



www.Adixatex.com

Prevención y protección contra
explosiones en la Industria
Azucarera

Adix Ingeniería, S.L.U.



Ángel Jesús Cruz Bermúdez
Consultant Engineer



www.Adixatex.com

Sumario

| | |
|--|----|
| 1. Introducción y normativa | 3 |
| 2. Evaluación de riesgos de explosión | 4 |
| 3. Medidas de prevención y protección recomendadas | 6 |
| 3.1. <i>Elevadores de cangilones</i> | 7 |
| 3.2. <i>Filtros de mangas</i> | 9 |
| 3.3. <i>Otros equipos</i> | 12 |



1. INTRODUCCIÓN Y NORMATIVA

El proceso de fabricación del azúcar conlleva un riesgo de explosión debido a la generación de polvo combustible durante varias etapas del proceso productivo. Es a partir del proceso de secado de este producto cuando el riesgo de explosión aparece, ya que, tras esta operación, es frecuente que se formen atmósferas explosivas de polvo debido a la generación de polvo fino en suspensión durante el transporte y manejo del azúcar obtenido.

De hecho, a lo largo de la historia se han producido explosiones de polvo en la industria azucarera, siendo la más importante, debido a su gravedad, la producida en 'Imperial Sugar Company' (Georgia, USA) en febrero de 2008, con unas consecuencias de 14 fallecidos y 38 heridos. Las imágenes producidas tras la explosión no dejan lugar a dudas sobre la gravedad del accidente.



Fig. 1. Explosión en las instalaciones de Imperial Sugar Company en 2008, Port Wentworth refinery, Georgia (fuente: <https://sma.nasa.gov/news/safety-messages/safety-message-item/dust-to-dust>)

Según la investigación realizada por la CSB (Chemical Safety and hazard investigation Board), la causa principal del accidente se asocia con un fallo mecánico (sobrecalentamiento de un rodamiento de una cinta transportadora), aunque se menciona en el informe de investigación que la gravedad del accidente se debió a explosiones secundarias que se propagaron a través de varios equipos interconectados y de la instalación debido a las grandes capas y depósitos de polvo existentes por una mala limpieza.



El riesgo de explosión en éste tipo de industria es alto, principalmente debido a la cantidad de sustancia inflamable manejada, el tipo de equipos de transporte utilizado (muy habitual el uso de elevadores de cangilones) y la dificultad para controlar el nivel de limpieza de la instalación, por lo que se considera necesaria la realización de una adecuada Evaluación de riesgos de explosión que determine cuáles serían las medidas necesarias de prevención y/o protección contra explosiones para minimizar la posibilidad de un accidente con el objetivo de lograr una 'instalación segura'.

2. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE EXPLOSIÓN

Una adecuada Evaluación de los riesgos de explosión es la que contempla la utilización, a modo de soporte y con el objetivo de establecer criterios válidos y aceptados en base al conocimiento actual de la técnica, de estándares internacionales de reconocido prestigio, entre los que se pueden destacar los siguientes:

- **Estándares europeos** (normas EN), derivados de normas internacionales IEC y que alcanzan los relacionados con la clasificación de las zonas ATEX (**EN 60079-10-2**), evaluación de fuentes de ignición (**EN 1127-1**), sistemas de protección mediante venteo de explosión (**EN 14491**) e informes técnicos (**CEN/TR 16829** sobre prevención y protección en elevadores de cangilones).
- **Estándares VDI** (normas alemanas), como por ejemplo los relacionados con la prevención y protección contra explosiones en filtros de mangas y elevadores de cangilones (**VDI 2263**).
- **Estándares NFPA** (estándar americano), entre los que podemos destacar el dedicado a la prevención y/o protección de incendio y explosión en industrias de manejo de sólidos (**NFPA 654**), o el dedicado a la prevención y/o protección de incendios y explosiones en la industria agrícola y alimentaria (**NFPA 61**).

El primer paso de una adecuada **Evaluación de riesgos** consiste en la obtención de los parámetros de explosividad de las sustancias capaces de formar una atmósfera explosiva y que son utilizadas en la instalación, para lo que se recomienda la realización de ensayos de caracterización de sólidos inflamables a través de un laboratorio acreditado. La obtención de estos parámetros para la sustancia específica de uso en la instalación supone la posibilidad de realizar una evaluación de riesgos precisa y certera.

El segundo paso consiste en realizar el análisis del proceso y evaluar la frecuencia con la que se puede formar una atmósfera explosiva (clasificación de zonas ATEX). Un ejemplo de **clasificación de zonas** en una instalación de este tipo podría ser el siguiente:



- Interior de los elevadores de cangilones de transporte de producto: Zona 20 (atmósfera explosiva continua o muy frecuente).
- Interior de otros equipos mecánicos de transporte (p. ej. transportadores de sinfín o transportadores de banda): Zona 21 en puntos de carga y descarga (atmósfera explosiva ocasional durante el funcionamiento normal) y zona 22 en el resto de la longitud (atmósfera explosiva poco probable durante el funcionamiento normal).
- Interior de los silos de almacenamiento: Zona 20 (atmósfera explosiva continua o muy frecuente).
- Interior de la cámara sucia de los filtros de mangas del sistema de aspiración de polvo: Zona 20 (atmósfera explosiva continua o muy frecuente).
- Interior de la cámara limpia, conducto de salida de aire limpio y ventilador de los filtros de mangas del sistema de aspiración de polvo: Zona 22 (atmósfera explosiva poco probable durante el funcionamiento normal).
- Interior del ciclón de aspiración de polvo del secador: Zona 20 (atmósfera explosiva continua o muy frecuente).
- Interior de molino: Zona 20 (atmósfera explosiva continua o muy frecuente).

A continuación, es necesario evaluar las posibles fuentes de ignición que pueden llegar a ser efectivas en la instalación, entre las que se debería considerar:

- Fuentes de ignición generadas por fallo mecánico de equipos, tales como superficies calientes y/o chispas mecánicas producidas por el sobrecalentamiento de rodamientos, desvío y/o deslizamiento de banda (elevadores y cintas) o la entrada de cuerpos extraños en molinos y/o elevadores.
- Electricidad estática producida por la pérdida de puesta a tierra del sistema.
- Chispas eléctricas y/o superficies calientes producidas por equipos eléctricos no evaluados según la Directiva 2014/34/UE (no certificados ATEX).
- Fuentes de ignición externas debido a trabajos de mantenimiento (soldadura, corte) o partículas calientes provenientes de otros equipos.

El último paso consiste en la obtención del nivel de riesgo existente en la instalación, para lo cual se debe considerar la probabilidad de aparición de una atmósfera explosiva y la probabilidad de coincidencia de ésta con una fuente de ignición efectiva, además, se deben considerar los posibles efectos de una explosión en la instalación.



3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O PROTECCIÓN RECOMENDADAS

El nivel de riesgo obtenido como resultado de la evaluación realizada debe ser la base que permita establecer qué tipo de medidas serán necesarias, con el objetivo de disminuir dicho riesgo. Para ello puede ser suficiente establecer medidas de prevención, destinadas principalmente a disminuir la probabilidad de aparición de atmósfera explosiva y/o fuentes de ignición efectivas, pero, si con estas medidas el nivel de riesgo se mantiene, resultarán necesarias también medidas de protección.

En la industria azucarera los principales riesgos aparecen en dos equipos: elevador de cangilones y filtro de mangas del sistema de aspiración de polvo.

A continuación, se indican algunas medidas de prevención y/o protección recomendadas para estos equipos.

3.1. Elevadores de cangilones

3.1.1. Medidas de prevención

- **Prevención de atmósferas explosivas:**
 - Sistema de captación de polvo en pie y cabeza del equipo.
 - Limpieza periódica de la instalación.
- **Prevención de fuentes de ignición:**
 - Instalación de imanes o rejillas para prevenir la entrada de cuerpos extraños.
 - Detectores de desvío de banda.
 - Control de giro en eje motor del pie.
 - Detector de atascos en el punto de descarga de producto.
 - Detección de temperatura en los rodamientos.
 - Correcta puesta a tierra y equipotencialidad, banda de material antiestático cuando la Energía Mínima de Inflamación del producto sea baja (EMI < 10 mJ).

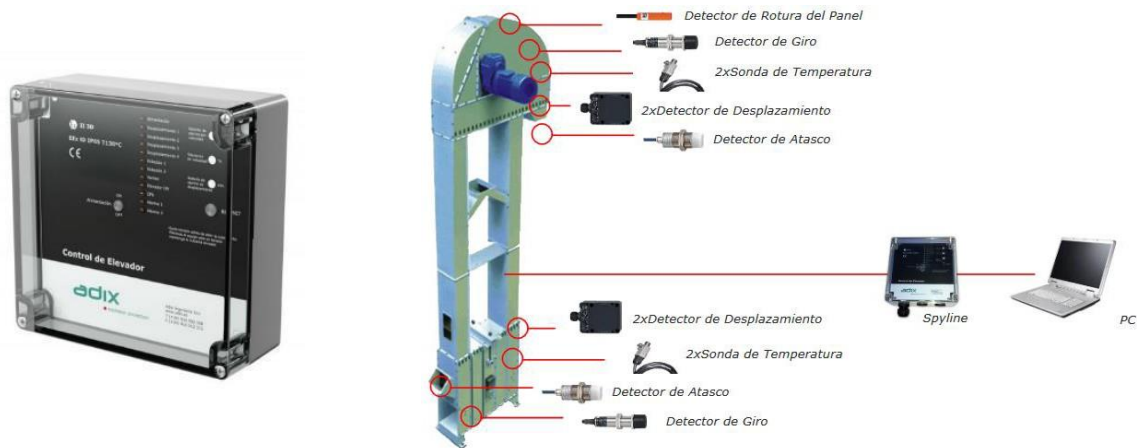


Figura 2. Sistema de control de fuentes de ignición en elevador de cangilones (Spyline de Adix)

3.1.2. Medidas de protección

- **Paneles de venteo** de explosión certificados como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobados por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica), ver fig. 3.
- En el caso de que el equipo se encuentre en el interior de las instalaciones considerar una de las siguientes opciones:
 - **Paneles de venteo con apagallamas**, certificados como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobados por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica).
 - **Sistema de supresión química de la explosión**, certificado como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobado por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica), ver fig. 4.
- Aislamiento de explosión:
 - Mediante **válvula rotativa** certificada como sistema de aislamiento según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobada por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica), instalada en la carga y/o descarga de producto.
 - **Sistema de aislamiento químico** (barreras químicas), certificado como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobado por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica), instalado en las cañas (junto a pie y cabeza) y en las conducciones de aspiración de polvo.



Nota: el criterio de implantación de los sistemas de protección debe regirse por algún estándar de reconocido prestigio (informe técnico CEN/TR 16829 o estándares NFPA).

Nota: el azúcar es un producto que, en caso de explosión, funde formando una masa viscosa a alta temperatura, por lo que se considera necesario tener en cuenta esta particularidad a la hora de determinar la eficiencia final de un sistema de protección tal como el panel de venteo o el apagallamas, ya que esta propiedad puede dificultar la acción de venteo.



Figura 3 Paneles de venteo en elevador Figura 4. Sistema de supresión química en elevador

3.2. Filtros de mangas

3.2.1. Medidas de prevención

- **Prevención de atmósferas explosivas:**
 - Disminuir los ciclos de limpieza (mayor espacio temporal entre ciclos de limpieza).
 - Limpieza periódica.
- **Prevención de fuentes de ignición:**
 - Instalación de un sistema de detección y apagado de chispas en la conducción de aspiración para prevenir la entrada de chispas o partículas calientes



www.Adixatex.com

- o provenientes de otros equipos (ver Figura 5).
- o Instalación de un sistema de detección de incendios mediante detección de CO, infrarrojos o detección de temperatura.
- o Correcta puesta a tierra y equipotencialidad de los soportes de las mangas y empleo de mangas de material antiestático.

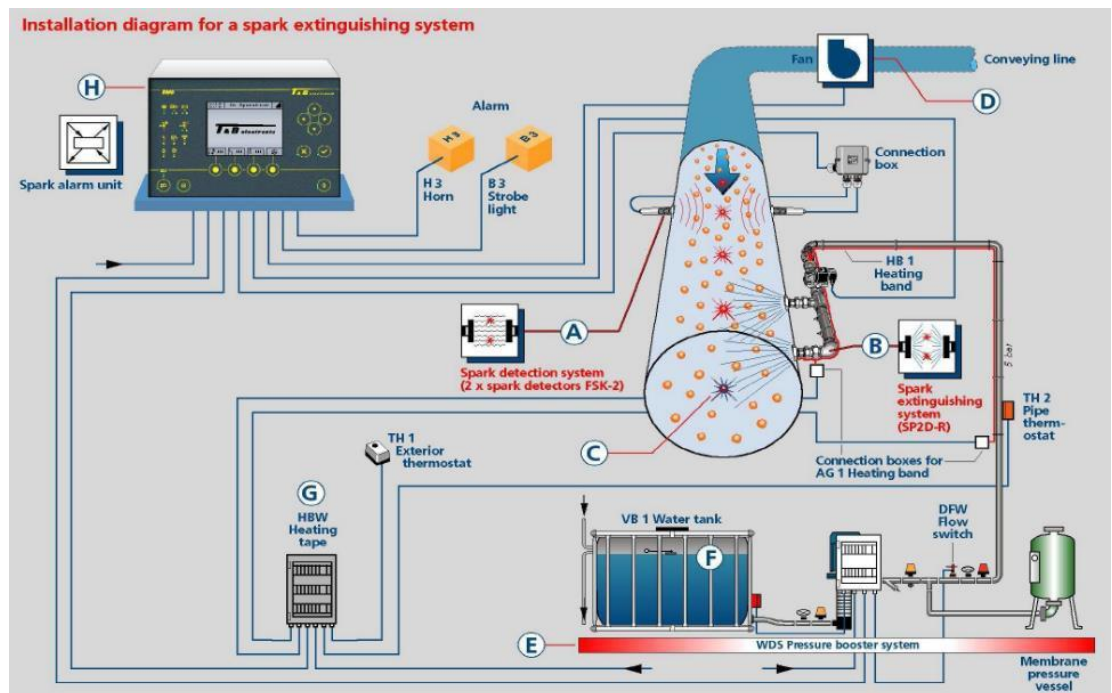


Figura 5. Sistema de detección y apagado de chispas en tubería (fuente: T&B electronic GmbH)

3.2.2. Medidas de protección

- **Paneles de venteo** de explosión certificados como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobados por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica), ver Figura 6.
- En el caso de que el equipo se encuentre en el interior de las instalaciones, considerar una de las siguientes opciones:
 - o **Paneles de venteo con apagallamas**, certificados como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobados por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica), ver fig. 6.
 - o **Sistema de supresión química de la explosión**, certificado como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobado por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica).



- **Aislamiento de explosión:**

- **Aislamiento mecánico mediante válvula de clapeta** certificada como sistema de protección según Directiva ATEX 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica), instalada en la conducción de aspiración de polvo (ver Figura 6).
- **Sistema de aislamiento químico** (barreras químicas), certificado como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobado por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica), instalado en la conducción de aspiración de polvo.
- **Mediante válvula rotativa** certificada como sistema de aislamiento según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobada por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica), instalada en la descarga de producto.



*Figura 6. Sistemas de protección contra explosiones (válvulas de clapeta) en filtros de mangas
(fuente: ADIX)*



3.3. Otros equipos

Además de los equipos indicados, en la industria azucarera se deben considerar los riesgos existentes en otro tipo de equipos como los silos de almacenamiento, molinos, ciclón de aspiración del secador y equipos mecánicos de transporte como tornillos sinfín y transportadores de cinta, En éstos las medidas técnicas de aplicación más habituales son las mencionados a continuación.

3.3.1. Medidas de prevención

- **Prevención de atmósferas explosivas:**
 - Sistemas de captación de polvo en el equipo
 - Limpieza periódica.
- **Prevención de fuentes de ignición:**
 - Instalación de imanes o rejillas para prevenir la entrada de cuerpos extraños en molinos.
 - Detección de temperatura en rodamientos.
 - Detectores de desvío de banda en cintas transportadoras.
 - Control de giro en transportadores de sinfín y cintas transportadoras.
 - Correcta puesta a tierra y equipotencialidad, banda de material antiestático.

3.3.2. Medidas de protección

- **Paneles de venteo** de explosión certificados como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobados por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica), a instalar en silos de almacenamiento, ciclón de aspiración del secador y tolva de descarga de molino.
- En el caso de que el equipo se encuentre en el interior de las instalaciones considerar una de las siguientes opciones:
 - **Paneles de venteo con apagallamas**, certificados como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobados por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica).
 - **Sistema de supresión química de la explosión**, certificado como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobado por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica).



www.Adixatex.com

- **Sistema de aislamiento químico de explosión** (barreras químicas), certificado como sistema de protección según la Directiva 2014/34/UE (ámbito Unión Europea) o aprobado por algún organismo autorizado según estándar NFPA (ámbito Norteamérica), instalado en la conducción de aspiración de polvo del ciclón del secador.

Para más información pueden contactar con nosotros a través de: www.adixatex.com.

