

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS (DIÉSEL OÍL – GASOLINA
ESPECIAL) PARA EL SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS SUCRE**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN TRANSPORTE,
ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS**

MARIA EUGENIA SEÑA JACOME

Sucre - Bolivia

2023

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diplomado en Transporte, Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Maria Eugenia Seña Jacome

Sucre, 07 diciembre de 2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a mis padres Justino Seña Vera y Fátima Jacome Sosa, por todo el sacrificio que hicieron para que yo pudiera estudiar y tener una formación profesional.

El presente trabajo va dedicado a mi esposo Cornelio Maldonado Crespo, por estar ahí siempre apoyándome y saliendo juntos adelante, más ahora que estamos esperando con ansias la llegada de nuestro bebé. Los amo.

El presente trabajo de investigación va dedicado a todos mis hermanos: Carolina Seña Jacome (+), Katherin Vania Seña Jacome, Jorge Gustavo Seña Jacome, Marco Antonio Seña Jacome, Jessica Aracelly Seña Jacome y Sofía Fernanda Seña Jacome, por todo el amor y el apoyo que me brindan.

El presente trabajo de investigación va dedicado a mis abuelos: mamá Lucía Sosa Cáceres (+), papá Julián Jacome Mallón (+), mamá María Vera Saavedra (+) y papá Modesto Seña Romero (+). Son la razón de mi existencia. ¡Gracias!.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la vida y ser la luz que ilumina mi camino, brindarme salud y ser mi fortaleza para superar cada una de las adversidades y poder culminar una de las etapas más anheladas de mi vida.

A mis padres por todo el sacrificio que hicieron y el impulso que dieron para que yo pueda formarme profesionalmente y salir siempre adelante.

A mi hermana Vania por todo el apoyo que me brindó y me sigue brindando, por preocuparse por mí y mis demás hermanos de manera totalmente desinteresada. Bienvenida Ana Victoria.

A mi esposo Cornelio Maldonado Crespo por el apoyo y la motivación que me brinda día a día, para salir adelante.

A la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, a la Facultad de Ciencias y Tecnología, a los docentes de Ingeniería en Gas y Petróleo por la paciencia, dedicación y por brindarnos toda la enseñanza necesaria para formarnos profesionalmente en sus aulas.

A nuestros docentes del Diplomado en Transporte, Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos, por toda la dedicación que nos dieron para brindarnos la enseñanza y sus conocimientos para poder realizar esta monografía.

RESUMEN

La presente monografía, consiste en dimensionar un nuevo Sistema de Almacenamiento con Tanques Subterráneos de Diésel Oíl y Gasolina Especial para el Servicio Departamental de Caminos Sucre con la finalidad de mejorar la Seguridad Operacional de su Actual Sistema de Almacenamiento.

Se realizó un análisis y diagnóstico de las condiciones actuales del Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial). En base a los datos analizados se realizó una proyección a 15 años del consumo de Diésel Oíl y Gasolina Especial para dimensionar los Tanques de Almacenamiento para ambos productos.

Con el consumo proyectado a 15 años, se determinó la capacidad de almacenaje mínima que deben tener de los Tanques de Almacenamiento, seleccionando Tanques de 30,000 Litros para el Diésel Oíl y 20,000 Litros para la Gasolina Especial. Posteriormente se realizó la disposición de los Tanques de Almacenamiento en el área asignada por el Servicio Departamental de Caminos Sucre, en base a la normativa vigente.

Se seleccionó los equipos adicionales a los Tanques de Almacenamiento en base a las condiciones de operación requeridas. Las bombas seleccionadas son de 1,5HP para Diésel Oíl y Gasolina Especial, los medidores tienen una capacidad entre de 19 a 76 Lts/min, los filtros seleccionados son de retención de partículas sólidas de 10 micrones y tienen una capacidad de filtración de 94Lts/min. Por último, se seleccionó la válvula anti-retorno del tipo enmallada, para evitar el reflujo del combustible.

Se realizó una estimación de costos para la ejecución de este proyecto, el mismo demandará una inversión de aproximadamente 655,030.15 Bs, de los cuales 260,000.00 Bs serán para la compra de los Tanques de Almacenamiento y otra parte para la construcción de la fosa de Hormigón Armado y demás obras civiles.

La Implementación de este Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) con tanques subterráneos permitirá a la empresa operar de manera eficiente y segura.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS	i
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.3.1 Justificación Práctica	3
1.3.2 Justificación Teórica	3
1.4 METODOLOGÍA	4
1.4.1 Técnicas de Investigación	4
1.4.2 Instrumentos de Investigación	4
CAPÍTULO II: DESARROLLO	5
2.1 MARCO TEÓRICO	5
2.1.1 Marco Conceptual	5

2.1.1.1	Hidrocarburos Líquidos	5
2.1.1.1.1	Combustibles Líquidos.....	5
2.1.1.1.2	Gasolina Especial.....	5
2.1.1.1.3	Diésel Oíl	5
2.1.1.2	Almacenamiento de Hidrocarburos	6
2.1.1.2.1	Tanques de Almacenamiento	6
2.1.1.2.2	Tanques Atmosféricos.....	7
2.1.1.2.3	Tanques Presurizados.....	8
2.1.1.3	Reglamento de la Agencia Nacional de Hidrocarburos	8
2.1.1.3.1	Ubicación del Área de Tanque de Almacenamiento.....	8
2.1.1.3.2	Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento	9
2.1.1.3.3	Construcción de los Tanques de Almacenamiento	10
2.1.1.3.4	Instalación de los Tanques de Almacenamiento.....	10
2.1.1.4	Equipos Adicionales del Sistema de Almacenamiento	11
2.1.1.4.1	Bombas de Combustible	11
2.1.1.4.2	Válvulas de retención.....	13
2.1.1.4.3	Accesorios	14
2.1.1.	Marco Contextual.....	17
2.1.2.1	Diagnóstico de las Condiciones Actuales del Sistema de Almacenamiento	17
2.1.2.1.1	Ubicación geográfica del lugar de aplicación.	17
2.1.2.1.2	Datos Técnicos de Tanques Estacionarios de Combustibles	19
2.1.2.1.3	Histórico de Consumo de Combustibles Líquidos	20
2.1.2.1.4	Estado actual de los Tanques de Almacenamiento	22

2.1.2.1.5	Componentes adicionales de los Tanques de Almacenamientos.....	24
2.2.	INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS.....	26
2.2.1	Localización del Área para el Nuevo Sistema de Almacenamiento	26
2.2.2	Proyección del incremento del consumo	27
2.2.3	Dimensionamiento del Área de instalación del Tanque	31
2.2.4	Dimensionamiento de los tanques subterráneos	33
2.2.4.1	Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento de Diésel Oíl.....	33
2.2.4.2	Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento de Gasolina Especial.....	35
2.2.4.3	Especificaciones Técnicas Mínimas de los Tanques de Almacenamiento	36
2.2.5	Selección de los componentes adicionales de los Tanques	37
2.2.5.1	Dispensadores de Combustibles	38
2.2.5.2	Bomba de Combustible	38
2.2.5.3	Medidores de flujo	39
2.2.5.4	Válvulas de retención.....	40
2.2.5.5	Filtros	41
2.3.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	41
2.3.1	Estimar los costos para la implementación Tanques Subterráneos.....	41
	CAPÍTULO III: CONCLUSIONES.....	43
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	44
	ANEXOS	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Tanques de almacenamiento de Hidrocarburos</i>	6
Figura 2: <i>Bomba Sumergible</i>	12
Figura 3: <i>Válvula de retención</i>	14
Figura 4: <i>Medidor de Flujo de Combustible Líquidos</i>	15
Figura 5: <i>Filtros de Combustibles Líquidos</i>	16
Figura 6: <i>Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos</i>	17
Figura 7: <i>Servicio Departamental de Caminos Sucre</i>	18
Figura 8: <i>Ubicación del Complejo Senac</i>	19
Figura 9: <i>Consumo Histórico de Diésel Oíl</i>	21
Figura 10: <i>Consumo Histórico de Diésel Oíl</i>	21
Figura 11: <i>Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos – Diésel</i>	22
Figura 12: <i>Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos – Gasolina Especial</i>	23
Figura 13: <i>Desgaste y corrosión de Tanques de Almacenamiento de Diésel Oíl</i>	24
Figura 14: <i>Componentes de los Tanques de Almacenamiento</i>	25
Figura 15: <i>Ubicación de los nuevos Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos</i>	26
Figura 16: <i>Proyección gráfica del Consumo promedio total a 15 años – Diésel Oíl</i>	30
Figura 17: <i>Proyección gráfica del Consumo promedio total a 15 años Gasolina Especial</i> ...	30
Figura 18: <i>Disposición del Nuevo Sistema de Almacenamiento de Combustibles</i>	32
Figura 19: <i>Disposición de los tanques dentro de la fosa de hormigón</i>	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Distancias mínimas a líneas municipales u otras edificaciones.....</i>	8
Tabla 2: <i>Espesores Nominales Mínimos</i>	10
Tabla 3: <i>Diámetro Nominal de la Tubería de Ventilación.....</i>	11
Tabla 4: <i>Datos Técnicos de Tanques Estacionarios de Combustibles Líquidos.....</i>	20
Tabla 5: <i>Consumo Anual de Diésel Oíl y Gasolina Especial.....</i>	20
Tabla 6: <i>Curvas de Proyección de Consumo de Diésel Oíl</i>	27
Tabla 7: <i>Curvas de Proyección de Consumo de Gasolina Especial</i>	27
Tabla 8: <i>Proyección de Consumo promedio total a 15 años – diésel Oíl.....</i>	28
Tabla 9: <i>Proyección de Consumo promedio total a 15 años – Gasolina Especial</i>	29
Tabla 10: <i>Capacidad total proyectada de Combustibles Líquidos.....</i>	31
Tabla 11: <i>Volumen Proyectado de Recepción Semanal de Diésel Oíl</i>	34
Tabla 12: <i>Dimensiones del Tanque de Almacenamiento de Diésel Oíl.....</i>	34
Tabla 13: <i>Volumen Proyectado de Recepción Semanal de Gasolina Especial.....</i>	36
Tabla 14: <i>Dimensiones del Tanque de Almacenamiento de Gasolina Especial</i>	36
Tabla 15: <i>Características Técnicas Dispensadores.....</i>	38
Tabla 16: <i>Características Técnicas de Bomba Seleccionada</i>	39
Tabla 17: <i>Características Técnicas del filtro Seleccionado.....</i>	40
Tabla 18: <i>Características Técnicas de Bomba Seleccionada</i>	40
Tabla 19: <i>Características Técnicas del filtro Seleccionado.....</i>	41
Tabla 20: <i>Costos Estimados para la Construcción del Nuevo Sistema de Almacenamiento... </i>	42

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El Servicio Departamental de Caminos es una empresa pública dependiente del Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca, es uno de los 8 Grandes Consumidores de Productos Regulados a nivel departamental, tiene como principal actividad la de ejecutar y desarrollar obras de construcción, mejoramiento y mantenimiento de caminos. Cuenta con un parque automotor que está compuesto por Equipo Pesado y Equipo Liviano, el cual emplea Diésel Oíl y Gasolina Especial para la ejecución de las obras. (Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2023)

Los Grandes Consumidores de Productos Regulados tienen un consumo igual o mayor a los 20.0000 Litros. Ya sea de Diésel Oíl y/o Gasolina Especial. El cual cuenta con Tanques de Almacenamiento de distintas características de acuerdo a la necesidad que tenga cada empresa.

El Sistema de Almacenamiento de Combustibles líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) del Servicio Departamental de Caminos Sucre, con el transcurrir de los años ha quedado en un área céntrica, debido al avance poblacional, por lo que necesita brindar mayor seguridad para las personas y bienes inmuebles, instalando Tanques Subterráneos.

“Dada la necesidad de contar con equipos móviles pesados para la operación de la planta, surge la importancia del suministro de combustible para el funcionamiento de estos equipos” es lo que menciona la Empresa Pública Productiva Cemento de Bolivia – ECEBOL en los antecedentes de las “Especificaciones Técnicas – Diseño y Construcción del Almacén de Combustibles Diésel”. (ECEBOL, 2018)

“La norma API 620 cubre el diseño y la construcción de tanques de acero al carbono, soldados, de baja presión apoyados sobre cimentación y que poseen un solo eje de revolución vertical” es lo que menciona el Ing. Luis Julio Martínez Barthe titulado en la Universidad de Sevilla en su proyecto de fin de Carrera “Aplicación Informática para el Dimensionamiento Integral de Tanques Mediante la Norma API 620”. (Martínez Barthe, 2018)

1.1.1 Planteamiento del Problema

Las instalaciones del sistema de almacenamiento de combustibles líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) con el transcurrir de los años quedaron bastante céntrico debido al avance poblacional. Y frente de la Empresa se encuentra el complejo Senac, donde fletan estos ambientes para eventos sociales. De los cuales muchas veces involucran el uso de pirotecnia y pues al estar cerca de esos predios los Tanques de Almacenamiento de Gasolina Especial, que está sobre la superficie constituyen en un mayor riesgo de que se pueda ocasionar un accidente.

Los tanques ya son antiguos presentando desgaste y corrosión, ocasionados por agentes atmosféricos (calor, frío, lluvia) al estar expuestos superficialmente. Reduciendo la vida útil de los mismos. Además de que estos no cuentan con una piscina de contención debido a que estas instalaciones son muy antiguas. El cual si se presenta un derrame de combustible pone en riesgo la integridad humana ya sea del operario, de sus afiliados o cualquier persona externa que esté cerca del lugar.

Actualmente también requiere mayores volúmenes de Diésel Oíl y Gasolina Especial, a causa de un mayor consumo al paso de los años, para el desarrollo normal de sus actividades.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Analizar el Estudio Técnico para la Implementación de un Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) para el Servicio Departamental de Caminos Sucre.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Diagnosticar las condiciones actuales del Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) del Servicio Departamental de Caminos Sucre.

- ✓ Determinar la ubicación del área donde se instalará los Tanques Subterráneos de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial).
- ✓ Realizar el Dimensionamiento de Tanques Subterráneos de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) de acuerdo a los requerimientos mínimos de la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH.
- ✓ Seleccionar los componentes adicionales de los Tanques de Almacenamientos de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial).
- ✓ Estimar los costos para la implementación Tanques Subterráneos de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial).

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 Justificación Práctica

La presente investigación que pretende Implementar un Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial), el Servicio Departamental de Caminos podrá abastecer de forma continua a su parque automotor que está constituido por Equipo Liviano y Equipo Pesado, así podrán realizar sus actividades rutinarias; repercutirá en beneficios para la empresa, tales como: Se evitará la mala manipulación de los combustibles líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) y el inadecuado control de Operación y Seguridad. Será de beneficio para todas las personas en las cuales sus viviendas se encuentran a distancias muy cercas a las instalaciones, brindando mayor seguridad. Además, la implementación de un Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) generará nuevas fuentes de empleo directo, por otra parte, es de interés personal el aplicar lo aprendido respecto a la temática de Almacenamiento de Hidrocarburos, como especialidad en Downstream.

1.3.2 Justificación Teórica

Con el desarrollo de la presente monografía se hará un enfoque de lo aprendido en los módulos de Almacenamiento de Hidrocarburos, Ingeniería de Tanques de Almacenamiento e Instrumentación. Por otra parte, se aplicarán conocimientos de materias del pensul académico

cursadas en la universidad como, Almacenamiento, Transporte y Distribución (PGP225), Instrumentación Aplicada (PGP 216), Comercialización de Crudo (IND 215) Elaboración y Evaluación de Proyectos (IND 300), Metodología de la investigación (PGP217), Dibujo Técnico Asistido por Computadora (MEC 101).

1.4 METODOLOGÍA

La presente monografía es una investigación propositiva, con un enfoque cuantitativo (Sampieri, 2014)

1.4.1 Técnicas de Investigación

La información necesaria para el desarrollo de la presente monografía fue proporcionada por el Servicio Departamental de Caminos. Se realizó una entrevista al personal especializado entre ellos la Unidad (SIAM-V) – Sistema Integrado de Administración de Mantenimiento y vías, encargado de Combustibles de la empresa, el jefe de planta de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) Logística S.A. el Técnico del Área de Operaciones de la Agencia Nacional de Hidrocarburos – (ANH), Instituto Boliviano de Metrología – (IBMETRO), Instituto Boliviano de Normalización y Calidad – (IBNORCA), entre otros. Por otra parte, se hizo la revisión de fuentes secundarias como ser normas y resoluciones administrativas de la Agencia Nacional de Hidrocarburos – (ANH) para el área de combustibles Líquidos, información relevante en el análisis.

1.4.2 Instrumentos de Investigación

La información se recopiló para su posterior análisis en planillas de Recepción y Despacho de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial), Certificados de Verificación de los Tanques actuales de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina) emitidos por Instituto Boliviano de Metrología – (IBMETRO). Plano general del Servicio Departamental de Caminos.

CAPÍTULO II: DESARROLLO

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1 Marco Conceptual

2.1.1.1 Hidrocarburos Líquidos

Los Hidrocarburos son los compuestos de carbono e hidrógeno, incluyendo los elementos asociados, que se presentan en la naturaleza, ya sea en el suelo o en el subsuelo, cualquiera sea su estado físico, que conforman el Gas Natural, Petróleo y sus productos derivados, incluyendo el Gas Licuado de Petróleo producido en refinerías y plantas de extracción de licuables. (Ley de Hidrocarburos N° 3058, 2005)

2.1.1.1.1 Combustibles Líquidos

Los líquidos inflamables y combustibles obedecen a una clasificación, que permite establecer las condiciones especiales con las cuales deben manipularse. Resulta importante ubicar dentro de dicha clasificación a los materiales que se almacenen, así como la cantidad a almacenar. La NFPA (National Fire Protection Association) y organismos como la Comunidad Económica Europea, se han encargado de regular de manera internacional la forma y manera de almacenar dichas sustancias. (ASSA, 2023)

2.1.1.1.2 Gasolina Especial

Es un líquido inflamable, ligero, compuesto por una serie de hidrocarburos volátiles obtenidos del petróleo. Es de color cristalino amarillento y olor característico. Su principal característica es el octanaje o grado de resistencia a la compresión antes de su detonación o ignición -de 85 octanos-. Es un producto sin plomo. (YPFB Refinación, 2023)

2.1.1.1.3 Diésel Oil

Es una mezcla de hidrocarburos que se obtiene por destilación fraccionada del petróleo entre 250 °C y 350 °C a presión atmosférica. Una de las especificaciones principales es el índice de cetano de acuerdo a la especificación debe ser de 45 pero la refinería produce con mayor calidad

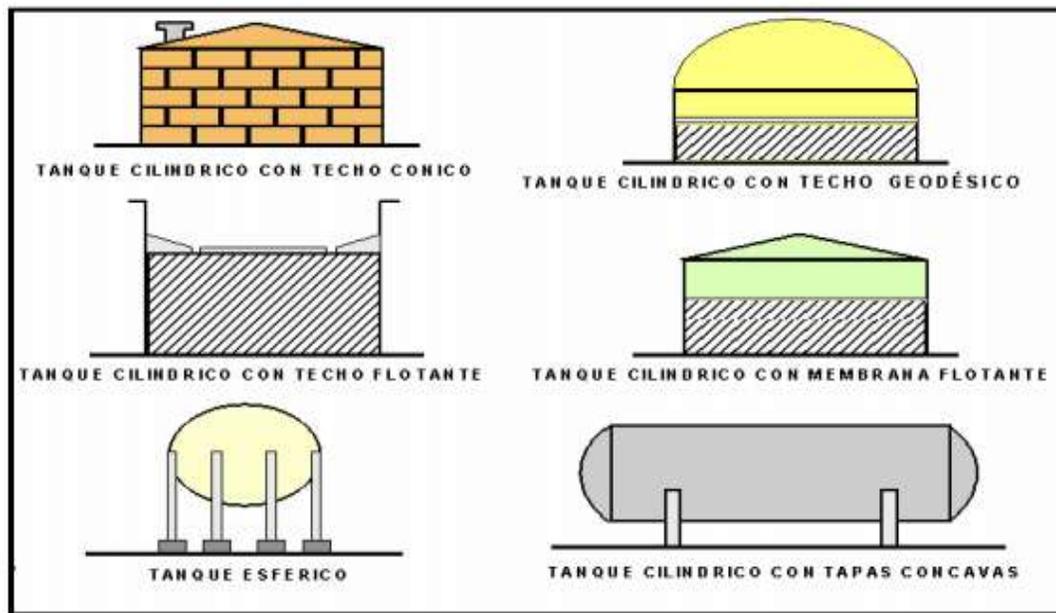
con índice aproximadamente de 55. El Diésel tiene más energía por unidad de volumen que la gasolina, lo que, sumado a la mayor eficiencia de los motores diésel, contribuye a que su rendimiento sea mayor. (YPFB Refinación, 2023)

2.1.1.2 Almacenamiento de Hidrocarburos

2.1.1.2.1 Tanques de Almacenamiento

Los Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos son recipientes hechos en acero, los cuales generalmente se emplean para almacenar hidrocarburos líquidos o gaseosos con condiciones de temperatura y presión acordes al rango de operación y proceso.

Figura 1: *Tanques de almacenamiento de Hidrocarburos*



Fuente: Extraído de, <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/NuestraEmpresa/QuienesSomos/NuestraHistoria>

En la figura 1 se muestra los tipos de Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos, pudiendo ser Cilíndrico con Techo Cónico, Techo Geodésico, Techo Flotante, con Membrana Flotante o con Tapas Cóncavas y Esféricos.

Los Tanques de Almacenamiento se clasifican en Atmosféricos y Presurizados.

2.1.1.2.2 Tanques Atmosféricos

Los Tanques Atmosféricos pueden ser Horizontales y/o Verticales, la única diferencia que se toma en cuenta para su Construcción es la Capacidad de Almacenaje. Los tanques verticales son para mayor capacidad de almacenaje y los tanques horizontales son para menor capacidad de almacenaje.

2.1.1.2.2.1 Tanques Atmosféricos Horizontales – Baja Presión

Este almacenamiento está diseñado para mantener una presión interna mayor a 0.035 kg/cm², pero menor de 1.055 kg/cm² medidos en la parte superior del tanque. Estos tanques de baja presión deben construirse de acuerdo a normas de diseño reconocidas.

2.1.1.2.2.2 Tanques Atmosféricos Verticales

Los tanques atmosféricos verticales son los recipientes diseñados para soportar una Presión interna manométrica de hasta 2.5 Psig (15KPa ó 0,15 Kg/cm²) ó 17Psia (a nivel del mar), esta medida debe ser efectuada en el techo del tanque. Estos pueden ser Tanques de Techo Fijo o Techo Flotante.

2.1.1.2.2.3 Tanques Subterráneos

Son depósitos de almacenamiento de combustibles que suelen estar bajo suelo en las estaciones de servicios y otros usuarios de gran consumo, estos suelen implementarse cuando la cantidad de combustible que se desea almacenar es superior a los niveles convencionales.

Los tanques subterráneos están fabricados generalmente con acero, fibra de vidrio o una combinación de ambos materiales. Estos materiales ofrecen resistencia a la corrosión y al desgaste provocado por el contacto con el suelo y el agua subterránea. Además, los tanques modernos suelen contar con sistemas de monitoreo y detección de fugas para prevenir y controlar posibles problemas medioambientales o de seguridad.

El almacenamiento de combustible en tanques subterráneos, reduce el riesgo de incendio, mantiene el combustible a una temperatura constante y es una solución de almacenamiento de

larga duración. Existen regulaciones y normativas en muchos países para garantizar la seguridad y la protección del medio ambiente en relación con el uso y mantenimiento de estos tanques. (Global Estaciones de Servicio S.L., 2023)

2.1.1.2.3 Tanques Presurizados

Los recipientes a presión son contenedores cerrados, cuidadosamente fabricados, diseñados para contener gases o líquidos a una presión significativamente diferente a la presión del aire circundante. Estos recipientes se utilizan para una variedad de propósitos en el mercado industrial y el sector privado. Debido al peligro inherente de la fabricación y operación de los recipientes a presión, las autoridades de ingeniería aplican estrictas regulaciones a la fabricación de los recipientes a presión. (WATTCO , 2023)

2.1.1.3 Reglamento de la Agencia Nacional de Hidrocarburos

2.1.1.3.1 Ubicación del Área de Tanque de Almacenamiento

Según el Decreto Supremo D.S, 25835 del 7 Julio del 2000 y las especificaciones técnicas mínimas de la Resolución Administrativa RAN-ANH-UGJN N° 0035/2023 del 16/08/2023, los Tanques de Almacenamiento deberán contar con una infraestructura que cumpla distancias de seguridad y distancias mínimas a líneas municipales u otras edificaciones. (Agencia Nacional de Hidrocarburo, 2023)

Tabla 1: *Distancias mínimas a líneas municipales u otras edificaciones*

Volumen del Tanque	Construcciones o Terrenos de Terceros	Construcciones propias o Líneas Municipales
Hasta 45,000.00 L	4.5 M	1.5 M
Más de 45,000.00 L	6 M	1.5 M

Fuente: Extraído de RAN-ANH-UGJN N° 0035/2023

En la tabla 1 se muestra las distancias mínimas a construcciones o líneas municipales que deberán tener los Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) según su volumen.

Para un volumen hasta 45,000.00 L la distancia a construcciones o terrenos de terceros es de 4.5 m y a construcciones propias o líneas municipales es de 1.5 m.

2.1.1.3.2 Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento

El dimensionamiento de Tanque de Almacenamiento debe ser realizado de acuerdo al Decreto Supremo D.S, 25835 del 7 Julio del 2000 y según las especificaciones técnicas mínimas de la Resolución Administrativa RAN-ANH-UGJN N° 0035/2023 del 16/08/2023.

Los tanques deben tener una capacidad mínima de almacenaje de 20.000 litros por cada producto, con certificado de prueba hidráulica vigente e instalados sobre Soportes de Hormigón Armado.

Cumplir distancias de seguridad, altura mínima de la base del tanque al suelo 0.50 m, distancia mínima entre tanques 1 m.

Los tanques de almacenaje deberán disponer de todas las conexiones necesarias para una operación segura, bajo las siguientes especificaciones: Conexión para tubería de llenado, succión, ventilación. Entrada de hombre para inspección. Escalera fija para ascender al tope del tanque. La instalación de tanques de almacenaje y bombas (si corresponde), estará limitada al uso de unidades individuales por cada producto.

La cantidad de extintores deben ser 3 del tipo ABC con una capacidad de 10 kg y las instalaciones eléctricas y equipos utilizados para la operación deberán ser del tipo antiexplosivo.

Los tanques de almacenaje deberán contar con protección anticorrosiva.

Las instalaciones mecánicas deberán contar con la puesta a tierra individual correspondiente, deberá contar con un pararrayo que cubra el área de tanques y despacho de combustible.

Los tanques podrán ser de tipo horizontal y/o vertical, subterráneos dentro de fosas de hormigón armado y/o superficiales dentro de una piscina de contención (muro corta fuego) de cemento u otro material incombustible e impermeable que tenga una capacidad de contención del 110% del volumen total del tanque de mayor capacidad de almacenamiento. (Agencia Nacional de Hidrocarburo, 2023)

2.1.1.3.3 Construcción de los Tanques de Almacenamiento

Los tanques deben ser construidos de acuerdo a las Norma API 620 en base al reglamento para construcción y operación de estaciones servicio de combustibles líquidos del decreto supremo D.S. 24721, Anexo 2 Tanques de Almacenaje de Combustibles (1997). También se debe considerar la norma API 650 y la UL 142.

Las planchas deben ser fabricadas de acero al carbono ASTM-A-36, con los espesores nominales mínimos.

Tabla 2: *Espesores Nominales Mínimos*

Diámetro Tanque (m)		Espesor Plancha Cuerpo Tanques	Espesor Plancha Cabezales
Desde	Hasta	Mm	Mm
1.17	1.92	4.76 (3/16")	-
1.93	2.45	6.35 (1/4")	-
2.46	2.80	7.94 (5/16")	12.7 (1/2")
2.81	3.50	9.52 (3/8")	12.7 (1/2")

Fuente: Extraído del D.S. 24721 Anexo 2, tanques de almacenaje de combustibles

En la tabla 2 se muestra que los espesores de plancha del cuerpo de los tanques van aumentando conforme aumenta el diámetro del tanque.

Para un diámetro de 1.93 m a 2.45 m el espesor de plancha del cuerpo del Tanque será de 1/4".

La instalación definitiva de los tanques de almacenamiento en las fosas de hormigón armado, debe cumplir las condiciones del reglamento para construcciones de estaciones de servicio de combustibles líquidos (Anexos 8a, 8b, 8c y 8d). (Agencia Nacional de Hidrocarburos, 1997)

2.1.1.3.4 Instalación de los Tanques de Almacenamiento

Las distancias laterales del tanque de almacenaje a las paredes de la fosa de hormigón deben tener como mínimo 0.50 metros, al fondo 0.50 metros y a la tapa de hormigón armado: 0.90 metros.

El tanque debe tener una pendiente negativa del 1% (uno por ciento) hacia la boca de llenado. Cada tanque debe estar provisto de una tubería de ventilación, cuya descarga no estará dentro de ninguna edificación ni a una distancia menor a 1.50 metros de cualquier abertura para iluminación, ventilación o acceso de cualquier ambiente.

La tubería de ventilación en su tramo horizontal debe tener una pendiente mínima positiva de 2% y en toda su extensión no debe sufrir más de 6 dobleces. El diámetro de esta tubería permitirá el libre escape de vapores, u opcionalmente, su conexión a un sistema de recuperación de los mismos.

Tabla 3: *Diámetro Nominal de la Tubería de Ventilación*

Capacidad del Tanque (Its)		Diámetro Nominal Tubería de Ventilación (Pulgadas)
Desde	Hasta	-
10,000.00	30,000.00	2"
30,001.00	50,000.00	3"

Fuente: Extraído del D.S. 24721 Anexo 2, tanques de almacenaje

En la tabla 3 se muestra el diámetro del tubo de ventilación para tanques con capacidad de almacenaje de 10,000 Litros y mayores a 30,000 Litros.

Para una capacidad de tanque de entre 10,000.00 Litros a 30,000.00 Litros, el diámetro nominal de la tubería de ventilación es de 2”.

2.1.1.4 Equipos Adicionales del Sistema de Almacenamiento

2.1.1.4.1 Bombas de Combustible

Las bombas de combustible, se emplean para bombear diésel o gasolina desde los tanques de almacenamiento hasta los dispensadores de combustible. Existen 2 tipos de bombas:

- ✓ Bombas Sumergibles.
- ✓ Bombas de Succión.

2.1.1.4.1.1 Bombas Sumergibles

Estas bombas se sumergen en el combustible para impulsarlo con ayuda de una hélice. Es comparable a un ventilador de hogar que, al girar sus aspas. Pueden mover el polvo en dirección opuesta a ellos.

Figura 2: *Bomba Sumergible*



Fuente: Extraído de <https://www.Franklinfueling.com/en/products/submersible-pumping/4-submersible-pumps/1-hp-fixed-speed/>

La figura 2 muestra una bomba sumergible para el bombeo del Combustible Líquido desde los Tanques de Almacenamiento hasta los dispensadores.

2.1.1.4.1.2 Bombas de succión

Este tipo de bombas funcionan mediante un tubo que se coloca en el combustible y un motor que se encarga de disminuir la presión del aire dentro de la tubería, logrando que el Combustible suba por ella hasta la superficie.

El líquido que queda en la tubería luego de apagar el motor de la bomba no regresa a los depósitos, sino que se queda gracias a las válvulas de retención. Dichas válvulas están colocadas en las tuberías por encima del combustible y generan presión de manera tal que el fluido no retorna a pesar de la gravedad. Esto permite que el combustible esté siempre cerca de la

superficie, lo que se traduce en un ahorro de tiempo y un incremento de la productividad. Por otro lado, evita el desgaste de la bomba.

Una vez que el combustible está en la superficie, se comienza a bombear hacia el vehículo. Para determinar qué cantidad de combustible está ingresando al tanque del vehículo, existe una válvula reguladora que se encarga de medir el flujo de dicho líquido.

Luego, pasa la información a una computadora que muestra la cantidad exacta de combustible que se ha despachado. Además, la válvula se encarga de que pase la cantidad correcta de líquido mediante una membrana que regula su flujo.

La principal ventaja de una bomba sumergible sobre una bomba de aspiración es que la hélice puede empujar el agua a una distancia vertical mayor. Sin embargo, debido a que los tanques de gasolina en la mayoría de las estaciones de servicio se encuentran a sólo unos metros por debajo del dispensador, una bomba de succión es generalmente más adecuada para la tarea en cuestión. (Autocosmos, 2023)

2.1.1.4.2 Válvulas de retención

Las válvulas antirretorno o válvulas check se emplean con la finalidad de que el combustible líquido dentro de la tubería no vuelva a caer en el tanque cuando el motor de la bomba se apaga al completar el bombeo del combustible. Por el contrario, se queda atrapada dentro de la tubería gracias al trabajo de la válvula de retención.

Estas válvulas están ubicadas por encima del combustible dentro del tubo y crea un sello hermético. Aunque la parte inferior del tubo está abierta, la presión de vacío creado por la válvula de retención mantiene el combustible en su lugar.

Por otro lado, la energía que impulsa a las bombas por lo general proviene de la misma red eléctrica que alimenta las luces y los aparatos en tu casa y requeriría consumir más energía para llenar los tanques de los autos.

Utilizando una válvula de retención para mantener el líquido dentro del tubo, evita un desgaste innecesario de la bomba de succión y asegura que el suministro de combustible se mantenga en

la tubería para que el próximo cliente no tenga que esperar a que se extraiga desde abajo. Puede no parecer gran cosa, pero el proceso puede tardar de 10 a 15 segundos. Eso no es una espera muy larga, pero puede ser una eternidad cuando estás esperando que el combustible llegue. (Autocosmos, 2023)

Figura 3: *Válvula de retención*



Fuente: Extraído de <https://serprogas.com.gt/bombas-sumergibles-de-una-gasolinera/>

En la figura 3 se muestra una válvula anti-retorno que se emplean en surtidores de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial).

2.1.1.4.3 Accesorios

2.1.1.4.3.1 Medidores de flujo

El líquido que viaja hacia arriba en el dispensador, pasa a través de una válvula reguladora que mide la velocidad del flujo de combustible. Esto lo hace a través de una membrana de plástico que se comprime más y más estrechamente por el tubo conforme el flujo de combustible aumenta, dejando siempre espacio suficiente para que la cantidad correcta pase a través de él.

Si se ha establecido una cantidad predeterminada de combustible a bombear, el flujo se reducirá a medida que se aproximan al límite.

Los cambios de temperatura del combustible debido al cambio de temperatura del ambiente, son compensados por la computadora que toma en cuenta la temperatura del líquido y el flujo del líquido para ajustar el precio de venta. El desgaste en el medidor puede degradar su precisión con el tiempo, por lo que los controles periódicos por institución a cargo son necesarios para realizar las certificaciones. Técnicamente es recomendable instalar una bomba antes del medidor. La selección del medidor está basada en el caudal promedio de descarga de la bomba.

Figura 4: *Medidor de Flujo de Combustible Líquidos*



Fuente: Extraído de <http://www.conauto.com.ec/index.php/liquid-controls-medidores-de-flujos-serie-m/#1571753793-1-41>

En la figura 4 se muestra un medidor de flujo de Combustibles Líquidos. El medidor de flujo es un molde de hierro o de aluminio, el cual tiene una serie de engranajes o un rotor simple por donde pasa el combustible. Estos miden el flujo y pasan la información a una computadora situada en el dispensador que muestra la cantidad medida en décimas de litros.

La presión máxima de ingreso al medidor no debe superar en ningún caso las 150 Psig.

Todos los medidores incluyen eliminador de aire y filtro-malla retenedor de impurezas. Todos los medidores tienen como material preliminar aluminio. (Conauto, 2023)

2.1.1.4.3.2 Filtros

Los filtros retienen las partículas sólidas del combustible, son fáciles de instalar en cualquier dispensador de combustible e incluyen todo lo necesario para filtrar incluso los contaminantes más pequeños antes de que ingresen al sistema de combustible del equipo.

Figura 5: *Filtros de Combustibles Líquidos*



Fuente: Extraído de <https://www.donaldson.com/es-mx/engine/filters/products/bulk-fluids/filter-kits-carts/diesel-kits/>

En la figura 5 se muestra filtros de Combustibles Líquidos. Son fáciles de instalar, proporcionan filtración de acuerdo con la norma ISO 14/13/11 de limpieza de diésel en un solo paso. No siempre puede controlar el nivel de limpieza del combustible diésel que le suministran, pero sí puede controlar el nivel de limpieza que tiene cuando lo carga en sus vehículos y equipos.

En cuanto a los beneficios protege los costosos sistemas de inyección de combustible, evita la saturación prematura de los filtros de combustible incorporados, reduce los costos de mantenimiento y evita períodos de inactividad no planeados. (Donaldson Filtration Solutions, 2023)

2.1.1. Marco Contextual

2.1.2.1 Diagnóstico de las Condiciones Actuales del Sistema de Almacenamiento

2.1.2.1.1 Ubicación geográfica del lugar de aplicación.

Los Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oil – Gasolina Especial) se encuentran distribuidos en dos áreas.

Figura 6: Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos



Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos obtenidos de Google Earth

En la figura 6 se muestra que su Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oil – Gasolina Especial) se encuentran dentro de las mismas instalaciones de la empresa.

El Servicio Departamental de Caminos Sucre se encuentra ubicado en el departamento de Chuquisaca, municipio de Sucre, en la zona de la Prosperina, calle Julio Pinkas S/N.

Las coordenadas UTM del Servicio Departamental de Caminos Sucre son:

- ✓ Coordenada Este: 262,143.00 m E.
- ✓ Coordenada Norte: 7,891,329.00 m S.

Las instalaciones del Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) con el transcurrir de los años quedaron bastante céntrico debido al avance poblacional.

Figura 7: *Servicio Departamental de Caminos Sucre*



Fuente: Elaboración Propia, en base a fotografía tomada del SEDCAM.

En la figura 7 se muestra que las áreas adyacentes al Servicio Departamental de Caminos se encuentran Pobladas, por lo que su Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) constituye un riesgo para las personas que habitan en los alrededores a la empresa.

Por lo que se requiere que los Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) sean subterráneos. Esto para mayor seguridad a las construcciones cercanas a este predio, ya que estos Tanques se encuentran vulnerables ante agentes externos que se presente en este lugar u otros factores fuera de responsabilidad de la empresa ocasionada por fuentes de ignición (cohetillos, matasuegras, juegos pirotécnicos, que son utilizados en eventos como fiestas).

También frente de la Empresa se encuentra el complejo del Senac, quedando a pocos metros del predio de los Tanques de Almacenamiento de Gasolina Especial.

Figura 8: *Ubicación del Complejo SENAC*



Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos obtenidos de Google Earth

En la figura 8 se muestra que en el lado izquierdo se encuentra el complejo SENAC y al frente a pocos metros se encuentra su Sistema de Almacenamiento de Combustible de Gasolina Especial, siendo uno de ellos un Tanque superficial.

Estos ambientes del complejo SENAC se alquilan para eventos sociales, en los cuales se hace uso de pirotecnia. El complejo al estar a pocos metros de los tanques de almacenamiento de Gasolina Especial del Servicio Departamental de Caminos Sucre, se constituye en factor de alto riesgo.

2.1.2.1.2 Datos Técnicos de Tanques Estacionarios de Combustibles

Actualmente el Servicio Departamental de Caminos Sucre cuenta con cuatro Tanques. Dos Tanques están destinados para el Diésel Oíl, y dos Tanques para Gasolina Especial. Uno es subterráneo ubicado en una fosa de contención y el otro es un tanque superficial.

A continuación, se muestran los Datos Técnicos de los Tanques Estacionarios de los Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial).

Tabla 4: *Datos Técnicos de Tanques Estacionarios de Combustibles Líquidos*

Tipo de Combustible	Capacidad Tanque (Lts)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Material
Diésel Oíl	11,000.00	1,920.00	4,000.00	Acero
Diésel Oíl	6,000.00	1,627.00	2,900.00	Acero
Gasolina Especial	6,000.00	1,700.00	2,804.00	Acero
Gasolina Especial	6,000.00	1,708.00	2,802.00	Acero

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos proporcionados por el SEDCAM

En la tabla 4 se muestra las dimensiones y características técnicas de los tanques de almacenamiento de Diésel Oíl y Gasolina Especial.

2.1.2.1.3 Histórico de Consumo de Combustibles Líquidos

Para la proyección de consumo se cuenta con datos históricos de consumo anual de Diésel Oíl y Gasolina Especial desde la gestión 2017 hasta la gestión 2022.

Tabla 5: *Consumo Anual de Diésel Oíl y Gasolina Especial*

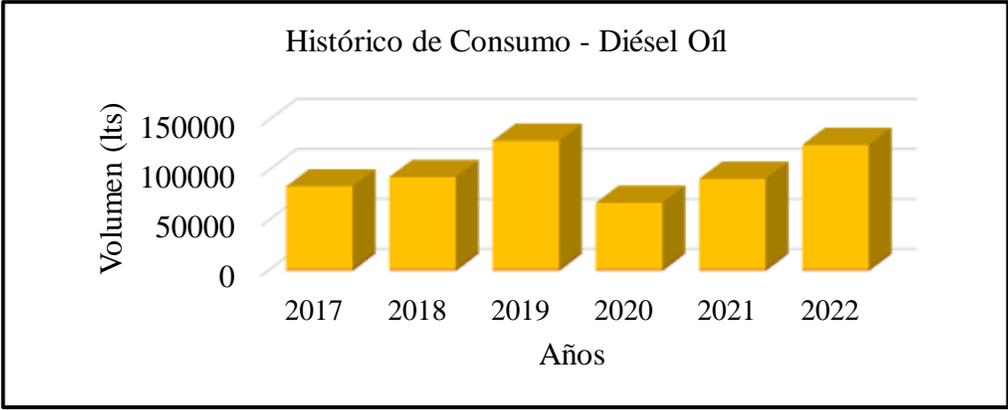
Año	Diésel Oíl (Lts/Año)	Gasolina Especial (Lts/Año)
2017	82,500.00	19,950.00
2018	91,850.00	20,830.00
2019	128,000.00	25,500.00
2020	66,000.00	19,800.00
2021	90,000.00	21,100.00
2022	124,000.00	25,200.00

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos proporcionados por el SEDCAM.

La tabla 5 muestra los consumos anuales de Diésel Oíl y Gasolina especial del Servicio Departamental de Caminos Sucre entre las gestiones 2017 y 2022.

A continuación, se muestra la proyección del Histórico del consumo de Diésel Oíl y Gasolina Especial.

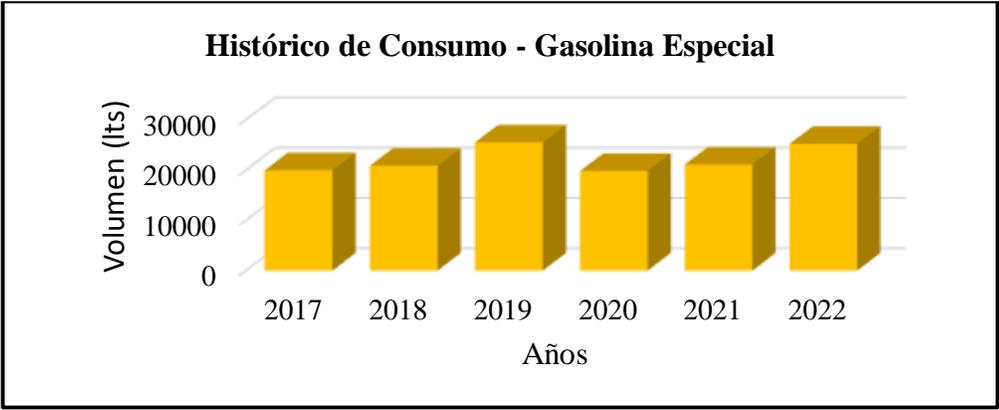
Figura 9: Consumo Histórico de Diésel Oíl



Fuente: Elaboración Propia, en base a datos proporcionados por el SEDCAM

La figura 9 muestra el consumo anual de Diésel Oíl de las gestiones 2017 a 2022, donde se observa que ha ido incrementando significativamente a lo largo de los años, a excepción del año 2020 que registró un descenso en el consumo, debido a la pandemia de COVID-19.

Figura 10: Consumo Histórico de Diésel Oíl



Fuente: Elaboración Propia, en base a datos proporcionados por el SEDCAM

La figura 10 muestra el consumo anual de Gasolina Especial de las gestiones 2017 a 2022, donde se observa el incremento de consumo respecto al año anterior, a excepción de la gestión 2020.

Durante la gestión 2020, debido a la pandemia de COVID-19 el Servicio Departamental de Caminos sólo trabajó atendiendo emergencias, siendo su consumo bastante bajo.

2.1.2.1.4 Estado actual de los Tanques de Almacenamiento

El sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos del Servicio Departamental de Caminos Sucre está conformado por 4 Tanques, dos de Diésel Oíl y dos de Gasolina Especial. Los tanques de Almacenamiento de Diésel Oíl son Tanques Superficiales y de los dos Tanques de Gasolina Especial uno es superficial y el otro es subterráneo instalado en una fosa.

Su sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos del Diésel Oíl cuenta con una superficie de 96.78 m².

Figura 11: *Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos – Diésel*



Fuente: Elaboración Propia, en base a fotografía tomada del SEDCAM

En la figura 11 se puede observar que tiene dos tanques superficiales, cada uno tiene una capacidad de almacenamiento de 11,000.00 Litros y 6,000.00 litros, haciendo un total de 17,000.00 litros de capacidad de almacenaje de Diésel Oíl.

Los mismos no cuentan con una piscina de contención (mura corta fuego).

Por otra parte, el Sistema de Almacenamiento de Gasolina Especial cuenta con una superficie de 30.88 m².

Figura 12: *Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos – Gasolina Especial*



Fuente: Elaboración Propia, en base a fotografía tomada del SEDCAM

En la figura 12 se puede observar la ubicación del Tanque superficial de Almacenamiento de Gasolina Especial, éste tiene una capacidad de almacenaje de 6,000.00 Litros. El Tanque de Almacenamiento subterráneo está ubicado en la misma área y tiene una capacidad de almacenaje de 6,000.00 Litros, haciendo un total de 12,000.00 Litros de capacidad de almacenaje de Gasolina Especial.

Todos los Tanques superficiales presentan desgastes y corrosión, causados por los agentes atmosféricos como la lluvia, el calor y el frío, reduciendo la vida útil de los mismos.

Existe la necesidad de que los Tanques de Almacenamiento de Diésel Oíl sean subterráneos, debido principalmente al crecimiento poblacional en los alrededores del Servicio Departamental de Caminos Sucre, lo que genera un mayor riesgo al tener los tanques superficiales.

Al contar con un Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Diésel Oíl, se tendrá un mejor Control de Operación y Seguridad del Diésel Oíl, reduciendo los agentes atmosféricos (calor, frío, lluvia) que afectan a los tanques y de esa manera realizar el Abastecimiento de forma eficiente, continua, puntual y segura a su parque automotor.

Figura 13: *Desgaste y corrosión de Tanques de Almacenamiento de Diésel Oíl*



Fuente: Elaboración Propia, en base a fotografía tomada del SEDCAM

En la figura 13 se muestra el estado actual de sus Tanques de Almacenamiento de Diésel Oíl, donde se puede observar que presentan desgaste por corrosión.

2.1.2.1.5 Componentes adicionales de los Tanques de Almacenamientos

Los Tanques de Almacenamiento del Servicio Departamental de Caminos Sucre, cuentan con equipos e instrumentos que permiten la recepción y despacho de Diésel Oíl y Gasolina Especial, además la operación del tanque de manera segura.

Entre los componentes adicionales con los que cuenta el Sistema de Almacenamiento de combustibles líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial), se tienen los siguientes:

- ✓ Dispensers de Diésel Oíl y Gasolina Especial para la carga de Equipo Pesado y Equipo Liviano. Las mangueras de cada uno de los dispensers cuentan con su respectiva válvula de corte rápido.

- ✓ A la salida del Tanque de combustible está instalado una bomba de combustible con su contómetro.
- ✓ Tiene instalado los filtros para la retención de partículas sólidas, con la finalidad de proteger los equipos y entregar un combustible libre de partículas sólidas.

Figura 14: *Componentes de los Tanques de Almacenamiento*



Fuente: Elaboración Propia, en base a fotografía tomada del SEDCAM

En la figura 14 se muestra los componentes adicionales que tiene el sistema de almacenamiento de combustibles líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) del Servicio Departamental de Caminos Sucre.

De todos los componentes los que se utilizarán en el nuevo Sistema de Almacenamiento son los dispensers.

2.2. INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS

2.2.1 Localización del Área para el Nuevo Sistema de Almacenamiento

La ubicación que dispone el Servicio Departamental de Caminos de Sucre para la instalación de los nuevos Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) se encuentra en el lado sud-este de sus instalaciones,

Figura 15: Ubicación de los nuevos Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos



Fuente: Elaboración Propia, en base a fotografía tomada del SEDCAM

En la figura 15 se puede observar la ubicación del área para la instalación del nuevo sistema de Almacenamiento de los Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial).

Teniendo coordenadas UTM de:

- ✓ Coordenada al Este 262229.00 m E.
- ✓ Coordenada al Norte 7891218.00 m S.

2.2.2 Proyección del incremento del consumo

Para la obtención de la curva que represente los datos históricos de consumo de Combustible, se realizó el cálculo para dos grupos de datos, debido a un descenso drástico en el consumo de ambos combustibles debido al COVID-2019, por lo que no es posible obtener una sola curva que se ajuste a todos los datos históricos de consumo, tanto para Diésel Oíl y Gasolina Especial.

Tabla 6: *Curvas de Proyección de Consumo de Diésel Oíl*

Curvas de para proyección de Consumo de Diésel Oíl					
Año	Consumo (Lts/año)	Curva Obtenida	Contantes		
			a ₀	a ₁	a ₂
2017	82,500.00				
2018	91,850.00	$y = 99,950 - 30,850 * x + 13,400 * x^2$	99,950.00	-30,850.00	13,400.00
2019	128,000.00				
2020	66,000.00				
2021	90,000.00	$y = 52,000 + 9,000 * x + 5,000 * x^2$	52,000.00	9,000.00	5,000.00
2022	124,000.00				

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos proporcionados por el SEDCAM

En la tabla 6 se muestran las curvas obtenidas a partir de los consumos históricos para la proyección de consumo de Diésel Oíl.

Tabla 7: *Curvas de Proyección de Consumo de Gasolina Especial*

Curvas de para proyección de Consumo de Gasolina Especial					
Año	Consumo (Lts/año)	Curva Obtenida	Contantes		
			a ₀	a ₁	a ₂
2017	19,950.00				
2018	20,830.00	$y = 22,860 - 4,805 * x + 1,895 * x^2$	22,860.00	-4,805.00	1895
2019	25,500.00				
2020	19,800.00				
2021	21,100.00	$y = 21,300 - 2,900 * x + 1,400 * x^2$	21,300.00	-2,900.00	1,400.00
2022	25,200.00				

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos proporcionados por el SEDCAM

En la tabla 7 se muestran las curvas obtenidas a partir de los consumos históricos para la proyección de consumo de Gasolina Especial.

Las curvas que mejor se ajustan a los datos históricos son las curvas polinómicas, empleando estas curvas se realizó la proyección de consumo de Diésel Oíl y Gasolina Especial a 15 años para hacer el cálculo del volumen de los tanques.

Tabla 8: Proyección de Consumo promedio total a 15 años – diésel Oíl

Proyección de Consumo – Diesel Oil a 15 Años				
Año	x	Proyección Curva 2017-2019	Proyección Curva 2020-2022	Proyección Promedio
		y₁ (Lts/año)	y₂ (Lts/año)	y_{prom} (Lts/año)
2023	1	190,950.00	168,000.00	179,475.00
2024	2	280,700.00	222,000.00	251,350.00
2025	3	397,250.00	286,000.00	341,625.00
2026	4	540,600.00	360,000.00	450,300.00
2027	5	710,750.00	444,000.00	577,375.00
2028	6	907,700.00	538,000.00	722,850.00
2029	7	1,131,450.00	642,000.00	886,725.00
2030	8	1,382,000.00	756,000.00	1,069,000.00
2031	9	1,659,350.00	880,000.00	1,269,675.00
2032	10	1,963,500.00	1,014,000.00	1,488,750.00
2033	11	2,294,450.00	1,158,000.00	1,726,225.00
2034	12	2,652,200.00	1,312,000.00	1,982,100.00
2035	13	3,036,750.00	1,476,000.00	2,256,375.00
2036	14	3,448,100.00	1,650,000.00	2,549,050.00
2037	15	3,886,250.00	1,834,000.00	2,860,125.00

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos obtenidos del SEDCAM

En la tabla 8 se muestra la proyección de consumo de Diésel oíl para 15 años, empleando las dos curvas de proyección y calculando el promedio de ambas proyecciones se estima un consumo de Diésel Oíl de 2,860,125.00 Litros para el año 2037.

A continuación, se muestra la proyección de Consumo Promedio a 15 años de Gasolina Especial.

Tabla 9: *Proyección de Consumo promedio total a 15 años – Gasolina Especial*

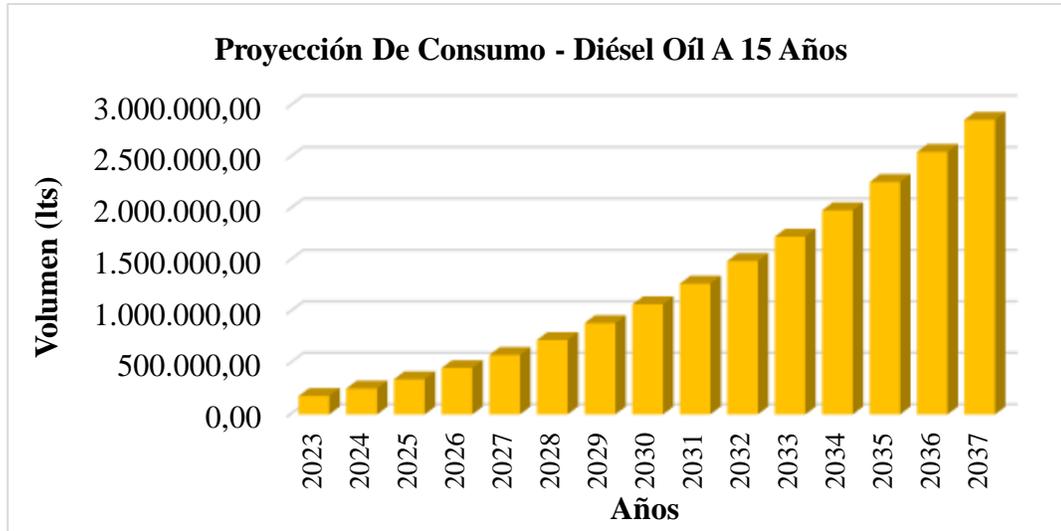
Proyección de Consumo - Gasolina Especial a 15 Años				
Año	x	Proyección	Proyección	Proyección Promedio
		Curva 2017-2019	Curva 2020-2022	
		y₁ (Lts/año)	y₂ (Lts/año)	y_{prom} (Lts/año)
2023	1	33,960.00	32,100.00	33,030.00
2024	2	46,210.00	41,800.00	44,005.00
2025	3	62,250.00	54,300.00	58,275.00
2026	4	82,080.00	69,600.00	75,840.00
2027	5	105,700.00	87,700.00	96,700.00
2028	6	133,110.00	108,600.00	120,855.00
2029	7	164,310.00	132,300.00	148,305.00
2030	8	199,300.00	158,800.00	179,050.00
2031	9	238,080.00	188,100.00	213,090.00
2032	10	280,650.00	220,200.00	250,425.00
2033	11	327,010.00	255,100.00	291,055.00
2034	12	377,160.00	292,800.00	334,980.00
2035	13	431,100.00	333,300.00	382,200.00
2036	14	488,830.00	376,600.00	432,715.00
2037	15	550,350.00	422,700.00	486,525.00

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos obtenidos del SEDCAM

En la tabla 9 se muestra la proyección de consumo de Gasolina Especial para 15 años, empleando las dos curvas de proyección y calculando el promedio de ambas proyecciones se estima un consumo de Gasolina Especial de 486,525.00 Litros para el año 2037.

A continuación, se muestra la gráfica de la proyección a 15 años de los Combustibles Líquidos.

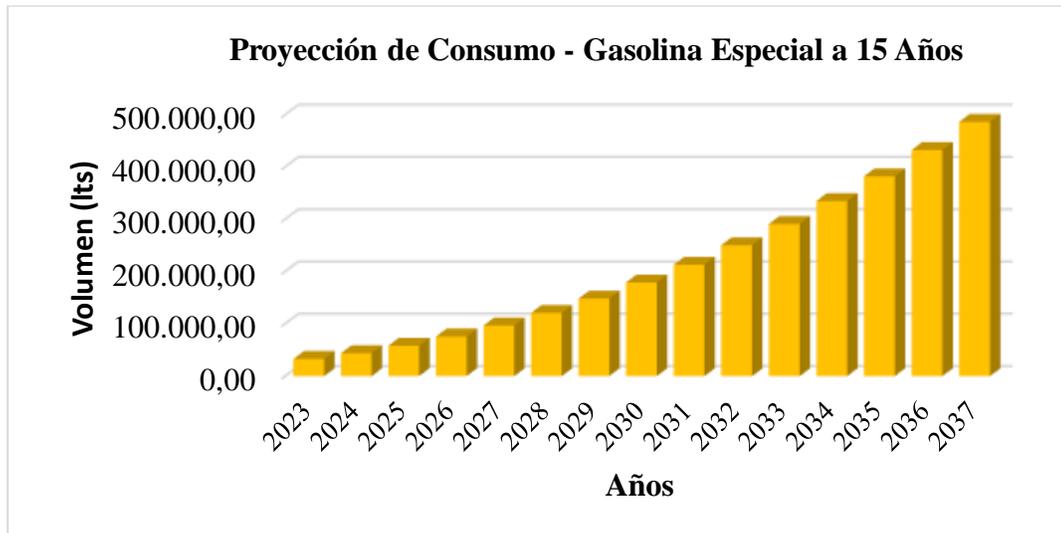
Figura 16: Proyección gráfica del Consumo promedio total a 15 años – Diésel Oíl



Fuente: Elaboración Propia, en base a datos proporcionados por el SEDCAM

La figura 16 muestra la proyección de consumo de Diésel Oíl para 15 años.

Figura 17: Proyección gráfica del Consumo promedio total a 15 años Gasolina Especial



Fuente: Elaboración Propia, en base a datos proporcionados por el SEDCAM

La figura 17 muestra la proyección de consumo de Gasolina Especial para 15 años.

2.2.3 Dimensionamiento del Área de instalación del Tanque

Para la instalación del Nuevo Sistema de Almacenamiento y Dispensadores del Servicio Departamental de Caminos Sucre, se tiene disponible un área con una superficie total de terreno de 410 m².

En esta área se realizó el cálculo para la disposición de los Tanques de Almacenamiento de Diésel Oíl y Gasolina Especial dentro de la fosa de hormigón armado, considerando el área para la instalación de los surtidores de ambos combustibles.

Tabla 10: *Capacidad total proyectada de Combustibles Líquidos*

Tipo de Combustible	Capacidad Actual (Lts)	Incremento Proyectado (Lts)	Total Proyectado (Lts)
Diésel Oíl	17,000	13,000	30,000
Gasolina Especial	12,000	8,000	20,000

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos proporcionados por el SEDCAM

En la tabla 10 se muestra que los tanques tendrán una capacidad de 30,000 Litros para Diésel Oíl y 20,000 L para Gasolina Especial.

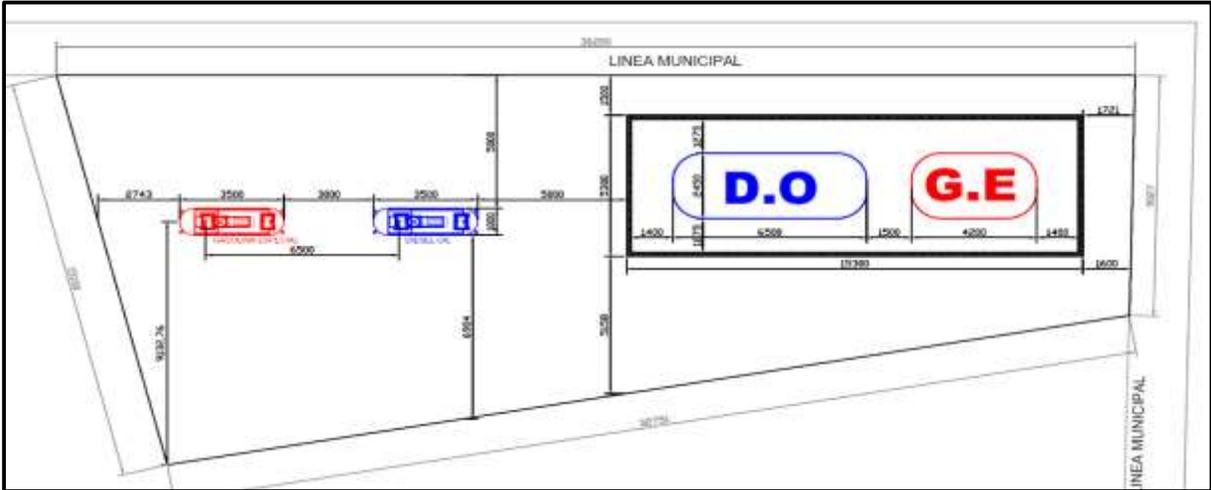
La disposición para su nuevo Sistema de Almacenamiento se cuenta con un área de 410 m², área suficientemente grande para los dos tanques de Diésel Oíl y Gasolina Especial.

Como serán subterráneos existe mayor seguridad. A construcciones propias se encuentran a más de 1.5 m. Y a las líneas municipales también se encuentran a más de 1.5 m. Y a construcciones o terrenos terceros se encuentran a más de 5 m.

Todo esto se basó en las especificaciones técnicas mínimas para instalaciones de Grandes Consumidores de Productos Regulados.

A continuación, se muestra la Disposición del Nuevo Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oil – Gasolina Especial).

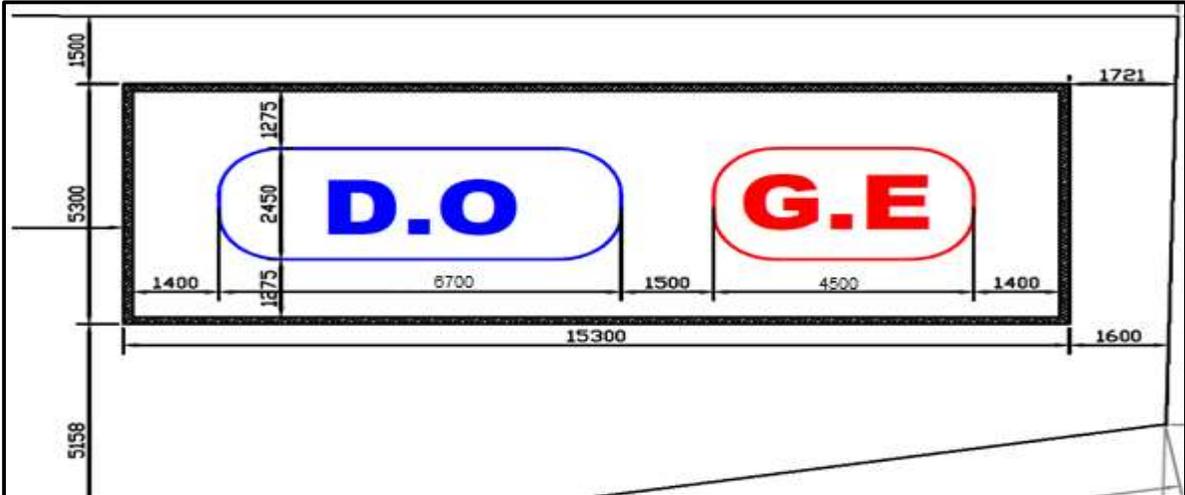
Figura 18: Disposición del Nuevo Sistema de Almacenamiento de Combustibles



Fuente: Elaboración Propia, en base a RAN-ANH-UGJN N° 0035/2023

En la figura 18 se muestra cómo quedará ya su disposición de su nuevo Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oil – Gasolina Especial). Mostrando las distancias a construcciones propias, construcciones o terrenos terceros.

Figura 19: Disposición de los tanques dentro de la fosa de hormigón



Fuente: Elaboración Propia, en base a datos proporcionados por reglamentos de tanques

En la figura 19 se puede observar la disposición de los Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) dentro de las fosas de contención.

2.2.4 Dimensionamiento de los tanques subterráneos

El dimensionamiento de los Tanques de Almacenamiento subterráneos de Diésel Oíl y Gasolina Especial se realizó en base a la Norma API 620, cumpliendo con las especificaciones del reglamento para Construcción y Operación de Estaciones Servicio de Combustibles Líquidos DS 24721, Anexo 2 Tanques de Almacenaje de Combustibles (1997). También se consideró la norma API 650 y la UL 142.

Se tomaron como referencia también certificados de verificación de tanques de similar capacidad. La capacidad de los tanques de Almacenamiento para Diésel Oíl y Gasolina Especial se obtuvo del consumo proyectado a 15 años.

2.2.4.1 Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento de Diésel Oíl

El dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento se realizó a partir de la proyección de consumo de Diésel Oíl obtenida para 15 años.

Volumen de Diésel Oíl:

$$V_{Proyectado\ DO} = 2,860,125.00\ Litros$$

Volumen de Recepción Semanal de Diésel Oíl (3 veces por semana):

$$V_{mensual} = \left(\frac{V_{anual}}{12} \right) = \frac{2,860,125.00\ lt}{12} = 238,343.75\ Litros$$

$$V_{semanal} = \left(\frac{V_{mensual}}{4} \right) = \frac{238,343.75\ lt}{4} = 59,585.94\ Litros$$

$$V_{recepción} \cong \left(\frac{V_{semanal}}{3} \right) \cong \frac{59,585.94\ lt}{4} \cong 19,861.79\ Litros$$

Volumen del Tanque:

$$V_{\text{mínimo del tanque}} = V_{\text{recepción}} * \text{Factor de Seguridad}$$

$$V_{\text{mínimo del tanque}} = 19,861.79 \text{ lt} * 1.05 = 20854,88 \text{ Litros}$$

$$V_{\text{asumido}} = V_T = 30,000.00 \text{ lt} * 1.05 = 31,500.00 \text{ Litros}$$

Cálculo de la longitud del Tanque:

$$V_T = \frac{\pi * D^2}{4} * L$$

$$L = \frac{4 * V_T}{\pi * D^2} = \frac{4 * 31500 \text{ lt} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}}}{\pi * (2.45 \text{ m})^2} = 6.68 \text{ m}$$

$$L_{\text{asumida}} = 6,70 \text{ m}$$

Tabla 11: *Volumen Proyectado de Recepción Semanal de Diésel Oíl*

Volumen Proyectado Anual (Lts)	Volumen Mensual (Lts)	Volumen Semanal (Lts)	Volumen de Recepción por semana (Lts)
2,860,125.00	238,343.75	59,585.94	19,861.79

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos calculados

En la tabla 11 se muestra un volumen calculado de recepción de Diésel Oíl es de 19,861.79 Lt.

Tabla 12: *Dimensiones del Tanque de Almacenamiento de Diésel Oíl*

Volumen Mínimo Requerido (Lts)	Volumen Nominal (Lts)	Volumen Real del Tanque (Lts)	Diámetro del Tanque (m)	Longitud del Tanque (m)
19,861.79	30,000.00	31,500.00	2.45	6.70

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos calculados

En la tabla 12 se muestra que el volumen nominal del tanque será de 30,000.00 Litros con un diámetro de 2,45 m y una longitud de 6,70 m.

2.2.4.2 Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento de Gasolina Especial

El dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento se realizó a partir de la proyección de consumo de Gasolina Especial obtenida para 15 años.

Volumen de Gasolina Especial:

$$V_{Proyectado\ GE} = 486,525.00\ Litros$$

Volumen de Recepción Semanal de Gasolina Especial (3 veces por semana):

$$V_{mensual} = \left(\frac{V_{anual}}{12} \right) = \frac{486,525.00\ lt}{12} = 40,543.75\ Litros$$

$$V_{semanal} = \left(\frac{V_{mensual}}{4} \right) = \frac{40,543.75\ lt}{4} = 10,135.94\ Litros$$

$$V_{recepción} \cong V_{semanal} \cong 10,135.9375\ Litros$$

Volumen del Tanque:

$$V_{mínimo\ del\ tanque} = V_{recepción} * Factor\ de\ Seguridad$$

$$V_{mínimo\ del\ tanque} = 10,135.94\ lt * 1.05 = 10,642.73\ Litros$$

$$V_{asumido} = V_T = 20,000.00\ lt * 1.05 = 21,000.00\ Litros$$

Cálculo de la longitud del Tanque:

$$V_T = \frac{\pi * D^2}{4} * L$$

$$L = \frac{4 * V_T}{\pi * D^2} = \frac{4 * 21,000.00\ lt * \frac{1\ m^3}{1,000.00\ lt}}{\pi * (2.45\ m)^2} = 4,50\ m$$

$$L_{asumida} = 4,50\ m$$

Tabla 13: *Volumen Proyectado de Recepción Semanal de Gasolina Especial*

Volumen Proyectado Anual (Lts)	Volumen Mensual (Lts)	Volumen Semanal (Lts)	Volumen de Recepción por semana (Lts)
486,525.00	40,543.75	10,135.94	10,135.94

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos calculados

En la tabla 13 se muestra el volumen calculado de recepción de Gasolina Especial que es de 10,135.94 Litros.

Tabla 14: *Dimensiones del Tanque de Almacenamiento de Gasolina Especial*

Volumen Mínimo Requerido (Lts)	Volumen Nominal (Lts)	Volumen Real del Tanque (Lts)	Diámetro del Tanque (m)	Longitud del Tanque (m)
10,642.73	20,000.00	21,000.00	2.45	4.50

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos calculados

En la tabla 14 se muestra que el volumen nominal del tanque de Gasolina Especial será de 20,000.00 Litros, con un diámetro de 2,45 m y una longitud de 4,50 m.

2.2.4.3 Especificaciones Técnicas Mínimas de los Tanques de Almacenamiento

Los tanques de almacenamiento de Diésel Oíl y Gasolina Especial deben cumplir con las siguientes especificaciones técnicas mínimas. De acuerdo a las Norma API 620 en base al reglamento para construcción y operación de estaciones servicio de combustibles líquidos del decreto supremo D.S. 24721, Anexo 2 Tanques de Almacenaje de Combustibles (1997). También se debe considerar la norma API 650, la UL 142 y RAN-ANH-UGJN N° 0035/2023.

- ✓ La Entrada hombre debe ser de 22 Pulgadas.
- ✓ El tanque debe tener una tapa con un espesor mínimo de ¼ Pulgadas.
- ✓ El diámetro del tubo de ingreso de combustible de Ingreso debe ser de 3 Pulgadas.
- ✓ El diámetro del tubo de ingreso de combustible de Ingreso debe ser de 2 Pulgadas.

- ✓ La escalera del tanque deberá ser mínimamente de 5/8 pulgada y de la cañería de 3/4 pulgada.
- ✓ El tubo de venteo debe ser mínimamente de 2 pulgadas. Debe tener una pendiente mínima positiva de 2% en su tramo horizontal y en toda su extensión no debe sufrir más de 6 dobleces.
- ✓ Para la purga el niple será un niple de 1Plg.
- ✓ El pintado general será con pintura anticorrosiva alquímica.
- ✓ El material será el Acero al Carbono ASTM – 36 de 1/4" (6,4 mm) de espesor mínimamente.
- ✓ Los Cabezales serán cónicos conformados por el mismo espesor.
- ✓ La distancia entre los tanques situados en la misma fosa será de un metro como mínimo. El tanque tendrá una pendiente negativa del 1% (uno por ciento) hacia la boca de llenado.
- ✓ Una vez concluida la construcción del Tanque de Almacenamiento de Hidrocarburos Líquidos, se efectuará en el mismo la prueba de Hermeticidad, con una Presión de una y media (1,5) veces la Presión de Trabajo y de acuerdo a Normas establecidas para el efecto.

2.2.5 Selección de los componentes adicionales de los Tanques

Para la selección de los componentes adicionales de los Tanques de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) se tomó como referencia la propia empresa del Servicio departamental de Caminos, ya que tiene todos esos componentes, también se hizo visitas a estaciones de servicio para ver los componentes que conforma los tanques subterráneos.

Entre los componentes adicionales se tiene:

2.2.5.1 Dispensadores de Combustibles

El Servicio Departamental de Caminos Sucre actualmente cuenta con dispensadores de Gasolina Especial y Diesel Oil, los mismos se emplearán para el nuevo sistema de almacenamiento de combustibles, tienen las siguientes características:

Tabla 15: *Características Técnicas Dispensadores*

Características de los Dispensadores	
Marca	Tokheim
Tipo	Dispensador de Combustible
Modelo	Quantum 100T
Caudal Máximo	80 Lts/min
Caudal Mínimo	8 Lts/min
Presión Máxima	3,5 bar (50.76 psi)
Temperatura de Fluido	-25°C a 50°C
Clase de Precisión	0,5

Fuente: Extraído de placa de características técnicas de dispensadores del SEDCAM

En la tabla 15 se muestra que los dispensadores del Servicio Departamental de Caminos Sucre tienen un caudal de entrega entre 8 a 80 Lts/min y una presión máxima de 50.76 psi.

2.2.5.2 Bomba de Combustible

En base al caudal de despacho de los dispensadores se seleccionó una bomba para cada dispensador de las siguientes características:

Condiciones Requeridas:

Caudal Requerido = 80 Lts/min

Altura de Bombeo = 6m.

Fluido = Diésel Oíl y Gasolina Especial.

Tipo de Bomba = Sumergible

Tabla 16: *Características Técnicas de Bomba Seleccionada*

Características de la Bomba Seleccionada	
Marca	Fepetro
Tipo	Turbina Sumergible
Modelo	STP 150 B VL2
Potencia	1.5 HP
Caudal	80 Lts/min
Cabeza de bomba	31 m
Frecuencia	50 Hz
Presión Máx. Bombeo	2,62 bar (33,6 psi)
Tensión de Alimentación	220 V
Viscosidad Máx. Fluido	70 SSU @ 60 °F

Fuente: Elaboración Propia en base a ficha técnica de bomba

En la tabla 16 se muestra que para el caudal máximo de 80 Lts/min de los dispensadores y la altura máxima de bombeo de 6 metros, se seleccionó una bomba sumergible de 1.5HP.

Según a la curva de la bomba, para el caudal de 80lts/min corresponde una altura de bombeo de 31 m, siendo bastante superior a la altura de bombeo requerida. (Franklin Electric Fueling Systems, 2023)

2.2.5.3 Medidores de flujo

La selección del medidor se realizó en base al caudal de despacho de los dispensadores, que es de 80lts/min y de la presión de medición del combustible que es de 33,6 Psi.

Condiciones Requeridas:

Caudal = 80 Lts/min

Presión de Medición = 33,6 psi

Fluido = Diésel Oíl y Gasolina Especial.

Tabla 17: *Características Técnicas del filtro Seleccionado*

Características de los Medidores de Flujo	
Marca	Fil Rite
Modelo	807CL
Caudal	19 -76 Lts/min
Presión Máx. TRabajo	2,62 bar (33,6 psi)
Precisión	1%
Conexión	¾”NPT

Fuente: Elaboración Propia en base a catálogo del Equipo

En la tabla 17 se muestra que se seleccionó un medidor que se encuentra dentro del rango de operación de las condiciones requeridas. (FILPARTS, 2023)

2.2.5.4 Válvulas de retención

la función que tiene es que no vuelve el fluido una vez despachado, queda atrapada dentro de la tubería gracias al trabajo de la válvula de retención. Evita un desgaste innecesario de la bomba de succión y asegura que el suministro de combustible se mantenga en la tubería para que el próximo cliente no tenga que esperar a que se extraiga desde abajo.

La válvula seleccionada es de las siguientes características:

Tabla 18: *Características Técnicas de Bomba Seleccionada*

Características de la Válvula Check	
Marca	Wayne
Tipo	Enmallada
Modelo	2CJ
Caudal Máximo	80 Lts/min
Presión Máx. Bombeo	2,62 bar (33,6 psi)

Fuente: Elaboración Propia en base a catálogo de Equipo

En la tabla 18 se muestra que se seleccionó una válvula anti-retorno para las condiciones de operación de 80 Lts/min y 33,6 psi. (FILPARTS, 2023)

2.2.5.5 Filtros

En base al caudal de despacho de la bomba, la presión de operación y el tipo de partículas a separar, se seleccionó un filtro de las siguientes características:

Condiciones Requeridas:

Caudal Requerido= 80 Lts/min

Diámetro = 1 ½”

Fluido = Diésel Oíl y Gasolina Especial.

Tabla 19: *Características Técnicas del filtro Seleccionado*

Características de los Filtros	
Marca	Cim Tek Filtration
Modelo	400-10
Filtración	Remoción de Partículas Sólidas
Micronaje	10 micrones
Caudal Máximo	94 Lts/min
Material	Celulosa
Presión Máx. Trabajo	2,62 bar (33,6 psi)

Fuente: Elaboración Propia en base a catálogo del Equipo

En la tabla 19 muestra que se seleccionó un filtro de partículas sólidas de 10 micrones, que puede trabajar con un caudal máximo de 94 Lts/min, suficiente para poder filtrar el máximo caudal de despacho del dispensador. (CIM TEK FILTRATION, 2023)

2.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

2.3.1 Estimar los costos para la implementación Tanques Subterráneos

En las siguientes tablas se muestran los costos aproximados para realizar la construcción del nuevo Sistema de Almacenamiento de Combustibles líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) del Servicio Departamental de Caminos Sucre.

Tabla 20: *Costos Estimados para la Construcción del Nuevo Sistema de Almacenamiento*

Actividad / Equipo	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Precio Sub-Total (Bs)	Precio Total (Bs)
Construcción del Tanque de Almacenamiento de Diésel Oil	1	140,000.00	140,000.00	
Construcción del Tanque de Almacenamiento de Gasolina Especial	1	120,000.00	120,000.00	
Excavación para construcción de Fosa de Tanques de Almacenamiento	384.00 m ³	47,25	18,144.00	655,030.15
Fosa de Hormigón Armado	62.64 m ³	4258.24	266,736.15	
Interconexión de Tanques a Dispensers	2	30,100.00	60,200.00	
Tapas y Escaleras de Fosas	1	5,950.00	5,950.00	
Bomba Sumergible	2	22,000.00	44,000.00	

Fuente: Elaboración Propia a partir de precios referenciales facilitados por la E.S. COTOCA y el Arquitecto Fernando Roca

En la tabla 20 se muestran los costos por cada actividad y de los Tanques de Almacenamiento. El costo que demanda la construcción del nuevo sistema de almacenamiento es de 655,030.15bs.

Los dispensadores a utilizar en el Nuevo Sistema de Almacenamiento, serán los que tiene actualmente la empresa Servicio Departamental de Caminos Sucre.

CAPÍTULO III: CONCLUSIONES

- ✓ Se diagnosticó las condiciones actuales del Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) del Servicio Departamental de Caminos Sucre. Donde se verificaron que sí se encuentran ya su sistema de almacenamiento en un lugar poblado. Los tanques no se encuentran en óptimas condiciones. Y los tanques superficiales no tienen muro corta fuego.
- ✓ La ubicación del área donde se instalará los Tanques Subterráneos de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) es de 410 m² estos son destinados específicamente para su nuevo sistema de almacenamiento. Esta es el área designado por el servicio Departamental de Caminos.
- ✓ Se realizó el Dimensionamiento de Tanques Subterráneos de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) de acuerdo a los requerimientos mínimos de la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH. Con el consumo proyectado a 15 años se sacó se la capacidad de los tanques que serán de capacidad de 30,000 L con una longitud de 6,70 m y diámetro 2,45 m para el Diésel Oíl y de 20,000 L para la Gasolina Especial con una longitud del Tanque es 4,50 m y el Diámetro de 2,45 m. Y será el Acero al Carbono ASTM – 36 de 1/4" (6,4 mm) de espesor según la normativa.
- ✓ Se seleccionaron los componentes adicionales de los Tanques de Almacenamientos de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial) en base al caudal máximo de despacho de los dispensadores de 80 Lt/min. Se seleccionó una bomba tipo sumergible de 1.5HP, el medidor seleccionado tiene un rango de medición de 19 a 76 Lts/min, las válvulas de anti-retorno son del tipo enmallada, los filtros seleccionados son de retención de partículas sólidas de 10micrones y tienen una capacidad de filtración de 94lts/min. Los dispensers con los que cuenta actualmente la empresa se utilizarán para el nuevo Sistema de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial).
- ✓ Se estimaron los costos para la implementación de Tanques Subterráneos de Almacenamiento de Combustibles Líquidos (Diésel Oíl – Gasolina Especial). El costo que demanda la construcción es de 655,030.15 Bs. No contempla el precio de dispensers porque se van a utilizar los que tienen actualmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia Nacional de Hidrocarburo. (2023). *Resolución Administración RAN-ANH-UGJN N° 0035/2023*. Página Web - Agencia Nacional de Hidrocarburos. Obtenido de <https://www.anh.gob.bo/w2019/contenido.php?s=54&Y=2023>
- Agencia Nacional de Hidrocarburos. (1997). *Decreto Supremo 24721 - Reglamento para Construcción y Operación de Estaciones Servicio de Combustibles Líquidos*. Página Web Agencia Nacional de Hidrocarburos. Obtenido de <https://www.anh.gob.bo/w2019/contenido.php?s=41>
- Agencia Nacional de Hidrocarburos. (08 de Diciembre de 2023). *Consumo de Productos Regulados - GRACO en Bolivia*. Obtenido de Listado de operadores por actividad y departamento registrados en la ANH: <https://www.anh.gob.bo/w2019/contenido.php?s=40&R=37&D=0>
- ASSA. (08 de Diciembre de 2023). Obtenido de Materiales Inflamables y Combustibles Todo Sobre su Manipulación y Almacenamiento: <https://tienda.assa.cl/materiales-inflamables-y-combustibles-todo-sobre-su-manipulacion-y-almacenamiento/>
- Autocosmos. (08 de Diciembre de 2023). Obtenido de Bomba de una Gasolinera: <http://especiales.espanol.autocosmos.com/tipsyconsejos/noticias/2011/09/01/como-funciona-la-bomba-de-una-gasolinera>
- CIM TEK FILTRATION. (08 de 12 de 2023). Obtenido de Dispenser Filters: <https://www.cim-tek.com/products/petroleum/fuel-dispenser-filters>
- Conauto. (08 de Diciembre de 2023). *Productos para el Mantenimiento Automotriz e Industrial*. Obtenido de Liquid Controls Medidores de Flujos Serie M: <https://www.conauto.com.ec/index.php/liquid-controls-medidores-de-flujos-serie-m/#1571753793-1-41>
- Donaldson Filtration Solutions. (08 de Diciembre de 2023). *Filtración Avanzada para un mundo más limpio*. Obtenido de Motores Filtros y Partes:

<https://www.donaldson.com/es-mx/engine/filters/products/bulk-fluids/filter-kits-carts/diesel-kits/>

ECEBOL. (2018). *Diseño y Construcción del Almacén de Combustibles Diésel*. Oruro. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/577397471/Especificaciones-Tecnicas-Almacen-de-Combustible-Rev01-0-2>

Estado Plurinacional de Bolivia. (2005). *Ley de Hidrocarburos N° 3058*. Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia. Obtenido de <http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/normas/buscar/3058>

FILPARTS. (08 de 12 de 2023). *Bombas*. Obtenido de Medidores: <https://filpartsbolivia.com/promociones/>

Franklin Electric Fueling Systems. (08 de Diciembre de 2023). *The Total Sytem solutions*. Obtenido de Submersible Pumping: <n/products/submersible-pumping/4-submersible-pumps/1-hp-fixed-speed/#specifications/>

Global Estaciones de Servicio S.L. (08 de Diciembre de 2023). *Construcción de Estaciones de Servicio*. Obtenido de Tanques Subterráneos de Almacenamiento de Combustibles: <https://globalestacionesdeservicio.com/tanques-subterraneos-almacenamiento-combustible/>

Martínez Barthe, L. J. (2018). *Aplicación Informática para el Dimensionamiento Integral de Tanques Mediante la Norma API 620. (Proyecto Fin de Carrera)*. Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

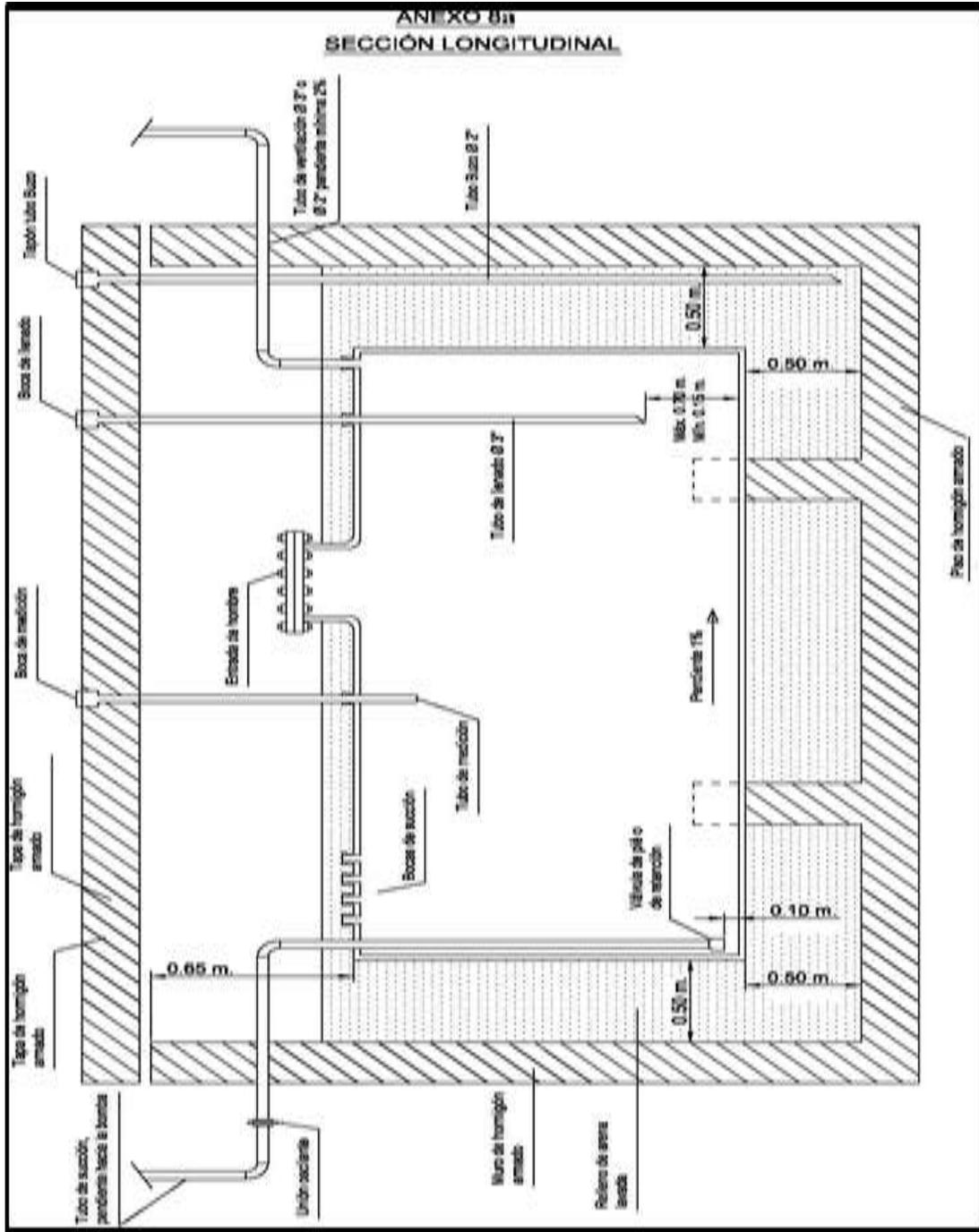
Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill.

WATTCO . (08 de Diciembre de 2023). *Recipientes a Presión*. Obtenido de <https://www.wattco.com/es/2023/09/que-es-un-recipiente-a-presion/>

YPFB Refinación. (08 de Diciembre de 2023). *YPFB Refinación*. Obtenido de Carburantes: <https://www.yfbrefinacion.com.bo/carburantes.php>

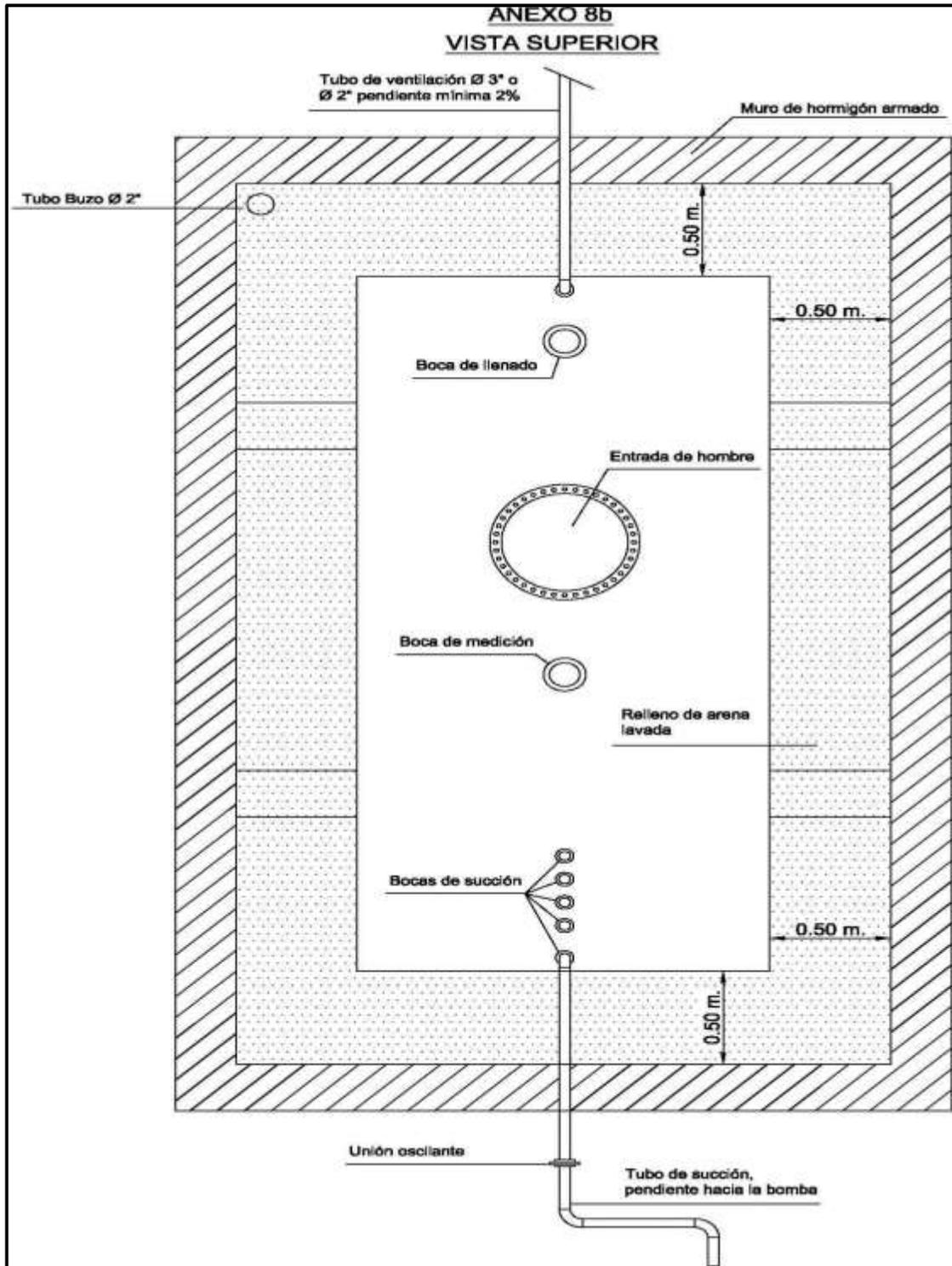
ANEXOS

Anexo 1: D.S. 24721 – Tanques de Almacenaje Anexo 8a Sección Longitudinal



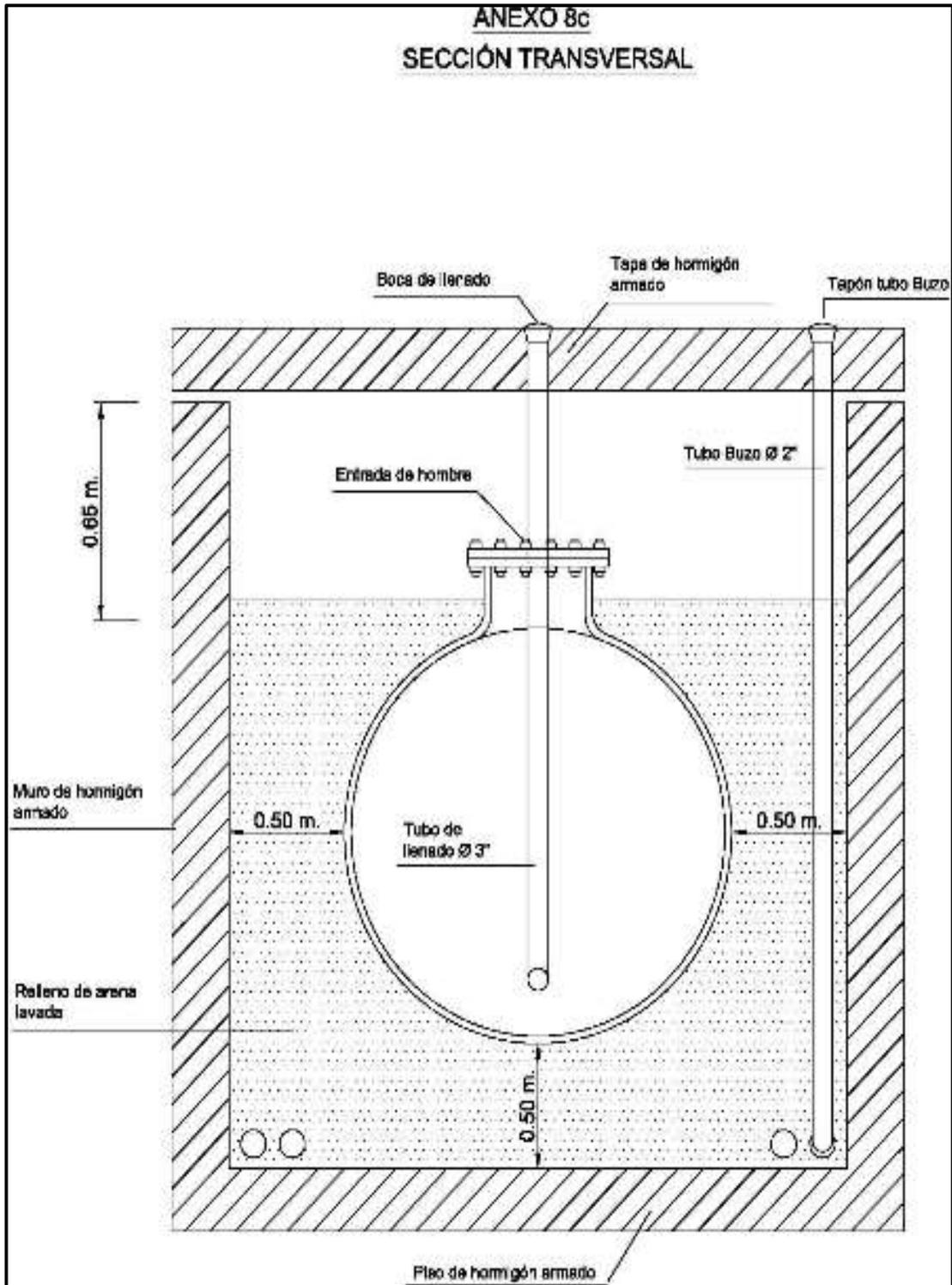
Fuente: Extraído del D.S. 24721 Anexo 2, Tanques de Almacenaje

Anexo 2: D.S. 24721 – Tanques de Almacenaje Anexo 8b Vista Superior



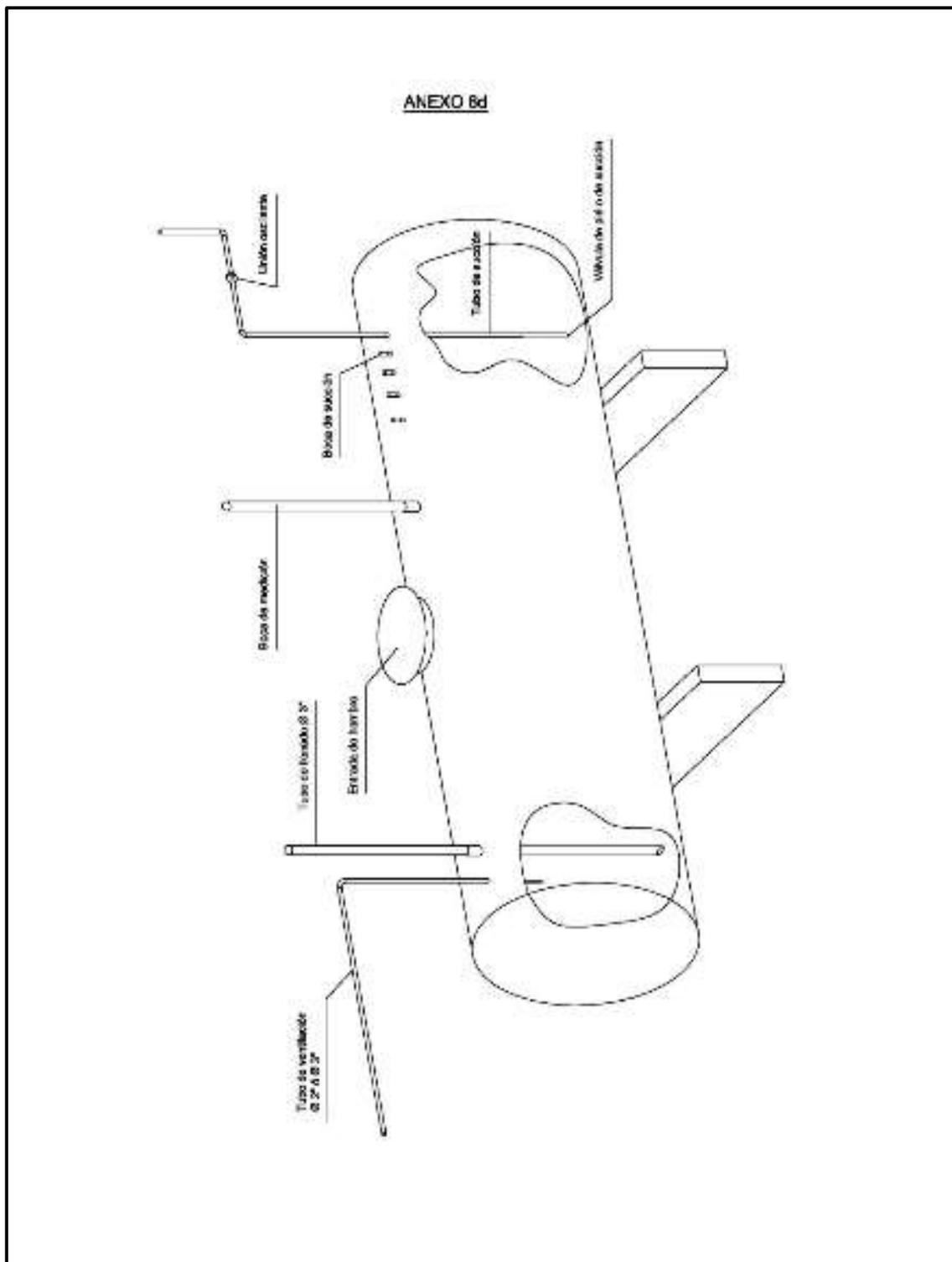
Fuente: Extraído del D.S. 24721 Anexo 2, Tanques de Almacenaje

Anexo 3: D.S. 24721 – Tanques de Almacenaje Anexo 8c Vista Transversal



Fuente: Extraído del D.S. 24721 Anexo 2, Tanques de Almacenaje

Anexo 4: D.S. 24721 – Tanques de Almacenaje Anexo 8d



Fuente: Extraído del D.S. 24721 Anexo 2, Tanques de Almacenaje