



# FACULTAD DE INGENIERIA UBA

97.01 HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

**Prevención de incendios — Parte III**

Versión 1-2020

ING. ELISABETH RIZZO

earizzo@yahoo.com.ar

# DEPOSITO DE INFLAMABLES

- **Artículo 164. — En las plantas de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos o gaseosos, deberá cumplirse con lo establecido en la Ley N° 13.660 y su reglamentación, además de lo siguiente:**
- **1. Se prohíbe el manejo, transporte y almacenamiento de materias inflamables en el interior de los establecimientos, cuando se realice en condiciones inseguras y en recipientes que no hayan sido diseñados especialmente para los fines señalados.**
- **2. Se prohíbe el almacenamiento de materias inflamables en los lugares de trabajo, salvo en aquellos donde debido a la actividad que en ellos se realice, se haga necesario el uso de tales materiales. En ningún caso, la cantidad almacenada en el lugar de trabajo superará los 200 litros de inflamables de primera categoría o sus equivalentes.**

# DEPOSITO DE INFLAMABLES

- **3. Se prohíbe la manipulación o almacenamiento de líquidos inflamables en aquellos locales situados encima o al lado de sótanos y fosas, a menos que tales áreas estén provistas de ventilación adecuada, para evitar la acumulación de vapores y gases.**
- **4. En los locales comerciales donde se expendan materias inflamables, éstas deberán ser almacenadas en depósitos que cumplan con lo especificado en esta reglamentación.**
- **5. En cada depósito no se permitirá almacenar cantidades superiores a los 10.000 litros de inflamables de primera categoría o sus equivalentes.**
- **6. Queda prohibida la construcción de depósitos de inflamables en subsuelos de edificios y tampoco se admitirá que sobre dichos depósitos se realicen otras construcciones.**

# DEPOSITO DE INFLAMABLES

- Artículo 165. — Los depósitos de inflamables con capacidad hasta 500 litros de primera categoría o sus equivalentes, cumplimentarán lo siguiente:
  - 1. Poseerán piso impermeable y estanterías antichisposas e incombustibles, formando cubeta capaz de contener un volumen superior al 110% del inflamable depositado cuando éste no sea miscible en agua y si fuera miscible en agua, dicha capacidad deberá ser mayor del 120%.
  - 2. Si la iluminación del local fuera artificial, la instalación será antiexplosiva.
  - 3. La ventilación será natural mediante ventana con tejido arrestallama o conducto.
  - 4. Estarán equipados con matafuegos de clase y en cantidad apropiada.
- Artículo 166. — Los depósitos de inflamables con capacidad para más de 500 litros y hasta 1000 litros de primera categoría o equivalentes, además de lo especificado precedentemente deberán estar separados de otros ambientes, de la vía pública y linderos por una distancia no menor de 3 metros, valor éste que se duplicará si se trata de separación entre depósitos de inflamables.

# DEPOSITO DE INFLAMABLES

- Artículo 167. — Los depósitos de inflamables con capacidad para más de 1000 litros y hasta 10.000 litros de primera categoría o sus equivalentes, además de lo especificado en el art. 165, cumplimentarán lo siguiente:
- 1. Poseerán dos accesos opuestos entre sí, de forma tal que desde cualquier punto del depósito se pueda alcanzar uno de ellos, sin atravesar un presunto frente de fuego. Las puertas abrirán hacia el exterior y tendrán cerraduras que permitan abrirlas desde el interior, sin llave.
- 2. Además de lo determinado en el artículo 165, apartado 1, el piso deberá tener pendiente hacia los lados opuestos a los medios de escape, para que en el eventual caso de derrame del líquido, se lo recoja con canaletas y rejillas en cada lado, y mediante un sifón ciego de 0,102 metros de diámetro se lo conduzca a un estanque subterráneo, cuya capacidad de almacenamiento sea por lo menos un 50% mayor que la del depósito. Como alternativa podrá instalarse un interceptor de productos de capacidad adecuada.

# DEPOSITO DE INFLAMABLES

- 3. La distancia mínima a otro ambiente, vía pública o lindero, estará en relación con la capacidad de almacenamiento, debiendo separarse como mínimo 3 metros para una capacidad de 1000 litros, adicionándose 1 metro por cada 1000 litros o fracción adicional de aumento de la capacidad. La distancia de separación resultante se duplicará entre depósitos de inflamables y en todos los casos esta separación estará libre de materiales combustibles.
- 4. La instalación de extinción deberá ser adecuada al riesgo.
- Artículo 168. — La equivalencia entre distintos tipos de líquidos inflamables es la siguiente: 1 litro de inflamable de primera categoría no miscible en agua, es igual a 2 litros de igual categoría miscible en agua y a su vez, cada una de estas cantidades, equivale a 3 litros de inflamable similar de segunda categoría.

# Reacciones químicas peligrosas con el agua

- El riesgo de tales sustancias por su reactividad con el agua debería ser identificado en todos los envases que las contengan (a título de ejemplo, el código 704 de la NFPA -National Fire Protection Association- para la IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE UN PRODUCTO exige para tales sustancias el símbolo pictograma "GHS02"), adoptando las consiguientes medidas preventivas en su almacenamiento y manipulación. Deberían almacenarse separadas de los materiales inflamables, a fin de evitar que puedan verse implicadas en un incendio en el que presumiblemente pudiera utilizarse agua como sustancia extintora. El listado puede consultar en español en la norma NTP 237.

# EXPLOSIONES

- El riesgo de explosión, ya sea debida a gases/vapores inflamables o a polvos combustibles se da en los más diversos y variados procesos, afectando a múltiples sectores como pueden ser el agroalimentario, fabricación de muebles y procesado de maderas, textil, químico, reciclado, energético, biomasa, petroquímico, etc.
- En caso de explosión, los trabajadores se hallan en peligro por los efectos de las llamas o presiones incontroladas en forma de radiación térmica, llamaradas, ondas de choque y proyección de cascotes, así como productos de reacción nocivos, y por falta de oxígeno para respirar.

# EXPLOSIONES

- Se define **atmósfera explosiva** como la mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en las que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada.
- • **Atmósfera potencialmente explosiva** es aquella atmósfera que puede convertirse en explosiva debido a circunstancias locales y de funcionamiento.

# EXPLOSIONES

- Para que una explosión se produzca, deben coincidir la atmósfera explosiva y un foco de ignición. Esto requiere tres condiciones simultáneas:
  - » 1ª CONDICIÓN: existencia de una sustancia combustible (gases, vapores, polvos o nieblas)
  - » 2ª CONDICIÓN: existencia de un comburente (oxígeno del aire) en un intervalo de concentración determinado
  - » 3ª CONDICIÓN: presencia de una fuente energética capaz de iniciar la reacción
- • Eliminar una o más de las anteriores condiciones significa evitar una explosión.

# EXPLOSIONES

- Son muy numerosas las instalaciones en la que se tratan o están presentes gases, vapores y polvos combustibles, como por ejemplo procesos químicos, manipulación de carbón, filtración de polvos, recuperación de vapores, manipulación y almacenamiento de grano, molido, etc., con el consiguiente riesgo de que se produzcan explosiones, que son origen de daños a las personas y a las instalaciones.
- • A la explosión principal u origen es frecuente que la sucedan otras explosiones secundarias, que llegan a destruir todas las instalaciones ocasionando numerosas víctimas y cuantiosos daños materiales

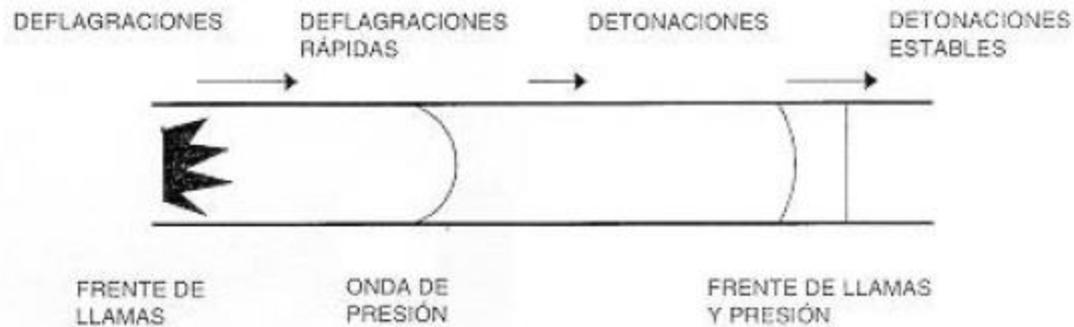
# EXPLOSIONES

- – En las **deflagraciones**, la velocidad en que el frente de llamas avanza es inferior a la velocidad del sonido; el tiempo que transcurre entre el inicio y la finalización de la misma, aunque parezca virtualmente instantánea, es finito y típicamente comprendido entre 100 y 200 milisegundos.
- – En el caso de las **detonaciones**, dicha velocidad es mucho más elevada, superando la velocidad del sonido.

# EXPLOSIONES

- Tras iniciarse la combustión la llama se propaga por el producto combustible no quemado, incluso a contracorriente del flujo normal del proceso, generándose una onda de presión por delante del producto combustible en llamas, y que se desplaza a una velocidad superior a la de la llama pero inferior a la velocidad del sonido, es decir se produce una deflagración. Factores tales como la turbulencia y el incremento de la superficie de la llama aceleran el frente de llamas, y si se permite continuar y hay suficiente aire y combustible, se superara la velocidad del sonido apareciendo la detonación. Tal como se aprecia en la figura siguiente.

# EXPLOSIONES



**Figura 01.2.** *Esquema de la propagación de una explosión en tubería*

# EXPLOSIONES

- Si una explosión ocurre a cielo abierto, se producen llamas y hay una disipación de calor y gases de combustión; si tiene lugar en un recinto cerrado, la presión debida a los gases de combustión se incrementa a gran velocidad alcanzando valores de hasta diez o más veces la presión inicial absoluta del recinto, dependiendo del tipo de producto.
- En el caso de explosiones ocurridas en equipos industriales, el calor y la presión son retenidos en su interior, sometiéndoles a sollicitaciones para las cuales no han sido diseñados, con el resultado final de su destrucción.

# EXPLOSIONES

- **Límites de explosividad**
- Para que se forme una atmósfera explosiva, la concentración de gases, vapores o nieblas inflamables en aire debe de estar dentro de un determinado rango, delimitado por los Límites inferiores y superiores de explosividad:
- – **Límite Inferior de Explosividad (LIE):** Es la concentración mínima de gases, vapores o nieblas inflamables en aire por debajo de la cual, la mezcla no es explosiva.
- – **Límite Superior de Explosividad (LSE):** Es la concentración máxima de gases, vapores o nieblas inflamables en aire por arriba de la cual, la mezcla no es explosiva.
- Estos límites se suelen expresar en porcentajes de volumen del gas
- o vapor en el volumen de la mezcla. Si se pretende que una determinada mezcla de gases o vapores inflamables en aire no produzca una atmósfera explosiva, habrá que mantener la concentración de éstos bien por debajo del LIE o por arriba del LSE.

# EXPLOSIONES

Condiciones para una explosión de polvo  
El pentágono de la explosión



# EXPLOSIONES

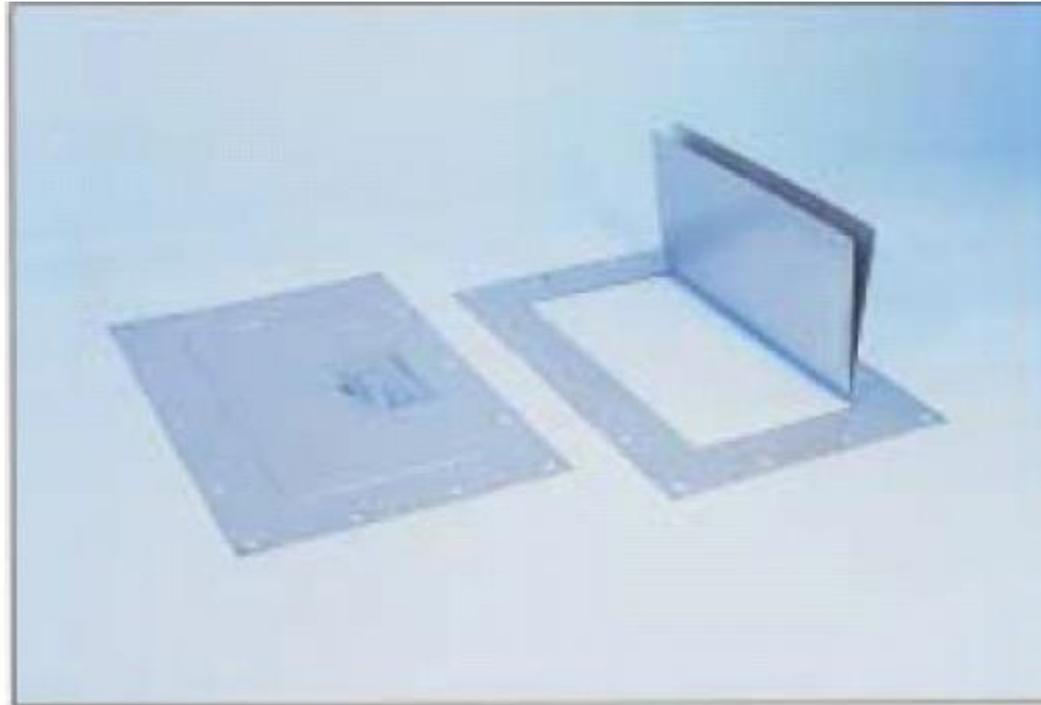
- **MEDIDAS TÉCNICAS DE PROTECCION**
- 1. impiden la formación de atmósferas explosivas peligrosas,
  - **Sustitución de las sustancias inflamables**
  - **Limitación de la concentración**
  - **Inertización**
  - **Utilización de aparatos detectores avisadores de gas**
- 2. evitan la ignición de atmósferas explosivas peligrosas o
- 3. atenúan los efectos de explosiones hasta asegurar la salud y seguridad de los trabajadores.
  - venteo o alivio de la presión;
  - supresión de la explosión;
  - » prevención de la propagación de las llamas y de la explosión (aislamiento e interrupción de la explosión).

# VENTEO

- Desvío de la explosión mediante la rotura de aliviadores, de forma que se disipe en el entorno sin provocar daños.

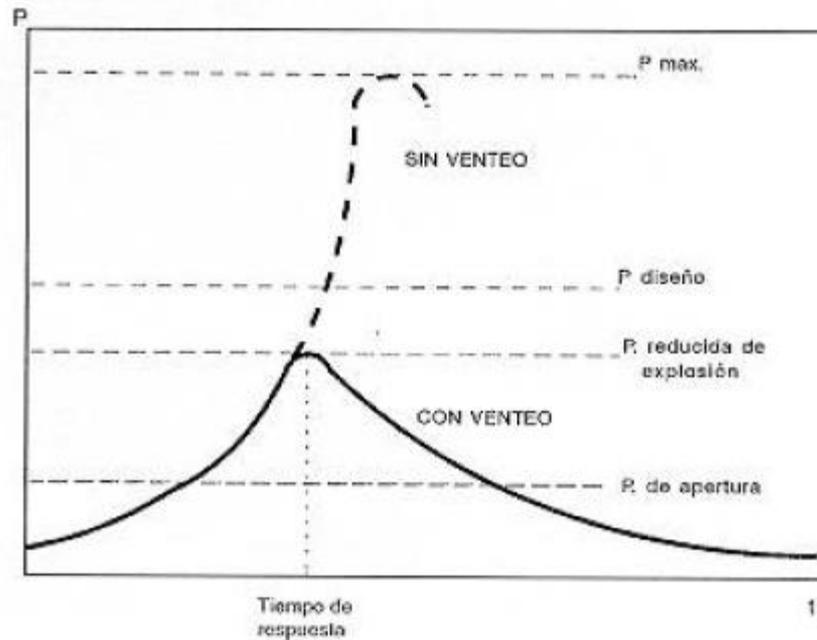


# VENTEO



*Fike Explosion Vents, closed and open*

# VENTEO



**Gráfico 05.1.** *Variación de la presión con y sin venteo*

# VENTEO

- En cuanto a la ubicación física del sistema de venteo, hay que tener en cuenta que en su funcionamiento no solo se efectúa el alivio de presión, sino que hay salida de quemados, sin quemar y llamas, lo que puede ser origen de explosiones secundarias, razón por la cual la salida debe ser dirigida a una zona segura, lo cual puede condicionar su utilización.
- El venteo se debe localizar de forma que evite lesiones al personal y minimice los efectos de incendio y de la onda de explosión.

# SUPRESOR DE EXPLOSIONES

- Un sistema supresor de explosiones es un dispositivo que detecta una deflagración dentro de un recipiente o de un recinto en los momentos iniciales de la oxidación y que descarga un agente extintor adecuado en la cantidad y con la velocidad necesarias para detener la reacción antes de que se alcancen presiones capaces de producir una explosión, entendiendo como tal:
  - - La rotura de un recipiente o de un contenedor debido a una sobrepresión interna, seguida de una onda de expansión destructiva en el interior.
  - - La propagación de una onda de presión destructiva en el interior de un conducto o de una galería.

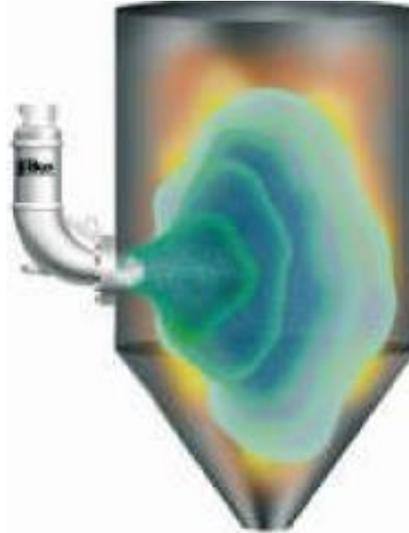
# SUPRESOR DE EXPLOSIONES

- Conviene destacar dos aspectos:
- 1. Los sistemas supresores protegen contra explosiones cuyo origen es una deflagración. Es decir, contra explosiones de origen químico causadas por una reacción de oxidación cuyo frente de reacción avanza a velocidad subsónica.
- En las detonaciones, el frente de reacción avanza a velocidad sónica o supersónica y el incremento de presión es tan rápido que no hay tiempo material para su detección y mucho menos para su supresión.
- 2. Estos sistemas suprimen deflagraciones en el interior de recipientes y recintos (contenedores, conductos, recintos de pequeñas dimensiones y galerías).
- No es necesario que el recipiente o recinto esté completamente cerrado, pero sí que ejerza un efecto de confinamiento sobre la nube explosiva y que sus dimensiones sean limitadas. Sólo así pueden tener lugar una detección y una supresión efectivas.
- Por otra parte, en las deflagraciones libres rara vez se alcanzan presiones peligrosas (una excepción a esto son las explosiones de nubes de vapor no confinadas hasta convertirse en detonación).

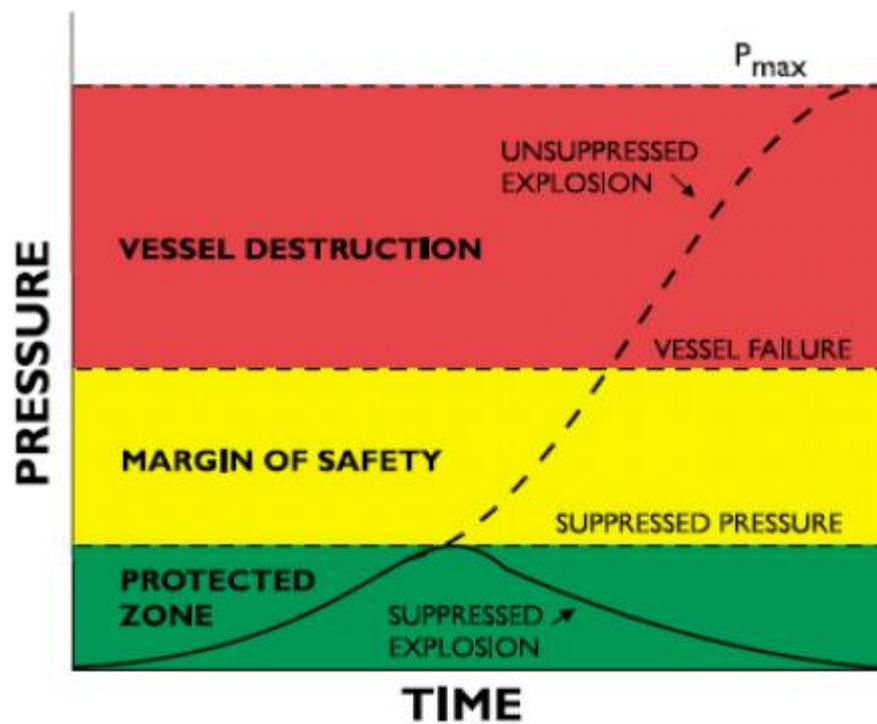
# SUPRESOR DE EXPLOSIONES

- Un sistema supresor se compone de cuatro tipos de elementos: detectores, supresores, agente supresor y equipo eléctrico de control.
- Los principios de funcionamiento del sistema son similares a los de un sistema de extinción automática de incendios: detección precoz y descarga rápida de un agente extintor adecuado. Pero la escala de tiempo es diferente. Desde el inicio de la deflagración hasta que se generan presiones peligrosas para el recipiente transcurre un período de tiempo tan corto que ha de medirse en milisegundos.
- En ese período de tiempo ha de producirse la detección, la señal de descarga y la descarga. Esto requiere la combinación de los elementos siguientes:
  - - La detección debe ser extremadamente rápida y fiable, para que no se produzcan falsas alarmas y descargas erróneas.
  - - La descarga debe ser extremadamente rápida, el agente extintor adecuado y la cantidad de agente extintor suficiente para suprimir la deflagración.

# SUPRESOR DE EXPLOSIONES



# SUPRESOR DE EXPLOSIONES



*Typical time versus pressure curve of a suppressed and unsuppressed explosion*

# APAGALLAMAS

- Pueden utilizarse dispositivos apagallamas:
- – Para evitar que en una atmósfera explosiva puedan producirse una propagación de llamas, por ejemplo a través de tuberías, respiraderos y conductos de alimentación y evacuación que no estén llenos de líquido de manera permanentemente.
- – Para impedir el retroceso de llamas desde el interior de un aparato hacia un área con riesgo de explosión.

# BLEVE

- Una BLEVE es un tipo de explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion cuya traducción sería "Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición".
- La BLEVE es un caso especial de estallido catastrófico de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados.

# BLEVE

- Normalmente las BLEVE se originan por un incendio externo que incide sobre la superficie de un recipiente a presión, especialmente por encima del nivel líquido, debilitando su resistencia y acabando en una rotura repentina del mismo, dando lugar a un escape súbito del contenido, que cambia masivamente al estado de vapor, el cual si es inflamable da lugar a la conocida bola de fuego (fireball). Esta última se forma por deflagración (combustión rápida) de la masa de vapor liberada. Debido a que esta circunstancia es el escenario normal, al hablar de explosiones BLEVE's y sus consecuencias, se incluye en sentido amplio a la bola de fuego, aunque debe quedar claro que ésta última sólo ocurre cuando el producto es inflamable.

# BIBLIOGRAFIA

- **GUÍA TÉCNICA PARA LA SEGURIDAD Y SALUD EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS – CEPYME ARAGON**
- **NTP 293**
- **<https://www.atf.gov/explosives/explosives-storage-requirements-storage-safety>**