

Soluciones intrínsecamente seguras

Pesajes precisos en zonas peligrosas

Los accidentes en zonas peligrosas pueden tener consecuencias dramáticas para el negocio en términos de daños personales y de pérdidas de beneficios. Los equipos intrínsecamente seguros son fundamentales para garantizar la seguridad y cumplir con las normativas de zonas peligrosas.

Deben tenerse en cuenta dos consideraciones principales a la hora de elegir el equipo de pesaje adecuado para zonas peligrosas: la correcta clasificación y el correspondiente método de protección contra ignición.

Entre los distintos métodos de protección contra ignición, los de seguridad intrínseca y a prueba de fuego son similares al diseño de equipos de pesaje para zonas peligrosas. La seguridad intrínseca constituye, no obstante, uno de los métodos de protección más seguros. Además, es completamente diferente de cualquier otro método de protección reconocido para zonas peligrosas certificadas.

Este documento describe los fundamentos del método de protección de seguridad intrínseca, destaca sus ventajas y ofrece varios ejemplos de posibles configuraciones de pesaje en zonas peligrosas. También se tratan aquí los fundamentos de los métodos de protección a prueba de fuego y sus ámbitos de aplicación.



Índice

- 1 Zonas peligrosas y sus clasificaciones
- 2 Métodos de protección contra ignición
- 3 Fundamentos básicos de la seguridad intrínseca
- 4 Ventajas de la seguridad intrínseca
- 5 Configuraciones de la seguridad intrínseca
- 6 A prueba de fuego: Fundamento básico
- 7 Resumen
- 8 Referencias adicionales

1 Zonas peligrosas y sus clasificaciones

Una explosión consiste en la reacción química exotérmica repentina de un material inflamable con oxígeno y la liberación simultánea de una gran cantidad de energía. Para erradicar el riesgo de explosión, se debe eliminar uno de los tres elementos del "Triángulo de fuego".



Imagen 1: Triángulo de fuego

Los materiales explosivos o inflamables pueden adoptar la forma de gases, vapores, neblinas y polvos. Cada material se encuentra presente en el área de producción en la concentración definida y durante un cierto periodo de tiempo.

Las fuentes de ignición son las fuentes relacionadas con un equipo. Puede tratarse de superficies calientes, chispas, cantidades grandes de energía y campos electromagnéticos intensos. Los proveedores de equipos reducen el riesgo de explosión eliminando

la fuente de ignición y manteniendo la energía de ignición activa del sistema en los niveles más bajos posibles, por debajo del nivel de energía de ignición mínima. La energía de ignición mínima se define como la cantidad de energía requerida para provocar la ignición de una nube combustible de vapor, gas o polvo. Este nivel se mide en julios.

Por ejemplo, la mezcla explosiva de "hidrógeno y aire" puede provocar una ignición con muy poca cantidad de energía. La cantidad de energía de ignición mínima a presión atmosférica es de unos 10^{-5} julios. La energía de ignición mínima de sustancias en polvo se encuentra en un rango comprendido entre varios milijulios hasta 100 milijulios.

Las empresas que llevan a cabo procesos de recopiliación, transformación y producción con sustancias inflamables están obligadas a realizar análisis de riesgos de peligro, lo que les permite identificar las zonas peligrosas potenciales en las que se pueden producir concentraciones peligrosas de mezclas explosivas de materiales inflamables o explosivos. A estas zonas se las llama "zonas peligrosas."

Cuando se usan equipos eléctricos en una ubicación clasificada como peligrosa, debe contar con el certificado correspondiente y proporcionar el nivel de protección requerido. La selección de un método de protección adecuado se basa en la clasificación de la zona peligrosa, por eso es tan importante entender la

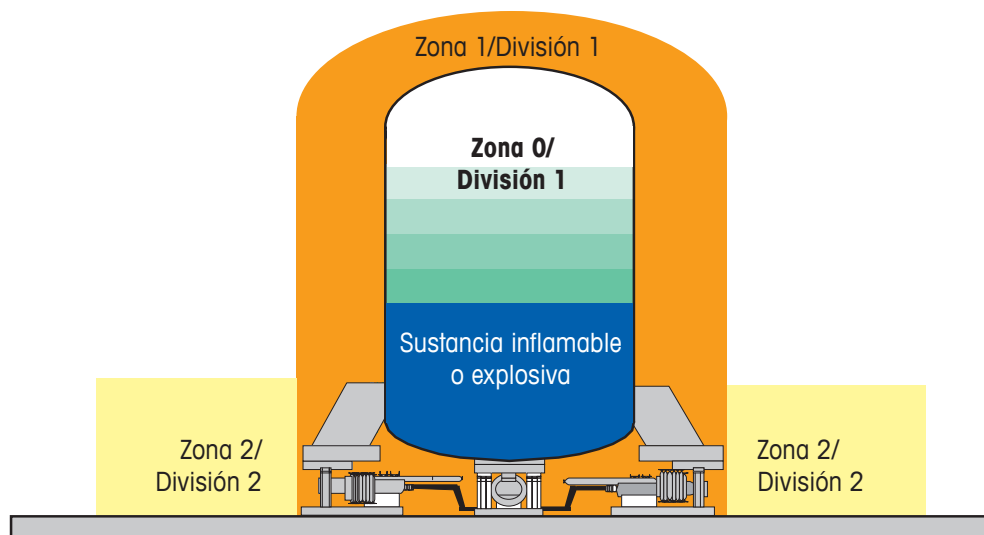


Imagen 2: Definición de zona peligrosa

clasificación de zonas y sus diferencias. La imagen 2 muestra un depósito de pesaje junto con la distribución y la clasificación de las zonas peligrosas.

La clasificación varía en todo el mundo, pero por lo general se reduce a dos subtipos: Europa ha adoptado la filosofía de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en lo referente a la "zonificación."

La información y las especificaciones para la clasificación de zonas están definidas en la norma IEC EN60079-10 y en las normativas nacionales. Además, la instalación y el funcionamiento de sistemas eléctricos en ubicaciones peligrosas y la clasificación de zonas en la Comunidad Europea están definidos en la directiva 94/9/CE (ATEX).

La tabla 1 muestra una descripción general de las zonas, las divisiones y la asignación de equipos para la correspondiente clasificación de zonas peligrosas.

Según la directiva 94/9/CE (ATEX), las zonas peligrosas se dividen en tres para gases y tres para sustancias en polvo. La clasificación se define en función de la probabilidad de la existencia de una atmósfera explosiva. Cada zona se corresponde con una categoría de equipo en particular (Tabla 1).

En Norteamérica, las zonas se dividen en distintas clases. Estas clases se categorizan a su vez en División 1 y División 2, en función de la probabilidad de que existan materiales en una cantidad potencialmente peligrosa. Las zonas peligrosas Clase I (Gases) y Clase II (Polvo) se dividen en dos subgrupos según el tipo de gas, vapor o partículas inflamables existentes. La Clase III (Fibras) no se divide en subgrupos.

Sustancia	Características de las zonas peligrosas	Clasificación de zonas peligrosas			Categoría de equipo
		USA NEC500	USA NEC505/NEC506	ATEX 94/9/CE	
Gases/ Vapores	La presencia de una atmósfera explosiva es continua .	División 1	Clase 1 (NEC505)	Zona 0	1G
	Puede crearse una atmósfera explosiva ocasionalmente .			Zona 1	2G (1G)
	Puede crearse una atmósfera explosiva con poca frecuencia o en periodos cortos de tiempo .	División 2		Zona 2	3G (1G y 2G)
Polvos	La presencia de una atmósfera explosiva es continua .	División 1	Clase 2 (NEC506)	Zona 20	1D
	Puede crearse una atmósfera explosiva ocasionalmente .			Zona 21	2D (1D)
	Puede crearse una atmósfera explosiva con poca frecuencia o en periodos cortos de tiempo .	División 2		Zona 22	3D (1D y 2D)

Tabla 1: Clasificación de zonas peligrosas según los estándares europeos y estadounidenses.

2 Métodos de protección contra ignición

El concepto básico de seguridad consiste en eliminar la existencia simultánea de posibles fuentes de ignición.

El método de protección probablemente dependerá del grado de seguridad necesario para cada tipo de ubicación peligrosa. Además del grado de seguridad requerido para la zona clasificada, se deben tener en cuenta otras consideraciones, como el tamaño del equipo, su función normal, los requisitos de energía, los costes de instalación y la flexibilidad del mantenimiento del método de protección.

La tabla 2 muestra una descripción general de los tipos de protección estandarizados. En ella se des-

cribe el fundamento básico de cada método de protección, así como el estándar que se debe aplicar y la zona clasificada.

Los estándares de los métodos de protección varían según el país. Sin embargo, los principios de protección coinciden en todos los países. Cuando se trata de diseñar y desarrollar equipos de pesaje para zonas peligrosas, se aplican principalmente los dos métodos: seguridad intrínseca y a prueba de fuego. No obstante, la seguridad intrínseca proporciona numerosas ventajas técnicas y económicas, lo que la convierte en el método de protección preferente para equipos de pesaje.

Tipo de protección	Marcado		Fundamento	Estándar			Clasificación de zona	
	UE	EE. UU.		IEC/EN	EE. UU.	CSA	Zonas (ATEX 94/9/CE)	Divisiones (NEC 500)
Normativa general	Ex	AEx	Base para el tipo de protección	60079-0	FM 3600 UL 60079-0	60079		
Seguridad intrínseca	Ex ia	AEx ia	Energía límite, sin chispas ni temperatura en superficie	60079-11	FM 3610 UL 60079-11	60079-11	0, 1 y 2	1 y 2
	Ex ib	AEx ia					1 y 2	
	Ex ic						2	
A prueba de fuego	Ex d	AEx d	Contención explosión Extinción llamas	60079-1	ISA 60079-1 UL 60079-1	60079-1	1 y 2	1 y 2
Aumento de la seguridad	Ex e	AEx e	Carcasa hermética al agua y al polvo	60079 -7	ISA 60079-7 UL 60079-7	60079-7	1 y 2	1 y 2
No chispeante	Ex nA	AEx nA	Dispositivo no chispeante	60079-15	ISA 60079-15 UL 1203	60079-15	2	2
	Ex nC	AEx nC	Componentes y dispositivos chispeantes					
	Ex nL	AEx nL	Energía limitada, sin chispas ni superficies calientes					
Encapsulamiento	Ex m	AEx m	Mantenimiento de la atmósfera explosiva lejos de cualquier fuente de ignición	60079-18	ISA 60079-18 UL 60079-18	60079-18	0, 1 y 2	1 y 2
Presurizada	Ex p	AEx p	Purga de la carcasa	60079-2	FM 3620 UL 60079-2	60079-2	1 y 2	1 y 2
Inmersión en aceite	Ex o	AEx o	Mantenimiento de la atmósfera explosiva lejos de la fuente de ignición	60079-6	ISA 60079-6 UL 60079-6	60079-6	1 y 2	1 y 2

Tabla 2. Métodos de protección y estándares eléctricos relacionados

3 Fundamentos básicos de la seguridad intrínseca

Desde su introducción en aplicaciones no mineras, la seguridad intrínseca ha evolucionado y hoy representa uno de los métodos más eficaces y avanzados de protección contra ignición. Se ha convertido en la opción preferente debido a que asegura todo el sistema, independientemente de la aplicación en la que se utilice.

La tecnología intrínsecamente segura evita explosiones manteniendo la energía que se transfiere a zonas peligrosas muy por debajo de la que se requiere para provocar una explosión. Por lo tanto, está restringida a aquellos aparatos y circuitos eléctricos en los que la salida o el consumo de energía son limitados. Los sistemas intrínsecamente seguros permiten el uso de equipos sin riesgo de prender ningún gas, polvo o fibra inflamables.

Circuito intrínsecamente seguro

Un circuito eléctrico es intrínsecamente seguro cuando produce energía por debajo del nivel mínimo de energía de ignición (MIE), de acuerdo con la definición de los estándares adecuados. En Europa, la norma IEC EN60079-11 aporta detalles sobre la construcción y la comprobación de equipos intrínsecamente seguros. En EE. UU., la norma análoga es la FM3610. Los equipos eléctricos intrínsecamente seguros están diseñados para limitar la tensión del circuito abierto (V_{OC}) y la corriente de corto circuito (I_{SC}) para mantener la energía que se produce en el nivel más bajo posible.

Además, deben llevarse a cabo de tal forma que las chispas que se produzcan cuando el circuito se abra, se cierre o se conecte a tierra, o aquellas que se puedan generar en cualquier otro punto caliente del propio circuito, no produzcan una ignición. Los equipos y cableados intrínsecamente seguros pueden emplearse en zonas peligrosas de Zona 1/ División 1 siempre y cuando hayan recibido la aprobación para dicha ubicación.

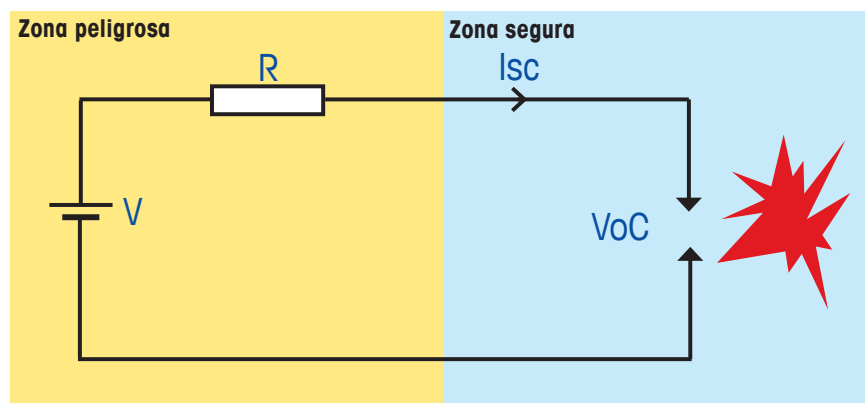


Imagen 3: Circuito intrínsecamente seguro.

Sistema intrínsecamente seguro

Un sistema de pesaje intrínsecamente seguro difiere de un sistema de pesaje estándar. Combina elementos intrínsecamente seguros, elementos asociados y un cableado especial aprobado con equipo estándar que se instala en la zona segura. En una zona peligrosa, todos los elementos del sistema deben ser compatibles para conformar un sistema intrínsecamente seguro.

Veamos un ejemplo con un sistema de pesaje intrínsecamente seguro. El aparato intrínsecamente seguro lo conforman una plataforma de pesaje analógica y el terminal intrínsecamente seguro IND560x. La fuente de alimentación intrínsecamente segura APS768x funciona como fuente de energía para el terminal de pesaje y se define como un aparato simple. Es posible establecer comunicación con los instrumen-

tos periféricos estándar, como un PC, un lector de códigos de barras o incluso con terminales de control remoto mediante una barrera especial. Esto se logra mediante una interfaz de comunicación ACM 500, que incluye circuitos eléctricos con seguridad tanto intrínseca como no intrínseca.

En un sistema intrínsecamente seguro, se usan barreras físicas entre las zonas peligrosas y las seguras para limitar la energía que entra en las primeras. Las

barreras intrínsecamente seguras mantienen unos niveles aprobados de voltaje y corriente mediante componentes limitadores de potencia. Incluso en un estado defectuoso, garantizan que en la zona peligrosa no entre más voltaje o corriente de lo aprobado. Esto permite conectar dispositivos eléctricos estándar instalados en la zona segura, como impresoras, ordenadores o sistemas PLC, directamente con la zona peligrosa.

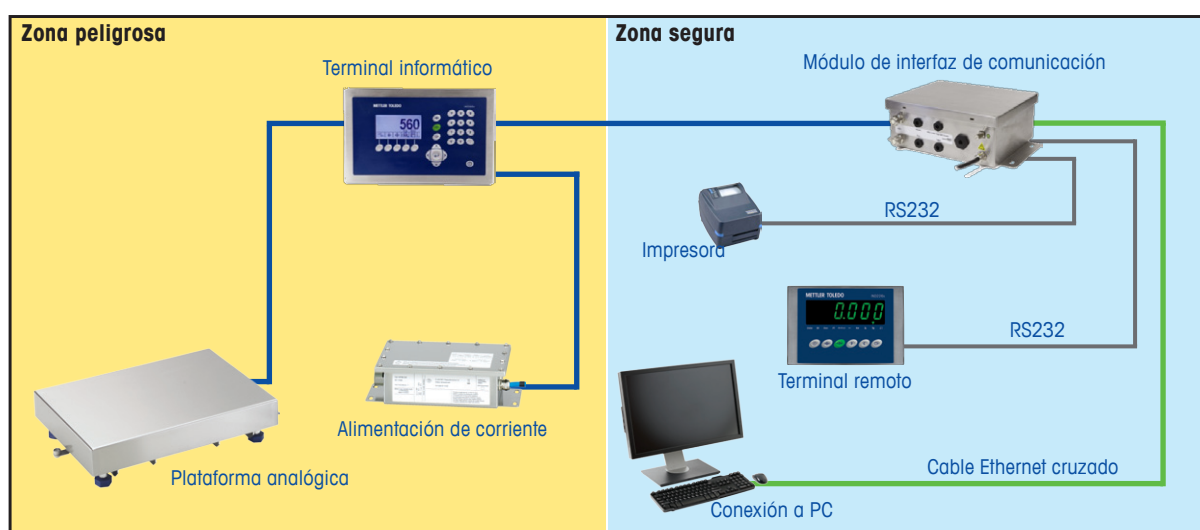


Imagen 4: Sistema de pesaje intrínsecamente seguro

Niveles de clasificación y protección

La seguridad intrínseca ofrece tres niveles de clasificación, "ia," "ib" o "ic," que se basan en el nivel de seguridad y el número de fallos permitidos. Cada clasificación trata de equilibrar la probabilidad de la existencia de una atmósfera explosiva y la de que se produzca una ignición. El nivel de protección "ia" es un requisito previo para los equipos de Categoría 1 y se puede usar en la Zona 0. El nivel de protección "ib" para equipos de Categoría 2 se puede usar en la Zona 1/División 1. El nivel de protección "ic" para Categoría 3 se puede usar en la Zona 2/División 2.

Las clasificaciones aseguran que el equipo sea el apropiado para la correspondiente aplicación peligrosa. Por ejemplo, si tiene un equipo clasificado como "EEx ib", significa que se ha diseñado con un circuito intrínsecamente seguro incluido y que puede instalarse en zonas peligrosas certificadas de la Zona 1/División 1. Es más, la clasificación "ib" indica que se permite un fallo.

Los equipos clasificados como "[EEx ib]" o "EEx [ib]" se definen como aparatos eléctricos asociados y contienen circuitos de seguridad tanto intrínseca como no intrínseca. Los corchetes indican que los aparatos eléctricos asociados contienen un circuito eléctrico intrínsecamente seguro que puede introducirse en la Zona 1/División 1. En el primer caso, "[EEx ib]," el equipo debe instalarse en la zona segura. En el caso de "EEx [ib]," el equipo puede instalarse tanto

en las zonas peligrosas de la Zona 1/División 1 como en la zona segura.

Sin embargo, también es posible que existan diferentes partes de un sistema con niveles de protección distintos. La tabla 3 muestra diversos niveles de protección, los números de fallos posibles y las zonas de peligro correspondientes.

Nivel de protección	ai	ib	ic
Zona peligrosa	Zona 0, 1, 2/División 1	Zona 1, 2/División 1	Zona 2/División 2
Fallos posibles	2	1	Funcionamiento normal

Tabla 3. Niveles de protección intrínsecamente seguros.

4 Ventajas de la seguridad intrínseca

Una de las mayores ventajas de la seguridad intrínseca es que permite realizar el mantenimiento del equipo en zonas peligrosas sin necesidad de interrumpir el suministro eléctrico y obtener un certificado de permiso de gas, obligatorio para los equipos a prueba de fuego abiertos. Esto se aplica especialmente al instrumental, ya que la detección de fallos en equipos desconectados de la alimentación resulta más complicada y requiere más tiempo.

La tecnología intrínsecamente segura proporciona una solución modular y flexible para la mayoría de las aplicaciones industriales en zonas peligrosas. Es posible establecer comunicación entre los distintos componentes mediante elementos de comunicación especialmente diseñados.

Los equipos intrínsecamente seguros y sus componentes, como cables y prensaestopas, tienen un precio relativamente económico. Por lo tanto, los costes de instalación y de mantenimiento e inspección de equipos intrínsecamente seguros son considerablemente más bajos comparados con los de los equipos a prueba de fuego.

Además, se trata de la única técnica que limita la salida de energía. Con equipos intrínsecamente seguros, no se producen chispas ni aumentos de tempe-

ratura en el circuito eléctrico que puedan provocar la ignición de la atmósfera circundante.

Por otro lado, la tecnología está aceptada en todo el mundo por los organismos internacionales de certificación IECEx, así como por la mayoría de normativas locales, como pueden ser ATEX en Europa, FM en Estados Unidos, NEPSI en China, GOST-R en Rusia, KTL en Corea e INMETRO en Brasil.

Los equipos intrínsecamente seguros generalmente cumplen con los requisitos de legislación de polvo y gas y pueden emplearse en casi todas las aplicaciones industriales.

Por último, la seguridad intrínseca ofrece los mejores niveles de seguridad y exactitud en todas las zonas peligrosas. Esta tecnología ofrece el máximo nivel de precisión. Al usar el diseño híbrido avanzado y una compensación electromagnética de fuerzas de alta precisión con hasta 32 000 puntos de calibración aprobados, el sistema de pesaje ofrece unos resultados altamente precisos y fiables. Es más seguro y menos propenso a errores accidentales que otros métodos de protección. Además, garantiza un elevado tiempo de actividad en caso de que se produzca un incidente, a diferencia de la solución a prueba de fuego.

5 Configuraciones de pesaje intrínsecamente seguras

Existe un gran número de aplicaciones de pesaje peligrosas en la cadena de valor industrial.

Puesto que son muchos los procesos industriales en los que se emplean agentes químicos agresivos, las básculas en entornos industriales no solo se ven expuestas a la corrosión y a otras condiciones adversas, sino que además deben contar con un diseño que les aporte una seguridad inherente y les permita soportar sustancias explosivas e inflamables.

Además, para muchas aplicaciones de pesaje en las que se pueden aplicar sistemas de pesaje intrínsecamente seguros, los requisitos son muy diferentes. Entre ellas se incluyen básculas de trenes y camiones, pesaje de depósitos, aplicaciones de fórmulas y formulaciones, aplicaciones de llenado y dosificación, básculas de sobremesa y de sobresuelo convencionales y control de terminales de pesaje.

Los requisitos para los sistemas de pesaje no solo varían en función de la industria y del proceso que se lleve a cabo, sino también según el nivel de precisión que se requiera y las necesidades específicas de cada aplicación. También varían los medios de conexión con dispositivos periféricos y Fieldbus y conexiones de red.

La imagen 4 muestra un ejemplo de instalación en una zona peligrosa. El terminal de pesaje intrínsecamente seguro IND560x de METTLER TOLEDO se comunica con plataformas digitales intrínsecamente seguras de alta precisión, como Kx-T4 o células de carga analógicas intrínsecamente seguras, con lo que conforman un circuito intrínsecamente seguro. La fuente de alimentación intrínsecamente segura es una parte asociada de ese circuito intrínsecamente seguro y funciona como generador eléctrico en muchos terminales de pesaje intrínsecamente seguros de METTLER TOLEDO.

La comunicación en esta área segura permite a los usuarios interactuar con el PC, las impresoras o la red hasta un PLC a través de un Fieldbus, Ethernet o una conexión mediante puertos serie RS 232/422/485 intrínsecamente seguros.

Una completa gama de componentes intrínsecamente seguros y modulares pueden combinarse de un modo flexible para trabajar de forma conjunta en un sistema intrínsecamente seguro y en todo tipo de zonas peligrosas. Esto garantiza un proceso de pesaje eficaz y sin riesgos, y además garantiza una instalación y un mantenimiento sencillos, así como el registro de documentación técnica que cumpla los requisitos de seguridad de la empresa.

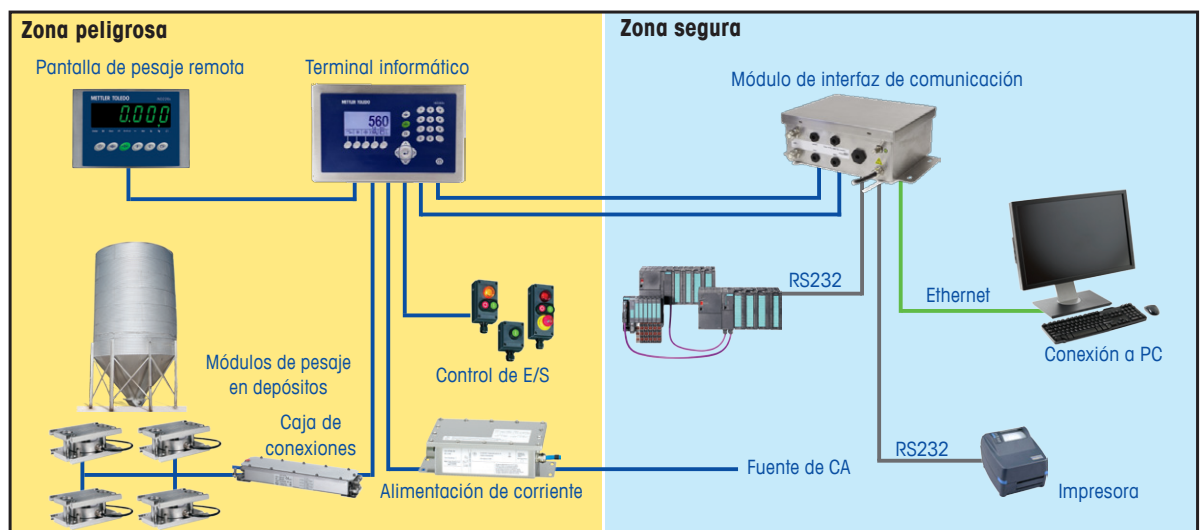


Imagen 5: Instalación de una estación de pesaje en una zona peligrosa, Zona 1/División 1.

6 A prueba de fuego: Fundamento básico

El método de protección a prueba de fuego se basa en el concepto de contención de explosiones y se ajusta a la norma IEC EN60079-1, en virtud de la cual se clasifica con el código "Ex d". Este concepto se basa en carcasas de equipos y cableado que evitan que una combustión interna escape a la atmósfera circundante. Dicho de otro modo, puede producirse la explosión pero debe quedar contenida en la carcasa, diseñada para resistir el exceso de presión que provoca un estallido interno (Imagen 6).

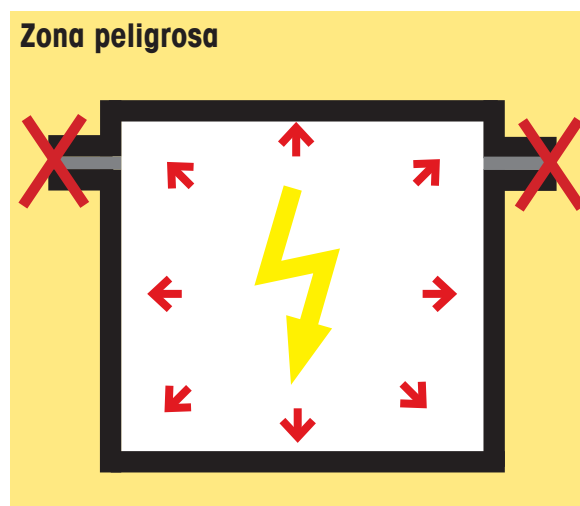


Imagen 6: Carcasa a prueba de fuego

La teoría en la que se basa este método es que el chorro de gas que se origina en la carcasa se enfría rápidamente mediante la conducción del calor de

la carcasa y la expansión del gas. Tras ello, el gas caliente se diluye en la atmósfera exterior, que se encuentra a menor temperatura. Esto solo es posible si las aberturas o los intersticios de la carcasa son lo suficientemente pequeños y sus dimensiones están controladas.

Un sistema a prueba de fuego normalmente se considera algo más simple que el diseño de un sistema intrínsecamente seguro y no requiere idear un equipo completamente nuevo. Sin embargo, este sistema suele ser más caro debido al alto coste de la instalación del cableado dentro de un conducto, que debe sellarse entre la zona segura y la peligrosa. Además, suele caracterizarse por unas dimensiones mayores y un peso muy superior a los de una solución intrínsecamente segura.

Por otra parte, el mantenimiento de un equipo a prueba de fuego también resulta más difícil y requiere más tiempo. Se requieren permisos de trabajo en caliente para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de estos sistemas.

Además, cuando se vuelven a instalar las cubiertas, se deben extremar las precauciones para que los tornillos estén apretados con un par específico.

7 Resumen

Existen varias opciones cuando se trata de protección contra ignición en entornos peligrosos. La instalación de equipos de pesaje de seguridad intrínseca representa el método más seguro y al mismo tiempo proporciona unos resultados de pesaje altamente fiables y precisos. Facilita la realización de actividades con seguridad en la zona peligrosa y requiere un escaso mantenimiento. En caso de incidente, el equipo intrínsecamente seguro puede repararse sin necesidad de detener la producción y elimina el calor y las chispas de la zona de producción.

METTLER TOLEDO se centra en el desarrollo de sistemas de pesaje intrínsecamente seguros. Las soluciones de pesaje intrínsecamente seguras proporcionan al usuario los niveles más altos de precisión, seguridad y una amplia funcionalidad. Además, se caracterizan por unos costes de instalación y mantenimiento bajos. Contamos con una amplia gama de plataformas de pesaje analógicas y de elevada exactitud que garantizan unos resultados de pesaje muy rápidos con una alta precisión en diversas aplicaciones, como el llenado o la dosificación. Los módulos y los terminales de control de pesaje y la flexibilidad de comu-

nicación de interfaz proporcionan una funcionalidad completa y permiten una instalación modular y flexible de la solución tanto en la zona peligrosa como en la zona segura.

La aceptación mundial por parte de IECEx, ATEX, FM y los organismos de certificación locales correspondientes aportan seguridad adicional al usuario.

8 Referencias adicionales

- IEC EN 60079-0: Atmósferas explosivas. Parte 0: Equipo. Requisitos generales.
- IEC EN 60079-10-1: Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas.
- IEC EN 60079-11: Atmósferas explosivas. Parte 11: Protección del equipo por seguridad intrínseca "i", 5.ª edición
- Directiva 94/9/CE (ATEX): Directrices de aplicación, Comisión Europea, 4.ª edición, 2012
- National Electrical Code®, Article 500, NFPA 70, 2011, Delmar: National Electric Code
- National Electrical Code, Article 505, NFPA 70, 2011, Delmar: National Electric Code
- METTLER TOLEDO: Curso básico on-line archivado sobre zonas peligrosas – www.mt.com/ind-haz-basics
- METTLER TOLEDO: Curso avanzado on-line archivado sobre zonas peligrosas – www.mt.com/ind-haz-advanced
- METTLER TOLEDO: Catálogo de zonas peligrosas– www.mt.com/ind-hazcat
- METTLER TOLEDO: Folleto del producto IND560x – www.mt.com/ind560x