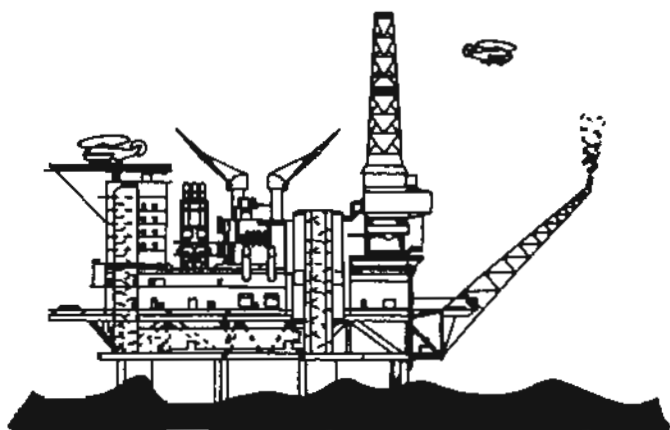


FPC



CUANTIFICACION Y CUALIFICACION
DE RIESGOS EN EL MANEJO
DE HIDROCARBUROS Y PRODUCTOS QUIMICOS

Para

ASOCIACION ESPAÑOLA DE GERENCIA
DE RIESGOS Y SEGUROS



Presentación hecha por H. Joseph New P.E.
Presidente - Fire Protection Consultants Ltd.

MADRID

29 de SEPTIEMBRE de 1987

CUANTIFICACION Y CUALIFICACION DE RIESGOS

=====

La seguridad en las operaciones de una planta de hidrocarburos o productos químicos consiste en una evaluación técnica, hecha a conciencia, de todos los peligros y riesgos potenciales que se relacionan con la recepción, procesamiento y almacenaje de productos explosivos e inflamables, en estado sólido, líquido o gaseoso, incluido su transporte terrestre o marítimo.

El personal responsable de seguridad y protección contra incendios de las empresas asociadas a AGERS toma decisiones que afectan a la seguridad del personal que trabaja en las fábricas, a la protección de las inversiones en edificios, equipos de procesamiento, almacenamiento y transporte, así como al valor de los productos almacenados y en proceso de fabricación. Todo esto significa una enorme responsabilidad para la que se requiere un profundo conocimiento y experiencia en todas las fases de los procedimientos de seguridad y protección contra incendios.

Además de cubrir estas responsabilidades de seguridad del personal e inversiones que están bajo su supervisión directa, la Dirección de las empresas requieren hoy en día de los responsables de seguridad, su asesoramiento sobre el impacto ambiental de la planta en la comunidad circundante.

Este último aspecto, el impacto ambiental en la comunidad, ha sido tratado y destacado de forma muy especial por las Reguleciones de la Comunidad Económica Europea de 24 de junio de 1982, conocidas como la "Normativa SEVESO".

Para disponer hoy, en nuestro mundo de continuos y rápidos cambios tecnológicos, de condiciones operativas de seguridad, se necesitan, en grandes cantidades, tiempo, análisis e ingenio creativo.

La resolución de problemas en estas áreas requiere gran cantidad de información sobre los productos líquidos, sólidos y gases que se manejan, así como de los procedimientos y procesos de fabricación, incluyendo los diferentes métodos de determinar y calcular todos los parámetros de posibles accidentes, así como la probabilidad y frecuencia de que se produzcan para con esa base, desarrollar medidas técnicas de seguridad que eliminen o reduzcan los riesgos a niveles aceptables.

La clave para Evaluar, Cuantificar y Cualificar Peligros y Riesgos es el CONOCIMIENTO.

Conocimiento de todos los fallos que podrían ocurrir (estudios HAZOP y HAZAM) para poder elaborar un Plan de Acciones de Emergencia que cubra todas las eventualidades, posibles accidentes y situaciones límite que puedan producirse, así como el efecto de la ocurrencia de un accidente en la planta, personal, equipo y comunidad circundante.

Quiero aprovechar la oportunidad de tenerles reunidos para exponerles un caso real de un Análisis de Consecuencias hecho por FPC sobre una Propuesta de Ampliación de un local de Almacenamiento de Bidones de Solvente en un laboratorio farmacéutico, como ejemplo de una Cuantificación y Cualificación de Riesgos...

La diapositiva nº 2 muestra el plano general de la planta (Almacén de Solvente existente y ampliación propuesta).

En la diapositiva nº 3 se muestra el diseño de la ampliación de almacenamiento de bidones en batería.

Se consideraron todos los productos químicos almacenados en función de sus respectivos "puntos de riesgo", siendo clasificados por el Técnico de Seguridad en inflamables, corrosivos y nocivos o tóxicos, como se muestra en el cuadro nº 1 "Contenido de los Bidones de Almacenamiento" (véase Anexos - lista de productos químicos). Se seleccionaron el hexano y la acetona para cálculos detallados, ya que estos dos productos representaban la mayor parte del volumen almacenado con puntos de peligro similares a muchos otros productos localizados en el almacén.

La separación de los productos de mayor toxicidad, nocividad y corrosión por medio de divisiones contra incendios redujo el riesgo de contaminación de otros productos situados en el almacén, permitiendo actuar en caso de derrames accidentales o atacar un incendio en condiciones de mayor seguridad.

Para poder determinar la ocurrencia de los tipos más frecuentes de posibles accidentes en el almacén, se tuvieron reuniones con los operarios del propio almacén.

El primer caso propuesto como ocurrencia de un posible accidente fue el de que se produjese un agujero de 1,0 cm. de diámetro cerca de la base del bidón. El fallo podría surgir por un accidente provocado por una pala elevadora de horquilla o una grieta en el bidón. Se suponía que el bidón contenía un 90% de su capacidad máxima. El flujo producido por la salida del líquido por el agujero fue calculado en razón de 0,16 kgs./seg., proporción que iría disminuyendo con la salida del líquido. Este supuesto fue considerado como "Escenario del Accidente más creíble".

Se propuso otro segundo caso en el que se saliese todo el contenido de un bidón de forma inmediata. Este se seleccionó como el accidente de mayor gravedad.

En ambos casos se supuso que el líquido derramado ardía, de forma instantánea, formándose, en ambos casos también, una balsa de fuego. Al principio, cuando la balsa es pequeña, el consumo

de combustible por ignición será inferior a la pérdida, lo que producirá que el líquido se vaya extendiendo por el suelo. A medida que la balsa se va haciendo más extensa, el consumo de combustible también irá aumentando.

En el caso del bidón con pérdida de líquido, la expansión de la balsa de líquido disminuirá a medida que el consumo de combustible por el fuego se aproxima al flujo de salida de combustible del depósito.

En el segundo caso, un derrame total del contenido del bidón la expansión inicial del líquido es más rápida, produciéndose una balsa de mayor radio (el máximo radio de balsa alcanzado es de 1,10 m. para la pérdida por grieta del depósito y de 9,3 m. para el derrame completo). La duración del fuego del bidón roto será de menos de 130 segundos.

Puede verse, sin embargo, que una gran parte del suelo del almacén está cubierta por el derrame.

En la tabla 2 se muestra el cálculo del calor irradiado a un plano vertical fuera de la balsa de fuego.

En la tabla 3 se describen los daños causados a varios niveles de flujo por un fuego estable.

Los bidones adyacentes se verán rodeados por la balsa de fuego pocos segundos después del comienzo del incendio. Cuando un bidón que contiene un líquido se expone al fuego, la temperatura de sus paredes va aumentando de forma continua. El calor producido por el fuego se almacena en parte de las paredes del bidón y en otra parte se transfiere al contenido del depósito (fase líquida y gaseosa). La parte de pared adyacente a la fase gaseosa siempre tendrá una temperatura más alta que la que está humedecida por el líquido. Inicialmente, la presión aumenta porque la temperatura de la fase gaseosa aumenta y el fallo del depósito se producirá cuando el aumento de la presión interna rompa sus paredes. La rotura del bidón y

el derrame de su contenido producirán una balsa de fuego o una EXPLOSION POR VAPOR EVAPORADO DE UN LIQUIDO EN EBULLICION (BLEVE).

Los cálculos indican que el depósito de hexano se romperá a los 191 segundos y el de acetona a los 225 segundos.

CONSECUENCIAS DE UN "BLEVE"

El derrame del contenido de un bidón puede tomar la forma de un "BLEVE". Se han producido "BLEVES" en diversas pruebas realizadas en bidones de almacenamiento y se han observado en fuegos reales y accidentes en almacenes con depósitos que se utilizaban para guardar productos de naturaleza similar.

Los daños provocados por el exceso de presión de un bidón (BLEVE) se calculan de la siguiente forma:

<u>Importancia del Daño</u>	<u>Distancia máxima al Daño</u>
1. Daños graves a edificios y equipo	3,0 metros
2. Daños reparables a edificios y fachadas de viviendas	6,0 metros

DERRAME POR RADIACION DE CALOR

El derrame de un bidón adyacente de 200 litros causado por fuego en un depósito, producirá un incendio instantáneo, formando una bola de fuego o una balsa de fuego.

Una Bola de Fuego es un fenómeno de extraordinaria violencia. Durante su breve existencia (generalmente unos segundos) se producen grandes flujos de radiación. La duración de una bola de fuego de un bidón de material inflamable (127 kgs.) se calcula en 32 segundos, con un diámetro de 5,6 mts. Las superficies que quedan dentro de la bola de fuego recibirán aproximadamente 200 KW/m^2 en esos 32 segundos.

Esto no llegará a producir un fallo de estructura pero sí provocará accidentes mortales entre las personas. La distancia - del centro de la bola de fuego a un nivel de radiación de - 10 KW/m^2 , que produciría quemaduras de primer grado en sus 32 segundos de duración, se estima en 8 metros.

FRAGMENTACION

Se ha observado que los fragmentos de bidones han actuado como misiles en accidentes reales. Las distancias máximas registradas, procedentes de fuentes creíbles, varían de 75 a 200 metros.

Los cálculos que mostramos aquí se refieren a fragmentos grandes producidos por exceso de presión "BLEVE".

El alcance máximo estimado para un fragmento grande es de hasta 155 metros, lo que está dentro del alcance observado en accidentes reales.

Sin embargo, la falta de precisión en estos cálculos es tal que creemos preferible utilizar el alcance máximo observado de 200 metros como un valor práctico de trabajo.

EFFECTOS DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS

Un sistema de lluvia de agua pulverizada, activado automáticamente, y que descargue a razón de 10,2 litros por minuto por metro cuadrado de superficie de bidón ofrece lo siguiente:

- A. Puede demorar o evitar los efectos más devastadores al eliminar calor de la superficie de los bidones o extinguiendo el fuego.
- B. Los cálculos dicen que un recipiente en llamas todavía puede absorber $18,9 \text{ KW/m}^2$ de calor. El tiempo de rotura de un bi

dón de hexano que está absorbiendo calor en esta proporción, es de 10 minutos (un aumento en tiempo de 7 minutos). Tres minutos sin protección de agua pulverizada.

- C. Una balsa de fuego grande no puede extinguirse con un sistema de lluvia. Sin embargo, el sistema de agua serviría como protección contra la escalada del fuego, en caso de rotura total de un bidón. El sistema de lluvia que estamos considerando aquí podría extinguir pequeñas fugas, pudiendo también utilizarse como una medida de lavado en el caso de una fuga accidental sin ocurrencia de incendio (medida de prevención).
- D. El sistema de protección de agua pulverizada será suficiente para evitar la rotura de otros bidones en el caso de un accidente causado por un solo bidón, siempre y cuando el sistema sea activado inmediatamente después del derrame y descargue directamente sobre los demás bidones.
- E. El sistema de lluvia de agua pulverizada en funcionamiento produce un aumento de la extensión de la balsa de combustible.
- F. Se dispondrá de líneas de drenaje en el suelo, entre las baterías de bidones, para drenar y evacuar, lo más rápidamente posible, al exterior del edificio y a un área controlada de incendio, la mezcla de agua y combustible.
- G. La fuga de 1,0 cm. de diámetro -producida por un objeto punzante- resistirá una balsa de fuego por un tiempo no superior al que el sistema de lluvia protegería la superficie de un bidón.
- H. Las fugas pequeñas pueden significar una mayor amenaza de efectos devastadores, debido a su mayor capacidad de mantener una balsa de fuego.

DETECCION AUTOMATICA Y ACTIVACION AUTOMATICA DEL SISTEMA DE LLUVIA

Un sistema de lluvia de activación automática puede reducir la probabilidad de escalada en un fuego importante, pero no proporcionará un alto grado de protección al almacén, dados los materiales que se encuentran allí.

La lluvia de agua en pruebas reales de fuego hechas en almacenes de bidones ha tenido efectividad limitada contra el escalado. Para mejorar la operación de protección se recomienda, además:

- A. Utilizar baterías de lanzas para proporcionar una cobertura de agua pulverizada efectiva a la superficie de todos los bidones.
- B. Colocar detectores y/o sensores de tal forma que el sistema de lluvia de agua pulverizada sea activado inmediatamente después de producirse la fuga.
- C. Instalación de otros agentes contra incendios, además de agua, efectivos en el control de fuegos por derrames sobre el suelo, en aquellas zonas donde no alcanza la descarga de agua pulverizada.

CONSECUENCIAS DE UN GRAN Balsa DE FUEGO (SITUACION DE MAYOR GRAVEDAD)

Como se mencionó, el agujereamiento de un bidón y la ignición del vertido puede ocasionar un fuego importante en la zona de almacenamiento.

Con las paredes actuando como un muro de contención, el incendio toma la forma de una balsa de fuego circular, similar al suelo del almacén.

Se examinaron las condiciones del viento para el local. Quedó establecido que la velocidad del viento era inferior a 13,8 metros por segundo, más del 95% del tiempo. La dirección más frecuente era sudoeste.

CONTORNO DE RADIACION DE:

37,5 KW/m ²	Fallo de Estructura de Acero
25 KW/m ²	Ignición de Madera
5 KW/m ²	Nivel Humano de Tolerancia para exposición a largo plazo.

Se utilizaron dos niveles de viento:

"Aire en reposo" y viento a 13,8 mts./seg. (27 nudos)

Los resultados se muestran en la diapositiva nº 11, en forma gráfica, proyectados sobre la planta y área circundante.

El Análisis de Consecuencias hecho por ordenador determina el alcance de la peligrosidad para el personal y para la propiedad en dos situaciones de accidentes creíbles:

- A. Bidón con fuga.
- B. Explosión de Bidón.

La SITUACION DE MAYOR GRAVEDAD producida por un BLEVE y el incendio total del área de almacenamiento de bidones se superpusieron sobre la planta y el área circundante. De este estudio resultaron una serie de conclusiones de ingeniería de seguridad (diapositiva nº 11) relativas a:

1. La localización del almacén de bidones de solvente con el fin de reducir el daño potencial en los alrededores de la planta y equipo principales, caso de producirse el accidente de gravedad máxima con fuego y explosiones.
2. Los métodos de proporcionar una efectiva seguridad y protección contra incendios a la planta -tabiques contra incendios y drenajes-. Localización práctica y segura de hidrantes y monitores, así como determinación de distancias de lucha contra incendios.
3. Efectos en plantas adyacentes, propiedad y comunidad circundante.

Las referencias e información utilizadas para preparar este informe se relacionan en el Anexo 2.

Para recopilar el factor CONOCIMIENTO de estos riesgos se estudiaron además todas las referencias técnicas y datos de pruebas realizadas provenientes de fuentes fiables, así como informaciones de siniestros ya ocurridos y de naturaleza similar.