitario y pluvial y su incidencia en la salud de la población de la ciudad de Milagro. Revista Mapa, 4(18).
- Rodríguez, M. (2024). Aspectos Generales para el Tratamiento de Aguas Residuales en Comunidades Rurales. Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar, 8(4), 12011-12024.
- Reglamento Ambiental para el Sector de la Construcción [RASE]. (2017). Registro Oficial del Ecuador N.º 59. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Saeed, T., Afrin, R., Al-Muyeed, A., Miah, M. J., & Jahan, H. (2021). Bioreactor septic tank for on-site wastewater treatment: Floating constructed wetland integration. Journal of Environmental Chemical Engineering, 9(4).

Saeed, T., Al-Muyeed, A., Zaman, T., Hasan, M., & Ahmed, T. (2024). Bioenergy-producing two-stage septic tank and floating wetland for onsite wastewater treatment: Circuit connection and external aeration. *Journal of Environmental Management*, 359(121011).

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) – Libro VI: De la Calidad Ambiental. Registro Oficial Suplemento No. 387, de 4 de noviembre de 2015. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.ambiente.gob.ec/tulsma/>

ANEXOS

Anexos A.1. Análisis de precios unitarios

Parámetros

Unidad: m³

Rendimiento: 2,2 m³/jornal

Ubicación: Monte Sinaí – Guayaquil

Fecha de precios: 2025

Moneda: USD

Tabla 20. Excavación manual en suelo natural ≤ 2,00 m

Recurso	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Parcial (USD)
Peón	jor	0,45	25	11,25
Herramientas menores	% MO	5%	11,25	0,56
Total Unitario				11,81

Tabla 21. Relleno y compactación manual

Recurso	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Parcial (USD)
Peón	jor	0,3	25	7,5
Agua	m ³	0,05	1	0,05
Herramientas menores	% MO	5%	7,55	0,38
Total Unitario				7.93

Tabla 22. Tubería PVC sanitaria Ø110 mm instalada

Recurso	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Parcial (USD)
Tubería PVC Ø110 mm	m	1	6,8	6,8
Accesorios	%	10%	6,8	0,68
Oficial	jor	0,15	30	4,5
Ayudante	jor	0,15	25	3,75
Total Unitario				15,73

Tabla 23. Conexión sanitaria completa

Recurso	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Parcial (USD)
Materiales PVC y accesorios	glb	1	25	25
Mano de obra	jor	0,35	30	10,5
Total Unitario				35,50

Anexos A.2. Biotanque séptico Plastigama-especificaciones técnicas

Tabla 24. Tanque bioséptico de 4 mil litros-suelo arena limosa

Número de personas	80 L (Long m)	150 L (Long m)	200 L (Long m)	250 L (Long m)	Tiempo de Limpieza (años)
30	137.14	257.14	342.86	428.57	1.7
40	182.86	342.86	457.14	571.43	1.3
50	228.57	428.57	571.43	714.29	1.0

Nota: datos tomados de servicio plastigama.

Tabla 25. Tanque bioséptico de 4 mil litros- suelo arena

Número de personas	80 L (Long m)	150 L (Long m)	200 L (Long m)	250 L (Long m)	Tiempo de limpieza (años)
30	100.00	100.00	100.00	100.00	1.7
40	100.00	100.00	100.00	100.00	1.3
50	100.00	100.00	100.00	100.00	1.0

Nota: datos tomados de servicio plastigama.

Anexos A.3. Biotanque séptico Plastigama-capacidad nominal

Tabla 26. Capacidad nominal del tanque

Dimensión	1200 L	2000 L	4000 L
Ancho	1108 mm	1346 mm	1900 mm
Largo	1544 mm	1976 mm	1970 mm
Alto	1201 mm	1424 mm	1780 mm
Código	925497	925498	992008
Diámetro (Tapa)	550 mm	550 mm	550 mm

Tabla 27. Capacidad del Biotanque habitantes-dotación

Capacidad de Biotanque (L)	Habitantes	Dotación (L/habitante/día)
1200	5 – 7	80 – 150
2000	7 – 14	80 – 150
4000	14 – 26	80 – 150

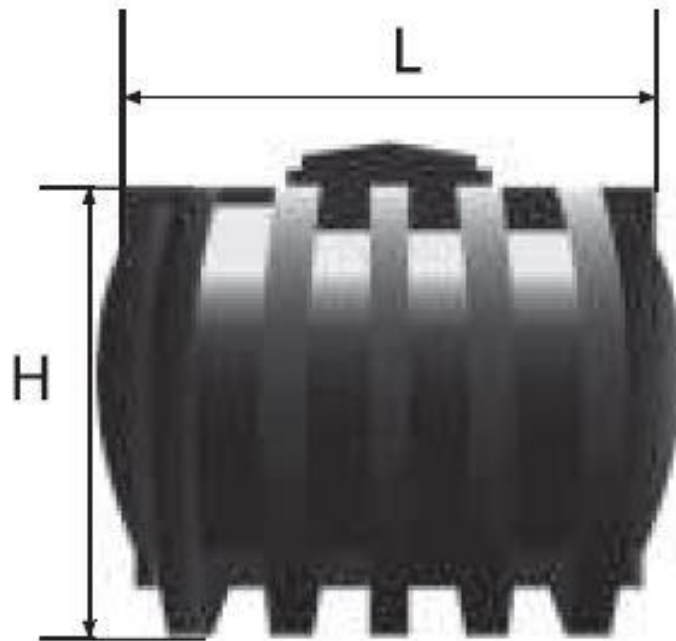
Anexos A.4. Biotanque visualización de los tanques



Figura 25. Tanque completo



Figura 26. Vista frontal



Anexos A.5. Biotanque instalación



Figura 27. Instalación

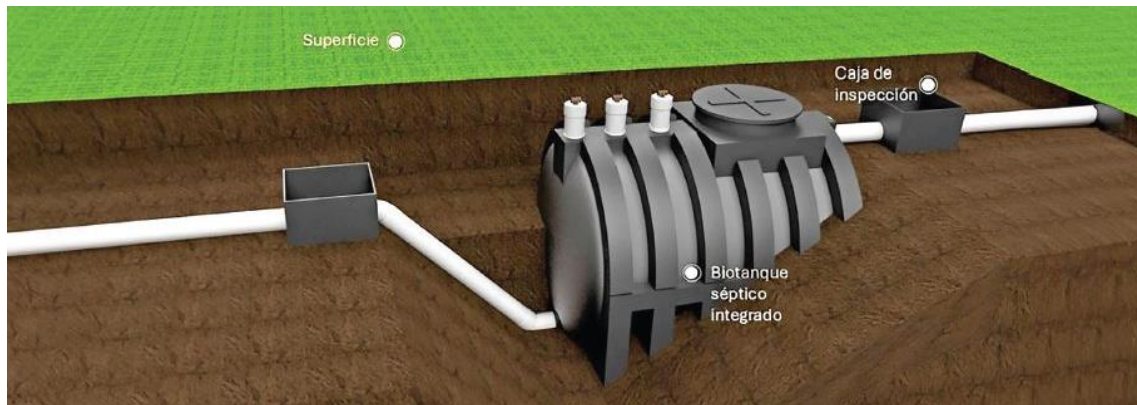


Figura 28. Integración del biotanco séptico

Anexos A.7. Levantamiento de datos e información



Figura 31. Uso de estación total



Figura 32. Toma de datos a



Figura 33. Toma de datos b



Figura 34. Toma de datos c

Anexos A.8. Presupuesto detalle Plastigama

Tabla 28. Presupuesto de insumos de tuberías

ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	Tanque séptico de 4000 L	Plastigama	PS-4000	2	485	970
2	Tanque biodigestor de 4000 L	Plastigama	BD-4000	2	520	1.040,00
3	Tubo PVC de drenaje 6 pulgadas (150 mm) - tramo A-B (4 mts/unidad)	Plastigama	PVCD-150	6	32,5	195
4	Codo PVC 90� 6 pulgadas	Plastigama	CO-150	4	18,3	73,2
5	Codo PVC 45� 6 pulgadas	Plastigama	CO-150-45	2	16,5	33
6	T-junción PVC 6 pulgadas	Plastigama	TJ-150	3	22,7	68,1
7	Reductor PVC 6 pulgadas a 4 pulgadas	Plastigama	RE-150-100	2	19,8	39,6
8	Brida de conexión tanque 6 pulgadas	Plastigama	BC-150	8	25,9	207,2
9	Válvula de cierre PVC 6 pulgadas	Plastigama	VC-150	3	48,6	145,8
10	Válvula de cierre PVC 4 pulgadas	Plastigama	VC-100	1	36,4	36,4
11	Rejilla de entrada de desagüe 6 pulgadas	Plastigama	RE-200	1	31,1	31,1
12	Rejilla de paso intermedio 6 pulgadas	Plastigama	RE-150	2	24,5	49
13	Tapa de inspección tanque	Plastigama	TI-PSBD	4	56,8	227,2
14	Caja de inspección de PVC 6 pulgadas	Plastigama	CI-300	2	42,9	85,8
15	Caja de registro de hormigón (80x80x80 cm)	-	CH-80	1	165	165
16	Tapa metálica para caja de registro	Plastigama	TM-80	1	45,2	45,2
17	Adhesivo PVC Plastigama (1 kg)	Plastigama	AD-PVC	10	14,5	145

18	Sellador de juntas	Plastigama	SE-JT	8	19,2	153,6
19	Empalmes PVC 6 pulgadas	Plastigama	EM-150	5	12,8	64
20	Grava gruesa para lecho tanques (m ³)	-	-	4	58,3	233,2
21	Grava para protección tuberías tramo A-B (m ³)	-	-	3	55,7	167,1
22	Lona geomembrana (m ²)	Plastigama	LG-200	35	8,7	304,5
23	Material de relleno mezclado (m ³)	-	-	20	42,6	852

Anexos A.9. Presupuesto detalle Excavación

Tabla 29. Presupuesto de excavación

SUB-Í	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL (USD)
1.1	Excavación (4 hoyos		285	1,140.00
1.2	Excavación (1 tramo		320	320
1.3	Excavación (1 unidad		45	45
1.4	Retiro y disposición 1 servicio		12.50/m ³	1,093.25
1.5	Compactación 1 servicio		180	180
1.6	Creación de 1 zona		120	120
TOTAL EXCAVACIÓN				2,898.25

Anexos A.10. Presupuesto detalle Mano de obra

Tabla 30. Presupuesto de mano de obra

DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL (USD)
24 Flete y transporte	240
25 Mano de obra	620
26 Permisos y costos	150
27 Pruebas de ensayo	150
28 Hormigón por	125
29 Materiales por	35

Anexos A.11. Formato de encuesta

Diagnosticar las condiciones actuales de los servicios sanitarios y de la red de evacuación del Centro de Salud Monte Sinaí .

I. Introducción

Diagnosticar las condiciones actuales de los servicios sanitarios y de la red de evacuación del Centro de Salud Monte Sinaí, mediante inspecciones técnicas y levantamiento de información de campo, para identificar las deficiencias y necesidades de rediseño del sistema existente.

II. Instrucciones

El diseño de las preguntas se basa en la escala de likert, el cual las respuestas se categorizan de la siguiente manera:

- (MA) Muy Acuerdo;
- (A) Acuerdo;
- (NA) Ni de acuerdo Ni en desacuerdo;
- (D) Desacuerdo;
- (MD) Muy Desacuerdo;

* Indicates required question

Consiento en participar en la presente investigación de carácter académico y he sido debidamente informado sobre el propósito del estudio *

- Si
- No

Next

Clear form

Variable 1: Sistema sanitario de las aguas residuales

1. En promedio, ¿cuántos pacientes atiende el centro diariamente? *

- < 30 personas
- 30-50 personas
- 51-80 personas
- 81-100 personas
- 101-120 personas
- > 121 personas

2.- Segmento de la población de pacientes, ¿Cuáles son los tipos de pacientes que se atienden en el centro de salud? *

- Hombres
- Mujeres
- Niños
- Niñas

3. ¿En qué horarios se presenta mayor uso de los servicios sanitarios? *

- Mañana
- Tarde
- Noche

4. Indique ¿Qué temporada anual es la que presenta mayores novedades relacionados al sistema sanitario en el centro de salud? *

- Invierno
- Verano
- Anual

5. Indique que problemas se identifican con mayor frecuencia relacionado al sistema sanitario en el centro de salud *

- Colapso sanitario
- Malos olores
- Desbordamiento del sistema
- Taponamiento

6. ¿Existe personal encargado del mantenimiento del sistema sanitario? *

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

7. ¿El sistema sanitario actual del Centro de Salud Monte Sinaí es adecuado para la cantidad de pacientes y personal que atiende diariamente? *

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

8. ¿Considero que el manejo actual de las aguas residuales cumple con las normas sanitarias y ambientales vigentes? *

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

9. ¿La implementación de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales mejoraría las condiciones de higiene y salubridad del centro médico? *

- Muy de acuerdo

10. ¿El diseño de un sistema sanitario eficiente contribuiría a reducir riesgos para la salud del personal y de los pacientes? *

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

11. ¿Estoy de acuerdo en que el centro médico requiere un sistema de tratamiento de aguas residuales más moderno y sostenible? *

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

12. ¿De acuerdo a su criterio, indique el nivel de necesidad de la mejora del sistema sanitario? *

Anexos A.12. Obtención de criterios del personal



Tabla 31. Uso de la encuesta