



**Propuesta de Cambio de Diseño de un Sistema de Almacenamiento de Alcohol Etílico para una Industria Cosmética, para la Elaboración de Soluciones Hidroalcohólicas**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**  
**Facultad de Ingeniería**



**Propuesta de Cambio de Diseño de un Sistema de Almacenamiento de Alcohol Etílico para una Industria Cosmética, para la Elaboración de Soluciones Hidroalcohólicas**

**Trabajo de graduación presentado por**  
**Erik Javier Maldonado Velásquez**  
**para optar al grado académico de Máster en Tecnología e Ingeniería Azucarera**

**Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla**

**2020**

Vo. Bo.:

(f)  \_\_\_\_\_

MSc. Asesor. Dinna Lisette Estrada

Tribunal Examinador

(f)  \_\_\_\_\_

MSc. Asesor. Dinna Lisette Estrada

(f)  \_\_\_\_\_

MSc. Fernando Rafael Rivera

(f)  \_\_\_\_\_

MA. Carolina Herrera Rosales

Fecha de aprobación: Guatemala 4 de junio de 2020

## PREFACIO

Este trabajo de graduación se inicia por la inquietud de los dueños de la empresa y del espíritu que prevalece en la misma sobre la mejora continua.

Dicha mejora, abarca primordialmente el beneficio del recurso humano, para que su salud ocupacional no sea mermada, sino al contrario sea de un beneficio gana-gana.

Este aporte a la empresa no hubiera sido posible sin el entusiasmo que puso cada trabajador al momento de documentar el proceso, de aportar ideas, por ejemplo, del lugar donde se debería colocar el tanque de almacenamiento.

También agradezco el apoyo incondicional del Ing. Rivera, para mantenerme constante en la elaboración de este trabajo, para culminar este proceso de mi desarrollo profesional.

Dejo al lector, el presente trabajo, para que tenga siempre la visión, de que en todo entorno es posible la mejora continua, para superación personal, profesional y empresarial.

# Índice

PREFACIO .....	ii
LISTA DE TABLAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
A. Características del alcohol etílico .....	4
B. Componentes de los toneles plásticos.....	6
C. Materiales para almacenar alcohol etílico .....	8
D. Tanques superficiales .....	9
E. Tanques subterráneos.....	14
V. METODOLOGÍA.....	19
A. Evaluación de condiciones actuales .....	19
B. Elaboración de la propuesta de diseño .....	23
VI. RESULTADOS .....	31
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	32
VIII. CONCLUSIONES .....	34
IX. RECOMENDACIONES .....	35
X. BIBLIOGRAFÍA .....	36
XI. GLOSARIO .....	37

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Generalidades alcohol etílico.....	4
Tabla 2. Propiedades físicas y químicas. Alcohol etílico.....	4
Tabla 3. Identificación de riesgos .....	4
Tabla 4. Riesgo de incendio .....	5
Tabla 5. Almacenamiento.....	5
Tabla 6. Características del tanque de almacenamiento de alcohol etílico .....	31
Tabla 7. Matriz de preferencias.....	31

## LISTA DE FIGURAS

1. Clasificación del plástico .....	6
2. Toneles plásticos .....	6
3. Parte inferior con desgaste .....	7
4. Rajadura de tonel por golpe .....	7
5. Diferentes tanques superficiales .....	9
6. Tipos de tanques de superficie atmosféricos .....	10
7. Dique de un tanque de superficie.....	11
8. Cubos de derrame .....	12
9. Válvula de sobrellenado.....	12
10. Tapas de tubería de abastecimiento .....	12
11. Válvula de drenaje .....	13
12. Recolección de vapores.....	13
13. Tubería y sus componentes.....	13
14. Detector de fugas.....	13
15. Válvula antisifón.....	14
16. Detector de fuga .....	15
17. Sumidero de la bomba .....	15
18. Detector de fuga en la tubería.....	16
19. Bota de prueba .....	16
20. Boca de suministro.....	16
21. Cubo de derrames .....	17
22. Tapa de la boca de abastecimiento.....	17
23. Válvula de drenaje .....	17
24. Válvula de sobrellenado con sonda de nivel. ....	18
25. Sistema de recolección de vapores.....	18
26. Tubería subterránea.....	18
27. Entrega de alcohol etílico del proveedor a planta.....	19
28. Recepción del alcohol etílico de parte de planta. ....	19
29. Muestreo y análisis del alcohol etílico. ....	20
30. Pesado de toneles de alcohol etílico .....	20
31. Almacenaje de toneles de alcohol etílico.....	20
32. Despacho a metrología. ....	21
33. Dimensiones del tanque.....	25
34. Detectores de fuga en un tanque de pared doble.....	30



## **RESUMEN**

En el mundo competitivo de la industria cosmética, hace que las diferentes empresas busquen optimizar sus tiempos en todos sus procesos de manufactura. En este trabajo se propondrá el cambio de diseño del almacenamiento del alcohol etílico, previo a ser utilizado en su proceso de conversión a solución hidroalcohólica.

El tanque de almacenamiento debe ser de acero inoxidable, se colocará en forma subterránea, con su respectivo sistema contra incendio, y su sistema de tubería de distribución. No se recomienda superficial, debido a la falta de espacio disponible en la empresa, por lo que no cumpliría con las normativas existentes.

También se concluye que en Guatemala no hay una legislación adecuada para el diseño del tanque de almacenamiento, por lo que el presente trabajo de graduación se fundamentó en normas internacionales.

Se recomienda que mientras se implementa este diseño, se fortalezca el actual sistema, para que la salud ocupacional de los trabajadores no se vea mermada.

## **ABSTRACT**

In the competitive world of the cosmetic industry, it makes different companies seek to optimize their times in all their manufacturing processes. In this work it will propose the change of design of the storage of ethyl alcohol, before being used in its process of conversion to hydroalcoholic solution.

The storage tank must be stainless steel, it will be placed underground, with its respective fire system, and its distribution piping system. It is not recommended superficially, due to the lack of space available in the company, so it would not comply with existing regulations.

It is also concluded that in Guatemala there is no adequate legislation for the design of the storage tank, so the present graduation work was based on international standards.

It is recommended that while this design is being implemented, the current system is strengthened, so that the occupational health of workers is not diminished.

## I. INTRODUCCIÓN

En el sistema de almacenamiento de alcohol etílico de la industria cosmética en estudio se tiene un consumo de 396,288 kilos anuales, el equivalente a 175 toneles mensuales, de esta materia prima. Los cuales son manejados en forma manual por los operadores de bodega. Actualmente este proceso está dividido en la recepción, pesado de ingreso, almacenaje, pesado en metrología, despacho a planta y confirmación de tara de los toneles de proceso. En volumen corresponde a 41.3 metros cúbicos. Por lo que en este trabajo de graduación se desarrollará una propuesta de diseño de un tanque de capacidad de 50 metros cúbicos, que pueda sustituir al diseño actual, para poder manejar esta materia prima en una forma eficiente y segura.

Este diseño, hará que se eliminen el uso de toneles plásticos en la planta cosmética. Esto incidirá en que el manejo de esta materia prima sea más seguro, puesto que se mejorarán las medidas de seguridad desde la recepción hasta el despacho a planta para su proceso de conversión. Con respecto al control de inventario de esta materia prima, se hará a través de la medición del tanque, en lugar de el pesaje de cada tonel, que provoca actualmente un ajuste de taras por cada recipiente recibido. Esto hará que el costo de mano de obra invertido en la recepción, análisis y transporte de esta materia prima se disminuirá, ya que solo se estará manejando un recipiente de esta.

Se analizarán dos tipos de diseño de tanques de almacenamiento para el alcohol etílico, el tanque superficial y el subterráneo.

Inicialmente, se hará la recopilación de datos, del sistema actual del sistema de almacenamiento de esta materia prima. Lo cual consistirá en evaluar, las condiciones de seguridad industrial, las pérdidas que se originan por el trasiego del alcohol etílico y los efectos que causan en la calidad de éste. Según lo anterior, se hará un diseño de un tanque de almacenamiento con su red de distribución hacia el lugar de fabricación de las soluciones hidroalcohólicas, que vendrá a sustituir de manera directa a los toneles. En este nuevo diseño se desarrollará con su respectivo sistema de seguridad industrial que incluye a la toma de tierra física, las bombas de transporte de alcohol etílico, sistema contra incendios, extintores y ventilación adecuada, entre otras. Además de bajar las pérdidas en volumen por la cantidad de toneles que se manejan, también habrá una disminución en los costos de operación y se garantizará la inocuidad del manejo del alcohol etílico.

## II. OBJETIVOS

### A. General

1. Proponer un cambio en el almacenamiento y distribución de alcohol etílico por medio del diseño de un tanque y su red de distribución para sustituir el manejo de los 175 toneles mensuales promedio que se utilizan en la planta cosmética en estudio.

### B. Específicos

1. Establecer las regulaciones sobre el diseño de tanques para almacenar alcohol etílico en Guatemala, basándose en la legislación de estos a nivel local, o en caso contrario, buscar a nivel internacional dichas regulaciones, para poder realizar el diseño del tanque y su red de distribución mencionado, según un soporte legal.
2. Comparar las fortalezas y debilidades del uso de un tanque superficial contra uno de tipo subterráneo, para determinar el diseño que se adapte a las necesidades de la planta cosmética, por medio de un análisis de matriz de preferencias.
3. Establecer el tipo de material del tanque de almacenamiento que no afecte la inocuidad del alcohol etílico, incluyendo las tuberías y accesorios de transporte de este.
4. Determinar el sistema de bombeo del alcohol etílico, para que sea transportado desde la recepción hacia el almacenaje de este, y de este para el despacho en metrología.
5. Establecer las normas de seguridad industrial que deben tener las diferentes instalaciones de equipo y bombas, para el adecuado manejo de parte del personal operativo.

### III. JUSTIFICACIÓN

La presente propuesta de cambio del sistema de almacenamiento del alcohol etílico con un sistema de seguridad implementado permitirá disminuir los riesgos en la salud ocupacional de los trabajadores que manejan esta materia prima. Puesto que el trasiego de los toneles en las diferentes etapas del proceso (recepción, pesado inicial, colocación, pesado en metrología, despacho en planta y confirmación de tara de los toneles), implica que, por la demanda de este, los riesgos aumentan y es latente que exista una lesión en los trabajadores, debido a estas operaciones. El peso promedio de cada tonel manipulado es de 200 kilogramos.

Otro efecto que se origina en el diseño actual, que se eliminará con esta propuesta, son las pérdidas que genera el uso de varios recipientes, toneles plásticos. Pues se debe trasegar en diferentes puntos del proceso, lo que origina, que el alcohol etílico, sea por evaporación o derrame, no tenga el rendimiento adecuado.

Adicional, el uso de toneles plásticos al estar almacenando esta materia prima, las paredes de estos se van desgastando con el uso, lo que aumenta el riesgo en el manejo de estos (derrame, fuga de alcohol etílico por adelgazamiento de las paredes del tonel).

Con la propuesta del nuevo diseño, aparte de eliminar lo que se menciona en los párrafos anteriores, se tendrá una mejor manipulación del alcohol etílico, ya que todo estará centralizado en un tanque de almacenamiento, del cual saldrán diferentes tuberías para el área de fabricación, además que la recepción de este se podrá hacer por bombeo hacia el tanque, sin que cause algún inconveniente adicional de la empresa. Lo anterior se hará con un sistema de seguridad adecuado, que incluye la tierra física, el sistema de bombeo de alcohol etílico, sistema contra incendios, extintores, sistema de ventilación, entre otros.

## IV. MARCO TEÓRICO

### A. Características del alcohol etílico

Tabla 1. Generalidades alcohol etílico

Nombres	Etanol-Alcohol Absoluto- Etil Hidróxido
Formula química	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
Peso molecular	46.06
Grupo químico	Alcoholes
Número CAS	64-17-5
Número UN	1170
Vapores	Al unirse con el aire, son mezclas explosivas, se acercan a la fuente de ignición y retroceder, son más pesados que el aire, se almacenan en las alcantarillas (zonas bajas)
Mezcla azeotrópica	Se denomina así cuando el alcohol etílico se mezcla con el agua

Fuente: Perry's Chemical Engineers Handbook, 8th Edition

Tabla 2. Propiedades físicas y químicas. Alcohol etílico

Estado físico	Líquido
Apariencia	Incoloro
Olor	Etéreo
Punto de ebullición	78.3 °C
Punto de fusión	-114.0°C
Gravedad específica	0.789
Solubilidad	Agua, cetonas, ésteres, éteres, glicoles y otros alcoholes

Fuente: Perry's Chemical Engineers Handbook, 8th Edition

Tabla 3. Identificación de riesgos

Principal	Inflamable
Secundario	Nocivo – Irritante y reactivo leve
Código Winkler	<div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> <div>2 oxid.</div> <div>3 inflamable</div> <div>1 reactivo</div> <div>1 contacto</div> </div> <div style="text-align: right; font-size: x-small;">             Clasificación de riesgos              0 = No especial              1 = Ligero              2 = Moderado              3 = Severo              4 = Extremo         </div>
Rótulo de transporte	
Rótulo NFPA	
Clase	3
Grupo	II o III


Fuente: Perry's Chemical Engineers Handbook, 8th Edition

Tabla 4. Riesgo de incendio

Condición de inflamabilidad	Inflamable en grado severo
Temperatura de inflamación	8 – 13 °C
Temperatura de autoignición	363 °C
Productos de combustión	Monóxido de Carbono y Dióxido de Carbono
Medios de extinción	Extintores de polvo químico seco, espuma química y/o anhídrido Carbónico, aplicación de agua sol en forma de neblina
Límites de inflamabilidad (Inferior/superior)	3.2 / 19 v/v %
Medios de extinción no apropiados	Chorro de agua

Fuente: Perry's Chemical Engineers Handbook, 8th Edition

Tabla 5. Almacenamiento

Área de almacenamiento	Almacenamiento en bodegas diseñadas para almacenar inflamables. Lugar frío, seco y con buena ventilación. Disponer de algún medio de contención de derrames. Acceso controlado y señalización del riesgo. Utilizar contenedores herméticamente cerrados. Rotulación adecuada.
Código de almacenaje Winkler	Rojo 
Precauciones Especiales	Sistema eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Proteger contra el daño físico. Mantener los envases cerrados y debidamente etiquetados

Fuente: Perry's Chemical Engineers Handbook, 8th Edition

## B. Componentes de los toneles plásticos

### 1. Generalidades

Existen diferentes plásticos que se usan en la industria cosmética, los cuales se dividen en 7 categorías. Se utiliza la numeración del 1 al 7, el cual se coloca dentro del signo de reciclado, el cual es un triángulo de flechas con seguimiento.

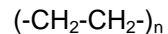


Figura 1. Clasificación del plástico

Fuente: Grupo Politec

El alcohol etílico que se utiliza en la planta cosmética es transportado por medio de toneles de polietileno de alta densidad (HDPE 2). Que tienen la capacidad volumétrica de 220 litros.

Es un polímero termoplástico, está compuesto por unidades de etileno de alta densidad. La fórmula del polietileno de alta densidad (HDPE) es:



Es rígido. Tiene una resistencia hasta los 60°C. Al superar esta temperatura, puede originarse un desprendimiento de partículas de plástico. Los toneles que se usan tienen dos tapones, uno de descompresión y otro de llenado.



Figura 2. Toneles plásticos



## 2. Manejo de los toneles en la planta cosmética:

La resistencia de estos toneles con el alcohol etílico es buena, no hay reacción entre este y el polietileno de alta densidad, es allí donde radica su uso extensivo de estos recipientes para el transporte y almacenamiento de alcohol etílico.

La inconsistencia del uso de estos toneles es su rigidez, por lo que existe desgaste en la parte inferior de los mismos, ver Figura No. 3. Con el almacenamiento de los toneles, el hecho de apilarlos existe el riesgo de rajaduras, por el impacto que puede tener con el suelo, al caerse accidentalmente, ver Figura No.4:



Figura 3. Parte inferior con desgaste



Figura 4. Rajadura de tonel por golpe

## C. Materiales para almacenar alcohol etílico

El acero que se recomienda para los tanques el uso de aceros para elementos estructurales que tienen la designación A 42b UNE 36080-64.

El acero para todos los perfiles de refuerzo o de conformación de uniones para el atornillado, que no tengan una estructura comercial se utilizará el acero de designación A37 UNE 36-080-64. Se usa también aceros del tipo A36, SS304 y SS316

El acero no hará ninguna reacción con el alcohol etílico. Por lo que este se podrá almacenar en un tanque de acero inoxidable.

No debe ser de material plástico, ya que por el volumen que se pretende manejar, puede acumular cargas estáticas, amentando el riesgo de incendio.

El acero negro, se utiliza en forma habitual por su coste más bajo comparado con el de acero inoxidable, pero se debe evitar el agua, para evita la oxidación.

Caso contrario, no se debe usar el aluminio, ya que es un catalizador, que, al entrar en contacto con el etanol, produce reacciones químicas que generan vapores de alto riesgo de explosión. En algunos casos es posible tratar el aluminio con pinturas y barnices, para que sean aislantes, y evitar toda reacción química. (5)

## D. Tanques superficiales

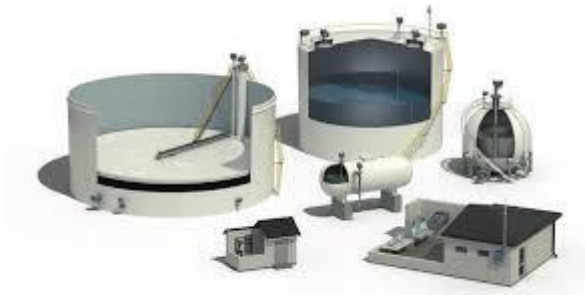
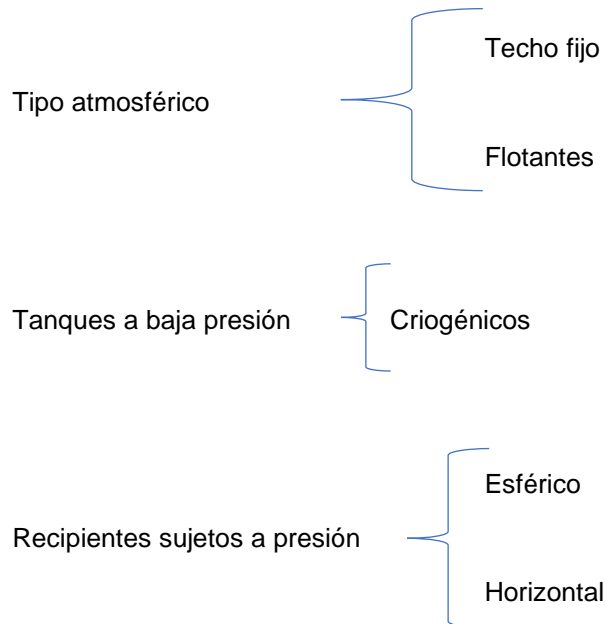


Figura 5. Diferentes tanques superficiales

Para el diseño de un tanque de almacenamiento para el alcohol etílico, es que deba cumplir con que pueda hacer frente a una emergencia contra incendio. La finalidad es conservar el alcohol etílico de una manera práctica, económica y ambientalmente seguro.

Los tanques superficiales se dividen en:



### 1. Tanque atmosférico:

Como su nombre lo indica, mantiene el contenido del tanque a una presión igual a la atmosférica por medio de ventilaciones pasivas y/o activas. Su estructura no está capacitada para soportar presiones internas ni externas.

2. Tanques de baja presión:

Es parecida su construcción al de tanque atmosférico, solamente que su estructura es capaz de soportar presiones internas y externas de una baja magnitud. Se tiene un dispositivo para desarrollar cierta presión interna, liberándola cuando esta se sobrepasa un límite establecido.

3. Tanques esferoidales de presión intermedia:

Son cilíndricos, con tapas esferoidales o elipsoidales en los extremos. Almacenan gases licuados a bajas presiones.

4. Tanques atmosféricos refrigerados



Figura 6. Tipos de tanques de superficie atmosféricos

Tienen una forma parecida a la de los tanques atmosféricos, poseen mecanismos de enfriamiento para disminuir la temperatura del contenido con el propósito de reducir la presión de vapor del producto. Logrando así, que el producto se pueda almacenar más compactamente.

Un factor para la localización del tanque de almacenamiento es de tomar la dirección de los vientos dominantes y reinantes, para que no se propague un siniestro de incendio. Además de su sistema de protección contra incendios. Los vapores emanados de los tanques no deben invadir áreas donde existan flamas abiertas, de igual manera, las que están habitables, sea por oficina, residencia o combinación de éstas por personas.

Además, la condición topográfica del terreno, la disponibilidad de terrenos. Tienen la desventaja, de que son expuesto al viento, lluvia y sol. Se debe tomar en cuenta, que debe de hacer un sistema de retención secundario, como un muro, con el propósito de retener el fluido en el caso de un derrame.

## 5. Aspectos para tomar en cuenta en un tanque de almacenamiento superficial

1. La amenaza sísmica, hay que establecer el peligro al que podría estar expuesto el tanque.
2. El viento varía de un lugar a otro. Además, la intensidad del viento depende de la exposición.
3. La atmósfera y químicos pueden afectar adversamente la estructura de un tanque. Acelerando la corrosión del tanque, así como afectar las soldaduras que unen sus elementos.
4. Deben ser de pared doble, o confinados dentro de un sistema de contención secundaria.
5. Deben ser instalados sobre un piso firme (loza de concreto reforzado), para que se de el soporte necesario, la fuerza y estabilidad para resistir las diferentes condiciones climáticas.
6. Las inspecciones rutinarias al tanque y al sistema ayudan a detectar problemas antes que se conviertan en serios, asegurando que todo trabaje adecuadamente para reducir emisiones y fugas.
7. Deben estar equipados con un sistema visual, mecánico o electrónico para detectar fugas dentro del intersticio (el espacio entre la pared interna y externa del tanque).
8. Comprobar el estado del techo (si existe) después de una tormenta.

## 6. Elementos para los tanques superficiales:

### 1. Dique.

Este contenedor secundario debe tener la capacidad de recibir el 110 % de la capacidad del tanque. Su estructura debe ser capaz de absorber la presión hidrostática del líquido dentro del tanque. Debe ser de un material impermeable. Estos por su naturaleza están sujetos a la acumulación de aguas pluviales. Antes de ser desechadas, se debe hacer una inspección de evidencia de producto.



*Verifique cobertura del tanque e integridad del contenedor*

Figura 7. Dique de un tanque de superficie

2. La boca de abastecimiento se llena típicamente bajo presión mediante un tubo vertical o un tubo remoto conectado al tanque externo.

3. Los cubos de derrames se usan en cada una de las bocas de abastecimiento. Estos cubos tienen la función de capturar el alcohol etílico que drena de la tubería del camión surtidor de alcohol etílico al ser desconectado. Cualquier otro líquido que se acumula en el cubo de derrame deberá ser removido y desechado apropiadamente.



Cubo de derrame encima del tanque

Cubo de derrame y tubería de sbastecimiento remoto

Figura 8. Cubos de derrame

4. Las válvulas de prevención de sobrellenado se colocan para prevenir el sobrellenado durante el abastecimiento de alcohol etílico. Las mismas se colocan dentro de la tubería de abastecimiento que hace detener el flujo cuando el nivel de alcohol etílico dentro del tanque alcanza el 90 % de la capacidad.



Reloj medidor de sobrellenado

Figura 9. Válvula de sobrellenado

5. La conexión de la tubería de abastecimiento típicamente se encuentra bajo el nivel de combustible del tanque externo. Por lo anterior, la tubería de entrada queda llena de alcohol etílico, la que se purga en una válvula unidireccional.



Tapas de la tubería de abastecimiento

Figura 10. Tapas de tubería de abastecimiento

6. La válvula de drenaje está ubicada dentro del cubo de drenaje. Se utiliza para reintroducir el alcohol etílico que se acumula en el cubo durante el abastecimiento del tanque.



Figura 11. Válvula de drenaje

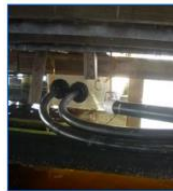
7. El sistema de recolección de vapores y tapa con sello se usa para reintroducir los vapores del alcohol etílico al tanque del camión abastecedor, para prevenir que las emisiones de los gases del alcohol etílico entren en la atmósfera.



Vista de recorte de la toma de recuperación de vapores fase I

Figura 12. Recolección de vapores

8. El ensamblaje de la tubería y sus componentes, son de material metálico, y no deben tener contención secundaria.



Tubería semirígida de pared doble sobre agua

Figura 13. Tubería y sus componentes

9. El detector de fugas en la tubería está ubicado sobre la bomba sumergible, el cual detecta, restringe y detiene el flujo de alcohol etílico a los tanques, cuando percibe una fuga en la tubería. Existen dos tipos, el mecánico y el electrónico.



Figura 14. Detector de fugas

10. La válvula anti-sifón se utiliza cuando la tubería de diámetro pequeño del tanque está por debajo del nivel de alcohol etílico en el tanque, la cual crea una fuerza de gravedad. La función primaria de esta válvula es evitar que la tubería derramare alcohol etílico en el caso de que la tubería o el ajuste se quiebren.



Válvula anti-sifón con válvula de aislamiento

Figura 15. Válvula antisifón

## E. Tanques subterráneos

Una de las características que deben tener estos tanques, es que deben ser resistentes a la corrosión. Deben ser de acero, con una alta resistencia mecánica.

Los tipos de tanque subterráneo son:

- a. De pared simple: Están elaborados por una sola capa protectora, es muy propenso a las fugas del líquido que almacenan, porque son fácilmente invadidos por la corrosión. La facilidad de estos tanques es que son fácilmente removibles por su poco peso.
- b. De doble pared: Son más factibles y seguros. El inconveniente es que son muy pesados.

Para la disminución de costos, se puede usar un sistema de contención secundaria, la cual debe ser aprobado por las autoridades competentes.

Para la instalación de este tipo de tanques, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Determinar qué tan apto es el terreno, para evaluar los riesgos o inconvenientes que se tienen por tener el tanque en ese lugar.
2. Después de la instalación del tanque, se debe revestir con un material protector en la superficie contra a acción de agentes corrosivos.
3. Se debe poseer una serie de tuberías de carga y descarga del alcohol etílico, además de una tubería de ventilación para facilitar el escape de los vapores que se generan en la operación de vaciado y llenado del tanque.



1. Sistema de detección de fuga:

Se debe instalar este tipo de sistema dentro del intersticio (es el espacio entre las paredes interna y externa) para detectar y alertar la operación de algún problema con el tanque.

Se debe llevar un historial de alarmas, el informe de los estados de los sensores y el resultado de las pruebas. Todo esto debe ir acompañado de por lo menos una prueba anual del sistema de detección de fugas para confirmar el buen funcionamiento de este. Este sistema debe ser sensible cuando existe alguna fractura o alguna falla que se de en la pared interna o externa del tanque.



*Detector de fuga para intersticio con agua salobre*

Figura 16. Detector de fuga

Elementos para los tanques subterráneos:

a. Sumidero de la bomba

Es el punto más bajo de la tubería y se conecta en la parte superior del tanque, que está bajo tierra. En esta sección está conformada por la bomba sumergible, los sensores de fuga, los componentes electrónicos y la instalación de tuberías asociadas con el sistema. Este sumidero debe tener una tapadera, que se debe manejar con cuidado para que ésta no dañe algún componente del sumidero.

Esta cobertura o tapadera debe estar fijada herméticamente para prevenir que las aguas pluviales o las aguas subterráneas penetren al sumidero. Por lo que debe ser una supervisión constante la revisión de que la cobertura se encuentre libres de fracturas o agujeros.



*Cobertura del sumidero cerrada Cobertura del sumidero abierta*

Figura 17. Sumidero de la bomba

b. Detector de fuga en la tubería

Está ubicado sobre la bomba sumergible, cuya función es la detección, restricción y detención del flujo del alcohol etílico al área de descarga del área de fabricación. Hay que considerar que estos detectores se deben probar cada 12 meses, en conformidad con las indicaciones dadas por el fabricante de este.



Figura 18. Detector de fuga en la tubería

c. Bota de prueba

La posición se encuentra en el punto de conexión entre la tubería y el sumidero, su función es comprobar, mediante una prueba de presión, que el intersticio de la tubería está operado en condiciones normales. Se hace la salvedad que esto no es necesario si el sistema de tubería está diseñado con un intersticio cerrado y con detección de fuga dentro del intersticio.



Figura 19. Bota de prueba

d. La boca de suministro

Es donde se llena el tanque subterráneo por presión de gravedad a través de una tubería de abastecimiento vertical o remota



Figura 20. Boca de suministro

e. El cubo de derrames

Es el que captura el alcohol etílico que drena la tubería del camión surtidor de alcohol etílico, al ser desconectado. Cualquier líquido que se acumula en el cubo de derrame deberá ser removido y desechado apropiadamente. Este elemento se debe revisar por lo menos una vez al año, si no se encuentra con roturas o agujeros



Figura 21. Cubo de derrames

f. La tapa de la boca de abastecimiento.

Esta debe quedar fija sobre la tubería de abastecimiento para prevenir que la basura y que las aguas pluviales y/o subterráneas entren al tanque. Sus sellos deben estar en buena condición.



Figura 22. Tapa de la boca de abastecimiento

g. La válvula de drenaje

Esa en el cubo de derrame y debe ser usada solamente para reincorporar el alcohol etílico al tanque que se escapa durante el proceso de llenado del tanque.



Figura 23. Válvula de drenaje

h. La válvula o sistema de prevención de sobrellenado

Estas ejecutan su función durante el abastecimiento del alcohol etílico. De acuerdo con el dispositivo usado, el flujo del tanque puede ser restringido por una válvula o una alarma que se escuchará cuando el nivel de alcohol etílico alcance el porcentaje establecido para que el mismo este lleno. Luego se generará un para en el proceso de abastecimiento cuando se alcance un porcentaje de llenado mayor, que se establecerá de acuerdo con lo establecido por el dueño del proceso. Es recomendable no más del 95 %.

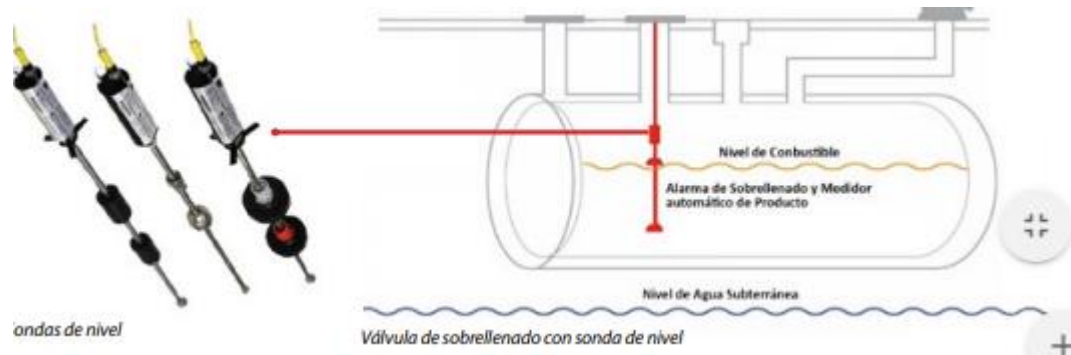


Figura 24. Válvula de sobrellenado con sonda de nivel.

El sistema de recolección de vapores se usa para reintroducir los vapores de alcohol etílico al tanque del camión surtidor para prevenir que los mismos entren a la atmósfera. También se deben revisar constantemente los sellos en la tapa.



Figura 25. Sistema de recolección de vapores

- i. La tubería subterránea en contacto con la tierra debe ser de pared doble o estar instalada dentro de un sistema de contención secundaria aprobado por las autoridades correspondientes. La instalación debe tener un declive en dirección hacia el tanque. Se deben de comprobar la ausencia de roturas o agujeros en la tubería flexible o coyunturas dentro del sumidero.



Figura 26. Tubería subterránea

## V. METODOLOGÍA

### A. Evaluación de condiciones actuales

#### 1. Sistema de recepción

El procedimiento de recepción del alcohol etílico es el siguiente:



Figura 27. Entrega de alcohol etílico del proveedor a planta.

El proveedor deja en toneles el alcohol etílico, los cuales son rodados en el camión para poder ser colocados en la rampa, para luego descender y dárselos a la persona encargada de recepción.



Figura 28. Recepción del alcohol etílico de parte de planta.

2. El encargado de la empresa los recibe, los va colocando en el área de muestreo del producto, para determinar si cumple con los requerimientos establecidos para el alcohol etílico.



Figura 29. Muestreo y análisis del alcohol etílico.

3. Se realiza los análisis organolépticos respectivos de cada tonel (grado alcohólico y su olor).



30. Pesado de toneles de alcohol etílico

4. Luego que está aprobado el análisis respectivo de control de calidad, se procede a pesar cada tonel, para establecer el ingreso total del alcohol etílico. Tomando en cuenta la tara de cada tonel.



Figura 31. Almacenaje de toneles de alcohol etílico.



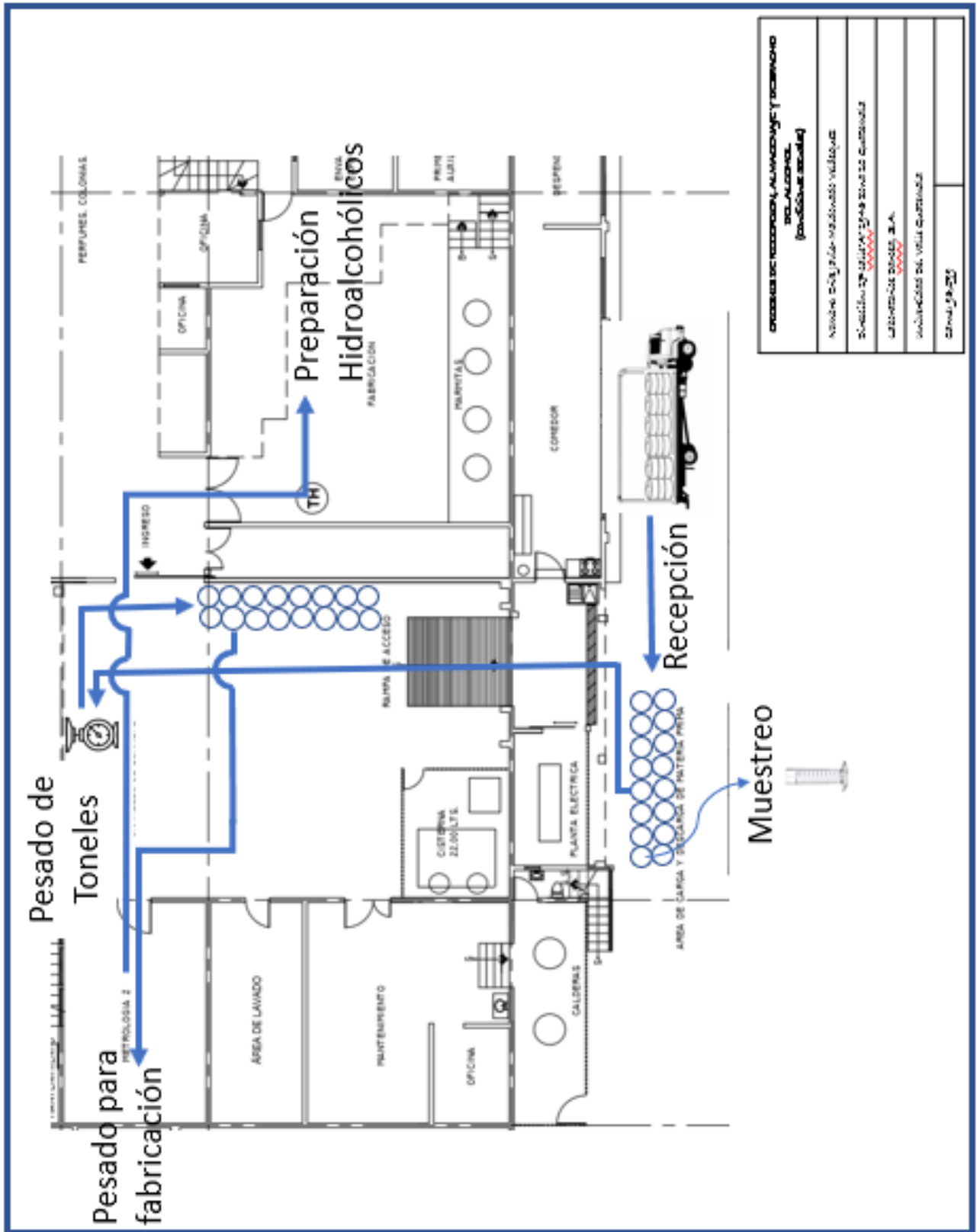
5. Luego se procede a almacenar los toneles con alcohol etílico en el área que está asignada para esa materia prima. Que son tres estanterías. Se utiliza un montacarga, para los diferentes movimientos.
6. Despacho de alcohol etílico al área de fabricación.



Figura 32. Despacho a metrología.

De acuerdo con la planificación y necesidad de producción, es como se despacha los toneles de alcohol etílico.

En el croquis de la página siguiente, se indica el flujo que tiene el proceso actual, donde se inicia con la recepción de toneles del alcohol etílico, luego con el muestreo, después el pesado de toneles, su respectivo almacenamiento temporal, antes de llegar al pesado para fabricación en el área de metrología, para pasar al área de preparación de hidroalcohólicos. Es importante señalar que luego de que los toneles son vaciados, se rectifica la tara del tonel, para hacer los ajustes correspondientes en el inventario.



<b>EMPRESA DE INVESTIGACIÓN, ALMACÉN Y TECNOLÓGICO</b> <b>DEL ALCOHOL</b> <b>(Industria Nacional)</b>	
Avenida 5 de Julio, Nacional 1000, Montevideo	
Dirección de Investigación y Tecnología	
Laboratorio 2000, S.A.	
Avda. 18 de Julio, 2000	
2000, Montevideo	



## B. Elaboración de la propuesta de diseño

### 1. Determinación del tipo de tanque:

Se establece que la demanda mensual de alcohol etílico es de 33,024 kilos de alcohol etílico mensuales. Por lo que, en litros, la demanda mensual sería de:

$$\rho = 0.8 \text{ Kilos/litro (densidad del alcohol etílico)} \quad (1)$$

$$\text{Volumen} = 33,024/0.8 = 41,280 \text{ litros de alcohol etílico}$$

Por lo tanto, la necesidad es de  $41.3 \text{ m}^3$  de alcohol etílico mensuales. Para efectos de diseño, se tendrá un tanque de  $50 \text{ m}^3$ . Por lo que las dimensiones del tanque serían:

Para un tanque cilíndrico vertical se determina la relación:

$$D = 0.7 h \quad (2)$$

Dónde:

D = Diámetro del tanque

h = altura del tanque.

El volumen de un cilindro viene dado por la siguiente relación:

$$V = \pi (D/2)^2 h \quad (3)$$

Dónde:

V = Volumen del tanque cilíndrico

D = Diámetro del tanque cilíndrico

h = altura del tanque cilíndrico

Se determina que el diámetro es igual a 3.5 metros y la altura de 5.0 metros.

Por efectos de espacio dentro del planta en estudio, por las dimensiones del tanque, se va a seguir con el presente estudio con un tanque subterráneo. Colocándolo debajo de las estanterías donde actualmente se almacena el alcohol etílico, pudiendo aprovechar ese espacio para otros usos.

## 2. Diseño del sistema:

### Generalidades:

1. El tanque estará colocado dentro de un foso, el cual protegerá al tanque contra las condiciones que existan en el subsuelo, principalmente la corrosión. Se recomienda usar arena seca o grava, o cualquier material inerte que el diseñador considere conveniente.
2. Al instalar el tanque, se le fundirá una capa de concreto para protegerlo de cualquier filtración de agua.
3. La distribución de la tubería consistirá en la recepción del alcohol etílico, así como el despacho al área de fabricación, para su uso en la realización de productos hidroalcohólicos.
4. Los tanques subterráneos, al tener menos variación en la temperatura, presentan menos pérdidas por evaporación, al no estar expuestos al ambiente.

### Sistema de recepción:

1. Se le solicitará al proveedor, que el despacho lo realice por pipas de 20,000 litros. Esto implica que se recibirá en una medición volumétrica, pero con la densidad de este, se puede hacer la conversión hacia la medición en peso (kilogramos).
2. Antes de descargar, se hará un análisis del alcohol etílico que contiene la pipa. Si hay alguna propiedad que no cumpla, se rechaza la pipa. No se descarga. Caso contrario se sigue con el proceso.

### Sistema de almacenamiento:

1. La capacidad del tanque de almacenamiento es de 2 pipas, pero por efectos de seguridad, no se hará un pedido de dos pipas, sino que cada vez que la medición sea de un 25% de su capacidad se hará el pedido, para evitar desabastecimiento, y al llegar la pipa, no hay problema de rebalse de alcohol etílico.

### Sistema de despacho a la fábrica de hidroalcohólicos:

1. Se hará el despacho por medio de tuberías a los tanques de fabricación, por un sistema de bombeo. Estos se deben de tarar, para saber a qué nivel se debe despachar, y realizar el proceso de fabricación respectivo.
2. Sistema de seguridad industrial: Se seguirán las recomendaciones dadas en el capítulo IV Marco teórico, sección E del presente estudio.

3. Regulaciones legales para el almacenamiento:

1. En el capítulo III Almacenamiento de la ley de comercialización de hidrocarburos, decreto número 109-97, establece lo que deben cumplir las terminales de almacenamiento.
  2. En el mismo capítulo, en el artículo 18, se dictamina que se debe tramitar una licencia de almacenamiento, teniendo que adjuntar varios documentos (inciso (a) al (g))
  3. De acuerdo con el reglamento de la ley de comercialización de hidrocarburos, en su clasificación de las instalaciones, el tanque aquí diseñado, entra en la categoría A, que son aquellas instalaciones tienen un almacenamiento entre 600 y 40,000 galones; debido a que el tanque propuesto es de 41,280 litros, que es el equivalente a 10,921 galones.
  4. En el artículo 14 de dicho reglamento, el tanque debe tener sus tuberías de carga y descarga, un área de descarga de las unidades de transporte y oficinas administrativas.
  5. Debe existir un tratamiento de derrames y desechos. Las cuales deben consistir en tuberías internas y de recepción, equipo principal y auxiliar de bombeo, equipo principal y auxiliar de los sistemas de prevención y contingencia de incendios y de los sistemas de prevención, recuperación y tratamiento de emanaciones nocivas y derrames.
4. Se debe hacer una calibración del tanque, que según la norma ISO 4269, es el método volumétrico. Cuyas mediciones se realizan con el auxilio de un medidor de flujo que garantice la exactitud requerida y una cinta metálica patrón con plomada, los cuales deben ser calibrados y certificados. Se puede usar cualquiera de los dos procedimientos, por vaciado y por llenado. Se utiliza agua, al ser poco volátil y no inflamable. Con lo anterior se obtiene una tabla de volumen contra nivel.
5. Diseño del tanque:

Las características del tanque son que deben tener un diámetro 3 3.50 metros y 5 metros de altura:

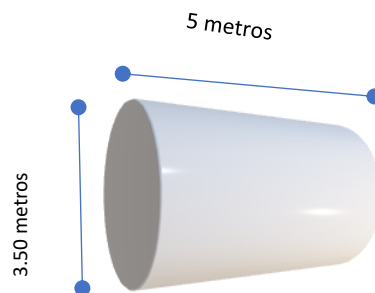


Figura 33. Dimensiones del tanque

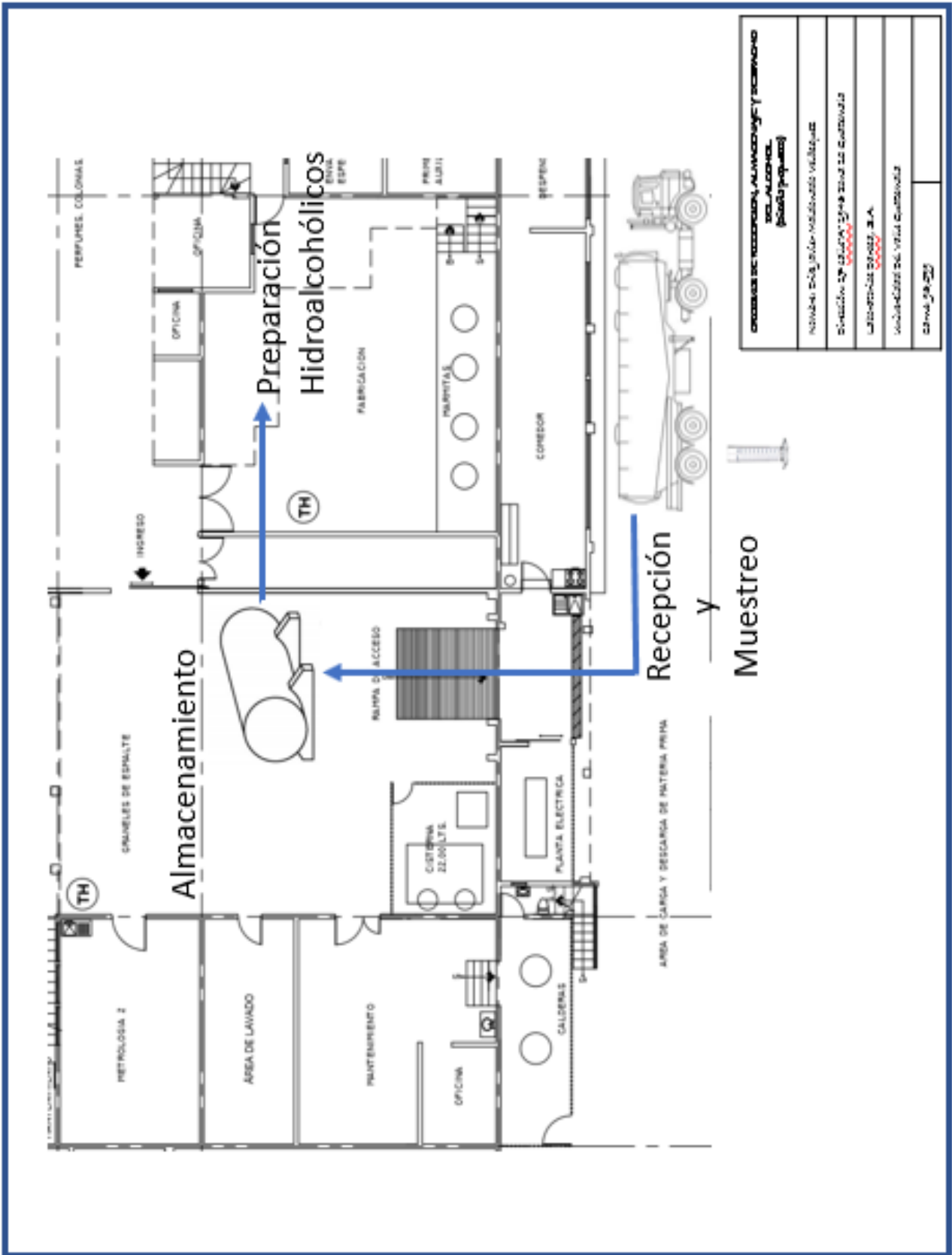
#### 6. Diseño de la tubería

La tubería que este en contacto con la tierra debe ser de doble pared, la cual debe tener un desnivel en dirección al tanque, para que, en caso de algún siniestro en la tubería, el alcohol etílico fluya hacia el tanque y hacia el sumidero de la bomba sumergible.

#### 7. Bomba sumergible

Esta bomba se coloca en un sumidero, en este se encuentran los sensores de detección de fuga, los componentes electrónicos y la instalación de tuberías asociadas con el sistema.

En el siguiente croquis se describe el flujo de proceso del deseo propuesto, donde se denotan ya solo tres pasos de proceso: Recepción y muestreo del alcohol etílico, si cumple con las especificaciones, se procede a bombear el producto, desde la pipa hasta el tanque de almacenamiento. Luego por medio de una bomba se traslada el alcohol etílico a los tanques previamente calibrados, para su uso en las preparaciones de soluciones hidroalcohólicas. La ubicación del sumidero es en la parte superior del tanque subterráneo.



<b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA DE LA MUESTRA (sólo para perfiles)</b>	
Muestra en bodega, en el momento de la visita	
Sección de <b>LABORATORIO</b> de la planta	
LABORATORIO <b>200000</b> - 3. A.	
MUESTREO DE LA VISITA	
200000-3. A.	

## C. Comparación de la propuesta con relación a las condiciones actuales

La comparación se hará según base a los diferentes subprocesos: Recepción, almacenamiento, despacho y de seguridad industrial:

### 1. Sistema de recepción:

- a. La descarga de parte del proveedor se hace más segura, pues se hará de la pipa al tanque de almacenamiento. Actualmente, al descargar en el camión, los toneles sufren un deterioro por la fricción que generan al rodarlos sobre la madera, que ya no se encuentra en buen estado, lo que puede generar una fisura en los toneles.
- b. El análisis de control de calidad se disminuirá su tiempo de operación, puesto que, en lugar de revisar la cantidad de toneles, 20 análisis en promedio se hará solo uno.
- c. El operador recepcionista, solo tendrá que conectar la manguera para el despacho de la materia prima, evitando el manejo de 20 toneles por cada entrega, que pueden ocasionar lesiones corporales, mejorando su salud ocupacional.
- d. Se cambiará el sistema de medición de esta materia, pasando de un gravimétrico a una volumétrico.

### 2. Sistema de almacenamiento:

- a. Con el tanque subterráneo, se tendrá mayor control de la operación, puesto que ya no se dependerá de 20 taras de peso de tonel, que al final ocasionan que se hagan correcciones en los inventarios. Teniendo un mejor control de inventario de esta materia prima.
- b. La manipulación de toneles puede generar una caída de algún tonel, generando un derrame que ocasiona pérdidas de alcohol etílico, además que puede dañar a algún trabajador al no manipular adecuadamente los recipientes.
- c. La toma de inventario es más sencilla, debido a que no se deben pesar tonel por tonel, sino que todo está contenido en un solo tanque de almacenamiento.

### 3. Sistema de despacho hacia la planta de producción:

- a. El manejo de toneles (bajada de las estanterías, traslado a las metrologías, pesado de cada tonel) es una operación que involucran a varias personas. En el momento que se utiliza el tanque de almacenamiento, se podrá despachar directamente al tanque, para su respectiva fabricación. Caso contrario en los toneles, que deben ser descargados uno por uno, pero que es una operación peligrosa, por el manejo de vapores, y el alto riesgo que un tonel se caiga, ocasionando pérdidas de la materia prima, generando que la salud ocupacional de los empleados se ponga en riesgo.

- b. Los fabricantes, también se ven beneficiados, pues ya no transportarían tonel por tonel, si no que su operación de fabricación bajaría, en beneficio de la productividad de la empresa.

#### 4. Sistema de seguridad industrial:

- a. En este estudio se observó que el manejo de toneles es una condición de alto riesgo. Puesto que desde que se está en el área de recepción, el proveedor, por las características de su transporte, se genera un desgaste con la fricción del tonel con la madera del piso del camión.
- b. El sistema contra incendios puede ser de un costo inicial muy alto, pero se compensa en el tiempo, pues las condiciones se tornan más seguras en la manipulación del alcohol etílico.
- c. Con el manejo de toneles, el riesgo de un derrame es mayor que al tenerlo en el tanque de almacenamiento.
- d. Los toneles, cuando se reciben, son expuestos al sol, lo que puede generar mayores vapores a la atmosfera, lo que aumenta la probabilidad de un siniestro.
- e. Los tanques de acero resisten el calor producido por un incendio.

#### 5. Colocación de tierras físicas:

Las conexiones a tierra deben cumplir con lo establecido en la norma NFPA-77:

- a. El tanque debe poseer una correcta conexión a tierra.
- b. Las partes con corriente estática deberán tener puestas de tierra independiente de aquellos elementos con corriente dinámica.
- c. Las tuberías, el tanque y aparatos diversos deberán estar conectados a tierra de forma eficaz.
- d. Antes que se aíslen las tuberías y equipos, se debe probar la continuidad eléctrica y su resistividad, para tener un sistema de tierra eficaz.
- e. El tipo de conexión a tierra que se considerará es el de colocar un electrodo de varilla o tubería, por las características actuales de la planta cosmética.

#### 6. Detección de fugas en el tanque de almacenamiento:

El tanque que se usará es de pared doble, por lo que se debe emplear un sistema de detección de fugas, el cual se coloca dentro del intersticio (es el espacio entre la pared interna y externa de las paredes) para detectar y alertar al encargado de bodega de algún problema con el tanque.

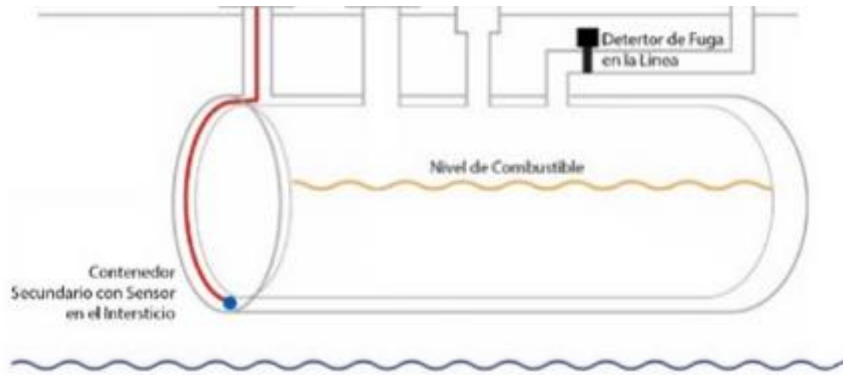


Figura 34. Detectores de fuga en un tanque de pared doble.

No se utilizan tanques de una sola pared, pues se hace necesario la construcción de pozos de observación, haciendo que se requiera que se tenga que hacer mayor la perforación de tierra, lo que debilita el área de almacenamiento.

#### 7. Medidas de seguridad en los tanques subterráneos:

Se fundamentan estas medidas, en las normas pertinentes de la API y UL:

- a. Se debe de tomar en cuenta el empuje de las tierras y los materiales de relleno a que están sujetos.
- b. Se debe considerar un espesor mayor, de por lo menos 1.5 mm por los efectos de la corrosión. Por eso es indispensable usar acero inoxidable.
- c. La unión de planchas se debe de soldar, de manera que soporten cualquier cambio de temperatura inesperado, o algún siniestro dentro del tanque.
- d. La superficie externa del tanque debe ser revestida por una sustancia protectora, insoluble en agua.
- e. El techo del tanque y su generatriz superior deben estar a una profundidad, de por lo menos 0.5 metros abajo del nivel del terreno, para evitar cualquier elevación sensible de temperatura en el alcohol etílico, en caso de un incendio próximo.
- f. Si se van a colocar cargas encima del área donde está el tanque, éste debe estar protegido por un material incombustible, con un espesor y resistencia adecuado al tráfico y/o a las sobrecargas impuestas.
- g. Se debe fijar al suelo, para evitar que flote el tanque y ocurra una elevación del manto freático.
- h. Es obligatorio la instalación de un tubo de venteo de los vapores producidos en servicio normal o durante su llenado, así como para respiradero para el vaciado del tanque. Tener en cuenta que este tubo se le debe incluir un dispositivo que impida la propagación de las llamas hacia el interior del tanque.



## VI. RESULTADOS

Tabla 6. Características del tanque de almacenamiento de alcohol etílico

Tipo de tanque	Subterráneo (doble pared)
Diámetro	3.5 m
Altura	5.0 m.
Capacidad	50 metros cúbicos.
Material	Acero inoxidable

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Matriz de preferencias

Criterios de desempeño	Ponderación	Tanque		Toneles	Calificación		
		Superficial	Subterráneo		Superficial	Subterráneo	Toneles
1. Costo	10	3	3	10	30	30	100
2. Localización	40	5	10	5	200	400	200
3. Seguridad industrial	30	8	9	2	240	270	60
4. Impacto ambiental	10	8	8	8	80	80	80
5. Mantenimiento	10	6	9	10	60	90	100
	100				610	870	540

Fuente: Elaboración propia.

## VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la Tabla No. 7, matriz de preferencias, se hace un análisis comparativo entre las tres opciones que se tienen: Tanque superficial, tanque subterráneo o seguir con los toneles. Se consideran cinco criterios de desempeño: Costo, localización, seguridad industrial, impacto ambiental y mantenimiento. Los cuales, en nivel de importancia por las operaciones en la planta, se considera el más importante el de localización debido a que la planta, por el tiempo que lleva de operación, no se tiene espacios disponibles. Lo que genera que la necesidad de una nueva instalación no venga a afectar la operación general de la misma (40%).

Luego se tomó en cuenta la seguridad industrial (30%), debido a que el manejo del alcohol etílico, por ser inflamable, implica que se deben tomar las medidas respectivas para evitar un siniestro, principalmente a que la localización de la planta, a sus alrededores es una zona residencial, además del personal que trabaja en la planta, se deben garantizar las condiciones necesarias para que ellos laboren.

Los otros tres criterios de desempeño, costo, impacto ambiental y mantenimiento, se les asigna igual importancia (10%) debido a que:

Todo proyecto de inversión debe tomar en cuenta el costo, para que no afecte el aspecto financiero de la empresa, pues una decisión equivocada en una inversión puede afectar la rentabilidad de la empresa, haciéndole una disminución de sus ganancias, llegando a que la empresa cierre operaciones.

En los tiempos actuales, los proyectos que se deben de desarrollar deben ser amigables con el ambiente, puesto que por no tomar en cuenta este factor, se ha ido deteriorando las condiciones ambientales del mundo, por lo que resulta apremiante tomarlo en cuenta para la evaluación de un proyecto.

Ya instalado el proyecto en la empresa, se debe de planificar su mantenimiento correctivo y preventivo, para que esto no sea un factor imposible de atender en el futuro, o que las condiciones hagan que dichas actividades sean muy constantes, haciendo la operación improductiva.

Las calificaciones de la matriz de preferencias son de 0 a 10, donde 0 es que no cumple o que es un tópico que afecta a la empresa, y 10 es que si cumple en su totalidad en la operación de la

De lo anterior, se establece que la opción de tanque subterráneo es la mejor opción puesto que es un 42.6 % mejor que la de tanque superficial, y un 61.1% mejor que la de seguir manejando los toneles.

Se debe utilizar un tanque de doble pared, por las características del terreno, para evitar corrosiones en el tanque.

Dentro del proceso de cambio se debe incluir un proceso de capacitación, para que el personal, luego de estar manipulando los toneles, puedan manejar el nuevo sistema, ya que los cambios se dan en lo siguiente:

1. El cambio de control de inventario, de un pesado gravimétrico a volumétrico.
2. El manejo del Kardex (inventario perpetuo), se hace de manera diferente, pues solo se debe controlar un recipiente.
3. La conexión de mangueras debe realizarse en conformidad como lo asigna el proveedor, para evitar algún derrame.
4. Al usar sensores, debe tener conocimientos básicos de software. Por lo que, si debe ser capacitado el personal de bodega, para afrontar cualquier inconveniente.
5. El encargado de bodega debe estar atento al aviso de los sensores, para evitar un derrame en las instalaciones de la empresa.
6. Debe tener conocimiento de aspectos electrónicos, para que pueda afrontar cualquier eventualidad que se presente.
7. Se deben incrementar las responsabilidades de supervisión, para que se le ponga atención a lo que los sensores le puedan indicar, evitando un siniestro mayor.
8. En el sistema de distribución se utilizará una bomba para la carga y descarga. Esta bomba debe ser a prueba de explosiones, para evitar que una chispa ocasiona un siniestro.

Los toneles observados en este estudio denotan un alto desgaste que sufren, al estar rotándolos para mover. Además del debilitamiento en las paredes, genera desprendimientos del plástico en el tonel, generando una contaminación cruzada, partículas indeseables en el producto final. Esta se elimina al momento de pasar la solución hidroalcohólica (colonia o perfume que está realizando) por la filtradora. Pero si se pierde el control de esta, puede afectar la imagen del producto.

El costo de los toneles se disminuye al cambiar al uso al tanque subterráneo, además de su pureza, se garantiza mejor, pues el acero inoxidable no reacciona con el alcohol etílico.

## VIII. CONCLUSIONES

1. Con la implementación del tanque de almacenamiento de alcohol etílico se reducirán los costos de operación en la empresa, mejorando las condiciones de salud ocupacional de los trabajadores involucrados en el proceso.
2. Los requisitos y generalidades para la instalación de un tanque de almacenamiento de alcohol etílico en la república de Guatemala, está regulado en la Ley de Comercialización de hidrocarburos, decreto número 109-97, incluyendo el reglamento de dicha ley
3. Se debe instalar un tanque subterráneo, debido a que, según la matriz de preferencias, esta opción es un 42.6 % mejor que la de tanque superficial y un 61.1 % mejor que la condición actual de manejo de toneles.
4. El tanque debe ser de doble pared, por ser subterráneo, además que el material debe ser acero inoxidable, pues este es inocuo para el almacenamiento del alcohol etílico, que es un requerimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura.
5. Todo el sistema eléctrico que se instale para este sistema de almacenamiento debe ser a prueba de explosiones por las características del alcohol etílico.

## IX. RECOMENDACIONES

6. Si la planta de producción se cambia de lugar, planificar la instalación del tanque de almacenamiento de alcohol etílico de acuerdo con los lineamientos dados en el presente trabajo.
7. Al momento de la instalación del tanque de almacenamiento, comunicarse con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para que brinde el soporte legal necesario, para la emisión de la licencia de almacenamiento.
8. El tanque de almacenamiento por seguridad de resistencia de materiales, no debe estar fabricado más de seis meses antes de su instalación, para evitar alguna deformación.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios. *PROTECCIÓN DE ÁREAS Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES*. <http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/proteccioncivil/normatividad/NRF-015-PEMEX-2008-F.pdf> (20/08/2019)
2. De León Arreaga, Juan Pablo. *Guía para el diseño estructural de cimientos y anclajes de Tanques de almacenamiento tipo API 650*. Tesis Universidad de San Carlos. 110 páginas.
3. Florida Department of Environmental Protection. *Guía para inspecciones de tanques de almacenamiento de petróleo en el Estado de la Florida*. <https://www.broward.org/Consumer/Environment/StorageTanks/Documents/YourFloridaPetroleumStorageTankFacilityInspectionGuideSpanishVersion.pdf> (19/08/2019)
4. Grupo Politec. *Códigos de identificación de resinas de plástico*. <https://lacoplast.com.gt/tipos-de-materiales-en-envases-plasticos-envaseplastico/> (14/06/2019)
5. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España. *NTP 381: Envases plásticos: condiciones generales de seguridad*. [https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_381.pdf](https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_381.pdf) (15/09/2019)
6. Servicio de Acreditación Ecuatoriano. *Tanques de petróleo se inspeccionan con medición volumétrica*. <https://www.acreditacion.gob.ec/tanques-de-petroleo-se-inspeccionan-con-medicion-volumetrica/> (19/08/2019)
7. Vega. *Depósitos de almacenamiento de alcohol*. <https://www.vega.com/es-es/sectores/alimentos/dep%C3%B3sitos-de-almacenamiento-de-alcohol> (15/06/2019)

## XI. GLOSARIO

Acero negro: es comúnmente conocido como el acero básico, es decir el hierro normal y corriente que sale directamente del proceso de fundición.

Alcantarilla: conducto subterráneo construido para recoger el agua de lluvia y las aguas residuales de una población.

Código Winkler: es una codificación que permite un almacenaje seguro de las sustancias químicas.

Corrosión: es cuando el metal sufre un deterioro de sus propiedades químicas y físicas.

Criogénico: que produce bajas temperaturas.

Etéreo: que es intangible o poco definido y, a la vez, sutil o sublime

Gravimetría: es un método analítico cuantitativo, que determina la cantidad de la sustancia, midiendo el peso de esta con una balanza analítica,

Ignición: inicio de una combustión.

Metrología: lugar donde pesan las materias primas, para prepararlas a su futura conversión.

Solución hidroalcohólica: es una mezcla de agua con alcohol etílico, que se utiliza con fragancia y otros componentes para producir aguas de colonia, perfumes o desodorante Spray.

Tara de tonel: es el peso del tonel sin el material que contenga.