

Análisis para la construcción de un dique de contención de aceite de motor en la Bodega de Almacenamiento Principal de una empresa Automotriz

Chaves Rojas, David Andrés. Estudiante de Licenciatura en Salud Ocupacional con Énfasis en Seguridad Industrial.

Resumen / Abstract

Una auditoría del Sistema de Gestión Ambiental determinó como una no conformidad la actual manera de almacenar los aceites de este establecimiento, poniendo en riesgo la reacreditación del sistema de gestión ambiental. La presente investigación pretende determinar las características técnicas que debe tener el sistema escogido para contención de un derrame de un 110% del volumen máximo del contenedor que podría derramarse. Se usa un método semi cualitativo para medir la estimación del riesgo y se hacen recomendaciones sobre el mejor sistema para contención de derrames que le puede servir a la empresa el cual es un sistema de zanja con una capacidad de al menos 1M³.

Palabras Clave: Sistema de contención de derrames, Estudio de caso, Sistema de Gestión Ambiental.

An audit of the Environmental Management System determined the current way of storing the oils of this establishment to be a non-conformity, putting at risk the re-accreditation of the environmental management system. This research aims to determine the technical characteristics that the chosen system must have to contain a spill of 110% of the maximum volume of the container that could spill. A semi-qualitative method is used to measure the risk estimate and recommendations are made on the best spill containment system that can serve the company, which is a trench system with a capacity of at least 1M³.

Keywords: Spill containment system, Case study, Environmental Management System.

Introducción

El presente artículo tiene la finalidad de explicar cómo se podría diseñar un sistema de contención de aceite a granel almacenado en estañones en una empresa automotriz en la cual la rotación del hidrocarburo es constante y debe ser movilizado casi a diario por medio de montacargas en una empresa del sector automotriz, no obstante, se presentan unos datos generales de la misma en la Tabla 1.

Nombre de la Empresa: "Confidencial"		
Provincia: San José	Cantón: Central	Distrito: Uruca

Actividad Económica: Exhibición y venta de autos y repuestos como mantenimiento de vehículos y oficinas administrativas.	Clasificación de Grupo de Riesgos del Ministerio de Salud: B	
CIIU: 4520 & 4530		
Horario: Diurno	Tipo de Jornada: Ordinaria	
Número de personas Trabajadoras: 311	Mujeres: 96	Hombres: 215

Tabla 1. Datos de la Empresa.

La mayoría de los sistemas de contención a granel son en depósitos especializados para este fin, sin embargo, en la empresa donde se desarrolla esta labor se apilan como una refacción más y hasta la fecha no se cuenta con un sistema de contención de derrames acorde al volumen de almacenamiento que corresponde.

En 2021, una auditoría del Sistema de Gestión Ambiental ISO140001, indicó como una no conformidad mayor el que el almacenamiento de aceites no tuviera una forma de contención de derrames la cual contuviera al menos el 110% volumen máximo del contenedor más grande que podría derramarse. Y aunado a esto, para el 2022 la empresa decidió aumentar su inventario de aceites para motor debido al incremento de los precios internacionales de este, llegando a la cantidad de 1008 estañones, siendo esto un aumento del 100%.

Por este motivo surge el tema de la Investigación:

Análisis para la construcción de un dique de contención de aceite de motor en la Bodega de Almacenamiento Principal de una empresa Automotriz

Posterior a esto, debemos plantear el problema de la investigación que sería:

¿Cuáles deben ser características técnicas debe tener este dique de contención y cuál sería el diseño apropiado para su construcción?

Marco Conceptual

El desabastecimiento de contenedores es una de las consecuencias directa de la pandemia del 2020, al darse una contracción en la economía mundial por los cierres de fronteras, restricciones a las importaciones y exportaciones, la demanda de productos y de transporte marítimo disminuyó, lo cual ocasionó a su vez, una menor circulación de barcos de carga y de contenedores. Para 2021, cuando la economía empezaba a mostrar signos de recuperación; el sistema de transporte naviero se vio en apuros para lograr

satisfacer dicha demanda por la falta de contenedores y barcos disponibles, provocando que los costos del flete de transporte marítimo se cuadruplicaran. (Elizondo, 2021)

Sumado a este incremento de precios para importar productos, la guerra de Rusia y Ucrania, que empezó el 24 de febrero del 2022, está ocasionando una nueva crisis petrolera, el precio del pasó de \$95.39 a más de \$113 por barril entre el 21 de febrero y la mañana del 3 de marzo: un aumento de 18% en sólo diez días. (Carrillo, 2022)

Estos dos factores hicieron que la empresa tomara la decisión de aumentar el stock de aceite para motor en un 100%, pasando de unos 500 estañones almacenados a 1008, de esta forma la intención es que, a pesar del aumento de los productos derivados del petróleo, se puedan mantener el precio a los consumidores finales.

Por otro lado, en el año 2021 una auditoría por parte del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica arrojó que la forma en la que se almacenan los aceites en la empresa no cumple con lo establecido en la normativa vigente como se evidencia en las Ilustraciones 1 y 2, y lo catalogó como una no conformidad. INTECO define una norma técnica como un documento voluntario que establece requisitos, especificaciones, directrices, procedimientos o características que tienen como objetivo garantizar que los productos, los servicios y los sistemas sean seguros, coherentes y confiable, en el caso de esta empresa la certificación que se les evalúa es el Sistema de Gestión ISO14000: 2015 Sistemas de gestión ambiental. (INTECO, 2015)



Ilustración 1. Condiciones del almacenamiento

Según el Código de Buenas Prácticas Ambientales los requisitos que debe tener el espacio que se use para el almacenamiento del aceite son:

- Contar con un sistema de drenaje impermeable que facilite la recolección de cualquier derrame, y a su vez impida el paso de esta hacia el drenaje pluvial.
- Todas las sustancias se almacenarán en recipientes cerrados, debidamente rotulados y aislados con respecto a las otras sustancias.
- En el caso de combustibles almacenados en estañones, barriles, o tanques, los sitios donde se localicen deberán estar techados, y contar con un muro de retención secundaria capaz de almacenar hasta el 110% del volumen máximo de los recipientes de almacenamiento.

- Las válvulas, las mangueras y otros equipos deberán estar en buen estado y contar con un mantenimiento periódico que prevenga cualquier tipo de fuga.



Ilustración 2. Cantidad de aceite almacenado

Para el cálculo del 110% del volumen máximo se plantea que el escenario mas critico que puede presentar es la caída de una estiba de 4 estañones de 55 galones cada uno, la caída de mas de 4 estañones se considera un escenario catastrófico para el cual ya no se plantea un escenario de prevención sino de reparación del daño.

Con esta información y entendiendo las necesidades de proveer a la empresa una solución para cumplir con el requisito establecido en la auditoria, se plantea el siguiente objetivo general

Diseñar un área para el almacenamiento de aceites de motor a granel que sea capaz de contener un derrame de aceites de grandes proporciones.

Justificación

Trabajos de investigación que lleven la misma línea de estudio no se lograron identificar como referencias teóricas a la presente investigación, debido a que las condiciones de la empresa son particulares, sin embargo, si se encontró literatura sobre diques de para contención de derrames de hidrocarburos.

Por ejemplo, NFPA 30: Código de Líquidos Inflamables y Combustibles, establece el uso de medios adecuados para evitar que el flujo de líquidos ingrese en áreas adyacentes del edificio durante una emergencia; y OSHA 1910.106, Norma sobre materiales peligrosos, que establece que la retención de pérdidas de líquidos inflamables o combustibles y del agua del sistema de protección contra incendios se lleve a cabo en un lugar seguro.

Tradicionalmente se ha acostumbrado a usar un borde o rampa en la entrada del área de almacenamiento para el control de derrames en las áreas de almacenamiento, a fin de evitar el flujo de líquidos derramados hacia otros sectores como la que se muestra en la Ilustración 3, sin embargo, el uso de rampas plantea algunas problemáticas; debido a que la inclinación de cualquier rampa debe ser gradual se pierde superficie valiosa en

tiempos donde se busca optimizar el uso del espacio; y las rampas, además de desgastarse significativamente por el paso de los montacargas, plantean un riesgo para la seguridad de los montacargas y sus operadores. (Bilger, s.f.)

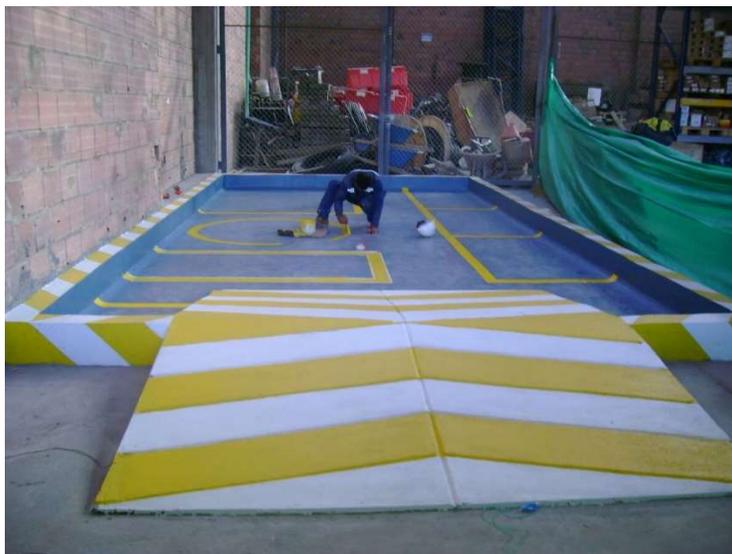


Ilustración 3. Ejemplo de dique tradicional

En otras ocasiones se utilizan drenajes en zanjas, que conducen a un tanque de almacenamiento para derrames o a un área de retención ubicada fuera del edificio.

Metodología

Para este artículo se determina que el mejor enfoque de investigación es el enfoque mixto, que es una investigación proceso que recolecta, analiza y vierte datos cuantitativos y cualitativos, en un mismo estudio, esto debido a que para valorar el riesgo se usan metodologías mixta como lo es un análisis modal de causas y efectos, el cual tiene dos componentes; uno cuantitativo que asigna un valor numérico al riesgo dependiendo de los cálculos de gravedad, ocurrencia y exposición y otro cualitativo al ser el investigador quien determina que valor le asigna según su percepción. (Ocampo Salas, 2019)

Según la NTP 679, el propósito del AMFE consiste en sistematizar el estudio de un proceso e identificar los puntos de fallo potenciales, y elaborar planes de acción para combatir los riesgos. Este método emplea criterios de clasificación que también son propios de la Seguridad en el Trabajo, como la posibilidad de acontecimiento de los fallos o hechos indeseados y la severidad o gravedad de sus consecuencias. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Sf)

Los criterios o valores que se van a utilizar para la realización de la evaluación numérico en el AMFE de proceso son los que se presentan en la Tabla 2 y los Criterio para determinar cuándo poner acciones correctivas en la Tabla 3.

GRAVEDAD

Pequeñas molestias, sin daños.	1
Daños menores. Pequeño defecto detectado por el trabajador que no genera cura específica.	2, 3
Daños que provocan la baja en el trabajador. Necesidad de cura. Parada de corta duración en el proceso.	4, 5, 6
Lesiones graves o incapacidades permanentes. Fallo que afecta al proceso.	7, 8
Muerte, varias muertes.	9, 10
OCURRENCIA	
Remota probabilidad de que se produzca un daño	1
Poca probabilidad de que se produzca un daño	2, 3
Moderada probabilidad de que se produzca un daño	4, 5, 6
Alta probabilidad de que se produzca un daño (una de cada dos veces)	7, 8
Muy alta probabilidad de que se produzca un daño	9, 10
NO DETECCIÓN O EXPOSICIÓN	
Continua exposición del trabajador o el defecto es obvio	1
Frecuente exposición o probabilidad baja de que no se detecte	2, 3
Escasa exposición probabilidad media de que no se detecte	4, 5, 6
Rara exposición o alta probabilidad de que no se detecte	7, 8
Prácticamente nunca	9, 10

Tabla 2. Criterios de AMFE de proceso para la evaluación significativa del riesgo. (Fuente: AMFE Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)

NR	Criterios		
	<125	1	Trivial
125<216	2	Tolerable	Riesgo asumible con posible mejora
216<512	3	Importante	Mejoras procedentes
512<729	4	Muy Importante	Medidas preventivas de tipo técnico
729-1000	5	Intolerable	Medidas preventivas de tipo técnico

Tabla 3. Criterio para determinar cuándo poner acciones correctivas. (Fuente: AMFE Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E V	Causas Potenciales	O C U	Controles de Ocurrencia	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Resp.
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (salud y seguridad, peligros)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué causa que el paso clave falle?	¿Que tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	¿Qué tan bien pueden detectar la Causa o Modo de Falla?		¿Cuáles son las acciones para reducir la Ocurrencia de la Causa o mejorar la Detección?	¿Quién es responsable de las acciones recomendadas?
Recibir el Aceite	<p>1. No colocar correctamente la tarima en los brazos del montacargas.</p> <p>2. Falla estructural de la tarima.</p> <p>3. Falla mecánica del montacargas.</p>	Derrame	10	<p>Falta de capacitación.</p> <p>Descuido.</p> <p>Falta de mantenimiento preventivo.</p>	5	<p>Mantenimiento preventivo periódico.</p> <p>Sistema de contención de seguridad.</p>	3	150		<p>Jefe de CPD</p> <p>Ingeniero en Seguridad Laboral</p>
Transportar el aceite del contenedor a la zona de almacenamiento	1. Choque del montacargas contra un rack.	Derrame	10	<p>Falta de capacitación.</p> <p>Descuido.</p> <p>Falla mecánica del montacargas.</p>	5	<p>Protocolos de Orden y Limpieza.</p> <p>Delimitación de áreas designadas para la ubicación de producto.</p> <p>Limite de velocidad de operación del montacargas.</p> <p>Revisión constante de procedimientos de operación estándar.</p>	2	100	<p>Reforzar importancia de protocolos de orden y limpieza constantes.</p> <p>Vigilar velocidad de operación del montacargas</p>	<p>Jefe de CPD</p> <p>Ingeniero en Seguridad Laboral</p>

Apilar el aceite en estibas de 3 niveles	1. Mala colocación de la tarima	Derrame	10	No uso de la escalera portátil.	8	No es usual que hayan trabajadores caminando por la zona.	3	240		Jefe de CPD
	2. Temblor de gran magnitud			Mal uso de la escalera.						Ingeniero en Seguridad Laboral
	3. Choque de Montacargas contra las tarimas con aceite.	Aplastamiento	10	Superficie resbalosa donde se coloca la escalera.	3	Mantenimiento preventivo del montacargas.	10	300		Jefe de CPD
	2. No uso de la escalera.			Falla estructural de la escalera.						Ingeniero en Seguridad Laboral

Tabla 4. AMFE del proceso de almacenamiento de aceite. (Elaboración Propia).

El otro aspecto técnico para calcular es la capacidad volumétrica que debería tener el sistema para contención de derrames escogido, esto se calcula sabiendo el volumen a contener, que sería un 110% del volumen máximo del contenedor más grande que podría derramarse. Haciendo un análisis de la situación del transporte y el almacenamiento, la peor situación que podríamos encontrar es que una tarima completa con 4 estañones de 55 galones cada uno se caída y se derrame completa, ya más de eso sería una situación catastrófica. Teniendo claro que u estañon contienen 55 galones de aceite y un galón son 3,785 L.

Entonces:

$$\begin{aligned}55 \times 4 &= 220 \text{ gal.} \\220 + 10\% &= 242 \text{ gal} \\242 \times 3,785 &= 916 \text{ L}\end{aligned}$$

La capacidad volumétrica del sistema de contención de derrames debería ser de al menos 916L, para tener un margen superior se recomienda dejarlo en 1000L, o lo que es equivalente 1 metro cubico.

Análisis

Con la información completa se procede a realizar el análisis de los datos recolectados, se determina que la mejor opción para la empresa es optar por la zanja o caño para la contención de derrames, por una serie de motivos:

1. Costo: El costo de la estructura con rampa es mucho más elevado en el largo plazo respecto a la zanja.
2. Optimización del espacio: En estos momentos la empresa sigue en expansión así que se debe aprovechar al máximo la cantidad de espacio disponible y la rampa por la pendiente ocupa mayor espacio.
3. Riesgo: El subir y bajar la rampa con el montacargas llevando una tarima con estañones, aumenta el riesgo de un accidente.

Para el diseño y las características técnicas del espacio de almacenamiento se debe determinar el tamaño de la zanja, para esto se utiliza el software gratuito creado por Dimitri Zhitov, el espacio asignado al almacenamiento mantiene las dimensiones actuales que son 15 metros de fondo y 9,5 metros de ancho, con estos datos el software gratuito de cálculo de materiales de construcción nos indica que la medida de la zanja o caño debe ser de 30 cm ancho en la parte superior y 20 cm de ancho en el fondo con un espesor de 10 cm.

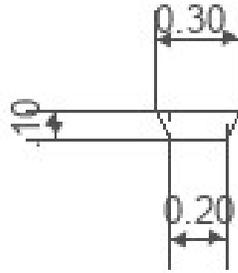


Ilustración 4. Forma de zanja para contención de derrames. (Zhitov, 2016)

El programa calcula el volumen y la superficie de la zanja. Estas medidas tienen la capacidad de contener 1m^3 de líquido.

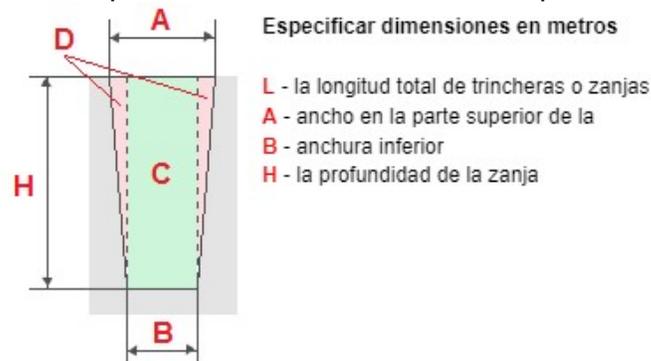


Ilustración 5. Medidas usadas por programa para cálculo de volumen en zanja. (Zhitov, 2016)

Conclusiones

Con base en este estudio de investigación se puede determinar que:

- Que el mayor riesgo del proceso de almacenamiento de aceites se da durante la estiba y desestiba de las tarimas con aceite para motor, debido a que, incluso estando estibadas de manera correcta, un temblor de gran magnitud puede provocar su caída.
- Para la cantidad de aceite almacenado, sin importar si el almacenamiento es el normal de 500 estañones o el actual de 1008 estañones, el sistema para la contención de derrames deberá diseñarse para contener al menos 1000L, que equivale a la capacidad de 4 estañones; esto debido a que el sistema deberá ser capaz de contener al menos un 110% del líquido que pueda ser liberado por el tanque más grande en esta área, presumiendo que el tanque esté lleno, siendo así que lo mas grave que podría pasar es la caída de una tarima con 4 estañones de 55 galones cada 1.

- Se determina que para la empresa la mejor manera de crear un sistema de contención de derrames de gran magnitud es por medio de un sistema de canal que tenga a la vez un sistema de drenaje que lleve el líquido a un contenedor donde pueda ser recuperado, la capacidad de contención de la zanja o canal debe ser de al menos 1000L.
- Las características técnicas de la zanja son:
 - Profundidad: 10cm de profundidad y 30 centímetros de ancho, con una reja metálica que sea capaz de soportar el peso de un montacargas cargado con 4 estañones llenos de aceite.
 - Perímetro: Se hace el cálculo utilizando la media actual del área designada para este fin, 15 metros de fondo por 9,5 metros de ancho.
 - Impermeabilización: Para que los hidrocarburos no se filtren a la tierra debajo del área de almacenamiento, toda esta zona y la zanja y el recorrido del drenaje al contenedor de captación deberá ser impermeabilizado.
- Se recomienda además colocar kits de contención de derrames con arena, pala plástica y escoba con la capacidad de contener al menos 55 galones (1 estañón) cerca del área de almacenamiento de aceites; esto con la intención de contener derrames menores.
- Para la protección contra incendios se recomienda colocar al menos 2 extintores de polvo químico de 10 libras a menos de 9 metros del área de almacenamiento de aceites; esto contemplando que en el área ya existe un gabinete con mangueras conectado al sistema fijo contra incendios.

Referencias

- Bilger, G. E. (s.f.). Barreras de contención para derrames de productos químicos y del agua del sistema contra incendios. *NFPA Journal en Español*. Obtenido de <https://www.nfpajla.org/archivos/exclusivos-online/materiales-inflamables-combustibles/868-barreras-de-contencion-para-derrames-de-productos-quimicos-y-del-agua-del-sistema-contra-incendios>
- Carrillo, J. (15 de 03 de 2022). La invasión de Ucrania y cuarta crisis petrolera. Ciudad de México, México. Recuperado el 15 de 04 de 2022, de <https://imco.org.mx/>
- Elizondo, S. (16 de 12 de 2021). ¿Qué es la crisis de contenedores y cómo afecta al comercio internacional? *BLP Legal*. San José, San José, Costa Rica. Recuperado el 15 de 04 de 2022, de <https://www.blplegal.com/>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (Sf). NTP 679. Análisis modal de fallos y efectos. AMFE.
- INTECO. (2015). *Sistemas de gestión ambiental: Requisitos con orientación para su uso*. Recuperado el 15 de 04 de 2022, de INTECO: <https://www.inteco.org/>
- NFPA. (2018). *NFPA 30: Código de Líquidos Inflamables y Combustibles*.
- Ocampo Salas, D. (4 de 6 de 2019). *Investigalia*. Recuperado el 09 de 04 de 2022, de [https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-mixto-de-investigacion/-](https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-mixto-de-investigacion/) Investigalia: <https://investigaliacr.com>

OSHA. (2016). *Materiales Peligrosos: Líquidos Inflamables*. Obtenido de <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.106>

Zhitov, D. (2015). *Servicio gratuito de cálculo de materiales de construcción*. Obtenido de Servicio gratuito de cálculo de materiales de construcción: <http://www.zhitov.ru/es/trench/>