



FOCUS ARTICLE

Más allá de la clasificación de áreas con riesgo de explosión: fuentes de ignición de los equipos mecánicos

Autor: Richard W. Prugh, Principal Process Safety Specialist

En los incidentes de deflagración, los arcos eléctricos y las chispas electrostáticas suelen considerarse las principales fuentes de ignición, ya que están “por todas partes” y pueden tener suficiente energía como para encender los gases y vapores más inflamables y las nubes densas de polvo combustible. Sin embargo, existe una amplia variedad de tipos de fuentes de ignición. Estas incluyen las siguientes [Referencias 1, 2, y 3], en un orden de riesgo de ignición descendiente [energía de ignición x probabilidad de encontrarse en unas instalaciones químicas].

Las instalaciones de fabricación suelen tener equipos mecánicos que pueden presentar un grave peligro de ignición no eléctrica. La [Clasificación de áreas con riesgo de explosión](#), que sirve para gestionar los métodos de elección e instalación de dispositivos eléctricos, solo suele abordar el peligro de ignición de los equipos eléctricos. Los equipos mecánicos, como los elevadores de cubos, las mezcladoras, las batidoras y las esclusas giratorias pueden producir un calor de fricción o chispas de fricción durante sus operaciones rutinarias o en condiciones anormales de los equipos. Para identificar (además de eliminar o controlar) estas fuentes de ignición, puede emplearse un método de análisis [Referencia 4]

denominado “Evaluación de riesgos de ignición de los equipos mecánicos” [MEIRA, por sus siglas en inglés].

Es importante limitar el alcance de un MEIRA a los equipos o ubicaciones en los que pueda haber gas o vapor inflamable (o polvo combustible en una concentración suficiente), ya que los equipos indicados con anterioridad también pueden estar presentes en muchas ubicaciones no peligrosas de unas instalaciones químicas. Sin embargo, si durante el MEIRA se identifican las fuentes de ignición eléctricas o electrostáticas, estas deben documentarse, quizás por separado.

Por lo general, el MEIRA sigue los procedimientos que se indican en el estándar EN 15198 “Metodología para la evaluación del riesgo de ignición de equipos y componentes no eléctricos destinados a atmósferas potencialmente explosivas” [Referencia 4]. También hay un documento de acompañamiento, el ATEX 137 [Referencia 5]; en este caso, ATEX significa “ATmósferas EXplosivas”. El ATEX 137 es un método consolidado de gestión de equipos no eléctricos, aunque el cumplimiento de ATEX no es obligatorio en EE UU.

Para evaluar la probabilidad de que se produzca un incendio o una explosión, deben determinarse dos aspectos:

- (1) la probabilidad de que se produzca una mezcla explosiva combustible/aire y
- (2) la probabilidad de que surja una fuente de ignición suficientemente energética dentro de la mezcla explosiva. Al igual que en otras evaluaciones, por lo general, se utiliza una hoja de cálculo (tabla) para documentar esta medida, como en el ejemplo de la Tabla 2.

Table 1. Riesgos relativos de las fuentes de ignición no eléctricas [y eléctricas]

Tipos de ignición	Ejemplos de ignición	Energía	Probabilidad	Riesgo
Llamas expuestas	Calefactores; calderas; destellos	Muy alta	Alta	Muy alta
Trabajo en caliente	Soldeo; corte; herramientas motorizadas	Muy alta	Alta	Muy alta
[Eléctrica]	[Equipo no clasificado]	[Muy alta]	[Muy alta]	[Muy alta]
Puntos calientes de fricción	Transportadores; cojinetes; calandria	Alta	Alta	Alta
Ráfagas de fuego; explosiones	Reactores; equipos de procesos	Muy alta	Baja	Moderada
Acciones maliciosas	Incendio provocado; sabotaje	Muy alta	Muy baja	Moderada
Superficies calientes	Hornos; secadoras; tuberías; motores	Moderada	Moderada	Moderada
Acontecimientos espontáneos	Inestabilidad; pirofórico; aceites	Moderada	Moderada	Moderada
[Electrostática]	[Equipos sin conexión a tierra]	[Baja]	[Alta]	[Moderada]
Compresión adiabática	Compresores; ventiladores	Moderada	Moderada	Moderada
Ignición espontánea	Polvo en superficies calientes	Moderada	Baja	Baja
Corrientes de fuga	Conexiones a tierra; protección anticorrosiva	Moderada	Baja	Baja
Partículas/chispas calientes	Molienda; calefactores por aire; impacto	Baja	Moderada	Baja
Instrumentos para fumadores	Cerillas; encendedores	Moderada	Baja	Baja
Vehículos	Tubo de escape; sistema de encendido	Baja	Moderada	Baja
Energía electromagnética	Radiotransmisores; teléfonos móviles	Moderada	Baja	Baja
Rayo	Tormentas	Muy alta	Muy baja	Baja
Radiación ionizante	Instrumentos de nivelado	Muy baja	Moderada	Muy baja
Vibración ultrasónica	Sensores de nivelado; equipos de limpieza	Muy baja	Baja	Muy baja

Tabla 2. Ejemplo de tabla de documentación MEIRA [con ejemplos]

Equipo evaluado	Tipo de fuente de ignición MEIRA con energía de ignición suficiente para encender una mezcla explosiva	Probabilidad de que haya una fuente de ignición dentro de la protección	Probabilidad de ignición de una mezcla explosiva dentro del equipo o la zona			Salvaguardia(s) para prevenir la ignición de una mezcla explosiva por una fuente no eléctrica
			Categoría 1 Excepcional Protección: Diseñado para Clase I, Div. 1; Clase II, Div. 1; Zona 0 o 20	Categoría 2 Muy buena Protección: Diseñado para Clase I, Div. 1; Clase II, Div. 1; Zona 1 o 21	Categoría 3 Buena Protección: Diseñado para Clase I, Div. 2; Clase II, Div. 2; Zona 2 o 22	
Equipo [Reactor Agitador Cojinete]: Probabilidad alta de mezcla explosiva	Punto caliente de fricción, por encima del MIT	Durante el funcionamiento normal: Continua/frecuentemente; Muy probable	Muy baja; muy improbable	Baja; improbable	Alta; probable	
		Como resultado de Anomalías Esperadas: [Cojinete seco] Ocasionalmente/Infrecuentemente Probable	Raro; [Fallo de la purga de nitrógeno] Muy improbable	Muy baja; muy improbable	Baja; improbable	Enclavamiento del agitador con fallo de flujo en la purga de nitrógeno
		Como resultado de una Anomalía Rara: Raramente Muy improbable	Raro; No creíble	Raro; Muy improbable	Muy baja; improbable	
Zona evaluada	Tipo de fuente de ignición MEIRA con energía de ignición suficiente para encender una mezcla explosiva	Probabilidad de una fuente de ignición dentro de la protección	Probabilidad de ignición de la mezcla explosiva dentro del equipo o la zona			Salvaguardia(s) para prevenir la ignición de una mezcla explosiva por una fuente no eléctrica
			Categoría 1 Protección excepcional: Diseñado para Clase I, Div. 1; Clase II, Div. 1; Zona 0 o 20	Categoría 2 Protección muy buena: Diseñado para Clase I, Div. 1; Clase II, Div. 1; Zona 1 o 21	Categoría 3 Protección buena: Diseñado para Clase I, Div. 2; Clase II, Div. 2; Zona 2 o 22	
Sala o edificio: [Adición de polvo al reactor] Baja probabilidad de mezcla explosiva	Superficie caliente en secadora cercana, mayor que MIT	Durante el funcionamiento normal: Continua/frecuentemente; Muy probable		Baja; improbable	Alta; probable	
		Como resultado de Anomalías Esperadas: Ocasionalmente/infrecuentemente probable	No aplicable; zona 0/20 no creíble	Muy baja; muy improbable	Baja; improbable	
		Como resultado de una Anomalía Rara: [Bolsa que cae al suelo] Raramente Muy improbable		Raro; Muy improbable	Muy baja; [Secadora cerrada; aislada] improbable	Aislar la secadora del reactor por medio de distancia o elemento separador

Columna 1: En la Tabla 2 se supone que el MEIRA solo se aplicaría a los equipos en los que existe una alta probabilidad de que se formen nubes de polvo con una concentración superior al MEC. Sin embargo, se supone que hay una baja probabilidad de que se forme una nube de polvo en el lugar de trabajo en una concentración superior al MEC.

Columna 2: En esta columna, los equipos y zonas en los que pueden producirse altas concentraciones de **gases o vapores inflamables**, o nubes densas de polvo combustible.

Columna 3: Las siguientes definiciones sirven como guía en cuanto a la probabilidad de que surjan fuentes de ignición en los equipos:

1. **Funcionamiento normal:** fuentes de ignición que pueden surgir cuando el equipo está en funcionamiento con sus parámetros de funcionamiento normales.
2. **Anomalías esperadas:** fuentes de ignición que pueden surgir debido a modos de fallo esperados, fallos operativos o fallos de mantenimiento. Dichas anomalías, o bien son conocidas por DEKRA Process Safety porque se producen frecuentemente con ese tipo de equipo o porque se han producido periódicamente en unas instalaciones.
3. **Anomalías raras:** fuentes de ignición que, en teoría, pueden surgir incluso aunque nunca se hayan producido en las instalaciones o el posible fallo de varias salvaguardias independientes.

Columnas 4, 5 y 6: Las siguientes definiciones sirven como guía en cuanto al diseño de los equipos, con la intención de aislar las fuentes de ignición del entorno que las rodea:

Los equipos o dispositivos de Categoría 1 se diseñan para ofrecer una buena protección contra intrusiones del entorno que los rodea, suponiendo que una mezcla explosiva combustible/aire pueda producirse con frecuencia o persistir constantemente; es decir, en zonas clasificadas eléctricamente como Clase I, División 1 [para gases y vapores inflamables], Clase II, División 1 [para **polvo combustible**] o Zonas 0 [gases/vapores] o 20 [polvo]. Los equipos de Categoría 1 se diseñan para poder ajustarse a los parámetros operativos, con protección “redundante” para no convertirse en una fuente de ignición.

Los equipos de esta categoría se instalan en zonas en las que es muy probable que se produzca una atmósfera explosiva causada por mezclas de aire y gases, vapores, neblinas o polvo en suspensión o esté presente constantemente, durante largos periodos de tiempo. Los equipos de esta categoría se caracterizan por sus protecciones anti-explosión integradas que funcionan de forma que, en caso de fallo de uno de los medios de protección, al menos un segundo medio de protección independiente ofrezca el suficiente nivel de

seguridad, como la parada del flujo eléctrico, hidráulico o neumático hacia el equipo. Por tanto, esta categoría de equipos se instalaría en las zonas clasificadas como Clase I o Clase II División 1 (Zona 0 o 20). Algunos ejemplos de ello son los dispositivos intrínsecamente seguros, cerrados herméticamente o encapsulados, en los que el voltaje y/o la corriente están limitados para que la peor descarga de energía posible sea inferior a la energía mínima de ignición de la atmósfera explosiva del entorno. Los equipos tipo X con purga de aire pueden utilizarse en las zonas de la División 1, pero solo los equipos intrínsecamente seguros “Ex ia” pueden utilizarse en las Zonas 0 o 20 o dentro de los equipos.

Los equipos de Categoría 2 se diseñan para ofrecer una buena protección contra intrusiones del entorno que los rodea, suponiendo que una mezcla explosiva combustible/aire pueda producirse con frecuencia o persistir durante un periodo considerable; es decir, en zonas clasificadas eléctricamente como Clase I, División 1 [para gases y vapores inflamables], Clase II, División 1 [para polvo combustible] o Zonas 1 [gases/vapores] o 21 [polvo]. Los equipos de Categoría 2 se diseñan para poder mantener aislados todos los tipos de fuentes de ignición del entorno que las rodea. Los equipos de esta categoría se instalan en zonas en las que es probable que se produzca una atmósfera explosiva causada por mezclas de aire y gases, vapores, neblinas o polvo en suspensión. Por tanto, esta categoría de equipos se instalaría en las zonas clasificadas como Clase I División 1 (Zona 1) o Clase II División 1 (Zona 21). Algunos ejemplos de ello son los equipos a prueba de ignición de polvo [NEMA Tipo 9] y equipos a prueba de explosión [NEMA Tipos 7, 8, y 10]. Los equipos tipo X o Y con purga de aire también pueden utilizarse [Referencia 6].

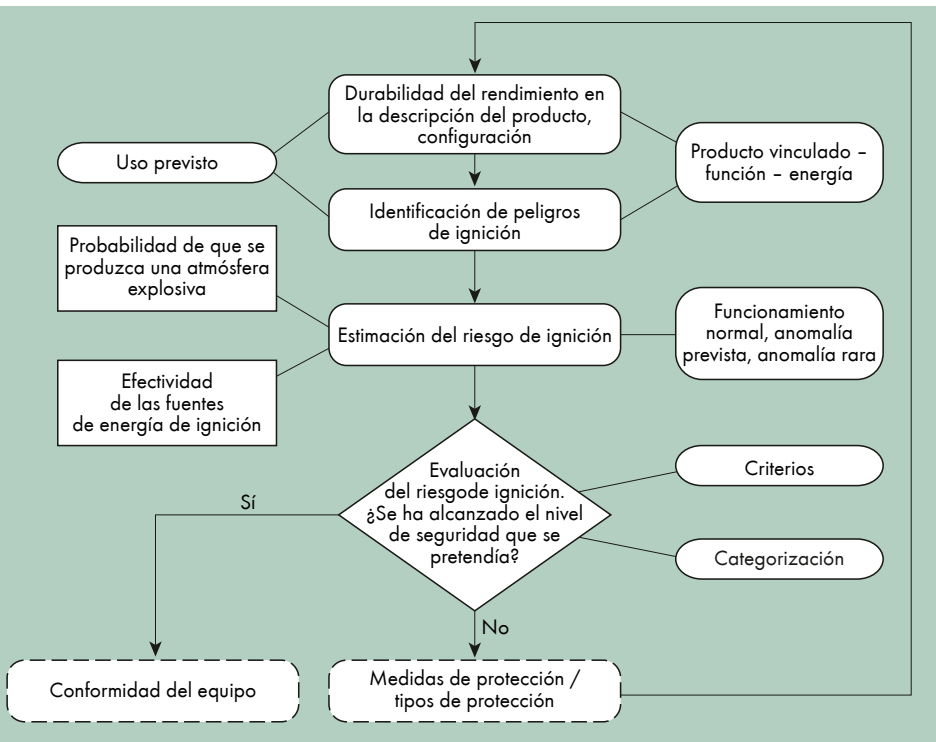
Los equipos de Categoría 3 se diseñan para ofrecer una protección mínima contra intrusiones del entorno que los rodea, suponiendo que una mezcla explosiva combustible/aire pueda producirse con poca frecuencia; es decir, en zonas clasificadas eléctricamente como Clase I, División 2 [para gases y vapores inflamables], Clase II, División 2 [para polvo combustible] o Zonas 2 [gases/vapores] o 22 [polvo]. Los equipos de Categoría 3 se diseñan para poder ajustarse a los parámetros operativos, sobre todo con resistencia térmica y contra fugas, con un nivel normal de protección para no convertirse en una fuente de ignición. Los equipos de esta categoría se instalan en zonas en las que es improbable que se produzca una atmósfera explosiva causada por mezclas de aire y gases, vapores, neblinas o polvo en suspensión y, de producirse, será con poca frecuencia y por un breve periodo de tiempo. Por tanto, esta categoría de equipos se instalaría en las zonas clasificadas como Clase I División 2 (Zona 2) o Clase II División 2 (Zona 22). Algunos ejemplos de ello son los equipos anti-polvo [NEMA Tipos 4, 6, 12, y 13] y los equipos cerrados herméticamente o

encapsulados para gases y vapores inflamables. Los equipos tipo X, Y o Z con purga de aire también pueden utilizarse [Referencia 6].

Tal y como se estipula en ATEX 99/92/CE, “Las Zonas 0 y 20 requieren equipos marcados como Categoría 1; las Zonas 1 y 21 exigen equipos marcados como Categoría 2; y las Zonas 2 y 22 exigen equipos marcados como Categoría 3. Las Zonas 0 y 20 son las zonas con mayor riesgo de que haya una atmósfera explosiva”. Los equipos de Categoría 1 también puede utilizarse en las zonas en las que se exigen equipos de Categoría 2 o Categoría 3. Los equipos de Categoría 2 también puede utilizarse en las zonas en las que se exigen equipos de Categoría 3.

Tal y como se indica arriba, en las categorías de diseño y funcionamiento de equipos no eléctricos, existe un gran parecido con los requisitos de diseño y funcionamiento de equipos eléctricos en zonas peligrosas.

Columna 7: por cada equipo (y por cada sala o edificio) en el que pueda haber una mezcla explosiva combustible/aire, la Categoría de la protección existente [salvaguardias, como controles de ingeniería o procedimientos] debe identificarse e insertarse en la Tabla del MEIRA. Si la protección existente no indica una probabilidad “rara” de ignición de una mezcla explosiva (o si se considera que los controles existentes no son adecuados), debe redactarse una recomendación de mejora como medida proactiva.



El diagrama equipo-evaluación [Referencia 4] sirve como guía para el procedimiento MEIRA.

Conclusión

Cuando unas instalaciones de fabricación manejan y/o procesan partículas combustibles o vapores o gases inflamables, estas deben contar con un estándar de seguridad mínimo que incluya un control adecuado de las fuentes de ignición. Además de realizar una Clasificación de áreas con riesgo de explosión eléctrica, las instalaciones también deben tener en cuenta los peligros asociados a los “equipos mecánicos” que pueden ocasionar la ignición de dichos materiales. La evaluación MEIRA ofrece a las instalaciones un análisis de fuentes de ignición no eléctricas que pueden suponer un peligro para el personal y la empresa.

Referencias

1. Mannan, S. [editor], "Lees' Loss Prevention in the Process Industries", 3.ª ed., páginas 2/17, 16/57, y 17/31 (2005).
2. Babrauskas, V., "Ignition Handbook", páginas 234, 389, y 499 (1992).
3. Estándar británico EN1127-1:2007 "Explosive atmospheres – Explosion prevention and protection part 1: Basic concepts and methodology" (2007).
4. Estándar británico EN 15198:2007 "Methodology for the ignition hazard assessment of non-electrical equipment and components for intended use in potentially explosive atmospheres", Figura 1 de la página 8 (2007).
5. Directiva 1999/92/CE del Parlamento y el Consejo europeos del 16 de diciembre de 1999, "Disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas", comúnmente denominada Directiva ATEX 137 (1999).
6. Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de EE. UU., "Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment", NFPA 496, apartados 3.3.8, 4.9, 4.10, 4.11, 5.4, 5.5, A.4.9, A.4.10, y A.4.11 (201

¿Le gustaría obtener más información?

¡Póngase en contacto con nosotros!

DEKRA Process Safety

La amplitud y profundidad de nuestra experiencia en seguridad de procesos nos convierte en especialistas reconocidos a nivel mundial y en asesores de confianza en este ámbito. Ayudamos a nuestros clientes a comprender y evaluar sus riesgos, y trabajamos en conjunto para desarrollar soluciones pragmáticas. Nuestro enfoque práctico y de valor añadido integra la gestión de seguridad de procesos, la ingeniería y los ensayos especializados. Nuestro objetivo es educar y desarrollar la competencia de los clientes para proporcionar una mejora sostenible del rendimiento. Al asociarnos con nuestros clientes, combinamos nuestra experiencia técnica con la pasión por proteger a las personas y los activos, y reducir los daños. Como parte de DEKRA, la organización experta líder a nivel mundial, somos el socio global para un mundo más seguro.

Programas de gestión de la seguridad de procesos (PSM, por sus siglas en inglés)

- > Diseño y creación de programas PSM relevantes
- > Asistencia para la implementación, la monitorización y la sostenibilidad de los programas PSM
- > Auditoría de programas PSM existentes, comparándolos con las mejores prácticas de todo el mundo
- > Corrección y mejora de los programas deficientes

Información/datos sobre la seguridad de procesos (ensayos de laboratorio)

- > Propiedades de inflamabilidad/combustibilidad de polvos, gases, vapores, neblinas y atmósferas híbridas
- > Peligros de reacción química y optimización de los procesos químicos (reacción y calorimetría adiabática RC1, ARC, VSP, Dewar)
- > Inestabilidad térmica (ensayos específicos de DSC, DTA y polvo)
- > Materiales energéticos, explosivos, propulsores, pirotecnia conforme a los protocolos DOT, ONU, etc.
- > Ensayos reglamentarios: REACH, ONU, CLP, ADR, OSHA, DOT
- > Ensayos electrostáticos para polvos, líquidos, equipos de procesamiento, revestimientos, calzado, FIBC

Consultoría especializada (técnica/ingeniería)

- > Peligros de incendio y explosión por proyección de polvo, gas y vapor
- > Peligros, problemas y aplicaciones electrostáticos
- > Peligros químicos reactivos, de autocalentamiento e inestabilidad térmica
- > Clasificación de áreas peligrosas
- > Evaluación del riesgo de ignición de equipos mecánicos
- > Transporte y clasificación de mercancías peligrosas

Contamos con oficinas en Norteamérica, Europa y Asia.

Para obtener más información, visite www.dekra-process-safety.es

Contacto: process-safety@dekra.com