

## RECOMENDACIONES TIPO PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE EXPLOSION EN FABRICAS DE PIENSOS

Coordinador: FRANCISCO ESCUER IBARS

Al objeto de que las recomendaciones efectuadas se vayan mejorando y ampliando con la experiencia aportada por los distintos técnicos interesados en el tema, se han clasificado de forma operativa en los siguientes grupos:

1. Medidas en materia de prevención.
  - 1.1. Medidas en materia de prevención SOBRE EL POLVO.
  - 1.2. Medidas en materia de prevención SOBRE LOS FOCOS DE IGNICION.
2. Medidas en materia de protección.
  - 2.1. Medidas en materia de protección SOBRE AISLAMIENTO DE UNIDADES
  - 2.2. Medidas en materia de protección SOBRE PARAMENTOS DEBILES.
  - 2.3. Medidas en materia de protección CON SUPRESORES AUTOMATICOS DE EXPLOSION.

Hay que resaltar que las medidas en materia de protección, SON ORIENTATIVAS Y EN NINGUN CASO DEBEN CONSIDERARSE IMPERATIVAS. Los conocimientos actuales del mecanismo de las explosiones a gran escala, no permiten establecer recomendaciones precisas sobre la liberación o supresión de las explosiones.

### 1. MEDIDAS EN MATERIA DE PREVENCION

#### 1.1. Medidas en materia de prevención SOBRE EL POLVO

##### 1.1.1. Equipo de captación de polvo

La instalación deberá disponer de un efectivo equipo de captación de polvos. En lugar de un circuito único, es aconsejable disponer de varios circuitos parciales de aspiración localizada, cada uno con su filtro-ciclón independiente. El sistema de conductos deberá estar conectado a todos los elementos de trabajo, tales como tolva de recepción, ensacadora-pesadora, etc. La ubicación de los ciclones merece especial atención por su peligrosidad.

##### 1.1.2. Ciclón de aspiración de polvos en el exterior

El ciclón de aspiración de polvos, debería estar colocado en el exterior del edificio y en zona segura. Podría instalarse también en la parte superior de los edificios de una sola planta o si se tratase de un edificio de varias plantas, en la última.

##### 1.1.3. Aspiraciones localizadas

Deberá colocar aspiraciones localizadas en los lugares donde se generan nubes de polvo. Especialmente donde cargan y descargan los transportadores, elevadores, etc.

##### 1.1.4. Elevadores de cangilones

En los elevadores de cangilones de más de 30 m. de altura, la experiencia aconseja efectuar aspiraciones localizadas de polvo en el pie, en el cabezal y en un punto intermedio.

##### 1.1.5. Aspiradoras industriales

Se dispondrá de una o varias aspiradoras industriales para la limpieza de la superficies de polvo. La aspiradora deberá tener un tamaño adecuado, para ser trasladada a las diferentes plantas de la instalación. En el caso de existir zonas de difícil accesibilidad en el recinto, se dotará a la aspiradora de una manguera de alcance.

### 1.1.6. Mantenimiento periódico

Programar mantenimiento periódico de las instalaciones de forma que se limiten las fugas de polvo. Una solución aconsejable es que se trabaje con una ligera depresión. Las instrucciones mediante normas escritas ayudan a efectuar un seguimiento operativo del mantenimiento.

### 1.1.7. Importancia de la limpieza

La importancia que tiene el mantener las instalaciones limpias para evitar accidentes, y en caso de producirse, de limitar sus consecuencias, es debido a los siguientes puntos:

- a) La suciedad y principalmente el polvo orgánico acumulado en fosos, plataformas, paredes, sobre la maquinaria, etc. es fácilmente inflamable al ser levantado por una corriente de aire.
- b) En caso de incendio o explosión, la corriente de aire u onda expansiva, levanta el polvo acumulado, el cual contribuye en gran manera a la propagación y aumento de sus efectos, al encontrarse unas condiciones de mezcla de polvo-aire y temperatura favorables.

### 1.1.8. Instrucciones al operario sobre la limpieza

Debe comunicarse a cada empleado, mediante un procedimiento operativo normalizado, que debe ser responsable del estado de limpieza de su área de trabajo.

### 1.1.9. Limpieza periódica

Programar limpieza periódica y frecuente en aquellas zonas o lugares donde se producen depósitos de polvo. Es aconsejable extraer a diario las acumulaciones de polvo.

### 1.1.10. Limpieza en fosos

De forma particular los fosos de elevadores, túneles de cintas transportadoras, salidas de las aspiraciones de polvo en los techos y filtraciones por falta de ajuste de compuertas, etc. serán objeto de un programa de limpieza y de mantenimiento periódico.

## 1.2. Medidas en materia de prevención SOBRE LOS FOCOS DE IGNICION

### 1.2.1. Permiso de fuego

Establecer el "PERMISO DE FUEGO", de forma que cualquier trabajo de mantenimiento o que implique riesgo sea analizado con anterioridad por personas competentes que adopten las medidas oportunas de seguridad. Cuando dichas operaciones impliquen riesgos se adoptarán las siguientes precauciones antes de su inicio:

- a) Se parará la actividad de la zona.
- b) Se aislará la unidad en donde se vaya a trabajar mediante tapa ciega o similar.
- c) Se limpiará de polvo la unidad.

### 1.2.2. Mantenimiento periódico

Programar un mantenimiento periódico en aquellos elementos que podrían dar origen a la formación de chispas por excesivo rozamiento. A título orientativo:

- a) Elementos de fricción (cojinetes).
- b) Elementos de máquina susceptibles de romperse.
- c) Elementos móviles de los transportadores.

### 1.2.3. Dispositivos de engrase en rodamientos y cojinetes

Todos los rodamientos y cojinetes deberán dotarse de dispositivos de engrase, para evitar la formación de chispas o recalentamientos.

### 1.2.4. Separadores neumáticos y magnéticos

Para la eliminación de objetos extraños tales como clavos, piedras, etc. que se encuentran mezclados con la mercancía, se instalarán separadores neumáticos y magnéticos, en los lugares apropiados.

### 1.2.5. Equipo de grasas. Caldera

El sistema de calefacción para el equipo de grasas merece especial atención. Dada la existencia de llama desnuda en la caldera, deberá estudiarse su ubicación en zona libre de polvo o bien aislarse lo máximo posible.

## 1.2.6. Protección contra el rayo

Dada la altura de la industria y como medida complementaria, se instalará un sistema de protección contra el rayo. El pararrayos de tipo radioactivo es el más efectivo de los que se encuentran en el mercado.

## 1.2.7. Dispositivo parada automática de motores eléctricos

Se dotará a los electromotores de dispositivos de parada automática por sobreintensidades y falta de fase.

## 1.2.8. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

La instalación eléctrica, será acorde con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en especial en su Instrucción Complementaria MI BT 026 para locales clase II y divisiones 1 ó 2 según zonas.

## 1.2.9. Electricidad estática

Todas las partes metálicas de la instalación estarán interconectadas entre sí, y a su vez, a una toma de tierra de baja resistencia. Esta puesta a tierra tiene por objeto favorecer la descarga de la electricidad estática que pudiese generarse en depósitos, conducciones metálicas de cereal, etc. Las tomas de tierra independientes están definidas en el apartado 5 de la MI BT 039 del Reglamento Electro-técnico para Baja Tensión.

## 1.2.10. Transporte neumático de productos

En la manipulación de harinas en caliente o transporte neumático de productos, deberán tomarse precauciones adicionales, para que se limite la formación de cargas electroestáticas.

## 1.2.11. Chispas, arcos y superficies calientes de origen eléctrico

Al objeto de eliminar, la producción de chispas, arcos y superficies calientes de origen eléctrico en los locales o zonas, con polvos combustibles o inflamables, la instalación eléctrica se ejecutará mediante el sistema de protección por seguridad aumentada u otro similar de igual efectividad.

## 1.2.12. Instrucciones auxiliares durante la soldadura o corte

En cualquier tipo de reparación que intervenga soldadura o corte se cumplirá de forma rigurosa las siguientes normas:

- a) Las operaciones de soldadura se efectuarán con toda la fábrica parada. En caso de no ser posible se parará el sector implicado en la reparación. La desconexión se efectuará extrayendo los fusibles de la maquinaria afectada, colocando en su lugar una tarjeta con la indicación "NO CONECTAR OPERARIO TRABAJANDO".
- b) Se debe limpiar toda la zona de operación y quedar perfectamente aireada. Todo el material inflamable que no sea eliminado, será cubierto con lienzos a prueba de fuego y regados con agua pulverizada.
- c) En las operaciones de soldaduras en conductos o elementos cerrados de pequeño volumen, podrá utilizarse la inertización atmosférica del recinto interior. Ver apartado 2.3.2.
- d) Se debe tener a mano, todo el equipo necesario de aparatos extintores de polvo químico, a fin de apagar cualquier fuego que pudiese resultar de la operación.
- e) Después de terminar de soldar o cortar se debe de mantener una vigilancia en la zona en que se ha trabajado.
- f) Al terminar la operación se efectuará una revisión interior de los transportadores, cintas, fosos, elevadores, etc., a fin de observar que no haya residuos incandescentes.
- g) No poner en marcha ninguna máquina hasta que por el Jefe de mantenimiento o encargado se tenga la completa normalidad en el lugar donde se ha efectuado la operación.

## 1.2.13. Defecto conexiones o cables eléctricos

Cualquier cable eléctrico deteriorado o conexión estropeada, deberá repararse inmediatamente y aislarse de forma adecuada, para que impida la formación de chispas.

## 1.2.14. Herramientas manuales de material antichispa

Todas las herramientas manuales a emplear en el interior de silos o recinto de fabricación deberán ser de

material antichispa, las cajas metálicas de herramientas no están permitidas. El empleo de cualquier otro tipo de herramienta, distinto del especificado, requiere la aprobación explícita del Director de fábrica.

#### 1.2.15. Uso herramientas eléctricas en silos

No se permite el uso de herramientas eléctricas, o la presencia de extensiones de cable eléctrico en todo el edificio de silos. Solamente en el caso de un paro programado "con soldadura" y siempre que sea expresamente indicado por el Director de Fábrica, podrá llegar a emplearse equipo eléctrico como el descrito.

#### 1.2.16. Reparaciones eléctricas para evitar chispas

Antes de proceder a la apertura de cualquier conducto eléctrico, caja de empalme o caja de conexión, deberá desconectarse al correspondiente circuito, bloqueando además el interruptor de control.

#### 1.2.17. Prohibición de fumar

En la entrada a las fábricas de piensos y en las zonas de fabricación, existirán letreros bien visibles, con la indicación "PROHIBIDO FUMAR".

## 2. MEDIDAS EN MATERIA DE PROTECCION

### 2.1. Medidas en materia de protección SOBRE AISLAMIENTO DE UNIDADES

#### 2.1.1. Aislamiento de unidades

Aislar al máximo posible, desde el punto de vista explosivo, las instalaciones entre sí, limitando el volumen ocupado por las mismas.

#### 2.1.2. Recintos aislados por muros

Ubicar en recintos aislados, por muros resistentes o bien por distancia, las unidades especialmente peligrosas.

#### 2.1.3. Válvulas de compuertas giratorias

En los puntos de los conductos donde se origina la carga y descarga de productos y en elementos de la

instalación especialmente peligrosos (ciclones, etc.) se instalarán válvulas de compuerta giratoria de diseño y resistencia adecuada. El número de ellas estará en función de la peligrosidad.

### 2.2. Medidas en materia de protección sobre paramentos débiles

#### 2.2.1. Coeficiente de aberturas en espacios cerrados

Cada una de las unidades en espacios cerrados, se dotará de paramentos débiles o diafragmas, con los siguientes coeficientes de aberturas o módulos entre superficie paramento débil/volumen de la instalación:

- Volumen hasta 28 m<sup>3</sup>, el módulo será 0,219 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.
- Volumen entre 28 y 709 m<sup>3</sup>, el módulo estará comprendido entre 0,109 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> y 0,066 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.
- Para locales o edificios con volumen mayor de 709 m<sup>3</sup> el módulo será 0,066 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

NOTA: Los anteriores módulos son para polvos peligrosos con gradientes máximos de explosión del orden 5.000 libras/pul.<sup>2</sup> segundo (351 Kg/cm<sup>2</sup> seg.).

#### 2.2.2. Coeficiente de aberturas en conducciones

En las conducciones, el coeficiente de aberturas o módulo "superficie paramento débil/volumen del recinto cerrado", será 0,219 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. La distribución de los "paneles de desahogo" se efectuará uniformemente a lo largo del conducto y la separación entre ellos será como máximo 20 veces el  $\varnothing$  de la conducción y en el caso de conductores de sección rectangular, se tomará el "radio equivalente" de un círculo que tenga igual área que la del conducto rectangular.

NOTA: La recomendación es válida, sin embargo sólo se hace viable a los transportadores, pero difícilmente aplicable en el caso de los elevadores.

#### 2.2.3. Paneles de desahogo en zonas seguras

Los paramentos débiles o paneles de desahogo descargarán en zonas en las que no existan personas o bien se instalarán conducciones que transporten las ondas a zonas seguras.

## 2.2.4. Paramentos débiles de fibrocemento o similar

Es conveniente que los edificios o zonas que alberguen instalaciones peligrosas, o se lleven a cabo procesos peligrosos, estén aislados y sus paredes estén construidas en fibrocemento o similares.

## 2.2.5. Aislamiento molinos, ciclones, etc.

Las unidades especialmente peligrosas se aislarán y dotarán de paramentos débiles independientes con los criterios indicados en el punto 2.2.2. Para dichas unidades (molinos, mezcladoras, ciclones, secadores, etc.) se puede optar por una protección alternativa por supresores automáticos de explosión.

## 2.3. MEDIDAS EN MATERIA DE PROTECCION CON SUPRESORES AUTOMATICOS DE EXPLOSION

### 2.3.1. Supresores automáticos de explosión

Bajo ciertas condiciones, es posible eliminar explosiones debido a que hay un brevísimo, pero importante, lapso de tiempo entre el comienzo de la deflagación y la formación de presiones destructoras. Los Supresores Automáticos de Explosión o Equipo de Supresión constan de los siguientes elementos:

#### a) Detectores:

El tipo de detector más empleado es un interruptor de presión muy sensible y estable, calculado para que cierre los contactos eléctricos precozmente al producirse el aumento de presión.

#### b) Supresores:

Los supresores realizan la dispersión del agente al detectarse la explosión. Los supresores presurizados conocidos como "extintores de gran velocidad de descarga" contienen el agente bajo presión de nitrógeno. Aunque la fuerza para la dispersión proviene de la presión del nitrógeno, la apertura del envase se realiza por medio de una carga explosiva.

Los supresores frágiles constan de depósitos de paredes muy delgadas cargadas con el agente supresor, en los que se introduce una carga explosiva. La carga se detona eléctricamente, cuando se cierran los contactos del diafragma del detector. Los envases de los agentes

supresores son normalmente hemisféricos o tubulares.

#### c) Agente supresor:

El mecanismo de dispersión del agente debe funcionar a velocidades extremadamente altas para llenar totalmente el recinto en un plazo de milisegundos inmediatamente después de la explosión. Los factores que participan son los mismos que en el de extinción del fuego tales como enfriamiento, inertización, sofocamiento e inhibición de la combustión.

NOTA: Se hace muy difícil su utilización por el coste de instalación y por la sensibilidad de su funcionamiento. En algunas unidades como los ciclones si podría instalarse.

### 2.3.2. Sistemas de inertización

En muchos casos pueden impedirse las explosiones de polvo mediante gases inertes. La maquinaria como molinos, pulverizadores, mezcladoras, sistemas de transporte, colectores de polvo, etc. pueden protegerse mediante gas inerte. La instalación de sistemas de inertización debe tener resuelta la disponibilidad de un volumen suficiente de gas para atender la demanda de los períodos punta. Existen dos modos de aplicar el gas inerte para asegurar la formación de una atmósfera incombustible dentro de un espacio cerrado:

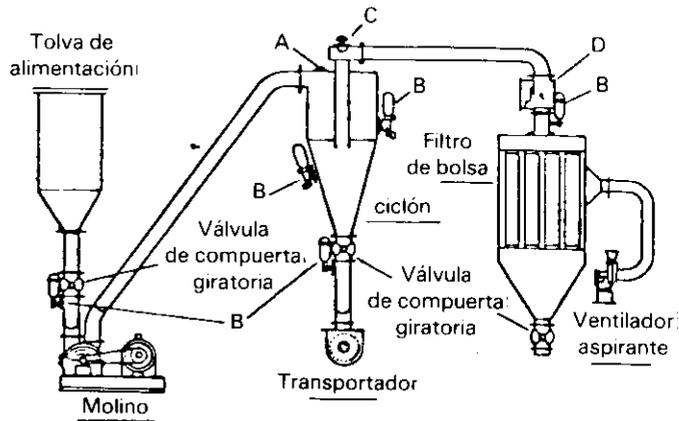
#### a) Método de cargas o de volumen fijo.

#### b) Método continuo.

El primer caso, la mejor solución es la utilización de bombonas o cilindros de anhídrido carbónico o nitrógeno como fuente de gas inerte. Este método es válido para pequeñas plantas industriales o cuando los sistemas que deban protegerse sean de pequeño volumen y las pérdidas por fugas relativamente reducidas.

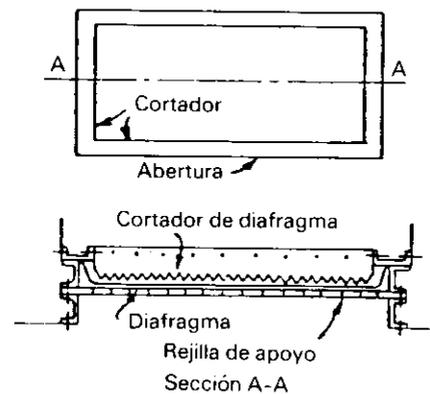
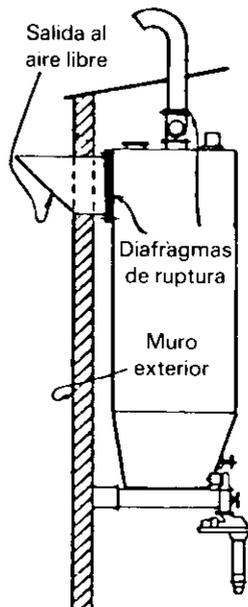
En el segundo caso, un método corriente de obtener gas inerte es a partir de la combustión de hidrocarburos tal como ocurre en los fuegos que funcionan con combustibles líquidos o gaseosos. Los productos de la combustión contienen generalmente del 9 al 12% de anhídrido carbónico, una cierta cantidad de monóxido de carbono y aproximadamente un 85% de nitrógeno. Se necesitarán enfriadores y lavadores de gases para eliminar todas las partículas del hollín incandescente que pudieran encontrarse y para garantizar que los productos de la combustión tengan una temperatura aceptable.

## PROTECCION CONTRA EXPLOSIONES DE UNA INSTALACION DE MOLTURACION TIPICA



- (A) Detector de explosiones.
- (B) Botellas de alta velocidad de descarga.
- (C) Unidad hemisférica.
- (D) Válvula de separación.

Funcionamiento: El detector de explosiones situado en (A) activa las botellas de alta velocidad de descarga (B), la unidad hemisférica (C), y la válvula de separación (D).



Abertura para ventilación de explosiones, con cortados de diafragma y rejilla de apoyo.

Elemento de ventilación de explosiones de polvos en depósitos de almacenamiento a granel o silos, mostrando los orificios de descarga de las explosiones para los depósitos.

El gas inerte que se produce de este modo puede almacenarse o enviarse directamente mediante tuberías al punto de utilización. Es importante disponer de reservas adecuadas para garantizar la continuidad de la protección en caso de que se produzcan averías del aparato productor de gas.

También puede obtenerse gas inerte por medio de la oxidación catalítica del amoníaco con aire. Este método produce un nitrógeno de gran pureza.

Otro medio de obtener gas para inertización es por medio de la licuefacción del aire con un fraccionamiento subsiguiente para producir nitrógeno. Existen en el mercado aparatos completos de varias capacidades que se valen de este método para la producción de nitrógeno.

NOTA: Al igual que los supresores, es posible técnicamente pero muy costoso económicamente. Sólo en el caso de pequeños volúmenes será posible inertizar la atmósfera explosiva.