

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Diseño y operación de plantas de almacenamiento
de solventes de bajo punto de chispa

Trabajo de investigación presentado por Claudia María Amézquita Urrutia
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Química

Guatemala
1995

Diseño y operación de plantas de almacenamiento
de solventes de bajo punto de chispa

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Diseño y operación de plantas de almacenamiento
de solventes de bajo punto de chispa

Trabajo de investigación presentado por Claudia María Amézquita Urrutia
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Química

Guatemala
1995

CONTENIDO

	Página
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE ILUSTRACIONES	vii
RESUMEN	viii
 Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. JUSTIFICACIÓN	31
IV. OBJETIVOS	32
V. PROBLEMA A RESOLVER	33
VI. METODOLOGÍA	34
VII. RESULTADOS	35
VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88
IX. CONCLUSIONES	119
X. BIBLIOGRAFÍA	120
XI. APÉNDICES	121

LISTA DE TABLAS

Cuadro

	Página
1. TLV para algunos solventes orgánicos	4
2. Puntos de chispa y conductividad de solventes orgánicos	5
3. Rango de flamabilidad de solventes orgánicos	7
4. Distancias mínimas en función de la capacidad del tanque	19

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración	Página
1. Planta A	35
2. Planta B	36
3. Planta C	37

RESUMEN

Este trabajo se refiere a los lineamientos de diseño y operación que deben seguirse para operar de forma segura, en plantas que almacenan solventes de bajo punto de chispa.

El trabajo ofrece aspectos de diseño, procedimientos de operación, listas de verificación del estado de las instalaciones, hojas de control de inventarios y productos en planta, de forma que a través de su utilización, se puedan remodelar instalaciones que no fueron diseñadas para almacenar este tipo de productos, así como para diseñar nuevas.

Se evaluaron tres instalaciones que no fueron diseñadas para almacenar solventes de bajo punto de chispa. Sin embargo, están siendo utilizadas para ello. Las tres presentan problemas graves de seguridad en su operación y de diseño en sus instalaciones.

Estas instalaciones fueron visitadas en compañía del responsable de la operación. Se condujo la revisión, utilizando la lista de verificación que se presenta en la sección de Anexos 2. Una vez concluida la revisión, se procedió a rendir el informe y a hacer las recomendaciones necesarias.

Algunas de las recomendaciones, pueden implementarse de inmediato, sin ningún costo para los dueños de las instalaciones y otras pueden tomar más tiempo.

Es imprescindible que se tome acción inmediata, ya que la operación de las tres instalaciones visitadas, es de alto riesgo. Se deben elaborar programas de mantenimiento del equipo y de entrenamiento al personal, en forma inmediata.

Es importante destacar que los aspectos de control de emanaciones al medio ambiente, tanto como de seguridad y rentabilidad, son críticos para la adecuada operación de las instalaciones en cuestión, por lo que las recomendaciones de este estudio, deberán ser consideradas seriamente por el personal a cargo de las mismas.

I. INTRODUCCIÓN

La Industria Química es uno de los sectores productivos del país que ha tenido mayor auge en los últimos años. En Guatemala se cuenta con un considerable número de fábricas de pinturas, adhesivos, cosméticos y productos de limpieza, agrícolas y agroquímicos. Muchas de estas empresas no sólo producen para abastecer el mercado local, sino que distribuyen su producto en el resto de los países centroamericanos. Estas y otras industrias son las principales consumidoras de solventes de bajo punto de chispa. Los solventes de bajo punto de chispa son aquellos que son inflamables a temperaturas relativamente bajas en presencia de una fuente de ignición.

Debido al alto volumen de solventes de bajo punto de chispa que manejan dichas empresas, algunas de ellas cuentan con instalaciones para su almacenamiento, o bien planean tenerlas a corto plazo. Las ventajas que obtienen al almacenar altos volúmenes de solventes son:

- Disponibilidad inmediata del producto en cantidades de acuerdo a sus requerimientos de producción.
- Reducción del precio de sus productos al obtener mejores costos de su materia prima.
- Flexibilidad para cubrir la demanda.

Al diseñar o rediseñar las instalaciones para almacenamiento de estos productos deben contemplarse varios aspectos de seguridad, control y medio ambiente.

La primera parte del estudio se refiere a las consideraciones principales a manejar en la fabricación de los tanques, ya sea subterráneos, o aéreos, contemplando tamaños, materiales y accesorios.

La segunda parte del estudio se concentró en la disposición de los tanques en la instalación, tomando en cuenta los siguientes dispositivos y equipos: diques, muros de contención, tierras físicas, tuberías, accesos para carga y descarga, iluminación y sistema contra-incendio.

En la tercera parte del estudio se analizaron los aspectos de control de producto y emanaciones al medio ambiente.

La cuarta parte del estudio abarcó los aspectos de mantenimiento y seguridad que se deben tomar en cuenta para operar en instalaciones que manejen solventes de bajo punto de chispa.

La quinta parte del estudio presentó una lista de requerimientos a verificar para el buen funcionamiento de instalaciones para el almacenamiento de este tipo de solventes, contemplando principalmente los aspectos de seguridad, control y medio ambiente.

II. ANTECEDENTES

A. Características de los solventes orgánicos

La exposición a solventes orgánicos es una amenaza potencial a la salud, productividad y eficiencia del ser humano en la industria. (6)

El término "**solvente**" significa cualquier material usado para disolver otro material e incluye sistemas acuosos y no acuosos. Los más comunes solventes orgánicos pueden clasificarse en: alifáticos, cetonas, ésteres, alcoholes, éteres e hidrocarburos cíclicos, aromáticos y halogenados. (6)

1. Presiones de vapor. Los solventes orgánicos presentan presiones de vapor altas, por lo que la probabilidad de inhalar cantidades tóxicas de los mismos es muy grande. Dichos solventes afectan directamente al sistema nervioso central, actuando como depresivos y anestésicos. También provocan daño a la piel, al remover la barrera protectora de grasas y aceites naturales que ésta posee. (6)

2. TLV. El nivel máximo de concentración en aire (volumen), con el que las personas pueden trabajar teniendo exposición repetida a solventes, sin tener efectos adversos en su salud, es conocida como **TLV (threshold limit value)** y se da a conocer en partes por millón (ppm). Los solventes orgánicos que poseen un TLV menor de 500 ppm deben manejarse con precaución. Entre más pequeño es el TLV, más peligroso es el solvente, ya que a pesar de estar presente en una concentración relativamente baja en un volumen determinado de aire, produce daños a la salud. A continuación se presentan valores de TLV para algunos de los principales solventes orgánicos que se almacenan actualmente en la industria. (6)

Tabla No. 1
TLV para algunos solventes orgánicos.

Substancia	TLV (ppm /volumen, a 25C)
Tolueno	200
Xileno	200
Hexano	500
Varsol	200
Alcohol Isopropílico (IPA)	400
Alcohol Metílico	200
Alcohol Butílico	100
Acetona	750
Metil Etil Cetona (MEK)	200
Metil Isobutil Cetona (MIBK)	50
Acetato de Etilo	400
Acetato de Butilo	200

Los solventes orgánicos tienen otras propiedades por las cuales son también difíciles de manejar, así como lo son el **punto de chispa** y la capacidad de acumular **electricidad estática**. (6)

3. Punto de chispa. El **punto de chispa** de un líquido, es la temperatura más baja a la cual se vaporiza suficiente sustancia para formar una mezcla inflamable con aire y que produce una llama cuando la fuente de ignición es acercada a la superficie del líquido. (6)

4. Acumulación de electricidad estática. El potencial para acumular **electricidad estática** de un solvente orgánico se basa en su conductividad eléctrica. Los

solventes alifáticos, tienen conductividades eléctricas muy bajas (ejemplo: hexano), los aromáticos tienen conductividades eléctricas levemente mayores que los alifáticos (ejemplo: tolueno) y los oxigenados disipan la electricidad estática rápidamente debido a su alta conductividad eléctrica. A continuación se encuentra información de puntos de chispa y conductividades eléctricas de los solventes encontrados comúnmente en la industria local:

Tabla No. 2
Puntos de chispa y conductividad
de solventes orgánicos.

Substancia	Punto de chispa (C)	Conductividad eléctrica (S/m)
Tolueno	7.22	1.0
Xileno	28.33	
Hexano	<0	0.1*10 EXP-3
Varsol	41.11	
IPA	11.67	
Alcohol metílico	11.11	4.3*10 EXP 7
Alcohol Butílico	28.89	
Acetona	<0	5.9*10 EXP 6
MEK	<0	
MIBK	16.67	
Acetato de Etilo	<0	
Acetato de Butilo	22.22	

5. Rango de flamabilidad. Un factor importante en el establecimiento de los rangos de peligro de incendio de los solventes orgánicos, es el **rango de flamabilidad o rango de explosividad**, como también se le conoce. (6)

Para cada líquido inflamable existe un mínimo de concentración de su vapor en aire, abajo del cual la propagación de la llama no ocurre, a pesar de estar en contacto con la fuente de ignición. De la misma forma, existe un límite máximo de concentración de su vapor en aire, arriba del cual la propagación de la llama no ocurre. Estos dos valores son los límites explosivos inferior y superior y son presentados en porcentaje por volumen de vapor en aire. Es decir que por abajo del límite inferior o bien por arriba del límite superior no se producirá fuego, ya que la concentración del solvente en el aire no desarrolla una mezcla inflamable. (6)

A continuación se muestran los límites del rango de flamabilidad de los solventes orgánicos comúnmente encontrados en la industria local. (1)

Tabla No.3

Rango de flamabilidad de solventes orgánicos

Substancia	Rango de flamabilidad	
	Vol % en aire a 25 C	
	Inferior	Superior
Tolueno	1.2	7.0
Xileno	1.0	7.0
Hexano	1.2	6.9
Varsol	0.9	6.0
IPA	3.3	19.0
Alcohol Butílico	1.4	11.2

Tabla No.3

Rango de flamabilidad de solventes orgánicos

Substancia	Rango de flamabilidad	
	Vol % en aire a 25 C	
	Inferior	Superior
Acetona	2.6	13.0
MEK	1.8	10.0
MIBK	1.4	7.5
Acetato de Etilo	2.2	11.0
Acetato de Butilo	1.7	7.6

B. Manejo de solventes orgánicos

Cada uno de los solventes orgánicos mencionados, debe ser analizado para determinar los riesgos de inflamabilidad y de daño a la salud, de manera que se tomen las precauciones necesarias para su manejo. (6)

Para controlar estos riesgos, se deben tomar en consideración los siguientes aspectos: naturaleza del solvente, rapidez de evaporación, posibles fuentes de ignición, tipos de operación a efectuar, la temperatura del proceso y el tipo de construcción para el almacenamiento. (6)

1. Permisos de trabajo en caliente. Con el propósito de controlar las operaciones en donde se emplearán llamas abiertas o se producirán chispas, algunas firmas industriales han desarrollado los **permisos de trabajo en caliente**, lo cuales requieren la autorización de expertos que revisan el área en donde se ejecutará el trabajo, previo a

la ejecución del mismo. Los permisos de trabajo en caliente, contemplan los siguientes puntos:

- Inspeccionar visualmente el área en donde se llevará a cabo el trabajo, con el fin de recabar información para poder planificar correctamente su ejecución.
- Proveer y acercar el equipo necesario para extinguir un fuego en caso necesario.
- Comunicar y coordinar con los otros departamentos operando en el área.
- Aislar las sustancias inflamables de las fuentes de ignición.
- Autorizar el equipo a emplearse.

2. Entrenamiento de personal. El entrenamiento de los empleados, es otra forma de minimizar los riesgos de manejo. Antes que alguna persona se le permita realizar trabajos con solventes o trabajar cerca de los mismos, se le deberá dar el entrenamiento adecuado en cuanto a sus características, manejo y métodos de control. (6)

3. Prevención de incendios. Para prevenir que ocurra un incendio causado por manejo de solventes de bajo punto de chispa, se recomienda lo siguiente:

- Limpiar cualquier derrame de solvente.
- Almacenar los solventes apropiadamente, es decir en lugares ventilados.
- Usar envases adecuados para los solventes, como lo son los barriles o recipientes de lámina de hierro provistos de tapaderas y sellos.
- Remover las fuentes de ignición que se encuentren cerca de solventes

Los vapores emanados por un solvente que ha sido derramado pueden recorrer una distancia de 30 metros o más desde el lugar del derrame. Si estos vapores llegan a una fuente de ignición se provoca un incendio que regresa hasta la fuente del mismo, haciendo el incidente de mayores proporciones. (1)

Algunos de los vapores de solventes son más pesados que el aire. Si estos vapores son liberados, bajan al nivel del suelo y se acumulan mientras la fuente del

solvente siga abierta. Los riesgos debidos a este fenómeno, deben ser tomados en consideración, ya que el contacto de las suelas de los zapatos de un operador con el suelo, podría generar chispas que funcionan como fuente de ignición. (1)

Para controlar el fuego causado por la ignición de solventes, se toman las siguientes medidas:

- Contener el fuego. Para ello se debe limitar la cantidad de oxígeno disponible y se debe controlar la vaporización del solvente.

- Utilizar procedimientos y químicos apropiados para apagar el incendio de la siguiente forma:

- Extintores de químicos secos para fuegos, causados por pequeños derrames,

- Para tanques grandes, utilizar espuma convencional para hidrocarburos y oxigenados no-miscibles en agua. Para oxigenados miscibles en agua, se deben utilizar espumas especiales resistentes a alcoholes, y

- Al usar agua o químico para apagar el incendio, nunca se hace en forma de chorro, ya que podría resultar peligroso al empujar el contenido del tanque hacia afuera, aumentando así el derrame y el fuego.

El fuego también puede ser peligroso debido a la descomposición de las sustancias. Si hay personal de rescate entrando a las áreas del incendio, se recomienda que utilicen equipo de respiración. No se debe ingresar a un espacio confinado sin la protección necesaria, ya que el contenido de oxígeno en dicha área puede bajar a niveles peligrosos del 18%. (1)

C. Seguridad

El término **evaluación de riesgo** se refiere a un proceso analítico, sencillo en concepto, pero en ocasiones difícil de aplicar. Generalmente se aplica en dos áreas distintas, que son: Riesgo para la salud de seres humanos y riesgos o accidentes de prácticas industriales u otras actividades humanas. (3)

Conceptualmente, ambas son similares. Se llama a un experto para evaluar las probabilidades que algún accidente ocurra y para analizar las experiencias pasadas, de forma que se eviten accidentes en el futuro. (3)

1. Evaluaciones de riesgo de salud. Las **evaluaciones de riesgo de salud**, se basan en estudios toxicológicos o epidemiológicos. Estos estudios se conducen con animales a los cuales se expone a diversas cantidades y clases de solventes, con el fin de estudiar las reacciones inmediatas de éstos a dichos solventes y los efectos en el largo plazo que sufren en su salud. (3)

Es importante conocer los procedimientos de primeros auxilios a implementarse al sufrir un accidente con solventes. A continuación se citan las principales medidas:

- **Contacto con los ojos:** Si entran en los ojos gotas de solventes oxigenados, se deben lavar inmediatamente los mismos con abundante agua por lo menos por 15 minutos, se debe llamar a un médico. Los alcoholes y las cetonas causan irritación severa de los ojos y pueden dañar los tejidos si no se remueven de inmediato. Si entran en los ojos hidrocarburos, se deben lavar inmediatamente con agua hasta que desaparezca la irritación.

- **Inhalación:** El personal de rescate debe utilizar protección respiratoria. Debe movilizar a la persona expuesta, inmediatamente fuera del área. Darle respiración artificial si la persona no respira y llamar a un médico de inmediato.

- **Contacto con la piel:** Se debe lavar el área expuesta, con abundante agua y jabón. Si el solvente contaminó la ropa utilizada, se debe remover inmediatamente y lavar muy bien, antes de volverla a usar. Si la exposición es frecuente o prolongada, la piel se irrita y puede sufrir dermatitis.

- **Ingestión:** No se debe inducir el vómito, debido a que existe la posibilidad de que se aspire el solvente hacia los pulmones. Si esto ocurriera, la persona sufriría de una neumonía bronquial o un edema pulmonar. Se debe recostar a la persona y llamar a un médico de inmediato.

Una excepción importante es el metanol, el cual causa pérdida parcial y hasta total de la visión, por lo que "sí" se debe inducir al vómito a la persona que lo haya ingerido.

2. Evaluaciones de riesgo en la industria. En el **campo industrial las evaluaciones de riesgo** se conocen usualmente con el nombre de evaluaciones de peligro y han sido parte, por años, de la seguridad industrial y prevención de pérdidas.

(3)

Usualmente se hacían análisis de riesgo únicamente a procesos y equipo relacionado al mismo. Pero debido a la publicidad adquirida por algunos accidentes, recientemente ha aumentado el interés por realizar evaluaciones de riesgo también en el almacenamiento de material, transporte y manejo de desechos. (3)

El método del análisis de riesgo, consiste en determinar un riesgo promedio para una actividad o proceso. El riesgo promedio, se determina con base en la probabilidad de fallar y se consideran las formas para controlarlo. De esta manera, cuando se analiza un riesgo en un sistema similar, se compara el riesgo de este sistema con el riesgo promedio. Cuando el riesgo analizado es mayor que el riesgo promedio, se considera inaceptable y debe analizarse y corregirse inmediatamente. (3)

Existen en la industria de los Estados Unidos, diversos códigos o normas para la seguridad en procesos industriales. Un ejemplo de esto es el Código de Seguridad de procesos, publicado por la Asociación de Manufactura Química y la norma API 750 publicado por el Instituto Americano de Petróleo. (3)

El Código de Seguridad de Procesos contempla cuatro áreas que son:

- Liderazgo gerencial
- Tecnología (incluyendo evaluaciones de riesgo)
- Instalaciones (evaluación de instalaciones ya existentes en cuanto a modificaciones de las mismas para elevar su nivel de seguridad)
- Personal (evaluaciones de habilidades y entrenamiento)

La **norma API 750** contempla los siguientes puntos:

- Información de la seguridad del proceso y manejo de datos del mismo en cuanto a equipo y materiales.
- Análisis de peligros del proceso en la instalación.
- Manejo de cambios, para monitorear las mejoras y evaluación de riesgos potenciales, debido a los cambios en las instalaciones.
- Procesos de operación en forma escrita, para ejecutar los procesos de acuerdo a reglas bien diseñadas.

- Prácticas de trabajo seguras.
- Entrenamiento de personal.
- Aseguramiento de la calidad e integridad mecánica del equipo crítico.
- Revisión de seguridad, previo a puesta en marcha de equipo e instalaciones.
- Control de emergencias y respuesta a las mismas.
- Investigación de incidentes y accidentes (*)
- Auditorías al sistema de manejo de peligros de procesos (4)

* Nota: La diferencia entre incidente y accidente es la siguiente: Un incidente es una situación de peligro o acción insegura que no culminó en un accidente, pero que merece igual atención ya que en sí es un peligro potencial. Debe atenderse, corregirse y documentarse.

D. Diseño

Para producir una instalación económica, segura y que satisfaga los requerimientos de construcción, es necesario un proceso detallado de diseño, acorde con las prácticas de ingeniería aceptadas. (2)

Existen varios códigos de construcción utilizados en los Estados Unidos como lo son: API 650, API 653, API 2000 y UL 142. Debe tomarse en cuenta también, el código NFPA 30 relacionado con prevención de incendios, distribución eléctrica y tuberías, entre otros. (2)

1. Elementos básicos a considerar en el diseño de instalaciones de almacenamiento de materiales peligrosos. A continuación, se describen diez pasos que pueden servir como guías para los ingenieros que diseñan instalaciones para almacenar materiales peligrosos:

- Determinar la peligrosidad y las cantidades de los materiales a ser almacenados. Típicamente los materiales peligrosos, se pueden clasificar en: combustibles, inflamables, oxidantes, tóxicos, venenosos y abrasivos.

Cualquier cambio en la lista de materiales originalmente considerados, debe ser evaluado. De igual forma, cuando se hagan modificaciones a las instalaciones, es muy útil y recomendable hacer una reevaluación de la peligrosidad y cantidades de los materiales. También debe tomarse en cuenta la rotación del inventario.

- Establecer la forma de manejo del material, así como el sistema de almacenamiento. Debe proveerse de duchas y estaciones para lavado de ojos, de acuerdo al código. Los códigos establecen los requerimientos individuales para cada material. Dichos códigos son los UBC (Uniform Building Code) y el BOCA (Building Officials & Code Administration International), ambos de Estados Unidos.

- Utilizar la información obtenida hasta este punto para determinar la categoría de ocupación de la instalación.

- Calcular la carga de ocupación (peso total de los materiales a ser almacenados). Los ingenieros deben también determinar, con base en la clasificación de los materiales involucrados, cuándo es necesaria la construcción de áreas separadas. Si los materiales almacenados son de diferentes clases, se recomienda que se coloquen en áreas separadas para:

- Facilitar la disposición de materiales acumulados en el recinto en caso de fugas.

- Controlar adecuadamente el fuego en caso de ignición de los solventes almacenados. (Para cada clase de solvente existe una espuma diferente para extinguir el fuego.)

- Facilitar el manejo de productos en la instalación.

- Establecer el tipo de construcción requerida con base en la ocupación. La mayoría de los códigos, como el NFPA 30, designa los tipos de construcción como: combustibles, no-combustibles, resistentes al fuego y no resistentes al fuego. Para instalaciones que requieren áreas separadas, existen códigos especiales para determinar el espesor de los muros, tales como el NFPA 30. Debe ponerse especial cuidado en el diseño de techos, paredes y bases de tanques cuando se manejan químicos con altos riesgos de incendio y explosión.

- Determinar la localización de las instalaciones en el lugar. La proximidad de estructuras de almacenamiento con las otras estructuras de la propiedad y la clasificación de los materiales según su peligrosidad, servirán para establecer la clasificación de los muros exteriores.

- Calcular el área de terreno, que es el espacio máximo basado en la ocupación y en el tipo de construcción.

- Determinar el número y el alto de los tanques de almacenamiento. Generalmente las instalaciones que almacenan materiales peligrosos, son estructuras sencillas.

- Revisar el bosquejo del edificio y compararlo con los requerimientos de salidas, escaleras y corredores que establecen los códigos UBC y BOCA, ambos mencionados en párrafos anteriores.

- Asegurarse que fueron diseñados los espacios para contener derrames y peligros de incendio. También deben existir sistemas de drenaje debidamente dimensionados y localizados adecuadamente.

Se debe diseñar el dique de contención de derrames, el drenaje y las pendientes de terreno, pensando en el máximo derrame posible. Es decir que la capacidad volumétrica del dique, no deberá ser menor que la mayor cantidad de líquido que pueda salir del tanque de mayor volumen. Deben considerarse también los volúmenes de los otros tanques, si es que hubiera más de uno localizados en el dique. (2)

2. Tanques aéreos versus tanques enterrados. Tradicionalmente, las instalaciones tenían los tanques de almacenamiento enterrados para minimizar los riesgos de fuego y explosión. Dichos tanques deben obedecer a regulaciones que recomiendan el uso de paredes dobles, protección para la corrosión, detección de fugas que requieren seguros muy costosos, para poder reparar los daños civiles y al medio ambiente que ocurrieran, debido a una falla en el tanque. (8)

El proceso de readecuar los tanques enterrados es muy costoso, ya que no tienen fácil acceso para inspeccionarlos a fondo. Debido a lo anterior, los tanques aéreos cada vez son más comunes. (8)

a. Fallas de los tanques: Los riesgos de fallas en los tanques, tienen diferentes implicaciones para los aéreos y los enterrados. Una fuga lenta y silenciosa en tanques enterrados, puede causar daño severo a la tierra, y corrientes de agua subterráneas. Y en el caso de tanques aéreos, el riesgo de fuego o una explosión, puede tener un devastador impacto en la seguridad pública. (8)

b. Materiales de construcción. El acero es el material más usado para tanques aéreos que almacenan productos inflamables y combustibles. Se recomienda el acero, debido a su integridad estructural y resistencia al fuego. El acero al carbón y el acero inoxidable son los metales más usados para la construcción de tanques. (8)

A continuación, se encuentran las especificaciones de los materiales más utilizados según la norma de la American Society for Testing and Materials (ASTM):

- A 283 Láminas de acero al carbono, formas y barras de bajo e intermedio esfuerzo a la tracción.

Grado C, espesor ≤ 0.0254 m (1.0 pulgada)

- A 285 Láminas de acero al carbono de bajo e intermedio esfuerzo a la tracción para recipientes a presión.

Grado C, espesor ≤ 0.0254 m (1.0 pulgada)

- A 442 Láminas de acero al carbono de mejoradas propiedades para recipientes a presión.

Grado 55 y 60, espesor ≤ 0.381 m (1.5 pulgadas)

- A 516 Láminas de acero al carbono, para moderadas y bajas temperaturas de servicio de recipientes a presión.

Grados 55, 60, 65 y 70, espesor ≤ 0.0381 m (1.5 pulgadas)

- A 537 Láminas de acero al carbono - manganeso - silicio - tratado térmicamente para recipientes a presión.

Clase 1, espesor ≤ 0.0381 metros (1.5 pulgadas)

Clase 2, espesor ≤ 0.0381 metros (1.5 pulgadas)

placas insertadas a 0.1016 metros (4 pulgadas)

- A 573 Placas de acero estructural al carbono o de mejorada dureza.

Grado 58, 65 y 70, espesor, ≤ 0.0381 metros (1.5 pulgadas)

- A 662 Lámina de acero al carbono - manganeso, para moderada y baja temperatura de servicio en recipientes a presión.

Grado B y C, espesor ≤ 0.0381 metros (1.5 pulgadas)

- A 678 Láminas de acero al carbono para aplicaciones estructurales, templada y revenida.

Adición de Boro no es permitida.

Grado A, espesor ≤ 0.0381 metros (1.5 pulgadas)

Grado B, espesor ≤ 0.04445 metros (1.75 pulgadas)

(5)

c. Distancias mínimas. El tamaño del terreno debe establecerse previo a la construcción de una nueva instalación, o en la readecuación de una ya existente. El código estadounidense NFPA 30 estipula las distancias mínimas que deben existir entre los tanques aéreos y los edificios vecinos, los linderos de la propiedad, y las vías públicas. La distancia es función de la capacidad del tanque y el tipo de fluido almacenado, como se ilustra en la tabla siguiente. (8)

Tabla No. 4

Distancias mínimas en función de la capacidad del tanque
para líquidos de Clases I y II

Capacidad del tanque		Distancia mínima	Distancia mínima
galones	litros	entre tanques aéreos y linderos y vías públicas (m)	entre tanques aéreos y el edificio más cercano (m)
≤ 275	≤ 1045	1.5	1.5

Tabla No. 4
Distancias mínimas en función de la capacidad del tanque
para líquidos de Clases I y II

Capacidad del tanque galones	litros	Distancia mínima entre tanques aéreos y linderos y vías públicas (m)	Distancia mínima entre tanques aéreos y el edificio más cercano (m)
276 a 750	1046 a 2850	3.0	1.5
751 a 12000	2851 a 45600	4.5	1.5
12001 a 30000	45601 a 114000	6.0	1.5
30001 a 50000	114001 a 190000	9.0	3.0
50001 a 100000	190001 a 380000	15.0	4.5
100001 a 500000	380001 a 1900000	24.0	7.5
500001 a 1000000	1900001 a 3800000	30.0	10.5
1000001 a 2000000	3800001 a 7600000	40.5	13.5
2000001 a 3000000	7600001 a 11400000	49.5	16.5
3000001 a más	11400001 a más	52.5	18.0

Deben colocarse tanques enterrados, cuando el terreno a ocupar esté rodeado de muchos edificios, casas y vías públicas. (8)

Existen lugares en donde las leyes impiden la instalación de tanques aéreos, sin importar las medidas de seguridad tomadas. Esto se aplica muy especialmente a áreas residenciales o comerciales. En otros casos, las regulaciones permiten el uso de este tipo de tanques y a su vez dan lineamientos sobre las reglas mínimas de seguridad a cumplir para poder operar. (8)

d. Diques y accesorios. Los tanques aéreos deben ser equipados con accesorios, para prevenir sobre llenado. Deben tener pared doble. (8)

1) Detector de fugas. En cuanto a la **detección de fugas**, no existe ninguna regulación para su instalación. Sin embargo, algunos propietarios de instalaciones están utilizando equipo para prevenir que las mismas ocurran. Tales equipos, son monitores de presión o vacío, medidores electrónicos y miras ópticas. (8)

2) Válvulas de presión y vacío. Debe considerarse también en la operación de tanques aéreos, la temperatura a la que están expuestos los mismos. Debe proveérsele al tanque, instrumentos para liberar la presión contenida dentro del recipiente en días cálidos, considerando siempre el control de las emisiones al medio ambiente. (8)

Se deben incorporar **válvulas de presión y vacío**, tanto para tanques enterrados, como para tanques aéreos. A estas válvulas se les fija un valor de presión de 861 a 6896 Newton/metro cuadrado (2 a 16 oz/pulgada cuadradas) o un valor de 430 Newton/metro cuadrado (1 oz/pulgada cuadrada) al vacío. La válvula se abre cuando la presión excede cualquiera de estos valores. (8)

Existen varios códigos estadounidenses que reglamentan el dimensionamiento de las válvulas de presión y vacío, dichos son el API 2000, el UL 142 y el NFPA 30. De acuerdo a NFPA 30, las válvulas deben colocarse a 3.6 metros (mínimo) del nivel del tanque y nunca ventilar hacia abajo o hacia edificios vecinos.

3) Diques. El **dique** es una estructura de contención que abarca el

área alrededor del tanque y debajo del mismo. Existen muy pocas fábricas que construyan el dique como parte integral del tanque. El 75 % de los diques se construyen en forma separada. (8)

El código NFPA 30 especifica las dimensiones de los diques, su capacidad, su localización en la propiedad y los materiales de construcción. Entre los materiales de construcción más comúnmente usados están: el concreto, acero y tierra impermeable. (8)

Las paredes del dique deben ser diseñadas a prueba de fugas y resistentes a la presión hidrostática. Para minimizar el riesgo de incendio, el código prohíbe el almacenamiento de materiales combustibles dentro del mismo, así como de barriles vacíos. (8)

La altura promedio de los diques, es generalmente 1.8 metros, la cual puede aumentar si se provee de acceso de emergencia a las válvulas de los tanques y a otro equipo crítico para la operación. Si las paredes del dique exceden los 3.6 metros de altura, el diseño debe incluir provisiones para controlar las válvulas y equipo crítico a control remoto. (8)

La distancia mínima entre los tanques de almacenamiento y la pared del dique, es 1.5 metros. (8)

Los diques deben contener cajas separadoras, con el objeto de poder manejar apropiadamente el agua de lluvia almacenada en el dique, la cual puede estar contaminada con residuos de los líquidos almacenados en los tanques. Una vez separada el agua de los otros líquidos, ésta se destina a los drenajes. (8)

El dique debe contener el 110% de la capacidad de los tanques. Esto es para que pueda contener el volumen almacenado en los mismos y el exceso de otros fluidos (Ejemplo: agua). (8)

Existen dos tipos de diques utilizados en la industria: Los de estructura cerrada (techo) y los de estructura abierta. Los de estructura abierta son los más utilizados, debido a que facilitan la inspección del tanque y accesorios y evitan que se acumule mucha presión en caso de incendio. (8)

e. Inspecciones visuales. Es importante realizar inspecciones visuales a los tanques regularmente, ya que se ha comprobado que la mayor causa de derrames, se debe a los actos de vandalismo y a sobrellenados. Es muy importante la función de los diques en estas situaciones, ya que contienen los derrames y a la vez minimizan la corrosión debido a que evitan que las bases de los tanques estén en contacto con el suelo. (8)

El código NFPA 30 requiere que los tanques ocupados por materiales peligrosos sean marcados debidamente con el nombre del producto contenido y sus riesgos de incendio. Además que estén vigilados y esté prohibido el ingreso de personal no autorizado. Esto se estableció a partir de un estudio realizado por el Instituto Americano de Petróleo (API) en Washington D. C., que indica que el 20 % de la fugas, son debidas a los actos de vandalismo. (8)

f. Costo. En general, los tanques aéreos se consideran una inversión menos costosa que los tanques enterrados, debido a que no es necesario cavar el terreno y la detección de fugas es llevada a cabo con elementos sencillos. Pero lo anterior no es del todo cierto, ya que existen costos asociados a los tanques aéreos, que no se aplican a tanques enterrados. (8)

Debido a la evolución de las regulaciones, se ha vuelto de carácter obligatorio la utilización de diques, sistemas contra incendios y propiedades más grandes, para poder cumplir con las recomendaciones de espacio de las mismas. (8)

Además, el largo de las tuberías ha aumentado, debido a la distancia entre los tanques aéreos y otros edificios o estructuras dentro de la propiedad, que utilizan los productos almacenados en los tanques. Esto aumenta el costo de instalación, mantenimiento y riesgo de fugas a lo largo de las mismas. (8)

g. Construcción de tanques. Existen dos tipos de tanques aéreos según su fabricación. Los tanques que son construidos en fábricas remotas al lugar de su instalación y los erigidos en el terreno de su instalación. La diferencia es básicamente, la capacidad de diseño de los mismos. (8)

Los tanques menores de 190,000 litros (50,000 galones) son usualmente construidos en fábricas. Los capaces de almacenar más de ese volumen, son erigidos en el sitio de su instalación. Actualmente el 80% de los tanques en los Estados Unidos, son construidos en fábricas. (8)

Existen varios códigos estadounidenses utilizados en la industria para la fabricación de tanques aéreos, entre ellos están el API 650 y el UL142. (8)

El AP1 650 es el estándar más conocido y se aplica tanto a diseño, como a construcción de nuevos tanques aéreos. (7)

Estos códigos, estipulan factores de diseño como lo son: material de fabricación, espesor de pared, dimensiones de compartimientos (si los tiene), entradas y accesorios. (8)

h. Tuberías. Las tuberías han sido identificadas como la causa de 2/3 de las fugas de los sistemas de almacenamiento enterrados. Es una ventaja colocar la tubería visible en los sistemas de tanques aéreos, ya que facilita su inspección. La tubería aérea requiere de soportes firmes, resistentes al fuego y a terremotos. (8)

i. Control de incendios. El código NFPA 30 regula la localización de los tanques aéreos y a la vez establece los estándares para su instalación, control de derrames, ventilación, estado de integridad del tanque y su correspondiente tubería. El código, establece la distancia mínima entre tanques y los límites de la propiedad y edificios vecinos, con base en el tipo de tanque, tamaño y contenidos del mismo. (8)

Este código clasifica los combustibles líquidos en tres categorías, que a su vez son divididas en tipos A y B. (8)

- Clase I: Fluidos como gasolina y algunos alcoholes con puntos de chispa menores de 38C (100F).

- Clase II: Fluidos como el diesel y la kerosina, que tienen puntos de chispa de 38 C a 60C (100 a 140F).

- Clase III: Fluidos como los aceites, que tienen puntos de chispa de: 60 C a 93 C (140 a 200 F) (IIIA) y > 93 C (200F) (IIIB).

Los líquidos Clase I, son los más difíciles de almacenar debido a su bajo punto de chispa. Este rango cubre a la mayoría de los solventes comúnmente utilizados en la industria local. Debido a su peligrosidad, el código NFPA 30 establece restricciones severas. Los tanques que almacenen líquidos Clase I deben localizarse lo más alejados posible del resto de edificios dentro de la instalación y se recomienda que no tengan una capacidad más allá de 22,800 litros (6000 galones) (optativo). (8)

Los tanques que almacenan líquidos clases I, II y IIIA, deben estar equipados con sistemas de contención de derrames. Esta regla es optativa para tanques que almacenan líquidos de clase IIIB. (8)

E. Operación:

1. Control de inventarios. Las cifras de inventario deben ser registradas diariamente y reconciliadas mensualmente. Para ello es necesario que se midan los niveles de los tanques, por lo menos dos veces al día y a su vez, que se midan las entradas y salidas del mismo. Al final del mes se comparan las cifras, ingresos versus egresos que deben coincidir casi exactamente, excepto por las diferencias esperadas, debido al manejo y a las pérdidas por evaporación. Si la diferencia es mayor que la esperada, debe revisarse el tanque para eliminar la posibilidad de fugas o bien tomar medidas en cuanto a posibles actos de vandalismo. (8)

2. Control de llenado de tanques. El producto es introducido al tanque a través de tuberías y mangueras. También se usan para la operación, accesorios como son las válvulas de cheque y los acoples de cierre rápido. (8)

Es necesario que el operador de la planta, conozca durante la operación de llenado del tanque, el nivel del líquido, por lo que es imprescindible el uso de medidores de nivel. En ocasiones se utilizan alarmas de nivel, para ayudar al operador a no sobrellenar un tanque y causar un derrame. (8)

Se recomienda colocar alarmas de alto nivel que se activen al alcanzar el 85% del nivel del tanque y que automáticamente detenga el ingreso de producto al 90% del nivel. El Instituto Americano de Petróleo estima que, el 12% de los derrames en instalaciones de almacenamiento, se debe a sobrellenados de tanques. (8)

Debe colocarse en la tubería, el nombre del producto que contiene, para facilitar al operador de la planta, la operación de llenado y evitar que puedan existir contaminaciones de producto al ingresar al tanque un producto diferente al que almacena. (8)

3. Control de la presión en los tanques. En climas cálidos, los productos dentro de los tanques generan una mayor presión debido a la formación de vapores. Para ello, se deben incorporar al tanque válvulas de presión y vacío. Los límites en que se accionan estas válvulas están usualmente entre 861 a 6896 Newton/metro cuadrado (2 y 16 onzas/pulgada cuadrada) para presión positiva y 430 Newton/metro cuadrado (1 onza/pulgada cuadrada) para vacío, como se dijo anteriormente. (8)

4. Control del flujo en los tanques. Para controlar el flujo en los tanques, es preciso el uso de válvulas adecuadas para cada propósito. En la tubería de salida de un tanque aéreo, debe colocarse una válvula de compuerta con suficiente estanque para retener la presión del líquido. Así mismo se debe tener cuidado al elegir las válvulas para las otras posiciones críticas dentro del sistema. (8)

Debe ponerse mucha atención en la bomba que se va a utilizar para bombear el producto del tanque, de manera que la operación sea segura, que no existan contaminaciones y que no ocurra cavitación. Ocurre cavitación cuando el líquido que pasa por las bombas, forma burbujas al evaporizarse dentro de las mismas. (8)

F. Mantenimiento de tanques.

Las fugas y los derrames, son resultado de fallas en tanques de almacenamiento. Dichas fallas son inaceptables, debido a su impacto en el medio ambiente, daño a la imagen pública de las compañías y los altos riesgos incurridos. (8)

Para prevenir que ocurran estos incidentes, el Instituto Americano del Petróleo publicó un nuevo documento titulado: *Inspección, reparación, alteración y reconstrucción de tanques, conocido también como API 653*. (7)

El API 653 es una guía con los requerimientos mínimos para mantener la integridad de tanques aéreos. El código API 653 incluye aspectos como lo son: fundiciones, bases, cuerpo, estructura, techos, accesorios y boquillas de los tanques. (7)

Los requerimientos mínimos de este código se refieren a:

- Determinar la disponibilidad del tanque para el servicio.
- Evaluar la instalación de la base.
- Consideraciones de fracturas por fatiga.
- Listas de chequeo para inspección
- Pruebas, marcas y mantenimiento de records.
- Reparaciones y modificaciones
- Desmantelamiento, reconstrucción y soldadura de accesorios de tanques.

1. Inspección de tanques. El código API 653 recomienda las inspecciones frecuentes y documentadas a tanques aéreos por parte de personal calificado. El personal debe haber tenido capacitación en este tema y deben contar con la experiencia necesaria. Los inspectores pueden ser contratados o empleados que trabajan en las instalaciones. (7)

a. Registros. Para que los hallazgos obtenidos durante la inspección queden debidamente documentados, el código API 653 recomienda que el dueño de la instalación mantenga un conjunto de registros. Los registros abarcan los siguientes elementos:

- Detalles de construcción, como por ejemplo: información en una placa o letrero, dibujos, especificaciones, registros de cumplimiento y resultados de pruebas del material de construcción.
- Historial de inspección, que incluya las medidas tomadas, condiciones de partes inspeccionadas y velocidades de corrosión.
- Historial de reparaciones y modificaciones, incluyendo reemplazos y cambios de servicio de tanques.

Todos los requerimientos del código API 653, están establecidos para prevenir las fugas y fallas de los tanques aéreos. Este código se adecúa muy bien a los planes de mantenimiento preventivo. (7)

b. Procedimientos de verificación. Unos de los aspectos especiales del código API 653 son las consideraciones respecto a la disponibilidad de los tanques para uso, las revisiones de los síntomas de fracturas y las evaluaciones de ingeniería de los mismos. (7)

El código API 653 para asegurar que no haya fallas en las bases o cuerpos de los tanques, recomienda inspecciones periódicas. Existen tres tipos de inspecciones y se citan a continuación:

1) Revisión rutinaria en servicio: Este tipo de revisión es simplemente visual. A través de este tipo de revisión, se determina si ha habido deterioro físico en las condiciones del tanque desde su revisión anterior. Debe hacerse al menos una vez por mes y debe incluir observaciones para condiciones tales como: deformaciones del cuerpo (pandeo), fugas, problemas en los cimientos y asentamiento. (7)

2) Revisión formal en servicio: Cubre todo lo que se pueda examinar detalladamente del tanque, sin movilizarlo de su lugar o sacarlo de servicio. (7)

3) Inspección interna formal: Esta inspección, es conducida por expertos. Requiere que el tanque sea movilizado o bien, sacado de servicio. Debe prepararse de manera que ofrezca una atmósfera segura para el ingreso al mismo. Esta etapa es muy costosa pero beneficiosa, ya que ofrece la posibilidad de medir espesores mínimos de la base y el cuerpo del tanque. (7)

c. Frecuencia de inspección de tanques. La frecuencia de las evaluaciones, se fija por el mínimo espesor de pared permitido. Este mínimo es usualmente de 0.00254 metros (1/10 de pulgada), pero puede reducirse a 0.00127 metros (1/20 de pulgada) si el tanque en cuestión está equipado con capas gruesas de aislante, o si tiene protección catódica. La protección catódica se lleva a cabo introduciendo corriente eléctrica o instalando un ánodo de sacrificio. El más comúnmente empleado, es el sistema que utiliza un ánodo de sacrificio, el cual trabaja así:

Se coloca un ánodo elaborado de diferente material al que se empleó en la fabricación del tanque. Existe una diferencia de potencial entre los dos objetos (tanque y ánodo) y debido a ello, el ánodo transfiere electrones al tanque, evitando que se corroa. (7)

Se determinan los intervalos considerando las velocidades de corrosión del techo y la base de los tanques. Se estima el tiempo en el que la base se corroerá al mínimo permitido y esto provee el cronograma de inspección. El intervalo nunca debe exceder 20 años. (7)

Cuando las velocidades de corrosión son desconocidas y no se dispone de un historial de servicio del tanque, el máximo intervalo de verificación baja de 20 a 10 años. (7)

El código API 653 contempla además, aspectos tales como revestimiento de los tanques, la protección catódica y la detección de fugas. (7)

III. JUSTIFICACIÓN

En la industria química, diversos procesos utilizan solventes como materia prima para la elaboración de su producto final. Ejemplos de estas industrias son las fábricas de pinturas, cosméticos, adhesivos, agroquímicos y productos de limpieza. En ocasiones, dichas fábricas tienen dentro de sus instalaciones tanques que contienen dichos solventes, no sólo por la comodidad de tener el producto disponible todo el tiempo, sino para economizar en la compra de mayores volúmenes de los mismos.

Con el crecimiento y desarrollo económico del país, ha aumentado el tamaño de las instalaciones de almacenamiento de solventes en la industria y en ocasiones no se han tomado en cuenta factores de seguridad en el diseño.

Este estudio, muestra un caso real de reconversión de tres instalaciones de almacenamiento de solventes de alto punto de chispa, a instalaciones de solventes de bajos puntos de chispa, el cual no sólo puede ayudar en el rediseño de otras instalaciones, sino puede servir de guía para el desarrollo de nuevos proyectos.

Los solventes de bajo punto de chispa, son en extremo peligrosos si no se manejan con cuidado ya que son acumuladores de electricidad estática y explosivos. De allí la importancia de diseñar la instalación tomando en cuenta estos y otros factores de importancia como son las altas tasas de evaporación de los mismos.

Actualmente no existe ningún requisito por parte del gobierno, en cuanto a emanaciones al medio ambiente. Sin embargo, es una responsabilidad ineludible con el país, cuidar las emanaciones de productos dañinos a la salud, tales como los vapores de los solventes, que se tratarán en este estudio.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivos generales:

1. Presentar alternativas de diseños rentables, seguras, y con interés en el medio ambiente de instalaciones para almacenamiento de solventes de bajo punto de chispa.

2. Crear una guía para futuros usuarios del estudio con información sobre los requisitos necesarios para diseñar una instalación para manejo de solventes de bajo punto de chispa.

B. Objetivos específicos:

1. Proveer una guía específica para revisar las instalaciones que manejan solventes con bajo punto de chispa.

2. Proveer una guía específica para la operación segura de instalaciones que manejan solventes con bajo punto de chispa.

V. PROBLEMA A RESOLVER

El problema a resolver es el siguiente:

Muchas fábricas locales están almacenando solventes de bajo punto de chispa en instalaciones que no consideran la seguridad, control de inventarios y emanaciones al medio ambiente. Los solventes de bajo punto de chispa son inflamables, por lo que requieren manejo en una instalación segura y operarlos con precaución, ya que existe un alto riesgo de incendios si fuesen mal manejados.

VI. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizará en este estudio, se basará en las siguientes etapas y sus respectivas sub-etapas:

A. Selección de códigos a aplicar en el diseño e inspección de instalaciones.

- Análisis de la bibliografía disponible.
- Con base en la bibliografía disponible, extraer temas de aplicación en el estudio e identificar requisitos.
- Redacción del soporte bibliográfico del estudio.

B. Análisis de tres instalaciones de almacenamiento de solventes versus los estándares.

- Inspección visual de instalaciones.
- Revisión de planos de las instalaciones y del equipo disponible.
- Inspección visual de la operación dentro de las instalaciones.
- Comparación de elementos observados versus requisitos.
- Con base en los resultados de la comparación, ofrecer recomendaciones para optimizar las instalaciones tanto en diseño, como en operación.

C. Desarrollo de la lista de verificación de instalaciones.

- Con base en los requisitos que estipulan los códigos utilizados como referencia en este estudio, generar una lista de verificación para las instalaciones.

VII. RESULTADOS

A. Descripción de las instalaciones:

A continuación, se encuentra una descripción de las plantas que fueron inspeccionadas. No se hará mención del nombre de las mismas, ya que dicha información no es relevante para este estudio:

Planta A:

La planta A se dedica a la fabricación de pinturas, barnices y thinners y a la comercialización de solventes de bajo punto de chispa desde hace varios años. Debido a lo anterior, han ubicado en su planta varios tanques, en los que almacenan solventes de bajo punto de chispa, los cuales son materia prima para su proceso y utilizados también para su venta.

Dicha planta se encuentra localizada en un área industrial y residencial.

En las instalaciones de la planta A existen 22 tanques horizontales y 6 tanques verticales, donde se almacenan solventes de bajo punto de chispa como lo son: Hexano, tolueno, xileno, alcohol isopropílico (IPA), metanol, butanol, metil isobutil cetona (MIBK), metil etil cetona (MEK), acetona, acetato de butilo, acetato de etilo y varsol.

Los tanques horizontales se encuentran ubicados en el área central de la planta, colocados sobre bases de concreto y dentro de un dique. La capacidad de los mismos varía. Doce de los tanques son de 28,396 litros (7500 galones) y diez son de 32,182 litros (8500 galones).

Los tanques verticales se encuentran ubicados en una de las áreas laterales de la planta, muy próximos a la bodega de almacenamiento de producto terminado, al área de producción de pinturas y a la oficina de personal administrativo.

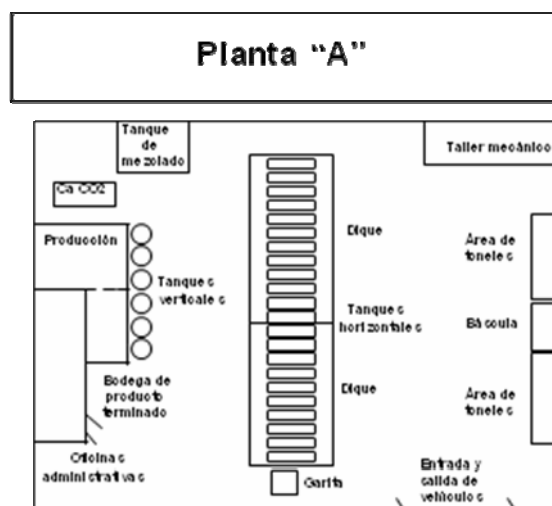
Existe en la planta, un área para almacenar Cal hidratada ($\text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), sólido altamente peligroso y explosivo. Dicho almacenamiento está próximo al área de producción.

Existe en la planta, un tanque mezclador de 15,144 litros (4000 galones) de capacidad, en donde se realiza el proceso de mezclado de los solventes de bajo punto de chispa que conforman el thinner.

Existe también un área para almacenar solventes de bajo punto de chispa, en barriles de 208 litros (55 galones) a la intemperie.

Por último, vale la pena citar que dentro de las instalaciones de la planta, opera un taller mecánico, que repara unidades de transporte a granel de solventes u otros líquidos.

A continuación se puede encontrar un plano de la planta.



Planta B:

La planta B se dedica al recibo, almacenamiento y distribución de solventes de bajo punto de chispa. La planta B es una terminal marítima localizada en un área industrial y conectada por medio de tuberías al muelle en donde se anclan los buques cargueros.

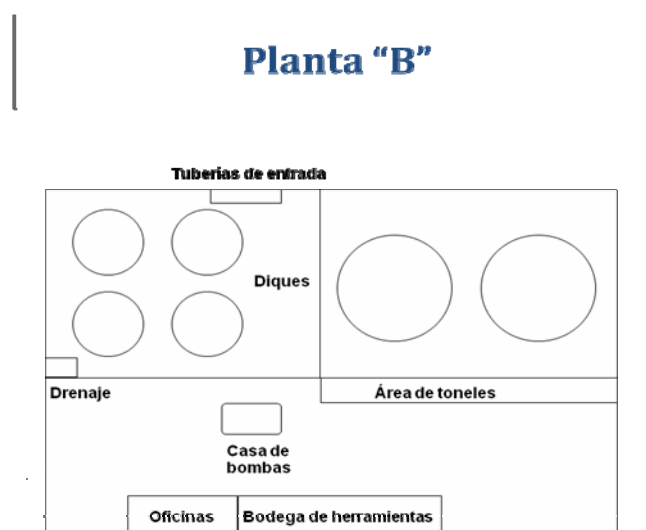
Dicha planta, cuenta con 6 tanques y maneja los siguientes solventes de bajo punto de chispa: Hexano, tolueno, xileno, acetona, IPA y varsol.

Las capacidades de los tanques varían. Existen 4 tanques de 50,000 galones y 2 tanques de 115,000 galones.

Existe un área de almacenamiento de barriles a la intemperie y próximos al muro del dique.

Existen oficinas dentro de la planta.

A continuación, se puede encontrar un plano de la planta.



Planta C:

La planta C se dedica al recibo, almacenamiento y distribución de solventes de bajo punto de chispa y a la fabricación de agroquímicos. Está localizada a un costado de una carretera y no cuenta con ninguna industria o domicilio vecino.

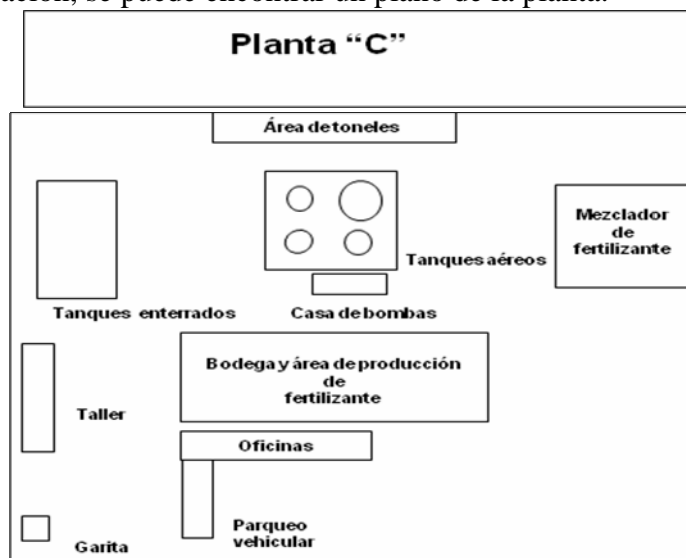
La planta cuenta con 8 tanques enterrados y 4 tanques aéreos. Los tanques aéreos están localizados dentro de un dique. Uno de los tanques aéreos almacena agua.

Las capacidades de los tanques varían. Los tanques enterrados tienen una capacidad de 8,000 galones c/u y los tanques aéreos cuentan con 25,000 galones de capacidad.

Existe un área de almacenamiento de barriles que contienen solventes de bajo punto de chispa a la intemperie.

La planta cuenta con un área para lavado y re acondicionamiento de barriles, con un taller de reparación de montacargas, área de laboratorio, área de oficinas y área de cafetería.

A continuación, se puede encontrar un plano de la planta.



B. Inspección visual de las instalaciones:

La inspección realizada a las instalaciones se efectuó siguiendo la *Guía de inspección para plantas que manejan solventes de bajo punto de chispa*.

A continuación, se presentan las observaciones realizadas en las tres instalaciones visitadas:

1. Planta A

a. Tanques y áreas de tanques:

- **Condición general del área de tanques.** El área de tanques se encuentra en mal estado. Se presentarán los comentarios específicos en los incisos siguientes.

- **Muros libres de maleza y protegidos contra erosión.** Existe maleza, tanto dentro del dique como fuera de él.

- **Muros impermeables o revestidos con plástico grueso por dentro.** Los muros son de concreto, pero presentan agujeros por donde se pueden filtrar fugas. El suelo es de material permeable, por lo que si ocurriera un derrame, éste se filtraría al suelo y podría contaminar alguna vertiente de agua subterránea.

- **Disposición de acceso normal a todos los sectores, pasarelas adecuadas sobre dique y tubería (si fuera necesario).** No existe pasarela de acceso para 10 de los 20 tanques horizontales. También se puede observar que ninguna de las escaleras de acceso, cuenta con pasamanos y se encuentran en mal estado.

- **Capacidad del dique, igual a la del tanque mayor más seis pulgadas del borde.** El dique de los tanques horizontales, es de capacidad adecuada para la contención de derrames, sin embargo los tanques verticales no cuentan con dique.
- **El drenaje del dique, normalmente debe ser por declive al punto más bajo, con sifón o bomba.** El dique no cuenta con drenaje, es decir que cualquier líquido que esté dentro de él, será absorbido por el terreno.
- **Condición general y mantenimiento de escaleras, plataformas y pasamanos.** Se puede apreciar en varias zonas de las mismas, señales de corrosión. En general se encuentran en mal estado de pintura.
- **Barandas en los sitios de trabajo, en el techo del tanque que circula el techo entero.** Diez de los tanques horizontales no cuentan con pasarela de acceso, por lo que el operador de la planta debe guardar el equilibrio al subir a dichos tanques.
- **Los tanques agrupados deben tener dos accesos y al menos uno de ellos debe estar inclinado.** Diez de los tanques horizontales no cumplen con este requerimiento, ya que no cuentan con pasarelas. Los tanques verticales, cuentan únicamente con un acceso inclinado.
- **El filo del peldaño de los primeros tres y tres últimos peldaños debe estar pintado de amarillo.** Esto no se cumple para ninguna de las escaleras de acceso a los tanques.
- **Condición y pintura de techo, paredes y fondos.** Algunos tanques presentan mal estado de pintura y se logra apreciar indicios de corrosión en la lámina.
- **Tanques pintados de blanco.** Todos los tanques están pintados de color plateado.

- **Superficie antideslizante en las áreas de trabajo en techos.** No se cuenta con áreas pintadas con pintura antideslizante en los techos de los tanques.

- **Mantener pintura en buenas condiciones.** Se logra apreciar que algunos tanques están en mal estado de pintura, así como los accesorios de los mismos.

- **Inspección ultrasónica de techo, y paredes cada 5 años.** No se cuentan con registros que muestren el historial de inspecciones realizadas a los tanques en la instalación. Es muy probable que nunca se les haya inspeccionado.

- **Inspección de fondo cada quince años o según historial.** Al igual que en el punto anterior, no se cuenta con información.

- **Todos los tanques deben tener válvulas de presión y vacío debidamente calibradas.** Ninguno de los tanques tiene válvulas de presión y vacío. En su lugar, cuentan con respiraderos. Dichos respiraderos son tramos de tuberías que salen del tanque y que se encuentran parcialmente sellados con pedazos de tela.

- **Las válvulas principales de entrada, salida, muestras, drenajes, etc. deben permanecer cerradas con candado si no están siendo usadas.** Existen candados en todas las válvulas de los tanques y tuberías. Sin embargo, se puede notar que existen tapones o tramos de tubería en la pared de los tanques, que no se pueden sellar y presentan un alto riesgo para que ocurran actos de vandalismo.

- **Debe haber una distancia mínima de treinta metros entre oficinas y los tanques de almacenamiento.** La distancia entre los tanques y las oficinas es de quince metros. Además, es importante destacar que la distancia de los tanques verticales a la bodega de almacenamiento de producto terminado, es de apenas tres metros.

- De los tanques a los edificios fuera de la planta, debe haber una distancia de seis metros. Existen en los terrenos vecinos a la planta: casas de habitación, dos fábricas y un terreno desocupado. La distancia de los tanques a cualquiera de estas áreas es superior a los treinta metros.

- Entre tanques verticales, la distancia mínima debe ser 1/6 de la suma de los diámetros. Se cumple el requerimiento.

- Debe existir un sistema de protección de incendios. No existe un sistema apropiado de protección contra incendios. Este se limita a unos cuantos extintores de quince libras y a un tanque de 30,289 litros (8,000 galones) con agua. Para extraer el agua, debe conectarse la bomba que se utiliza para descargar producto y que tiene una tasa de bombeo de 3.15 a 6.31 litros/segundo (50 a 100 galones/minuto).

No hay evidencia que se hayan hecho pruebas con los extintores situados en la planta, por lo que no es garantía de seguridad en caso de una emergencia mayor.

No se dispone de un pitón adecuado para la manguera del combate de incendios, por lo que si se utiliza como está, saldría de la misma un chorro que no serviría para apagar la llama.

No se dispone de capas e implementos personales para que el personal de la planta, los utilice en caso de emergencia. El personal no está organizado en brigadas, ni posee entrenamiento en combate de incendios, ni evacuación de instalaciones.

No se dispone de una alarma de incendios adecuada, para alertar a todo el personal, en caso de un accidente.

- Los tanques verticales deben tener indicador de nivel al pie del tanque, a menos que tengan un procedimiento de recibo que contemple su ausencia. Ninguno de los tanques, tiene indicador de nivel. Sin embargo, el operador de la planta conoce el nivel de los tanques, debido a la toma diaria de inventarios que realiza. No cuentan con procedimientos de recibo de producto.

- Todo tanque que reciba producto de barco o barcaza, debe contar con una alarma de nivel alto. Este aspecto no se aplica a esta instalación.

- El tablero indicador y las alarmas de sonido, deben localizarse de tal forma que se oigan en áreas de muelle y planta. Este aspecto no se aplica a esta instalación.

- Las alarmas de nivel deben ser de dos etapas: alto y alto - alto. Este aspecto no se aplica a esta instalación.

- Las alarmas de nivel deben revisarse antes de cada operación de recibo de producto. Este aspecto no se aplica a esta instalación.

- Se debe exhibir la siguiente información en los tanques: Capacidad, fecha de construcción, altura de referencia, altura máxima de trabajo, fecha de la **ACTO**

a, fecha de la **ACTO**

rituloa de iflamt

- Conectar a tierra todos los tanques apoyados sobre estructuras de concreto.

Todos los tanques están apoyados sobre estructuras de concreto y se encuentran conectados a tierra. A pesar de ello, vale la pena destacar que la conexión a tierra es pobre y se encuentra en mal estado.

- Todas las lámparas en el área, deben tener conexiones a prueba de explosión.

Sólo existen dos lámparas, una de ellas está en el área de almacenamiento de toneles y la otra se localiza en el área del tanque mezclador. Ninguna de las dos es a prueba de explosión.

- Revisar en la base de los tanques si existe erosión. No se aprecia erosión en la base de los tanques.

- Revisar si hay grietas debajo del fondo de los tanques. No existe evidencia.

- Revisar si hay evidencias de escape de productos. No existe evidencia.

- Evitar que las tuberías atraviesen el muro de contención cuando sea posible.

Todas las tuberías de ingreso y salida de los tanques horizontales, atraviesan los muros de contención. Se puede apreciar que existen pequeños espacios entre la pared de la tubería y el muro del dique, es decir que no está bien sellado.

- Si atraviesan las tuberías los muros de contención, colocar una camisa y llenar el espacio intermedio como Thermocord. No se encuentran bien sellados los espacios, tal y como se mencionó en el punto anterior.

- Todos los accesorios y válvulas deben ser de acero al carbono. El cien por ciento de las válvulas en la planta, son de bronce. Tanto los tanques, como los accesorios de los mismos, son de acero al carbón.

- **Todos los accesorios roscados deben soldarse.** Todos los accesorios de los tanques son roscados, ninguno de ellos está soldado.

- **Las válvulas de alivio de la tubería deben ser bridadas o soldarse.** No existen válvulas de alivio en las tuberías, ya que éstas no son necesarias debido a que los tramos son cortos.

- **Las válvulas de alivio de las tuberías, deben instalarse en forma vertical.** Este aspecto no se aplica a la instalación.

- **Las válvulas de alivio deben colocarse cada 30 metros de tramos de tubería expuesta a la intemperie.** Este aspecto no se aplica a la instalación, ya que los tramos de tubería que se utilizan, son cortos.

- **Las tuberías deben calibrarse a 1 1/2 veces la presión máxima de operación.** No existe registro de revisiones de presión máxima de operación a las tuberías de la planta.

- **Las tuberías de diámetros menores, deben estar protegidas por una placa de soporte.** Las tuberías que se encuentran en la planta, están en tramos cortos. A su vez, están colocadas sobre soportes de concreto y fijadas por medio de bandas de metal.

- **Inspeccionar válvulas periódicamente.** No existe un registro de inspección de válvulas en la planta.

- **Existencia de sistema de espuma.** No existe sistema de espuma en ningún tanque de la planta.

- Inspección anual del sistema de espuma, como mínimo una vez cada cinco años.

Como se mencionó en la exposición anterior, no existen sistemas de espuma en los tanques.

- Revisar permisos para acceso a tanques en operaciones de limpieza. No existen permisos de trabajo para limpieza de tanques. Actualmente, no se cuenta con operaciones de limpieza apropiadas.

b. Equipo mecánico, múltiples y tuberías.

- Debe existir un programa de pruebas hidrostáticas de las tuberías que incluyan parámetros y frecuencias de las mismas. No existe dicho programa y no se cuenta con registros que indiquen que se han efectuado en el pasado.

- Las pruebas hidrostáticas, deben hacerse a una presión de 50 % por arriba de la presión normal de trabajo. Ya que no se realizan pruebas hidrostáticas, no se ha seguido la anterior indicación.

- A los sistemas nuevos o modificados, se les debe hacer prueba hidrostática. No existen tramos nuevos de tubería. El diseño es el mismo desde que se inició la planta.

- Mantenimiento y condición general de motores eléctricos, alambrado e iluminación. No existen registros de inspección de los motores utilizados por las bombas en la planta. Todos ellos fueron comprados con especificaciones que garantizaban que el equipo fuera a prueba de explosión. A pesar de ello, debido a que no se les ha dado mantenimiento, dichas condiciones ya no existen en la actualidad.

Ninguna de las instalaciones eléctricas en la planta, es a prueba de explosión.

- **Iluminación suficiente para operaciones nocturnas.** Existe únicamente un poste de alumbrado público dentro de la planta, por lo que la iluminación en horas nocturnas es insuficiente.

- **Si la bomba y el motor de la misma, no están sobre la misma base deben conectarse ambos a tierra.** Tanto el motor como la bomba, están localizados sobre una misma plancha metálica. Dicha plancha metálica se conecta a través de un cable de cobre a la tierra de los tanques.

- **Verificar anualmente las condiciones de las conexiones a tierra.** No existe un programa de revisión de conexiones a tierra. Las conexiones están construidas de la siguiente forma: Varillas de hierro enterradas en la tierra frente a los tanques, conectadas a los mismos a través de cables de cobre recubiertos por polietileno. Las conexiones no son eficientes ya que el área en donde se une el cable con el tanque, está recubierta por pintura.

No existe un estudio formal de conductividad del suelo y de continuidad del sistema.

- **Los conductos eléctricos de zonas con presencia de solventes deben estar sellados. Revisar periódicamente.** Ninguno de los conductos eléctricos en la planta, es a prueba de explosión, por lo que no cuentan con los sellos adecuados.

- **Todas las tuberías deben identificarse con el nombre del producto que trasladan y una flecha indicando la dirección del flujo.** Ninguna de las tuberías tiene rótulo con el nombre del producto que trasladan, ni cuentan con flechas indicando la dirección del flujo.

- **Todas las bombas deben estar fabricadas de acero.** Existen tres bombas en la planta y todas ellas son de acero.

- **Todas las bombas deben estar colocadas fuera del dique.** Las bombas se colocan fuera del dique frente a los tanques. Vale la pena indicar que las tres bombas son portátiles.

- **Cuando la bomba cuenta con un filtro, estos deben tener una malla # 40 para protección.** Todas las bombas cuentan con el filtro de malla # 40. Sin embargo, no existe registro o evidencia de que hayan sido inspeccionadas para conocer su estado actual.

- **Todos los soportes que estén dentro de diques o muros, deben ser de concreto.** Este requisito se cumple.

- **Para prevenir corrosión, el diseño de los soportes debe minimizar el área de contacto entre el soporte y la tubería.** El diseño de los soportes es el adecuado, ya que presenta un solo punto de contacto entre la tubería y el soporte. El soporte tiene una superficie perfectamente plana y la tubería se coloca sobre él, sujeta por una banda de metal.

- **Se deben colocar soportes, de modo que haya un mínimo de esfuerzos en equipos importantes y otros componentes del sistema.** Los tramos de tubería en la planta, son muy cortos y los soportes están colocados adecuadamente para que no existan esfuerzos entre los componentes del sistema.

- **Verificar que la expansión de la tubería no ha dañado los soportes o desviado la tubería fuera del mismo.** No existen evidencias de desviación de la tubería de los soportes, ni daños en los mismos.

- **Verificar que exista buena ventilación e iluminación, dentro de la casa de bombas.** No existe una casa de bombas.

- **Verificar que todas las instalaciones dentro de la casa de bombas sean a prueba de explosión.** No existe una casa de bombas. Los motores de las bombas se conectan a la electricidad a través de cables largos recubiertos de polietileno. Los cables llegan hasta toma corrientes que no son a prueba de explosión. Vale la pena recordar que la condición actual de las bombas, no es la adecuada.

- **Todos los diques deben contar con un drenaje que permita evacuar el agua de lluvia y extraer producto que se hubiera derramado.** Los diques no cuentan con base impermeable, ni con drenajes. Por lo tanto, la lluvia o bien el producto derramado dentro del área, es absorbido por el terreno y puede contaminar cualquier corriente de agua subterránea.

- **El drenaje debe conducirse a un tanque especial.** El área de diques no cuenta con un sistema de drenaje.

- **Se debe disponer de las herramientas necesarias para la operación y reparación de equipo dentro de la planta, así como con repuestos de equipos críticos como lo son: Bombas, válvulas y tuberías.** No se cuenta con herramientas adecuadas para llevar a cabo reparaciones en la planta, ni con equipo para medir conductividad eléctrica y emanaciones de vapores.

No se cuenta con repuestos para equipos críticos.

- **El área en donde cargan las pipas, debe estar cementada.** El área en donde se cargan las pipas, no está cementada. El área es de material permeable, por lo que rápidamente se absorben los líquidos sobre el mismo.

- **El área en donde cargan las pipas, debe tener dique para contener derrames.** El área en donde cargan las pipas, está protegida por un dique.

- **La plataforma debe estar inclinada hacia un drenaje provisto de un área de almacenamiento, para evacuar allí el derrame.** El área no cuenta con dicha plataforma.

c. Sistema de almacenaje de barriles.

- **Buena condición de barriles, etiquetas, identificación y pintura.** Los barriles se encuentran a la intemperie, estibados sobre trozos de madera. La maleza que rodea dicha área es abundante. Se pueden ver algunos barriles con señales de corrosión. Todos los barriles, se encuentran rotulados con etiquetas con los nombres de los distintos productos que almacenan. A pesar de ello, no todos los barriles que almacenan un mismo producto, se encuentran en una misma área.

- **Los barriles deben estar almacenados horizontalmente en tablones de madera individuales sobre cada estiba, cuando se almacenan uno sobre el otro.** Los barriles se encuentran almacenados horizontalmente de forma adecuada.

- **Los barriles horizontales deben estibarse con los tapones hacia el mismo lado.** Todos los barriles están colocados con los tapones del mismo lado, para su mejor inspección durante los inventarios y para chequear fugas en dichas áreas.

- **Los barriles deben almacenarse horizontalmente. Cuando se almacenan a la intemperie, previenen que los sellos se sequen, que los barriles respiren o que se acumule agua en la tapa.** El anterior requerimiento se cumple en la planta.

d. Seguridad y protección.

- **Se deben inspeccionar visualmente una vez al mes, los extintores (pitón, manguera, polvo no compactado, sello de cartucho intacto).** No existen registros de inspección de los extintores en la planta. Algunos de ellos presentan mal estado físico.

- **La planta debe contar con un registro de ubicación de extintores.** No se cuenta con dicho registro.

- **Todos los extintores deben contar con una tarjeta indicando sus inspecciones mensuales.** No se cuenta con dicho registro.

- **Deben existir alarmas de incendio que se escuchen en toda la planta, incluyendo en zonas del muelle (cuando aplique).** Existe una única alarma en el área de bodegas. La misma no tiene alcance para ser escuchada en el área de tanques o almacenamiento de barriles.

- **Las alarmas deben ser accesibles y localizadas apropiadamente.** No existe más que la alarma que se mencionó en el punto anterior.

- **Los botones para encender las alarmas deben estar debidamente identificados.** El botón de la alarma que existe, está en muy malas condiciones físicas, tiene mal acceso y no está identificado.

- **Es recomendable que se localice en un lugar visible, una lista de teléfonos de emergencia como: Bomberos, personal de planta, policía.** No se cuenta con el listado en lugar visible. El vigilante conserva una copia de los teléfonos de emergencia dentro de la caseta de guardianía.

- Deben existir suficientes rótulos de NO FUMAR en las zonas críticas de la planta.

Se cuentan con algunos rótulos de NO FUMAR en las áreas críticas de la planta. Aún así, es necesario colocar rótulos adicionales en otras áreas de la misma.

- Debe existir un plan de evacuación de instalaciones en caso de emergencia. No se cuenta con un plan establecido de evacuación de las instalaciones, tanto para personal como para vehículos dentro de la instalación.

- La cerca que circula la planta, debe estar en buenas condiciones, libre de maleza de ambos lados. La cerca que circula la planta está en buenas condiciones. A pesar de ello, es necesario agregarle alambre de púas para mejorar la seguridad dentro de la planta.

Se encuentra a uno de los lados de la planta un terreno desocupado, el cual presenta gran cantidad de maleza en las áreas próximas al muro divisor.

- Debe existir iluminación adecuada para trabajar de noche (si se requiere). En la planta, se cuenta únicamente con un poste de alumbrado público que no provee la iluminación necesaria para realizar operaciones nocturnas.

- Dentro de la planta es indispensable el uso de casco de seguridad. Se pudo apreciar que todos los empleados utilizan casco de seguridad. También cuentan con cascos adicionales para los visitantes de la planta.

- Todo el personal debe contar con un entrenamiento adecuado en el manejo de solventes de bajo punto de chispa. Actualmente, no se cuenta con un programa de entrenamiento adecuado en el manejo de solventes de bajo punto de chispa. Los operadores de la planta cuentan con mucha experiencia en el manejo de dichos solventes y ellos comunican los conocimientos a los nuevos empleados.

- El personal debe contar con guantes y bata de nitrilo látex, mascarilla para contener vapores de solventes, anteojos de seguridad y zapatos de seguridad. El personal cuenta con el equipo adecuado para la operación.

- El sistema de agua y espuma contra incendios, debe estar en buenas condiciones. El sistema de agua contra incendio es deficiente y no se encuentra en buenas condiciones. No existe sistema de espuma en las instalaciones

- La condición de bombas, sistema distribuidor y mangueras, controles, monitores, válvulas, medidores de presión, etc. deben estar en óptimas condiciones. No se cuenta con monitores, válvulas y medidores de presión en el sistema contra incendios.

No se ha revisado el estado general de las mangueras del sistema, ni se cuenta con registros de las revisiones pasadas.

- El sistema de agua contra incendio debe probarse semanalmente. No se llevan a cabo prácticas semanales de dicho sistema.

- Probar anualmente que el sistema de espuma funciona. No existe sistema de espuma en las instalaciones de los tanques.

Otras observaciones realizadas:

- Las entradas a los tanques (manhole) carecen de empaque, por lo tanto no se evita que entre agua y humedad o que se escape producto y a la vez puede permitir que se presente una chispa por el contacto de metal con metal en caso de una caída de la tapa.

- Los tanques no tienen compuerta de medición. Actualmente, cuando se toma inventario en los tanques, se hace por el manhole en forma insegura e imprecisa.

- El manhole se localiza sobre el tanque y no está rodeado por barandas que protejan de caídas al personal. Al abrir la compuerta del manhole, se escapan los vapores de los solventes almacenados y los aspira el operador, quien puede marearse y perder el equilibrio.

- La medición de nivel, se hace sin ninguna guía en el manhole y por lo tanto, no es precisa. Esta operación se lleva a cabo introduciendo una varilla y un termómetro por el centro del manhole. En ningún momento se hace contacto entre los implementos de medida y el tanque, antes de empezar la operación. Esto puede causar una descarga eléctrica, ya que al no hacer contacto con el tanque, los implementos de medición, no están conectados a tierra.

- Las salidas de los respiraderos de los tanques, están tapadas con trapos, para evitar que una cantidad grande de producto se escape del tanque como vapor.

- Las tuberías de entrada de los tanques, no tienen válvulas de compuerta, de forma que no se puede suspender el flujo del líquido al desconectar la manguera. Esta operación se presta a derrames constantes de producto, elevando el riesgo de la operación.

- Se desconoce si la tubería de ingreso de producto al tanque llega hasta el fondo. Si tuvieran tubería hasta el fondo, sería un riesgo, ya que no existe válvula de control en la línea y la tubería podría quedar llena de producto (cebada), estableciendo un sifón que podría desocupar el tanque. Si la tubería no llega hasta el fondo, al entrar al tanque el producto, caería desde arriba, produciendo salpicaduras y propiciando la formación de una chispa, debido a la acumulación de electricidad estática que caracteriza a algunos solventes.

- Existen dos tanques horizontales que no tienen respiradero. Se puede notar que ambos están colapsados.

- Todas las tuberías son roscadas y las válvulas de bronce. Las válvulas también son roscadas.

- Ninguna de las tuberías de salida de los tanques, tiene colocado el tapón de cierre rápido al final de la misma.

- Doce de los tanques horizontales y los seis tanques aéreos están interconectados por una pasarela metálica soldada, lo cual dificulta cualquier tipo de trabajo en caliente que se requiera efectuar en los tanques.

- La carga y descarga de productos, se hace a través de una bomba portátil que conecta con mangueras y que tiene un motor eléctrico con instalaciones eléctricas en muy mal estado y no a prueba de explosión. Con una distancia mínima entre pipa y tanques, de aproximadamente 4 a 6 metros, cuando lo mínimo debería ser de 15 metros.

- En los tanques aéreos, existen varios tapones roscados localizados en las paredes del tanque, lo cual presenta riesgos de fugas y actos de vandalismo.

- El tanque mezclador, se encuentra en un recinto semi-cerrado (cubierto). Existe una tapa en la parte superior del tanque que al abrir, libera los vapores justo al lado de un bombillo que quedó a menos de 0.5 metros de distancia y cuyas instalaciones no son a prueba de explosión, como tampoco es a prueba de explosión, el resto de las instalaciones que se encuentran en el interior del lugar. La bomba que se utiliza para este tanque, no es a prueba de explosión, tampoco lo son sus instalaciones. En la parte exterior de este lugar se realizan operaciones de limpieza y re acondicionamiento de barriles, y hay presencia permanente de vapores inflamables.

- No se cuenta con un lugar apropiado para colocar las mangueras utilizadas en la operación de la planta. Algunas de ellas se quedan en el suelo, expuestas al sol y al medio ambiente.
- El área para almacenar barriles, se ha extendido y ha ocupado parte de la vía de ingreso de pipas al área de taller.
- Las vías de acceso y de salida de las pipas en la planta, no están bien definidas. No indican en qué sentido se debe circular, ni la velocidad máxima permitida.
- El personal que opera en la instalación, así como los visitantes y choferes de pipas, no conocen las reglas de seguridad en el manejo de instalaciones de almacenamiento de bajo punto de chispa. No tienen conciencia de los daños al medio ambiente, ni de control del producto que almacenan en sus tanques.

2. Planta B

a. Tanques y áreas de tanques:

- **Condición general del área de tanques.** El área de tanques, se encuentra generalmente en buen estado. A pesar de ello, no cumple con algunos requisitos que se mencionarán en los incisos siguientes.
- **Muros de diques libres de maleza y protegidos contra erosión.** No existe maleza tanto dentro del dique ni fuera de él. El interior del dique está cementado, al igual que el área exterior fuera del mismo.

- **Muros de diques impermeables o revestidos con plástico grueso por dentro.** La planta cuenta con dos diques con muros de concreto. El interior del dique, es también de cemento.

- **Disposición de acceso normal a todos los sectores, pasarelas adecuadas sobre dique y tubería (si fuera necesario).** Se puede observar que ninguna de las escaleras de acceso al dique, cuenta con pasamanos. No existen pasarelas para transitar sobre las tuberías.

- **Capacidad del dique, igual a la del tanque mayor, más seis pulgadas del borde.** Los diques son de la capacidad adecuada para la contención de derrames.

- **El drenaje del dique, normalmente debe ser por declive al punto más bajo, con sifón o bomba.** Los diques cuentan con drenajes para recolectar tanto el agua de lluvia, como cualquier derrame que ocurra en dicha área. Aun así, se puede observar que el declive no es el suficiente y por lo tanto existen áreas en el dique, en donde se pueden ver pequeñas pozas de agua.

El sistema en la actualidad, no cuenta con una bomba fija en el área. A pesar de ello, sí cuenta con las conexiones rápidas necesarias para la conexión de la misma, en caso fuera necesaria.

- **Condición general y mantenimiento de escaleras, plataformas y pasamanos.** Se puede apreciar corrosión en varias zonas de las mismas. En general, se encuentran en mal estado de pintura.

Todas las escaleras de acceso a los tanques, cuentan con pasamanos.

- **Barandas en los sitios de trabajo, en el techo del tanque circulando el techo entero.** Existen barandas circulando un área del techo del tanque. Dichas áreas, son las próximas al manhole. Existen barandas protegiendo las pasarelas que conectan los tanques entre sí.
- **Los tanques agrupados deben tener dos accesos y al menos uno de ellos debe estar inclinado.** Los tanques están unidos a través de una pasarela. Existen dos accesos para cada tanque y uno de ellos está inclinado.
- **El filo del peldaño de los tres primeros y tres últimos peldaños debe estar pintado de amarillo.** Esto no se cumple para ninguna de las escaleras de accesos a los tanques.
- **Condición y pintura de techo, paredes y fondos.** Todos los tanques, presentan buen estado de pintura, tanto en las paredes, como en los techos. No se puede apreciar, ni se cuenta con registros que indiquen la condición de los fondos de los tanques.
- **Tanques pintados de blanco.** Todos los tanques están pintados de blanco, con una franja negra de un metro en la base del mismo.
- **Superficie antideslizante en las áreas de trabajo en techos.** No se cuenta con áreas pintadas con pintura antideslizante en los techos de los tanques.
- **Mantener pintura en buenas condiciones.** Se logra apreciar que todos los tanques tienen buen estado de pintura, así como los accesorios de los mismos.
- **Inspección ultrasónica de techo, y paredes cada cinco años.** No existen con registros que muestren el historial de inspecciones realizadas a los tanques en la instalación. Es muy probable que nunca se les haya inspeccionado.

- **Inspección de fondo cada quince años o según historial.** Al igual que en el punto anterior, no se cuenta con ninguna información.

- **Todos los tanques deben tener válvulas de presión y vacío debidamente calibradas.** Ninguno de los tanques tiene válvulas de presión y vacío. En su lugar, cuentan con respiraderos. Dichos respiraderos, son tramos de tuberías que salen del tanque y que se encuentran cubiertos con un techo.

- **Las válvulas principales de entrada, salida, muestras, drenajes, etc. deben permanecer cerradas con candado, si no están siendo usadas.** Existen candados en todas las válvulas de los tanques y tuberías, así como en las tapaderas de los manholes.

- **Debe haber una distancia mínima de 30 metros entre oficinas y los tanques de almacenamiento.** La distancia entre los tanques y las oficinas es de 20 metros. Además, es importante destacar que la operación de llenado y vaciado de pipas, se hace en la mitad de la distancia antes mencionada, ya que los vehículos se estacionan frente a los tanques por un lado, y frente a la oficina por el otro.

- **De los tanques a los edificios fuera de la planta debe haber una distancia de seis metros.** La planta no cuenta con vecinos a menos de 100 metros de distancia. Vale la pena destacar que la vía férrea pasa a 10 metros de uno de los linderos de la planta.

- **Entre tanques verticales, la distancia mínima debe ser 1/6 de la suma de los diámetros.** Se cumple el requerimiento.

- **Debe existir un sistema de protección de incendios.** No existe un sistema apropiado de protección contra incendios. No se cuenta con tanque de almacenamiento de agua, ni con bombas y tuberías.

Existen en la planta cuatro extintores de 30 libras de polvo químico seco, los cuales no podrían cubrir una emergencia mayor. Existe evidencia de que se han realizado pruebas con los extintores situados en la planta.

No se dispone de capas e implementos personales para que el personal de la planta los utilice en caso de emergencia. El personal no está organizado en brigadas, ni posee entrenamiento en combate de incendios, ni evacuación de instalaciones.

No se dispone de una alarma de incendios para alertar a todo el personal, en caso de un accidente.

No se han realizado contactos con el departamento de bomberos, para recibir asistencia en caso de emergencia.

- Los tanques verticales, deben tener indicador de nivel al pie del tanque, a menos que tengan un procedimiento de recibo que contemple su ausencia. Ninguno de los tanques, tiene indicador de nivel. Sin embargo, el operador de la planta conoce el nivel de los tanques, debido a la toma de inventarios diaria que realiza. No cuentan con procedimientos de recibo del producto.

- Todo tanque que reciba producto de barco o barcaza, debe contar con una alarma de nivel alto. Ninguno de los tanques cuenta con alarmas de nivel alto. Durante las operaciones de recibo, uno de los operadores se sube sobre el tanque y revisa la altura del líquido a través del manhole del mismo.

- El tablero indicador y las alarmas de sonido, deben localizarse de tal forma que se oigan en áreas de muelle y planta. No cuentan con alarmas de sonido para el área de muelle y planta. Los operadores utilizan radios para comunicarse durante la operación.

- **Las alarmas de nivel, deben ser de dos etapas: alto y alto - alto.** No se cuenta con ambos tipos de alarmas de nivel.

- **Las alarmas de nivel deben revisarse antes de cada operación de recibo de producto.** Ya que no existen alarmas, este punto no aplica.

- **Se debe exhibir la siguiente información en los tanques: Capacidad, fecha de construcción, altura de referencia, altura máxima de trabajo, fecha de la última limpieza, fecha de la última pintura, fecha de la última inspección ultrasónica, rótulo de inflamable, número de tanque y producto que contiene.** Sólo está exhibido el número de tanque.

- **Instalaciones eléctricas deben estar en canales a prueba de explosión.** Las instalaciones eléctricas del motor de la bomba en el área de tanques, están en canales a prueba de explosión. Las instalaciones eléctricas de encendido del motor de la bomba, se sitúan en las oficinas y no son a prueba de explosión.

- **Conectar a tierra todos los tanques apoyados sobre estructuras de concreto.**

Todos los tanques están apoyados sobre estructuras de concreto y se encuentran conectados a tierra. A pesar de ello, vale la pena destacar que la conexión a tierra no ha sido revisada desde su instalación. Algunas de las conexiones, puede ser que no estén haciendo contacto, debido a capas de pintura, que funcionan como aislante entre el alambre conductor de cobre y la lámina del tanque.

- **Todas las lámparas en el área deben tener conexiones a prueba de explosión.** Sólo existe una lámpara y la misma está situada fuera de la planta en la vía pública. La lámpara es de alumbrado público y no es a prueba de explosión.

- **Revisar en la base de los tanques si existe erosión.** No se aprecia erosión en la base de los tanques.

- **Revisar si hay grietas debajo del fondo de los tanques.** No existe evidencia.

- **Revisar si hay evidencias de escape de productos.** No existe evidencia.

- **Evitar que las tuberías atraviesen el muro de contención cuando sea posible.**

Todas las tuberías de ingreso y salida de los tanques, atraviesan los muros de contención. El espacio entre las tuberías y el muro, fue sellando con cemento.

- **Si atraviesan las tuberías los muros de contención, colocar una camisa y llenar el espacio intermedio como Thermocord.** Los espacios no fueron llenados con Thermocord, sino con cemento.

- **Todos los accesorios y válvulas deben ser de acero al carbono.** Existen cinco válvulas de entrada de hierro negro y una de acero al carbón. En cuanto al resto de las válvulas, todas son de acero al carbón tanto como los tanques y los accesorios de los mismos.

- **Todos los accesorios roscados deben soldarse.** Todos los accesorios de los tanques son soldados o bien sujetos por medio de bridas.

- **Las válvulas de alivio de la tubería, deben ser bridadas o soldarse.** No existen válvulas de alivio en las tuberías. Vale la pena destacar que el tramo de tubería del muelle a la planta, es aproximadamente de 1,000 metros.

- **Las válvulas de alivio de las tuberías deben instalarse en forma vertical.** No se cumple con este requisito, ya que no se cuenta con válvulas de alivio en las tuberías.

- **Las válvulas de alivio, deben colocarse a cada 30 metros de tramos de tubería expuesta a la intemperie.** Este aspecto no se cumple en la planta.

- **Las tuberías deben calibrarse a 1 1/2 veces la presión máxima de operación.** No existe registro de revisiones de presión máxima de operación a las tuberías de la planta.

- **Las tuberías de diámetros menores, deben estar protegidas por una placa de soporte.** Las tuberías que se encuentran en la planta están en tramos cortos. A su vez, están colocadas sobre soportes de concreto y fijadas por medio de bandas de metal. La tubería que viene del muelle es de 20.32 centímetros (8 pulgadas) y está sostenida por soportes.

- **Inspeccionar válvulas periódicamente.** No existe un registro de inspección de válvulas en la planta.

- **Existencia de sistema de espuma.** No existe sistema de espuma en ningún tanque de la planta.

- **Inspección anual del sistema de espuma, como mínimo una vez cada cinco años.** Como se mencionó en la pregunta anterior, no existen sistemas de espuma en los tanques.

- **Revisar permisos para acceso a tanques en operaciones de limpieza.** No existen permisos de trabajo para limpieza de tanques. Actualmente, no se cuenta con operaciones de limpieza apropiadas.

b. Equipo mecánico, múltiples y tuberías.

- **Debe existir un programa de pruebas hidrostáticas de las tuberías, que incluya parámetros y frecuencias de las mismas.** No existe dicho programa y no se cuenta con registros que indiquen qué se han hecho en el pasado.

- **Las pruebas hidrostáticas, deben hacerse a una presión de 50 % por arriba de la presión normal de trabajo.** Ya que no se realizan pruebas hidrostáticas, no se ha seguido la anterior indicación.

- **A los sistemas nuevos o modificados, se les debe hacer prueba hidrostática.** No existen tramos nuevos de tubería. El diseño es el mismo desde que se construyó la planta.

- **Mantenimiento y condición general de motores eléctricos, alambrado e iluminación.** No existen registros de inspección del motor utilizado por la bomba de la planta. El motor de la bomba es nuevo y el sistema está perfectamente sellado, es decir a prueba de explosión. Se cuenta únicamente con un poste de alumbrado público fuera de la planta. El mismo, no es a prueba de explosión. Las instalaciones eléctricas dentro de la oficina, que corresponden al encendido del motor de la bomba, no son a prueba de explosión.

- **Iluminación suficiente para operaciones nocturnas.** Existe únicamente un poste de alumbrado público fuera de la planta, por lo que la iluminación en horas nocturnas es insuficiente.

- **Si la bomba y el motor de la misma, no están sobre la misma base deben conectarse ambos a tierra.** Tanto el motor como la bomba, están localizados sobre una

misma plancha metálica. Dicha plancha metálica se conecta a través de un cable de cobre a tierra.

- **Verificar anualmente las condiciones de las conexiones a tierra.** No existe un programa de revisión de conexiones a tierra. Cada tanque está conectado a tierra, sin embargo las conexiones no son eficientes ya que el área en donde se une el cable con el tanque, está recubierta por pintura. No existe un estudio formal de conductividad del suelo y de continuidad del sistema.

- **Los conductos eléctricos de zonas con presencia de solventes deben estar sellados. Revisar periódicamente.** Los conductos eléctricos del motor de la bomba en la planta, son a prueba de explosión. Existen también dentro de las oficinas, conductos eléctricos que no están sellados apropiadamente, por lo que no son a prueba de explosión.

- **Todas las tuberías deben identificarse con el nombre del producto que trasladan y una flecha indicando la dirección del flujo.** Ninguna de las tuberías tiene rótulo con el nombre del producto que trasladan, ni cuentan con flechas indicando la dirección del flujo.

- **Todas las bombas deben ser fabricadas de acero.** La única bomba de la planta es de acero.

- **Todas las bombas deben estar colocadas fuera del dique.** La bomba está colocada fuera del dique frente a las tuberías de salida de los tanques.

- **Cuando la bomba cuenta con un filtro, estos deben tener una malla # 40 para protección.** La bomba cuenta con un filtro de malla # 40. Sin embargo, no existe registro o evidencia de que haya sido inspeccionado para conocer su estado actual.

- Todos los soportes que estén dentro de diques o muros, deben ser de concreto.

Este requisito se cumple.

- Para prevenir corrosión, el diseño de los soportes debe minimizar el área de contacto entre el soporte y la tubería. El diseño de los soportes es el adecuado, ya que presenta un sólo punto de contacto entre la tubería y el soporte. El soporte tiene una superficie perfectamente plana y la tubería se coloca sobre él, sujeta por una banda de metal.

- Se deben colocar soportes de modo que haya un mínimo de esfuerzos en equipos importantes y otros componentes del sistema. Los tramos de tubería en la planta, están colocados adecuadamente sobre soportes de concreto, por lo que no existen esfuerzos entre los componentes del sistema.

- Verificar que la expansión de la tubería, no ha dañado los soportes o desviado la tubería fuera del mismo. No existen evidencias de desviación de la tubería de los soportes, ni daños en los mismos.

- Verificar que exista buena ventilación e iluminación dentro de la casa de bombas. No existe una casa de bombas. Sin embargo, vale la pena destacar que dentro de las oficinas se encuentra el interruptor de encendido del motor de la bomba, y la ventilación en esa área no es buena. Cerca de la oficina a unos 15 metros, se estacionan las pipas que serán llenadas o descargadas, por lo que la presencia de vapores es alta.

- Verificar que todas las instalaciones dentro de la casa de bombas sean a prueba de explosión. No existe una casa de bombas. Dentro de las oficinas se encuentra el interruptor de encendido de la bomba y dicho sistema no es a prueba de explosión.

- **Todos los diques deben contar con un drenaje que permita evacuar el agua de lluvia y extraer producto que se hubiera derramado.** Los diques cuentan con sistemas de drenajes para evacuar agua de lluvia y extraer producto que se hubiera derramado. Sin embargo, no existe en algunos sectores de la superficie del dique la inclinación necesaria para que el líquido acumulado se dirija al drenaje.

- **El drenaje debe conducirse a un tanque especial.** El drenaje cuenta con un tanque de almacenamiento especial.

- **Se debe disponer de las herramientas necesarias para la operación y reparación de equipo dentro de la planta, así como con repuestos de equipos críticos como lo son: Bombas, válvulas y tuberías.** No se cuenta con herramientas adecuadas para llevar a cabo reparaciones en la planta, ni con equipo para medir conductividad eléctrica y emanaciones de vapores. No se cuenta con repuestos para equipos críticos, en especial para el motor y la bomba. Este equipo es crítico y únicamente se cuenta con una bomba y un motor en la planta.

- **El área en donde cargan las pipas debe estar cementada.** El área en donde se cargan las pipas, no está cementada. El área es de material semipermeable, por lo que se absorben los líquidos sobre el mismo lentamente. Debido a que el suelo es de barro, se forman pozos pantanosos en las épocas lluviosas, que impiden el tránsito adecuado de las unidades de transporte en la planta.

- **El área en donde cargan las pipas, debe tener dique para contener derrames.** El área en donde cargan las pipas no está protegida por un dique.

- **La plataforma, debe estar inclinada hacia un drenaje provisto de un área de almacenamiento, para evacuar allí el derrame.** El área no cuenta con dicha plataforma.

c. Sistema de almacenaje de barriles.

- **Buena condición de barriles, etiquetas, identificación y pintura.** Los barriles se encuentran a la intemperie, estibados sobre el terreno. La maleza que rodea dicha área es abundante. Se puede ver la mayoría de los barriles, con señales severas de corrosión. Todos los barriles se encuentran rotulados con etiquetas, con los nombres de los distintos productos que almacenan.

- **Los barriles deben estar almacenados horizontalmente en tablones de madera individuales sobre cada estiba, cuando se almacenan uno sobre el otro.** Los barriles se encuentran almacenados horizontalmente sobre el terreno, por lo que la lámina de los mismos sufre de corrosión y se corre el peligro de fugas o pequeños derrames de los mismos.

- **Los barriles horizontales, deben estibarse con los tapones hacia el mismo lado.** Todos los barriles, están colocados con los tapones del mismo lado, para su mejor inspección, durante los inventarios y para chequear fugas en dichas áreas.

- **Los barriles deben almacenarse horizontalmente. Cuando se almacenan a la intemperie, previenen que los sellos se sequen, que los barriles respiren o que se acumule agua en la tapa.** A pesar de que se cumplen los requerimientos anteriores, el problema de corrosión en los barriles es grande ya que no están colocados sobre varillas de madera o concreto que impidan su deterioro.

d. Seguridad y protección.

- **Se debe inspeccionar visualmente, una vez al mes, los extintores (pitón, manguera, polvo no compactado, sello de cartucho intacto).** Se llevan a cabo

inspecciones de los extintores, pero no con la frecuencia adecuada, ni se guardan registros de las mismas.

- **La planta debe contar con un registro de ubicación de extintores.** No se cuenta con dicho registro.

- **Todos los extintores, deben contar con una tarjeta indicando sus inspecciones mensuales.** No se cuenta con dicho registro.

- **Deben existir alarmas de incendio que se escuchen en toda la planta, incluyendo en zonas del muelle (cuando convenga).** No existe ninguna alarma de incendio en la planta, ni en el muelle. La única forma de comunicación, es a través de radios portátiles.

- **Las alarmas deben ser accesibles y localizadas apropiadamente.** Este punto no aplica, ya que no se cuenta con alarmas en la planta.

- **Los botones para encender las alarmas deben estar debidamente identificados.** Este punto no aplica, ya que no se cuenta con alarmas en la planta.

- **Es recomendable que se localice en un lugar visible, una lista de teléfonos de emergencia como: Bomberos, personal de planta, policía.** No se cuenta con el listado en lugar visible. Durante la noche, no existe guardia de seguridad, que pueda alertar al personal adecuado, en caso de algún accidente.

- **Deben existir suficientes rótulos de NO FUMAR en las zonas críticas de la planta.** Se cuentan con algunos rótulos de NO FUMAR pintados sobre los tanques de almacenamiento, así como en la oficina y en la puerta de ingreso a la planta.

- **Debe existir un plan de evacuación de instalaciones en caso de emergencia.** No se cuenta con un plan establecido de evacuación de las instalaciones, tanto para personal, como para vehículos dentro de la instalación.

- **La cerca que circula la planta, debe estar en buenas condiciones, libre de maleza de ambos lados.** La cerca que circula la planta, está en buenas condiciones. Existe maleza en el exterior de la planta.

- **Debe existir iluminación adecuada para trabajar de noche (si se requiere).** Sólo se cuenta con un poste de alumbrado público en el exterior de la planta, el cual no provee la iluminación necesaria para realizar operaciones nocturnas.

- **Dentro de la planta, es indispensable el uso de casco de seguridad.** Se pudo apreciar a todos los empleados utilizando casco de seguridad. También cuentan con cascos adicionales para los visitantes de la planta.

- **Todo el personal debe contar con un entrenamiento adecuado en el manejo de solventes de bajo punto de chispa.** Actualmente no se cuenta con un programa de entrenamiento adecuado en el manejo de solventes de bajo punto de chispa. Existe un operador en la planta, con mucha experiencia en el manejo de dichos solventes y él comunica los conocimientos necesarios a los nuevos empleados.

- **El personal debe contar con guantes y bata de nitrilo látex, mascarilla para contrarrestar vapores de solventes, anteojos de seguridad y zapatos de seguridad.** El personal cuenta con el equipo adecuado para la operación.

- **El sistema de agua y espuma contra incendios, debe estar en buenas condiciones.** No existe sistema de agua y espuma contra incendios.

- **La condición de bombas, sistema distribuidor y mangueras, controles, monitores, válvulas, medidores de presión, etc. deben estar en óptimas condiciones.** No se cuenta con monitores, válvulas y medidores de presión en el sistema contra incendios.

- **El sistema de agua contra incendios debe probarse semanalmente.** No se cuenta con sistema de agua contra incendios.

- **Probar anualmente que el sistema de espuma funciona.** No existe sistema de espuma en las instalaciones de los tanques.

Otras observaciones realizadas:

- Un tramo de 15 metros de tubería movable, se instala en el muelle cada vez que hay operaciones de recibo de producto. La tubería es sostenida por soportes metálicos, los cuales no están en muy buen estado. La forma de fijar los mismos a la tubería, es a través de lazos plásticos.

- Las bridas de la tubería en el muelle, no tienen colocados todos los pernos.

- Existe únicamente una válvula en la tubería en el muelle. Esta válvula es de compuerta y está conectada a la tubería por medio de una brida y pernos.

- Se cuenta con un medidor de presión (manómetro) en la tubería. Dicho accesorio es roscado. Se coloca en la tubería durante las operaciones de recibo de producto. Se utiliza teflón para asegurar las fugas.

- El producto entra a los tanques a través de tuberías conectadas a un múltiple (manifold) con 6 salidas y una entrada. Previo al mismo, se encuentra una válvula de compuerta.

- El manifold está unido a la tubería por medio de bridas y pernos. Los empaques entre las bridas están en malas condiciones.
- Inmediatamente después del manifold, cada tubería de ingreso de los tanques, posee una válvula de bola y luego una válvula de cheque al pie del tanque.
- Los tanques están conectados por una pasarela, lo que dificulta cualquier trabajo en caliente.
- No existe una boquilla en el tanque para tomar medidas de nivel. Para realizar dichas mediciones, se abre la compuerta superior del tanque (manhole). Existe mucho riesgo en este tipo de operación.
- No se cuenta con medidores de flujo a la salida de los tanques.

3. Planta C

a. Tanques y áreas de tanques:

- **Condición general del área de tanques.** El área de tanques se encuentra en mal estado. A continuación, se detallan aspectos específicos.
- **Muros de diques libres de maleza y protegidos contra erosión.** El dique es de tierra cubierta por grama. El interior del mismo, tanto como el exterior, están recubiertos de grama.
- **Muros de diques impermeables o reves**

- **Condición y pintura de techo, paredes y fondos.** Ninguno de los tanques presenta buen estado de pintura, tanto en las paredes, como en los techos. No se puede apreciar, ni se cuenta con registros que indiquen la condición de los fondos de los tanques.

- **Tanques pintados de blanco.** Todos los tanques están pintados de plateado.

- **Superficie antideslizante en las áreas de trabajo en techos.** No se cuenta con áreas pintadas con pintura antideslizante en los techos de los tanques.

- **Mantener pintura en buenas condiciones.** Se logra apreciar que ninguno de los tanques está en buen estado de pintura, así como los accesorios de los mismos. Las tuberías en especial, tienen muy mal estado de pintura.

- **Inspección ultrasónica de techo, y paredes cada cinco años.** No se cuenta con registros que muestren el historial de inspecciones realizadas a los tanques en la instalación. Es muy probable que nunca se les haya inspeccionado.

- **Inspección de fondo cada quince años o según historial.** Al igual que en el punto anterior, no se cuenta con ninguna información.

- **Todos los tanques deben tener válvulas de presión y vacío, debidamente calibradas.** Tanto los tanques aéreos, como los enterrados, cuentan con válvulas de presión y vacío. No se cuenta con registros de calibración, ni se han realizado inspecciones de las mismas.

- **Las válvulas principales de entrada, salida, muestras, drenajes, etc. deben permanecer cerradas con candado si no están siendo usadas.** Existen candados en todas las válvulas de los tanques y tuberías, así como en las tapaderas de los manholes.

- **Debe haber una distancia mínima de 30 metros entre oficinas y los tanques de almacenamiento.** La distancia entre los tanques y las oficinas es de 30 metros.

- **De los tanques a los edificios fuera de la planta debe haber una distancia de 30 metros.** La planta cuenta con un único vecino a 500 metros de distancia.

- **Entre tanques verticales, la distancia mínima debe ser 1/6 de la suma de los diámetros.** Se cumple el requerimiento.

- **Debe existir un sistema de protección de incendios.** No existe un sistema apropiado de protección contra incendios. Se cuenta con un tanque de almacenamiento de agua y extintores de polvo químico seco en la planta. Sin embargo, el interruptor que acciona el motor de la bomba, del sistema de agua contra incendios, está localizada en la casa de bombas, al lado de las bombas utilizadas en la operación. Adicionalmente, se cuenta con pitones localizados a 10 metros del área de tanques conectados a un pozo de agua. El flujo de agua que puede alcanzarse, es de 63.1 litros por minuto (1,000 galones por minuto). No se dispone de capas e implementos personales para que el personal de la planta los utilice en caso de emergencia. El personal no está organizado en brigadas, ni posee entrenamiento en combate de incendios, ni evacuación de instalaciones. No se dispone de una alarma de incendios para alertar a todo el personal, en caso de un accidente. No se han realizado contactos con el departamento de bomberos para recibir asistencia en caso de emergencia.

- **Los tanques verticales, deben tener indicador de nivel al pie del tanque, a menos que tengan un procedimiento de recibo que contemple su ausencia.** Ninguno de los tanques tiene indicador de nivel. Sin embargo, el operador de la planta conoce el nivel de los tanques, debido a la toma de inventarios diaria que realiza. No cuentan con procedimientos de recibo de producto.

- **Todo tanque que reciba producto de barco o barcaza, debe contar con una alarma de nivel alto.** Este requerimiento no se aplica a esta instalación.

- **El tablero indicador y las alarmas de sonido, deben colocarse de tal forma, que se oigan en áreas de muelle y planta.** Este requerimiento no se aplica a esta instalación.

- **Las alarmas de nivel deben ser de dos etapas: alto y alto - alto.** Este requerimiento no se aplica a esta instalación.

- **Las alarmas de nivel, deben revisarse antes de cada operación de recibo de producto.** Este requerimiento no se aplica a esta instalación.

- **Se debe exhibir la siguiente información en los tanques: Capacidad, fecha de construcción, altura de referencia, altura máxima de trabajo, fecha de la última limpieza, fecha de la última pintura, fecha de la última inspección ultrasónica, rótulo de inflamable, número de tanque y producto que contiene.** Sólo está exhibido el número de tanque.

- **Instalaciones eléctricas deben estar en canales a prueba de explosión.** Las instalaciones eléctricas de los motores de las bombas en la casa de bombas, no están en canales a prueba de explosión. Las instalaciones eléctricas de encendido del motor de la bomba, se encuentran en muy mal estado. La casa de bombas está localizada a menos de 5 metros de distancia del dique.

- **Conectar a tierra todos los tanques apoyados sobre estructuras de concreto.** Todos los tanques están apoyados sobre estructuras de concreto y se encuentran conectados a tierra. A pesar de ello, vale la pena destacar que la conexión a tierra no ha sido revisada desde su instalación. Algunas de las conexiones puede ser que no estén

haciendo contacto, debido a capas de pintura, que funcionan como aislante entre el alambre conductor de cobre y la lámina del tanque.

- Todas las lámparas en el área deben tener conexiones a prueba de explosión.

Existe una única lámpara en la casa de bombas, que está próxima al dique. Dicha lámpara es a prueba de explosión, pero las conexiones eléctricas de la misma, se encuentran en muy malas condiciones.

- Revisar en la base de los tanques si existe erosión. No se aprecia erosión en la base de los tanques.

- Revisar si hay grietas debajo del fondo de los tanques. No existe evidencia.

- Revisar si hay evidencias de escape de productos. No existe evidencia.

- Evitar que las tuberías atraviesen el muro de contención cuando sea posible.

Todas las tuberías de ingreso y salida de los tanques, atraviesan los muros de contención. El espacio entre las tuberías y el muro, fue sellando con tierra.

- Si atraviesan las tuberías los muros de contención, colocar una camisa y llenar el espacio intermedio como Thermocord. Los espacios no fueron llenados con Thermocord, sino con tierra.

- Todos los accesorios y válvulas deben ser de acero al carbono. Todas las válvulas, tanto como los accesorios de los tanques y tuberías, son de acero al carbón.

- Todos los accesorios roscados deben soldarse. Todos los accesorios de los tanques son soldados o sujetos por medio de bridas.

- **Las válvulas de alivio de la tubería, deben ser bridadas o soldarse.** Las válvulas de alivio en las tuberías son bridadas.

- **Las válvulas de alivio de las tuberías deben instalarse en forma vertical.** Se cumple con este requisito.

- **Las válvulas de alivio deben colocarse a cada 30 metros de tramos de tubería expuesta a la intemperie.** Este aspecto se cumple en las instalaciones.

- **Las tuberías deben calibrarse a 1 1/2 veces la presión máxima de operación.** No existe registro de revisiones de presión máxima de operación a las tuberías de la planta.

- **Las tuberías de diámetros menores, deben estar protegidas por una placa de soporte.** Las tuberías que se encuentran en la planta, están en tramos cortos. A su vez, están colocadas sobre soportes de concreto y fijadas por medio de bandas de metal.

- **Inspeccionar válvulas periódicamente.** No existe un registro de inspección de válvulas en la planta.

- **Existencia de sistema de espuma.** No existe sistema de espuma en ningún tanque en la planta.

- **Inspección anual del sistema de espuma, como mínimo una vez cada cinco años.** Como se mencionó en la pregunta anterior, no existen sistemas de espuma en los tanques.

- **Revisar permisos para acceso a tanques, en operaciones de limpieza.** No existen permisos de trabajo para limpieza de tanques. Actualmente, no se cuenta con operaciones de limpieza apropiadas.

b. Equipo mecánico, múltiples y tuberías.

- **Debe existir un programa de pruebas hidrostáticas de las tuberías, que incluyan parámetros y frecuencias de las mismas.** No existe dicho programa y no se cuentan con registros que indiquen que se han hecho en el pasado.

- **Las pruebas hidrostáticas deben hacerse a una presión de 50 % por arriba de la presión normal de trabajo.** No se realizan pruebas hidrostáticas y no se ha seguido la anterior indicación.

- **A los sistemas nuevos o modificados, se les debe hacer prueba hidrostática.** No existen tramos nuevos de tubería. El diseño es el mismo desde que se construyó la planta.

- **Mantenimiento y condición general de motores eléctricos, alambrado e iluminación.** No existen registros de inspección de los motores utilizados por las bombas de la planta. Los motores de la bomba, son viejos, y a pesar de que sus especificaciones dicen que son a prueba de explosión, las conexiones eléctricas de los mismos no lo son.

- **Iluminación suficiente para operaciones nocturnas.** No existe iluminación para realizar operaciones nocturnas. Existe únicamente una lámpara en la casa de bombas, pero sus instalaciones no son a prueba de explosión.

- **Si la bomba y el motor de la misma, no están sobre la misma base deben conectarse ambos a tierra.** Tanto los motores como las bombas, están localizados sobre una misma plancha metálica. Dicha plancha metálica se conecta a través de un cable de cobre a tierra.

- **Verificar anualmente las condiciones de las conexiones a tierra.** No existe un programa de revisión de conexiones a tierra. Cada tanque está conectado a tierra. Sin embargo, las conexiones no son eficientes ya que el área en donde se une el cable con el tanque está recubierta por pintura. No existe un estudio formal de conductividad del suelo y de continuidad del sistema.

- **Los conductos eléctricos de zonas, con presencia de solventes, deben estar sellados. Revisar periódicamente.** Los conductos eléctricos de los motores de las bombas en la casa de bombas, no son a prueba de explosión, así como las instalaciones eléctricas de la lámpara.

- **Todas las tuberías deben identificarse con el nombre del producto que trasladan y una flecha indicando la dirección del flujo.** Ninguna de las tuberías tiene rótulo con el nombre del producto que trasladan, ni cuentan con flechas indicando la dirección del flujo.

- **Todas las bombas deben estar fabricadas de acero.** Este requerimiento se cumple.

- **Todas las bombas deben estar colocadas fuera del dique.** La bomba está colocada fuera del dique en una casa de bombas.

- **Cuando la bomba cuenta con un filtro, estos deben tener una malla # 40 para protección.** Las bombas cuentan con filtros de malla # 40. Sin embargo, no existen registros o evidencia de que hayan sido inspeccionados para conocer su estado actual.

- **Todos los soportes que estén dentro de diques o muros, deben ser de concreto.** Este requisito se cumple.

- **Para prevenir corrosión, el diseño de los soportes debe minimizar el área de contacto entre el soporte y la tubería.** El diseño de los soportes es el adecuado, ya que

presenta un solo punto de contacto entre la tubería y el soporte. El soporte tiene una superficie perfectamente plana y la tubería se coloca sobre él, sujeta por una banda de metal.

- Se deben colocar soportes, de modo que haya un mínimo de esfuerzos en equipos importantes y otros componentes del sistema. Los tramos de tubería en la planta, están colocados adecuadamente sobre soportes de concreto, por lo que no existen esfuerzos entre los componentes del sistema.

- Verificar que la expansión de la tubería no ha dañado los soportes o desviado la tubería fuera del mismo. No existen evidencias de desviación de la tubería de los soportes, ni daños en los mismos.

- Verificar que exista buena ventilación e iluminación dentro de la casa de bombas. No existe ventilación e iluminación adecuada en la casa de bombas.

- Verificar que todas las instalaciones dentro de la casa de bombas son a prueba de explosión. Las instalaciones eléctricas dentro de la casa de bombas, se encuentran en mal estado, ya que no son a prueba de explosión.

- Todos los diques, deben contar con un drenaje que permita evacuar el agua de lluvia y extraer producto que se hubiera derramado. El dique no cuenta con sistema de drenajes para evacuar agua de lluvia y extraer producto que se hubiera derramado.

- El drenaje debe conducirse a un tanque especial. No se cumple con este requerimiento ya que no se cuenta con un sistema de drenaje.

- Se debe disponer de las herramientas necesarias para la operación y reparación de equipo dentro de la planta, así como con repuestos de equipos críticos como lo

son: Bombas, válvulas y tuberías. No se cuenta con herramientas adecuadas para llevar a cabo reparaciones en la planta, ni con equipo para medir conductividad eléctrica y emanaciones de vapores. No se cuenta con repuestos para equipos críticos.

- **El área en donde cargan las pipas debe estar cementada.** El área en donde se cargan las pipas no está cementada. El área es de material permeable, por lo que se absorben los líquidos sobre el mismo.

- **El área en donde cargan las pipas debe tener dique para contener derrames.** El área en donde cargan las pipas no está protegida por un dique.

- **La plataforma debe estar inclinada hacia un drenaje, provisto de un área de almacenamiento, para evacuar allí el derrame.** El área no cuenta con dicha plataforma.

c. Sistema de almacenaje de barriles.

- **Buena condición de barriles, etiquetas, identificación y pintura.** Los barriles se encuentran a la intemperie, estibados sobre trozos de madera. La maleza que rodea dicha área es abundante. Se pueden ver barriles con señales de corrosión. Todos los barriles se encuentran rotulados con etiquetas, con los nombres de los distintos productos que almacenan.

- **Los barriles deben estar almacenados horizontalmente en tablones de madera individuales sobre cada estiba, cuando se almacenan uno sobre el otro.** Los barriles se encuentran almacenados horizontalmente sobre tablones de madera.

- Los barriles horizontales deben estibarse con los tapones hacia el mismo lado.

Todos los barriles están colocados con los tapones del mismo lado, para su mejor inspección durante los inventarios y para chequear fugas en dichas áreas.

- Los barriles deben almacenarse horizontalmente. Cuando se almacenan a la intemperie, previenen que los sellos se sequen, que los barriles respiren, o que se acumule agua en la tapa. Se cumple con los requerimientos anteriores.

d. Seguridad y protección.

- Se deben inspeccionar visualmente una vez al mes, los extintores (pitón, manguera, polvo no compactado, sello de cartucho intacto). Se llevan a cabo inspecciones de los extintores mensualmente, pero no se guardan registros de las mismas.

- La planta debe contar con un registro de ubicación de extintores. No se cuenta con dicho registro.

- Todos los extintores deben contar con una tarjeta indicando sus inspecciones mensuales. No se cuenta con dicho registro.

- Deben existir alarmas de incendio que se escuchen en toda la planta, incluyendo en zonas del muelle (cuando aplique). No existe ninguna alarma en la planta. La única forma de comunicación, es a través de radios portátiles.

- Las alarmas deben ser accesibles y localizadas apropiadamente. Este punto no aplica, ya que no se cuenta con alarmas en la planta.

- Los botones para encender las alarmas deben estar debidamente identificados. Este punto no aplica, ya que no se cuenta con alarmas en la planta.

operador en la planta, con mucha experiencia en el manejo de dichos solventes y él comunica los conocimientos necesarios a los nuevos empleados.

- El personal debe contar con guantes y bata de nitrilo látex, mascarilla para contrarrestar vapores de solventes, anteojos de seguridad y zapatos de seguridad.

El personal cuenta con el equipo adecuado para la operación.

- El sistema de agua y espuma contra incendios, debe estar en buenas condiciones.

No existe sistema de espuma contra incendios. El sistema de agua contra incendios, se encuentra en buenas condiciones de operación, pero su capacidad no es la necesaria. La bomba del sistema está localizada en la casa de bombas, junto a las bombas utilizadas en la operación diaria. En caso de emergencia en esta zona, no se podrá accionar el sistema contra incendios.

- La condición de bombas, sistema distribuidor y mangueras, controles, monitores, válvulas, medidores de presión, etc. deben estar en óptimas condiciones. La

condición del sistema contra incendios está bien.

- El sistema de agua contra incendio debe probarse semanalmente. No se cuenta con un registro del desempeño de las pruebas del sistema contra incendios, y no se llevan a cabo semanalmente. No existe programación para llevar a cabo estas revisiones.

- Probar anualmente que el sistema de espuma funciona. No existe sistema de espuma en las instalaciones de los tanques.

Otras observaciones realizadas:

- Ninguno de los tanques, tanto enterrados como aéreos, tiene tabla de calibración. Esto ocasiona los siguientes problemas:

- Falta de control de los inventarios, ya que no se sabe con exactitud la cantidad de producto que existe en el tanque.
- Falta de control de posibles pérdidas y emanaciones al medio ambiente, ya que se desconoce la cantidad de producto en el tanque. Sólo se cuenta con la información contable del producto que ingresó y salió, es decir que únicamente se puede llevar control de los volúmenes manejados hasta que el tanque se vacíe por completo.

- Se desconoce el estado de los tanques enterrados. No existe un examen disponible del espesor de la lámina, lo que aumenta el riesgo de fugas y por lo tanto contaminación al medio ambiente.

- La tubería que existe tanto dentro del dique como fuera, está unida por bridas con pernos. En medio de cada unión, se encuentra un sello de asbesto. La tubería tiene válvulas de alivio a lo largo de la misma. Dichas válvulas, están en mal estado y presentan fugas.

- Los tanques enterrados, cuentan con dos tuberías saliendo de cada uno de ellos. Se desconoce cuál de las dos tuberías es la de entrada y cuál es la de salida. Una de las tuberías, está conectada a una tubería central que une todos los tanques. Dicha tubería está conectada a una bomba común.

- Los manholes de los tanques enterrados, están sellados con una tapadera fijada a través de pernos. En 6 de los tanques, se pudo apreciar que dicha tapadera está únicamente colocada sobre la boca del manhole y que no existían pernos que la fijaran.

- Se desconoce si los tanques aéreos cuentan con soldadura débil en el techo. Cuentan únicamente con válvulas de presión y vacío.

- La bomba del sistema contra incendio, es de desplazamiento positivo y no cuenta con dispositivos de liberación de presión.
- No existe un sistema adecuado de protección contra incendios. Este se limita a un tanque de 94,653 litros (25000 galones) dentro del área de tanques, accionado por una bomba de desplazamiento positivo de 63.1 litros por segundo (1,000 galones por minuto). Dicha bomba, está localizada en la casa de bombas a unos 2 metros del dique de los tanques aéreos.
- No se cuenta con montacargas apropiado al terreno en donde opera. Dicho montacargas, transporta de 1 a 4 toneles llenos con producto y las llantas del mismo son muy angostas. El terreno consta de áreas de tierra suelta, áreas con pedrín y áreas con lodo.
- Se cuenta con una garita a la entrada de la planta, que ayuda en el control de ingreso y egreso, tanto de unidades de transporte como de individuos. El personal que se encuentra en dicha garita, no conoce los procedimientos que hay que seguir durante las emergencias.
- El personal que opera en la instalación, así como visitantes y choferes de pipas, no conocen las reglas de seguridad en el manejo de instalaciones de almacenamiento de solventes de bajo punto de chispa. No cuentan con procedimientos operativos a la mano y no tienen conciencia de los daños al medio ambiente, ni de control del producto que almacenan en sus tanques.

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan las recomendaciones realizadas con base en los resultados de las inspecciones de las tres plantas.

A. Planta A:

1. Tanques y áreas de tanques:

- Se debe remover la maleza tanto fuera, como dentro del dique. En caso de un incendio, la maleza funciona como combustible y agrava el problema. Además, la maleza hace más difíciles las inspecciones de tanques y tuberías dentro del dique, ya que ocultan problemas como fugas o evidencias de erosión y corrosión.

- Una vez se haya cementado el fondo del dique, debe colocarse un sistema de drenaje adecuado. La función del mismo es poder recolectar, tanto agua de lluvia como producto derramado.

- Se deben pintar y reparar las escaleras, plataformas y pasamanos, ya que las mismas se encuentran en mal estado y no ofrecen seguridad al personal que las utiliza. Es indispensable que los mecanismos de acceso a diques y tanques, se encuentren en perfecto estado, ya que una caída en esta área de la planta podría ser fatal. Es recomendable que se pinten los tres primeros y últimos tres peldaños de las escaleras de acceso a los tanques. Esto ayudará al operador a poner más atención y evitar accidentes por resbalamientos.

- También se deben pintar los tanques, ya que muestran evidencia de corrosión. Se deben pintar preferiblemente de blanco, ya que el blanco, refleja la luz y de esta forma los tanques no aumentan su temperatura interior. Los solventes que se manejan en este tipo de instalaciones, son volátiles y una forma de evitar excesivas pérdidas por evaporación, es pintar los tanques de color blanco.

- Es indispensable que se pinte con pintura antideslizante el área de los tanques que es utilizada para transitar sobre los mismos. De esta forma, se evita que durante operaciones como: toma de inventarios, inspección de equipo y reparaciones, el personal sufra accidentes fatales. Además, es una excelente forma de indicar, qué áreas del techo de los tanques, son las áreas permitidas para transitar.

- Es indispensable realizar inspecciones ultrasónicas a techos, paredes y fondos, ya que no se cuenta con información acerca del estado de los mismos. Es recomendable también que se realice una inspección de espesores de láminas en todos los tanques. Debe conservarse un registro de dichos resultados, para que el supervisor de la planta,

planee el ciclo de inspecciones futuras. Actualmente, se corre el riesgo de que los fondos de los tanques verticales, presenten fugas y estén contaminando el suelo.

- Deben removerse o clausurarse los respiraderos actuales de los tanques. Deben ser sustituidos por válvulas de presión y vacío, calibradas de acuerdo al volumen del tanque y el tipo de producto que almacenen. Estas servirán, no sólo para reducir las emanaciones al medio ambiente, sino también para disminuir las pérdidas de producto y por lo tanto disminuir los costos de la operación.

- Se deben eliminar los tapones roscados que se encuentran en las paredes de los tanques aéreos. Sería recomendable soldar estas partes. Para ello, es indispensable sacar de servicio los tanques y llenar un permiso de trabajo en caliente, ya que se hará dicha operación en un área expuesta a vapores de solventes. Si no se pueden sacar de servicio los tanques inmediatamente, es recomendable agregarles soldadura en frío mientras tanto.

- Es recomendable que ya no se realice ningún tipo de operación dentro de la bodega, ya que está muy próxima a los tanques verticales de almacenamiento. Ya que la oficina se encuentra a 15 metros de los tanques y no a 30 como lo sugiere la literatura, ésta se debe relocalizar. Si esto no es posible para las autoridades de la instalación, deben proveer al personal de oficina, del entrenamiento necesario para actuar en momentos de peligro. Deben conocer también las propiedades de los productos almacenados y las medidas de precaución utilizadas en su manejo. Además, las instalaciones eléctricas de las oficinas, deben construirse a prueba de explosión y debe prohibirse fumar dentro de las oficinas.

- Es indispensable construir un tanque de al menos 113, 584 litros (30,000 galones) para colocar en él el agua del sistema contra incendios. Dicho tanque deberá colocarse en donde está actualmente el tanque mezclador. Dicho tanque deberá contar con una bomba de desplazamiento positivo (con alivio de presión), con capacidad de 63.10 litros/segundo (1000 galones/minuto). También es recomendable hacer contacto con la

estación de bomberos más cercana, para verificar que se necesitan sólo 30 minutos para llegar a la planta y que el sistema contra incendios cubre la emergencia durante ese tiempo.

- Debe existir un programa de mantenimiento de extintores en la planta. Para ello, es recomendable hacer un contrato de mantenimiento con la casa que los provee.

- Es indispensable adquirir trajes especiales para acercarse al fuego en caso de incendio. Deben existir equipos de aire auto-contenido para poder rescatar víctimas de los lugares peligrosos.

- Es indispensable colocar alarmas de incendio en varios puntos críticos, en la operación de la planta. Los lugares en donde se sitúen las alarmas, deben ser de conocimiento de todo el personal que labora en la planta. Los botones para activar las alarmas, deben estar claramente identificados. Se debe contar también con un plano de localización de las alarmas de la planta.

- No es necesario que los tanques en la planta cuenten con un medidor de nivel al pie del tanque, aunque sería una condición ideal. Es suficiente seguir el procedimiento de recibo de producto de pipas, que se encuentra en el Anexo 1 del presente trabajo.

- Debe completarse la información situada en el exterior del tanque. Dicha información es de gran utilidad durante la operación y facilita mucho la inspección de la instalación.

- Es necesario convertir todas las instalaciones eléctricas en la planta a prueba de explosión, si no es posible adquirir una bomba para cada tanque en la planta. Las condiciones de conexión de la bomba deben ser modificadas, para evitar que el cable del motor de la misma, se coloque sin ninguna protección sobre la vía de tránsito de pipas y montacargas. Se sugiere colocar los cables eléctricos dentro de tubería especial

de 3.81 centímetros (1.5 pulgadas), selladas con material inflamable a tramos de 2 metros. Se deben colocar cuatro conexiones eléctricas equidistantes de este tipo, en conjunto con toma corrientes a prueba de explosión, frente a los tanques horizontales. Se deben colocar dos conexiones eléctricas frente a los tanques verticales, de la misma forma que fueron colocadas las de los tanques horizontales.

- Se debe revisar que todo el equipo se encuentra perfectamente sellado, y que no existe ningún cable sin su protección adecuada. En presencia de vapores, una chispa puede encenderlos y provocar un incendio.

- Tanto los tanques verticales, como los horizontales, deberán estar conectados a tierra. La conexión se puede hacer a través de una varilla de cobre de 1.5 metros de largo, enterrada frente a cada tanque. Antes de introducir la varilla, se puede colocar una mezcla de arena, carbón y sal. De esta forma, se ayuda a la conductividad del terreno.

Es muy importante que se entierre una varilla por tanque, ya que no hay que olvidar que todos los tanques están interconectados a través de la pasarela. Es conveniente al finalizar las instalaciones de las tierras físicas, que se haga una prueba de resistencia del suelo, la cual no debe exceder 10 ohmios. A la vez, es indispensable que se revise la conductividad del sistema en varios puntos del mismo. Deben existir procedimientos operacionales, de manera que el operador conozca la importancia de aterrizar el equipo que se utiliza, tanto en las operaciones de carga, como de descarga.

- Deben removerse por completo las instalaciones de la lámpara en el tanque mezclador. Dichas instalaciones, no son a prueba de explosión y se encuentran localizadas en un área de poca ventilación y de alta concentración de vapores.

- Se deben colocar camisas a todas las tuberías que atraviesan los muros del dique. Además, debe colocarse Thermocord para asegurar que no existan pequeños espacios entre el muro y la tubería por donde pueda haber derrames.

- Todas las válvulas de salida de los tanques, deben soldarse a la tubería, para evitar que existan fugas a través de las mismas, o bien, en caso de presión excesiva (como incendio dentro del tanque) se desprendan de la tubería provocando un derrame de producto.

- Deben realizarse pruebas de presión máxima de operación a las tuberías, para garantizar que las mismas no fallen durante la operación normal de la planta.

- Deben realizarse inspecciones periódicas a las válvulas de la planta, para garantizar su buen funcionamiento y capacidad del estanque.

- Si es posible, debe instalarse un sistema de espuma contra incendios a los tanques de la instalación. El mismo debe inspeccionarse como mínimo, una vez cada cinco años.

- Actualmente, el personal no ingresa a los tanques para realizar operaciones de limpieza. Simplemente abren la tapadera del manhole del tanque y permiten que el remanente interior se evapore. Esto debe eliminarse, colocando una válvula en el fondo del tanque que permita extraer todo el producto que queda en el mismo, para que la cantidad que quede en su interior sea mínima y se evapore por sí sola en corto tiempo.

2. Equipo mecánico, múltiples y tuberías.

- Debe hacerse un programa de pruebas hidrostáticas de las tuberías, contemplando los parámetros y la frecuencia en la que se conducirán. Dichas pruebas deberán realizarse a una presión de 50 % por arriba de la presión normal de trabajo. Si durante alguna modificación, se agrega o modifican los sistemas de tuberías, los mismos deben probarse previo a su uso.

- Debe prohibirse el uso de los motores de las bombas en la planta, hasta que se realice un estudio de los sellos en los mismos, para garantizarlos.

puede marcar las tuberías con letreros móviles, etc. El objetivo, es que el operador conozca cuál es el producto que está manejando y evite posibles errores.

- Debe programarse la revisión de los filtros de malla # 40 de las bombas. Dichas mallas podrían bloquearse con suciedad u otros artículos.

- Deben hacerse instalaciones eléctricas a prueba de explosión cerca de los tanques, en donde se ubican las bombas portátiles. Lo mismo evitaría que el cable largo de polietileno pueda dañarse o bien no estar en óptimas condiciones debido a su exposición al sol y al medio ambiente. Deberán eliminarse los tomacorrientes actuales y en su lugar instalar toma corrientes a prueba de explosión.

- Se debe colocar piso de concreto al dique en donde se encuentran los tanques horizontales. Deberán instalarse drenajes en los mismos. Se debe hacer un dique al rededor de los tanques verticales.

- Los drenajes que se hagan en los diques en el área de tanques, deberán disponer de conexiones que dirijan el contenido de los mismos a un tanque especial, de donde se extraerá finalmente con una bomba.

- Deberán comprarse repuestos para equipos críticos en la planta. Son equipos críticos, las bombas, válvulas y tuberías de la planta, entre otros. Es indispensable poder reparar los mismos en caso de emergencia. Por ningún motivo deberá utilizarse un equipo que presente fugas o mal funcionamiento en general.

- Es indispensable contar en la planta, con equipo de medición de conductividad eléctrica, así como equipo para medición de emanaciones de vapores.

- Se debe cementar el área en donde se estacionan las unidades, así como construir un dique, ya sea para la operación de carga, como la de descarga. El objetivo de lo anterior, es asegurar que si ocurriera algún derrame durante cualquiera de las operaciones, éste puede contenerse y controlarse con mayor facilidad. Dicha área, deberá estar inclinada hacia un drenaje provisto de un área de almacenamiento. Dicha área de almacenamiento podría ser la misma que la del dique de los tanques horizontales.

3. Sistema de almacenaje de barriles:

- Es conveniente movilizar los barriles, del lugar en que se encuentran actualmente y remover la maleza que existe debajo de los mismos. El área de almacenamiento de barriles no debe estar engramado. La maleza y la grama pueden secarse en época de verano y ocasionar fácilmente un incendio. A su vez es más fácil el control de producto durante la operación de toma de inventarios, si todos los barriles del mismo producto, se encuentran ubicados en el mismo lugar, por lo que es recomendable hacerlo.

4. Seguridad y protección:

- Se debe programar la revisión del estado de los extintores y sus accesorios, de modo que los mismos estén aptos para su uso en caso de emergencia. La mayoría de casas comerciales que venden extintores, prestan los servicios de mantenimiento, por lo que es recomendable contactarlos. En el presente caso, es conveniente probar el 100 % de los extintores en la planta y luego enviar a carga los mismos y cambiarles partes si fuera necesario. Previo a realizar esta operación debe requerírsele a la casa comercial que prestará los servicios, que ofrezca el mismo número de extintores. Sin extintores en la planta, no debería realizarse ninguna operación. Para que sea más sencilla la revisión, es recomendable colocar tarjetas indicando la fecha de la última inspección realizada. Así mismo es conveniente contar con un plano con la ubicación de todos los extintores en la

planta. Dicho plano debe colocarse a la vista de los empleados, para que conozcan los lugares en donde se ubican los extintores y los puedan utilizar efectivamente durante cualquiera emergencia.

- Deben ubicarse alarmas de incendio cerca del lugar en donde se realizan operaciones críticas. Estas alarmas, deben colocarse en lugares accesibles, e identificarse apropiadamente a través de carteles. En la planta "A" deberían ubicarse alarmas en el área de diques de tanques horizontales, área de dique de tanques verticales, área de almacenamiento de barriles, área de bodega de producto terminado y en las oficinas de la planta.

- Deben colocarse dentro de la oficina y en la garita, rótulos con los teléfonos de emergencia que incluyan: estación de bomberos más cercana, policía y personal de la planta. Deberá instruirse al personal, la forma en que se debe reaccionar y evacuar en caso de emergencia.

- El plan de evacuación, debe contemplar tanto a personal que labora en la planta, como a visitantes y vehículos. Es conveniente estacionarse de retroceso en las instalaciones que manejan productos explosivos, de manera que la ubicación del vehículo, permita a su conductor, realizar el mínimo número de maniobras para salir de las instalaciones.

- Es conveniente colocar letreros de NO FUMAR en los tanques de almacenamiento, así como en el portón de entrada a las instalaciones. De esta forma, queda claro tanto para el personal como para los visitantes, que es prohibido fumar en cualquiera área en la planta.

- Es conveniente que como parte de la seguridad dentro de la planta, se coloque alambre de púas a los muros que rodean la planta, de modo que los intrusos desistan de entrar y puedan causar un accidente o bien robar producto o equipo de la planta. Así mismo, es

recomendable que el personal de la planta corte la maleza del sitio desocupado que se encuentra a la par de la planta, para evitar que en época de verano, la misma pueda provocar un incendio.

- Es indispensable que el personal que labora dentro de las instalaciones, conozca las propiedades del producto que manejan, así como la forma en que debe manejarse. Para ellos es conveniente tener un plan de entrenamiento para todo el personal, en el que constantemente se les refuercen los conocimientos necesarios. Ningún empleado nuevo, podrá operar equipo dentro de la planta si el mismo no ha sido previamente entrenado para la labor, o si no conoce adecuadamente el manejo que debe darle al producto.

- Se debe proveer al sistema contra incendios, de un sistema distribuidor del agua, apto para cubrir toda la planta. Debe contarse con monitores, válvulas, medidores de presión, mangueras, etc. Así mismo, se deberán realizar pruebas de dicho sistema semanalmente, ya que es un sistema crítico de la planta.

Otras recomendaciones:

- Deben colocarse empaques a las entradas de los tanques (manhole). Los mismos no deberán ser de plástico. El objetivo de lo anterior, es evitar que se entre agua o humedad al tanque o bien que se escape el producto que está en su interior. Además, evita que se forme una chispa al contacto del metal de la tapadera y el tanque.

- Tanto los tanques verticales como los horizontales, deben contar con una boquilla de medición, para evitar que el operador abra y cierre el manhole para tomar inventarios. Para ello, la alternativa es remover las tapas de los maholes (una a una) y sustituirlas temporalmente por otra. Esto permite que se pueda mover cada tapadera al área de taller, y allí se le suelde una tubería de 13.85 centímetros (2.5 pulgadas) al centro de la tapadera. Dicho anexo de tubería, deberá estar localizado perpendicularmente a la tapadera del tanque y debe contar con una tapadera pequeña. La tubería y la tapadera de la boca de medición, deberán ser de acero al carbón (mismo material del tanque) y

además deberán contar con un sello especial, para evitar fugas y que el cierre sea hermético. De esta forma se evita que el operador corra el riesgo de caer si aspira vapores de solventes al abrir o cerrar las entradas de los tanques (manholes) durante las operaciones de toma de inventarios.

- Si se localiza la boquilla de medición en el centro de la tapadera de la entrada del tanque (manhole), no será necesario colocar una baranda adicional alrededor del mismo, ya que el operador puede utilizar la que ya existe sobre la pasarela del tanque. Es indispensable indicar al operador, que tome inventarios de acuerdo al procedimiento número 4 que se encuentra en la sección de Anexos 1.

- Deben sustituirse de inmediato, todos los respiraderos de los tanques, por válvulas de presión y vacío, de manera que el escape de los solventes de los tanque esté controlado, mejorando así el control de inventarios y evitando que el mismo dañe el medio ambiente.

- Se debe colocar una válvula de compuerta a las tuberías de ingreso de los tanque horizontales e inmediatamente después, un acople de cierre rápido. De esta forma, se evita que el producto pueda salir por esta tubería.

- Es indispensable que se coloquen tuberías hasta el fondo, en todos los tanques, de manera que el producto no caiga y provoque chispas que puedan causar una explosión o un incendio. La tubería debe tener un corte de 45 grados en la parte en la que hace contacto con el tanque (base del tanque). Otra alternativa a este problema, sería anular la actual tubería de entrada a los tanques y colocar una tubería de ingreso en la parte de abajo del tanque. De esta forma, se evita que el producto pueda causar chispas al caer.

- Se debe soldar en donde sea posible, los accesorios de los tanques, así como los de las tuberías. Si los accesorios no pueden ser removidos para soldarlos, o bien no se cuenta

con las condiciones para hacerlo, se deberá proceder a colocar soldadura en frío por el momento. Debe programarse por adelantado la modificación de estas instalaciones, tomando en cuenta que debe medirse el nivel de oxígeno y presencia de solventes, previo a la operación, así como contar con un permiso de trabajo en caliente y conectar el sistema a tierra.

- Todas las tuberías de los tanques, deberán tener colocados los tapones de cierre rápido, de forma que los mismos impidan que algún material ingrese a ese pequeño tramo de tubería hasta la válvula, impidiendo su uso adecuado.

- Debe tomarse en cuenta que los tanques horizontales y verticales, están interconectados por una pasarela, en caso se piense realizar trabajos de soldadura. Si se desea trabajar en un tanque, es necesario cortar la pasarela del resto del sistema, para evitar accidentes e incendios. Será necesario soldar todos los tapones roscados con que cuentan las paredes de los tanques aéreos, por lo que se deberá remover la pasarela momentáneamente o bien cortar un tramo de la misma, para que no exista contacto del tanque en reparación con los demás.

- Tanto en la carga como en la descarga, la distancia entre pipa y tanques no deberá ser menor de 15 metros. Debido a la disposición de los tanques en el terreno, es imposible colocar las pipas a la distancia requerida. Por tanto, debe hacerse mucha conciencia a los operadores, del riesgo de la operación y mantener todas las variables de la misma bajo control. La bomba portátil que actualmente se usa, deberá ser reemplazada por no ser a prueba de explosión. Tanto las instalaciones eléctricas, como el motor de la bomba requerido durante la operación, deberán ser a prueba de explosión. Se deberá suspender cualquier operación, mientras se realice cualquiera de las dos operaciones: carga y descarga de pipas.

- Se debe suspender cualquier operación de mezclado que se haga en el tanque mezclador, ya que el equipo de mezclado no es a prueba de explosión y tampoco lo son las instalaciones. Mientras tanto, es posible realizar la operación de mezclado en cualquiera de los tanques horizontales, por medio de la conexión de una manguera en la salida del tanque y otra a la entrada. En medio de las mangueras, se colocará una bomba a prueba de explosión. Vale la pena indicar que esto puede hacerse únicamente, hasta que se coloque una tubería de entrada, que llegue hasta el fondo del tanque.

- Es importante que se construya un soporte, para colocar las mangueras que se utilizan en la operación, y evitar su daño.

- Es importante que se haga conciencia a los visitantes, de la forma en que deben conducirse dentro de las instalaciones de la planta. Por ningún motivo debe dejarse a una persona ajena a la operación, sola dentro de las instalaciones. Es importante que se coloquen los letreros de NO FUMAR en las posiciones recomendadas con anterioridad, para evitar que un visitante pueda fumar en un área con presencia de vapores y ocasione un accidente.

B. Planta B

1. Tanques y áreas de tanques:

- Es necesario que se coloquen pasamos en las escaleras de acceso a los tanques, para hacer el tránsito por las mismas, más segura. Se deben colocar pequeñas escaleras con pasarelas sobre las tuberías dentro del dique, ya que las mismas no permiten que el personal de la planta, se mueva con rapidez y seguridad dentro de dicha área.

- El declive dentro del dique debe ser corregido, de manera que el líquido que pudiera almacenarse del mismo, pueda fluir con facilidad hasta donde están ubicados los drenajes.

- Es recomendable que se pinten las escaleras y los pasamos de los tanques, ya que las mismas presentan muy mal estado de pintura. A la vez, es recomendable incluir este aspecto en el programa de mantenimiento de la planta. La pintura protege al metal de corrosión, por lo que ayuda a evitar accidentes causados por fallas debido al mal estado de las escaleras y pasamanos.

- Es recomendable pintar de color amarillo los primeros peldaños y los últimos de las escaleras, de modo que el operador puede saber que se acerca al final de los mismos. Esto aplica especialmente a los últimos peldaños en una escalera hacia arriba, en donde el operador usualmente no levanta su mirada para ver cuánto le falta por recorrer. Si el operador, en vez de ver los peldaños, levanta la vista, puede que pierda la concentración y resbale, pudiendo causarse daño.

- Es indispensable que se realice un estudio de espesor de la lámina en el fondo del tanque. Con base a ello, se debe hacer un programa de revisión a intervalos definidos. Dicha información debe quedar archivada para el análisis de la misma y evitar así, que por descuido exista una fuga que pueda estar dañando el medio ambiente.

- Se debe pintar todo el tanque de blanco, de modo que los rayos de luz se reflejen y no causen calentamiento excesivo dentro del tanque. De esta forma, disminuimos la cantidad de pérdidas por evaporación que pudiera darse.

- Es recomendable que se pinten las áreas de los techos en donde transitan los operadores durante la operación, o para dar mantenimiento, con pintura antideslizante. De esta forma, se protege al operador de resbaladuras causadas por lluvia o humedad.

- Es indispensable que se conduzca un estudio de espesor de lámina de paredes y techo de todos los tanques. Con base a ello, se deberá hacer un programa de inspecciones a intervalos establecidos. Dichos registros, deberán archivarse para su posterior análisis.

- Deben removerse los respiraderos con que cuentan los tanques y en su lugar se deben colocar válvulas de presión y vacío debidamente calibradas. De esta forma, se controlará la cantidad de vapores de producto que salen al medio ambiente, disminuyendo los daños al mismo y mejorando el control de pérdida en inventarios.

- Las distancias mínimas entre oficinas y área de tanques, no se cumple. Lo establecido es una distancia mayor o igual a 30 metros y la distancia real es de 20 metros. Debido a que no se puede relocalizar las oficinas por la disposición del terreno de la planta, se deberá suspender cualquier actividad que se realice dentro de las oficinas durante las operaciones de carga y descarga de pipas y de toma de inventarios.

- Es indispensable colocar un rótulo de NO FUMAR en la cerca que divide el terreno y que es contiguo al paso de la línea férrea. Dicha línea férrea, es transitada a diario por ferrocarriles. La distancia de dicha línea a la cerca de la planta es de 10 metros y la distancia de la línea férrea a los tanques, es aproximadamente de 15 metros.

- Es imprescindible la construcción de un tanque para el sistema contra incendios. Actualmente no existe ningún sistema de combate de incendios. Únicamente se cuenta con extintores para emergencias menores. Es necesario que mientras se construya dicho tanque, se sigan a cabalidad los procedimientos de operación indicados en la sección No. 1 de Anexos. El tanque debe contener suficiente agua para controlar la emergencia, hasta que arriben a las instalaciones, los cuerpos de bomberos más próximos. La capacidad de dicho tanque, también la define la capacidad de la bomba.

- Debe hacerse un plan de emergencias para la evacuación de las instalaciones, de modo que tanto el personal que labora en la planta, como el ajeno, sepan qué hacer en caso de emergencia.

- Debe instalarse en los tanques indicadores de nivel al pie del tanque, de forma que el operador, previo a iniciar la operación de recibo, conozca la cantidad de producto que tiene en el tanque y no permita que ingrese en él una cantidad mayor que la necesaria para alcanzar la altura máxima de operación. También debe instalarse en los tanques, alarmas de nivel alto de dos etapas, cuyo sonido pueda escucharse tanto en la planta como en el muelle en donde se realiza la operación. La instalación de los medidores de nivel y las alarmas de nivel, evitarán que el operador suba al tanque y abra el manhole para chequear el nivel del líquido durante la operación de recibo de producto, disminuyendo así el riesgo tan alto que presenta esta operación.

- Debe seguirse el procedimiento de recibo de producto de barco durante dichas operaciones. Esto contempla las revisiones que deben realizarse a las alarmas de nivel, previo a la operación de recibo de producto. El procedimiento referido se encuentra en la sección No. 1 de Anexos.

- Se debe exhibir en los tanques la información pertinente a:
 - a) Capacidad del tanque.
 - b) Fecha de construcción del tanque.
 - c) Altura de referencia.
 - d) Altura máxima de trabajo.
 - e) Fecha de la última limpieza.
 - f) Fecha de la última pintura.
 - g) Fecha de la última inspección ultrasónica/ o de espesor de lámina.
 - h) Rótulo de INFLAMABLE.
 - i) Número de tanque.

j) Producto que contiene.

En caso de que los tanques no almacenen siempre el mismo tipo de producto, el rótulo con el nombre de producto puede ser movable. El objeto de colocar la información anterior en las paredes del tanque, es facilitar las inspecciones de planta. Esto porque hay información valiosa y crítica. Además, se facilita la operación para los operadores de la planta.

- Se deben sellar las instalaciones eléctricas en el encendido del motor de la bomba, ya que las mismas no son a prueba de explosión y el área en donde se ubican (oficinas administrativas de la planta) se encuentra a una corta distancia de donde se llevan a cabo las operaciones de carga y descarga de pipas. Dicha área, es rica en presencia de vapores.

- Se debe conducir un estudio de conductividad en el sistema de tierras de los tanques, ya que no se tienen datos históricos de su desempeño. Asimismo, es conveniente remover la pintura, tanto de la varilla, como del cable que conectan los tanques a tierra. La pintura podría aislar el sistema.

- Es recomendable sellar el espacio intermedio entre los muros de contención y las tuberías que los atraviesan, con Thermocord. Esto se hace con el objeto de que el sellado sea perfectamente hermético y no existan fugas de producto por estos espacios, en caso que el dique esté lleno de producto durante una emergencia.

- Deben sustituirse de inmediato las 5 válvulas de entrada a los tanques, ya que las mismas no son de acero al carbono. El acero al carbono es un material resistente a altas temperaturas, mientras que el hierro negro se funde a menor temperatura. En caso de incendios, es imprescindible tener la capacidad de confinar un derrame, ya que si se extiende, el peligro de un incendio aumenta y el daño se da en mayor proporción.

- Deben instalarse válvulas de alivio en la tubería del muelle a la planta. Dicha tubería se encuentra desocupada normalmente. Está llena de producto, únicamente durante las operaciones de recibo de producto. Sin embargo dichas operaciones duran varias horas. Las válvulas de alivio, deberán instalarse cada 30 metros y de forma vertical.

- Deben calibrarse todas las tuberías de la planta a 1 1/2 veces la presión máxima de operación. Una vez realizadas estas pruebas, es recomendable que se lleve un récord de las mismas. Debe existir un programa de pruebas de presión en este tipo de equipo.

- Debe hacerse un plan de inspección y mantenimiento periódico de las válvulas en la planta. Las mismas, a pesar de estar reparadas en la actualidad, no tienen mantenimiento preventivo sino correctivo. No hay que olvidar que las válvulas son equipo crítico dentro de la presente operación.

- Se deben instalar sistemas de espuma en los tanques, de forma que se pueda controlar con mayor eficacia un incendio en su interior. Una vez instalado, el mismo deberá revisarse una vez cada cinco años.

- Es indispensable que no se realicen operaciones de limpieza en los tanques, mientras no se cuente en la planta con un medidor de niveles de vapores y oxígeno y equipos de aire auto contenido, de manera que se pueda entrar al tanque con seguridad.

2. Equipo mecánico, múltiples y tuberías:

- Es indispensable que se instale alumbrado apropiado en la planta y que el mismo sea a prueba de explosión. En muchas ocasiones, las operaciones de recibo de producto, son llevadas a cabo en horas de la noche, por lo que la iluminación es indispensable.

- Es conveniente colocar sobre las tuberías, flechas que indiquen el sentido del flujo, asimismo el nombre del producto que contienen. Debido a que no existen tanques dedicados dentro de la planta, el tipo de producto dentro de las tuberías cambia con frecuencia, por lo que se sugiere que se coloquen pequeños rótulos movibles.
- Es necesario que se incluyan entre los registros de mantenimiento de equipo de la planta, las revisiones realizadas a la malla del filtro de la bomba.
- La inclinación del suelo en ciertas áreas del dique no es la adecuada, y por lo tanto, el líquido no es dirigido a los drenajes respectivos, por lo que se debe corregir la inclinación en las áreas necesarias.
- Es preciso adquirir las herramientas necesarias para dar mantenimiento a los equipos críticos de la planta. Es indispensable que se adquieran los instrumentos de medida de conductividad y medición de concentración de gases y oxígeno.
- Es necesario cementar el área en donde se estacionan las pipas para las operaciones de carga y descarga. Dicha área deberá también contar con un dique, de forma que si ocurriera un derrame durante cualquiera de las operaciones, el mismo pueda contenerse y el riesgo de un incendio o de que el solvente sea absorbido por la tierra y contamine la misma sea anulado.
- Es necesario que se pavimente la entrada a la planta, de forma que las pipas cargadas no se atasquen y puedan volverse al quedar atrapadas en el fango.

3. Sistema de almacenaje de barriles.

- Es indispensable revisar el estado de cada uno de los barriles en la planta, de forma que se chequee su aspecto externo como la cantidad de producto que tienen en su

interior. Algunos de ellos podrían estar picados debido a la corrosión, por lo que el nivel de líquido dentro de los mismos puede ser menor que el indicado. Una vez se hayan revisado todos los barriles, los que se encuentren en buen estado deberán colocarse sobre varillas de madera en el suelo. Por ningún motivo, los toneles deben hacer contacto directo con el suelo. El suelo no debe tener grama o pasto.

4. Seguridad y protección.

- Se debe programar la inspección de los extintores de la planta, de forma que se garantice su perfecto funcionamiento en caso de emergencias. Es conveniente colocar una tarjeta con la fecha de la última inspección realizada a cada extintor. Así se facilita grandemente la operación de inspección de los mismos. En esta operación, es especialmente crítico el buen estado de los extintores, ya que son el único dispositivo para emergencias de incendios.
- Debe colocarse también un listado en donde se encuentre la ubicación de extintores en la planta, de forma que el personal que labora, conozca en donde se localizan y actúe rápidamente en caso de emergencias.
- Es recomendable que se coloque un rótulo con los teléfonos de cuerpos de bomberos cercanos, policía y personal de la planta, para que se les localice e informe cualquier incidente que ocurra.
- Es necesario que se den instrucciones, tanto al personal, como a los visitantes, de las acciones a tomar en caso de que sea necesario evacuar la planta.
- Es necesario instruir al personal que labora en las instalaciones, acerca de las propiedades y cuidados en el manejo de los productos que se almacenan en la planta, de forma que actúen con seguridad.

Recomendaciones adicionales:

- Es indispensable que se instalen soportes fijos en el área de muelle y que la tubería se fije a los mismos a través de abrazaderas metálicas, de modo que la tubería quede fija sobre los mismos y no se corra el peligro de que la misma caiga y se rompa durante una operación de recibo de producto.

- Es indispensable que se coloquen todos los pernos en las bridas que se encuentran ubicadas en el muelle. El producto circula a través de la tubería a altas presiones y las mismas deben garantizar que sus uniones se encuentran bien fijadas y apretadas, para evitar que el producto se escape por dichas uniones.

- Es recomendable instalar una válvula de cierre rápido (de bola) después de la válvula de compuerta, de forma que el fluido se pueda suspender de inmediato en caso sea necesario, ya que toma un poco más de tiempo cerrar la válvula de compuerta instalada actualmente.

- Se debe soldar el medidor de presión que se encuentra en la tubería en el muelle, ya que la presión que la tubería tiene en este tramo, es alta por la proximidad con la bomba del barco. El medidor podría ofrecer una forma fácil de aliviar la presión y salir expulsándolo, ocasionando un golpe al personal en esa área y más grave aún una fuga de producto.

- Es recomendable eliminar el múltiple de entrada a la planta. La razón es la siguiente: El manifold tiene una sola entrada y 6 distintas salidas, una para cada tanque. Los tanques manejan distintos productos, por lo que el riesgo de una contaminación es grande. Inmediatamente después del múltiple, del lado de la tubería de ingreso a los tanques, se encuentra una válvula de bola por cada tanque. Todas las válvulas, excepto la del tanque que está recibiendo producto, se encuentran cerradas, durante las

operaciones de recibo. El producto puede entrar a los otros tanques, debido a la presión del líquido. Esto principalmente puede ocurrir en la operación de limpieza de tuberías entre productos, ya que el producto es desplazado a través de la presión aplicada por cilindros de nitrógeno desde el muelle. Se recomienda utilizar una manguera corta, especialmente resistente a altas presiones (50% más que la máxima presión de trabajo) para conectar la tubería que viene del muelle con las tuberías de ingreso a cada tanque. De esta forma, se garantiza que el producto sólo entra al tanque destinado para su recibo.

- Se recomienda utilizar válvulas de compuerta en vez de válvulas de bola en la entrada de los tanques, ya que las mismas ofrecen una mejor estanqueidad que las de bola. Los tanques almacenan una cantidad de producto considerable y la presión que ejerce el líquido sobre las mismas es grande, especialmente cuando los tanques se encuentran llenos.

- Es indispensable que se tome en consideración al realizar un trabajo en caliente, la necesidad de cortar las pasarelas que comunican los tanques, de forma que no corran corrientes de electricidad de tanque a tanque.

- Es necesario colocar boquillas de medición a los tanques, de la misma forma que se indicó en las recomendaciones de la Planta "A".

- Se sugiere que se instalen medidores de flujo a la salida de los tanques, de forma que se lleve un mejor control del producto que sale de las instalaciones.

C. Planta C

1. Tanques y áreas de tanques:

- Es necesario remover la maleza que se encuentra tanto dentro del dique, como fuera de él. A la vez, es imprescindible que se recubra el interior del dique, así como las paredes con concreto, de forma que en caso de derrame, el producto quede contenido dentro del dique.
- Es necesario colocar pasamanos a las escaleras de acceso al dique, de forma que el acceso al mismo sea más seguro.
- Es necesario también, colocar escaleras sobre las tuberías, de modo que los operadores puedan acceder todos los puntos dentro del dique de forma sencilla y segura.
- Es necesario colocar un drenaje dentro del dique, de modo que el producto pueda ser evacuado a un área especial. Para que el producto se dirija a dicho drenaje, es necesario que el terreno tenga cierto declive.
- Las escaleras de los tanques, así como las paredes y techos de los mismos, se encuentran en muy mal estado de pintura, es imprescindible pintar los tanques, preferiblemente con pintura blanca y no plateada como lo están actualmente.
- Es conveniente pintar los primeros tres escalones y los últimos tres de forma que sea más seguro para el operador de la planta transitar por los mismos.
- No se cuenta con estudios de espesor de lámina para las paredes y los fondos de los tanques. Es imprescindible contar con esta información, ya que el riesgo de una fuga es

grande. Una vez se haya conducido el estudio correspondiente, se debe hacer una programación con base en los resultados, de forma que se les dé el mantenimiento que requieren.

- Es conveniente pintar los techos de los tanques con pintura antideslizante, de manera que el operador no corra riesgo de resbalar de un tanque y tener un accidente.

- Es necesario recalibrar las válvulas de presión y vacío, así como realizar una limpieza exhaustiva en las mismas, para garantizar su funcionamiento óptimo.

- Es necesario remover la bomba del sistema contra incendio y colocarla en otro lugar, para que no se encuentre situada en el mismo lugar que las bombas a la salida de los tanques. En caso de existir algún problema en dicha área, el operador no podría accionar el sistema contra incendios. Asimismo, es conveniente relocalizar el tanque de almacenamiento de agua para combate de incendios, ya que el mismo está ubicado dentro del área del dique. Es conveniente entrenar al personal de la planta en brigadas contra incendios, de forma que sepan utilizar las mangueras y los pitones, para apagar el incendio. Es indispensable la instalación de una alarma de incendio en un lugar visible y accesible, de manera que cualquier persona conozca su localización y la active en caso de emergencia. Es necesario también, que se realicen contactos con el departamento de bomberos más cercano, para conocer la capacidad del mismo y evaluar si será suficiente, para atacar el problema en su fase inicial.

- Es necesario que se utilice el procedimiento de recibo de producto de pipa a tanque, ya que los tanques verticales no cuentan con un indicador de nivel. De esta forma se evita el riesgo de que ocurra un sobre llenado de producto.

- Es importante exhibir la siguiente información en los tanques: Capacidad, fecha de construcción, altura de referencia, altura máxima de trabajo, fecha de la última limpieza,

fecha de la última pintura, fecha de la última inspección ultrasónica, rótulo de inflamable y nombre del producto que contiene. Esto es con el objeto de hacer más sencilla la inspección del área de tanques y también que facilite al operador la identificación de los tanques.

- Es indispensable que todas las instalaciones eléctricas dentro de la planta, sean a prueba de explosión, especialmente las ubicadas dentro de la casa de bombas, ya que dicha área está muy próxima (5 metros) del dique en donde se encuentran los tanques.

- Es necesario hacer una evaluación de la continuidad y el estado del sistema de tierras. Las mismas no han sido revisadas desde su instalación. Algunos de los cables de cobre están recubiertos de pintura en el lugar que hacen contacto con las varilla de cobre. Es necesario remover la pintura y medir la continuidad en varios puntos del sistema, así como medir la resistividad del suelo.

- Una vez que se recubran los muros del dique con concreto, es necesario utilizar Thermocord para sellar los espacios entre las tuberías y los muros del dique, de forma que el producto no salga por allí, en caso de un derrame dentro del dique.

- Es necesario probar las tuberías a 1 1/2 veces la presión máxima de operación, para garantizar su buen funcionamiento. Se debe conservar el registro de la revisión en cuanto se haga y se debe incluir este aspecto en la lista de mantenimiento de equipo de la planta.

- Es necesario que se realice una inspección a fondo a todas las válvulas dentro de la planta, ya que son parte del equipo crítico de la misma. Deben conservarse registros de lo anterior, e incluir a las válvulas dentro de la lista de revisión de mantenimiento de la planta.

- Es conveniente instalar en los tanques, sistemas de espuma para minimizar el riesgo de una catástrofe mayor en caso de incendio. Una vez instalado el sistema de espuma, este deberá probarse cada cinco años.

- Es necesario contar con el equipo adecuado dentro de la planta, para realizar inspecciones u operaciones de limpieza dentro de los tanques. Actualmente, no se llevan a cabo estas operaciones con el ingreso de personal en los mismos. Si se considera en el futuro la necesidad de que el personal ofrezca ingreso a dichas áreas, se deberá contar con un permiso de trabajo para dicha labor.

2. Equipo mecánico, múltiples y tuberías.

- Es necesario rotular las tuberías con el nombre del producto que contienen, así como indicar la dirección del flujo, para que sea más sencillo para el operador de la planta. Ya que los tanques no contienen siempre el mismo producto, los rótulos con el nombre del producto, tanto de los tanques como de las tuberías, se deben colocar en rótulos móviles.

- Es necesario que se revisen los filtros de las bombas utilizadas, de modo que se asegure que los filtros no se encuentran bloqueados, causando problemas en la operación normal de la bomba. Se debe considerar este aspecto en el plan de mantenimiento de la planta.

- Es necesario modificar la casa de bombas, de forma que la misma cuente con más ventilación. Para lo mismo, es conveniente eliminar dos de las paredes de dicha instalación.

- Es preciso indicar que no se pueden realizar operaciones nocturnas en la planta, ya que las instalaciones de iluminación no son suficientes y a la vez, no son a prueba de

explosión. Es necesario anular las conexiones eléctricas de las instalaciones que no están en uso.

- Es necesario que en la planta se cuente con herramientas necesarias para realizar reparaciones y a la vez que se cuente con repuestos de los equipos críticos, de forma que en caso de emergencia las reparaciones puedan hacerse de inmediato, evitando problemas mayores que puedan causar accidentes y a la vez evitar que la operación se detenga, causando pérdidas económicas.

- Es necesario construir un área cementada para la operación de carga y descarga de pipas en la planta, de forma que en caso de derrames, el producto pueda quedar confinado en dicha área. Además de cementar el área, se debe construir un dique para que el producto quede confinado. El suelo de dicha área, deberá estar inclinado hacia el drenaje, el cual se conecta a través de una tubería, al tanque de almacenamiento del drenaje del dique, en donde se encuentran los tanques verticales.

3. Sistema de almacenaje de barriles.

- Es necesario que se remueva la maleza del área de almacenamiento de toneles, para que no humedezcan el área y causen corrosión en los toneles. Así mismo, para que en época de verano no sea posible fuente de incendios.

4. Seguridad y protección.

- Es indispensable que se conserven los registros de las inspecciones de los extintores, para que nos aseguremos de su buen funcionamiento. Es conveniente también, colocar tarjetas con la fecha de la última inspección en cada extintor, y que sea más fácil la inspección mensual de los mismos.

- También es recomendable contar con un mapa de ubicación de los extintores, y que en caso de emergencia, sean de fácil ubicación y utilización.

- Es recomendable colocar un letrero con los teléfonos a llamar en caso de emergencia. Es necesario colocar una línea de comunicación eficiente a toda hora en la planta, para lo que se puede utilizar teléfonos celulares o radios con repetidora.

- Es conveniente elaborar un plan de evacuación tanto para personal, como para vehículos de las instalaciones, para que el personal actúe de forma rápida y segura en caso de emergencias.

- Es recomendable remover la maleza que rodea la cerca que delimita el terreno, para que dicha maleza no cause un incendio que pueda propagarse en las instalaciones de la planta.

- Es necesario elaborar un programa de entrenamiento formal para los operadores de la planta. Dicho plan de entrenamiento deberá cubrir toda la información necesaria para operar de forma segura en instalaciones de este tipo.

- Es necesario elaborar un programa de prueba para el sistema contra incendios, para que el personal se familiarice con su funcionamiento y a la vez se pruebe el estado del mismo.

- Es indispensable la calibración de los tanques de almacenamiento de la planta. Esto para que:
 - Se conozcan con exactitud los volúmenes de producto dentro del tanque.
 - Se cuente con información para estudiar las pérdidas de producto y las emanaciones al medio ambiente.

- Es necesario conducir los estudios de espesor de lámina, tanto en los tanques verticales, como en los enterrados. Que se conozca el estado de los mismos y se les pueda dar el mantenimiento que requieren, disminuyendo así el riesgo de fugas que puedan contaminar el terreno y corrientes de agua subterráneas.

- Es necesario reparar las válvulas de alivio de las tuberías para que se eliminen las fugas a través de las mismas, así como remover los empaques entre las bridas y colocar nuevos.

- Se debe definir cuál de las dos tuberías de cada tanque enterrado es de entrada, y cuál es de salida. Una vez conocidas, las mismas deben identificarse y a la vez señalar la dirección del flujo.

- Deben desconectarse las tuberías que se unen a la tubería común en los tanques enterrados, para no correr el riesgo de contaminar un producto con otro. Las tuberías deben estar segregadas.

- Es indispensable colocar los pernos en la tapadera del manhole de los tanques enterrados para evitar que la misma sea removida y que el producto pueda escapar por medio de vapores del tanque.

- Es indispensable conocer si los tanques cuentan con soldadura débil en el techo de los tanques. Se deberá contactar a un experto para que realice el estudio.

- Es necesario colocar la bomba del sistema contra incendios, un dispositivo de liberación de presión para garantizar que la misma no falle durante una emergencia y alivie la presión que acumule.

- Es indispensable cementar las rutas transitadas por el montacargas, y que éste opere de forma segura y no corra el riesgo de volcarse al quedar estancado en el terreno, debido a la condición del suelo y al peso que transporta.

- Es indispensable incluir al personal de la garita en los programas de evacuación y de comunicación en caso de emergencia, para que reaccionen rápida y seguramente.

- Es necesario que se acompañe al personal ajeno a la planta dentro de la misma, de forma que se les indique la forma de conducirse dentro de las instalaciones.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es imprescindible que las empresas interesadas en convertir sus instalaciones de almacenamiento actuales, en instalaciones para almacenamiento de solventes de bajo punto de chispa, tomen en consideración los aspectos de diseño expuestos en el presente estudio.

Los solventes de bajo punto de chispa, son productos que deben manejarse con extremo cuidado, por lo que las operaciones con los mismos, se deben llevar a cabo en condiciones de trabajo seguras. Es recomendable que el personal siga procedimientos para cada una de las distintas operaciones críticas y a la vez tome en cuenta la solicitud de permisos de trabajo, cuando sean necesarios trabajos en caliente o bien operaciones de limpieza de tanques.

Y sobre todo, el personal a cargo de la operación, deberá conocer y estar entrenado en el manejo de dichos productos, para que tome conciencia de los cuidados en el manejo del mismo.

Si se toman en cuenta los aspectos antes mencionados: Factores de diseño, condiciones de trabajo seguras y entrenamiento del personal, la operación de plantas de almacenamiento de solventes de bajo punto de chispa se convierte en una operación económicamente rentable, segura para el personal que labora y la comunidad que los rodea, así como consciente del medio ambiente.

X. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Catanach, J. S. y G. P. Fawdry. 1988. *Solvents: a guide to safe handling and occupational exposure*. USA. Exxon Chemical Company. 44 págs.
- (2) J. Shearman. Junio 1992. *Step up to the challenge: hazmat storage*. Chemical Engineering. 99 (6): 118 - 119.
- (3) N. Basta. Marzo 1992. *Experts ponder new ways to access risk*. Chemical Engineering. 99 (3): 35 - 38.
- (4) N. Basta . Marzo 1992. *Industry groups raise safety stakes*. Chemical Engineering. 99 (3): 39
- (5) *Norma API 650*
- (6) Olishifski, J. B. y F. Mc. Elroy. 1971. *Fundamentals of industrial hygiene*. USA. National Safety Council. 990 págs.
- (7) P. Myers. Abril 1992. *Keeping above-ground storage tanks in top shape*. Chemical Engineering. 99 (4): 161 - 164.
- (8) S. Shelley. Julio 1992. *Bringing storage tanks to the surface*. Chemical Engineering. 99 (7): 94 - 102.

XI. APÉNDICE

A. Procedimientos operativos para plantas que manejan solventes de bajo punto de chispa

A continuación, se presentan cinco procedimientos indispensables para plantas que manejan solventes de bajo punto de chispa:

1. Llenado de toneles con solventes de bajo punto de chispa.
2. Despacho en pipas de solventes de bajo punto de chispa.
3. Recibo de pipas de solventes de bajo punto de chispa.
4. Toma de inventarios en tanques de almacenamiento.
5. Recibo de buques de solventes de bajo punto de chispa.

Procedimiento No. 1

Proceso: Llenado de toneles con solventes de bajo punto de chispa.

1. Propósito:

El objetivo de este procedimiento, es definir la secuencia de pasos que deben seguirse para el llenado, almacenamiento y despacho de solventes de bajo punto de chispa en toneles, de forma segura y cumpliendo con las normas de control de calidad de los productos.

2. Revisión de toneles:

Seleccione los proveedores de toneles, exigiéndoles el cumplimiento mínimo de los siguientes requisitos:

- 2.1 No presentar filtraciones o abolladuras.
- 2.2 Las tapas deben poseer empaques para evitar fugas.
- 2.3 No deben estar golpeados.
- 2.4 Pintura exterior en buen estado.
- 2.5 Interior limpio y libre de manchas de óxido.
- 2.6 El lavado interior debe ser hecho preferiblemente con un thinner. No es recomendable el uso de kerosene.

3. Alistar elementos y equipos:

- 3.1 Toneles aptos para ser llenados.
- 3.2 Mangueras para químicos en buenas condiciones, sin filtraciones en el cuerpo o los acoples.
- 3.3 Pistola para llenado, con tubo de llenado de aluminio que llegue al fondo del tonel y con válvula de cierre rápido (válvula de bola).
- 3.4 Dos extintores de 30 libras de PQS (polvo químico seco).
- 3.5 Arenera y pala para confinar pequeños derrames.
- 3.6 Elementos de medición según forma de despacho.
 - Varilla de medición: Aceptable para toneles de dimensiones iguales.
 - Medidor volumétrico calibrado.
 - Báscula calibrada.
- 3.7 Elementos de seguridad como: Casco, gabacha de nitrilo látex y anteojos de seguridad.

4. Operación:

- 4.1 Cuando se llene con un medidor o varilla de medición, coloque en fila los toneles a ser llenados.
- 4.2 Verifique que se esté utilizando el equipo de seguridad.

4.3 Conecte la tierra al primer tonel que va a ser llenado, en un sitio libre de óxido, pintura o barro. En caso de poseer una plataforma metálica para el llenado de toneles, conecte la tierra a ella.

4.4 Llenado por gravedad de tanques aéreos (no se utiliza bomba):

4.4.1 Conecte la manguera a la toma de salida del tanque, asegurándose que el producto es el correcto.

4.4.2 Abra primero la válvula del tanque y luego la válvula del final de la tubería (si es que existe). Asegúrese que la válvula de cierre rápido de la pistola esté cerrada.

4.4.3 Introduzca lentamente la pistola de llenado hasta el fondo, manteniendo siempre contacto entre la pistola y el tonel.

4.4.4 Abra la válvula de la pistola lentamente, evitando que se produzcan salpicaduras de producto en las paredes del tonel.

4.4.5 Al finalizar, saque la pistola lentamente, déjela escurrir y evite que se derrame el producto.

4.4.6 Desconecte la manguera de la tubería, coloque previo a eso, una cubeta para contener el producto que quedó en la manguera. Después de vaciar la manguera en la cubeta, coloque el producto en un tonel, mida la cantidad con una varilla y anote el resultado en la carátula.

Rotule el tonel con el nombre del producto que almacena.

4.5 Llenado con medidor (no se utiliza bomba):

4.5.1 Determine la cantidad de producto a llenar (normalmente 208 litros (55 galones)).

4.5.2 Haga las conexiones, desde el tanque al medidor y de ésta, a la pistola de llenado.

4.5.3 Conecte tanto el medidor, como los toneles a tierra.

4.5.4 Introduzca lentamente la pistola de llenado, manteniendo siempre contacto con el fondo del tonel.

4.5.5 Abra lentamente la válvula del tanque y la de la tubería (si existe). Recuerde mantener la válvula de cierre rápido de la pistola, cerrada. El líquido llenará la manguera y la bomba.

4.5.6 Abra la válvula de cierre rápido lentamente, evitando que se produzcan salpicaduras del producto en las paredes internas del tonel.

4.5.7 Vigile continuamente el contador del medidor, vaya cerrando gradualmente a medida que se acerca a los 55 galones.

4.5.8 Al finalizar, retire suavemente la pistola de llenado y déjela escurrir dentro del tonel, evitando producir derrames.

4.6 Llenado por peso de báscula (sin utilizar bomba):

4.6.1 Determine el peso neto del producto que va a utilizar en libras o kilos (según el caso).

4.6.2 Determine el peso de tambor vacío (tara).

4.6.3 Sume el peso del producto, más la tara del tambor. Este será el peso total que debe fijar en la báscula.

4.6.4 Conecte la manguera y pistola de llenado a la salida del tanque, abriendo la válvula de salida del tanque, pero dejando cerrada la válvula de cierre rápido de la pistola.

4.6.5 Introduzca lentamente la pistola de llenado, manteniendo siempre contacto con el fondo del tonel.

4.6.6 Abra lentamente la válvula de la pistola, evitando que se produzcan salpicaduras del producto en las paredes internas del tonel.

4.6.7 Vigile continuamente el brazo de la báscula y llene el tonel hasta el peso total prefijado antes (4.6.3).

4.6.8 Al finalizar, retire suavemente la pistola de llenado y déjela escurrir dentro del tonel, evitando producir derrames.

4.7 Llenado por bomba de tanques aéreos y tanques enterrados:

4.7.1 Conecte la manguera a la toma de salida del tanque, asegurándose que sea el producto correcto.

4.7.2 Conecte la manguera a la entrada de la bomba.

4.7.3 Conecte la otra manguera a la salida de la bomba. Esta manguera ya debe tener conectada la pistola de llenado.

4.7.4 Abra el bypass de la bomba completamente, de modo que recircule el producto y no se presurice la manguera.

4.7.5 Introduzca lentamente la pistola de llenado hasta el fondo, manteniendo siempre en contacto la pistola y la base del tonel.

4.7.6 Abra la válvula de la pistola lentamente, evitando que se produzcan salpicaduras de producto en las paredes del tonel.

4.7.7 Al finalizar, saque la pistola suavemente, déjela escurrir y evite que se derrame el producto.

4.7.8 Desconecte la manguera de la tubería. Coloque previo a anguera en la tubst,a coloque

- Cierre inmediatamente las válvulas del tanque.
- Apague la bomba.
- Dé la voz de alerta o active la alarma de emergencia.
- Trate de confinar el derrame, utilizando material absorbente como arena o aserrín.
- No reinicie la operación sin el visto bueno de su supervisor y una vez el área esté libre de vapores inflamables.

6.2 Incendio:

En caso de incendio:

- Combátalo con el extintor más cercano.
- Dé la voz de alerta y accione la alarma.
- Haga suspender todas las operaciones y no las reinicie hasta que se haya superado la emergencia y con el visto bueno de su supervisor.

Procedimiento No. 2

Proceso: Despacho de solventes de bajo punto de chispa en pipas.

1. Propósito:

El objetivo de este procedimiento, es establecer los pasos a seguir para el llenado en forma segura de solventes de bajo punto de chispa en pipas.

2. Requisitos mínimos de seguridad para pipas:

Toda pipa que entre a la planta para cargar producto, debe cumplir como mínimo con los siguientes requisitos de seguridad:

- 2.1 Portar mínimo un extintor de 30 libras de PQS (polvo químico seco) en buen estado.
- 2.2 No presentar filtraciones en válvulas, planchas, conexiones, etc.
- 2.3 Tener marcada la capacidad respectiva en cada compartimiento y tener fijada por una placa (chapa) el nivel máximo de llenado en cada uno, dejando un margen de seguridad de un 3% de su capacidad nominal para expansión.
- 2.4 Tener en buen estado el tubo de escape, preferiblemente con dirección al cabezal de la cisterna y contar con atrapa llamas.
- 2.5 Presentar buen estado de funcionamiento mecánico y eléctrico.
- 2.6 Asegurar que las válvulas del fondo y del múltiple no presentan fugas.

3. Revisar la pipa:

- 3.1 Verificar que la pipa cumpla con los requisitos listados en el punto anterior. Para esto es recomendable enviar a cada empresa de transporte, los requerimientos previamente mencionados.
- 3.2 Revise los compartimientos y verifique que se hallen completamente vacíos. Si traen remanentes, hágalos retirar.
- 3.3 Averigüe con el piloto, sobre el último producto que cargó la pipa y establezca compatibilidad con el producto a cargar.

4. Alistar el sistema:

Para efectos de despacho, se pueden utilizar los siguientes sistemas:

- Despacho por báscula camionera.
- Por medio de pipa. (Cuando ésta tiene tablas de aforo previamente aprobadas por una entidad certificadora.)

4.1 Aliste elementos para el despacho, como lo son:

- Bomba
- Mangueras. Verificar que se encuentran en buen estado y sin filtraciones en cuerpo y acoples.
- Elementos de medición, pasta para producto, pasta para agua y termómetro.
- Elementos de control de calidad. Densímetros o hidrómetros y botellas para muestras.
- Dos extintores de 30 libras PQS (polvo químico seco).
- Elemento de seguridad personal.
- Arenera y pala para controlar pequeños derrames.
- Libreta para dejar la información pertinente debidamente anotada.

4.2 Defina el tanque del que va a sacar el producto, asegurándose de que éste contenga el producto solicitado. En caso de que no contenga la cantidad suficiente, determine de qué otro tanque utilizará y realice las medidas de volumen inicial de los mismos.

4.3 Aliste cable de tierra. Conecte tanto la bomba, como la pipa a tierra.

4.4 Avise a los demás operadores de la planta, sobre la operación a realizar.

4.5 Asegúrese que los tanques de los que se sacará el producto tengan válvula de presión y vacío libres y operando, para evitar que el tanque se colapse.

5. Operación de despacho:

5.1 Tome el peso de la pipa vacía, incluyendo el cabezal. Si el despacho se realizará por volumen, solicite al conductor las tablas de calibración.

5.2 Haga estacionar la pipa frente al tanque del que extraerá el producto. Verifique que coloque el freno de emergencia y apague el motor y todos los equipos eléctricos. (Esto se aplica, cuando no hay una estación de llenado automática.)

5.3 Conecte la tierra en el perno de estática (que usualmente tienen las pipas) o en un sitio metálico libre de pintura, óxido o barro.

- 5.4 Revise que la pipa tenga el manhole del compartimiento que va a llenar, abierto.
- 5.5 Haga las conexiones de salida del tanque, bomba y pipa, asegurándose que están hechas correctamente.
- 5.6 Inicie el llenado a baja tasa de bombeo, hasta que el nivel del producto haya cubierto la tubería de entrada a la pipa.
- 5.7 Esté atento a la parte superior de la pipa. Asegúrese de que el nivel del líquido, no rebase el nivel máximo de llenado. De ser posible, utilice un medidor volumétrico como referencia. De no tener medidor, calcule la cantidad que ingresará al tanque, tomando como base las medidas iniciales y finales del mismo.
- 5.8 Durante el llenado, permanezca cerca del control eléctrico de la bomba, verificando que no haya fugas o filtraciones de producto.
- 5.9 En caso de presentarse durante el despacho una tormenta eléctrica, suspenda la operación hasta que las condiciones sean normales.
- 5.10 Al finalizar, cierre la tapa superior del compartimiento y las válvulas del fondo de la pipa.
- 5.11 Desconecte todo el sistema de mangueras y bomba asegurándose de recuperar los remanentes que quedan en las mangueras.
- 5.12 Desconecte la tierra.
- 5.13 Mida manualmente la altura y temperatura de todos los compartimientos.
- 5.14 Efectúe el pesaje final en la báscula incluyendo el cabezal.

6. Calcular cantidad entregada:

- 6.1 Si el producto se despacha por medida de pipa, calcule el volumen en cada uno de los compartimientos y déjelo registrado.
- 6.2 Si el producto se despacha por báscula, determine la cantidad despachada en peso y conviértala a volumen neto o ambiente, según lo acordado con el cliente.
- 6.3 Entregue los documentos de salida y autorice a la vigilancia el retiro de la pipa.

7. Acciones de emergencia:

7.1 En caso de derrames:

- Cierre inmediatamente las válvulas de la pipa.
- Apague la bomba.
- Dé la voz de alerta y active la alarma de emergencia.
- Trate de confinar el derrame utilizando material absorbente, como arena o aserrín.
- No reinicie la operación, sin el visto bueno de su supervisor y una vez el área esté libre de vapores inflamables.

7.2 En caso de incendio:

- Combátalo con el extintor más cercano.
- De la voz de alerta y accione la alarma de emergencia.
- Haga suspender todas las operaciones y no reinicie hasta que se haya superado la emergencia y con el visto bueno de su supervisor.

Procedimiento No. 3

Proceso: Recibo de solventes de bajo punto de chispa de pipas.

1. Propósito:

Este procedimiento, establece los pasos básicos que se deben seguir para el recibo en forma segura de solventes de bajo punto de chispa en planta.

2. Planeación de recibo:

La planeación de las compras de producto a través de pipas, es un elemento muy importante y debe cumplirse siempre con los siguientes requisitos:

2.1 Definir las cantidades de producto a importar y revisar que se cuente con el espacio necesario para recibirlo.

2.2 Establecer contacto con el personal de la planta, para informarles de la operación a realizar.

3. Alistar elementos y equipos:

3.1 Verificar que en la planta existan todos los elementos para el recibo, como lo son:

- Bomba
- Mangueras. Verificar que se encuentren en buen estado, que no tengan filtraciones en el cuerpo o acoples.
- Aliste elementos de medición: Cinta, pasta para agua, pasta para producto y termómetro.
- Elementos de control de calidad: Densímetro o hidrómetro en las escalas adecuadas.
- Botellas para muestras.
- Dos extintores de 30 libras PQS (polvo químico seco).
- Arenera y pala para contener derrames pequeños.
- Libreta para dejar consignada la información pertinente.

4. Alistar la operación de recibo:

Una vez se encuentre la pipa en la planta, haga lo siguiente:

4.1 Informar a la garita de vigilancia para que permita el ingreso de la pipa.

4.2 Efectúe el pesaje de la pipa llena en la báscula. El pesaje debe hacerse sin el cabezal, pero por ninguna razón permita que el cabezal sea desconectado de la pipa. Al final, debe realizarse el pesaje con el mismo cabezal.

4.3 Haga estacionar la pipa junto a la toma del tanque que va a recibir el producto, verificando que no tenga fugas. (Esto aplica a situaciones en las que no se cuenta con un área de carga y descarga de pipas específica.)

4.4 Conecte la tierra al perno de la pipa o en cualquier parte metálica que esté libre de pintura, óxido o barro.

4.5 Una vez cumplido el requisito anterior, proceda a medir los compartimientos (altura del producto y temperatura) y deje consignada esta información. Asegúrese de que la pipa haya estado en reposo al menos 15 minutos.

4.6 Tome muestra de los compartimientos y realice pruebas abreviadas de gravedad específica y apariencia.

5. Verificar cupo de recibo:

5.1 Determine la cantidad de producto que trae la pipa, utilizando las mediciones ya realizadas.

5.2 Efectúe medición del tanque o tanques que van a recibir el producto, determine el volumen inicial y defina la máxima capacidad de recibo.

5.3 Si se va a recibir en dos tanques, haga un plan de recibo de acuerdo a los volúmenes que trae cada compartimiento. Si no existe cupo de recibo suficiente, informe a su supervisor. El será quien definirá el paso a seguir.

6. Operación de recibo:

6.1 Verifique que la válvula de presión y vacío del tanque que va a recibir el producto, esté libre de obstrucciones.

6.2 Instale la bomba, conectando la succión en el múltiple de la pipa y la descarga en la toma del tanque que va a recibir, asegurándose que sea en el tanque correcto.

- 6.3 Abra la válvula de entrada del tanque y asegúrese que la válvula de la salida del mismo, esté cerrada.
- 6.4 Arranque la bomba y verifique que el producto está entrando al tanque.
- 6.5 Revise que no haya filtraciones en las conexiones del múltiple de la pipa, bomba y conexiones de manguera. Si hay alguna fuga, suspenda inmediatamente el bombeo y corrija la situación. No inicie de nuevo sin haber corregido el problema.
- 6.6 Permanezca en el área, controlando la operación de descarga. Si por algún motivo tiene que retirarse del sitio, cierre la válvula de salida de la pipa, y la entrada del tanque y apague la bomba.
- 6.7 En caso de presentarse durante la descarga una tormenta eléctrica, suspenda la operación hasta que las condiciones sean normales.
- 6.8 Al finalizar el recibo, cierre la válvula de salida de la pipa, la válvula de entrada del tanque y apague la bomba.
- 6.9 Desconecte la bomba y mangueras, cuidando de drenar el contenido de estas en cubetas o toneles.
- 6.10 Suba a la pipa, verifique que todos los compartimientos se encuentren vacíos.
- 6.11 Desconecte la tierra.

7. Liquidar cantidad recibida:

- 7.1 Pese la pipa vacía en la báscula. La pipa se debe pesar con el cabezal (el mismo que la ingresó a la planta).
- 7.2 Mida el tanque o los tanques en que recibió el producto. Para esto, deje por lo menos 30 minutos el tanque en reposo.
- 7.3 Calcule la cantidad recibida, de acuerdo a la báscula y medida de tanque y calcule la pérdida de producto en tránsito.
- 7.4 Autorice la salida de la pipa de la planta.

8. Acciones de emergencia:

8.1 En caso de derrames:

- Cierre inmediatamente las válvulas del múltiple de la pipa.
- Apague la bomba.
- Dé la voz de alerta y active la alarma de emergencia.
- Trate de confinar el derrame utilizando material absorbente, como arena o aserrín.
- No reinicie la operación sin el visto bueno de su supervisor y una vez el área esté libre de vapores inflamables.

8.2 En caso de incendio:

- Combátalo con el extintor más cercano.
- Dé la voz de alerta y accione la alarma de emergencia.
- Haga suspender todas las operaciones y no las reinicie hasta que se haya superado la emergencia y con el visto bueno de su supervisor.

Procedimiento No. 4

Proceso: Toma de inventarios en tanques que almacenan solventes de bajo punto de chispa.

1. Propósito:

Este procedimiento establece los pasos básicos que se deben seguir para la toma de inventarios en forma segura de solventes de bajo punto de chispa en tanques de almacenamiento.

2. Alistar elementos y equipos:

2.1 Verificar que en la planta se cuenta con todos los elementos necesarios para la toma de inventarios:

- Cinta métrica con plomada o varilla de medición.
- Pasta para detectar la presencia de agua.
- Pasta para producto. Esta pasta se utiliza con la cinta o varilla de medición.
- Termómetro.
- Toallas de limpieza.
- Libreta para dejar consignada la información pertinente.
- Equipo de protección personal: guantes y gabacha de nitrilo latex, anteojos de seguridad, zapatos de suela plástica.
- Tablas de calibración.

3. Operación de medición:

3.1 Suba al tanque con el equipo necesario para la medición, debidamente sujetado de una faja o cincho. Por ningún motivo ocupe sus manos para cargar el equipo.

3.2 Abra la tapadera de la boquilla de medición e introduzca lentamente en el tanque el termómetro. El termómetro debe ir sujetado por una cadena. Dicha cadena debe hacer permanentemente contacto con la orilla de la boquilla de medición. Deje el termómetro a la mitad del tanque por un período de 5 minutos y registre la temperatura en la libreta de apuntes.

3.3 Introduzca la cinta métrica o la varilla. Cualquiera de las dos, debe hacer contacto con la orilla de la boquilla de medición mientras ingresa al tanque. Calcule aproximadamente en dónde marca el líquido. Una vez encuentre el lugar aproximado, coloque sobre la cinta o varilla un poco de pasta de producto y reintroduzca la cinta o varilla al tanque. Al sacarla de nuevo y pasar unos segundos, se podrá observar exactamente en qué medida ésta el producto. Mida hasta que cuente con dos medidas idénticas. Anote esta cantidad en la libreta.

3.4 Cuando considere necesario, coloque en el extremo de la varilla o la cinta un poco de pasta para detectar agua. Si la pasta cambia de color al tocar el fondo del tanque, repórtelo inmediatamente a su supervisor.

3.5 Recoja el equipo de medición y seque los remanentes de producto con las toallas y trasládese al siguiente tanque.

Nota: Es muy importante que tome inventarios siempre a la misma hora, ya que a pesar que el termómetro corrige cualquier medida por el factor de temperatura, se reduce el margen de error de esta manera.

3.6 Utilice las tablas de calibración de los tanques, para determinar los volúmenes tomados y corríjalos luego por temperatura.

4. Acciones de emergencia:

4.1 En caso que ocurra alguna emergencia:

- Suspenda la operación de medición y extraiga los elementos de medición del tanque.
- Cierre la tapadera de la boquilla de medición.
- Dé la voz de alerta y active la alarma de emergencia.
- Aléjese del área de peligro.

Procedimiento No. 5

Proceso: Recibo de solventes de bajo punto de chispa de barcos.

1. Propósito:

Este procedimiento establece los pasos básicos que se deben seguir para el recibo en planta de forma segura, de solventes de bajo punto de chispa de barcos.

2. Planeación de recibo:

La planeación del recibo de producto proveniente de barcos, es un elemento muy importante y deben cumplirse siempre los siguientes requisitos:

- 2.1 Definir las cantidades de producto a importar y revisar que se cuente con el espacio necesario para recibirlo.
- 2.2 Establecer contacto con el personal de la planta, para informarles de la operación a realizar.

3. Alistar elementos y equipos:

3.1 Verificar que en la planta existan todos los elementos para el recibo, como son:

- Bomba.
- Mangueras. Verificar que se encuentren en buen estado, que no tengan filtraciones en el cuerpo o acoples.
- Aliste elementos de medición: Cinta, pasta para agua, pasta para producto y termómetro.
- Elementos de control de calidad: Densímetro o hidrómetro en las escalas adecuadas.
- Botellas para muestras.
- Dos extintores de 30 libras PQS (polvo químico seco).
- Dos areneras y dos palas para contener derrames pequeños.
- Libreta para dejar consignada la información pertinente.

4. Verificar cupo de recibo:

Esta etapa deberá realizarse una semana antes del recibo y antes de alistar la operación de recibo.

- 4.1 Determine la cantidad de producto que trae el buque, utilizando la información de la factura.
- 4.2 Efectúe medición del tanque o tanques que van a recibir el producto en la planta, determine el volumen inicial y defina la máxima capacidad de recibo.
- 4.3 Si se va a recibir en dos tanques, haga un plan de recibo de acuerdo a los volúmenes que trae cada compartimiento. Si no existe cupo de recibo suficiente, informe a su supervisor. El será quien definirá el paso a seguir.

5. Alistar la operación de recibo:

Una vez se encuentre el barco en el muelle, haga lo siguiente:

- 5.1 Informar al agente de aduanas y al inspector independiente, que realice los trámites necesarios previos a iniciar la operación de recibo.
- 5.2 Conecte el cable de tierra de la tubería del muelle al buque.
- 5.3 Una vez medidos los volúmenes de producto que trae el buque, el inspector independiente deberá realizar los cálculos necesarios para determinar la medida final de volumen que deberá quedar en el buque.
- 5.4 Conecte la manguera a la tubería, asegurándose que se hayan colocado todos los pernos necesarios para fijar la manguera a la tubería.
- 5.5 Conecte la manguera al múltiple del buque. Asegúrese que se conecte al tanque que trae el producto que desea almacenar en el tanque en tierra, según su plan de recibo.
- 5.6 Tome muestra de los compartimientos del buque y realice pruebas abreviadas de gravedad específica y apariencia.

6. Operación de recibo:

- 6.1 Verifique que la válvula de presión y vacío del tanque que va a recibir el producto esté, libre de obstrucciones.
- 6.2 Abra la válvula de la tubería en el muelle.
- 6.3 Abra la válvula de entrada del tanque y asegúrese que la válvula de la salida del mismo, éste cerrada.
- 6.4 Solicite al operador del buque, que abra la válvula de salida de producto del tanque, en el múltiple del buque y que arranque la bomba. Verifique que el producto está entrando al tanque.
- 6.5 Revise que no hayan filtraciones en las conexiones del múltiple del buque, bomba y conexiones de manguera. Si hay alguna fuga, suspenda inmediatamente el bombeo y corrija la situación. No inicie de nuevo sin haber corregido el problema.
- 6.6 Permanezca en el área controlando la operación de descarga. Comuníquese frecuentemente con el personal en la planta, para verificar que la operación se está llevando a cabo, de forma segura.
- 6.7 En caso de presentarse durante la descarga una tormenta eléctrica, suspenda la operación hasta que las condiciones sean normales.
- 6.8 Al finalizar el recibo, cierre la válvula de salida del buque, posteriormente la válvula en la tubería del muelle y posteriormente la válvula de entrada al tanque.
- 6.9 Desconecte la manguera de la tubería en el múltiple del barco, cuidando de drenar el contenido de éstas en cubetas o toneles.
- 6.10 Revise las cantidades recibidas del buque, con ayuda del inspector independiente.
- 6.11 Desconecte la tierra.

7. Liquidar cantidad recibida:

- 7.1 Mida el tanque o los tanques en que recibió el producto. Para esto, deje por lo menos 30 minutos el tanque en reposo.
- 7.2 Calcule la cantidad recibida, de acuerdo a tabla de calibración del tanque en tierra y calcule la pérdida de producto en tránsito.

8. Acciones de emergencia:

8.1 En caso de derrames:

- Cierre inmediatamente las válvulas del múltiple del buque, la válvula en la tubería en el muelle y las válvulas de entrada en los tanques en la planta
- Apague la bomba.
- De la voz de alerta y active la alarma de emergencia.
- Trate de confinar el derrame utilizando material absorbente, como arena o aserrín.
- No reinicie la operación sin el visto bueno de su supervisor y una vez el área esté libre de vapores inflamables.

8.2 En caso de incendio:

- Combátalo con el extintor más cercano.
- De la voz de alerta y accione la alarma de emergencia.
- Haga suspender todas las operaciones y no las reinicie hasta que se haya superado la emergencia y con el visto bueno de su supervisor.

Apéndice 2

Lista de verificación para plantas de almacenamiento de solventes de bajo punto de chispa

Guías de inspección de plantas que manejan solventes de bajo punto de chispa

Fecha: _____ Lugar: _____

Aspecto	Registro	Cumple	No cumple	Recomendaciones
1. Tanques y áreas de tanques: - Condición general del área de tanques. - Muros libres de maleza y protegidos contra erosión. - Muros impermeables o revestidos con plástico grueso por dentro. - Disposición de acceso normal a todos los sectores, pasarelas adecuadas sobre dique y tubería (si fuera necesario). - Capacidad de cada muro igual a la del tanque mayor mas 6 pulgadas del borde. - El drenaje del dique normalmente debe ser por declive al punto bajo con sistema de sifón o bomba.				
- Condición general y mantenimiento de escaleras, plataformas y pasamanos. - Barandas en los sitios de trabajo, en el techo del tanque circulando el techo entero. - Tanques agrupados deben tener dos accesos y al menos uno de ellos debe estar inclinado. - El filo del peldaño de los primero tres y tres últimos peldaños deben estar pintados de amarillo.				
- Condición y pintura de techo, paredes y fondos. - Tanques pintados de blanco. - Superficie antideslizante en las áreas de trabajo en techos. - Mantener pintura en buenas condiciones. - Inspección ultrasónica de techo y paredes cada 5 años - Inspección de fondo cada 15 años o según historial.	- R - - R -			
- Todos los tanques deben tener válvulas de presión y vacío debidamente calibradas. - Las válvulas principales de entrada, salida, muestras, drenajes, etc. deben permanecer cerradas con candado si no están siendo usadas.				
- Debe haber una distancia mínima de 30 metros entre oficinas y los tanques de almacenamiento. - De los tanques a los edificios fuera de la planta debe haber una distancia de 13 metros. - Entre tanque verticales la distancia mínima de de 1/6 la suma de los diámetros. - Debe existir un sistema de Protección contra incendios.				

Aspecto	Registro	Cumple	No cumple	Recomendaciones
<ul style="list-style-type: none"> - Los tanques verticales debe tener indicador de nivel al pie del tanque, a menos que tengan un procedimiento de recibo que contemple su ausencia. - Todo tanque que reciba producto de barco o barcaza debe contar con una alarma de nivel alto. - El tablero indicador y las alarmas de sonido deben localizarse de tal forma que se oigan en áreas claves de trabajo, incluyendo todas las áreas de muelle y planta. - Las alarmas de nivel deben ser de dos etapas: alto y alto - alto. - Las alarmas de nivel deben revisarse antes de cada operación de recibo de producto. 	- R -			
<ul style="list-style-type: none"> - Se debe exhibir la siguiente información en los tanques: <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad - Fecha de construcción - Altura de referencia. - Altura máxima de trabajo. - Fecha de la última limpieza. - Fecha de la última pintura. - Fecha de la última inspección ultrasónica. - Rótulo de INFLAMABLE - Número de tanque. - Producto que contiene. 				
<ul style="list-style-type: none"> - Instalaciones eléctricas en canales a prueba de explosión. - Conectar todos los tanques apoyados sobre estructuras de concreto a tierra. - Todas las lámparas en el área deben ser a prueba de explosión. 				
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar en las bases de los tanques presencia de erosión - Revisar si hay grietas bajo el fondo. - Revisar si hay evidencias de escapes de producto. 				
<ul style="list-style-type: none"> - Evitar que las tuberías atraviesen el muro de contención cuando sea posible. - Si atraviesa n, colocar camisa y llenar espacio intermedio con Thermocord . 				
<ul style="list-style-type: none"> - Todos los accesorios y válvulas deben de ser de acero al carbono. - Todos los accesorios roscados deben soldarse. - Las válvulas de alivio de la tubería deben ser bridadas o soldarse. - Las válvulas de alivio deben instalarse en forma vertical. - Las válvulas de alivio deben colocarse cada 30 metros de tramos de tubería expuesta a la intemperie. 				

Aspecto	Registro	Cumple	No cumple	Recomendaciones
<ul style="list-style-type: none"> - Las tuberías de alivio térmico deben calibrarse a 1 1/2 veces la presión máxima de operación. - Las tuberías de diámetros menores deben estar protegidas por una placa de soporte. - Inspeccionar válvulas periódicamente 	- R -			
<ul style="list-style-type: none"> - Existencia de sistema de espuma. - Inspección anual del sistema de espuma. Como mínimo una vez cada cinco años. 	- R -			
<ul style="list-style-type: none"> - Para separación de tanques con el mismo producto, evitar el paso por gravedad de producto entre tanques utilizando 2 válvulas de compuerta al pie del tanque y una de cheque al medio. 				
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar permisos para acceso a tanques en operaciones de limpieza. 	- R -			
<p>2. Equipo mecánico, múltiples y tuberías.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Debe existir un programa de pruebas hidrostáticas de las tuberías que incluya parámetros y frecuencia de las mismas - Las pruebas hidrostáticas deben hacerse a una presión del 50 % por arriba de la presión normal de trabajo. - A los sistemas nuevos o modificados se les debe hacer prueba hidrostática. 	- R - - R - - R -			
<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento y condición general de motores eléctricos, alambrado e iluminación. - Iluminación suficiente para operaciones nocturnas. - Si la bomba y el motor de la misma no están sobre la misma base deben conectarse ambos a tierra. - Verificar anualmente las condiciones de la conexiones a tierra. - Los conductos eléctricos de zonas con presencia de solventes deben estar sellados. Revisar periódicamente. 	- R -			
<ul style="list-style-type: none"> - Todas las tuberías deben identificarse con el nombre del producto que trasladan y una flecha indicando la dirección del flujo. 				
<ul style="list-style-type: none"> - Todas las bombas deben estar fabricadas de acero. - Todas las bombas deben estar colocadas fuera del dique. - Cuando la bomba cuenta con un filtro, estos deben tener una malla #40 para protección. 				

Aspecto	Registro	Cumple	No cumple	Recomendaciones
<ul style="list-style-type: none"> - Todos los soportes que estén dentro de diques o muros deben ser de concreto. - Para prevenir corrosión, el diseño de los soportes debe minimizar el área de contacto entre el soporte y la tubería. - Se deben colocar soportes de modo que haya un mínimo de esfuerzos en equipos importantes y otros componentes del sistema. - Verifique que la expansión de la tubería no ha dañado los soportes o desviado la tubería fuera del mismo. 				
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que exista buena ventilación e iluminación dentro de la casa de bombas. - Verificar que todas las instalaciones dentro de la casa de bomba son a prueba de explosión. 				
<ul style="list-style-type: none"> - Todos los diques debe contar con un drenaje que permita evacuar el agua de lluvia y extraer producto que se hubiera derramado. - El drenaje debe conducirse a un tanque especial. - Se debe de disponer de herramientas necesaria para la operación y reparación del equipo dentro de la planta, así como con partes de repuesto de equipos críticos como lo son : Bombas, válvulas y tubería. 				

Información necesaria:

A	Colocar aquí el número de tanque ocupado por el producto.
B	Colocar el nombre del producto que ocupa el tanque.
C	Colocar aquí el volumen de producto inicial a 60 F.
D	Colocar aquí el volumen de producto de la factura de compra a 60 F.
E	Colocar aquí el volumen de ingreso al tanque a temperatura ambiente.
F	Colocar aquí la temperatura el producto que ingresa al tanque.
G	Colocar aquí el volumen que ingresó al tanque a 60 F.
H	Colocar aquí la diferencia entre la columna D y G.
I	Colocar aquí los volúmenes de salida a 60 F.
J	Colocar aquí lo siguiente: $C + G + H - I$
K	Colocar aquí el volumen Físico Final a temperatura ambiente.
L	Colocar aquí la temperatura del tanque durante la toma de inventario físico final.
M	Colocar aquí el Inventario Físico Final a 60 F.
N	Colocar aquí lo siguiente: volumen a 60 F ($K - M$) y porcentaje $((K - M)/K) \times 100$
O	Colocar aquí la variación promedio del año anterior (si se conoce) o bien 1 % para Hexano y acetona y 0.5 % para los demás solventes considerados en el estudio.
P	Colocar aquí los comentarios para explicar la diferencia entre la variación real y la teórica.

Para convertir volúmenes a 60 F se siguen los siguientes pasos:

I. Conseguir coeficiente de expansión en la literatura o bien usar el suministrado por el proveedor en las especificaciones técnicas.

II. Calcular el factor de corrección por temperatura de la siguiente forma:

$$\text{Factor de corrección por temperatura} = \{ \text{coeficiente de expansión} \times (\text{temperatura ambiente} - 60 \text{ F}) - 1 \}$$

III. Calcular el volumen a 60 F así:

$$\text{Volumen a 60 F} = \text{Volumen ambiente} \times \text{factor de corrección por temperatura}$$