

Honeywell

El libro del gas



Detección de gas Honeywell

1 Introducción

El libro del gas pretende ofrecer una guía simple a todo aquél que esté considerando la posibilidad de usar un equipo de detección

fijo y portátil de gas.

El objetivo ha sido proporcionar una introducción completa y exhaustiva al tema, desde la explicación en detalle de los principios de detección que los diferentes dispositivos emplean, al suministro de información sobre la idoneidad de la aplicación y las certificaciones.

Una amplia variedad de aplicaciones y procesos implica cada vez más el uso y la fabricación de sustancias altamente peligrosas, especialmente gases inflamables, tóxicos y oxígeno. Inevitablemente, se producen escapes de gas ocasionales que representan un peligro potencial para las plantas industriales, sus empleados y la población que vive en los alrededores. En todo el mundo se producen incidentes que implican asfixias, explosiones y pérdidas de vidas y que nos recuerdan constantemente este problema.

En la mayoría de las industrias, una de las partes esenciales de cualquier plan de seguridad diseñado para reducir los riesgos al personal y a la planta es el uso de dispositivos de alarma precoz como los detectores de gas. Estos dispositivos pueden ayudar a conseguir más tiempo, que se puede emplear en tomar acciones correctivas o protectoras. También se pueden usar como parte de un sistema de seguridad y de supervisión total e integrado que incluya varios otros aspectos, como la detección de incendios y el cierre de procesos de emergencia. La detección de gas puede dividirse en dos categorías: fija y portátil. Como sugiere el nombre, la detección fija de gas representa un tipo estático de sistema de detección de riesgos debidos a gases inflamables, gases tóxicos y oxígeno, y está diseñado para supervisar procesos y proteger la planta y los recursos, así como al personal in situ.

La detección de gas portátil ha sido diseñada concretamente para proteger al personal de los riesgos derivados de los gases inflamables, tóxicos o del oxígeno, y suele tratarse de un dispositivo pequeño que lleva puesto el operario para supervisar la zona de respiración. Muchos sitios incorporan un mezcla de detección portátil y fija de gas como parte de su filosofía de seguridad, pero la idoneidad de qué tipo usar dependerá de diferentes factores como, por ejemplo, cada cuando tiempo accede el personal al área. ■

Contenido

Sección	Tema	Página	Sección	Tema	Página
1	Introducción	2	18	ATEX	80-81
2	Marcas de Honeywell Gas Detection	4-5		Normas de IEC	82-83
3	¿Qué es el gas?	6		Marcas de equipo	84-85
4	Peligros por gas	7	19	Clasificación de zona	86-87
5	Peligros por gas inflamable	8	20	Diseño de aparato	88-89
	Límite inflamable	9	21	Clasificación de aparato	90-91
	Propiedades del gas inflamable	10-11	22	Grado de protección frente a la entrada de líquidos y sólidos	92-93
	Datos de gases inflamables	12-19	23	Niveles de integridad de seguridad (SIL)	94-95
6	Peligros por gas tóxico	20	24	Sistemas de detección de gas	96-97
	Límites de exposición en el lugar de trabajo	21		Ubicación de los sensores	98-99
	Límites de exposición tóxica	22-25		Opciones típicas de montaje del sensor	100
	Datos de gases tóxicos	26-29		Configuraciones típicas de los sistemas	100-101
7	Peligro de asfixia (carencia de oxígeno)	30	25	Instalación	102
8	Enriquecimiento de oxígeno	31	26	Mantenimiento y cuidado permanente de detección de gas	106-109
9	Áreas típicas que requieren la detección de gas	32-35	27	Glosario	110-113
10	Principios de detección	36			
	Sensor de gases combustibles	36			
	Sensor catalítico	36			
	Velocidad de respuesta	37			
	Salida del sensor	37			
	Calibración	38			
	Detector de gas infrarrojo	39			
	Detector de gas infrarrojo inflamable de camino abierto	40			
	Sensores de celda electroquímica	41			
	Detección fotoionizada (PID)	42			
	Sensor Chemcassette®	42			
	Comparación de las técnicas de detección de gas	43			
11	Selección de detección de gas	44-45			
12	Maximización del tiempo y de la eficiencia	46-47			
13	Protocolos de comunicación	48-49			
14	Detección de gas fija de Honeywell	50-51			
15	Detectores portátiles de gas	52			
	¿Por qué son tan importantes los detectores portátiles de gas?	54			
	Zona de respiración	55			
	Gases que suelen requerir detección portátil	55			
	Tipos de detectores portátiles de gas	56			
	Modos de funcionamiento del detector de gas	56			
	Características y funciones	57			
	Accesorios	58			
	Alarmas e indicación de estados	59			
	Aplicaciones habituales para detectores portátiles de gas	60			
	Espacios cerrados	60-61			
	Aplicaciones navales	62			
	Sector de tratamiento de aguas	63			
	Aplicaciones militares	64-65			
	Respuesta de emergencia para materiales peligrosos (HAZMAT)	66			
	Petróleo y gas (en tierra y en alta mar)	67			
	Información de PDI	68			
	Medición de vapores de disolventes, combustibles y COV en los entornos de trabajo	68-71			
	Mantenimiento de la detección de gas portátil	72			
	Reducción del coste de las pruebas del dispositivo	73			
	Cómo realizar una prueba funcional	73			
	Detectores portátiles de gas de Honeywell	74-75			
16	Certificaciones y normas de zona peligrosa de Norteamérica	76			
	Clasificación de zona y marca Ex de Norteamérica	77			
17	Normas y certificaciones de zona peligrosa de Europa	78-79			

2

Marcas de Honeywell Gas Detection

Honeywell Analytics Experts in Gas Detection

En Honeywell Analytics lo más importante son nuestros clientes. Estamos convencidos de que la evolución de los detectores de gas debería estar dictada por los clientes que usan nuestros equipos, y no por ingenieros que deciden las necesidades del sector. Teniendo esto en cuenta, escuchamos lo que quieren nuestros clientes, perfeccionamos nuestras soluciones para satisfacer las exigencias cambiantes y crecemos con nuestros clientes para asegurarnos de poder ofrecer un servicio de valor añadido que cumpla con las exigencias particulares de cada uno de ellos.

Trabajamos con la industria... desde el nacimiento de la detección de gas

Con 50 años de experiencia en la industria, hemos sido una influencia en la detección de gas desde sus primeros comienzos. Muchos de nuestros productos históricos marcaron nuevas referencias para la detección de gas en términos de rendimiento, facilidad de uso e innovación. En la actualidad, nuestras líneas de productos han evolucionado para cubrir las necesidades de diversas industrias y aplicaciones; ofrecen soluciones integrales diseñadas para disminuir los costes de la detección de gas y brindar, al mismo tiempo, una mayor seguridad.

Nuestros centros de asistencia técnica, especialistas en formación y aplicación del producto, técnicos de campo y técnicos de asistencia internos representan lo mejor que la industria puede ofrecer, y entre todos acumulan más de 1.100 años de experiencia, lo que nos permite ofrecer asistencia local para empresas a escala corporativa. ■





DATOS SOBRE GASES

La palabra gas fue acuñada en la primera mitad del siglo XVII por J. B. van Helmont (1580-1644), un químico flamenco. Proviene de la palabra griega para caos.

BW Technologies

by Honeywell

BW Technologies by Honeywell es líder mundial del sector de detección de gas y su firme objetivo es suministrar a los clientes productos portátiles fiables y de alto rendimiento, con el respaldo de un servicio y una asistencia continuada al cliente excepcionales.

Diseñamos, fabricamos y comercializamos soluciones de detección de gases portátiles innovadoras para un amplio abanico de aplicaciones y sectores, y contamos con soluciones que se ajustan a todos los presupuestos y requisitos de supervisión de peligros.

Nuestra completa gama incluye opciones que van desde unidades de un gas que no necesitan un mantenimiento continuado, a dispositivos multigás con distintas funciones que ofrecen funcionalidades de valor añadido.

Como expertos a la cabeza en el campo de la detección portátil de gas, proporcionamos formación personalizada interna o in-situ para satisfacer las necesidades de clientes específicos y asistencia de aplicaciones para ayudar a los clientes con la selección e integración de soluciones totalmente aptas.

Cuando se trata del cuidado del dispositivo, también ofrecemos mantenimiento y soporte de referencia rentable a través de nuestra red completa de socios aprobados.

Entregando soluciones de valor añadido a precios asequibles durante 25 años

BW Technologies by Honeywell se instituyó en Calgary (Canadá) en 1987. Durante los últimos 25 años, hemos aportado al mercado soluciones de detección de gas innovadoras que agregan valor, potencian la seguridad y ayudan a reducir los gastos corrientes de la detección portátil de gas.

Con oficinas en todo el mundo y un equipo variado de expertos con talento en el sector a su disposición para proporcionar asistencia a los clientes, ofrecemos una gran infraestructura corporativa con el apoyo de equipos locales que cuentan con un conocimiento único de la industria y de las aplicaciones, así como de las necesidades regionales. ■

3

¿Qué es el gas?

El nombre gas proviene de la palabra caos. El gas se compone de multitud de moléculas que se mueven de manera aleatoria y caótica, colisionando continuamente entre sí y con todo lo que les rodea. Los gases rellenan cualquier volumen disponible y debido a la elevadísima velocidad con la que se mueven se mezclan rápidamente en cualquier atmósfera en la que se liberen.

Diferentes tipos de gases nos rodean todos los días. El aire que respiramos se compone de diferentes gases como el oxígeno o el nitrógeno.

Los motores de los vehículos consumen combustible y oxígeno, y producen gases de escape como el óxido de nitrógeno, el monóxido de carbono y el dióxido de carbono.

Composición del aire

La tabla proporciona la composición del aire a nivel del mar (en porcentaje por volumen a la temperatura de 15°C y la presión de 101325 Pa).

Nombre	Símbolo	Porcentaje por volumen
Nitrógeno	N ₂	78,084%
Oxígeno	O ₂	20,9476%
Argón	A	0,934%
Dióxido de carbono	CO ₂	0,0314%
Neón	Ne	0,001818%
Metano	CH ₄	0,0002%
Helio	He	0,000524%
Criptón	Kr	0,000114%
Hidrógeno	H ₂	0,00005%
Xenón	Xe	0,0000087%

4

Peligros por gas

Hay tres tipos principales de peligros relacionados con los gases:

Inflamable

**RIESGO DE INCENDIO
Y/O EXPLOSIÓN**

P. ej.:
Metano,
butano, propano



Gas tóxico

**RIESGO DE
ENVENENAMIENTO**

P. ej.:
Monóxido de carbono,
hidrógeno, cloro



Asfixiante

**RIESGO DE
ASFIXIA**

Por ej.:
Carencia de oxígeno. El
oxígeno se puede consumir o
reemplazar por otro gas



Los gases pueden ser más ligeros, más pesados o tener la misma densidad que el aire. Los gases pueden tener olor o ser inodoros. Los gases pueden tener color o ser incoloros. El que no se puedan ver, oler ni tocar no significa que no estén ahí.

El gas natural (metano) se usa en muchos hogares para calentar y cocinar.

5

Peligros por gas inflamable

La combustión es una reacción química bastante sencilla en la que el oxígeno, combinándose rápidamente con otra sustancia, produce una liberación de energía. Esta energía aparece principalmente como calor, a veces en la forma de llamas. La sustancia de ignición es normalmente, aunque no siempre, un componente de hidrocarburo y puede ser un sólido, un líquido, un vapor o un gas. Sin embargo, en esta publicación, sólo se tienen en cuenta los gases y vapores.

(Nota: los términos "inflamable", "explosivo" y "combustible" son, para el propósito de esta publicación, intercambiables).

El triángulo del fuego

El proceso de combustión se puede representar con el conocido triángulo del fuego.

Se necesitan tres factores para provocar la combustión:

- 1 UNA FUENTE DE IGNICIÓN
- 2 OXÍGENO
- 3 COMBUSTIBLE EN FORMA DE GAS O VAPOR

Por lo tanto, en cualquier sistema de protección de incendios, el objetivo siempre es eliminar al menos uno de estos tres elementos potencialmente peligrosos.



Límite inflamable

Sólo hay una banda limitada de concentración de gas/aire que producirá una mezcla de combustible. Esta banda es específica para cada gas y vapor, y está vinculada con un nivel superior, conocido como el límite superior de explosividad (LSE) y un nivel inferior, denominado límite inferior de explosividad (LIE).

DATOS SOBRE GASES

En niveles altos de O₂, el grado de inflamación de materiales y gases aumenta de manera que, por ejemplo, a niveles del 24% los elementos como prendas de vestir pueden entrar en combustión de manera espontánea.

Límites de inflamabilidad



Cuando el nivel sea menor que el LIE, no habrá suficiente gas para producir una explosión (es decir, la mezcla será demasiado "pobre"), mientras que por encima del LSE, la mezcla no tendrá suficiente oxígeno (es decir, será demasiado "rica"). Por lo tanto, el rango de inflamación se encuentra entre los límites del LIE y del LSE para todos los gases o mezclas de gases. Fuera de estos límites, la mezcla no puede producir combustión. Los *datos de gases inflamables* de la sección 12 indican los valores límite para algunos de los gases combustibles y compuestos más conocidos. Los datos que se proporcionan son para gases y vapores en condiciones normales de presión y de temperatura.

Un aumento de la presión, de la temperatura o del contenido de oxígeno normalmente amplía el rango de inflamación.

En una planta industrial media, generalmente no hay fuga de gases en la zona circundante o, como mucho, sólo un nivel insignificante de gas presente. Por lo tanto, el sistema de advertencia precoz y de detección sólo será necesario para detectar niveles desde 0% de gas hasta el límite explosivo más bajo. Al llegar a este nivel de concentración, ya deberían haberse iniciado los procedimientos de cierre o de liberación de espacio en el lugar. De hecho, esto solo tiene lugar en una concentración de menos del 50% del valor LIE, por lo que se proporciona un margen de seguridad adecuado.

De todas formas, siempre se debería tener en cuenta que en zonas cerradas y poco ventiladas puede darse a veces una concentración por encima del LSE. Cuando se realice una inspección, se debe tener especial cuidado al abrir ventanillas o puertas, ya que la entrada de aire exterior puede diluir los gases hasta convertirlos en una mezcla combustible y peligrosa.■

(Nota: LIE/LFL y LSE/UFL se usan en esta publicación de forma indistinta).

Propiedades del gas inflamable

Temperatura de ignición

Los gases inflamables también tienen una temperatura en la que tendrá lugar la ignición, incluso cuando no haya una fuente de ignición externa como una chispa o llama. Esta temperatura se llama temperatura de ignición. La temperatura de la superficie de los aparatos que se usen en una zona peligrosa no debe superar la temperatura de ignición. Por lo tanto, el equipo está marcado con una temperatura de superficie máxima o un número de identificación de temperatura.

PUNTO DE INFLAMACIÓN (P.I. °C)

El punto de inflamación de un líquido inflamable es la menor temperatura en la que la superficie del líquido emite suficiente vapor para que se encienda con una pequeña llama. No lo confunda con la temperatura de ignición ya que las dos pueden ser muy diferentes:

Gas/vapor	Punto de inflamación °C	Temp. de ignición °C
Metano	<-188	595
Queroseno	38	210
Bitumen	270	310

Para convertir una temperatura Celsius en Fahrenheit: $T_f = ((9/5) * T_c) + 32$ Por ejemplo, para convertir -20 Celsius en Fahrenheit, multiplique primero la lectura de la temperatura Celsius por nueve quintos para obtener -36. A continuación, sume 32 para obtener -4 °F.

DENSIDAD DEL VAPOR

Ayuda en la determinación de la ubicación del sensor

La densidad de un gas/vapor se compara con el aire

Cuando el aire = 1,0:

La densidad del vapor < 1,0 ascenderá

La densidad del vapor > 1,0 descenderá

Gas / vapor	Densidad del vapor
Metano	0,55
Monóxido de carbono	0,97
Sulfuro de hidrógeno	1,45
Vapor de gasolina	3,0 aprox.



DATOS SOBRE GASES

No sólo el gas representa una posible amenaza: también el polvo puede ser explosivo. Entre los ejemplos de polvo explosivo se incluyen el poliestireno, el almidón y el hierro.



Datos de gases inflamables

Nombre común	Número CAS	Fórmula	Peso molecular	Punto de ebullición °C	Densidad relativa del vapor
Acetaldehído	75-07-0	CH ₃ CHO	44,05	20	1,52
Ácido acético	64-19-7	CH ₃ COOH	60,05	118	2,07
Anhídrido acético	108-24-7	(CH ₃ CO) ₂ O	102,09	140	3,52
Acetona	67-64-1	(CH ₃) ₂ CO	58,08	56	2,00
Acetonitrilo	75-05-8	CH ₃ CN	41,05	82	1,42
Cloruro de acetilo	75-36-5	CH ₃ COCl	78,5	51	2,70
Acetileno	74-86-2	CH=CH	26	-84	0,90
Fluoruro de acetilo	557-99-3	CH ₃ COF	62,04	20	2,14
Acrilaldehído	107-02-8	CH ₂ =CHCHO	56,06	53	1,93
Ácido acrílico	79-10-7	CH ₂ =CHCOOH	72,06	139	2,48
Acrlonitrilo	107-13-1	CH ₂ =CHCN	53,1	77	1,83
Cloruro de acrilolo	814-68-6	CH ₂ CHCOCl	90,51	72	3,12
Acetato alílico	591-87-7	CH ₂ =CHCH ₂ OOCCH ₃	100,12	103	3,45
Alcohol alílico	107-18-6	CH ₂ =CHCH ₂ CH ₂ OH	58,08	96	2,00
Cloruro alílico	107-05-1	CH ₂ =CHCH ₂ Cl	76,52	45	2,64
Amoníaco	7664-41-7	NH ₃	17	-33	0,59
Anilina	62-53-3	C ₆ H ₅ NH ₂	93,1	184	3,22
Benzaldeído	100-52-7	C ₆ H ₅ CHO	106,12	179	3,66
Benceno	71-43-2	C ₆ H ₆	78,1	80	2,70
1-Bromobutano	109-65-9	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ Br	137,02	102	4,72
Bromoetano	74-96-4	CH ₃ CH ₂ Br	108,97	38	3,75
1,3-butadieno	106-99-0	CH ₂ =CHCH=CH ₂	54,09	-4,5	1,87
Butano	106-97-8	C ₄ H ₁₀	58,1	-1	2,05
Isobutano	75-28-5	(CH ₃) ₂ CHCH ₃	58,12	-12	2,00
1-butanol	71-36-3	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ OH	74,12	116	2,55
Butanona	78-93-3	CH ₃ CH ₂ COCH ₃	72,1	80	2,48
1-buteno	106-98-9	CH ₂ =CHCH ₂ CH ₃	56,11	-6,3	1,95
2-buteno (isómero no indicado)	107-01-7	CH ₃ CH=CHCH ₃	56,11	1	1,94
Acetato de butilo	123-86-4	CH ₃ COOCH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₃	116,2	127	4,01
Acrilato de n-butilo	141-32-2	CH ₂ =CHCOOC ₄ H ₉	128,17	145	4,41
Butilamina	109-73-9	CH ₃ (CH ₂) ₃ NH ₂	73,14	78	2,52
Isobutilamina	78-81-9	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ NH ₂	73,14	64	2,52
Isobutilisobutirato	97-85-8	(CH ₃) ₂ CHCOOCH ₂ CH(CH ₃) ₂	144,21	145	4,93
Butilmetacrilato	97-88-1	CH ₂ =C(CH ₃)COO(CH ₂) ₃ CH ₃	142,2	160	4,90
Éter tert-metilbutílico	1634-04-4	CH ₃ OC(CH ₃) ₂	88,15	55	3,03
Propionato de butilo	590-01-2	C ₂ H ₅ COOC ₄ H ₉	130,18	145	4,48
Butiraldehído	123-72-8	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CHO	72,1	75	2,48
Isobutiraldehído	78-84-2	(CH ₃) ₂ CHCHO	72,11	63	2,48
Disulfuro de carbono	75-15-0	CS ₂	76,1	46	2,64
Monóxido de carbono	630-08-0	CO	28	-191	0,97
Sulfuro de carbonilo	463-58-1	COS	60,08	-50	2,07
Clorobenceno	108-90-7	C ₆ H ₅ Cl	112,6	132	3,88
1-Clorobutano	109-69-3	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ Cl	92,57	78	3,20
2-Clorobutano	78-86-4	CH ₃ CHClCH ₂ CH ₃	92,57	68	3,19
1-Cloro-2,3-epoxipropano	106-89-8	OCH ₂ CHCH ₂ Cl	92,52	115	3,30
Cloroetano	75-00-3	CH ₃ CH ₂ Cl	64,5	12	2,22
2-Cloroetanol	107-07-3	CH ₂ ClCH ₂ OH	80,51	129	2,78
Cloroetileno	75-01-4	CH ₂ =CHCl	62,3	-15	2,15
Clorometano	74-87-3	CH ₃ Cl	50,5	-24	1,78
1-Cloro-2-metilpropano	513-36-0	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ Cl	92,57	68	3,19
3-Cloro-2-metilpropeno	563-47-3	CH ₂ =C(CH ₃)CH ₂ Cl	90,55	71	3,12
5-Cloro-2-pentanona	5891-21-4	CH ₃ CO(CH ₂) ₃ Cl	120,58	71	4,16
1-Cloropropano	540-54-5	CH ₃ CH ₂ CH ₂ Cl	78,54	37	2,70
2-Cloropropano	75-29-6	(CH ₃) ₂ CHCl	78,54	47	2,70
Clorotrifluoroetileno	79-38-9	CF ₂ =CFCl	116,47	-28,4	4,01
Clorotolueno	100-44-7	C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	126,58		4,36

Referencias: BS EN 60079-20-1 (sustituye a 61779) Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases-Part 1 (Aparato eléctrico para la detección y medida de gases inflamables: Parte 1). General requirements and test methods (Requisitos generales y métodos de prueba). NIST Chemistry Web Book, edición de junio de 2005. Aldrich Handbook of Fine Chemicals and Laboratory Equipment 2003-2004.

Los datos pueden cambiar según el país y la fecha, consulte siempre las normativas locales actualizadas.

Nota: Si se indica "gas" debajo del Punto de inflamación (P.I. °C), significa que el compuesto siempre está en estado gaseoso y, por lo tanto, no tiene un P.I.

Límites inflamables

P.I. °C	LFL % v/v	UFL % v/v	LFL mg/L	UFL mg/L	T.I. °C
-38	4,00	60,00	74	1.108	204
40	4,00	17,00	100	428	464
49	2,00	10,30	85	428	334
<-20	2,50	13,00	80	316	535
2	3,00	16,00	51	275	523
-4	5,00	19,00	157	620	390
gas	2,30	100,00	24	1.092	305
<-17	5,60	19,90	142	505	434
-18	2,80	31,80	65	728	217
56	2,90		85		406
-5	2,80	28,00	64	620	480
-8	2,68	18,00	220	662	463
13	1,70	10,10	69	420	348
21	2,50	18,00	61	438	378
-32	2,90	11,20	92	357	390
gas	15,00	33,60	107	240	630
75	1,20	11,00	47	425	630
64	1,40		62		192
-11	1,20	8,60	39	280	560
13	2,50	6,60	143	380	265
<-20	6,70	11,30	306	517	511
gas	1,40	16,30	31	365	430
gas	1,40	9,30	33	225	372
gas	1,30	9,80	31	236	460
29	1,40	12,00	52	372	359
-9	1,50	13,40	45	402	404
gas	1,40	10,00	38	235	440
gas	1,60	10,00	40	228	325
22	1,20	8,50	58	408	370
38	1,20	9,90	63	425	268
-12	1,70	9,80	49	286	312
-20	1,47	10,80	44	330	374
34	0,80		47		424
53	1,00	6,80	58	395	289
-27	1,50	8,40	54	310	385
40	1,00	7,70	53	409	389
-16	1,80	12,50	54	378	191
-22	1,60	11,00	47	320	176
-30	0,60	60,00	19	1.900	95
gas	10,90	74,00	126	870	805
gas	6,50	28,50	100	700	209
28	1,30	11,00	60	520	637
-12	1,80	10,00	69	386	250
<-18	2,00	8,80	77	339	368
28	2,30	34,40	86	1.325	385
gas	3,60	15,40	95	413	510
55	4,90	16,00	160	540	425
gas	3,60	33,00	94	610	415
gas	7,60	19,00	160	410	625
<-14	2,00	8,80	75	340	416
-16	2,10		77		478
61	2,00		98		440
-32	2,40	11,10	78	365	520
<-20	2,80	10,70	92	350	590
gas	4,60	84,30	220	3.117	607
60	1,10		55		585



Datos de gases inflamables (continuación)

Nombre común	Número CAS	Fórmula	Peso molecular	Punto de ebullición °C	Densidad relativa del vapor
Cresoles (isómeros mixtos)	1319-77-3	CH ₃ C ₅ H ₄ OH	108,14	191	3,73
Aldehído crotónico	123-73-9	CH ₃ CH=CHCHO	70,09	102	2,41
Cumeno	98-82-8	C ₆ H ₅ CH(CH ₃) ₂	120,19	152	4,13
Ciclobutano	287-23-0	CH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₂	56,1	13	1,93
Cicloheptano	291-64-5	CH ₂ (CH ₂) ₅ CH ₂	98,19	118,5	3,39
Ciclohexano	110-82-7	CH ₂ (CH ₂) ₄ CH ₂	84,2	81	2,90
Ciclohexanol	108-93-0	CH ₂ (CH ₂) ₄ CHOH	100,16	161	3,45
Ciclohexanona	108-94-1	CH ₂ (CH ₂) ₄ CO	98,1	156	3,38
Ciclohexeno	110-83-8	CH ₂ (CH ₂) ₃ CH=CH	82,14	83	2,83
Ciclohexilamina	108-91-8	CH ₂ (CH ₂) ₄ CHNH ₂	99,17	134	3,42
Ciclopentano	287-92-3	CH ₂ (CH ₂) ₃ CH ₂	70,13	50	2,40
Ciclopenteno	142-29-0	CH=CHCH ₂ CH ₂ CH	68,12	44	2,30
Ciclopropano	75-19-4	CH ₂ CH ₂ CH ₂	42,1	-33	1,45
Ciclopropilmetilcetona	765-43-5	CH ₃ COCH ₂ CH ₂ CH ₂	84,12	114	2,90
p-cimeno	99-87-6	CH ₃ CH ₆ H ₄ CH(CH ₃) ₂	134,22	176	4,62
Decahidro-naftaleno trans	493-02-7	CH ₂ (CH ₂) ₃ CHCH(CH ₂) ₃ CH ₂	138,25	185	4,76
Decano (isómeros mixtos)	124-18-5	C ₁₀ H ₂₂	142,28	173	4,90
Dibutil éter	142-96-1	(CH ₃ (CH ₂) ₃) ₂ O	130,2	141	4,48
Diclorobencenos (isómero no indicado)	106-46-7	C ₆ H ₄ Cl ₂	147	179	5,07
Diclorodietil-silano	1719-53-5	(C ₂ H ₅) ₂ SiCl ₂	157,11	128	
1,1-Dicloroetano	75-34-3	CH ₃ CHCl ₂	99	57	3,42
1,2-Dicloroetano	107-06-2	CH ₂ ClCH ₂ Cl	99	84	3,42
Dicloroetileno	540-59-0	ClCH=CHCl	96,94	37	3,55
1,2-Dicloro-propano	78-87-5	CH ₃ CHClCH ₂ Cl	113	96	3,90
Diciclopentadieno	77-73-6	C ₁₀ H ₁₂	132,2	170	4,55
Dietilamina	109-89-7	(C ₂ H ₅) ₂ NH	73,14	55	2,53
Dietilcarbonato	105-58-8	(CH ₃ CH ₂ O) ₂ CO	118,13	126	4,07
Éter dietílico	60-29-7	(CH ₃ CH ₂) ₂ O	74,1	34	2,55
1,1-Difluoro-etileno	75-38-7	CH ₂ =CF ₂	64,03	-83	2,21
Diisobutilamina	110-96-3	((CH ₃) ₂ CHCH ₂) ₂ NH	129,24	137	4,45
Diisobutil carbinol	108-82-7	((CH ₃) ₂ CHCH ₂) ₂ CHOH	144,25	178	4,97
Diisopentil éter	544-01-4	(CH ₃) ₂ CH(CH ₂) ₂ O(CH ₂) ₂ CH(CH ₃) ₂	158,28	170	5,45
Diisopropilamina	108-18-9	((CH ₃) ₂ CH) ₂ NH	101,19	84	3,48
Diisopropil éter	108-20-3	((CH ₃) ₂ CH) ₂ O	102,17	69	3,52
Dimetilamina	124-40-3	(CH ₃) ₂ NH	45,08	7	1,55
Dimetoximetano	109-87-5	CH ₂ (OCH ₃) ₂	76,09	41	2,60
3-(Dimetilamino)propiononitrilo	1738-25-6	(CH ₃) ₂ NHCH ₂ CH ₂ CN	98,15	171	3,38
Dimetil éter	115-10-6	(CH ₃) ₂ O	46,1	-25	1,59
N,N-Dimetilformamida	68-12-2	HCON(CH ₃) ₂	73,1	152	2,51
3,4-Dimetil hexano	583-48-2	CH ₃ CH ₂ CH(CH ₃)CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	114,23	119	3,87
N,N-Dimetil hidracina	57-14-7	(CH ₃) ₂ NNH ₂	60,1	62	2,07
1,4-Dioxano	123-91-1	OCH ₂ CH ₂ OCH ₂ CH ₂	88,1	101	3,03
1,3-Dioxolano	646-06-0	OCH ₂ CH ₂ OCH ₂	74,08	74	2,55
Dipropilamina	142-84-7	(CH ₃ CH ₂ CH ₂) ₂ NH	101,19	105	3,48
Etano	74-84-0	CH ₃ CH ₃	30,1	-87	1,04
Etanotiol	75-08-1	CH ₃ CH ₂ SH	62,1	35	2,11
Etanol	64-17-5	CH ₃ CH ₂ OH	46,1	78	1,59
2-Etoxietanol	110-80-5	CH ₃ CH ₂ OCH ₂ CH ₂ OH	90,12	135	3,10
Acetato de 2-etoxietilo	111-15-9	CH ₃ COOCH ₂ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	132,16	156	4,72
Acetato de etilo	141-78-6	CH ₃ COOCH ₂ CH ₃	88,1	77	3,04
Acetoacetato de etilo	141-97-9	CH ₃ COCH ₂ COOCH ₂ CH ₃	130,14	181	4,50
Acrilato de etilo	140-88-5	CH ₂ =CHCOOCH ₂ CH ₃	100,1	100	3,45
Etilamina	75-04-7	C ₂ H ₅ NH ₂	45,08	16,6	1,50
Etilbenceno	100-41-4	CH ₂ CH ₃ C ₆ H ₅	106,2	135	3,66
Butirato de etilo	105-54-4	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOC ₂ H ₅	116,16	120	4,00
Etilciclobutano	4806-61-5	CH ₃ CH ₂ CHCH ₂ CH ₂ CH ₂	84,16		2,90
Etilciclohexano	1678-91-7	CH ₃ CH ₂ CH(CH ₂) ₄ CH ₂	112,2	131	3,87
Etilciclopentano	1640-89-7	CH ₃ CH ₂ CH(CH ₂) ₃ CH ₂	98,2	103	3,40
Etileno	74-85-1	CH ₂ =CH ₂	28,1	-104	0,97

Límites inflamables

P.I. °C	LFL % v/v	UFL % v/v	LFL mg/L	UFL mg/L	T.I. °C
81	1,10		50		555
13	2,10	16,00	82	470	280
31	0,80	6,50	40	328	424
gas	1,80		42		
<10	1,10	6,70	44	275	
-18	1,00	8,00	35	290	259
61	1,20	11,10	50	460	300
43	1,30	8,40	53	386	419
-17	1,10	8,30	37		244
32	1,10	9,40	47	372	293
-37	1,40		41		320
<-22	1,48		41		309
gas	2,40	10,40	42	183	498
15	1,70		58		452
47	0,70	5,60	39	366	436
54	0,70	4,90	40	284	288
46	0,70	5,60	41	332	201
25	0,90	8,50	48	460	198
86	2,20	9,20	134	564	648
24	3,40		223		
-10	5,60	16,00	230	660	440
13	6,20	16,00	255	654	438
-10	9,70	12,80	391	516	440
15	3,40	14,50	160	682	557
36	0,80		43		455
-23	1,70	10,00	50	306	312
24	1,40	11,70	69	570	450
-45	1,70	36,00	60	1.118	160
gas	3,90	25,10	102	665	380
26	0,80	3,60	42	190	256
75	0,70	6,10	42	370	290
44	1,27		104		185
-20	1,20	8,50	49	358	285
-28	1,00	21,00	45	900	405
gas	2,80	14,40	53	272	400
-21	2,20	19,90	71	630	247
50	1,57		62		317
gas	2,70	32,00	51	610	240
58	1,80	16,00	55	500	440
2	0,80	6,50	38	310	305
-18	2,40	20	60	490	240
11	1,40	22,50	51	813	379
-5	2,30	30,50	70	935	245
4	1,20	9,10	50	376	280
gas	2,50	15,50	31	194	515
<-20	2,80	18,00	73	466	295
12	3,10	19,00	59	359	363
40	1,70	15,70	68	593	235
47	1,20	12,70	65	642	380
-4	2,00	2,80	73	470	460
65	1,00	9,50	54	519	350
9	1,40	14,00	59	588	350
<-20	3,50	14,00	49	260	425
23	0,80	7,80	44	340	431
21	1,40		66		435
<-16	1,20	7,70	42	272	212
<24	0,80	6,60	42	310	238
<5	1,05	6,80	42	280	262
	2,30	36,00	26	423	425

Honeywell

IGNITION OF HAZARDOUS
 DISCONNECT CIRCUITS
 POWER. KEEP COVER TIGHT
 CIRCUITS ARE ENERGIZED

Power

Fault



XNX



Universal Transmitter

Honeywell

Datos de gases inflamables (continuación)

Nombre común	Número CAS	Fórmula	Peso molecular	Punto de ebullición °C	Densidad relativa del vapor
Etilendiamina	107-15-3	NH ₂ CH ₂ CH ₂ NH ₂	60,1	118	2,07
Óxido de etileno	75-21-8	CH ₂ CH ₂ O	44	11	1,52
Formato de etilo	109-94-4	HCOOCH ₂ CH ₃	74,08	52	2,65
Isobutirato de etilo	97-62-1	(CH ₃) ₂ CHCOOC ₂ H ₅	116,16	112	4,00
Metacrilato de etilo	97-63-2	CH ₂ =CCH ₃ COOCH ₂ CH ₃	114,14	118	3,90
Éter etilmetílico	540-67-0	CH ₃ OCH ₂ CH ₃	60,1	8	2,10
Nitrito de etilo	109-95-5	CH ₃ CH ₂ ONO	75,07		2,60
Formaldehído	50-00-0	HCHO	30	-19	1,03
Ácido fórmico	64-18-6	HCOOH	46,03	101	1,60
2-Furaldehído	98-01-1	OCH=CHCH=CHCHO	96,08	162	3,30
Furano	110-00-9	CH=CHCH=CHO	68,07	32	2,30
Alcohol furfúrico	98-00-0	OC(CH ₂ OH)CHCHCH	98,1	170	3,38
1,2,3-Trimetilbenceno	526-73-8	CHCHCHC(CH ₃)C(CH ₃)C(CH ₃)	120,19	175	4,15
Heptano (isómeros mixtos)	142-82-5	C ₇ H ₁₆	100,2	98	3,46
Hexano (isómeros mixtos)	110-54-3	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	86,2	69	2,97
1-Hexanol	111-27-3	C ₆ H ₁₃ OH	102,17	156	3,50
2-Hexanona	591-78-6	CH ₃ CO(CH ₂) ₃ CH ₃	100,16	127	3,46
Hidrógeno	1333-74-0	H ₂	2	-253	0,07
Ácido cianhídrico	74-90-8	HCN	27	26	0,90
Sulfuro de hidrógeno	7783-06-4	H ₂ S	34,1	-60	1,19
4-hidroxi-4-metil-2-pentanona	123-42-2	CH ₃ COCH ₂ C(CH ₃) ₂ OH	116,16	166	4,00
Queroseno	8008-20-6			150	
1,3,5-Trimetilbenceno	108-67-8	CHC(CH ₃)CHC(CH ₃)CHC(CH ₃)	120,19	163	4,15
Cloruro de metacrilóilo	920-46-7	CH ₂ CCH ₃ COCl	104,53	95	3,60
Metano (grisú)	74-82-8	CH ₄	16	-161	0,55
Metanol	67-56-1	CH ₃ OH	32	65	1,11
Metanotiol	74-93-1	CH ₃ SH	48,11	6	1,60
2-Metoxietanol	109-86-4	CH ₃ OCH ₂ CH ₂ OH	76,1	124	2,63
Acetato de metilo	79-20-9	CH ₃ COOCH ₃	74,1	57	2,56
Acetoacetato de metilo	105-45-3	CH ₃ COOCH ₂ COCH ₃	116,12	169	4,00
Acrilato de metilo	96-33-3	CH ₂ =CHCOOCH ₃	86,1	80	3,00
Metilamina	74-89-5	CH ₃ NH ₂	31,1	-6	1,00
2-Metilbutano	78-78-4	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₃	72,15	30	2,50
2-Metil-2-butanol	75-85-4	CH ₃ CH ₂ C(OH)(CH ₃) ₂	88,15	102	3,03
3-Metil-1-butanol	123-51-3	(CH ₃) ₂ CH(CH ₂) ₂ OH	88,15	130	3,03
2-metil-2-buteno	513-35-9	(CH ₃) ₂ C=CHCH ₃	70,13	35	2,40
Cloroformiato de metilo	79-22-1	CH ₃ OOCCl	94,5	70	3,30
Metilciclohexano	108-87-2	CH ₃ CH(CH ₂) ₄ CH ₂	98,2	101	3,38
Metil ciclopentadienos (isómero no indicado)	26519-91-5	C ₆ H ₆	80,13		2,76
Metilciclopentano	96-37-7	CH ₃ CH(CH ₂) ₃ CH ₂	84,16	72	2,90
Metilenciclobutano	1120-56-5	C(=CH ₂)CH ₂ CH ₂ CH ₂	68,12		2,35
2-metil-1-buten-3-ino	78-80-8	HC=CC(CH ₃)CH ₂	66,1	32	2,28
Formato de metilo	107-31-3	HCOOCH ₃	60,05	32	2,07
2-Metilfurano	534-22-5	OC(CH ₃)CHCHCH	82,1	63	2,83
Metilsocianato	624-83-9	CH ₃ NCO	57,05	37	1,98
Metacrilato de metilo	80-62-6	CH ₃ =CCH ₃ COOCH ₃	100,12	100	3,45
4-Metil-2-pentanol	108-11-2	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CHOHCH ₃	102,17	132	3,50
4-Metil-2-pentanona	108-10-1	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ COCH ₃	100,16	117	3,45
2-Metil-2-pentalenal	623-36-9	CH ₃ CH ₂ CHC(CH ₃)COH	98,14	137	3,78
4-metil-3-penten-2-ona	141-79-7	(CH ₃) ₂ (CCHCOCH) ₃	98,14	129	3,78
2-metil-1-propanol	78-83-1	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH	74,12	108	2,55
2-Metil-1-propeno	115-11-7	(CH ₃) ₂ C=CH ₂	56,11	-6,9	1,93
2-Metilpiridina	109-06-8	NCH(CH ₃)CHCHCHCH	93,13	128	3,21
3-Metilpiridina	108-99-6	NCHCH(CH ₃)CHCHCH	93,13	144	3,21
4-Metilpiridina	108-89-4	NCHCHCH(CH ₃)CHCH	93,13	145	3,21
α-Metilestireno	98-83-9	C ₆ H ₅ C(CH ₃)=CH ₂	118,18	165	4,08
2-metil-2-metoxibutano	994-05-8	(CH ₃) ₂ C(OCH ₃)CH ₂ CH ₃	102,17	85	3,50
2-Metiltiofeno	554-14-3	SC(CH ₃)CHCHCH	98,17	113	3,40
Morfolina	110-91-8	OCH ₂ CH ₂ NHCH ₂ CH ₂	87,12	129	3,00

Límites inflamables

P.I. °C	LFL % v/v	UFL % v/v	LFL mg/L	UFL mg/L	T.I. °C
34	2,50	18,00	64	396	403
<-18	2,60	100,00	47	1.848	435
-20	2,70	16,50	87	497	440
10	1,60		75		438
20	1,50		70		
gas	2,00	10,10	50	255	190
-35	3,00	50,00	94	1.555	95
60	7,00	73,00	88	920	424
42	18,00	57,00	190	1.049	520
60	2,10	19,30	85	768	316
<-20	2,30	14,30	66	408	390
61	1,80	16,30	70	670	370
51	0,80	7,00			470
-4	0,85	6,70	35	281	215
-21	1,00	8,90	35	319	233
63	1,10		47		293
23	1,20	9,40	50	392	533
gas	4,00	77,00	3,4	63	560
<-20	5,40	46,00	60	520	538
gas	4,00	45,50	57	650	270
58	1,80	6,90	88	336	680
38	0,70	5,00			210
44	0,80	7,30	40	365	499
17	2,50		106		510
<-188	4,40	17,00	29	113	537
11	6,00	36,00	73	665	386
4,10	4,10	21,00	80	420	
39	1,80	20,60	76	650	285
-10	3,10	16,00	95	475	502
62	1,30	14,20	62	685	280
-3	1,95	16,30	71	581	415
gas	4,20	20,70	55	270	430
-56	1,30	8,30	38	242	420
16	1,40	10,20	50	374	392
42	1,30	10,50	47	385	339
-53	1,30	6,60	37	189	290
10	7,50	26	293	1.020	475
-4	1,00	6,70	41	275	258
<-18	1,30	7,60	43	249	432
<-10	1,00	8,40	35	296	258
<0	1,25	8,60	35	239	352
-54	1,40		38		272
-20	5,00	23,00	125	580	450
<-16	1,40	9,70	47	325	318
-7	5,30	26,00	123	605	517
10	1,70	12,50	71	520	430
37	1,14	5,50	47	235	334
16	1,20	8,00	50	336	475
30	1,46		58		206
24	1,60	7,20	64	289	306
28	1,40	11,00	43	340	408
gas	1,60	10	37	235	483
27	1,20		45		533
43	1,40	8,10	53	308	537
43	1,10	7,80	42	296	534
40	0,80	11,00	44	330	445
<-14	1,50		62		345
-1	1,30	6,50	52	261	433
31	1,40	15,20	65	550	230



Datos de gases inflamables (continuación)

Nombre común	Número CAS	Fórmula	Peso molecular	Punto de ebullición °C	Densidad relativa del vapor
Nafta				35	2,50
Naftaleno	91-20-3	C ₁₀ H ₈	128,17	218	4,42
Nitrobenzeno	98-95-3	CH ₃ CH ₂ NO ₂	123,1	211	4,25
Nitroetano	79-24-3	C ₂ H ₅ NO ₂	75,07	114	2,58
Nitrometano	75-52-5	CH ₃ NO ₂	61,04	102,2	2,11
1-Nitropropano	108-03-2	CH ₃ CH ₂ CH ₂ NO ₂	89,09	131	3,10
Nonano	111-84-2	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₂	128,3	151	4,43
Octano	111-65-9	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃	114,2	126	3,93
1-Octanol	111-87-5	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₂ OH	130,23	196	4,50
Penta-1,3-dieno	504-60-9	CH ₂ =CH-CH=CH-CH ₃	68,12	42	2,34
Pentanos (isómeros mixtos)	109-66-0	C ₅ H ₁₂	72,2	36	2,48
Pentano-2,4-diona	123-54-6	CH ₃ COCH ₂ COCH ₃	100,1	140	3,50
1-Pentanol	71-41-0	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ OH	88,15	136	3,03
3-pentanona	96-22-0	(CH ₃ CH ₂) ₂ CO	86,13	101,5	3,00
Acetato de pentilo	628-63-7	CH ₃ COO-(CH ₂) ₄ -CH ₃	130,18	147	4,48
Petróleo					2,80
Fenol	108-95-2	C ₆ H ₅ OH	94,11	182	3,24
Propano	74-98-6	CH ₃ CH ₂ CH ₃	44,1	-42	1,56
1-propanol	71-23-8	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	60,1	97	2,07
2-propanol	67-63-0	(CH ₃) ₂ CHOH	60,1	83	2,07
Propeno	115-07-1	CH ₂ =CHCH ₃	42,1	-48	
Ácido propiónico	79-09-4	CH ₃ CH ₂ COOH	74,08	141	2,55
Aldehído propiónico	123-38-6	C ₂ H ₅ CHO	58,08	46	2,00
Acetato de propilo	109-60-4	CH ₃ COOCH ₂ CH ₂ CH ₃	102,13	102	3,60
Acetato de isopropilo	108-21-4	CH ₃ COOCH(CH ₃) ₂	102,13	85	3,51
Propilamina	107-10-8	CH ₃ (CH ₂) ₂ NH ₂	59,11	48	2,04
Isopropilamina	75-31-0	(CH ₃) ₂ CHNH ₂	59,11	33	2,03
Cloroacetato de isopropilo	105-48-6	ClCH ₂ COOCH(CH ₃) ₂	136,58	149	4,71
2-Isopropil-5-metil-2-hexenal	35158-25-9	(CH ₃) ₂ CH-C(CHO)CHCH ₂ CH(CH ₃) ₂	154,25	189	5,31
Nitrato de isopropilo	1712-64-7	(CH ₃) ₂ CHONO ₂	105,09	101	
Propino	74-99-7	CH ₃ C≡CH	40,06	-23,2	1,38
Prop-2-in-1-ol	107-19-7	HC≡CCH ₂ OH	56,06	114	1,89
Piridina	110-86-1	C ₅ H ₅ N	79,1	115	2,73
Estireno	100-42-5	C ₆ H ₅ CH=CH ₂	104,2	145	3,60
Tetrafluoroetileno	116-14-3	CF ₂ =CF ₂	100,02		3,40
2,2,3,3-Tetrafluoro-propil acrilato	7383-71-3	CH ₂ =CHCOOCH ₂ CF ₂ CF ₂ H	186,1	132	6,41
2,2,3,3-Tetrafluoro-propil metacrilato	45102-52-1	CH ₂ =C(CH ₃)COOCH ₂ CF ₂ CF ₂ H	200,13	124	6,90
Tetrahidrofurano	109-99-9	CH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₂ O	72,1	64	2,49
Alcohol tetrahidrofurfurílico	97-99-4	OCH ₂ CH ₂ CH ₂ CHCH ₂ OH	102,13	178	3,52
Tetrahidrotiofeno	110-01-0	CH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₂ S	88,17	119	3,04
N,N,N',N'-Tetrametilmetanodiamina	51-80-9	(CH ₃) ₂ NCH ₂ N(CH ₃) ₂	102,18	85	3,50
Tiofeno	110-02-1	CH=CHCH=CHS	84,14	84	2,90
Tolueno	108-88-3	C ₆ H ₅ CH ₃	92,1	111	3,20
Trietilamina	121-44-8	(CH ₃ CH ₂) ₃ N	101,2	89	3,50
1,1,1-Trifluoro-etano	420-46-2	CF ₃ CH ₃	84,04		2,90
2,2,2-Trifluoro-etanol	75-89-8	CF ₃ CH ₂ OH	100,04	77	3,45
Trifluoroetileno	359-11-5	CF ₂ =CFH	82,02		2,83
3,3,3-Trifluoro-prop-1-eno	677-21-4	CF ₃ CH=CH ₂	96,05	-16	3,31
Trimetilamina	75-50-3	(CH ₃) ₃ N	59,1	3	2,04
2,2,4-Trimetil-pentano	540-84-1	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ C(CH ₃) ₃	114,23	98	3,90
2,4,6-Trimetil-1,3,5-trioxano	123-63-7	OCH(CH ₃)OCH(CH ₃)OCH(CH ₃)	132,16	123	4,56
1,3,5-Trioxano	110-88-3	OCH ₂ OCH ₂ OCH ₂	90,1	115	3,11
Trementina		C ₁₀ H ₁₆		149	
Isovaleraldehído	590-86-3	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CHO	86,13	90	2,97
Acetato de vinilo	108-05-4	CH ₃ COOCH=CH ₂	86,09	72	3,00
Ciclohexenos de vinilo (isómero no indicado)	100-40-3	CH ₂ CHC ₆ H ₉	108,18	126	3,72
Cloruro de vinilideno	75-35-4	CH ₂ =CCl ₂	96,94	30	3,40
2-Vinilpiridina	100-69-6	NC(CH ₂ =CH)CHCHCHCH	105,14	79	3,62
4-Vinilpiridina	100-43-6	NCHCHC(CH ₂ =CH)CHCH	105,14	62	3,62
Xilenos	1330-20-7	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	106,2	144	3,66

Límites inflamables

P.I. °C	LFL % v/v	UFL % v/v	LFL mg/L	UFL mg/L	T.I. °C
<-18	0,90	6,00			290
77	0,60	5,90	29	317	528
88	1,40	40,00	72	2,067	480
27	3,40		107		410
36	7,30	63,00	187	1,613	415
36	2,20		82		420
30	0,70	5,60	37	301	205
13	0,80	6,50	38	311	206
81	0,90	7,00	49	385	270
<-31	1,20	9,40	35	261	361
-40	1,40	7,80	42	261	258
34	1,70		71		340
38	1,06	10,50	36	385	298
12	1,60		58		445
25	1,00	7,10	55	387	360
<-20	1,20	8,00			560
75	1,30	9,50	50	370	595
gas	1,70	10,90	31	200	470
22	2,10	17,50	52	353	405
12	2,00	12,70	50	320	425
gas	2,00	11,10	35	194	455
52	2,10	12,00	64	370	435
<-26	2,00		47		188
10	1,70	8,00	70	343	430
4	1,70	8,10	75	340	467
-37	2,00	10,40	49	258	318
<-24	2,30	8,60	55	208	340
42	1,60		89		426
41	3,05		192		188
11	2,00	100,00	75	3.738	175
gas	1,70	16,8	28	280	340
33	2,40		55		346
17	1,70	12,40	56	398	550
30	1,00	8,00	42	350	490
gas	10,00	59,00	420	2.245	255
45	2,40		182		357
46	1,90		155		389
-20	1,50	12,40	46	370	224
70	1,50	9,70	64	416	280
13	1,00	12,30	42	450	200
<-13	1,61		67		180
-9	1,50	12,50	50	420	395
4	1,10	7,80	39	300	535
-7	1,20	8,00	51	339	
	6,80	17,60	234	605	714
30	8,40	28,80	350	1.195	463
	27,00	502	904	319	
	4,70		184		490
gas	2,00	12,00	50	297	190
-12	0,70	6,00	34	284	411
27	1,30		72		235
45	3,20	29,00	121	1.096	410
35	0,80				254
-12	1,30	13,00	60		207
-8	2,60	13,40	93	478	425
15	0,80		35		257
-18	6,50	16,00	260	645	440
35	1,20		51		482
43	1,10		47		501
30	1,00	7,60	44	335	464



6

Peligros por gas tóxico

1 MILLÓN DE BOLAS

Algunos gases son venenosos y pueden ser peligrosos para la vida en concentraciones muy bajas. Algunos gases tóxicos tienen fuertes olores, como el característico olor a "huevos podridos" del sulfuro de hidrógeno (H₂S). Las medidas más usadas para la concentración de gases tóxicos son las partes por millón (ppm) y las partes por billón (ppb) Por ejemplo, 1 ppm sería el equivalente a una habitación llena con 1 millón de pelotas y que una de esas pelotas fuese roja. La pelota roja representaría 1 ppm.

Mueren más personas por la exposición a gases tóxicos que por explosiones provocadas por la ignición de gas inflamable.

Hay que destacar que existe un gran número de gases que son combustibles y tóxicos al mismo tiempo, de tal forma que incluso los detectores de gases tóxicos tienen que llevar a veces la certificación de zona peligrosa. La razón principal para tratar los gases inflamables y

tóxicos de forma separada es que los riesgos y las normativas implicadas y los tipos de sensores requeridos son diferentes.

Con sustancias tóxicas, además de los problemas medioambientales evidentes, la principal preocupación es el efecto de la exposición en los trabajadores incluso a bajas concentraciones, que pueden inhalarlas, ingerirlas o absorberlas a través de la piel. Como los efectos adversos se suelen deber a una exposición prolongada y a largo plazo, es importante no sólo medir la concentración de gas, sino además el tiempo total de exposición. Hay incluso algunos casos conocidos de sinergia en la que las sustancias pueden interactuar y producir

un efecto mucho peor al actuar conjuntamente que el efecto de cada una por separado.

La preocupación por las concentraciones de sustancias tóxicas en el lugar de trabajo se centra tanto en compuestos orgánicos como inorgánicos, incluidos los efectos que pueden tener sobre la salud y la seguridad de los empleados, la posible contaminación de un producto final fabricado (o el equipo usado en su fabricación), y también la consiguiente interrupción de las actividades normales de trabajo. ■

Lugar de trabajo Exposición Límites

Los términos "límites de exposición en el lugar de trabajo" o "supervisión de peligros laborales" se usan generalmente para cubrir la zona de la supervisión de la salud industrial asociada con la exposición de los empleados a condiciones peligrosas de gases, polvo, ruido, etc. En otras palabras, el objetivo es asegurar que los niveles en el lugar de trabajo estén por debajo de los límites reglamentarios.

1 BOLA
ROJA

100% V/V = 1.000.000 ppm
1% V/V = 10.000 ppm

EJEMPLO

100% LIE, amoníaco = 15% V/V
50% LIE, amoníaco = 7,5% V/V
50% LIE, amoníaco = 75.000 ppm

Este tema cubre tanto las inspecciones de zonas (elaboración de perfiles de exposiciones potenciales) como la supervisión del personal, en la que un trabajador lleva instrumentos y se lleva a cabo un muestreo lo más cercano posible a la zona de inhalación. Esto asegura que el nivel de contaminación medido es realmente representativo del inhalado por el trabajador.

Hay que destacar que tanto la supervisión del personal como la supervisión del lugar de trabajo deben considerarse partes importantes de un plan de seguridad global e integrado. Sólo pretenden proporcionar la información necesaria sobre las condiciones tal y como se encuentran en la atmósfera. Esto permite llevar a cabo la acción necesaria para cumplir con las pertinentes normativas industriales y las medidas de seguridad.

Sea cual sea el método adoptado, es importante tener en cuenta la naturaleza de la toxicidad de todos los gases implicados. Por ejemplo, cualquier instrumento que mida sólo una media de concentración ponderada en el tiempo, o un instrumento que obtenga una muestra para análisis de laboratorio posteriores, no protegerá a un trabajador contra una exposición corta a una dosis letal o a una sustancia altamente tóxica. Por otra parte, podría ser perfectamente normal exceder brevemente los niveles medios límite de la exposición a largo plazo (LTEL) en algunas zonas de una planta, y no tiene porqué ser indicado como una situación de alarma. Por lo tanto, el sistema de instrumentos óptimo debe poder supervisar niveles de exposición tanto a corto como a largo plazo, así como niveles de alarma instantánea. ■

Límites de exposición tóxica

Límites de exposición profesionales europeos

DATOS SOBRE GASES

El hidrógeno es el gas más ligero, abundante y explosivo de la tierra.

Las autoridades nacionales y otras instituciones nacionales competentes determinan los valores límite ambientales o de exposición profesional (VLA), así como los límites para las concentraciones de compuestos peligrosos en el aire del lugar de trabajo. Los VLA para sustancias peligrosas representan una herramienta importante para evaluar y gestionar el riesgo, y una información valiosa para la seguridad profesional y las actividades para la salud en lo que se refiere a sustancias peligrosas.

Los VLA se pueden aplicar tanto a productos de mercado y a residuos como a subproductos de procesos de producción. Los límites protegen a los trabajadores frente a los efectos sobre la salud, pero no tratan temas de seguridad como el riesgo de explosión. Como los límites cambian frecuentemente y pueden variar según el país, debería consultar a las autoridades nacionales pertinentes para asegurarse de que dispone de la información más actualizada.

Los límites de exposición profesional en el Reino Unido dependen de la normativa de control de sustancias peligrosas para la salud (COSHH). La normativa COSHH exige al empresario que asegure que el empleado no estará expuesto a sustancias peligrosas para la salud o, si no es posible, al menos lo controle adecuadamente.

A partir del 6 de abril de 2005, la normativa introdujo un nuevo sistema simplificado de límite de exposición profesional. Los requisitos existentes para cumplir con unas buenas prácticas se consolidaron con la presentación de ocho principios en la normativa corregida de control de sustancias peligrosas (COSHH) para la salud de 2004.

Los límites máximos de exposición (MEL) y las normas de exposición profesionales (OES) se reemplazaron por un solo tipo de límite, el límite de exposición en el lugar de trabajo (VLA). Todos los MEL y la mayoría de OES se están transfiriendo al nuevo sistema como VLA, y mantendrán sus valores numéricos anteriores. Se eliminaron los OES de alrededor de 100 sustancias, ya que éstas están ahora prohibidas, apenas se usan o hay pruebas de que producen efectos perjudiciales para la salud cercanos al antiguo valor mínimo. La lista de los límites de exposición se conoce como EH40 y se puede consultar en la Health and Safety Executive del Reino Unido. Todos los VLA aplicables en el Reino Unido son valores límite del aire. La concentración máxima admisible o aceptable varía de una sustancia a otra según su toxicidad. Las horas de exposición se miden durante un

período de ocho horas (período de la media ponderada en el tiempo (TWA) de 8 horas) y 15 minutos (STEL, límite de exposición de corto plazo). Para algunas sustancias, una breve exposición se considera tan crítica que se les han asignado sólo un STEL, que no se debe exceder ni siquiera por un breve período de tiempo. La capacidad de penetración en la piel se anota en la lista VLA con la

observación "piel". Su potencial para provocar cáncer, toxicidad para la reproducción, irritabilidad y sensibilidad son aspectos que se tienen en cuenta al preparar una propuesta para un VLA según el conocimiento científico actual. ■



Efectos de la exposición al monóxido de carbono



Límites de exposición profesionales de EE. UU.

Los sistemas de seguridad profesional en los Estados Unidos varían de un estado a otro. La información que se da aquí es de 3 proveedores muy importantes de los VLA en EE.UU. - ACGIH, OSHA, y NIOSH.

La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) publica las concentraciones máximas permitidas (MAC), que después pasaron a denominarse "valores límite umbral" (TLV).

Los valores límite umbral se definen como una exposición límite "a la que se piensa que se pueden exponer todos los trabajadores día tras día durante la vida laboral sin ningún efecto sobre la salud". La ACGIH es una organización profesional de higienistas profesionales de universidades o instituciones gubernamentales. Los higienistas profesionales de la industria privada se pueden unir como miembros asociados. Una vez al año, los diferentes comités proponen nuevos límites umbral o guías para la buena práctica laboral. La lista de TLV incluye más de 700 sustancias químicas y agentes físicos, así como docenas de índices de exposición biológicos para sustancias químicas concretas.

La ACGIH define diferentes tipos de TLV, como:

TLV-TWA (Valor límite umbral - Media ponderada en el tiempo): la concentración media ponderada en el tiempo para una jornada de trabajo convencional de 8 horas y una semana de 40 horas, a la que se piensa que casi todos los trabajadores se pueden exponer repetidamente, día tras día, sin efectos perjudiciales.

TLV-STEL (Valor límite umbral - Límite de exposición a corto plazo): la concentración a la que se piensa que los trabajadores se pueden exponer de forma prolongada durante un periodo de tiempo breve sin sufrir irritaciones, daño crónicos o irreversibles de tejidos o narcosis. El STEL se define como una exposición TWA de 15 minutos, que no se debe superar en ningún momento durante la jornada laboral.

TLV-C (Valor límite umbral - Ceiling (valor máximo)): la concentración que no se debe superar en ningún momento de la exposición durante el trabajo.



Tabla de comparación de los límites de exposición profesionales

ACGIM	OSHA	NIOSH	EH40	Significado
Valores límite umbral (TLV)	Límites de exposición permisibles (PEL)	Niveles de exposición recomendados (REL)	Límites de exposición en el lugar de trabajo (VLA)	Definición de límite
TLV-TWA	TWA	TWA	TWA	Límite de la exposición a largo plazo (período de referencia TWA de 8 horas)
TLV-STEL	STEL	STEL	STEL	Límite de exposición a corto plazo (período de exposición de 15 minutos)
TLV-C	Ceiling	Ceiling	-	Concentración que no se debe superar en ningún momento de la exposición durante el trabajo
Límite de rebasamiento	Límite de rebasamiento	-	-	Límite si no se indica STEL
-	BEI	BEI	-	índices de exposición biológica



Existe una recomendación de límite de rebasamiento general que se aplica a los TLV-TWA que no tengan ningún STEL. Los valores de rebasamiento o excursiones en los niveles de exposición de los trabajadores pueden exceder 3 veces el TLV-TWA en no más de 30 minutos durante la jornada laboral, y bajo ningún concepto deben exceder 5 veces el TLV-TWA.

Los TLV de la ACGIH no tienen poder legal en los EE. UU., son sólo recomendaciones. La OSHA define los límites reguladores. De todas formas, los TLV de la ACGIH y los documentos con criterios son una base muy común para definir los TLV en los EE. UU. y en otros muchos países. Los límites de exposición de la ACGIH ofrecen en muchos casos más protectores que los de la OSHA. Muchas empresas de los EE.UU. usan los niveles actuales de la ACGIH u otros límites internos más protectores.

La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) del Departamento de Trabajo de los EE. UU. publica los límites de exposición permisibles (PEL). Los valores PEL son límites reguladores de la cantidad o concentración de una sustancia en el aire, y son de obligado cumplimiento. El conjunto inicial de límites de 1971 se basaba en los TLV de la ACGIH. La OSHA tiene actualmente alrededor de 500 PEL para varios tipos de sustancias químicas (aproximadamente 300), muchas de las cuales son de uso frecuente en entornos industriales. Los PEL existentes se encuentran en un documento llamado "29 CFR 29.1000", el estándar de contaminantes del aire. La OSHA utiliza de una forma parecida a la de la ACGIH los siguientes tipos de VLA: TWA, niveles de acción, límites para valores máximos, STEL, límites de rebasamiento y en algunos casos índices de exposición biológica (BEI).

El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) tiene la responsabilidad legal de recomendar niveles de exposición que protejan a los trabajadores. El NIOSH ha identificado los niveles de exposición recomendados (REL) para unas 700 sustancias peligrosas. Estos límites no tienen fuerza legal. El NIOSH recomienda sus límites mediante documentos de criterios a OSHA y otras instituciones para establecer VLA. Los tipos de REL son TWA, STEL, Ceiling (valor máximo) y BEI. Las recomendaciones y los criterios se publican en varios tipos de documentos diferentes, como boletines inteligentes actuales (CIB), alertas, revisiones de peligros especiales, valores de peligros profesionales y directrices técnicas. ■

Datos de gases tóxicos

Los gases tóxicos que se muestran a continuación se pueden detectar empleando el equipo suministrado por Honeywell Gas Detection. Los datos de gas se suministran donde se conocen.

Puesto que el producto está en fase de desarrollo, póngase en contacto con Honeywell Analytics si no aparece el gas que necesita.

Los datos podrán cambiar según el país y la fecha; consulte siempre las normativas locales actualizadas.

Nombre común	Número CAS	Fórmula
Amoniaco	7664-41-7	NH ₃
Arsina	7784-42-1	AsH ₃
Tricloruro de boro	10294-34-5	BCl ₃
Trifluoruro de boro	7637-07-2	BF ₃
Bromo	7726-95-6	Br ₂
Monóxido de carbono	630-08-0	CO
Cloro	7782-50-5	Cl ₂
Dióxido de cloro	10049-04-4	ClO ₂
Diisocianato de 1,4-ciclohexano		CHDI
Diborano	19287-45-7	B ₂ H ₆
Diclorosilano (DCS)	4109-96-0	H ₂ Cl ₂ Si
Dimetil amina (DMA)	124-40-3	C ₂ H ₇ N
Dimetilhidracina (UDMH)	57-14-7	C ₂ H ₈ N ₂
Disilano	1590-87-0	Si ₂ H ₆
Óxido de etileno	75-21-8	C ₂ H ₄ O
Flúor	7782-41-4	F ₂
Germanio	7782-65-2	GeH ₄
Diisocianato de hexametileno (HDI)	822-06-0	C ₆ H ₁₂ N ₂ O ₂
Hidracina	302-01-2	N ₂ H ₄
Hidrógeno	1333-74-0	H ₂
Bromuro de hidrógeno	10035-10-6	HBr
Cloruro de hidrógeno	7647-01-0	HCl
Cianuro de hidrógeno	74-90-8	HCN
Fluoruro de hidrógeno	7664-39-3	HF
Yoduro de hidrógeno	10034-85-2	HI
Peróxido de hidrógeno	7722-84-1	H ₂ O ₂
Seleniuro de hidrógeno	7783-07-5	H ₂ Se
Sulfuro de hidrógeno	7783-06-4	H ₂ S
Isocianato de metilen bisfenilo hidrogenado (HMDI)		
Metacriloil-oxietil-isocianato (IEM)		C ₇ H ₉ NO ₃
Diisocianato de isofoforona (IPDI)		C ₁₂ H ₁₈ N ₂ O ₂
Fluoruro de metilo (R41)	593-53-3	CH ₃ F
Isocianato de metilen bisfenilo (MDI)	101-68-8	C ₁₅ H ₁₀ N ₂ O ₂
Isocianato de metilen bisfenilo -2 (MDI-2)	101-68-8	C ₁₅ H ₁₀ N ₂ O ₂
Metilendianilina (MDA)	101-77-9	C ₁₃ H ₁₄ N ₂
Monometil hidracina (MMH)	60-34-4	CH ₆ N ₂
Diisocianato de naftaleno (NDI)	3173-72-6	C ₁₂ H ₆ N ₂ O ₂
Ácido nítrico	7697-37-2	HNO ₃

Límite de exposición en el lugar de trabajo (VLA) de EH40				Límites de exposición permisibles (PEL) de OSHA	
Límite de la exposición a largo plazo (período de referencia TWA de 8 horas)		Límite de exposición a corto plazo (período de referencia de 15 minutos)		Límite de la exposición a largo plazo (período de referencia TWA de 8 horas)	
ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
25	18	35	25	50	35
0,05	0,16			0,05	0,2
				1 (ceiling)	3 (ceiling)
0,1	0,66	0,2	1,3	0,1	0,7
30	35	200	232	50	55
		0,5	1,5	1 (ceiling)	3 (ceiling)
0,1	0,28	0,3	0,84	0,1	0,3
				0,1	0,1
2	3,8	6	11	10	18
5	9,2			1,5	
1	1,6	1	1,6	0,1	0,2
0,2	0,64	0,6	1,9		
0,02	0,03	0,1	0,13	1	1,3
		3	10	3	10
1	2	5	8	5 (ceiling)	7 (ceiling)
		10	11	10	11
1,8	1,5	3	2,5		2
1	1,4	2	2,8	1	1,4
				0,05	0,2
5	7	10	14	2	10
0,01	0,08				
		1	2,6	2	5

■ Datos de gases tóxicos (continuación)

Nombre común	Número CAS	Fórmula
Óxido nítrico	10102-43-9	NO
Dióxido de nitrógeno	10102-44-0	NO ₂
Trifluoruro de nitrógeno	7783-54-2	NF ₃
n-butil amina (N-BA)	109-73-9	C ₄ H ₁₁ N
Ozono	10028-15-6	O ₃
Fosgeno	75-44-5	COCl ₂
Fosfina	7803-51-2	PH ₃
Óxido de propileno	75-56-9	C ₃ H ₆ O
p-fenilendiamina (PPD)	106-50-3	C ₆ H ₈ N ₂
Diisocianato de p-fenileno (PPDI)	104-49-4	C ₈ H ₄ N ₂ O ₂
Silano	7803-62-5	SiH ₄
Estibina	7803-52-3	SbH ₃
Dióxido de azufre	7446-09-5	SO ₂
Ácido sulfúrico	7664-93-9	H ₂ SO ₄
Tert-butilarsina (TBA)		
Tert-butilfosfina (TBP)	2501-94-2	C ₄ H ₁₁ P
Ortosilicato de tetraetilo (TEOS)	78-10-4	C ₈ H ₂₀ O ₄ Si
Tetrakis (dimetilamino) titanio (TDMAT)	3275-24-9	C ₈ H ₂₄ N ₄ Ti
Diisocianato de tetrametil xileno (TMXDI)		C ₁₄ H ₁₆ N ₂ O ₂
Toluendiamina (TDA)	95-80-7	C ₇ H ₁₀ N ₂
Diisocianato de tolueno (TDI)	584-84-9	C ₉ H ₆ N ₂ O ₂
Trietilamina (TEA)	121-44-8	C ₆ H ₁₅ N
Diisocianato de trimetilhexametileno (TMDI)		C ₁₁ H ₁₈ N ₂ O ₂
Dimetilhidracina asimétrica (UDMH)	57-14-7	C ₂ H ₈ N ₂

Límite de exposición en el lugar de trabajo (VLA) de EH40				Límites de exposición permisibles (PEL) de OSHA	
Límite de la exposición a largo plazo (período de referencia TWA de 8 horas)		Límite de exposición a corto plazo (período de referencia de 15 minutos)		Límite de la exposición a largo plazo (período de referencia TWA de 8 horas)	
ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
				25	30
				5 (ceiling)	9 (ceiling)
				10	29
				5 (ceiling)	15 (ceiling)
		0,2	0,4	0,1	0,2
0,02	0,08	0,06	0,25	0,1	0,4
0,1	0,14	0,2	0,28	0,3	0,4
5	12			100	240
	0,1				0,1
0,5	0,67	1	1,3		
				0,1	0,5
				5	13
					1
50	191	150	574		
		0,02 (ceiling)	0,14 (ceiling)		
2	8	4	17	2,5	100

7

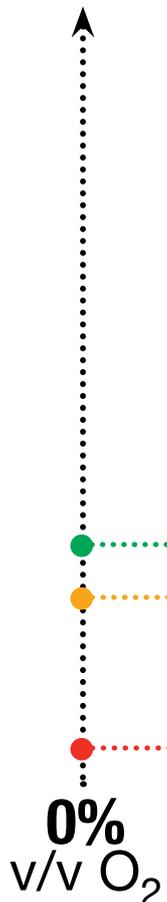
Peligro de asfixia (Carencia de oxígeno)

LA REDUCCIÓN DE OXÍGENO PUEDE TENER LAS SIGUIENTES CAUSAS:

- Desplazamiento
- Combustión
- Oxidación
- Reacción química
- Actividad bacteriana

Todos necesitamos respirar el oxígeno (O_2) del aire para vivir. El aire se compone de diferentes gases, incluido el oxígeno. El aire ambiente normal contiene una concentración de oxígeno del 20,9% v/v. Cuando el nivel de oxígeno cae por debajo de 19,5% v/v, se considera que el aire es deficiente en oxígeno. Las concentraciones de oxígeno por debajo de 16% v/v no se consideran seguras para los humanos.

100%
v/v O_2



20,9%
v/v normal

16%
v/v agotamiento

6%
v/v fatal



8

Enriquecimiento de oxígeno

DATOS SOBRE GASES

El peso atómico del radón es 222 unidades de masa atómica, lo cual lo convierte en el gas más pesado conocido. Es 220 veces más pesado que el gas más ligero, el hidrógeno.

A menudo se olvida que el enriquecimiento de oxígeno también puede suponer un riesgo. En niveles altos de O_2 el grado de inflamabilidad de materiales y gases aumenta. En niveles del 24%, elementos como las prendas de vestir pueden entrar en combustión de manera espontánea.

El equipo de soldadura oxiacetilénica combina oxígeno y gas acetileno para producir una temperatura extremadamente alta. Otras zonas en las que se pueden presentar riesgos debido a atmósferas ricas en oxígeno son las zonas en las que se fabrican o almacenan sistemas de propulsión de cohetes, los productos usados para blanqueamiento en la industria de pasta y papel y las instalaciones de tratamiento de depuración de aguas.

Los sensores tienen que estar certificados especialmente para su uso en atmósferas ricas en O_2 .

Áreas típicas que requieren la detección de gas

Hay muchas aplicaciones diferentes para la detección fija y portátil de gas. Los procesos industriales implican cada vez más el uso y la fabricación de sustancias muy peligrosas, especialmente gases combustibles y tóxicos. Inevitablemente, se producen escapes de gas ocasionales que representan un peligro potencial para la planta, sus empleados y la población que vive en los alrededores. En todo el mundo se producen incidentes que implican asfixias, explosiones y pérdidas de vidas y que nos recuerdan constantemente este problema.



Petróleo y gas (perforación y producción)

La industria del petróleo y del gas engloba un gran número de actividades de producción, desde la exploración y explotación en tierra y mar, hasta su transporte y almacenamiento.

Los gases hidrocarburos implicados suponen un serio peligro de explosión y, además, a menudo están presentes gases como el sulfuro de hidrógeno.

Aplicaciones típicas:

- Plataformas de perforación de exploración
- Plataformas de producción
- Terminales de petróleo y gas en tierra
- Apagones/respuestas de la instalación
- Zonas de almacenamiento de GNL
- Perforación en alta mar y en tierra y plataformas de servicio
- Plataformas de producción en alta mar
- Equipo de protección individual (EPI)

Gases típicos:

Inflamables: Distintos gases de hidrocarburo, como el metano

Gases tóxicos: Sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono

Oxígeno: Disminución



Refinerías y plantas petroquímicas

Las refinerías reciben las mezclas de crudo y las convierte en varios tipos de hidrocarburos para su uso en una amplia gama de subproductos.

Aplicaciones típicas:

- Bridas y juntas de bombas para detección de hidrocarburos
- Supervisión del proceso de craqueo catalítico
- Zonas de almacenamiento a granel
- Drenajes, cauces de escorrentía y zanjas
- Entrada a espacios reducidos
- Zonas de carga
- Sistemas de ventilación
- Supervisión de perímetros/línea de catalítico
- Mantenimiento programado y parada/alteración de la planta

Gases típicos:

Inflamables: Distintos gases hidrocarburos, como el etileno, queroseno, propano y metano

Gases tóxicos: Sulfuro de hidrógeno y dióxido de azufre

Oxígeno: Disminución



Plantas químicas

Las plantas químicas fabrican una multitud de productos y materias primas. La naturaleza y diversidad de los productos químicos usados y producidos en el emplazamiento comporta un peligro considerable para los bienes y el personal. Estas plantas suelen utilizar una amplia gama de gases tóxicos e inflamables en los procesos de fabricación.

Aplicaciones típicas:

- Almacenamiento de materia prima
- Zonas de procesamiento
- Laboratorios
- Filas de bombas
- Estaciones de compresión
- Zonas de carga y descarga

Gases típicos:

Inflamables: Distintos hidrocarburos, como el petróleo y resinas

Gases tóxicos: Diferentes gases, como sulfuro de hidrógeno, fluoruro de hidrógeno y amoniaco



Generación de energía (tradicional y renovable)

Los combustibles fósiles tradicionales (como el carbón, el petróleo y el gas natural) han servido para generar electricidad. Hoy las renovables se están convirtiendo en un aspecto clave de la generación de energía, mientras que la energía eólica y el biogás son fuentes de energía cada vez más corrientes.

Aplicaciones típicas:

- Alrededor de los tubos de las calderas y los quemadores
- Dentro y alrededor de los grupos de turbinas
- Trabajos en las proximidades de tuberías de gas
- Control de emisiones de superficie en vertederos
- Producción de palas y soldadura de piezas de acero (generación de energía eólica)
- Espacios reducidos (en la torre y en la góndola)
- Trabajos en las proximidades de balsas de lixiviados y de perímetros de pozos de vertederos

Gases típicos:

Inflamables: Gas natural, hidrógeno

Gases tóxicos: Monóxido de carbono, óxido de azufre, óxido de nitrógeno, sulfuro de hidrógeno, COV

Oxígeno: Disminución

Hemos elaborado varios documentos técnicos relacionados con las aplicaciones de detección de gas. Si desea consultar esta información, visite www.honeywellanalytcs.com para aplicaciones fijas de detección de gas y www.gasmonitors.com para aplicaciones portátiles de detección de gas.



Tratamiento de aguas

El tratamiento de aguas es una gran industria que comprende muchos procesos y aspectos desde la producción y distribución de agua depurada hasta la obtención, tratamiento y eliminación de los residuos, como las aguas residuales.

Aplicaciones típicas:

- Supervisión de plantas de purificación
- Digestores de aguas residuales
- Sumideros de plantas
- Tomas de agua y tuberías de carga de plantas
- Supervisión de generación de energía catalítico
- Depuradores de sulfuro de hidrógeno

Gases tóxicos:

Inflamables: Distintos hidrocarburos, como el metano

Gases tóxicos: Sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono, cloro, dióxido de azufre y ozono

Oxígeno: Disminución



Aplicaciones navales

Los peligros navales por gases son muchos. El gas licuado, el combustible, los químicos y otros combustibles fósiles albergan un riesgo de explosión. Existe el peligro de asfixia por desplazamiento de oxígeno al usar nitrógeno u otros gases para inertización. Gases tóxicos como el sulfuro de hidrógeno también suponen riesgos notables.

Aplicaciones típicas:

- Mediciones de separación de depósitos y bodegas de carga
- Inspecciones de bodegas de navíos
- Punto de entrada del navío/ punto de entrada bajo cubierta
- Espacios cerrados, por ejemplo, la sala de motor eléctrico, bodegas y espacios entre barreras
- Inertización y purga
- Detección de fugas
- Taponés de aire
- Cámaras de ventilación de la plataforma del quemador
- Tuberías de fuente de suministro de gas a la sala de máquinas

Gases tóxicos:

Inflamables: Distintos hidrocarburos, como el gas natural licuado y metano

Gases tóxicos: Sulfuro de hidrógeno y monóxido de carbono

Oxígeno: Disminución



Seguridad nacional y militar

Los ejércitos precisan sistemas de supervisión de detección de gas y, debido a sus movilidad, la detección portátil de gas constituye una parte clave de la protección contra gases peligrosos.

Aplicaciones típicas:

- Tanques de almacenamiento de combustible (incluida la inspección)
- Transporte (en concreto, de combustible)
- Repostaje de vehículos
- Inspecciones de tanques de aeronaves
- Fosa séptica y acumulación de hidrógeno submarinos
- Supervisión de la sala de máquinas y fosas sépticas de buques
- Mantenimiento de equipos y vehículos

Gases tóxicos:

Inflamables: Distintas mezclas de diésel, gasolina y queroseno para la aviación

Gases tóxicos: Monóxido de carbono, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y compuestos orgánicos volátiles (COV)

Oxígeno: Disminución



Producción de celulosa y papel

Este enorme sector incluye métodos de pulpeado mecánico y químico que transforman la madera en varios productos basados en papel. Los agentes blanqueantes suponen amenazas de gases tóxicos, mientras que los combustibles empleados para accionar el pulpeado mecánico generan riesgos de gas inflamable.

Aplicaciones típicas:

- Digestores (en pulpeado químico)
- Cloro durante el blanqueado
- Supervisión de combustible durante el pulpeado mecánico

Gases tóxicos:

Inflamables: Metano

Gases tóxicos: Cloro, dióxido de cloro y ozono

Oxígeno: Disminución

■ Áreas típicas que requieren la detección de gas (continuación)



Artes gráficas

En función de los materiales que se van a imprimir, el sector de las artes gráficas emplea varios disolventes, tintas y productos químicos peligrosos, que a menudo se secan en hornos a altas temperaturas, lo que crea la necesidad de utilizar un sistema de detección de gas potente que garantice la seguridad del proceso.

Aplicaciones habituales:

- Almacenamiento a granel de tintas y barnices
- Secadoras y hornos
- Supervisión de escape

Gases típicos:

Inflamables: Diferentes tipos de hidrocarburos, incluidos disolventes y metano



Túneles y aparcamientos

Los humos de escape pueden acumularse en aparcamientos y túneles, y producir peligros de gases tóxicos. La detección de gas sirve tanto para supervisar la acumulación de gases (como el monóxido de carbono y el metano) como para controlar los sistemas de ventilación.

Aplicaciones habituales:

- Túneles de tráfico rodado
- Aparcamientos subterráneos y cerrados
- Control de la ventilación
- Túneles de acceso

Gases típicos:

Inflamables: Metano, gas licuado de petróleo y vapor de gasolina
Tóxicos: Monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno



Semiconductor

En la fabricación de materiales semiconductores intervienen gases tóxicos e inflamables. Sustancias como la fosfina, el arsénico, el tricloruro de boro y el galio se emplean con frecuencia a modo de agentes de impurificación. El hidrógeno se usa como un gas portador tanto reaccionante como reductor de la atmósfera. Entre los gases de ataque químico (etching) y limpieza están el amoníaco y otros perfluorocompuestos.

Aplicaciones típicas:

- Reactores para wafers
- Secadores para wafers
- Armarios de gas
- Deposición de vapores químicos

Gases típicos:

Inflamables: Hidrógeno, propano, silano y metano
Gases tóxicos: Cloruro de hidrógeno, arsina, tricloruro de boro, fosfina, monóxido de carbono, fluoruro de hidrógeno, ozono, diclorosilano, ortosilicato de tetraetilo, hexafluorobutadieno 1,3, octofluorociclopenteno, germanio, amoníaco y Dióxido de nitrógeno
Oxígeno: Disminución



Fotovoltaica

Prestando más atención a la energía renovable, la industria fotovoltaica (PV) está experimentando un crecimiento considerable. Las aplicaciones FV utilizan semiconductores que demuestran el efecto fotovoltaico con el fin de convertir la radiación solar en electricidad de corriente continua y, por lo tanto, siguen un proceso de fabricación de semiconductores.

Aplicaciones típicas:

- Reactores para wafers
- Secadores para wafers
- Armarios de gas
- Deposición de vapores químicos

Gases típicos:

Inflamables: Hidrógeno, propano, silano y metano
Gases tóxicos: Cloruro de hidrógeno, arsénico, tricloruro de boro, fosfina, monóxido de carbono, Fluoruro de hidrógeno, ozono, diclorosilano, ortosilicato de tetraetilo, hexafluorobutadieno 1,3, octofluorociclopenteno, germanio, amoníaco y dióxido de nitrógeno
Oxígeno: Disminución



Espacios reducidos

Estas zonas ofrecen uno de los usos clave de las aplicaciones para los detectores portátiles de gas, debido a su capacidad para acumular gases peligrosos (para obtener más información, consulte *Lugares cerrados* en la página 60).

Aplicaciones típicas:

- Pozos
- Zanjas
- Alcantarillado y pozos de acceso
- Fosas
- Calderas
- Túneles
- Tanques
- Navíos (incluidos tanques de navíos)
- Oleoductos
- Contenedores

Gases típicos:

Inflamables: Metano
Gases tóxicos: Monóxido de carbono y sulfuro de hidrógeno
Oxígeno: Disminución



Construcción

Durante los trabajos de construcción y debido a la movilidad de los operativos en estas aplicaciones se utilizan diferentes agentes químicos peligrosos, los equipos portátiles de detección de gas forman parte integrante del Equipo de Protección Individual (EPI) in situ.

Aplicaciones típicas:

- Zanjeo y encofrado

Gases típicos:

Inflamables: Metano
Gases tóxicos: Monóxido de carbono y sulfuro de hidrógeno
Oxígeno: Disminución

■ Áreas típicas que requieren la detección de gas (continuación)



Refrigeración de amoníaco

Para muchos sectores, la refrigeración forma parte de sus procesos: desde el procesamiento de alimentos y bebidas hasta la licuefacción de gases y la elaboración de productos químicos, pasando por la criogénesis y el transporte de gas natural licuado. Es fundamental asegurarse de que el amoníaco no se acumula y crea atmósferas potencialmente explosivas.

Aplicaciones típicas:

- Zonas de almacenamiento de amoníaco
- Válvulas, juntas y sellos de las cámaras de la plantas
- Supervisión de enfriadores y refrigeradores
- Sistemas de aire acondicionado

Gases tóxicos:

Inflamables: Amoníaco
Gases tóxicos: Amoníaco



Laboratorios e instalaciones de atención sanitaria

Los laboratorios y las instalaciones sanitarias, como los hospitales, pueden utilizar un gran número de sustancias inflamables y tóxicas. Las instalaciones muy grandes también pueden disponer de su propio suministro de servicios in situ y centrales eléctricas de respaldo.

Aplicaciones típicas:

- Laboratorios
- Criogénesis y refrigeración
- Salas de calderas

Gases tóxicos:

Inflamables: Metano e hidrógeno
Gases tóxicos: Monóxido de carbono, cloro, amoníaco y Óxido de etileno
Oxígeno: Disminución/enriquecimiento



Siderurgia

El elevado número de hornos y procesos que aplican calor extremo a los metales en toda la planta siderúrgica significa que la detección del monóxido de carbono es algo esencial.

Aplicaciones típicas:

- Supervisión de hornos
- Vigilancia de estufas

Gases tóxicos:

Gases tóxicos: Monóxido de carbono



Supervisión de vertederos y generación de biogás

Los vertederos han sido diseñados para fomentar y acelerar la descomposición de la materia orgánica, y también pueden albergar zonas de clasificación y almacenamiento de materia inorgánica. Los gases de vertederos (también denominados "biogás") suelen recogerse en estos emplazamientos, de modo que se deben tomar precauciones cuando haya personal trabajando cerca de las posibles fuentes.

Aplicaciones típicas:

- Trabajos en las proximidades de balsas de lixiviados
- Trabajos en las proximidades de perforaciones en el perímetro
- Trabajos en las proximidades de tuberías de gas de vertederos
- Controles de emisiones de superficie
- Trabajos en las proximidades de básculas-puente
- Manipulación de residuos

Gases tóxicos:

Inflamables: Metano
Gases tóxicos: Monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, benceno y tolueno
Oxígeno: Disminución



Agricultura y ganadería

Cuando se trata de la cría de ganado, el metano y el amoníaco pueden alcanzar niveles peligrosos en los establos. Los almacenes agrícolas donde se guardan fertilizantes y pesticidas también pueden plantear peligros explosivos.

Aplicaciones típicas:

- Supervisión de establos
- Los fertilizantes agrícolas y químicos para la agricultura



Minería

Hay una gran cantidad de reservas de combustible fósil y mineral que se explotan en todo el mundo, poniendo al personal en riesgo al estar expuesto a acumulaciones de gases peligrosos en los espacios cerrados de los pozos de minas. Esto convierte a los sistemas portátiles de detección de gas en un componente esencial para la seguridad en las minas.

Aplicaciones típicas:

- Extracción
- Supervisión continua de la actividad en pozos mineros

Gases tóxicos:

Inflamables: Metano
Gases tóxicos: Monóxido de carbono
Oxígeno: Disminución



Edificios comerciales e instalaciones públicas

Las instalaciones públicas y comerciales, como piscinas, centros comerciales y colegios, utilizan sistemas de seguridad integrados, que pueden incluir detección de gases.

Un gran número de visitantes puede aumentar el riesgo de acumulación de dióxido de carbono y en los sistemas de calefacción también puede ser necesario supervisar fugas de gas inflamable.

Aplicaciones típicas:

- Salas mecánicas
- Piscinas
- Escuelas
- Supervisión de tuberías de calefacción
- Supervisión de la calidad del aire interior

Gases tóxicos:

Inflamables: Metano
Gases tóxicos: Dióxido de carbono, monóxido de carbono, cloro
Oxígeno: Disminución



Carga y descarga, paradas de plantas y modificaciones de equipo programadas

Independientemente de cuál sea la industria y la aplicación, los apagones planeados y el mantenimiento preventivo crean riesgos adicionales, ya que representan desviaciones de los procesos estándar. Los sistemas de detección de gas a modo de soluciones de supervisión siempre deben utilizarse para restringir estos riesgos cuando se modifican los aspectos o procesos de la planta.

10

Principios de detección

Sensores de gas combustible

Es posible que muchas personas hayan visto una lámpara grisumétrica en alguna ocasión y sepan algo sobre su uso como un antiguo detector de gas "grisú" (gas que se encuentra en las minas de carbón) de carbón bajo tierra y en alcantarillas. Aunque su origen era el de ser una fuente de luz, el dispositivo también se podía usar para calcular el nivel de gases combustibles con una precisión de alrededor del 25-50%, dependiendo de la experiencia del usuario, su formación, edad, percepción de los colores, etc.

Los detectores de gases combustibles modernos han de ser mucho más precisos, fiables y reutilizables, y aunque se han hecho varios intentos para superar la subjetividad de la medición de las lámparas de seguridad (mediante el uso, por ejemplo, de sensores de temperatura de la llama), ahora han sido casi totalmente sustituidos por dispositivos electrónicos más modernos.

Sin embargo, el dispositivo más usado hoy, el detector catalítico, es en cierto modo una moderna evolución de la lámpara grisumétrica, ya que también funciona mediante la combustión de un gas y su transformación en dióxido de carbono y agua. ■



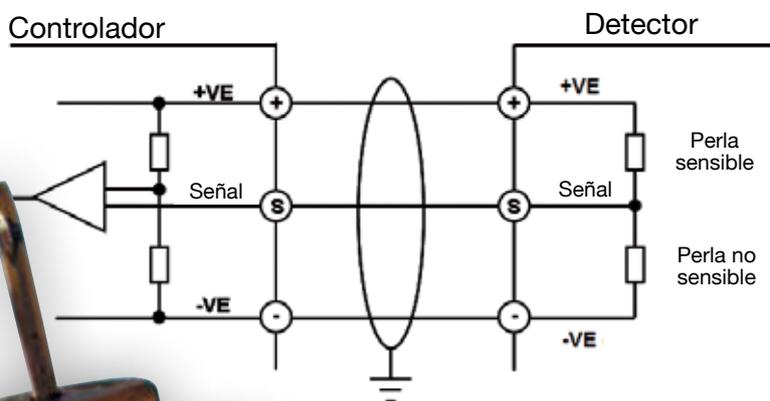
Sensor catalítico

Casi todos los sensores de detección de gas combustible modernos de bajo coste son del tipo electrocatalítico. Consisten en un pequeño elemento sensor llamado a veces "perla", "Pellistor" o "Siegistor", siendo estas dos últimas marcas registradas para dispositivos comerciales. Constan de una bobina de platino calentada eléctricamente, cubierta por una base cerámica, por ejemplo de alúmina, y luego por una capa exterior de catalizador de paladio o rodio dispersa en un sustrato de torio.

Este tipo de sensores funciona basándose en el principio de que cuando una mezcla de gas o aire combustible pasa sobre la superficie del catalizador caliente, se produce la combustión, y el calor desprendido incrementa la temperatura de la "perla".

Esto a su vez altera la resistencia de la bobina de platino y se puede medir usando la bobina como un termómetro de temperatura en un circuito de puente eléctrico.

El cambio de resistencia está directamente relacionado con la concentración de gas en la atmósfera circundante, y se puede mostrar en un medidor o en cualquier otro dispositivo indicador parecido. ■

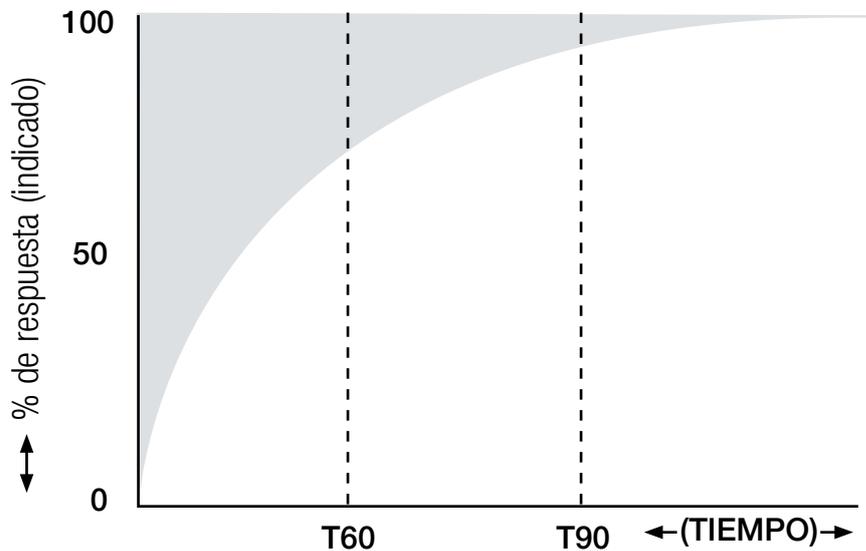


Circuito de puente a 3 hilos mV

Velocidad de respuesta

Para cumplir los requisitos necesarios de seguridad en el diseño, el sensor de tipo catalítico tiene que montarse en una sólida carcasa metálica detrás de una apagallamas. Esto permite que la mezcla de gas/aire se disperse en la carcasa y en el sensor caliente, pero evitará la propagación de cualquier tipo de llama a la atmósfera exterior. El apagallamas reduce ligeramente la velocidad de respuesta del sensor, pero, en la mayoría de los casos, la salida eléctrica dará una lectura en cuestión de segundos una vez que el gas se haya detectado. Sin embargo, como la curva de respuesta se nivela considerablemente a medida que se acerca a la lectura final, el tiempo de respuesta a menudo se especifica en términos del tiempo que invierte en llegar al 90 por ciento de su lectura final, y por lo tanto se le llama valor T90. Los valores T90 para los sensores catalíticos se encuentran normalmente entre 20 y 30 segundos.

Nota: en EE. UU. y algunos países, este valor se indica a menudo con la lectura más baja T60, y por lo tanto hay que tener cuidado al comparar el funcionamiento de diferentes sensores. ■



Salida del sensor

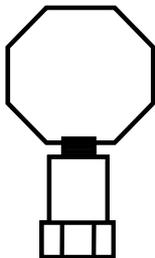
Para asegurar la estabilidad de la temperatura bajo condiciones ambientales cambiantes, los mejores sensores catalíticos usan perlas térmicamente adaptadas. Se sitúan en ramas opuestas de un puente Wheatstone, y el sensor "sensible" (llamado generalmente sensor "s") reaccionará con cualquier gas combustible presente, mientras que un sensor de equilibrio, "inactivo" o "no-sensible" (n-s) no lo hará. El funcionamiento inactivo se consigue cubriendo la perla con una película de cristal o bien desactivando el catalizador, de forma que actúe sólo como un compensador de cualquier cambio de humedad o temperatura externa.

La estabilidad del funcionamiento se puede mejorar aún más utilizando sensores resistentes a venenos. Estos tienen una mayor resistencia a la degradación provocada por sustancias como siliconas, azufre y compuestos del plomo que rápidamente pueden desactivar (o "envenenar") otros tipos de sensores catalíticos. ■

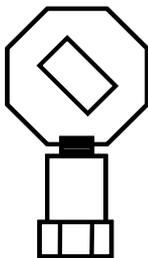


■ Principios de detección (continuación)

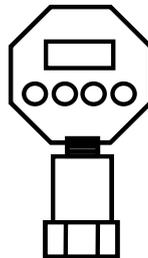
Tipos normales de transmisor/sensor de gas



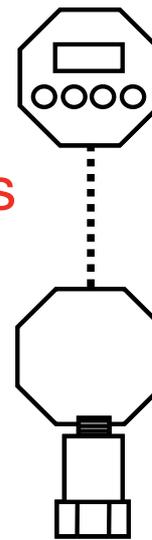
Sensor atornillado a caja de conexiones – calibración con dos personas



Sensor atornillado a transmisor y calibración por una persona, intrusiva



Sensor atornillado a transmisor y calibración por una persona, no intrusiva



Transmisor con sensor remoto – calibración por una persona, no intrusiva

Calibración

El error más común en los sensores catalíticos es la disminución de su rendimiento debido a su exposición a ciertos venenos. Por lo tanto, es esencial que cualquier sistema de supervisión de gas no se calibre sólo en el momento de la instalación, sino que debe comprobarse regularmente y volver a calibrarse en caso necesario. Las comprobaciones deben hacerse usando una mezcla de gas estándar adecuadamente calibrada, de forma que el cero y los niveles "span" se puedan ajustar correctamente en el controlador.

Los códigos de práctica como EN 60079-29-2 establecen los requisitos legales para la calibración de detectores de gases inflamables (%LIE), así como pautas para la calibración de detectores de gases tóxicos (tenga en cuenta que: la calibración de los detectores de gases tóxicos tendrá requisitos legales en el futuro). Normalmente, en principio, las comprobaciones se deberían hacer semanalmente, pero los períodos se pueden prolongar a medida que se adquiere más experiencia con relación al funcionamiento. Cuando se requieren dos niveles de alarma, generalmente se ajustan en el 20-25% LIE para el nivel más bajo, y en 50-55% LIE para el nivel más alto.

Los sistemas más antiguos (y de menor coste) requieren dos personas para realizar las comprobaciones y las calibraciones, una para exponer el sensor a un flujo de gas y la otra para comprobar la lectura que se muestra en la escala de la unidad de control. Los ajustes se realizan en este caso con el controlador a cero y los potenciómetros de span miden hasta que la lectura iguala a la de la concentración de la mezcla de gas.

Recuerde que cuando los ajustes tienen que hacerse dentro de una caja de protección antideflagración, primero hay que desconectar la electricidad y obtener permiso para abrir la caja. Hoy hay disponibles sistemas de calibración "de un sólo hombre" que permiten que los procedimientos de calibración se realicen en el mismo sensor. Esto reduce considerablemente el tiempo y el coste de mantenimiento, especialmente cuando los sensores se encuentran en ubicaciones difícilmente accesibles, como plataformas petrolíferas y de gas en alta mar. Además, ahora hay más sensores disponibles que están diseñados según estándares de

seguridad intrínseca (IS), y gracias a ellos es posible calibrar los sensores en un lugar cómodo alejado de la instalación (en una estación de mantenimiento, por ejemplo). Debido a que estos sensores son IS; se pueden intercambiar libremente con los sensores que deban ser sustituidos en el sitio, sin necesidad de apagar primero el sistema.

Por lo tanto, el mantenimiento se puede llevar a cabo en un sistema "en caliente", y es mucho más rápido y barato que los antiguos sistemas convencionales. ■



■ Principios de detección (continuación)



I Detector de gas infrarrojo

Muchos gases combustibles tienen franjas de absorción en la zona infrarroja del espectro electromagnético de luz, y el principio de la absorción infrarroja (IR) se ha usado como una herramienta analítica de laboratorio durante muchos años. Sin embargo, desde los años 80, los avances electrónicos y ópticos han hecho posible diseñar equipos con suficiente bajo consumo de energía y pequeño tamaño para que esta técnica se pueda usar también en los productos de detección de gases industriales.

Estos sensores tienen varias ventajas importantes sobre los de tipo catalítico. Incluyen una velocidad de respuesta muy rápida (normalmente menos de 10 segundos), un mantenimiento bajo y una comprobación muy simplificada, mediante la función de auto-comprobado de un moderno equipo controlado por microprocesador. También se pueden diseñar para que no les afecte ningún "veneno" conocido, son a prueba de fallos (ningún fallo sufrido dentro del dispositivo puede provocar una situación crítica de seguridad) y funcionan correctamente en atmósferas inertes, y bajo una amplia variedad de condiciones de temperatura ambiente, presión y humedad.

Esta técnica funciona bajo el principio de absorción de infrarrojos de doble longitud de onda, según el cual la luz atraviesa la mezcla en dos longitudes de onda, una de las cuales se ajusta al pico de absorción del gas que se pretende detectar, mientras que la otra no. Las

dos fuentes de luz se pulsan alternativamente y se guían a lo largo de un camino óptico común para que salgan a través de una "ventana" con protección antideflagración y, a continuación, a través del gas de muestra. Posteriormente, un retroreflector refleja otra vez los haces, regresando una vez más a través del gas para volver a la unidad. Aquí un detector compara las fuerzas de las señales de los haces de referencia y muestra y, por medio de una resta, se proporciona una medida de la concentración de gas.

Este tipo de detector no puede detectar moléculas de gases diatómicos y, por lo tanto, no es adecuado para la detección de hidrógeno. ■



DATOS SOBRE GASES

La temperatura de autoignición de un gas inflamable es la temperatura a la que tendrá lugar la ignición, incluso sin una llama o chispa externa.

Principios de detección (continuación)

Detector de gas de camino abierto para gases inflamables

Tradicionalmente, el método convencional para detectar fugas de gas era mediante detección fija puntual, utilizando sensores individuales para cubrir un área o perímetro. Sin embargo, más recientemente, hay disponibles una serie de instrumentos que usan la tecnología infrarroja o láser en forma de amplio haz (o de camino abierto) que puede cubrir una distancia de varios cientos de metros. Los antiguos diseños de camino abierto se usaban normalmente para complementar la detección fija puntual; sin embargo, ahora se usan como método prioritario los instrumentos más recientes de última generación. Las aplicaciones típicas en las que han tenido un éxito considerable incluyen las FPSO, terminales de carga y descarga, tuberías, supervisión de perímetros, plataformas offshore y zonas de almacenaje de LNG (gas natural licuado).

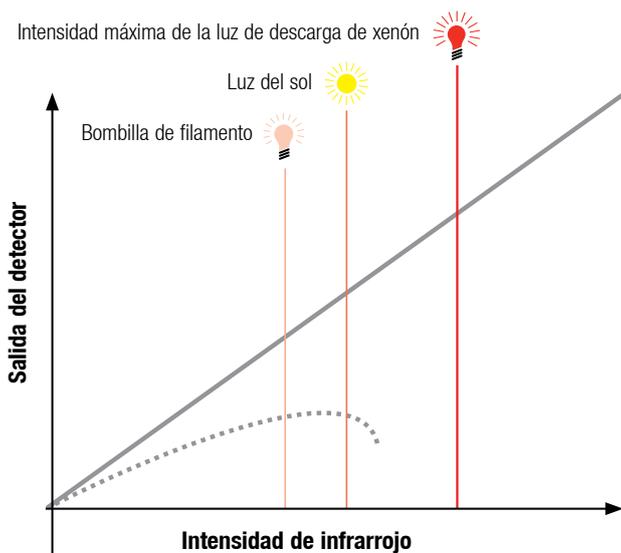
Los antiguos diseños usaban haces de doble longitud de onda, la primera coincidiendo con el pico de la franja de absorción del gas en cuestión y un segundo haz de referencia que se encuentra cerca en una zona sin absorber.

El instrumento compara continuamente las dos señales que se transmiten a través de la atmósfera, usando tanto la radiación dispersada por detrás de un retroreflector, o más comúnmente, en diseños más recientes, mediante un transmisor separado y un receptor. Cualquier cambio en la proporción de ambas señales se mide como gas. Sin embargo, este diseño es susceptible de sufrir interferencias de la niebla, ya que diferentes tipos de niebla pueden afectar positiva o negativamente a la proporción de las señales, y de ese modo indicar falsamente una lectura/alarma de gas por encima de la escala o una lectura/error por debajo de la escala. El diseño de última generación más reciente usa un filtro de paso de doble franja que tiene dos longitudes de onda de referencia (uno a cada lado del gas) que compensa totalmente la interferencia de cualquier tipo de niebla o lluvia. Otros problemas asociados con diseños antiguos han sido superados por el uso de un diseño óptico coaxial para eliminar falsas alarmas causadas por la obstrucción parcial del haz. El uso de lámparas de destello de xenón y detectores de estado sólidos hacen



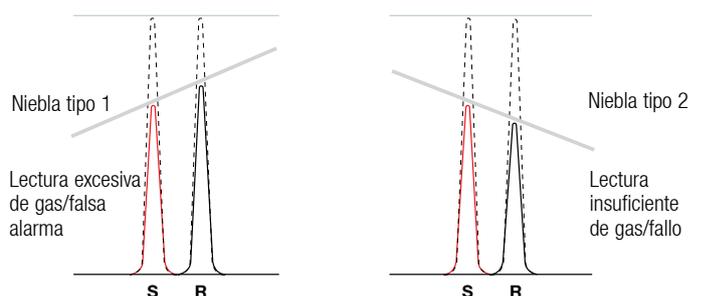
que los instrumentos sean totalmente inmunes a las interferencias de la luz del sol o a otras fuentes de radiación como chimeneas de combustión, soldaduras por arco o los rayos.

Los detectores de camino abierto miden realmente el número total de moléculas de gas (es decir, la cantidad de gas) que hay en el haz. Este valor es diferente a la concentración habitual de gas dado en un único punto y, por lo tanto, se expresa en términos de LEL x metros. ■

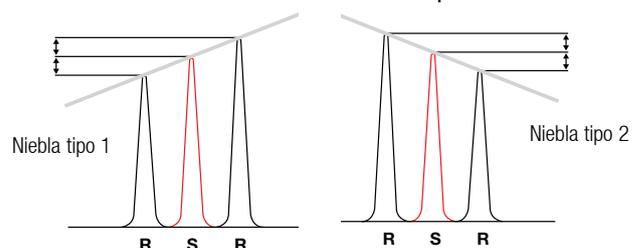


— Detectores de estado sólido
 Antiguos detectores con sistema de sales de plomo

Diseño de referencia única – interferencia de niebla



Diseño de doble referencia – compensación total



■ Principios de detección (continuación)

Sensores de célula electroquímica

Se pueden utilizar sensores electroquímicos específicos de gas para detectar la mayoría de los gases tóxicos comunes, incluidos CO, H₂S, Cl₂, SO₂, etc. en una amplia variedad de aplicaciones de seguridad.

Los sensores electroquímicos son compactos, requieren muy poca energía, muestran una gran linealidad y repetibilidad y, generalmente, tienen una larga vida útil, normalmente de uno a tres años. Los tiempos de respuesta, indicados como T90, es decir, tiempo para alcanzar el 90% de la respuesta final, son normalmente de 30 a 60 segundos y el intervalo de los límites de la detección oscila entre 0,02 y 50 ppm según el tipo de gas especificado.

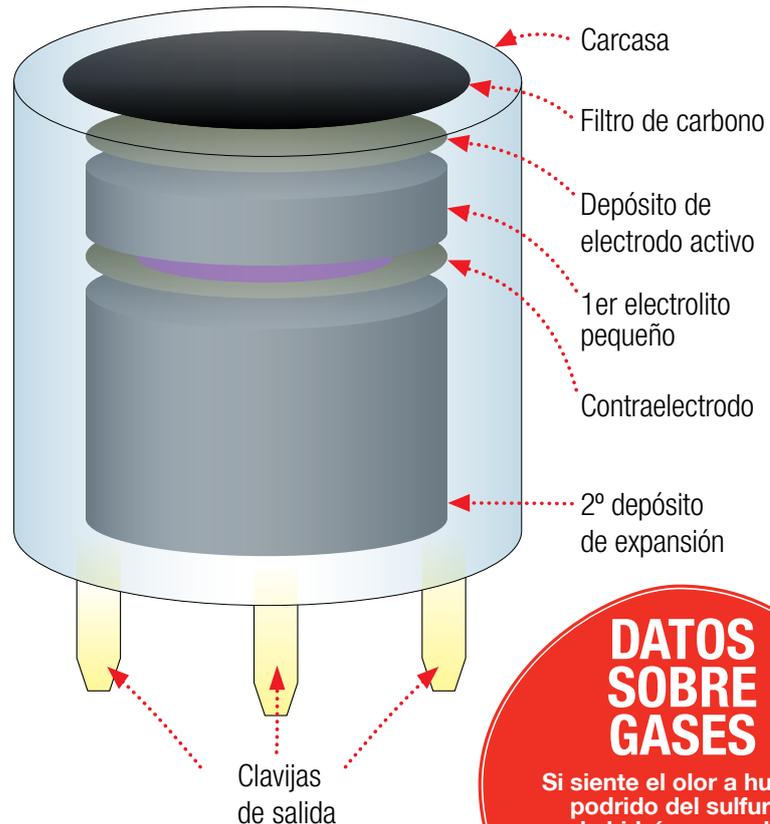
Muchos son los diseños comerciales de celdas electroquímicas, pero comparten muchas de las características comunes que se describen a continuación:

Se sumergen tres electrodos de difusión de gas activo en un electrolito común, con frecuencia un ácido acuoso concentrado o una solución salina, para una eficiente conducción de los iones entre los electrodos activos y los contraelectrodos.

Dependiendo de la celda en concreto, el gas está oxidado o reducido en la superficie del electrodo activo. Esta reacción altera el potencial del electrodo activo en relación con el electrodo de referencia. La función principal del circuito conductor electrónico asociado a la celda es la de minimizar esta diferencia de potencial pasando corriente entre los electrodos activos y los contraelectrodos, siendo la corriente medida proporcional a la concentración de gas especificado. El gas entra en la celda a través de una barrera de difusión externa que es permeable al gas pero impermeable al líquido. Muchos diseños incorporan una barrera de difusión capilar para limitar la cantidad de gas que entra en contacto con el electrodo activo y por lo tanto que mantenga el funcionamiento de celda "amperométrica".

Se requiere una mínima concentración de oxígeno para el correcto funcionamiento de todas las células electroquímicas, lo que las hace inadecuadas para ciertas aplicaciones de supervisión de procesos. Aunque el

Diseño Surecell™ con dos depósitos patentado



DATOS SOBRE GASES

Si siente el olor a huevo podrido del sulfuro de hidrógeno en la descomposición de materia orgánica, huele apenas 1 ppm. Bastan 1.000 ppm de H₂S para matarlo.

electrolito contiene una cierta cantidad de oxígeno disuelto, lo que permite la detección a corto plazo (minutos) del gas especificado en un entorno libre de oxígeno, es muy recomendable que todos los flujos de gas de calibración incorporen aire como componente o diluyente principal.

La especificidad para el gas se obtiene optimizando la electroquímica, es decir, la elección del catalizador y del electrolito, o incorporando filtros en la celda que absorban físicamente o reaccionen químicamente con ciertas moléculas de gas que interfieran para incrementar la especificidad del gas. Es importante consultar el manual del producto adecuado para comprender los efectos de los gases interferentes potenciales en la respuesta de la celda.

La necesaria inclusión de electrolitos acuosos en la celdas electroquímicas da como resultado un producto sensible a condiciones

medioambientales tanto de temperatura como de humedad. Para abordar esto, el diseño patentado de Surecell™ incorpora dos depósitos de electrolitos que tienen en cuenta la "absorción" y la "pérdida" de electrolitos que tiene lugar en entornos de alta temperatura y alta humedad, así como de baja temperatura y baja humedad.

La vida del sensor electroquímico está generalmente garantizada por dos años, pero el tiempo de vida útil real a menudo supera los valores mencionados.

La excepción son los sensores de oxígeno, de amoníaco y de cianuro de hidrógeno, en los que los componentes de la celda se consumen necesariamente como parte del mecanismo de reacción sensible. ■

■ Principios de detección (continuación)

I Detección fotoionizada (PID)

Este tipo de principio de detección se suele emplear con soluciones portátiles de detección de gas y está diseñado para ofrecer una supervisión muy sensible de compuestos orgánicos volátiles (COV) y otros gases que deben detectarse en muy pequeñas cantidades, como los hidrocarburos clorados.

Los sensores PID son capaces de detectar hasta partes por billón (ppb), capacidad que se precisa cuando se opera con COV, que pueden ser altamente tóxicos en cantidades extremadamente pequeñas.

El principio utiliza fotones de alta energía, que se suelen hallar en la gama ultravioleta (UV), para descomponer las moléculas de gas en iones de carga positiva. Cuando las moléculas de gas se encuentran con la luz UV, esta luz se absorbe lo que resulta en la ionización de las moléculas. Esto sucede porque la luz UV excita las moléculas, motivando la pérdida temporal de sus electrones y la formación subsiguiente de iones de carga positiva. Este proceso ocasiona la carga eléctrica del gas, y la corriente generada por los iones de carga positiva desempeña el papel de salida de la

señal del detector de gas. Esto significa que cuanto mayor sea la corriente eléctrica, mayor será la concentración de gas en el ambiente, porque cuando hay más volumen de gas se generan más iones de carga positiva.

La fama de los detectores de gas PID se explica en su eficiencia, sus capacidades de detección de niveles bajos y su rentabilidad (en comparación con otros principios de detección). Para obtener más información acerca de la idoneidad de la detección PID, consulte *Detección portátil de gas* en la página 52. ■

I Chemcassette®

Chemcassette® se basa en el uso de una tira absorbente de papel de filtro que actúa como un sustrato de reacción en seco. actúa como un medio de recogida de gas y como un medio de análisis de gas y se puede usar en un funcionamiento continuado. El sistema se basa en técnicas colorimétricas clásicas y es capaz de unos límites de detección muy bajos para un gas concreto. Se puede usar con

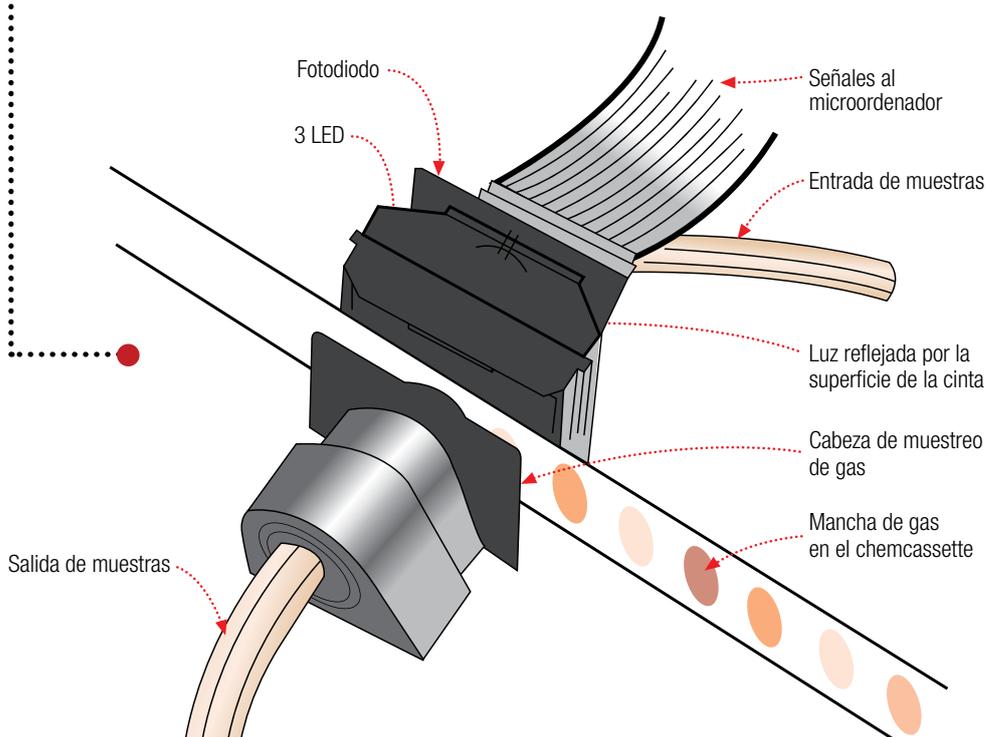
éxito para una gran variedad de sustancias altamente tóxicas, incluidos los diisocianatos, el fosgeno, el cloro, el flúor y varios de los gases de hidruros empleados en la fabricación de semiconductores.

La intensidad de la mancha se mide con un sistema electroóptico que refleja luz de la superficie del sustrato en una fotocelda situada en un ángulo de la fuente de luz.

Posteriormente, a medida que se desarrolla la mancha, esta luz reflejada se atenúa y el fotodetector detecta la reducción de intensidad en forma de una señal analógica. Esta señal se convierte a su vez en formato digital y, a continuación, se presenta como una concentración de gas, usando una curva de calibración generada internamente y una biblioteca de software adecuada. Las formulaciones de Chemcassette® proporcionan un medio de detección único que no sólo es rápido, sensible y específico, sino que también es el único sistema disponible que deja evidencia física (es decir, la mancha en la cinta de casete) de que ha tenido lugar un escape o una fuga de gas.

La especificidad y la sensibilidad de la detección se consiguen mediante el uso de reactivos químicos formulados especialmente, que reaccionan sólo con el gas o los gases de muestra.

A medida que las moléculas de gas se transfieren a Chemcassette® con una bomba de vacío, reaccionan con los reactivos químicos secos y forman una mancha coloreada específica sólo de ese gas. La intensidad de esta mancha es proporcional a la concentración del gas reactivo, es decir, cuanto mayor sea la concentración de gas, más oscura es la mancha. Regulando cuidadosamente tanto el intervalo de muestreo como la velocidad de flujo con la que llega el gas de muestra a Chemcassette®, se pueden conseguir fácilmente niveles de detección bajísimos de partes por billón (es decir, 10^{-9}). ■



Principios de detección (continuación)

Comparación de las técnicas de detección de gas

Principio de detección	Catalítica	ECC	IR de punto	Camino abierto	PID	Semiconductores	Cinta de papel
Funcionamiento en atmósfera inerte	No (requiere la presencia de oxígeno)	No (requiere la presencia de oxígeno)	Sí	Sí	Sí	No (requiere la presencia de oxígeno)	No (requiere la presencia de oxígeno)
Resistente a venenos	Susceptible al envenenamiento de compuestos que contienen plomo y azufre, vapores de siliconas y fosfatos	Sí	Sí	Sí	Sí	Susceptible al envenenamiento de compuestos de haluros, vapores de siliconas, líquidos ácidos y corrosivo y vapores concentrados	Sí
Detecta hidrógeno	Sí	Sí	No	No	No	No	No
Funcionamiento con una humedad de 100%	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No
Rendimiento en condiciones de presión típicas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Rendimiento en todo tipo de temperaturas	Sí	No (algunos modelos pueden ser inestables con altas y bajas temperaturas)	Sí	Sí	Sí	No (algunos modelos pueden verse afectados por debajo de -40 °C y por encima de 90 °C)	No (algunos modelos pueden verse afectados por debajo de 10 °C y por encima de 40 °C)
Inmune a polvo y la suciedad	Sí, con la protección adecuada contra la intemperie y el polvo	Sí, con la protección adecuada contra la intemperie y el polvo	Sí, con la protección adecuada contra la intemperie y el polvo	Sí, con la protección adecuada contra la intemperie y el polvo	Sí, con la protección adecuada contra la intemperie y el polvo	Sí, con la protección adecuada contra la intemperie y el polvo	Sí, con el filtro y la protección contra el polvo adecuados
Inmune a la luz del sol	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No (degrada la cinta aislante)
Funcionamiento en atmósferas enriquecidas con O₂	Sí	No (puede alterar lecturas y respuestas)	Sí	Sí	Sí	No (puede alterar lecturas y respuestas)	No (la detección de ácidos minerales está comprometida en atmósferas ricas en oxígeno)
Inmune a interferencias humanas	No	No	No	No, p. ej. alineación pobre	No	No	No
Velocidad de respuesta	<20 s	<30 s (habitual)	<6,5 s	<3-5 s	<5 s	<60 s	<10-30 s
Requisitos de mantenimiento	Nivel alto	Nivel alto	Nivel bajo	Nivel bajo	Nivel alto	Nivel alto	Nivel alto

Selección de detección de gas

Aunque en el mercado hay numerosos productos de detección de gas aparentemente idénticos, una inspección más detallada de las especificaciones, funciones y características de estos deja entrever notables diferencias en lo referente a lo que pueden hacer los productos y al valor potencial que pueden ofrecer. De igual modo, las aplicaciones particulares también son únicas en sus respectivos diseños, necesidades y procesos realizados.

Conozca los riesgos de su instalación

Antes de empezar a considerar el equipo de detección de gas, es necesario llevar a cabo una evaluación de riesgos. Toda empresa que emplee personal tiene la obligación de realizar evaluaciones de riesgos para identificar peligros potenciales, entre los que figuran riesgos de gas, vapor o carencia de oxígeno. Si se identifican riesgos de gas, la detección de gas será aplicable como método de reducción de riesgos.

Identificación del objetivo principal

Según los procesos ejecutados y los gases detectados, es posible que sea necesaria la notificación remota de alarmas, además de informes/registros de datos de eventos para los archivos sobre gestión de la seguridad e higiene en el trabajo. Otro factor que repercute en la necesidad de funciones mejoradas de informes podría ser el cumplimiento de la normativa o las condiciones del seguro.

Conocer el objetivo y el motivo principales de tener detección de gas es el primer paso para elegir la mejor solución.



Formule las preguntas Apropriadadas

Identificado el objetivo principal, los equipos adecuados se seleccionan formulando varias preguntas clave. Estas preguntas se dividen en tres categorías generales:

- Gases que se deben detectar y de dónde pueden proceder
- Ubicación y condiciones ambientales en las que se desarrollará la detección
- Facilidad de uso para operarios y personal de mantenimiento periódico

Las respuestas a esas preguntas influirán directamente en la solución propuesta y en los costes asociados al suministro y mantenimiento del equipo.

Gases que se deben detectar y de dónde pueden proceder

Los gases que deben detectarse han de identificarse en la evaluación de riesgos, si bien fabricantes experimentados de equipos de detección de gas y sus distribuidores autorizados con frecuencia están en disposición de ayudar en este proceso a partir de su experiencia en aplicaciones similares. No obstante, es importante recordar que el usuario final es el responsable de identificar todos los peligros potenciales.



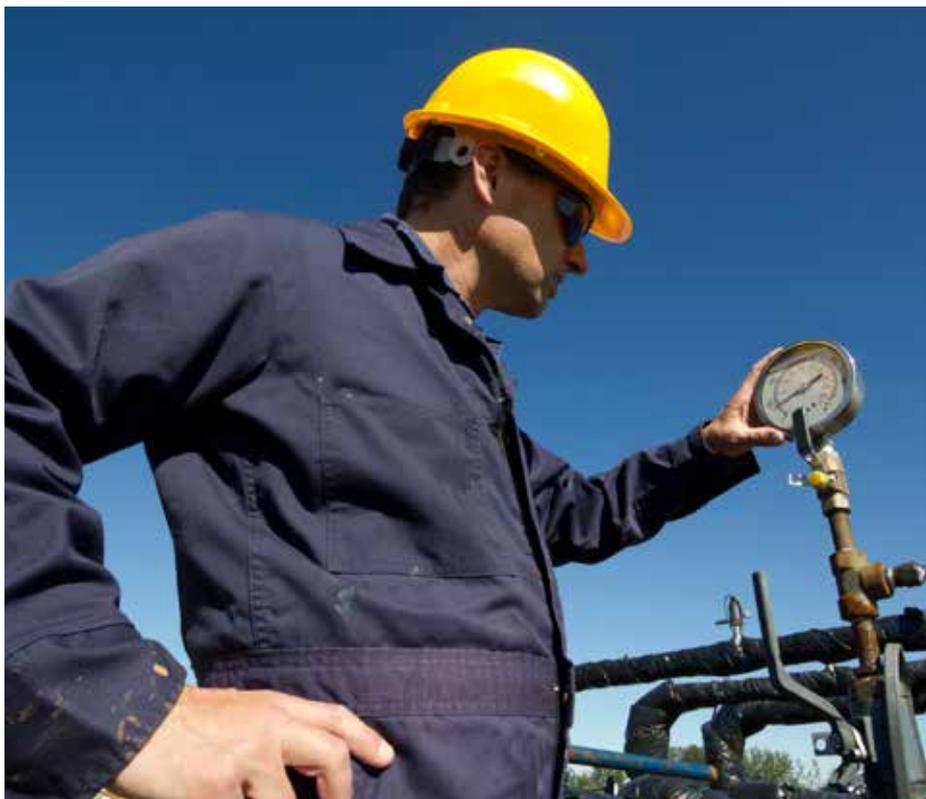
El proveedor de detección de gas utiliza datos publicados para comprobar si un gas es inflamable, tóxico o asfixiante y a qué niveles relativos podría resultar peligroso. Una solución ideal de detección de gas debe detectar y emitir una alarma antes de que se alcancen niveles peligrosos. Esos mismos datos publicados incluyen información acerca de si un gas o vapor es más ligero o pesado que el aire, puesto que este factor influirá en la selección de la posición de los sensores en los puntos de detección.

También resulta crucial identificar la fuente potencial de un escape de gas puesto que contribuye a determinar el número y la ubicación de los detectores necesarios para un sistema fijo de detección de gas.

En aquellos casos en los que no se conozca la fuente de la emisión de gas, una solución más adecuada quizás fuera que el personal utilizara equipos portátiles de detección de gas.

Entre las fuentes de gas más usuales se encuentran las siguientes:

- Fuentes naturales, como metano o sulfuro de hidrógeno procedentes de la descomposición de basura
- Fugas de depósitos o tuberías de suministro, como las de gas natural
- Emisiones procedentes de un proceso de combustión, como monóxido de carbono del escape de un coche o la chimenea de una caldera
- Emisiones procedentes de un proceso de producción, como disolventes en artes gráficas o en recubrimientos
- Emisiones de plantas manufactureras, como amoníaco de plantas de refrigeración o nitrógeno de una planta de suministro de nitrógeno



Considere las condiciones ambientales

Las condiciones ambientales a las que esté sujeto todo equipo de detección de gas afectarán a su rendimiento, precisión y fiabilidad. La temperatura, la humedad y las presiones registradas en la ubicación repercuten directamente en el tipo de equipo que se debe seleccionar. Asimismo, factores como posibles variaciones debidas al propio proceso de producción, fluctuaciones día/noche y cambios estacionales podrán también afectar al tipo de dispositivo adecuado. Es importante tener en cuenta si los equipos se usarán en exteriores o en interiores, puesto que eso puede afectar notablemente al diseño del dispositivo. Por ejemplo, una ubicación exterior expuesta a elementos como el viento, la lluvia o la niebla salina precisará de equipos resistentes a los efectos corrosivos de dicho entorno. Aunque las ubicaciones en interiores no suelen necesitar una carcasa tan resistente, se deben tener en cuenta las áreas interiores que se limpian frecuentemente con manguera. En ubicaciones en las que prevalezcan el agua/la humedad, el polvo o la suciedad, es importante que el dispositivo esté protegido de la entrada de agua y suciedad. Para obtener más información, consulte *Grado de protección frente a la entrada de líquidos y sólidos* en la página 92.

Además de las condiciones ambientales naturales como el clima, puede haber otros materiales en el entorno que afecten al tipo de equipo elegido. Por ejemplo, puede haber

otros elementos, como sulfuro de hidrógeno, que sean corrosivos u otros compuestos en suspensión con un efecto negativo en la fiabilidad de algunas tecnologías de detección, como siliconas que envenenan las tecnologías de perla catalítica.

Otra consideración relevante es la adecuación de un dispositivo para su uso en ciertas ubicaciones peligrosas. Las áreas peligrosas se clasifican según la posibilidad percibida de la presencia de gases. Es importante que el dispositivo no sea capaz de prender una nube de gas. Con esto en mente, se han diseñado equipos intrínsecamente seguros (Ex ia/Ex ib) o a prueba de explosiones (Ex d), con el fin de mejorar la seguridad. Para obtener más información, consulte *Clasificación de zona* en la página 86.

Todo proveedor competente de equipos de detección de gas dispondrá de una gama de tecnologías de detección aptas para una aplicación determinada. Además, las condiciones ambientales comienzan a indicar cuál será la mejor configuración mecánica de la solución final.

Funciones del producto

A continuación, hay que considerar las funciones adicionales del producto. Aspectos como la configuración de cableado son importantes, especialmente al montar en una aplicación existente. Si el aparato se va a integrar en un sistema de seguridad separado, pueden ser necesarios ciertos protocolos de

comunicaciones, como HART®, Lonworks o Modbus®. Para obtener más información, consulte *Protocolos de comunicación* en la página 48.

También se debe considerar si es necesario que los transmisores dispongan de pantallas locales y si podría ser útil configurar localmente las visualizaciones de unidades y gas.

Se debe adoptar un enfoque holístico a la hora de analizar las funciones de cualquier dispositivo. Se registra un número ingente de variaciones en los productos y, como cabría esperar, la mejora de la funcionalidad redundante a menudo en el coste. Por otra parte, en este caso trabajar con un especialista en detección de gas puede resultar de utilidad al identificar las especificaciones adicionales que podrían aportar valor. Aspectos como pantallas locales, interfaces de usuario locales, compatibilidad de software, número necesario de relés y salidas, capacidad de montar sensores remotos, diagnóstico integrado, cambio de cartuchos sin apagar el dispositivo y funciones de registro de eventos ofrecen ventajas adicionales al usuario que confieren más utilidad a un producto que a otro.

Facilidad de uso para operarios y personal de mantenimiento periódico

El mantenimiento periódico es otra consideración relevante. Algunos gases y vapores se pueden detectar con diferentes tecnologías de detección, por ejemplo, gases hidrocarburos con perlas catalíticas o infrarrojo sin dispersión (NDIR). Las perlas catalíticas no ofrecen un funcionamiento de fallo seguro, por lo que pueden requerir un mantenimiento con periodos más reducidos, mientras que las soluciones NDIR tienden a tener un coste de adquisición inicial más elevado, pero pueden necesitar menos mantenimiento. Es necesario identificar los recursos internos para realizar el mantenimiento periódico; en caso de no disponer de ellos, el presupuestado de un mantenimiento a cargo de terceros es un factor importante a la hora de seleccionar los equipos adecuados.

Los tiempos de inactividad de los equipos de detección durante la sustitución de sensores pueden reducir la producción. Si este factor es un motivo de preocupación, algunas soluciones pueden disponer de un método rápido, simple y seguro de sustitución de sensores sin tener que apagar el sistema o la planta.

Todo buen proveedor de equipos de detección de gas debería poder ofrecer una gama de paquetes de servicio de mantenimiento de los equipos. Para obtener más información acerca del mantenimiento del equipo, consulte *Mantenimiento y cuidado permanente de detección de gas* en la página 106. ■

Maximización del tiempo y de la eficiencia

El término "inteligente" tiene significados diferentes según cada persona, y engloba mucho más que las características y la inteligencia integrada de un dispositivo. Las soluciones más inteligentes son aquellas que aportan eficiencia y rentabilidad durante toda la vida útil del producto.

Los dispositivos con firmware suelen considerarse "más inteligentes" que los sistemas analógicos digitales, ya que pueden realizar autodiagnósticos, mejorar la exactitud e incluso reducir el tiempo que se emplea en calibrar o mantener el dispositivo. Una de las preocupaciones más importantes de las empresas, hoy más que nunca, es reducir los costes y maximizar la eficiencia, por lo que la elección de una solución inteligente puede implicar grandes ahorros durante toda la vida útil del producto.

Sin embargo, esto no quiere decir que el dispositivo solo puede ayudarnos a ahorrar dinero si cuenta con inteligencia incorporada. Los productos solo pueden evaluarse adecuadamente teniendo en cuenta su uso y

donde se encuentran; lo que significa que la misma aplicación, los factores ambientales y otros elementos que entren en contacto con el dispositivo, influirán en si un dispositivo es realmente una opción "inteligente". En algunos casos, los dispositivos no inteligentes pueden ser la mejor opción para una determinada aplicación. La división del sector petroquímico mundial hace hincapié en esta observación, ya que cada región adopta tecnologías distintas.

La funcionalidad no tiene por qué ser inteligente para causar un impacto rotundo. La gama Sensepoint XCD de Honeywell Analytics incorpora una pantalla tricolor que permite ver claramente el estado de la unidad de un solo vistazo, incluso desde lejos: verde para funcionamiento normal, amarillo para indicar un estado de fallo y rojo para indicar

un estado de alarma. Aunque el mercado está inundado de modelos que ofrecen indicadores LED tricolores, la gama Sensepoint XCD incorpora una pantalla iluminada a todo color fácil de ver a cierta distancia. El ejemplo que incluimos a continuación ilustra el ahorro que implica esta funcionalidad: Imaginemos la configuración de una planta, donde una serie de dispositivos supervisan los peligros por gas y transmiten la información a un PLC (Controlador lógico programable). Si se presenta un peligro, el técnico de mantenimiento deberá acceder a la zona y encontrar el sensor que ha desencadenado el aviso/fallo. Si la planta es extensa y tiene muchos puntos de detección, este proceso podría tardar algún tiempo. Con Sensepoint XCD, el dispositivo que haya generado el aviso/fallo será visible con claridad gracias



a su pantalla de color amarillo brillante, con lo que el técnico podrá dirigirse sin dilación hacia la unidad; este código de colores tan sencillo permite conocer al instante el estado del dispositivo de un solo vistazo.

Aspectos como la pantalla tricolor de Sensepoint XCD no implican que sea necesariamente "inteligente" por sí mismo, pero, como pone de manifiesto el ejemplo, el efecto que pueden tener a la hora de ahorrar tiempo y dinero pueden convertir un dispositivo en una solución más "inteligente" que otras similares. Además, la pantalla del dispositivo también evita incurrir en más gastos asociados a la integración de las luces de estado locales, lo que supone un ahorro en los costes.

Ahorre tiempo... y dinero

Los sistemas de mayor rentabilidad son aquellos que permiten un uso rápido y sencillo del dispositivo con una formación mínima. Hasta una pequeña reducción de tan sólo unos minutos en cada dispositivo puede suponer un ahorro de dinero considerable con el tiempo, como se destaca en los siguientes ejemplos: Piense en una instalación que cuenta con 100 dispositivos basados en perla catalítica; si se tarda 10 minutos en comprobar y volver a calibrar cada uno con una solución, mientras que con otra se tardan 6 minutos por dispositivo, se conseguirá un ahorro de un 37% en mano de obra gracias al ahorro de 4 minutos por dispositivo.

Productos como la gama Sensepoint XCD y el transmisor universal XNX de Honeywell Analytics constituyen soluciones de supervisión completas para peligros por gas inflamable, tóxico y oxígeno, además de compartir interfaz y métodos de calibración. Esto quiere decir que los operarios no tienen por qué recibir formación con cada modelo. Esto es particularmente valioso a causa de la evolución de las plantas y los cambios en los procesos, ya que tal vez sea necesario utilizar soluciones de detección de gas adicionales. Los cursos de formación se reducirán al mínimo gracias al uso de dispositivos como estos; si pondera los costes de formación, los gastos de desplazamiento del personal al lugar donde se imparte el curso y, además, los gastos relativos a la sustitución del personal mientras se desarrolla el curso, esta solución puede suponer unos ahorros considerables.

Toda reducción de las pérdidas de producción puede constituir un ahorro. Imagine un emplazamiento que emplea un dispositivo como Sensepoint XCD Remote Flammable Detector (RFD) para la supervisión de gas metano en un entorno potencialmente explosivo. La capacidad del dispositivo para emitir advertencias de mantenimiento útiles puede contribuir a reducir las falsas alarmas.

Filosofías de sensores inteligentes y de calibración

La facilidad de intercambio y calibración de los sensores contribuye también a obtener ahorros. Esto se pone de manifiesto con las capacidades de autodetección "Plug and Play" de los dispositivos como Apex de Honeywell Analytics, que utilizan sensores precalibrados inteligentes. Estos sensores se pueden llevar al emplazamiento y cambiarse en tan sólo un minuto.

Esto significa que cambiar 100 sensores Apex llevará menos de dos horas, mientras que, en una tecnología de sensor estándar, cada dispositivo se tarda en cambiar y volver a calibrar unos 20 o 30 minutos (es decir, 3 ½ días laborales más en comparación).

Especule para acumular

El dicho "tanto pagas, tanto obtienes" suele ser convincente, en el sentido de que los dispositivos más inteligentes y los que ofrecen funciones avanzadas tienden a alcanzar un precio de compra más elevado. Este dinero, sin embargo, acostumbra a recuperarse varias veces, como cuando se compensa este dinero con el que el registro automático de datos puede ahorrar en costes de mano de obra de un emplazamiento. Un controlador de gases e incendios que realice un registro de datos automático regular puede costar unos 500 USD más (siguiendo con el argumento) que un controlador que no ofrezca esta funcionalidad. Un emplazamiento que desee realizar un registro de datos cada hora necesitará un técnico que se ocupe de este trabajo manualmente, si no está disponible ninguna función automática. Si cada comprobación de registro de datos tarda 15 minutos, significa que en una jornada de 16 horas (muchas plantas trabajan dos turnos diarios de ocho horas cada uno) se necesitarán 4 horas para efectuar las comprobaciones pertinentes. Transcurrido un año desde la puesta en servicio del dispositivo, el comprador habrá ahorrado alrededor de 208 horas en mano de obra.

Lo mismo puede decirse de aspectos como las plataformas de comunicaciones inteligentes, como HART®, Modbus® y LonWorks, que facilitan una comunicación bidireccional mejorada entre el dispositivo y el sistema de control. Este tipo de función tiene multitud de ventajas, como ayudar en actividades de mantenimiento planificadas, permitir a los operarios programar el mantenimiento, mejorar el aprovechamiento del tiempo y garantizar el máximo tiempo de actividad del equipo. Para los emplazamientos que utilicen una infraestructura 4-20 mA, HART® ofrece comunicaciones mejoradas sin que sea necesario un cableado adicional y, teniendo en cuenta que el cableado

es el mayor coste unitario de cualquier emplazamiento, la oferta es realmente atractiva. Para obtener más información, consulte *Protocolos de comunicación* en la página 48.

El tiempo en campo también se puede reducir porque los dispositivos que se han inhibido para el trabajo de campo pueden utilizarse, no es necesario que un segundo empleado que trabaje en la sala de control vuelva a ponerlo manualmente en línea, ya que pueden programarse para que se pongan en línea de manera automática. Esta función también limita los molestos casos de falsas alarmas, que pueden perjudicar la producción de la planta.

El valor de un diseño común

Los dispositivos actuales se fabrican considerando no solo la funcionalidad, sino también un enfoque más inteligente del diseño del producto; aspectos como un diseño común del dispositivo y de las piezas de repuesto minimizan la adquisición de repuestos por parte de las empresas. El promedio industrial indica que entre un 2 y un 5% de la totalidad de los pedidos corresponde a surtidos de repuesto adicionales. El inventario de repuestos también puede reducirse mediante el uso de un dispositivo de diseño común, como el transmisor universal XNX. Si se utilizaran transmisores universales XNX con regularidad, el valor de los costes globales del sistema correspondientes al surtido de repuestos podría reducirse a un tercio del valor de un sistema convencional que hace uso de varios tipos de transmisores. Esto se consigue al suprimir la necesidad de mantener diferentes tipos de recambios para los diversos tipos de transmisores que se hayan instalado.

Otro aspecto de valor de los dispositivos que utilizan un diseño común e interfaces de usuario intuitivas es que reducen el riesgo de una configuración o calibración incorrecta, que pueden generar falsas alarmas. Una sola falsa alarma que obligue a detener un proceso imprescindible durante 60 a 90 minutos en un emplazamiento cuya producción asciende a 1.000 barriles de petróleo por hora podría suponer una merma en la producción equivalente a 1.500 barriles.

Un enfoque caso por caso

Los factores locales y la configuración de la planta en cuestión tendrán un efecto importantísimo a la hora de establecer si un dispositivo es más adecuado que otro en cuanto a ahorro de dinero. Es importante trabajar con un proveedor que pueda ofrecer varias tecnologías y diversidad de especificaciones, ya que así podrá asesorarle de forma imparcial a la hora de elegir la solución que realmente más se adecue a su propósito, partiendo de sus variables particulares. ■

Protocolos de comunicaciones

La comunicación es indispensable en todos los ámbitos de la vida; y la detección de gas no es una excepción. De hecho, la aplicación de capacidades de comunicación a dispositivos pequeños de campo y a tecnologías de supervisión del proceso acerca dimensiones valiosas a la seguridad de las instalaciones.

Los sistemas de control de seguridad se organizan normalmente con un sistema jerárquico de tres niveles básicos de hardware y software. La interfaz humano-máquina (HMI), que suele ser una solución basada en PC, representa el nivel superior. Esto permite a un operador interactuar y supervisar el sistema con un acceso protegido con contraseñas que permite la confirmación y/o modificación según se necesite. El segundo nivel está formado por controladores lógicos programables (PLC). Estos permiten que las señales analógicas, digitales y del bus interactúen con la HMI. El tercer nivel está compuesto por diferentes dispositivos, como detectores de gas por infrarrojos (IR), sensores de gas tóxico, sensores de presión y temperatura, y dispositivos de campo de medición de flujos.

El tipo de protocolo de comunicación que emplea el sistema para interactuar con los PLC y dispositivos de campo determina el tipo de datos que puede obtenerse de un dispositivo y la frecuencia con la que es posible transmitirlos o recibirlos. Muchos PLC tienden a usar una salida de 4 a 20 mA.

Tipos de protocolo de comunicación

El concepto de detección de gas con capacidades de comunicación no es nuevo, de hecho los detectores de gas llevan utilizando protocolos como Foundation Fieldbus™, Modbus®, Profibus® y HART® (transductor remoto direccionable en red) desde 1980.

Desde el inicio de los protocolos de comunicación, han surgido muchas variantes, como Modbus® que fue el primero en desarrollarse en 1979. Foundation Fieldbus™ fue un protocolo que se lanzó en 1980 y se adoptó firmemente en EE. UU. Profibus® surgió rápidamente como una alternativa a Foundation Fieldbus™ y se popularizó en Europa.

HART® COMMUNICATION PROTOCOL

Hoy en día, Foundation Fieldbus™ coexiste con Modbus®, Profibus® y Industrial Ethernet (un concepto de ethernet que ofrece una comprobación y estabilidad de datos mejorada).

Esta multiplicidad de opciones disponibles se explica por la diversas necesidades del sector en cuanto a comunicaciones. Algunos protocolos ofrece una comunicación entre pares (como Foundation Fieldbus™), lo que significa que los PLC siempre reciben flujo de datos y también pueden solicitar información del dispositivo. Otros (como HART®) funcionan en un principio maestro-esclavo, donde los datos no se transmiten continuamente y el PLC (que funciona como maestro) solicita la información al dispositivo esclavo, que a su vez envía los datos al PLC.

HART® funciona con dos funciones maestras, un maestro principal (como un PLC o un sistema de control distribuido (DCS) y un maestro secundario (como un dispositivo portátil habilitado para HART®); esto ofrece al usuario un valor añadido. Por ejemplo, un operador puede salir al emplazamiento con un interrogador portátil habilitado para HART® o puede utilizar un PLC/DCS que esté en una sala de control o en otra área.

Modbus® RTU ha gozado de gran popularidad durante los últimos 20 años. Esto se debe a la velocidad en la que puede transmitir los datos y al hecho de que incluye un mecanismo de comprobación de errores para asegurar la fiabilidad del envío y recepción de datos, y sigue siendo popular gracias a Modbus® TCP/IP a través de Ethernet.

Honeywell Analytics publicó su propio sistema digital en 1985; se denominaba "Gas Data Acquisition and Control System (GDACS)" y hacía uso de un protocolo patentado. Se desarrolló para aportar flexibilidad y mejorar el grado de interacción de los usuarios, y su valor ha resistido el paso del tiempo. De hecho, a día de hoy, Honeywell Analytics sigue proporcionando asistencia a los clientes que usan este protocolo.

El valor de los protocolos de comunicaciones

Los protocolos de comunicaciones ofrecen un valor considerable para mejorar la seguridad, simplificar el mantenimiento y reducir los gastos corrientes:

- Permiten al usuario acceder a información del dispositivo inteligente de campo (como lecturas de gas, nivel de señal, lecturas del sensor en bruto y temperatura)
- Permiten al usuario cambiar la calibración y configuración de los dispositivos.
- Facilitan la realización de un mantenimiento proactivo y programado en comparación con el mantenimiento reactivo.
- Reducen los gastos corrientes porque el mantenimiento proactivo es más barato que el reactivo.
- Reducen los gastos de ingeniería de campo: la comunicación del dispositivo le permite "tener conocimiento antes del desplazamiento", lo cual quiere decir que los técnicos pueden estar preparados para el trabajo que se necesita realizar en el campo.





Tendencias y popularidad de HART®

El funcionamiento de los protocolos de comunicaciones difiere ligeramente unos de otros; por ello, presentan ventajas e inconvenientes distintos en cada caso. Los protocolos de comunicación entre pares como Foundation Fieldbus™ necesitan más potencia debido al flujo de datos extra del dispositivo al PLC, pero por el contrario ofrecen el beneficio adicional de permitir una comunicación constante entre el dispositivo de campo y el PLC, que es esencial para muchos procesos regulados.

HART® se está convirtiendo en un protocolo de comunicación muy popular, ya que comunica a través de una topología de cableado analógica de 4-20 mA; la señal digital de HART® está superpuesta a la señal 4-20 mA existente y permite una comunicación bidireccional, que le ofrece al operador la flexibilidad de realizar modificaciones en el dispositivo con la señal HART®. Los costes infraestructurales, como el cableado, son uno de los aspectos más caros de una planta, por eso HART® es una solución atractiva para muchas instalaciones. De hecho, su creciente popularidad pone de manifiesto la gran difusión mundial de las bases de instalación de cableados de 4 a 20 mA. Hoy en día, es uno de los protocolos de comunicación más adoptados y se utiliza en unos 30 millones de dispositivos en todo el mundo.

HART® le permite a PLC emitir tres tipos de comando: un comando universal para datos, al que responden todos los dispositivos de campo de HART®, un comando de uso común, que utilizan muchos dispositivos, y un comando específico de dispositivo, que es único para un determinado dispositivo. El fabricante de un dispositivo de campo habilitado para HART® producirá un archivo de descripción de dispositivo (DD) que permite al usuario interactuar directamente con un dispositivo como el Searchpoint Optima Plus de Honeywell Analytics. Esto permitirá al usuario interrogar al dispositivo acerca de información o cualquier procedimiento específico del dispositivo en cualquier bucle, mediante un dispositivo portátil habilitado para HART® que incluya un archivo DD de Honeywell Analytics.

El valor real de HART® se aprecia en el contexto de un producto específico como el Searchpoint Optima Plus. En definitiva, existen dos ámbitos esenciales en los que una instalación puede sacarle beneficio a HART®: eficiencias de mantenimiento continuo/ operacionales y la marcha/puesta en servicio.

HART® y el uso de un dispositivo universal: la combinación ganadora

Los dispositivos "un modelo único para todo", como el transmisor universal XNX de Honeywell Analytics, están muy en línea con las necesidades del mercado. De hecho, la solución perfecta para la mayoría de los usuarios finales es un dispositivo universal que pueda interactuar con la mayoría de las tecnologías de detección de gas en las instalaciones, y que proporcione una solución sencilla y duradera que se adapte a las necesidades de detección de gas en constante cambio. Esto contribuye a la reducción de costes y a la simplificación de las operaciones de forma drástica.

El XNX es un transmisor extremadamente flexible que se puede configurar para aceptar las aportaciones de cualquiera de las tecnologías de la gama de sensores de gas de Honeywell Analytics (IR de camino abierto, IR de punto, sensores de alta temperatura, celda electroquímica y mV), que ofrece una solución con una sola interfaz para toda la supervisión de gases, gases tóxicos e inflamables de planta. El dispositivo también ofrece una amplia variedad de señales de salida, como HART®, Foundation Fieldbus™, Modbus®, 4-20 mA y relés, ofreciendo la flexibilidad necesaria para satisfacer las exigencias de una amplia gama de aplicaciones y sectores, como centros petrolíferos y gasíferos en tierra y en alta mar, centrales eléctricas y plantas petroquímicas y químicas.

Cuando se combina este valor con los beneficios que proporciona HART®, el coste actual de la detección de gas puede reducirse. Los dispositivos de campo de uso universal habilitados para HART®, como el transmisor universal XNX, es probable que crezcan en popularidad, gracias a su funcionalidad y el potencial ahorro de costes. ■

DATOS SOBRE GASES

En la atmósfera natural de la Tierra, hay un total de 17 gases. Solo el oxígeno y el nitrógeno están presentes en grandes concentraciones: 20,9476% y 78,084% respectivamente.

Detección de gas fija de Honeywell

Honeywell Analytics produce una completa gama de detectores de gases inflamables, tóxicos y oxígeno con opciones adaptadas a todas las industrias y aplicaciones; desde opciones económicas para el cumplimiento de las normativas hasta soluciones de alto rendimiento diseñadas para minimizar el mantenimiento y maximizar el tiempo de actividad del equipo.

Honeywell Analytics Experts in Gas Detection

Detección fija de gas (gases inflamables y tóxicos)

Transmisor universal XNX



Un transmisor universal compatible con todas las tecnologías de sensores de gas de Honeywell Analytics

MkII y MkIII serie 3000



Detectores de gases tóxicos y oxígeno, a dos hilos y alimentado por lazo, para su uso en atmósferas potencialmente explosivas.

Sensepoint XCD RFD



Transmisor de gases inflamables que se puede utilizar con sensores de gases inflamables montados remotamente.

Sensepoint XCD RTD



Transmisor de gases que se puede utilizar con sensores de gases tóxicos y oxígeno montados remota o directamente.

Sensepoint XCD



Transmisor y sensor de gases inflamables, tóxicos y oxígeno con pantalla tricolor para ver el estado a distancia.

Searchline Excel



Detector de infrarrojos de camino abierto reconocido a nivel mundial con alcance dinámico de supervisión de 200 m.

Apex



Detector de gases inflamables y tóxicos de alto rendimiento con una amplia gama de plataformas de comunicación

Searchpoint Optima Plus



Detector de infrarrojos de punto, líder en el mercado, con 100 gases disponibles. HART® opcional en salida de 4 a 20 mA

Gama Signalpoint



Gama de detectores de gases inflamables, tóxicos y oxígeno de bajo coste.

Signalpoint Pro



Gama de detectores de gases tóxicos y oxígeno de bajo coste con pantalla de concentración de gases integrada.

Gama Sensepoint



Detectores de gases inflamables, tóxicos y oxígeno económicos con la certificación ATEX

Sensor para altas temperaturas Sensepoint



Ideal para gases combustibles en áreas de alta temperatura.

Detección fija de gas (tóxico)

Vertex M



Supervisión rentable de gas tóxico de entre 8 y 24 puntos con pruebas físicas de fuga.

Vertex™



Dispositivo flexible que proporciona supervisión continua de hasta 72 puntos

Midas®



Detección sensible mediante cartuchos de sensores inteligentes y Power over Ethernet (PoE).

Chemcassette®



Detector de gases tóxicos que no precisa calibración con prueba física de fuga

Satellite XT



Sistema de detección de gases tóxicos compacto y pequeño con una amplia gama de sensores.

Sat-Ex



Supervisión completa de gases corrosivos, combustibles y tóxicos en atmósferas potencialmente explosivas.

SPM Single Point Monitor



Dispositivo de respuesta rápida que realiza la detección en el rango de ppb con pruebas físicas de fuga.

ACM 150 FT-IR



Detección versátil y sensible de hasta W40 puntos con numerosos gases disponibles.

CM4



Supervisión continua y económica de hasta cuatro puntos de detección con requisitos de mantenimiento mínimos

Controladores

System 57



Controlador de precisión que acepta entradas de detectores de humo y calor, gases tóxicos, inflamables, oxígeno y llama



Touchpoint 1

Controlador de gases inflamables, tóxicos y oxígeno para utilizar con la gama de detectores de gas Sensepoint



Touchpoint 4

Controlador de gases inflamables, tóxicos y oxígeno, para utilizar con la gama Sensepoint que ofrece 4 puntos de detección



Unipoint

Controlador montado en guía DIN flexible y de bajo coste

15

Detectores portátiles de gas

Los instrumentos de detección de gas tóxico e inflamable están disponibles por lo general en dos formatos diferentes: portátil, es decir, detectores de "lectura de puntos" y "fijos", monitores colocados en el mismo sitio permanentemente. Dependerá de varios factores cuál de estos tipos es el más adecuado para una aplicación concreta, incluida la frecuencia con la que accede a la zona el personal, las condiciones del emplazamiento, si el peligro es permanente o transitorio, la frecuencia con la que se necesitan las pruebas y, por último, pero no menos importante, la disponibilidad de las finanzas.

Los instrumentos portátiles representan probablemente casi la mitad de todos los detectores de gas electrónicos modernos que se utilizan en la actualidad. La legislación de la mayoría de países también exige su uso por parte de cualquier persona que trabaje en espacios reducidos como alcantarillas y conductos telefónicos y eléctricos subterráneos. Generalmente, los detectores de gas portátiles son compactos, resistentes, impermeables, ligeros, y se pueden transportar fácilmente o llevar atados en la ropa.

Los detectores de gas portátiles están disponibles en forma de unidades de un gas o de varios gases. Las unidades de un gas contienen un sensor para la detección de un gas específico, mientras que las de varios gases normalmente contienen hasta seis sensores de gas diferentes (generalmente oxígeno, inflamables, monóxido de carbono y sulfuro de hidrógeno).

Los productos oscilan desde las unidades desechables con alarma simple hasta avanzados instrumentos completamente configurables y reutilizables con características como registro de datos, muestreo de bomba interna, rutinas de calibración automática y conectividad con otras unidades.

Los avances en el diseño de los últimos detectores portátiles de gas incluyen las siguientes ventajas:

- Uso de materiales de construcción más sólidos y ligeros.
- Uso de microprocesadores de alta potencia, que permiten el registro de datos mejorado y en las comprobaciones automáticas, etc.
- Empleo de diseños modulares que simplifican las revisiones y el mantenimiento rutinarios

- Desarrollos de la batería que proporcionan tiempos de funcionamiento ampliados entre cargas y paquetes de batería de tamaño más pequeño. ■

DATOS SOBRE GASES

El sulfuro de hidrógeno que se produce en el mar podría haber causado la extinción completa de la flora y la fauna hace casi 250 millones de años.





■ Detectores portátiles de gas (continuación)

¿Por qué son tan importantes los detectores portátiles de gas?

Los detectores portátiles de gas se clasifican como equipo de protección individual (EPI) y están diseñados para proteger al personal contra peligros por gases y permitir la realización de pruebas móviles de ubicaciones antes de acceder a estas.

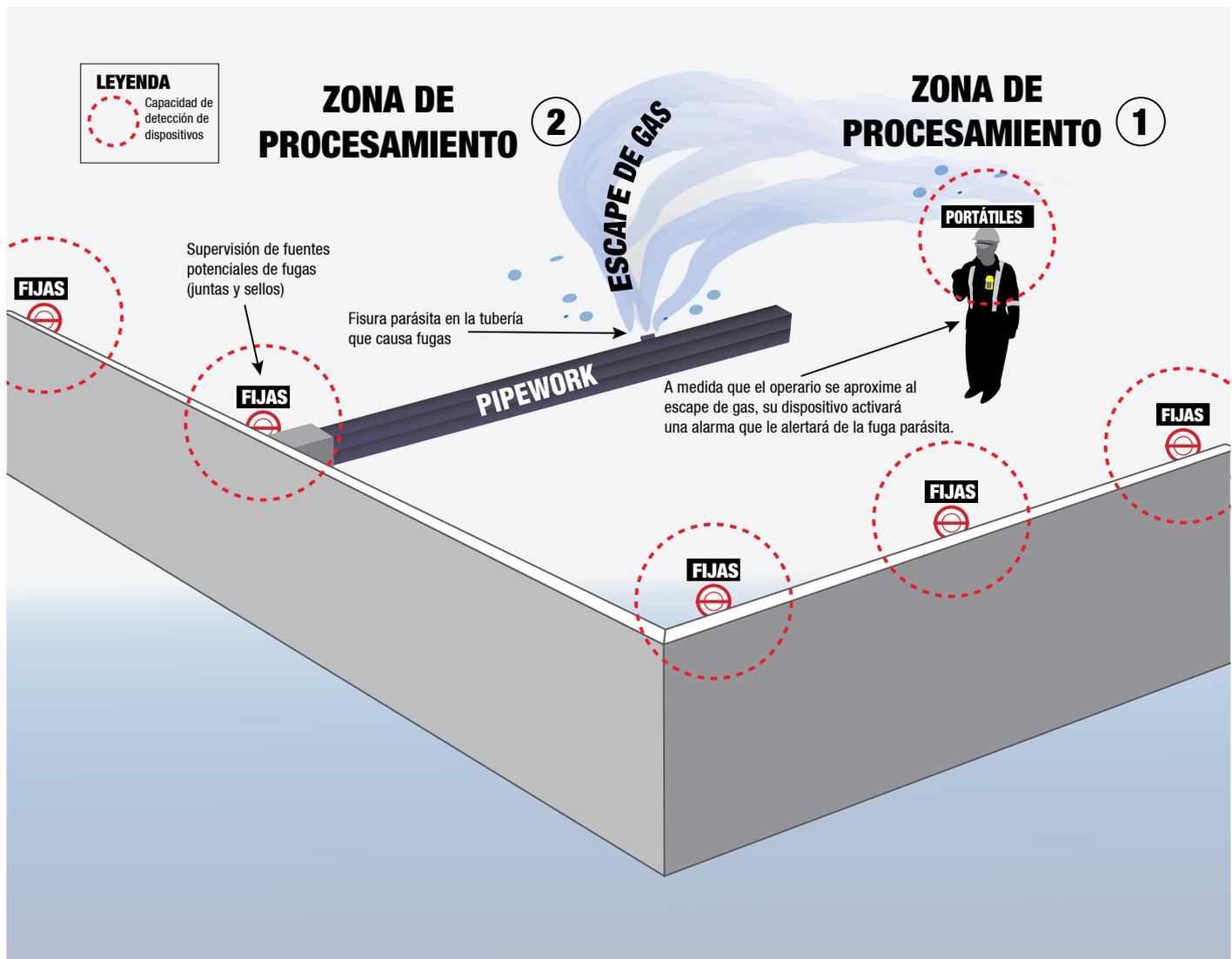
Estos pequeños dispositivos son esenciales en muchas áreas donde pueden surgir peligros por gases, ya que son el único medio de supervisión de la zona de respiración del operario de forma continua, tanto si se está quieto como en marcha.

Aunque la detección fija de gas ofrece protección del personal por sí misma, no puede desplazarse con el operario, y esto crea la posibilidad de que el operario pueda acceder a una zona más allá del perímetro de detección del detector fijo.

Muchos emplazamientos emplean una mezcla de detección de gas fija y portátil, pero la portátil a veces se utiliza por sí sola.

Esta elección se fundamenta en las siguientes razones:

- El personal no podrá acceder a la zona muy a menudo, lo cual supone que la inclusión de detección fija de gas es prohibitiva por razones económicas.
- Puede que la zona sea pequeña o de difícil acceso, lo cual supone que la disposición de detección fija de gas es poco práctica.
- Es posible que la aplicación que requiere detección no sea estacionaria. Por ejemplo, cuando un buque cisterna descarga gas natural licuado en el muelle, el muelle se encuentra estacionario, mientras que el propio buque se mueve debido al movimiento del mar.



■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Zona de respiración

La zona de respiración se define como un radio de 25 cm/10 pulg. de la nariz y boca del operador. Un dispositivo portátil puede fijarse en diferentes ubicaciones dentro de la zona de respiración, incluso se puede enganchar a chaquetas o a bolsillos en el pecho (pero nunca dentro de un bolsillo), o puede sujetarse con un arnés o una pinza para casco. Es fundamental que el dispositivo esté sujeto todo el rato.

Gases que suelen requerir detección portátil

Existen diversas aplicaciones y entornos que requieren la supervisión de la detección portátil de gas y donde es posible encontrar numerosos gases tóxicos e inflamables.

Los gases que se suelen detectar con mayor frecuencia son los siguientes:

- Monóxido de carbono
- Dióxido de carbono
- Sulfuro de hidrógeno
- Disminución de oxígeno
- Gases inflamables como metano, gas licuado de petróleo y gas natural licuado
- Amoníaco
- Dióxido de azufre
- Cloro
- Dióxido de cloro
- Óxido de nitrógeno
- Dióxido de nitrógeno
- Fosfina
- Cianuro de hidrógeno
- Ozono
- Diversos compuestos orgánicos volátiles (COV), incluidos acetona, benceno, tolueno y xileno

Debido a la variedad de aplicaciones y procesos llevados a cabo, es posible que los dispositivos portátiles detecten también muchos otros gases. Para obtener más información acerca de qué gases es probable encontrar en determinadas aplicaciones, consulte *Aplicaciones habituales para detectores portátiles de gas* en la página 60.



Mejora de la seguridad gracias a detectores portátiles de gas

Los cambios en la legislación y el cumplimiento normativo, unidos a la evolución de los requisitos previos impuestos por las compañías aseguradoras, están generalizando aún más el uso de detectores portátiles de gas en muchos sectores.

Existe un gran interés en muchos sitios por "mejorar la seguridad" y la integración de una flota portátil de detección de gas in situ es una gran manera de contribuir a esto.

Además de los requisitos legislados (de cumplimiento obligatorio), muchos sitios también escogen implementar normas específicas para el emplazamiento como, por ejemplo, realizar una prueba funcional de un detector portátil de gas antes de que algún operativo lo utilice. Para obtener más información acerca de la comprobación de dispositivos, consulte *Mantenimiento de la detección de gas portátil* en la página 72.



■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Tipos de detectores portátiles de gas | Modos de funcionamiento del detector portátil de gas

Hay dos tipos principales de detectores portátiles de gas:

- **Un solo gas:** dispositivos diseñados para detectar un solo gas.
- **Multigás:** dispositivos que pueden detectar varios gases. Las variedades suelen abarcar entre 4 y 6 gases, y tienden a integrar varios principios de detección en una sola unidad.

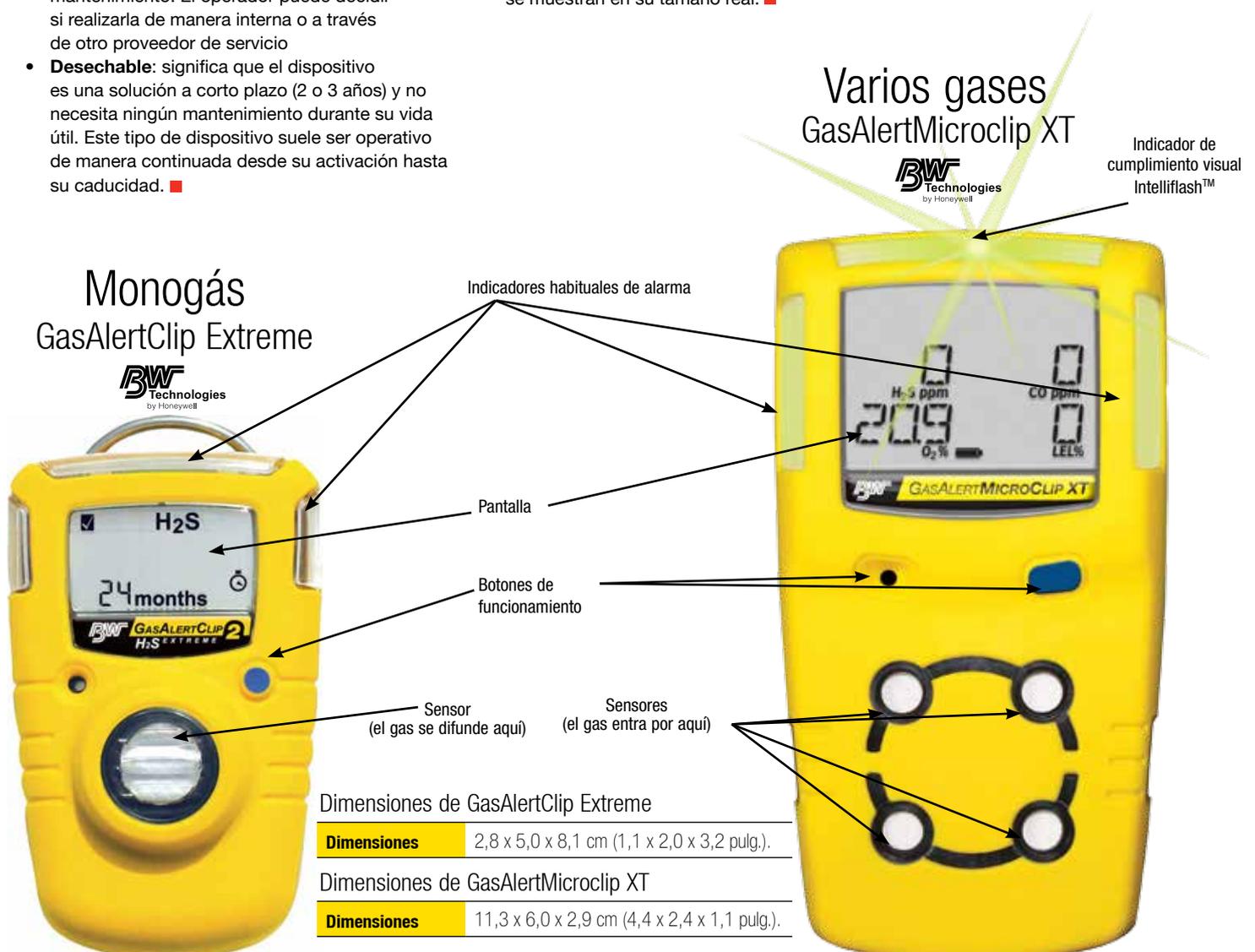
En lo que respecta al funcionamiento y mantenimiento permanentes, los detectores portátiles se dividen en dos grupos:

- **Reutilizable:** significa que el dispositivo es una solución a largo plazo que necesita mantenimiento. El operador puede decidir si realizarla de manera interna o a través de otro proveedor de servicio
- **Desechable:** significa que el dispositivo es una solución a corto plazo (2 o 3 años) y no necesita ningún mantenimiento durante su vida útil. Este tipo de dispositivo suele ser operativo de manera continuada desde su activación hasta su caducidad. ■

Los detectores portátiles son capaces de extraer aire a su interior (conocido como "muestreo") o pueden permitir que el aire se introduzca en el sensor, en función de las necesidades de la aplicación:

- **Difusión:** Es el modo que estará activado más tiempo en el dispositivo portátil; se utiliza en la supervisión de la zona de respiración del personal. A medida que un operario accede a un área donde se localiza una concentración de gas, el gas deberá llegar al sensor e introducirse en el detector para "percibir" el gas.
- **Muestreo:** Una bomba motorizada integrada o un kit de muestreo, que incluye un aspirador de mano, puede permitir que el dispositivo extraiga aire hacia el sensor. La capacidad de tomar muestras de aire (manualmente o con una bomba motorizada) es fundamental para la seguridad cuando es posible que una zona pueda encerrar varios peligros, ya que permite a un operador comprobar el aire en busca de gases antes de acceder a la zona y respirar el aire.

La siguiente imagen muestra dos ejemplos de soluciones portátiles de BW Technologies by Honeywell: un dispositivo desechable monogás y un detector multigás. Los productos se muestran en su tamaño real. ■



■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Características y funciones

Debido a la diversidad de aplicaciones y a los peligros que se encuentran en su interior, las especificaciones de los detectores portátiles de gas varían considerablemente.

Los principales aspectos relativos a las funciones/especificaciones que proporcionan un dispositivo portátil y su valor asociado se detallan en la siguiente tabla:



Aspecto	Descripción	Valor
Pantalla	La incorporación de una pantalla permite al operario ver los resultados de supervisión del detector. Muchos dispositivos disponen de una pantalla en tiempo real, lo cual significa que el dispositivo mostrará los valores de los gases y otros iconos de funcionamiento al operario.	La seguridad puede mejorarse, ya que un operario verá el aumento de un valor de gas antes de que se desencadene la alarma. La pantalla también puede proporcionar tranquilidad a un operario, a través de la visualización de iconos de tipo "funcionamiento correcto" y aspectos como los gases que se están detectando y cuántos días quedan hasta la siguiente calibración. Cuando se trata de dispositivos desechables, una pantalla también puede informar del número restante de meses de funcionamiento.
Protección del dispositivo (también conocida como "grado de protección contra entradas")	El nivel de protección contra la entrada de agua y polvo (IP) (<i>consulte la página 92 para obtener más información</i>) y la resistencia a los impactos del dispositivo indica su idoneidad para entornos difíciles donde puede haber agua, polvo, suciedad o otros materiales.	Un dispositivo que es resistente a los golpes y capaz de sumergirse en agua proporcionará una solución de supervisión flexible que puede adaptarse a las necesidades de muchas aplicaciones in situ. De hecho, las aplicaciones de tratamiento de aguas y en alta mar requieren esta protección. También ayuda a garantizar una larga vida útil del dispositivo.
Botón de funcionamiento único	El funcionamiento de algunos dispositivos (incluidos los proporcionados por Honeywell) gira en torno a un único botón de grandes dimensiones diseñado para proporcionar una interacción simplificada. Otros dispositivos quizá integren varios botones.	El funcionamiento con un botón de grandes dimensiones permite al operario trabajar con el dispositivo más fácilmente y, además, significa que no tendrá que quitarse los guantes para activar los botones. Esto puede suponer un ahorro considerable de tiempo en la vida útil del producto.
Registro de datos integrado	Una capacidad de registro de datos integrado significa que cualquier evento (como una alarma) es almacenado automáticamente en el dispositivo, y un gestor de la gama portátil puede descargarlo y utilizarlo más tarde para la elaboración de informes. La cantidad de datos que se puede registrar varía de un dispositivo a otro.	El registro automático de datos integrado ayuda a simplificar la elaboración de informes sobre eventos. Conviene recordar también que muchas aseguradoras exigen informes detallados.
Rendimiento de la batería	El tipo de batería, el tiempo de ejecución y el tiempo de carga pueden variar considerablemente de un dispositivo a otro.	Una batería de alto rendimiento de carga rápida puede ofrecer la flexibilidad necesaria para abarcar largos turnos o turnos múltiples sin necesidad de ser recargada. Un ciclo de carga más corto también puede reducir el número de dispositivos portátiles necesarios in situ y el consumo de energía requerido durante la vida útil del producto.
Tipos de integración de sensores	Algunos dispositivos permiten añadir o eliminar sensores individuales, mientras que otros utilizan un cartucho de sensores integrado.	Ambos aspectos tienen sus ventajas: El primero permite flexibilidad al permitir la actualización de un sensor si es necesaria, pero sin tocar los demás sensores. Por el contrario, un cartucho de sensor integrado ofrece una sustitución rápida y sencilla, de modo que también se reduce el tiempo y el coste del mantenimiento durante toda la vida útil del producto.
Bomba de muestreo motorizada	Una bomba motorizada permite que un dispositivo extraiga aire de una zona potencialmente peligrosa sin tener que acceder a ella. Algunos dispositivos cuentan con bombas motorizadas integradas, mientras que otros no.	Los espacios reducidos deben someterse a prueba antes de acceder a ellos. Si realiza pruebas con un dispositivo que permite alternar entre el modo de difusión y el modo de muestreo, podría ahorrar tiempo con el uso de un kit de muestras manual, que ha de ser instalado en el dispositivo. El flujo de aire se regula también con una bomba motorizada.
Alarmas	La mayoría de los dispositivos cuenta con alarmas visuales, sonoras y vibratorias para alertar a los operarios de los peligros.	Es esencial que un dispositivo pueda atraer la atención, incluso en lugares con altos índices de ruido, de modo que el uso de múltiples tipos de alarma ayuda a garantizar que un evento de alarma nunca será ignorado. Los detectores portátiles de gas de Honeywell ofrecen alarmas ultraluminosas, con ángulos amplios, fácilmente visibles y apoyadas en señales sonoras y vibratorias que garantizan atraer la atención en cualquier aplicación.
Indicadores visuales de cumplimiento	Algunos dispositivos, como los de BW Technologies by Honeywell, incluyen LED especiales de indicación visual que se desactivan automáticamente cuando el dispositivo tiene una calibración o una prueba funcional pendiente.	Este aspecto puede mejorar la seguridad del emplazamiento y ayudar considerablemente a las actividades de gestión de la gama de dispositivos, ya que facilitan encontrar los dispositivos que no cumplen, lo cual incita a los operadores a asegurar que sus dispositivos reciben mantenimiento de acuerdo con las normas del emplazamiento.

■ Detectores portátiles de gas (continuación)

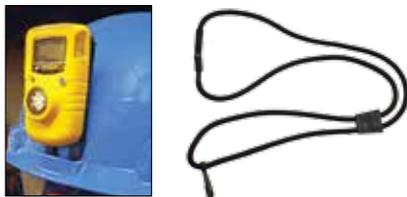
I Accesorios

Los detectores portátiles de gas vienen con una amplia gama de accesorios, que se dividen en las siguientes categorías:

Accesorios diseñados para proteger los dispositivos portátiles:

Es esencial que los detectores portátiles de gas estén firmemente sujetos en todo momento dentro de la zona de respiración. Muchos trabajos requieren el uso de ambas manos, y hay varias opciones disponibles que permiten que la unidad esté sujeta firme pero cómodamente.

- Cordón/brida de cuello de varias longitudes, que permite que el operario lleve puesto un dispositivo portátil alrededor del cuello.
- Broche que permite que el dispositivo esté fijo en el lateral del casco.
- Arnés de fijación del dispositivo al pecho u otra parte del cuerpo.



Accesorios diseñados para proteger los dispositivos

Aunque muchas unidades se han diseñado "a prueba de golpes", si se dejaran caer de forma accidental, se podría comprometer la capacidad de las unidades de detectar gas y de alertar peligros, o se podría limitar la vida útil de las unidades y entorpecer el mantenimiento permanente. Es posible utilizar la protección adicional al trabajar en lugares difíciles.

- Funda protectora a prueba de golpes
- Funda de transporte
- Accesorio para vehículos



Accesorios diseñados para proteger los dispositivos contra la entrada de agua, polvo y suciedad

Muchas aplicaciones que requieren la detección de gas pueden estar sucias, llenas de partículas en suspensión, polvo y agua. Si la unidad no está protegida adecuadamente, estos elementos pueden penetrar en el sensor del dispositivo e impedir que sea capaz de detectar gas correctamente, lo cual puede ser muy peligroso. La protección adicional se consigue a través de filtros diseñados para impedir que los restos y el agua penetren en la unidad y comprometan su capacidad de detección.

- Filtros de protección de sensor (incluidos hidrófobos y de partículas)
- Accesorios de flotación en el agua



Accesorios diseñados para facilitar las muestras de aire

Si existe la posibilidad de que haya riesgo por gas en una zona en la que pretenda entrar el operario, primero se deben tomar muestras del aire con un kit o una bomba que permita la extracción del aire. Si se accede a un área sin llevar a cabo esta prueba, podría producirse un fallecimiento, sobre todo si existen gases altamente tóxicos. Basta una inhalación de 1.000 ppm de sulfuro de hidrógeno para matar a cualquier persona.

- Aspirador manual
- Sonda y tubos de flujo
- Caperuza de prueba (solo permite la entrada del aire de muestra)
- Módulo de bombeo (dispositivo que se acopla a los sensores de la unidad y que permite extraer aire)
- Honeywell fabrica kits de muestreo integrados y kits de espacios reducidos para su gama completa de productos portátiles de detec



Accesorios de alimentación y carga

Es posible que los emplazamientos establezcan turnos de distinta duración; por ello, es importante elegir soluciones de alimentación adecuadas que puedan satisfacer los requisitos. A veces, es posible que varios operarios compartan un dispositivo, por lo que no siempre habrá tiempo para cargas completas entre turnos. Los kits y las bases de carga para coches proporcionan una carga fácil en marcha para los operarios que viajan.

- Varias opciones de pilas, incluidas pilas alcalinas o de litio
- Paquetes de pilas recargables
- Adaptadores de cargador para vehículos
- Bases de carga



Accesorios para el registro de datos

Cuando sea necesario registrar datos directamente en un PC o un portátil, los lectores USB proporcionan un medio rápido y sencillo de descarga de datos. Las tarjetas multimedia también permiten almacenar y conservar datos adicionales en dispositivos compatibles.

- Lectores de tarjetas de memoria USB
- Tarjetas multimedia ■



■ Detectores portátiles de gas (continuación)



I Alarmas e indicación de estados

Tipos de alarma

Es posible configurar un detector portátil de gas de tal forma que emita una alarma en varias condiciones, de modo que se pueda advertir a los operarios de ciertos estados de peligro.

El objetivo de toda alarma es señalar un peligro inminente antes de que se convierta en un riesgo crítico o peligroso para la seguridad o la salud.

Para obtener más información acerca de *Límites de exposición en el lugar de trabajo (VLA)*, consulte la página 21.

- **Límite de exposición a corto plazo (STEL)** (15 minutos de duración)
- **Límite de exposición a largo plazo (LTEL)** (8 horas de duración)
- **Alarma de nivel bajo:** Define el punto de ajuste bajo de la alarma.
- **Nivel de alarma superior:** Define el punto de ajuste alto de la alarma

La mayoría de los detectores portátiles de gas cuentan con tres tipos de alarma (audible, visual y vibratoria) diseñados para alertar al operario de un evento de alarma, incluso en zonas con alto niveles de ruido, o cuando el detector portátil de gas se fija a una ubicación que no permite ver las alarmas visuales (por ejemplo, a un casco).

Como se mencionó anteriormente, es posible utilizar una unidad portátil de dos maneras: para supervisar la zona de respiración de un operario (modo de difusión) o para realizar una comprobación previa de una zona antes de que un operario acceda a una ubicación que podría presentar gases peligrosos.

Los dispositivos portátiles son particularmente importantes cuando los operarios están trabajando en áreas donde hay presencia de gases tóxicos y donde pueden estar expuestos durante un tiempo limitado y en concentraciones limitadas. Los tipos de alarma STEL y LTEL ofrecen esta protección y avisan al operador cuando se alcanzan los niveles máximos de exposición.

Indicación de estado visual de valor añadido

La gama de BW Technologies by Honeywell también ofrece un indicador visual de valor añadido que puede potenciar considerablemente la seguridad del emplazamiento. IntelliFlash™ cuenta con un indicador LED claramente visible que muestra si el dispositivo cumple las normas del lugar. Si un dispositivo no se mantiene correctamente, el indicador de IntelliFlash™ se apagará, para manifestar el no cumplimiento del dispositivo al operador y al administrador de la flota. ■



■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Aplicaciones habituales para detectores portátiles de gas

Espacios confinados o reducidos

Los espacios reducidos pueden encontrarse en multitud de sectores e industrias, y son una de las aplicaciones más comunes de detección portátil de gas. Los espacios reducidos se definen de los siguientes modos:

1. Lugar cuya entrada o salida presenta limitaciones o restricciones.
2. Lugar cuyas dimensiones son lo suficientemente grandes para que un operario entre y realice determinadas tareas.
3. Lugar que no está diseñado para ser ocupado continuamente por un trabajador.
4. Lugar donde la ventilación puede ser escasa, lo que facilita la acumulación de gases.

Existen dos tipos de espacios reducidos:

- Espacio confinado normal (no se requiere permiso).
- Espacio confinado que requiere permiso.

Además de los criterios que definen un espacio confinado estándar, un espacio confinado que requiere permiso también tendrá uno o varios de los siguientes atributos:

- Se sabe que contiene o ha contenido una atmósfera peligrosa.
- Se sabe que entraña un peligro de seguridad reconocido.
- Se sabe que contiene materiales que podrían provocar la asfixia.
- El diseño del espacio mismo podría atrapar o asfixiar al operario que acceda al espacio.

Tipos de espacio confinado

Los espacios reducidos se pueden encontrar en una amplia variedad de sectores y aplicaciones. Los tipos habituales incluyen los siguientes:

- Chimeneas
- Zanjas
- Alcantarillas y bocas de inspección
- Pozos
- Calderas
- Túneles
- Tanques
- Navíos (incluidos tanques de navíos)
- Tuberías
- Contenedores



■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Peligros por gases en espacios confinados

En función de la aplicación, en espacios reducidos se pueden encontrar numerosos gases. La atmósfera puede contener una mezcla de sustancias inflamables y tóxicas o presentar una disminución del oxígeno a niveles peligrosos. Entre los gases que se suelen encontrar se incluyen los siguientes:

- Oxígeno
- Monóxido de carbono
- Sulfuro de hidrógeno
- Metano
- Amoníaco
- Cloro
- Dióxido de nitrógeno
- Dióxido de azufre
- Cianuro de hidrógeno

Debido a la naturaleza peligrosa de los espacios reducidos, es necesario emplear un procedimiento de supervisión portátil de dos pasos. En primer lugar, deberá someterse la zona a pruebas; a continuación, deberá realizarse una supervisión continua del espacio durante el tiempo que el operario esté trabajando en su interior.

Realización de pruebas estratificadas en espacios confinados (paso 1)

Antes de entrar en el espacio confinado, deberá emplearse un detector portátil de gas junto con varios accesorios de entrada en espacios reducidos, como los kits de aspiración manual (si no se dispone de una bomba integrada de muestreo automático), y una manguera de muestra con sonda. Esto permitirá que el operario se ubique fuera del espacio confinado, pero de forma que pueda extraer el aire de su interior para que el detector portátil de gas pueda someterlo a una prueba.

Es vital tomar muestras del aire en los distintos niveles, desde el piso hasta el techo: los gases más pesados que el aire se acumulan en las zonas bajas, mientras que los gases más ligeros que el aire se encuentran en los niveles más altos.

- Preste especial atención a pisos o techos irregulares que puedan facilitar la formación de altas concentraciones de gas.
- Recuerde tomar muestras siempre a cierta distancia de la apertura; el aire podría penetrar en el espacio confinado, lo que originaría lecturas falsas y datos de nivel de oxígeno inexactos.
- Una vez que se haya completado la prueba y, tras no detectar ningún peligro, el operario podrá acceder al espacio confinado.



GasAlertQuattro



GasAlertMax XT II



GasAlertMicro 5



GasAlertMicroClip XT



Impact Pro



PHD6™

Supervisión continua subsiguiente (paso 2)

Incluso si no se identifican peligros durante la realización de la comprobación estratificada, es imprescindible supervisar los espacios reducidos continuamente para garantizar en todo momento la seguridad de la atmósfera. No olvide nunca que la atmósfera de espacios reducidos puede cambiar con rapidez.

- Utilice una solución de detección portátil de gas simultánea de 4 gases. Los dispositivos para 5 o 6 gases pueden emplearse con el fin de obtener protección adicional contra peligros; entre ellos se incluyen sensores de detección fotoionizada (PID) para la detección de bajos niveles de compuestos orgánicos volátiles (COV). Esto hace que soluciones como GasAlertMicro 5 de BW Technologies by Honeywell y PHD6™ de Honeywell sean flexibles ofrecen a todos los tipos de espacios reducidos.
- Escoja un dispositivo con una pinza de cocodrilo o un arnés sólido de modo que tenga las manos libres para realizar el trabajo necesario. Asegúrese de que el

detector portátil de gas esté siempre acoplado dentro de la zona de respiración (a una distancia que no supere los 25 cm/ 10 pulg. de la boca/nariz)

- Encadene las unidades portátiles unas con otras, permitiendo así que un operario permanezca dentro del espacio confinado, mientras un segundo operario supervisa los datos entrantes desde un lugar seguro en una segunda unidad. Esta técnica es especialmente útil en los espacios reducidos potencialmente más peligrosos.

Supervisión de aplicaciones de espacios confinados

Los dispositivos portátiles de 4 gases, como Impact Pro de Honeywell Analytics y GasAlertQuattro y GasAlertMicroClip XT de BW Technologies by Honeywell pueden satisfacer las necesidades que plantean los espacios más reducidos, mientras que un dispositivo de 5 gases, como GasAlertMicro 5 de BW Technologies by Honeywell, o uno de 6 gases, como PHD6 de Honeywell, BW Technologies by Honeywell, o uno de 6 gases, como PHD6™ de Honeywell.

■ Detectores portátiles de gas (continuación)



GasAlertQuattro



Impact Pro



Aplicaciones navales

Los riesgos derivados del gas en el ámbito naval son numerosos. El gas licuado, el combustible, los productos químicos y otros combustibles fósiles entrañan riesgo de explosión, y el uso de nitrógeno y otros gases para inertización genera peligro de asfixia por desplazamiento de oxígeno.

Es importante ser consciente de los peligros que presentan los gases tóxicos como el monóxido de carbono de los gases de escape o el sulfuro de hidrógeno de la descomposición de materia orgánica que se encuentran en los tanques de lastre de agua salada.

Debido a la movilidad de los barcos, la detección portátil de gas se utiliza principalmente ya que ofrece flexibilidad y movilidad.

Aplicaciones navales que requieren detección portátil de gas

Las soluciones de supervisión portátiles multigás son parte esencial del EPI del campo naval, lo que proporciona protección al operario en una variedad de aplicaciones y entornos:

- Protección en tareas de visto bueno de seguridad en tanques y bodegas de carga
- Comprobación previa a la entrada en espacios reducidos y supervisión de dichos espacios

- Inertización y desgasificación
- Detección de fugas
- Entrada a espacios reducidos, incluido lo siguiente:
 - Sala del compresor de carga
 - Sala de máquinas eléctricas
 - Sala de control de carga (a menos que cuente con la clasificación libre de gases)
 - Espacios reducidos como las bodegas y los espacios entre barreras (a excepción de bodegas que contengan tanques de carga de "Tipo C")
- Tapones de aire
- Cámaras de ventilación de la plataforma del quemador y tuberías de fuente de suministro de gas de la sala de máquinas
- Trabajos en zonas restringidas

Peligros por gas en aplicaciones navales

- Inflamables (varios combustibles inflamables se transportan por buque cisterna, incluyendo gas licuado de petróleo y gas natural licuado)
- Monóxido de carbono
- Sulfuro de hidrógeno
- Disminución de oxígeno (debido a la inertización a través del nitrógeno)

Reglamentos marítimos:

El sector marítimo está extremadamente regulado a causa de los peligros potenciales que pueden originarse, y la legislación proporciona una orientación sobre las certificaciones específicas obligatorias para el uso de dispositivos portátiles en aplicaciones navales:

- En los estados miembro de la Unión Europea (UE), los detectores portátiles de gas deben estar homologados conforme a la Directiva sobre equipos marinos (MED).
- En algunos puertos y países del mundo se recomienda que los detectores portátiles de gas estén homologados conforme al American Bureau of Shipping (ABS).

Supervisión de aplicaciones navales

Esto hace que los dispositivos como GasAlertQuattro de BW Technologies by Honeywell y Impact Pro de Honeywell Analytics, que cuentan con la certificación MED y ABS, sean ideales para aplicaciones de supervisión marinas.

■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Tratamiento de aguas

El tratamiento de aguas es un sector enorme que comprende muchos procesos y aspectos, desde la producción y distribución de agua salubre hasta la recogida, el tratamiento y la eliminación de aguas residuales.

Aparte del suministro y tratamiento doméstico de agua salubre, sectores como la fabricación de productos químicos, la transformación del acero y el procesamiento de alimentos suelen disponer de sus propias plantas de tratamiento de aguas.

Aplicaciones de tratamiento de aguas que requieren detección portátil de gas

- **Supervisión de plantas depuradoras**
 - Se usan varios productos químicos (como el cloro, el dióxido de azufre y el amoníaco) para eliminar impurezas del agua. Es fundamental utilizar detectores portátiles multigás robustos durante el proceso de purificación y también a la hora de entrar y trabajar en salas de dosificación donde se utilizan químicos como el amoníaco para "endulzar" el agua. También puede haber dióxido de carbono, ya que se utiliza para corregir el PH a una menor acidez del agua.
- **Supervisión de centrales térmicas**
 - Las centrales hidroeléctricas tienden a integrar sus propia generación de potencia con el fin de generar y distribuir electricidad. De esta manera, surgen necesidades de combustible (diésel) y de gas, lo que genera un riesgo por gas inflamable derivado del propio combustible y de los gases de escape (donde el dióxido de carbono es un subproducto de la combustión). Para esta aplicación, es esencial una solución portátil con un sistema de supervisión de gases inflamables con %LIE.
- **Tomas de agua y compuertas deslizantes de plantas de tratamiento de aguas residuales**
 - Cuando las aguas residuales entran en el tratamiento de aguas residuales, las compuertas deslizantes (una especie de esclusas) detienen/facilitan el flujo de agua hacia la planta. Es posible que haya riesgos por gases inflamables debido a la presencia de hidrocarburos en las aguas residuales de vertidos y otros lugares; por lo tanto, la detección portátil de gas se usa a menudo para realizar comprobaciones regulares del agua que entra en la planta.

- **Planta digestora del alcantarillado**
 - El proceso de descomposición se acelera en los digestores, lo que permite que los sedimentos filtrados se transformen en una forma segura de desechos. En función del origen de los desechos, los digestores favorecen la descomposición aeróbica (con presencia de oxígeno) o anaeróbica (sin oxígeno). Tanto el metano como el dióxido de carbono son subproductos de estos procesos de descomposición, lo que crea la necesidad de detección portátil de gas al trabajar en las proximidades de los digestores.

Peligros por gas en aplicaciones de tratamiento de aguas

- Cloro
- Dióxido de azufre
- Dióxido de carbono
- Gases inflamables por amoníaco (gas natural licuado y gas licuado de petróleo)
- Dióxido de nitrógeno
- Oxígeno

Reglamentos en materia de tratamiento de aguas:

Existen varias normas (internacionales y nacionales) que rigen la supervisión de las sustancias tóxicas, inflamables y corrosivas utilizadas en el sector del tratamiento de aguas. Si desea obtener más información sobre los requisitos de cumplimiento normativo de la Unión Europea y de los países no comunitarios, visite el sitio web: http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html and http://osha.europa.eu/en/good_practice/topics/dangerous_substances/oel/nomembers.stm/members.stm.

Supervisión de aplicaciones de tratamiento de aguas

GasAlertQuattro, GasAlertMicroClip XT y GasAlertMicro 5 de BW Technologies by Honeywell y Impact Pro de Honeywell Analytics cubren los requisitos de supervisión de las aplicaciones de tratamiento de aguas.



GasAlertQuattro



GasAlertMicro 5



GasAlertMicroClip XT



Impact Pro



■ Detectores portátiles de gas (continuación)



Aplicaciones militares

La mayoría de los militares (independientemente del país en el que estén ubicados) necesitan utilizar gasolina, gasóleo o queroseno para sus vehículos todoterreno, barcos, submarinos, aeronaves y helicópteros. Los servicios de combustibles militares contienen numerosas aplicaciones que requieren detección portátil de gases.

El ejército utiliza departamentos dedicados de suministro de combustible para gestionar y enviar combustible a todos sus operativos; de hecho, los ejércitos del mundo son uno de los colectivos de usuarios que emplean el mayor volumen de estos combustibles.

Aplicaciones militares que requieren detección portátil de gas

- Tanques de almacenamiento
 - Limpieza de tanques de almacenamiento
 - Inspecciones de tanques de almacenamiento (en concreto, tanques de lastre donde pudiera acumularse sulfuro de hidrógeno y monóxido de carbono)
 - Bombeo
 - Llenado de tanques de almacenamiento
 - Transporte
 - Distribución
 - Todos los trabajos relacionados con la gestión de combustibles
 - Acceso a espacios reducidos e inspección de estos
 - Inspección de tanques de aeronaves
 - Submarinos (consulte más adelante para obtener más información)
 - Supervisión de buques (consulte la parte inferior derecha para obtener más información)
 - Mantenimiento de motores y bombas
- Aparte de las aplicaciones detalladas anteriormente, hay que prestar especial atención a las siguientes aplicaciones militares para la armada:
- **Supervisión submarina:** En los submarinos, el aire está controlado por un analizador específico para garantizar que la atmósfera sea constante y que no haya niveles peligrosos de monóxido de carbono y dióxido de carbono. El sulfuro de hidrógeno constituye un riesgo real debido al hecho de que las baterías que suministran alimentación a los submarinos pueden generar hidrógeno. Además, es

posible hallar gases inflamables y de otro tipo, como los Compuestos orgánicos volátiles (COV), por lo que es importante supervisarlos también. La fosa séptica de a bordo también presenta riesgos por sulfuro de hidrógeno.

Entre las consideraciones especiales a la hora de realizar la supervisión de gases de un submarino se incluye evitar el uso de sensores de monóxido de carbono, ya que puede haber problemas de sensibilidad cruzada entre el monóxido de carbono y el sulfuro de hidrógeno.

- **Supervisión naval:** Sulfuro de hidrógeno supone un riesgo en las proximidades de fosas sépticas y en espacios reducidos; por ello, es esencial emplear detectores portátiles multigás cuando se trabaje cerca de estas ubicaciones.

El monóxido de carbono entraña riesgos en salas de máquinas, cocinas y espacios reducidos. Los tanques de lastre pueden entrañar riesgo de reducción de oxígeno, al igual que los espacios confinados. Conviene recordar que el oxígeno es capaz de oxidar el hierro a temperatura ambiente, creando así óxido de hierro (lo que conocemos como "herrumbre"). Esto

■ Detectores portátiles de gas (continuación)



GasAlertMicro 5



PHD6™



Maletín de transporte a medida

quiere decir que también puede ser necesario utilizar sistemas de detección de oxígeno, ya que la formación de herrumbre puede reducir los niveles de oxígeno en el aire, creando así riesgos por carencia. Es probable que surjan riesgos por COV y gases inflamables en salas de máquinas, ubicaciones de almacenamiento de combustible y lugares en los que se utilice, rellene o desplace combustible.

Peligros de gas en aplicaciones militares

- Gases inflamables (varias mezclas de queroseno para aviación, diésel y gasolina)
- Monóxido de carbono
- Dióxido de carbono
- Sulfuro de hidrógeno
- Compuestos orgánicos volátiles
- Oxígeno

Supervisión de combustibles militares

Las soluciones sólidas multigás que ofrecen una detección sensible combinada con un alto índice de utilidad resultan ideales para las aplicaciones de combustibles militares.

Históricamente, muchas aplicaciones militares especifican 2, 3 o 4 detectores de gas portátiles (para la detección de sustancias inflamables, de la disminución de oxígeno, sulfuro de hidrógeno y monóxido de carbono), para controlar los riesgos debidos a los gases relacionados con el suministro de combustible. En realidad, es preferible un dispositivo para 5 o 6 gases, ya que ofrece cobertura total contra todos los riesgos por gases que pueden encontrarse en las aplicaciones de suministro de combustible.

Los dispositivos como GasAlertMicro 5 PID, de BW Technologies by Honeywell, proporcionan una solución de supervisión más completa y efectiva para el suministro de combustible militar, con la capacidad de detectar todos los riesgos debidos a gases exóticos y tóxicos que se puedan encontrar. Hay disponible una versión de GasAlertMicro 5 PID específica para el ejército (que incluye una estación automática de pruebas de dispositivos y varios accesorios adicionales).

■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Respuesta de emergencia contra materiales peligrosos (HAZMAT)

Los accidentes y fugas de Materiales Peligrosos (HAZMAT) pueden ocurrir en ubicaciones variadas como, por ejemplo, industrias, carretas o en el mar durante el transporte de materiales.

Según la naturaleza de la propia fuga, varios equipos de respuesta de emergencia pueden estar implicados en el aislamiento y la limpieza de los materiales peligrosos, incluidos los cuerpos de bomberos.

Son numerosos los productos químicos y compuestos clasificados como "HAZMAT"; implican riesgos y efectos potencialmente perjudiciales para la vida orgánica y el medio ambiente. Es por ello por lo que una respuesta contra HAZMAT rápida y segura, así como una limpieza del producto, sea fundamental para minimizar el impacto de los sólidos, líquidos y gases peligrosos; en este contexto, la detección portátil de gases es una parte integral del equipo de protección

individual (EPI) empleado por el personal de respuesta ante emergencias de HAZMAT. Entre los equipos de respuesta figuran varias autoridades, agencias y cuerpos:

- Cuerpos de bomberos
- Fuerzas de seguridad
- Equipos de respuesta contra vertidos
- Equipos de transporte aéreo

Aplicaciones de HAZMAT que requieren detección portátil de gas

Es importante tener presente que los accidentes relacionados con HAZMAT pueden ocurrir en cualquier lugar. Así pues, los siguientes ejemplos constituyen posibles aplicaciones:

- Vertidos químicos en carreteras
- Vertidos químicos en el mar
- Escapes accidentales en plantas industriales
- Escapes químicos en vías fluviales
- Escapes en edificios o instalaciones comerciales
- Problemas de infraestructura en oleoductos que dan lugar a vertidos

Peligros de gas en aplicaciones de HAZMAT

- Gases inflamables como, por ejemplo, gas natural licuado, gas licuado de petróleo crudo y metano
- Monóxido de carbono
- Dióxido de carbono
- Sulfuro de hidrógeno
- Dióxido de azufre
- Cloro
- Óxido nítrico
- Dióxido de nitrógeno
- Amoníaco
- Fosfina
- Cianuro de hidrógeno
- Varios compuestos orgánicos volátiles
- Oxígeno

Supervisión de aplicaciones de respuesta contra HAZMAT

Los equipos de respuesta de emergencia pueden disponer de varios dispositivos para su uso en incidentes concretos, debido a la extensa diversidad de materiales con clasificación HAZMAT. Los detectores portátiles de 4, 5 o 6 gases son perfectos ante emergencias por su flexibilidad. Los dispositivos como GasAlertQuattro (portátil de 4 gases), GasAlertMicroClip XT (portátil de 4 gases) y GasAlertMicro 5 PID (portátil de 5 gases) de BW Technologies by Honeywell, Impact Pro (portátil de 4 gases) de Honeywell Analytics y PHD6™ (de 6 gases) de Honeywell son las soluciones perfectas para propósitos de seguridad ante HAZMAT.



GasAlertQuattro



GasAlertMicro 5

■ Detectores portátiles de gas (continuación)



Petróleo y gas (en tierra y en alta mar)

Los equipos portátiles de detección de gas de seguridad mejorada forman parte integrante del Equipo de Protección Individual (EPI) obligatorio que se requiere para entornos difíciles, debido a la abundancia de atmósferas potencialmente explosivas que pueden generarse durante la extracción, el transporte y el posterior refinamiento del crudo.

Los buques flotantes de almacenamiento y descarga de la producción (FPSO, por sus siglas en inglés) y las refinerías reciben la clasificación de instalaciones peligrosas de "nivel superior", parte de cuyos requisitos de reducción de riesgos incluye el uso de detectores portátiles de gas.

Las aplicaciones en tierra suelen ser de difícil acceso, por lo que, en caso de accidente, tal vez sea necesario un rescate aéreo y una respuesta de emergencia aérea; se crea así la necesidad de una seguridad mejorada. Existen multitud de peligros por gas inflamable y tóxico, incluidos riesgos de reducción de oxígeno derivados de su inertización con el nitrógeno. Cabe la posibilidad de que estas ubicaciones sean azotadas por condiciones atmosféricas y salpicaduras de agua de mar adversas, creando así la necesidad de soluciones de mayor solidez con una mejora en el grado de protección contra entradas (IP).

Aplicaciones petroleras y gasísticas que requieren detección portátil de gas

Un amplio surtido de aplicaciones precisa detección portátil de gas; las directrices de buenas prácticas establecen que el operario debe usar siempre un dispositivo portátil de gas para vigilar los niveles de sulfuro de hidrógeno.

- Realización de pruebas en espacios reducidos y entrada a estos
- Inertización de tanques de almacenamiento
- Extracción de crudo del lecho marino
- Trabajos en las proximidades de tanques de almacenamiento
- Carga y descarga de líquidos/materiales inflamables para su transporte
- Trabajos en las proximidades de procesos de refinerías como craqueo de hidrocarburos
- Pruebas que requieren autorización y trabajos en zonas controladas por permisos

Peligros de gas en aplicaciones petroleras y gasísticas

- Gases inflamables, incluidos gas natural licuado, gas líquido de petróleo, crudo y metano
- Monóxido de carbono
- El sulfuro de hidrógeno
- Dióxido de carbono
- Dióxido de azufre
- Amoníaco
- Dióxido de nitrógeno
- Oxígeno

Supervisión de aplicaciones petroleras y gasísticas

Los detectores portátiles de 4 gases con IP 66/67 como Impact Pro de Honeywell Analytics, GasAlertQuattro y GasAlertMicroClip XT de BW Technologies by Honeywell y MultiPro™ de Honeywell proporcionan soluciones de supervisión ideales para estas aplicaciones. ■

Los ejemplos anteriores representan algunas de las aplicaciones clave de la detección portátil de gas; si desea conocer más aplicaciones, visite www.gasmonitors.com para notas de aplicación sobre productos portátiles y www.honeywellanalytics.com para notas de aplicación sobre productos fijos.

■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Información de PID

Medición de vapores de COV, combustible y disolventes en los lugares de trabajo

Los vapores de disolventes, combustibles y mucho otros compuestos orgánicos volátiles (COV) son muy comunes en los ambientes de muchos lugares de trabajo. Sorprendentemente, la mayoría cuenta con límites de exposición profesional bajos. En el caso de los COV, se habrán superado con facilidad los límites de exposición tóxica al contaminante mucho antes de alcanzar una concentración suficiente que pueda registrar cualquier indicador de gas combustible.

Existe una amplia variedad de técnicas y equipos para medir la concentración de estos contaminantes en el aire. No obstante, los instrumentos equipados con PID suelen ser la mejor opción para medir los COV en concentraciones de límites de exposición. Independientemente del instrumento que se utilice para medir estos riesgos, es esencial que el equipo se utilice correctamente y que los resultados se interpreten bien.

Los COV son compuestos orgánicos que se caracterizan por su tendencia a evaporarse fácilmente a temperatura ambiente. Entre las sustancias corrientes que contienen COV se incluyen disolventes, diluyentes de pintura y desesmaltadores de uñas, así como los vapores relativos a combustibles como gasolina, diésel, combustible para calefacción, queroseno y combustible para aeronaves. Esta categoría también comprende numerosas sustancias tóxicas específicas, como benceno, butadieno, hexano, tolueno, xileno y muchas otras. Una mayor conciencia de la toxicidad de estos contaminantes comunes ha llevado a reducir los límites de exposición y aumentar los requisitos para la medición directa de estas sustancias en sus concentraciones límite de exposición. Cada vez se escogen más instrumentos equipados con detectores de fotoionización como técnica de detección en estas aplicaciones.

Los COV presentan multiplicidad de amenazas potenciales en el lugar de trabajo. Muchos vapores de COV son más pesados que el aire y son capaces de desplazar la atmósfera en entornos cerrados o espacios reducidos. La carencia de oxígeno es la causa principal de lesiones y muertes por accidente en espacios reducidos. Los informes de accidentes incluyen muchos ejemplos de accidentes mortales debidos a carencias de oxígeno como consecuencia del desplazamiento causado por los vapores de COV.

La mayoría de los vapores de COV son inflamables en concentraciones sorprendentemente bajas. Por ejemplo, la concentración de límite de nivel mínimo

explosivo (LIE) de tolueno y hexano es de solo 1,1% (11.000 PPM). En comparación, el metano necesita una concentración del 5% (50.000 ppm) para alcanzar un nivel inflamable. Dado que la mayoría de los COV generan vapores inflamables, la tendencia en el pasado ha sido medirlos con instrumentos de medición de gases combustibles. Estos suelen proporcionar lecturas en incrementos porcentuales de LIE, donde un LIE del 100% indica una concentración de gas plenamente inflamable. Las alarmas de estos instrumentos se configuran habitualmente para que se activen si las concentraciones superan un LIE del 5 o 10%. Lamentablemente, la mayoría de los vapores de COV son también tóxicos, y sus límites de exposición profesional (VLA) son muy inferiores al umbral de estado peligroso de LIE del 5 o 10% de los gases combustibles. De esa manera, se sobrepasan los límites de exposición tóxica mucho antes de que se alcance la concentración de alarma del LIE.

Los VLA están diseñados para proteger a los trabajadores de la exposición a sustancias peligrosas para la salud. El VLA es la concentración máxima de contaminantes en suspensión a la cual puede exponerse un trabajador sin protección durante el transcurso de las actividades de trabajo. En el Reino Unido, los VLA se clasifican según las normas EH40 sobre límites máximos de exposición y exposición profesional. En la actualidad, las EH40 abarcan los límites de exposición de unas 500 sustancias. Estos VLA son legalmente obligatorios. Los trabajadores sin protección no deben exponerse a concentraciones de sustancias clasificadas que superen el límite. Le corresponde al empresario evitar que no se superen estos límites de exposición. En muchos casos, el método principal para garantizar que no se supera el VLA es un detector de gas de lectura directa. Los VLA se definen generalmente de dos maneras, por medio del límite de exposición a largo plazo (LTTEL) que se calcula en una media ponderada en el tiempo (TWA) de 8 horas y/o por medio del límite de exposición a corto plazo (STEL) que representa la concentración máxima permitida durante un periodo de tiempo breve, normalmente periodos de 10 o 15 minutos. Los límites de exposición de



■ Detectores portátiles de gas (continuación)



gases y vapores se expresan habitualmente en partes por millón (ppm) o incrementos de mg/m³. El concepto de la TWA se basa en el periodo medio de exposición de un trabajador durante una jornada laboral de 8 horas. El concepto TWA permite valores de rebasamiento o excursiones por encima del límite TWA siempre y cuando no excedan el STEL o el "ceiling" (techo o límite superior) y se compensen con excursiones equivalentes por debajo del límite. En cuanto a los vapores de COV sin un STEL, el enfoque propuesto habitualmente (y que depende de la jurisdicción) es limitar los rebasamientos por encima de la TWA a un máximo de dos a cinco veces el VLA con una TWA de 8 horas, y a un periodo medio de 10 a 15 minutos. La mayoría de los instrumentos de lectura directa incluyen por lo menos tres alarmas distintas para cada tipo de gas tóxico medido. En principio, un instrumento de detección de gas tóxico incluye una alarma TWA de 8 horas y una alarma de techo instantánea (también denominada alarma "de pico"), que se activa inmediatamente cuando se excede esta concentración. La mayoría de los fabricantes de detectores de gas configuran la alarma "punta" instantánea a un límite de TWA de 8 horas, lo cual resulta un enfoque muy conservador. Aunque la ley permite exposiciones a estas concentraciones durante una jornada laboral de 8 horas, la mayoría de los instrumentos de COV de lectura directa se configura de modo que la alarma se dispare tan pronto como la concentración instantánea supere el límite de TWA. Naturalmente, los

usuarios de estos instrumentos son libres de modificar los ajustes de fábrica de la alarma para satisfacer los requisitos de sus propios programas de supervisión. Las sustancias tóxicas en suspensión suelen clasificarse según la capacidad que tienen para producir efectos fisiológicos en los trabajadores expuestos. Estas tienden a generar síntomas en dos marcos temporales: agudo y crónico. El sulfuro de hidrógeno (H₂S) es un buen ejemplo de sustancia altamente tóxica que es inmediatamente letal en concentraciones relativamente bajas. La exposición a 1.000 ppm induce rápidamente una parada cardiorespiratoria y la muerte en cuestión de minutos. El monóxido de carbono (CO) también puede actuar rápidamente en concentraciones altas (1.000 PPM), aunque no tan rápidamente como el sulfuro de hidrógeno.

Mientras que algunos COV son altamente tóxicos en concentraciones bajas, la mayoría presentan una toxicidad crónica, con síntomas que pueden no manifestarse plenamente hasta después de años. La exposición puede producirse por contacto ocular o cutáneo con líquidos o gotas de aerosol, o por inhalación de vapores de COV. La inhalación puede causar irritación de las vías respiratorias (aguda o crónica) así como efectos en el sistema nervioso, como vértigo, cefaleas y otros síntomas neurológicos a largo plazo. Entre estos últimos síntomas, se incluye la reducción de la capacidad cognitiva, del tiempo de reacción y de la coordinación ojo-mano-pie, así como perturbaciones del

equilibrio y del modo de andar. Además, la exposición puede conducir a trastornos del estado de ánimo, cuyos síntomas comunes son depresión, irritabilidad y fatiga. Los efectos neurotóxicos periféricos incluyen temblores y la reducción de las habilidades motrices finas y gruesas. Se ha relacionado también a los COV con daños renales y trastornos inmunológicos, incluidos incrementos en las tasas de cáncer. El benceno, un COV conocido por su toxicidad que se encuentra en la gasolina, el diésel, el combustible para aeronaves y otros productos químicos, ha sido asociado a la leucemia, la anemia aplásica y el mieloma múltiple (cáncer del sistema linfático) inducidos por agentes químicos. Por eso los VLA de los vapores de COV son tan bajos. Desafortunadamente, debido a la naturaleza crónica o a largo plazo de los efectos fisiológicos de la exposición, la tendencia en el pasado ha sido desdeñar su posible presencia en entornos laborales en concentraciones de VLA.

Técnicas de medición en tiempo real para vapores de COV

Las técnicas comúnmente empleadas en la medición de vapores de COV comprenden entre otras tubos de detección colorimétrica; dosímetros de película (de difusión); sistemas de muestreo de tubos sorbentes; supervisores de gas combustible con sensores de gas

■ Detectores portátiles de gas (continuación)

combustible catalíticos de "perla caliente" que detectan vapores en intervalos de LIE porcentuales o ppm; detectores de fotoionización (PID); detectores de ionización de llama (FID); y espectrofotómetros de infrarrojos. Todas estas técnicas son útiles, o incluso obligatorias, en aplicaciones de supervisión concretas. Sin embargo, el resto de este artículo tratará de los tipos de instrumentos portátiles de medición de COV más ampliamente utilizados en las aplicaciones de seguridad industriales: instrumentos compactos con varios sensores con detectores de gases de fotoionización (PID) en miniatura, oxígeno, LIE de gases combustibles y electroquímicos de gases tóxicos. Los detectores portátiles de gas pueden equiparse con varios tipos de sensores. El tipo de sensor que se utiliza es

una función de la clase o sustancia específica de contaminante que se mide. Es posible medir muchos contaminantes tóxicos a través de sensores electroquímicos específicos de la sustancia. Los sensores de lectura directa están disponibles para sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono, cloro, dióxido de sulfuro, amoníaco, fosfina, hidrógeno, cianuro de hidrógeno, dióxido de nitrógeno, óxido nítrico, dióxido de cloro, dióxido de etileno, ozono, etc.

Aunque algunos de estos sensores tienen sensibilidad cruzada a otras sustancias, hay muy poca ambigüedad cuando se trata de interpretar lecturas. Si le interesa el sulfuro de hidrógeno, se emplea un sensor para dicha sustancia. Si le interesa la fosfina, se emplea un sensor de fosfina. En muchos casos, sin

embargo, puede que no esté disponible un sensor para una sustancia específica. Los COV son bastante detectables, pero por lo general solo por medio de sensores de amplio intervalo. Los sensores de espectro amplio proporcionan una lectura global de una clase general de contaminantes o de un grupo asociado químicamente a esta. No son capaces de diferenciar los distintos contaminantes que pueden detectar. Facilitan una lectura única agregada de la totalidad de sustancias detectables presentes en un momento dado.

La técnica más utilizada para la medición de gases de combustibles y COV sigue siendo el uso de un sensor de gas combustible tipo pellistor de perlas calientes. Los sensores pellistor detectan gas tras su oxidación en una perla activa ubicada dentro del sensor. Dicha oxidación genera el calentamiento de la perla activa, el cual es proporcional a la cantidad de gas presente en la atmósfera objeto de la supervisión, y sirve como base de la lectura del instrumento. La mayoría de los instrumentos de lectura de gas combustible muestran las lecturas en incrementos porcentuales de LIE, con un rango completo de LIE del 0 al 100%. Estos sensores, por regla general, sirven para proporcionar un ajuste de alarma de umbral de estado peligroso del 5 o 10% de la concentración de LIE de los gases o vapores que se están midiendo. Las lecturas se indican habitualmente en incrementos de LIE superiores al 1%.

Los sensores de gas combustible de tipo pellistor de perla caliente son incapaces de distinguir entre diferentes gases combustibles. Los sensores pellistor de perlas calientes que muestran lecturas en incrementos de LIE del + 1% son perfectos para gases y vapores que son principalmente o solo de interés desde la perspectiva de su inflamabilidad. Numerosos gases combustibles, como el metano, no tienen un límite de exposición permisible. Para estos gases que utilizan un sensor que expresa las lecturas en porcentaje de LIE, los incrementos son un enfoque excelente. Sin embargo, muchos otros vapores combustibles se adscriben a una categoría diferente. No obstante, los vapores de COV puede medirse a través de un sensor de perlas calientes, también puede que cuenten con un VLA que requiera tomar medidas a una concentración mucho más baja.

El hexano es un buen ejemplo. La mayoría de las normas internacionales homologadas, como el valor máximo de concentración (MAK) de la República Federal de Alemania, el valor límite umbral (TLV®) de la American



■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Conference of Governmental Hygienists (ACGIH®) y el límite de exposición recomendado (REL) del United States National Institute of Occupational Safety and Health (Instituto nacional norteamericano de salud y seguridad profesionales, NIOSH) recomiendan una TWA de 8 horas para hexano de 50 PPM. En el Reino Unido, el VLA de hexano es aún más conservador. En la UE, el límite de exposición a largo plazo (LTEL) de hexano es un máximo de solo 20 PPM que se calcula en una TWA de 8 horas.

La concentración LIE de hexano es de 1,1%. Si el volumen de hexano es inferior al 1,1%, la concentración de vapor de esta sustancia será demasiado pequeña para formar una mezcla combustible. Si se asume que la alarma del sensor de combustible se ajusta en 10% LIE, con un instrumento de lectura de gas de combustible bien calibrado, se necesitará una concentración de volumen de hexano de 10% de 1,1% = 0,11% para que la alarma se dispare. Dado que un volumen del 1% equivale a 10.000 partes por millón (ppm), cada incremento porcentual del LIE de hexano es igual a 110 ppm. Por lo tanto, una concentración de hexano de 1.100 PPM haría que una alarma ajustada a un umbral de condición peligrosa de 10% LIE se disparase. Incluso si los instrumentos se ajustan para que se active la alarma a 5% LIE, se necesitará una concentración de 550 PPM para que la alarma se dispare.

El uso de detectores de gas combustible para medir COV presenta otros posibles problemas. Para empezar, la mayoría de los sensores de combustible tienen falta de sensibilidad ante las moléculas grandes que se encuentran en combustibles, disolventes y otros COV, con temperaturas de autoignición superiores a 38 °C (100 °F). No obstante, aunque la sensibilidad del intervalo de un instrumento debidamente calibrado haya aumentado de forma que le permita compensar un grado de sensibilidad intrínsecamente inferior, un instrumento que proporcione lecturas incrementadas en pasos de LIE del 1,0% no será capaz de resolver cambios en las concentraciones menores al ±1,0% de la concentración de LIE de la sustancia que se está midiendo. Ya que los detectores de LIE porcentuales son indicadores inadecuados para detectar la presencia de muchos COV, la falta de una lectura no significa que haya ausencia de peligro.

La confianza en sensores LIE de tipo perla caliente para la medición de vapores de COV significa en muchos casos que el VLA, REL

o TLV® se excede mucho antes de que la concentración de vapor sea suficiente para hacer saltar la alarma del umbral de condición peligrosa de combustible. En caso de que haya una posible presencia de COV tóxicos, es necesario utilizar otras técnicas que se adapten mejor a la medición directa de COV en concentraciones límite de exposición tóxica en ppm. La popularidad de los detectores de fotoionización para esta aplicación está aumentando.

Debe recordarse que es posible que otros gases y vapores combustibles estén presentes al mismo tiempo que los COV tóxicos. Aunque los sensores de perla catalítica pueden tener limitaciones en relación a la medición de COV tóxicos a concentraciones límite de exposición, son, con mucho, el método más utilizado y fiable para la medición de metano y otros gases combustibles y vapores con moléculas más pequeñas y ligeras.

El aumento de la preocupación por la toxicidad de los COV ha dado lugar a una serie de límites de exposición recientemente revisados, incluidos los TLV® para vapor de diesel, queroseno y gasolina. Debido a que los procedimientos de seguridad de muchas empresas internacionales están vinculados a la norma publicada más conservadora, estos nuevos TLV® han sido el centro de atención en todo el mundo. El TLV® para vapor de diésel que se adoptó en 2002 ha demostrado ser particularmente problemático, y ha llevado a la revisión de numerosos programas de supervisión de la industria del petróleo, marítimas y de seguridad y salud militar. El TLV® de la ACGIH especifica una TWA de 8 horas para hidrocarburos de diésel totales (vapor y aerosol) de 100 mg/m³. Ello equivale a un vapor de diésel de aproximadamente 15 partes por millón. Para vapor de diésel, 1% LIE equivale a 60 PPM. Incluso si el instrumento está bien calibrado para la detección de diésel, cosa que no es posible en muchos diseños, una lectura de solo 1% LIE podría exceder el TLV® para diésel en un 600%.

Va más allá del alcance de este artículo discutir cuánto tiempo estaría permitido permanecer en un 5% o 10% LIE sin exceder realmente las 8 horas. TWA o STEL. En cuanto a la lista, destaca la escasez de COV cuyos límites de exposición con una TWA de 8 horas superan un LIE del 5%. En la lista no hay COV cuyos límites de exposición superen un LIE del 10%.

Uso de detectores por fotoionización para medir COV

Los detectores por fotoionización utilizan luz ultravioleta de alta energía de una lámpara alojada en el detector como fuente de energía para eliminar un electrón de moléculas COV con carga neutra, produciendo un flujo de corriente eléctrica proporcional a la concentración de contaminante. La cantidad de energía que se necesita para eliminar un electrón de la molécula objetivo se denomina potencial de ionización (PI) para esa sustancia. Cuanto mayor sea el tamaño de la molécula, o cuantos más enlaces dobles o triples contenga esta, tanto menor será el IP. Así pues, a grandes rasgos, cuanto más grande sea la molécula, más sencilla será su detección. Esto es exactamente lo opuesto a las características de funcionamiento del sensor de gases combustibles de tipo perla catalítica caliente.

Los detectores por fotoionización proporcionan lecturas fácilmente a o por debajo del VLA o TLV® para todos los COV enumerados en la Tabla 1, incluido el diésel. La mejor solución para la medición de COV suele ser un instrumento con varios sensores equipado con sensores LIE y PID.

Detectores con varios sensores con PID

Los sensores de combustible de perla caliente catalítica y los detectores de fotoionización, lejos de ser tecnologías competidoras, son técnicas que se complementan. Los primeros son excelentes para medir metano, propano y otros gases combustibles comunes no detectables por medio de un PID. Por otro lado, los PID pueden detectar moléculas grandes de hidrocarburo y COV que los sensores de perlas calientes no detectan eficazmente, incluso cuando son operables en rangos de medición de PPM.

En muchos casos, el mejor enfoque para la medición de COV es emplear un instrumento con varios sensores capaz de medir todos los peligros atmosféricos que puedan estar presentes. Si se dispone de un solo instrumento dotado de varios sensores, no se pasará por alto ningún estado de manera accidental. ■

■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Mantenimiento de detectores portátiles de gas

Los detectores de gas portátiles, tanto renovables como desechables, exigen un mantenimiento constante durante sus vidas útiles, aunque los requisitos para las unidades desechables son mucho menores.

En términos generales, existen tres actividades vitales que deberán llevarse a cabo:

- **Prueba funcional de dispositivos:** Estas pruebas rápidas (denominadas también "pruebas funcionales") se realizan para garantizar que el detector de gas responde correctamente, es decir, activa la alarma ante la presencia de una concentración de gas conocida. Se trata del único modo de determinar el funcionamiento correcto de un detector portátil de gas; de ahí que los códigos de buenas prácticas recomienden realizar una prueba funcional diaria (para obtener más información, consulte *Cómo realizar una prueba funcional* en la página 73).
 - Las pruebas funcionales se aplican a los detectores de gas portátiles, tanto renovables como desechables.
- **Calibración:** La calibración suele efectuarse dos veces al año (aunque la frecuencia puede variar según la aplicación). Este procedimiento ha sido diseñado para garantizar que las lecturas del detector portátil de gas sean verdaderamente representativas de las concentraciones de gas reales en la atmósfera. Esto adquiere particular relevancia en los casos en que pueda haber gases peligrosos, como el sulfuro de hidrógeno, ya que 1.000 PPM de este gas son suficientes para causar la muerte en una sola inspiración; por consiguiente, cualquier lectura incorrecta podría provocar lesiones graves o incluso la muerte.
 - Esta actividad solo se aplica a dispositivos renovables.
- **Sustitución de sensores:** Los sensores tienen una caducidad predefinida y, concluido este periodo, deberán sustituirse. Aunque el promedio de vida útil de los sensores es de aproximadamente 2 o 3 años, conviene recordar que tal vez sea necesario sustituirlos con mayor

frecuencia cuando hay presentes "venenos conocidos" como, por ejemplo, silicón que envenena los sensores de detección de gases inflamables. Según el tipo de dispositivo, los sensores podrán sustituirse de manera individual o como parte de un cartucho integrado (como los que se emplean en la gama Impact de Honeywell Analytics).

- Esta actividad solo es aplicable para dispositivos cuyo servicio puede realizarse en campo

- **Registro de datos:** Aunque esta actividad no se considera mantenimiento, su adopción viene impulsada por la legislación o impuesta por las aseguradoras, e implica el registro y la documentación de las lecturas de los detectores portátiles de gases; sobre todo cuando se producen eventos de alarma.

- Esta actividad se aplica a detectores portátiles de gas con posibilidad de recibir servicio y desechables



■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Reducción del coste de las pruebas del dispositivo

Cuando se trata de realizar registros de datos y pruebas funcionales de dispositivos, las estaciones de registro de datos y pruebas automáticas de Honeywell pueden reducir en gran medida el coste y el tiempo asociados al cuidado permanente del dispositivo. De hecho, los ahorros en la mano de obra y en los costes pueden alcanzar entre un 40 y un 60% (en función de la aplicación y de los estándares del emplazamiento). Una solución de registro de datos y de prueba de Honeywell puede agregar los siguientes valores:

- Minimizan la formación con una solución de funcionamiento intuitiva compuesta por un solo botón.
- Reducen hasta en un 80% el tiempo destinado a pruebas funcionales (en comparación con el método manual).
- Controlan todas las concentraciones de gas, lo que evita su uso excesivo y reduce los costes relativos a las pruebas de gas.
- Facilitan el registro de datos con solo pulsar un botón (nada de ordenadores).
- No se precisan accesorios adicionales, como botellas de gas, entubado, reguladores, etc.



MicroDock II



Enforcer



Estación de acoplamiento IQ6



Cómo realizar una prueba funcional

Si no se desea emplear una estación de pruebas, los operarios pueden realizar una prueba funcional manualmente del siguiente modo con una unidad portátil y varios accesorios del kit de pruebas:

- Enganche un extremo de la manguera al regulador del cilindro de gas, y el otro extremo a la caperuza de la prueba funcional y de la calibración.
- A continuación, fije la caperuza al dispositivo.
- Aplique un chorro de gas de 3 segundos al dispositivo.
- La unidad debe disparar la alarma. En caso contrario, deberá calibrarse.
- Cierre el regulador y retire la caperuza del dispositivo. La unidad seguirá emitiendo la alarma hasta que el gas desaparezca de los sensores.
- A continuación, podrá desconectarse la manguera de la caperuza y guardarse en una ubicación segura y libre de contaminantes.

Muchos dispositivos (entre los que se incluyen los desarrollados por Honeywell) han sido optimizados para proporcionar no solo un funcionamiento sencillo, sino también recordatorios a prueba de fallos que garantizan que los requisitos de mantenimiento relevantes se lleven a cabo en el momento preciso. Por ejemplo, la

gama de detectores portátiles de gas de BW Technologies by Honeywell emite notas recordatorias del tipo "se deben realizar pruebas funcionales o calibraciones" junto a otras del tipo "pruebas funcionales/calibración obligatorias"; así se impide que el dispositivo sea utilizado hasta que se complete la acción propuesta. Estos aspectos pueden configurarse en fábrica con el fin de cumplir las normas de cada lugar, por ejemplo, que no pasen más de 180 días entre calibraciones. La tecnología IntelliFlash™ de BW Technologies by Honeywell puede mejorar aún más estos aspectos (para obtener más información acerca de la tecnología IntelliFlash™, consulte *Indicación de estado visual de valor añadido* en la página 59).

¿Qué impulsa el mantenimiento de los dispositivos?

Conviene recordar que los dispositivos portátiles reciben la consideración de "nivel crítico de seguridad", lo cual se traduce en un diseño y mantenimiento adecuados conforme a las directivas de legislación y estándares concretos. Con productos y procesos de nivel crítico de seguridad, se mitigan los riesgos potenciales en la medida de lo posible. La legislación establece los requisitos de comprobación (pruebas funcionales) y calibración de dispositivos en función de la aplicación. Este requisito explica los largos

periodos de funcionamiento que pueden llegar a tener los productos desechables (que no necesitan calibración) con respecto a los dispositivos de campo. En realidad, ambos han sido diseñados atendiendo a altos estándares. Además, la calibración del dispositivo de campo no obedece a diferencias en los componentes, sino que está impulsada por el cumplimiento normativo y la mitigación del riesgo de que el dispositivo pierda el control y deje de reflejar las lecturas reales. De acuerdo con esta circunstancia, la legislación impide utilizar unidades desechables en muchas aplicaciones peligrosas.

Es esencial realizar un enfoque holístico al considerar la detección portátil de gas, la elección del dispositivo perfecto dependerá no solo de las necesidades del emplazamiento y las especificaciones, sino también de los requisitos legislativos. ■



■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Detección portátil de gas de Honeywell

Honeywell fabrica una amplia gama de dispositivos portátiles diseñados para cumplir las necesidades de supervisión de las aplicaciones; desde unidades de cumplimiento normativo de bajo coste desechables hasta dispositivos con multiplicidad de funciones y máxima calidad.



GasAlertClipExtreme



Compacto y asequible, GasAlertClipExtreme ofrece una supervisión constante (las 24 horas del día/7 días a la semana) de los riesgos de emisión de un solo gas sin ningún requisito de mantenimiento. Este detector monogás está disponible en modelos de dos y tres años de duración, y dispone de un mecanismo sencillo de encendido y apagado.



GasAlertExtreme



Compacto y asequible, GasAlertExtreme supervisa de manera fiable todos los riesgos de emisión de un solo gas tóxico. Además de un mecanismo sencillo de encendido y apagado, este detector monogás posee una gran longevidad, con un sensor y una batería de hasta dos años de duración que pueden reemplazarse in situ.



GasAlertQuattro



El detector de 4 gases GasAlertQuattro, de gran resistencia y fiabilidad, combina una gama integral de funciones con un mecanismo sencillo de funcionamiento de un solo botón. La pantalla gráfica LCD muestra iconos de fácil identificación que indican la información operativa, como el estado de la prueba funcional y de la calibración para poder realizar una auditoría in situ más sencilla.



GasAlertMicroClip XT



El GasAlertMicroClip XT, de línea estilizada y compacta, ofrece una protección asequible frente a riesgos atmosféricos. Al contar con un sencillo mecanismo de funcionamiento de un solo botón, este dispositivo de última generación resulta muy fácil de utilizar, y reduce de forma considerable el tiempo de formación para el usuario.



GasAlertMax XT II



El resistente GasAlertMax XT II supervisa los riesgos de emisión de hasta cuatro gases y combina un funcionamiento in situ directo de un solo botón con una bomba de muestreo integrada. Las opciones, ajustables por el usuario y a prueba de manipulaciones, permiten personalizar este instrumento para adaptarse a las necesidades de cada aplicación.



Serie GasAlertMicro 5



Compactos y ligeros, los instrumentos de la serie GasAlertMicro 5 están disponibles en formatos de difusión o de bomba. Estos detectores portátiles de gas supervisan y muestran hasta cinco peligros atmosféricos simultáneamente. Las variantes de los modelos incluyen el modelo GasAlertMicro 5 PID, para la detección de niveles bajos de compuestos orgánicos volátiles, y el GasAlertMicro 5 IR, para la supervisión del dióxido de carbono.



ToxiPro®

Honeywell

Este detector portátil para un solo gas tóxico, de gran resistencia y compactibilidad, cuenta con un mecanismo sencillo de un solo botón, una pantalla de visualización continua en tiempo real y alarmas altamente visibles o audibles para ubicaciones con niveles elevados de ruido. ToxiPro® cuenta con una grabadora de datos y un registrador de eventos en caja negra integrados de serie (compatibles con la estación de acoplamiento para un solo gas IQ Express de Honeywell).



MultiPro™

Honeywell

Dispositivo de detección de cuatro gases con lecturas simultáneas en tiempo real, mecanismo de funcionamiento sencillo de un solo botón y una pantalla LCD grande de fácil lectura. MultiPro™ cuenta con una grabadora de datos y un registrador de eventos en caja negra integrados de serie. También hay disponible una bomba enroscable opcional con prueba de fugas automática y alarma de flujo bajo (Compatible con la Estación de acoplamiento multigás IQ Express de Honeywell).



PHD6™

Honeywell

Supervisión simultánea de riesgos de emisiones de hasta 6 gases con 18 opciones de sensores, incluido el PID para la detección de niveles bajos de dióxido de carbono y metano. El PHD6™ cuenta con una grabadora de datos y un registrador de eventos en caja negra integrados que registran todos los peligros atmosféricos detectados durante el funcionamiento. (Compatible con la Estación de acoplamiento multigás IQ6 de Honeywell).



Gama Impact

Honeywell Analytics Experts in Gas Detection

Sistema de máxima calidad para la supervisión simultánea de 4 gases, diseñado para satisfacer las necesidades de las aplicaciones más exigentes. Las variantes del modelo incluyen Impact Pro, que cuenta con una bomba automática integrada, Impact IR e Impact (estándar).



Impulse XT

Honeywell Analytics Experts in Gas Detection

Impulse XT es un sistema portátil para detección monogás que no tiene requisitos de mantenimiento. Al ofrecer una supervisión constante (las 24 horas del día/7 días a la semana) y una vida útil de dos años, este dispositivo también cuenta con la clasificación de protección IP67, que lo hace ideal para los entornos más exigentes.

■ Detectores portátiles de gas (continuación)

Soluciones de comprobación automática de dispositivos



MicroDock II

El MicroDock II es una manera fácil y rentable de realizar pruebas funcionales, calibrar y cargar un dispositivo, así como de gestionar registros. Su sistema es compatible con toda la gama de productos BW Technologies by Honeywell. Además, el software Fleet Manager II que lo acompaña permite que el usuario descargue información con mayor rapidez que nunca del MicroDock II. La funcionalidad mejorada permite crear informes precisos y sencillos, imprimir recibos de calibración, ordenar datos y realizar gráficos de estos, y archivar información, lo que contribuye a simplificar enormemente las actividades de gestión del conjunto de dispositivos.



Enforcer

Honeywell Analytics
Experts in Gas Detection

Diseñado para su uso con la gama Impact de detectores portátiles de gas, Enforcer es una estación de prueba y calibración pequeña y ligera totalmente portátil. Sin necesidad de baterías ni de una red eléctrica, Enforcer permite la comprobación rápida in situ, y ayuda a reducir el coste total de mantenimiento de los dispositivos portátiles.



Estación de acoplamiento IQ Express de ToxiPro

Honeywell

Estación de prueba funcional, calibración y registro de datos completamente automatizada para su uso con la gama portátil ToxiPro, lo que permite conectar cuatro dispositivos a una única fuente de suministro de gas. Se conecta al PC a través de un puerto USB o Ethernet (opcional).



Estación de acoplamiento IQ Express de Multi-Pro

Honeywell

Una estación de prueba funcional, calibración y registro de datos completamente automatizada para utilizar con la gama MultiPro™ de detectores de gas portátiles. Se conecta al PC a través de un puerto USB o Ethernet (opcional).



Estación de acoplamiento IQ6

Honeywell

Una estación de prueba funcional, calibración y registro de datos completamente automatizada para utilizarla con la gama PHD6™ de detectores de gas portátiles. Se conecta al PC a través de un puerto USB o Ethernet (opcional). ■



Normas y certificaciones de zona peligrosa de Norteamérica

El sistema en Norteamérica para la certificación, instalación e inspección de equipos en ubicaciones peligrosas incluye los siguientes elementos:

- **Códigos de instalación**
- P. ej.: NEC, CEC
- **Organizaciones de normalización (SDO)**
- P. ej.: UL, CSA, FM
- **Laboratorios de pruebas reconocidos a nivel nacional (NRTL)**
- otros organismos certificadores, p. ej.: ARL, CSA, ETI, FM, ITSNA, MET, UL
- **Autoridades de inspección**
- P. ej.: OSHA, IA EI, USCG

Los códigos de instalación empleados en Norteamérica son NEC 500 y NEC 505 y el CEC (Código eléctrico canadiense) para Canadá. En ambos países se aceptan estas guías y son utilizadas por la mayoría de autoridades como la normativa final en la instalación y uso de productos eléctricos. Los detalles incluyen la construcción de los equipos, los requisitos de instalación y de rendimiento, y unos requisitos de clasificación de zonas. Con la aparición de NEC, ahora son casi idénticas.

Las Standards Developing Organisations (SDO) trabajan con la industria para desarrollar los requisitos globales apropiados de los equipos. Algunas SDO también actúan como miembros de los comités técnicos encargados del desarrollo y mantenimiento de los códigos de instalación en Norteamérica para ubicaciones peligrosas.

Los Nationally Recognised Testing Laboratories (NRTL) son organismos certificadores independientes que comprueban que los equipos cumplan estos requisitos. Los equipos probados y aprobados por estas agencias son adecuados para su uso bajo las normas de instalación de NEC o CEC.

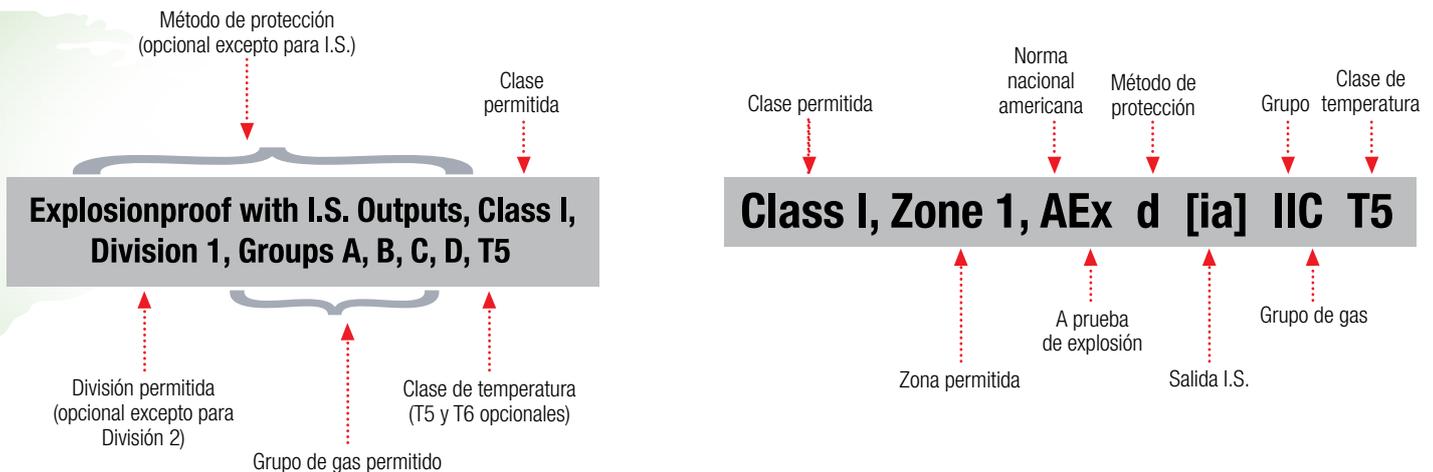
En Estados Unidos la autoridad responsable de la inspección es la OSHA (Occupational Safety and Health Administration). En Canadá la autoridad responsable de la inspección es el Standards Council of Canada. Para confirmar el cumplimiento de todas las normas nacionales, ambos países exigen una indicación adicional en todos los productos probados y aprobados.

Como ejemplo, un producto con certificación CSA para la norma de EE.UU. debe añadir NRTL/C al símbolo CSA. En Canadá la certificación UL debe añadir una c pequeña a su etiqueta para indicar que cumple con todas las normas canadienses. ■



Clasificación de zona y marca Ex de Norteamérica

Una vez aprobado el equipo, se debe marcar para indicar los detalles de la certificación.



Clase I: Gases explosivos

División 1	Gases presentes normalmente en cantidades explosivas
División 2	Gases no presentes normalmente en cantidades explosivas

Tipos de gas por grupo

Grupo A	Acetileno
Grupo B	Hidrógeno
Grupo C	Etileno y productos relacionados
Grupo D	Propano y productos de alcohol

Clase II: Polvos explosivos

División 1	Polvo presente normalmente en cantidades explosivas
División 2	Polvo no presente normalmente en cantidades explosivas

Tipos de polvo por grupo

Grupo E	Polvo de metal
Grupo F	Polvo de carbón
Grupo G	Polvo no metálico y en grano

Normas y certificaciones de zona peligrosa de Europa

Las normas utilizadas en la mayoría de los países fuera de Norteamérica son IEC / CENELEC y ATEX. La IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) ha establecido normas detalladas para los equipos y la clasificación de áreas y son las normas que utilizan los países fuera de Europa y Norteamérica. El CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica) es un grupo de racionalización que utiliza las normas de IEC como base y las armoniza con todas las normas ATEX y las normas resultantes legisladas en los países miembros, que se basan en ATEX.

La marca CENELEC está aceptada en todos los países de la Comunidad Europea (CE).

Todos los países de la UE también tienen organismos directivos que establecen normas adicionales para productos y métodos de cableado. Los gobiernos o bien laboratorios externos de todos los países miembros de la UE prueban y aprueban productos según la normativa IEC y/o CENELEC. Los métodos de cableado cambian incluso bajo las normas de CENELEC, sobre todo con respecto al uso de cable, cable blindado y el tipo de cable o conducto blindado. Dentro de un mismo país las normas pueden variar dependiendo de la ubicación y de quién construya la instalación ("diferencias nacionales"). Los aparatos certificados llevan la marca "Ex". ■

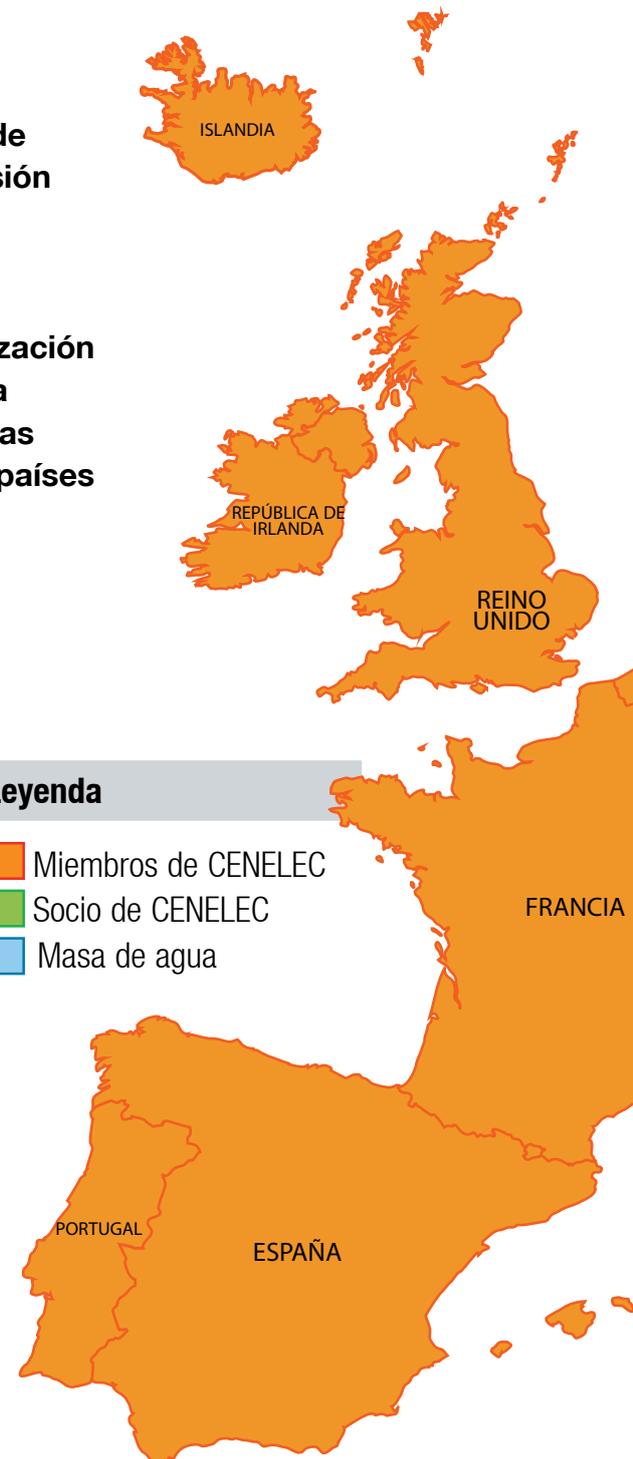
Los organismos notificados citados en las directivas de la CE pueden usar la marca CE distintiva de la Comunidad:



Nota: esto no es una marca de certificación

Leyenda

- Miembros de CENELEC
- Socio de CENELEC
- Masa de agua





PAÍSES MIEMBROS DE CENELEC:

- | | | |
|-----------------|--------------|-------------|
| Austria | Alemania | Noruega |
| Bélgica | Grecia | Polonia |
| Bulgaria | Hungría | Portugal |
| Croacia | Islandia | Rumanía |
| Chipre | Irlanda | Eslovaquia |
| República Checa | Italia | Eslovenia |
| Dinamarca | Letonia | España |
| Estonia | Lituania | Suecia |
| Finlandia | Luxemburgo | Suiza |
| Francia | Malta | Reino Unido |
| | Países Bajos | |

DATOS
SOBRE
GASES

ATEX (abreviatura de ATmósferas EXplosivas) define las normas mínimas de seguridad para empresarios y fabricantes en relación con las atmósferas explosivas.

ATEX = ATmósferas EXplosivas

Hay dos directivas europeas con carácter de ley desde julio de 2003 que detallan a los fabricantes y a los usuarios las obligaciones en relación con el diseño y el uso de aparatos en atmósferas peligrosas.



Responsabilidad	Directiva	Artículo
Fabricante	94/9/CE ATEX 95	ATEX 100a
Usuarios finales/empresarios	99/92/EC	ATEX 137

Las directivas ATEX establecen los estándares MÍNIMOS para fabricantes y empresarios con respecto a las atmósferas explosivas. Es responsabilidad del empresario llevar a cabo una evaluación del riesgo de explosión y de tomar las medidas necesarias de cara a eliminar o reducir este riesgo.

Para cumplir con la directiva ATEX, el equipo debe:

- Mostrar una marca CE
- Contar con la certificación de área peligrosa necesaria
- Cumplir con una norma de funcionamiento reconocida, por ejemplo, EN 60079-29-1:2007 para detectores de gases inflamables (específica de la aplicación) ■

DIRECTIVA ATEX 94/9/CE, ARTÍCULO 100A

El artículo 100a describe las responsabilidades del fabricante:

- Los requisitos de los equipos y de los sistemas de protección diseñados para el uso en atmósferas potencialmente explosivas (por ejemplo, los detectores de gas).
- Los requisitos de los dispositivos de seguridad y de control diseñados para su uso fuera de atmósferas potencialmente explosivas pero necesarios para el funcionamiento seguro del equipo y de los sistemas de protección (por ejemplo, los controladores).
- La clasificación de los grupos de equipos en categorías
- Los requisitos esenciales de seguridad y salud (EHSR). En relación con el diseño y construcción de equipos y sistemas.





La clasificación de las áreas peligrosas se ha definido en la directiva de ATEX

Área peligrosa	Definición	ATEX
Zona 0	Áreas en las que están presentes , en forma continua o por largos períodos de tiempo, atmósferas explosivas causadas por mezclas de aire con gases, vapores, nieblas ó polvos	Categoría 1
Zona 1	Zonas en las que es probable que se produzcan atmósferas explosivas causadas por mezclas de aire y gases, vapores,mezclas o polvos	Categoría 2
Zona 2	Zonas en las que es probable que se produzcan atmósferas explosivas causadas por mezclas de aire o gases, vapores, mezclas o polvos, o bien en las que dichas atmósferas sólo se producen con poca frecuencia o durante breves períodos de tiempo	Categoría 3

Categoría ATEX	Tipo de certificación permitida
Categoría 1	Ex ia
Categoría 2	Ex ib, Ex d, Ex e, Ex p, Ex m, Ex o, Ex q
Categoría 3	Ex ib, Ex d, Ex e, Ex p, Ex m, Ex o, Ex q, Ex n

Normas de IEC

La IECEx (Comisión Electrotécnica Internacional) establece normas que se utilizan ampliamente en países de fuera de Europa y Norteamérica. Las normas de IECEx se relacionan con la clasificación de zonas y equipos y ofrecen una orientación similar a las de ATEX.

Zonas ATEX y grupos de equipos IEC

Zona peligrosa ATEX	Código de equipos IEC
Zona 0 (gases y vapores)	1G
Zona 1 (gases y vapores)	2G
Zona 2 (gases y vapores)	3G
Zona 20 (polvos combustibles)	1D
Zona 21 (polvos combustibles)	2D
Zona 22 (polvos combustibles)	3D

Categorías de equipos IEC y método de protección para peligros de gases y vapores

Categoría del equipo	Tipo de protección	Código	Referencia IECEx
1G	Seguridad intrínseca	ia	EN/IEC 60079-11
1G	Encapsulado	ma	EN/IEC 60079-18
2G	Caja de protección antideflagración	d	EN/IEC 60079-1
2G	Seguridad aumentada	E	EN/IEC 60079-7
2G	Seguridad intrínseca	ib	EN/IEC 60079-11
2G	Encapsulado	m / mb	EN/IEC 60079-18
2G	Inmersión en aceite	o	EN/IEC 60079-6
2G	Cajas presurizadas	p / px / py	EN/IEC 60079-2
2G	Relleno pulverulento	q	EN/IEC 60079-5
3G	Seguridad intrínseca	ic	EN/IEC 60079-11
3G	Encapsulado	mc	EN/IEC 60079-18
3G	Sin chispa	n / nA	EN/IEC 60079-15
3G	Respiración limitada	nR	EN/IEC 60079-15
3G	Limitación de energía	nL	EN/IEC 60079-15
3G	Equipo que genera chispas	nC	EN/IEC 60079-15
3G	Cajas presurizadas	pz	EN/IEC 60079-2

Categorías de equipos IEC y método de protección para peligros de polvo combustible

Categoría del equipo	Tipo de protección	Código	Referencia IECEx
1D	Seguridad intrínseca	ia	EN/IEC 60079-11
1D	Encapsulado	ma	EN/IEC 60079-18
1D	Caja	ta	EN/IEC 61241-1
2D	Seguridad intrínseca	ib	EN/IEC 60079-11
2D	Encapsulado	mb	EN/IEC 60079-18
2D	Caja	tb	EN/IEC 61241-1
2D	Cajas presurizadas	pD	EN/IEC 61241-2
3D	Seguridad intrínseca	ic	EN/IEC 60079-11
3D	Encapsulado	mc	EN/IEC 60079-18
3D	Caja	Tc	EN/IEC 61241-1
3D	Cajas presurizadas	pD	EN/IEC 61241-2



Marcas en los equipos

DIRECTIVA ATEX 99/92/CE, ARTÍCULO 137

La directiva ATEX 99/92/CE, artículo 137 describe las responsabilidades del empleador/ usuario final en relación con el uso de equipos designados para atmósferas potencialmente explosivas. A diferencia de otras directivas, que tienen un carácter de asesoramiento, ATEX es parte de las nuevas directivas emitidas por la Unión Europea (UE) y es obligatoria.

Para obtener más información acerca de esta directiva, visite: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/documents/harmonised-standards-legislation/list-references/equipment-explosive-atmosphere/index_en.htm. Los estados miembro utilizan esta información para redactar su propia legislación. Por ejemplo, en el Reino Unido, la HSE (Ejecutiva de salud y seguridad) ha implementado esta legislación como la Normativa sobre sustancias peligrosas y atmósferas explosivas 2002 (DSEAR). Éste establece que:



Evaluación de riesgos de explosión

El empresario debe llevar a cabo una evaluación de riesgos que incluya:

- 1 PROBABILIDAD DE ATMÓSFERA EXPLOSIVA**
Clasificación de zona
- 2 PROBABILIDAD DE FUENTE DE IGNICIÓN**
Categoría de los equipos
- 3 NATURALEZA DE LOS MATERIALES INFLAMABLES**
Grupos de gases, temperatura de ignición (número de identificación de temperatura), gas, vapor, neblinas y polvos
- 4 ESCALA DEL EFECTO DE EXPLOSIÓN**
Nivel de protección del equipo

Serie 60079

Ex d IIC T5 (T_{amb} -40°C a +55°C)



Señal de advertencia de atmósfera explosiva

El empresario debe marcar puntos de entrada en los lugares donde se pueden producir atmósferas explosivas con señales distintivas:

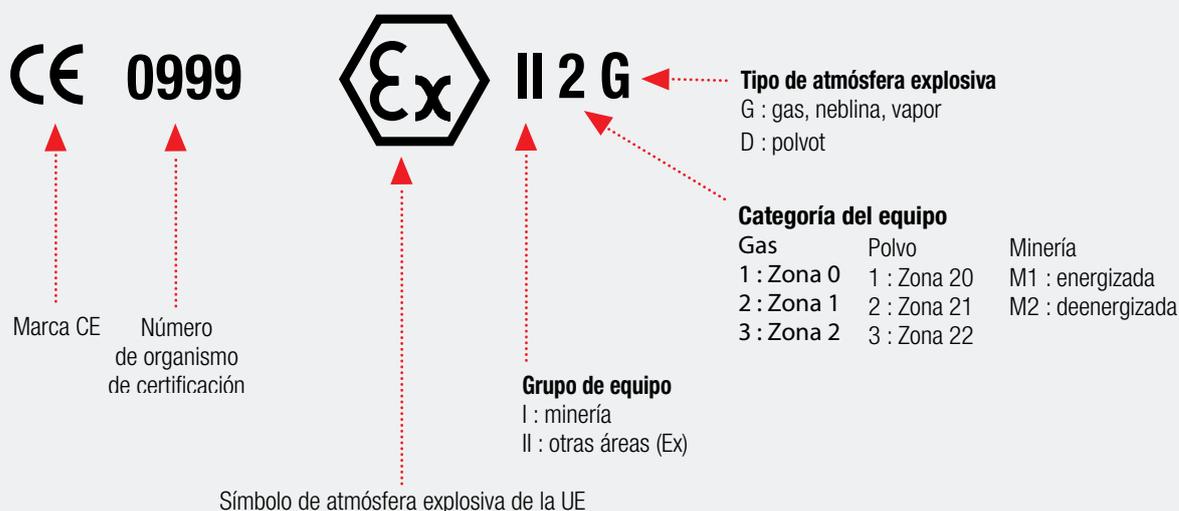
Al llevar a cabo la evaluación del riesgo de explosión, el empresario redactará un documento de protección contra explosiones en el que se demuestre lo siguiente:

- Se han determinado y evaluado los riesgos de explosión
- Se tomarán medidas para alcanzar los objetivos de la directiva
- Los lugares se han clasificado por zonas
- Los lugares en los que se aplicarán los requisitos mínimos
- El lugar de trabajo y el equipo están diseñados, funcionan y tienen el mantenimiento adecuado para cumplir con los requisitos de seguridad

El empresario puede combinar evaluaciones de riesgo de explosión, documentos o informes equivalentes realizados bajo otras leyes de la comunidad. Este documento debe ser revisado con cambios significativos, ampliaciones o transformaciones. ■



Marcas ATEX



Clasificación de zona



No todas las zonas de un emplazamiento o planta industrial se consideran igual de peligrosas.

Por ejemplo, las minas de carbón subterráneas se consideran siempre zonas de máximo riesgo porque puede haber gas metano presente. Por otra parte, una fábrica donde el metano se almacena ocasionalmente en depósitos de almacenamiento sólo se consideraría potencialmente peligrosa en el área circundante a los depósitos o en cualquier tubería de conexión. En este caso, sólo es necesario tomar precauciones en dichas áreas en las que es razonable esperar que se produzca una fuga de gas.

Para aportar alguna regulación a la industria, ciertas áreas (o "zonas") se han clasificado según su probabilidad de riesgo. Las tres zonas se han clasificado de la siguiente forma:

ZONA 0

En la que una mezcla de aire/gas explosiva está presente continuamente, o presente durante largos períodos

ZONA 1

Aquella en la que es probable que tenga lugar una mezcla de aire/gas explosiva durante el funcionamiento normal de la planta

ZONA 2

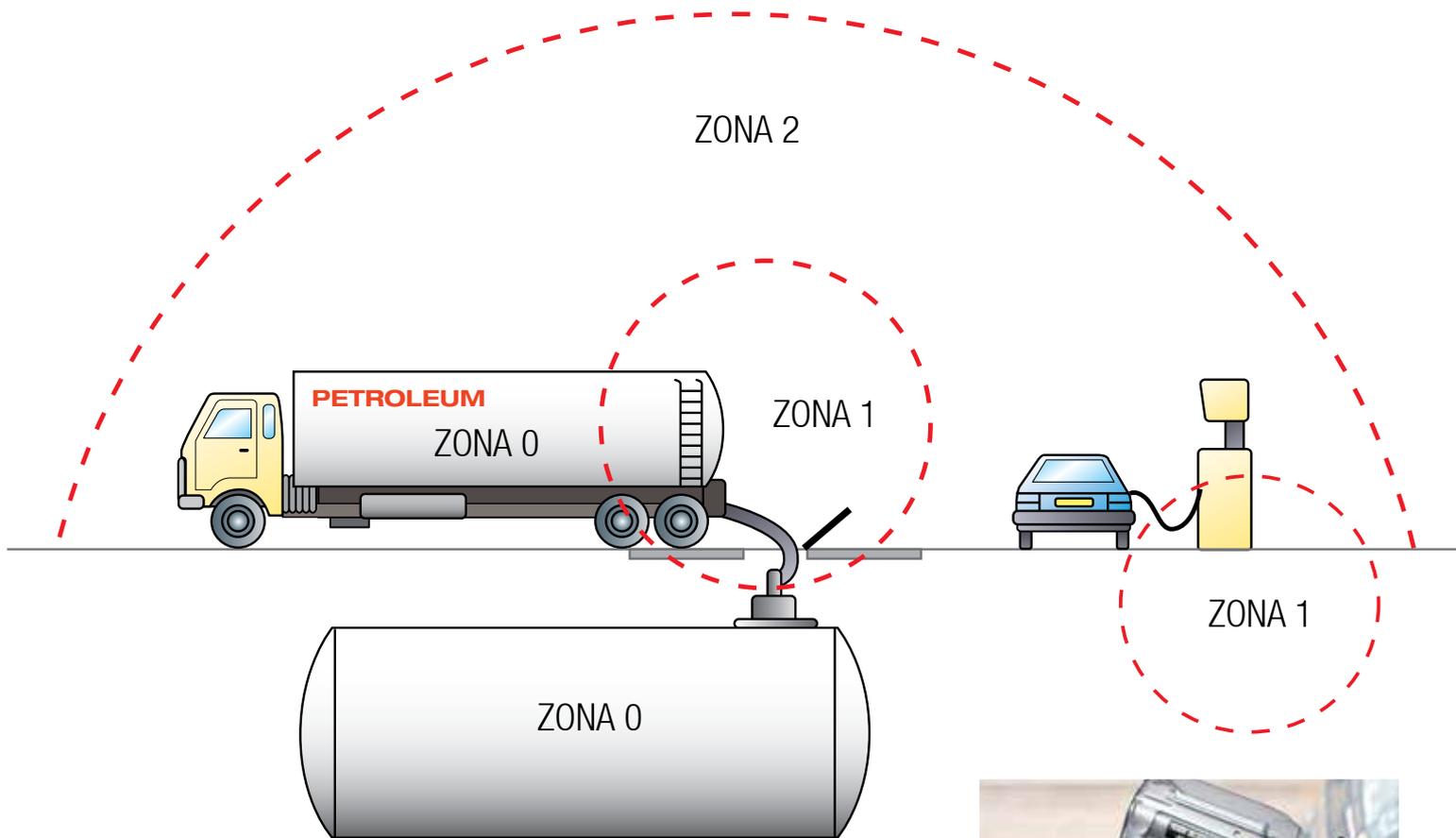
Aquella en la que no es probable que tenga lugar una mezcla de aire/gas explosiva durante el funcionamiento normal

	Peligro continuo	Peligro intermitente	Peligro posible
Europa/IEC	Zona 0	Zona 1	Zona 2
Norteamérica (NEC 505)	Zona 0	Zona 1	Zona 2
Norteamérica (NEC 500)	División 1		División 2

En Norteamérica, la clasificación más usada (NEC 500) incluye sólo dos tipos, conocidos como "divisiones".

La división 1 es equivalente a las dos zonas europeas 0 y 1 combinadas, mientras que la división 2 es equivalente aproximadamente a la zona 2.

Ejemplo de clasificación de zona



Diseño de aparato

Para garantizar el funcionamiento seguro del equipo eléctrico en atmósferas inflamables, se han introducido ahora varias normas de diseño. Estas normas de diseño tiene que seguir las el fabricante del aparato vendido para el uso en un área peligrosa y deben certificar que cumplen la norma adecuada para su uso. Igualmente, el usuario es responsable de asegurar que sólo se utiliza el equipo diseñado correctamente en el área peligrosa.

Para los equipos de detección de gas, las dos clases más utilizadas de diseño de seguridad eléctrica son "antideflagración" (a veces conocidas como "a prueba de explosión" y con un símbolo de identificación Ex d) y "seguridad intrínseca" con el símbolo Ex ia o Ex ib.

El aparato antideflagración se ha diseñado de manera que su caja sea lo suficientemente robusta como para soportar una explosión interna de gas inflamable sin sufrir daños, lo cual podría producir la ignición accidental de una mezcla de aire/combustible explosivo dentro del equipo. Las dimensiones de las aberturas de la caja antideflagración (por ejemplo, una junta de collarín) se deben calcular para que una llama no se pueda propagar a la atmósfera exterior.

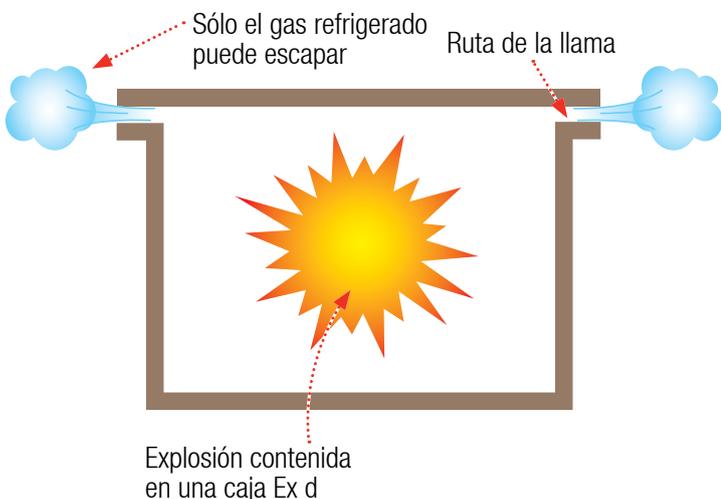
El aparato de seguridad intrínseca se ha diseñado de manera que la energía interna máxima y el cableado de interconexión se mantengan por debajo de lo que sería necesario para producir la ignición mediante chispas o efectos de calentamiento, en caso de que se produzca un fallo interno o un fallo en un equipo conectado. Hay dos tipos de protección de seguridad intrínseca. El más elevado es Ex ia que es adecuado para su uso en las zonas 0, 1 y 2, y Ex ib que es adecuado para su uso en las zonas 1 y 2. El aparato antideflagración sólo se puede utilizar en las zonas 1 y 2.

La seguridad reforzada (Ex e) es un método de protección en el que se aplican los procedimientos adicionales para proporcionar seguridad adicional a un aparato eléctrico. Es adecuado para los equipos en el que ninguna

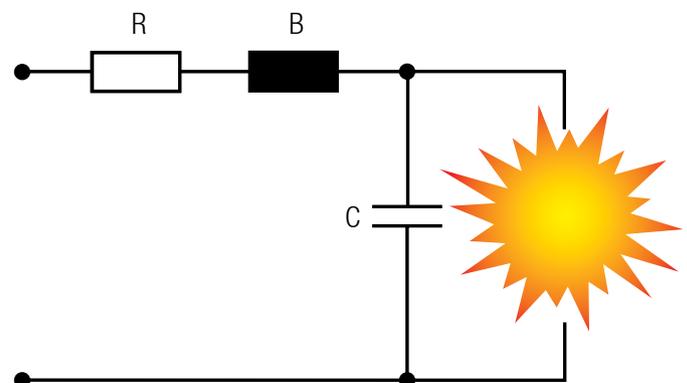
pieza puede producir arcos ni chispas, ni supere la temperatura límite en el funcionamiento normal.

Una norma más, Ex m (encapsulado) es un medio para obtener seguridad mediante el encapsulado de distintos componentes o circuitos completos. Algunos productos ahora disponibles obtienen la certificación de seguridad por medio del uso de una combinación de diseños de seguridad para piezas discretas. Por ejemplo, Ex e para cámaras de terminal, Ex i para envoltentes de circuito, Ex m para componentes electrónicos encapsulados y Ex d para cámaras que pueden contener un gas peligroso. ■

Antideflagración



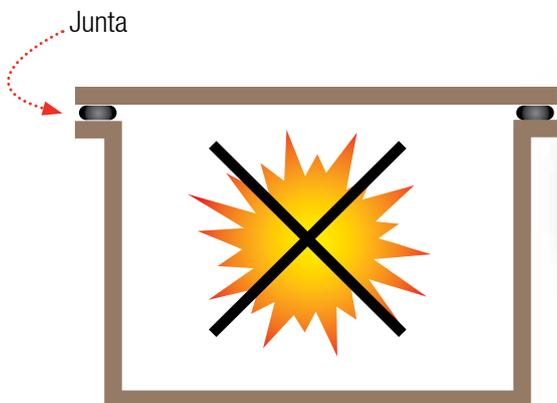
Seguridad intrínseca



Normas de diseño de zona peligrosa

División	Zona	Ex	Tipo de protección
1	0	Ex ia	seguridad intrínseca
	Cualquier diseño adecuado para la zona 0 más:		
		Ex d	antideflagración
		Ex ib	seguridad intrínseca
	1	Ex p	dilución continua/presurizada
		Ex e	seguridad aumentada
		Ex s	especial
2	Cualquier diseño adecuado para la zona 1 más:		
		Ex n o N	no chispeante (no inflamable)
	2	Ex o	aceite
		Ex q	llenado con polvo/arena

Seguridad aumentada



Clasificación de los aparatos

Como ayuda para seleccionar el aparato para uso seguro en diferentes condiciones ambientales, se utilizan ampliamente dos designaciones, grupo de aparato y clasificación de temperatura para definir sus limitaciones.

Tal como se define en la norma EN60079-20-1 del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC), los equipos que se usan en atmósferas potencialmente explosivas se dividen en dos grupos de aparatos:

GRUPO I

Para minas propensas al grisú (metano).

GRUPO II

Para lugares con una atmósfera potencialmente explosiva, diferentes a las minas del Grupo I.

El Grupo II cubre claramente una gran variedad de atmósferas potencialmente explosivas e incluye muchos gases o vapores que constituyen muchos grados diferentes de riesgo. Por lo tanto, para separar más claramente las diferentes características de diseño que se necesitan al usar un determinado gas o vapor, los gases del Grupo II se subdividen como se indica en la tabla. El acetileno se considera a menudo tan inestable que se menciona de forma separada, aunque se incluye dentro de los gases del Grupo II. Se puede encontrar un listado más completo de los gases en la norma europea EN 60079-20-1.

La clasificación por tipo de temperatura para los equipos de seguridad es también muy importante en la selección de dispositivos para detectar un gas o una mezcla de gases. En una mezcla de gases, siempre es aconsejable tomar el "peor caso" de cualquiera de los gases de la mezcla. La clasificación de temperatura está relacionada con la temperatura de superficie máxima que es admisible para un aparato. Esto sirve para asegurar que no supere la temperatura de ignición de los gases o vapores con los que entra en contacto.

El rango varía de T1 (450 °C) hasta T6 (85 °C). El aparato certificado se prueba según los gases o vapores específicos con los que se puede usar. Tanto el grupo de aparatos como la clasificación de temperatura se indican en el certificado de seguridad y en el mismo aparato.

La temperatura y los códigos T son iguales en Norteamérica y la IEC. Sin embargo, a diferencia de la IEC, Norteamérica incluye valores graduales, como se muestra a continuación. ■

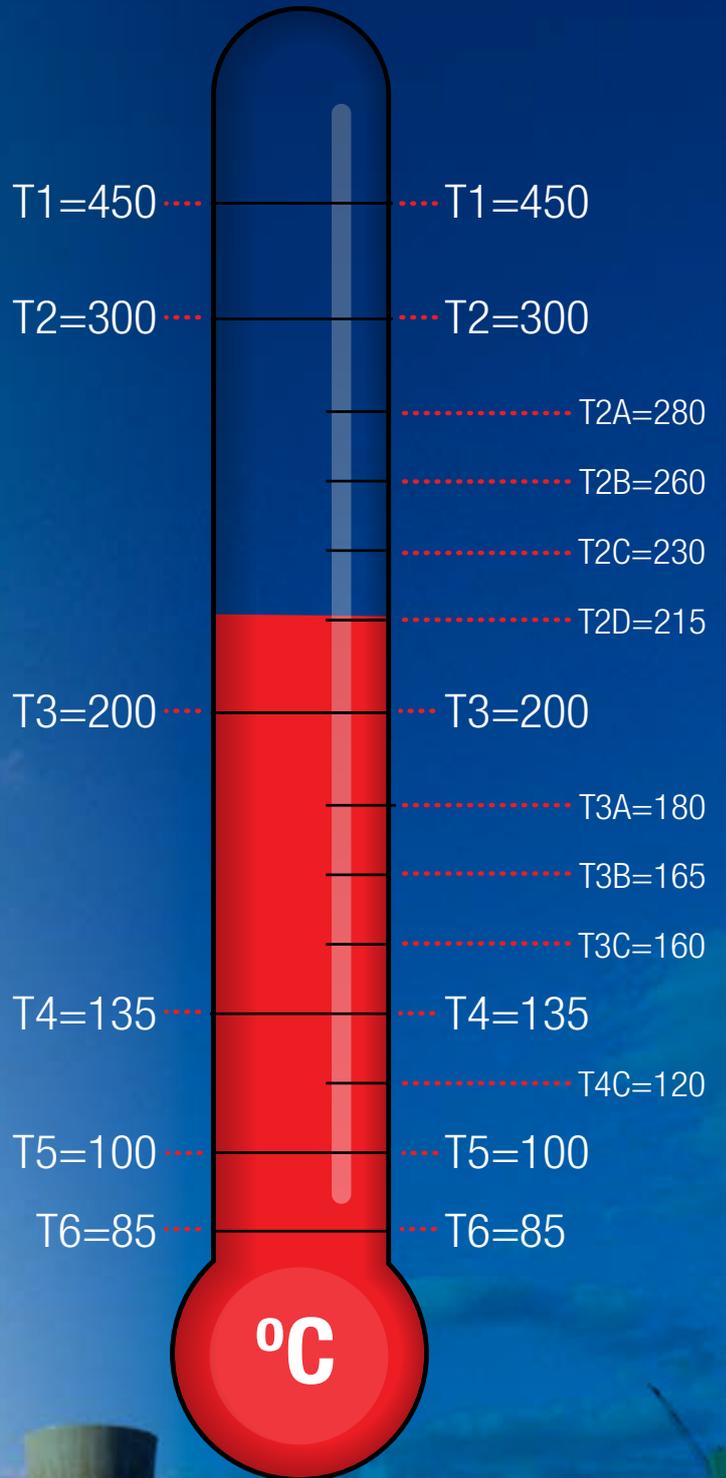


Grupo de aparatos

Gas representativo	Clasificación de gas	Inflamabilidad
	Europa y países IEC	EE.UU. y Canadá
Acetileno	Grupo IIC	Clase I, Grupo A
Hidrógeno	Grupo IIC	Clase I, Grupo B
Etileno	Grupo IIB	Clase I, Grupo C
Propano	Grupo IIA	Clase I, Grupo D
Metano	Grupo I	Sin clasificación

Más fácil de encender

Clase de temperatura



Grado de protección frente a la entrada de líquidos y sólidos

Las clasificaciones codificadas se utilizan ampliamente para indicar el grado de protección proporcionado por una caja frente a la entrada de líquidos y materiales sólidos. Esta clasificación también cubre la protección de personas frente al contacto con cualquier pieza móvil que se encuentre dentro de la caja. Debe recordarse que se trata de una clasificación adicional y no una alternativa a las clasificaciones de protección para equipos eléctricos que se utilizan en zonas peligrosas.

En Europa la designación utilizada para indicar la protección contra la entrada consta de las letras IP seguidas de dos "Números característicos" que indican el grado de protección. El primer número indica el grado de protección para las personas frente al contacto con las piezas móviles internas y el segundo número muestra la protección de la caja frente a la entrada de agua. Por ejemplo, una caja con una clasificación de IP65 proporcionaría protección completa contra el contacto con piezas móviles, la entrada de polvo y la entrada de agua pulverizada o en chorro. Su uso sería adecuado para equipos de detección de gas como controladores, pero debe tenerse cuidado para asegurar que los componentes electrónicos se enfríen adecuadamente. En ciertos países también se utiliza un tercer numeral en relación con la resistencia a los impactos. Los significados de los números se proporcionan en la tabla siguiente. ■



Tercer numeral Significado

0	Sin protección
1	Impacto de 0,225 julios (150 g de peso caído desde 15 cm)
2	Impacto de 0,375 julios (250 g de peso caído desde 15 cm)
3	Impacto de 0,5 julios (250 g de peso caído desde 20 cm)
4	(sin significado)
5	Impacto de 2,0 julios (500 g de peso caído desde 40 cm)
6	(sin significado)
7	Impacto de 6,0 julios (1,5 kg de peso caído desde 40 cm)
8	(sin significado)
9	Impacto de 6,0 julios (5 Kg de peso caído desde 40 cm)



Códigos IP (IEC/EN 60529)

Primer numeral	Segundo numeral
Protección contra cuerpos sólidos	IP
Sin protección	0 0
Objetos mayores de 50 mm	1 1
Objetos mayores de 12 mm	2 2
Objetos mayores de 2,5 mm	3 3
Objetos mayores de 1,0mm	4 4
Protección contra el polvo	5 5
Protección hermética contra el polvo	6 6
	7
	8

Ejemplo: IP67 es hermético al polvo y está protegido frente a los efectos de la inmersión

Clasificaciones NEMA con clasificaciones IP

En Norteamérica las cajas se clasifican con el sistema NEMA. La siguiente tabla proporciona una comparación aproximada entre las clasificaciones NEMA y las clasificaciones IP.

Clasificación de tipo NEMA, UL y CSA	Código IEC/IP aproximado	Descripción
1	IP20	En interiores, del contacto con contenido
2	IP22	En interiores, agua y suciedad caída limitada
3	IP55	En exteriores, de daños a causa de lluvia, aguanieve, polvo por viento y hielo
3R	IP24	En exteriores, de daños a causa de lluvia, aguanieve y hielo
4	IP66	En interiores y exteriores, de daños a causa de polvo por viento, salpicaduras de agua, agua dirigida con manguera y hielo
4X	IP66	En interiores y exteriores, de daños a causa de corrosión, polvo por viento, lluvia, salpicaduras de agua, agua dirigida con manguera y hielo
6	IP67	En interiores y exteriores, de daños a causa de agua dirigida con manguera, entrada de agua durante inmersión y hielo
12	IP54	En interiores, del polvo, suciedad caída y goteo de líquidos no corrosivos
13	IP54	En interiores, del polvo, suciedad caída y goteo de líquidos no corrosivos

Niveles de integridad de seguridad (SIL).

La certificación se ha preocupado esencialmente por la seguridad de los productos en su entorno de trabajo, es decir, que no puedan provocar riesgos por sí mismos. El proceso de certificación ahora ha cambiado (especialmente en Europa desde la introducción de la norma ATEX referente a los dispositivos relacionados con la seguridad) para incluir también la medida y el rendimiento físico del producto. Los SIL añaden una nueva dimensión puesto que se ocupan de la seguridad del producto en cuanto a que sea capaz de realizar su función de seguridad cuando sea necesario (ref: requisitos de los fabricantes IEC 61508). Esto está siendo cada vez más solicitado puesto que a los diseñadores de las instalaciones y a los operarios se les pide que diseñen y documenten sus sistemas instrumentados de seguridad (ref: requisitos de los usuarios IEC 61511).

Las normas individuales aplicables a tipos específicos de equipos se están desarrollando a partir de IEC61508. La norma correspondiente a los equipos de detección de gas es la EN50402:2005+A1:2008 sobre aparatos eléctricos para la detección y medición de gases y vapores combustibles y tóxicos o de oxígeno. Requisitos de la seguridad funcional de los sistemas fijos de detección de gas.

Controlar la seguridad es reducir el riesgo. Todos los procesos tienen un factor de riesgo. El objetivo es reducir el riesgo al 0%. Si somos realistas, esto no es posible, por lo que se ha establecido un nivel de riesgo aceptable que es "tan bajo como razonablemente práctico" (ALARP). El diseño y la especificación de una planta segura es el factor de reducción de riesgo más importante. Los procedimientos de funcionamiento seguros reducen el riesgo tanto como lo hace un sistema de mantenimiento completo.

Los E/E/PES (sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables) son la última línea de defensa en la prevención de accidentes. SIL es una medida cuantificable de la capacidad de seguridad de los E/E/PES. En las Aplicaciones típicas, esto se relaciona con los sistemas de fuego y gas (detectores, lógica y actuaciones y anuncios de seguridad).

Se sabe que todos los equipos tienen modos de fallo. El aspecto clave es ser capaz de detectar cuándo ocurren los fallos y tomar las acciones oportunas. En algunos sistemas,

se puede aplicar la redundancia para retener una función. En otros, se puede emplear la autocomprobación para obtener el mismo efecto. El objetivo principal del diseño es evitar una situación en la que no se detecte un fallo que impide que el sistema lleve a cabo su función de seguridad. Hay una diferencia importante entre fiabilidad y seguridad. Un producto que parece ser fiable puede tener modos ocultos de fallo mientras que una pieza de un equipo que parece revelar un gran número de fallos puede ser más segura ya que nunca o casi nunca se encuentra en condiciones de no cumplir su función o no ha anunciado su incapacidad de hacerlo. ■





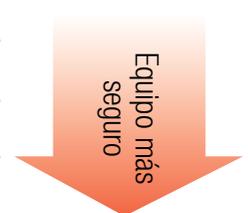
- Designo de planta
- Funcionamiento
- Mantenimiento
- E/E/PES
- Sistema de detección de incendios y gases
- ALARP



Hay 4 niveles de SIL; cuanto mayor sea el SIL, menor será la probabilidad de fallo a petición (PFD) resultante. Muchos productos de detección de gas y fuego actuales se diseñaron antes de la introducción de SIL y, por lo tanto, en la evaluación individual no pueden alcanzar una clasificación SIL o sólo pueden alcanzar una muy baja. Este problema se puede superar con técnicas, como la disminución de los intervalos de prueba o la combinación de sistemas con diferentes tecnologías (con lo que se eliminan los modos de fallo habituales) para incrementar la clasificación SIL real.

Para que un sistema seguro alcance un SIL específico, se debe tener en cuenta la suma de la PFD.

SIL	Probabilidad de fallo a petición
1	$> 10^{-2}$ a $< 10^{-1}$
2	$> 10^{-3}$ a $< 10^{-2}$
3	$> 10^{-4}$ a $< 10^{-3}$
4	$> 10^{-5}$ a $< 10^{-4}$



Para SIL 2 PFD (Sensor) + PFD (Resolutor) + PFD (Actuador) < 1×10^{-2}

La selección de SIL requerida para la instalación se debe hacer conjuntamente con el nivel de control de seguridad en el mismo diseño del proceso. Los E/E/PES no se deben considerar como el sistema de seguridad principal. El diseño, el funcionamiento y el mantenimiento son la combinación más importante para la seguridad de cualquier proceso industrial.

Sistemas de detección de gas

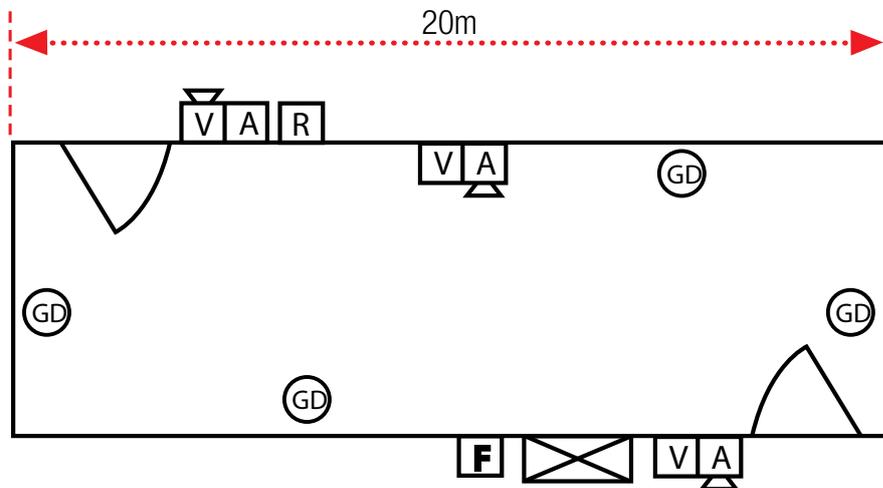
El método más común empleado para supervisar continuamente las fugas de gases peligrosos es colocar varios sensores en lugares en los que sea más probable que tengan lugar fugas. Estos sensores se conectan de forma eléctrica a un controlador multicanal situado a cierta distancia en una zona segura y libre de gas con una pantalla y sistemas de alarma, dispositivos de grabación de sucesos, etc. Esto se suele denominar sistema de punto fijo. Como su propio nombre indica, está permanentemente ubicado en la zona (p. ej. una plataforma petrolífera, una refinería de petróleo, un almacén refrigerado de laboratorio, etc.).

La complejidad de cualquier sistema de detección de gas depende del uso que se quiera dar a los datos. La grabación de datos permite que la información se use para identificar zonas problemáticas y ayudar en la puesta en marcha de medidas de seguridad. Si el sistema se va a usar sólo para advertencias, las salidas del sistema pueden ser simples y el almacenamiento de los datos no es necesario. Por lo tanto, al elegir un sistema es importante conocer cómo se va a usar la información, para que se puedan seleccionar los componentes apropiados para el sistema. En la supervisión de gas tóxico, el uso de sistemas multipunto ha demostrado rápidamente su potencial para resolver una amplia variedad de problemas de exposición en el lugar de trabajo, así como su incalculable valor para identificar problemas y para informar a los trabajadores y a la dirección de las concentraciones de agentes contaminantes en el lugar de trabajo.

En el diseño de sistemas multipunto, hay que tener muy en cuenta los diversos componentes y su interconexión. Cuando se usan sensores de detección catalíticos, por ejemplo, las conexiones de los cables eléctricos a los sensores deben tener tres conductores de 1mm cuadrado cada uno, que transmitan no sólo la señal de salida, sino también la electricidad al circuito de puente, que se encuentra en el sensor para reducir la caída del voltaje de la señal en los cables.



Sistema de detección de gas pequeño típico que protege una habitación



En el caso de los sistemas de supervisión de gases tóxicos (y algunos inflamables), a veces se toman muestras de la atmósfera en ubicaciones alejadas de la unidad y los gases se extraen mediante bombas que llegan hasta los sensores a través de una serie de tubos pequeños de material sintético. Al diseñar estos sistemas, hay que seleccionar tubos y bombas de un tamaño adecuado, una unidad de muestreo secuencial para comprobar todos los tubos uno por uno y filtros que impidan que las partículas o el agua corten el flujo de gas. El tamaño de los tubos puede ser importante, ya que tiene que ser lo suficientemente grande para permitir tiempos de respuesta rápida con bombas de tamaño estándar, pero al mismo tiempo no deben ser tan grandes como para permitir una disolución excesiva del gas en el aire. Cada punto de muestreo debe estar conectado a un tubo separado, y si varios puntos están conectados a un único sensor central, será necesario depurar el sensor con aire limpio entre las muestras.

Los controladores que se usan en los sistemas fijos pueden estar ubicados de forma central o distribuidos en diferentes ubicaciones de una instalación según los requisitos de aplicación. Aparecen en un panel de control y lo pueden hacer tanto en configuraciones de un canal (es decir, una tarjeta de control por sensor) como en configuraciones multicanal, siendo esta última útil cuando las limitaciones de energía, espacio o coste sean importantes.

Las unidades de control incluyen un medidor en el panel frontal o LCD para indicar la concentración de gas en cada sensor y,

normalmente, también tienen relés internos para controlar funciones como la alarma, los fallos y el cierre. El número de niveles de alarma disponibles varía según los controladores, pero normalmente se pueden definir hasta tres niveles, dependiendo de los requisitos reglamentarios o de las prácticas de trabajo de la industria. Otras características útiles incluirían la inhibición y el restablecimiento de alarmas, la indicación de rebasamiento de rango máximo y salidas analógicas de 4-20 mA. A menudo las salidas digitales también están disponibles para comunicar el controlador con un DCS/BMS. Es importante recordar que el propósito principal de un sistema de detección de gas es detectar la acumulación de una concentración de gas antes de que llegue a un nivel peligroso e iniciar un proceso de mitigación para evitar que se produzca un peligro.

Si la concentración de gas se mantiene en un nivel peligroso, se iniciarán el cierre ejecutivo y las alarmas de advertencia de peligro. Registrar el evento o medir los niveles de gas a los que el personal ha estado expuesto no es suficiente.

CABLES Y CAJAS DE CONEXIONES

En un sistema de detección de gas industrial normal como el que se acaba de describir, los sensores se colocan en varios puntos estratégicos alrededor de la planta y a diferentes distancias del controlador. Al instalar conexiones eléctricas al controlador, es importante recordar que el cable de cada sensor tendrá una resistencia de bucle eléctrica dependiendo de su longitud. Con

detectores de tipo de voltaje constante, el proceso de calibración requerirá una persona tanto en el sensor de campo como en el controlador. Con detectores de corriente constante o con los que tienen un transmisor local, la calibración del dispositivo de campo se puede llevar a cabo de forma separada de la calibración del controlador.

Los cables del sensor se protegen de daños externos pasándolos a través un conducto de metal o usando un cable adecuado protegido mecánicamente. Los casquillos protectores deben estar ajustados a cada extremo de cable y el sensor se monta en una caja de conexiones para ayudar a que las terminaciones sean simples, de baja resistencia y "limpias". También es muy importante que todos los tamaños de los casquillos y de las roscas de los tornillos sean compatibles con la caja de conexiones y el diámetro externo de los cables que se usan. Se debe usar la arandela de estanqueidad correcta para asegurar un sellado impermeabilizado entre el detector y la caja de conexiones. Un aspecto más que hay que recordar es que los fabricantes de sensores, al proporcionar la información con la que calcular los diámetros de los conductores del cable para su instalación, normalmente indican la resistencia máxima del bucle (no la del cableado) de las conexiones de sus sensores. ■

Ubicación de los sensores

"¿Cuántos detectores necesito?" y "¿dónde debo colocarlos?" son dos de las preguntas más habituales sobre los sistemas de detección de gas y, probablemente, dos de las más difíciles de responder. A diferencia de otros tipos de detectores relacionados con la seguridad, como los detectores de humo, la ubicación y cantidad de detectores requeridos en diferentes aplicaciones no está claramente definido.

DATOS SOBRE GASES

El xenón es el elemento gaseoso no radioactivo que más escasea en la atmósfera terrestre. Representa 90 partes por billón de la atmósfera total.

En normas como la EN 60079-29-2 se pueden encontrar pautas muy útiles para la selección, la instalación, el uso y el mantenimiento de aparatos para la detección y medida de oxígeno o gases combustibles. Códigos prácticos internacionales similares, p. ej. se puede usar el Código eléctrico nacional (NEC) o el Código eléctrico canadiense (CEC) donde sean aplicables. Además, algunos organismos reguladores publican especificaciones que proporcionan requisitos de detección de gas mínimos para aplicaciones específicas.

Estas referencias son útiles pero tienden a ser muy genéricas y, por tanto, demasiado generales en los detalles o específicos de aplicaciones y, por consiguiente, irrelevante en la mayoría de las aplicaciones.

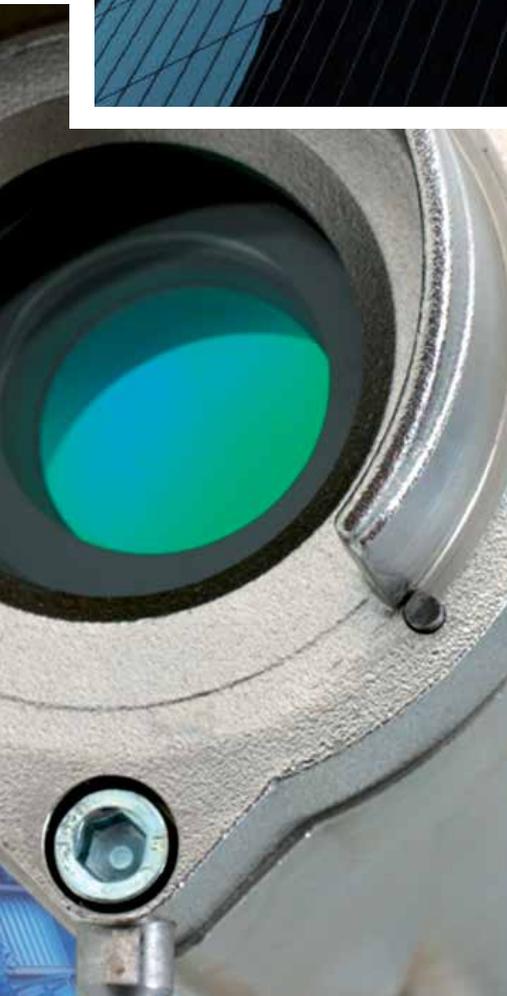
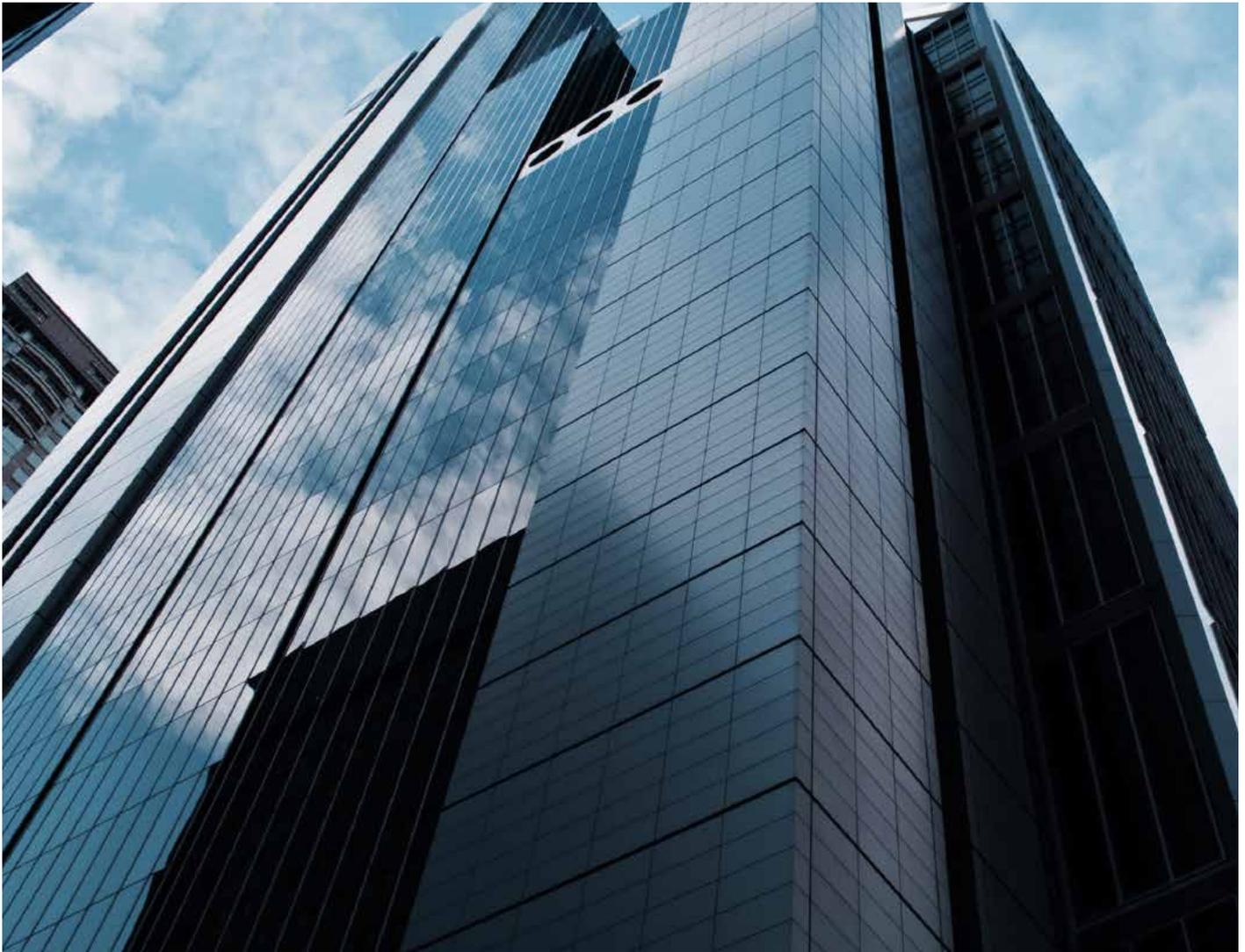
La localización de los detectores debe efectuarse de acuerdo con el consejo de expertos con conocimientos especializados en dispersión de gases, junto con el conocimiento de ingenieros de proceso y equipos y personal de seguridad. El acuerdo alcanzado sobre la ubicación de los detectores deberá ser también registrado.

Los detectores deberán instalarse allí donde se considere más probable la aparición de gas. Las ubicaciones de las plantas industriales que requieren la máxima protección son las situadas en torno a calderas a gas, compresores, depósitos de almacenamiento presurizados, cilindros y tuberías. Las zonas donde es más probable que se produzcan fugas son las válvulas, los indicadores, las bridas, las juntas en forma de tes, las conexiones de llenado o drenaje, etc.

Hay varias consideraciones sencillas y a menudo bastante obvias que ayudan a determinar la ubicación del detector:



Quizá la cuestión más importante es no intentar economizar empleando el menor número de sensores posible. Toda la diferencia en el caso de una fuga de gas podría radicar en unos pocos sensores adicionales.



- Para detectar gases más ligeros que el aire (por ejemplo, el metano y el amoníaco), los detectores deben montarse en un nivel superior y usar preferiblemente un embudo recolector.
- Para detectar gases más pesados que el aire, (por ejemplo, el butano y el dióxido de azufre), los detectores deben montarse en un nivel inferior.
- Tenga en cuenta cómo se comportará un escape de gas por la acción de corrientes de aire, forzadas o naturales. Monte los detectores en conductos de ventilación si es adecuado
- Al elegir la ubicación de los detectores se deben tener en cuenta los posibles daños causados por agentes naturales como la lluvia o las inundaciones. Para los detectores montados en exteriores es preferible montar el protector intemperie.
- Utilice una protección contra el sol para el detector si coloca un detector en un clima cálido y en exposición directa al sol.
- Tenga en cuenta las condiciones del proceso. El butano y el propano, por ejemplo, son normalmente más pesados que el aire, pero si se liberan desde una línea de proceso a alta temperatura o baja presión, el gas puede elevarse en lugar de descender.
- Los detectores se deben colocar un poco alejados de las piezas de alta presión para permitir que se formen las nubes de gas. De lo contrario, es probable que una fuga de gas pase de largo en un chorro de gran velocidad y no se detecte
- Tenga en cuenta la facilidad de acceso para conseguir unas pruebas y un mantenimiento funcionales.
- Los detectores deben instalarse en la ubicación designada con el detector apuntando hacia abajo. Así se asegurará que el polvo o el agua no se acumulen en la parte delantera del sensor e impidan la entrada del gas en el detector.
- Cuando se instalen dispositivos infrarrojos de camino abierto, es importante asegurarse de que no hay una obstrucción o bloqueo permanente del haz infrarrojo. Se admiten obstrucciones de duración breve debidas a vehículos, personal del emplazamiento, pájaros, etc.
- Asegúrese de que las estructuras en las que se montan los dispositivos de camino abierto sean sólidas y no susceptibles a las vibraciones ■

Opciones normales de montaje de sensores

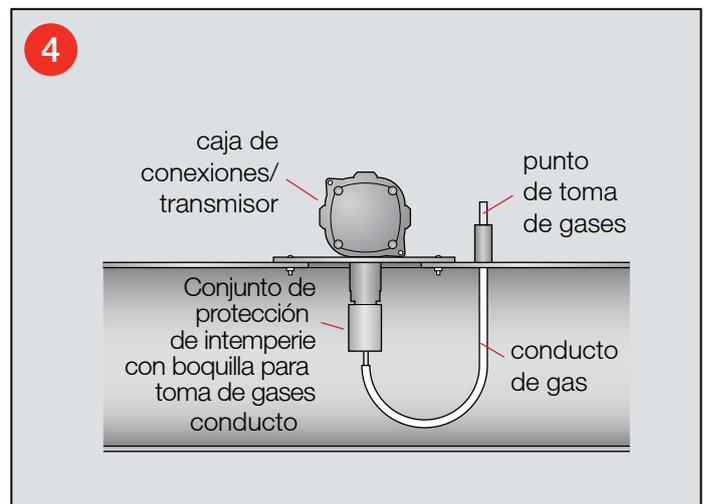
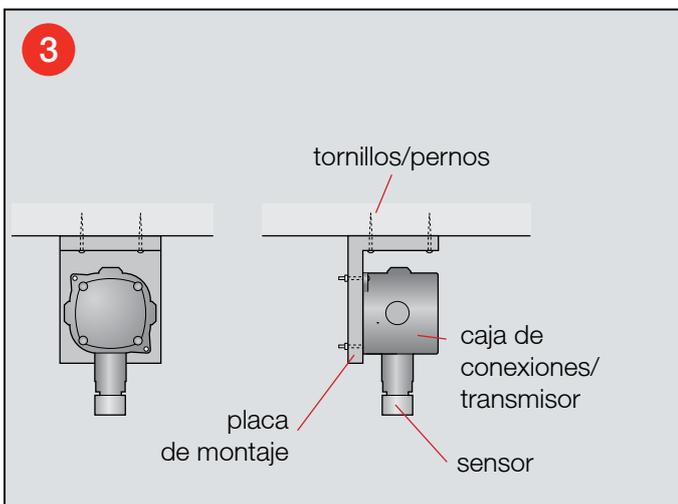
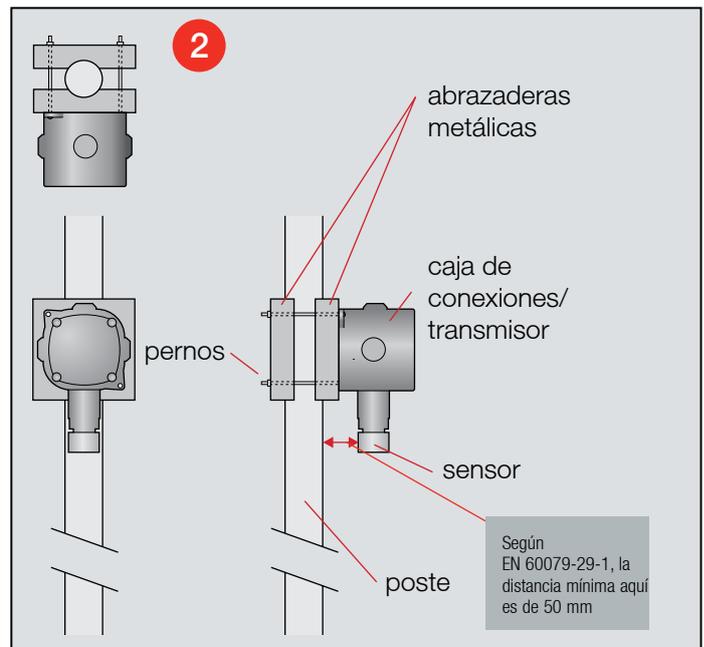
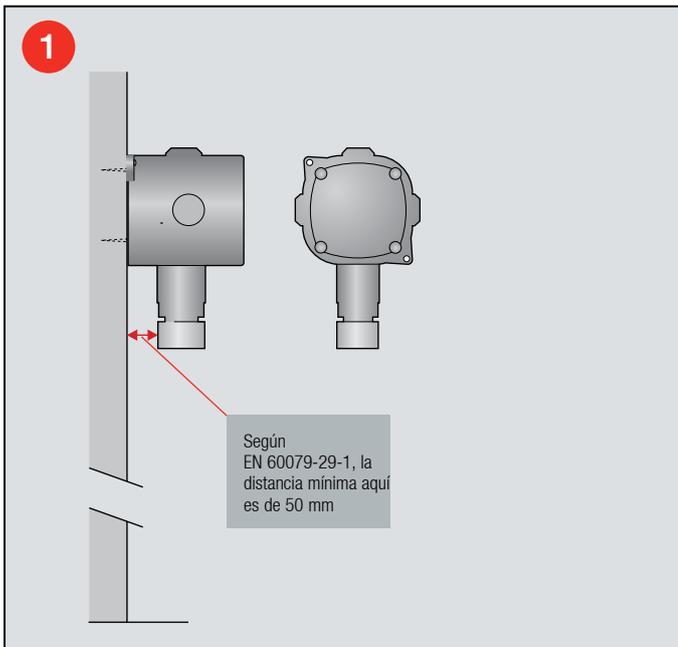
1. Montaje mural
2. Montaje en poste
3. Montaje en el techo
4. Montaje en conducto

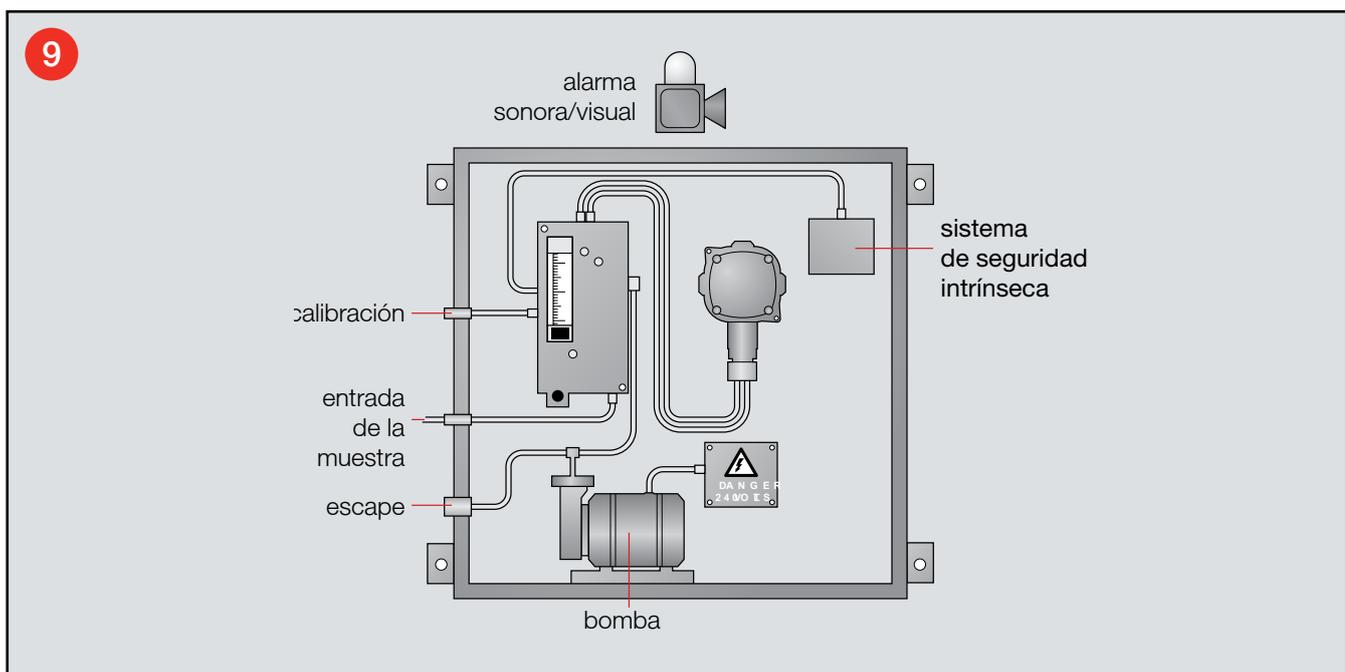
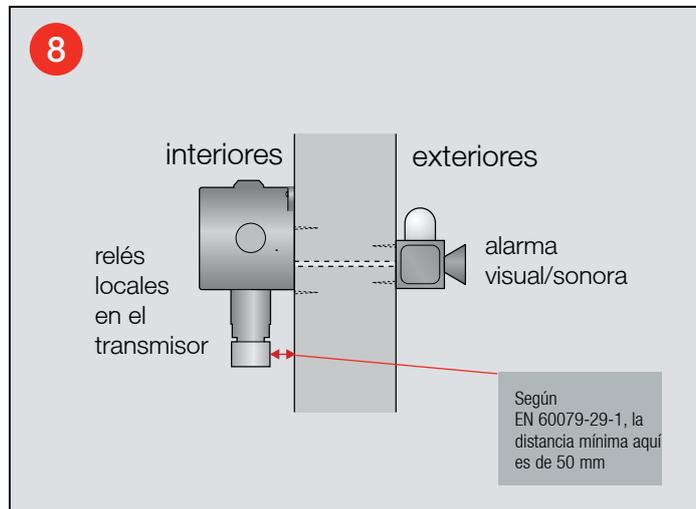
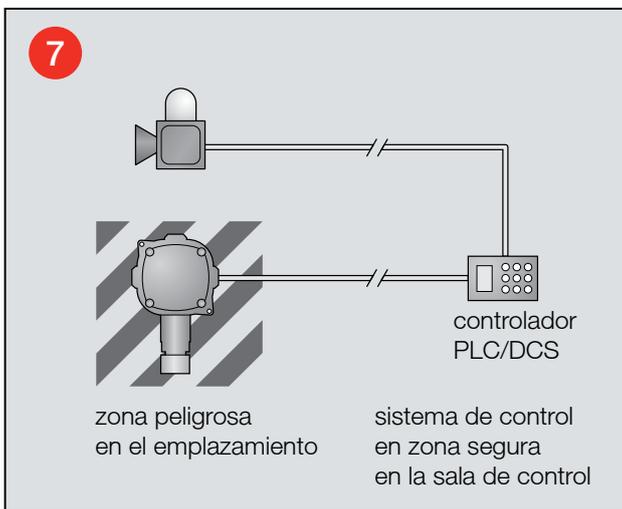
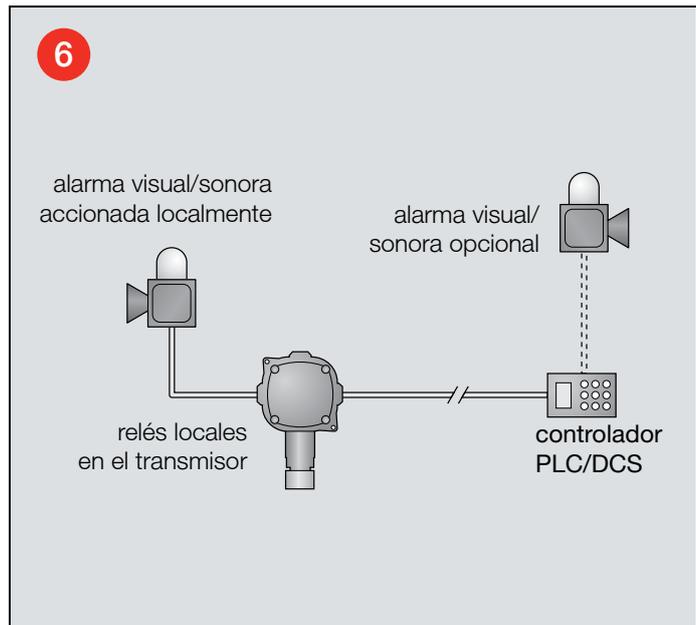
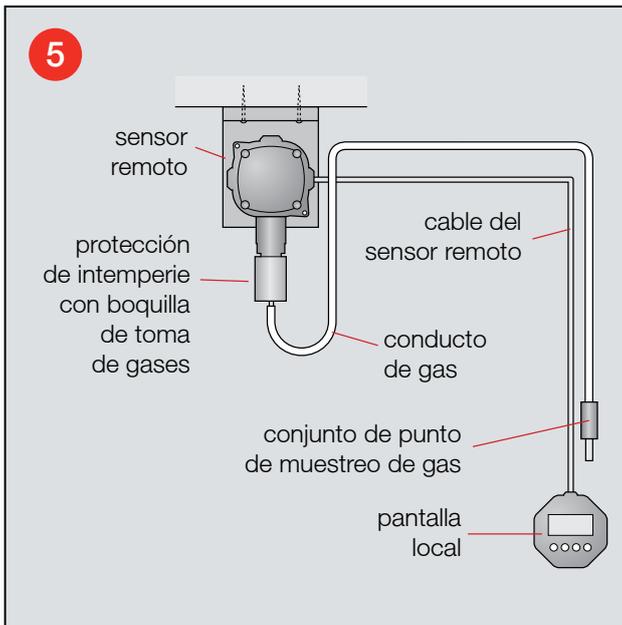
Configuraciones típicas de los sistemas

5. Sensor remoto, gasificación, pantalla local
6. Sistema de alarma accionado localmente
7. Sistema de controlador/sensor típico
8. Sistema independiente
9. Sistema de muestreo/aspiración típico

DATOS SOBRE GASES

Júpiter, el mayor gigante de gas de nuestro sistema solar, contiene aproximadamente un 90% de hidrógeno y un 10% de helio. De hecho, su composición es muy similar a una nebulosa solar primigenia (el tipo de nebulosa a partir del cual se desarrolló nuestro sistema solar).





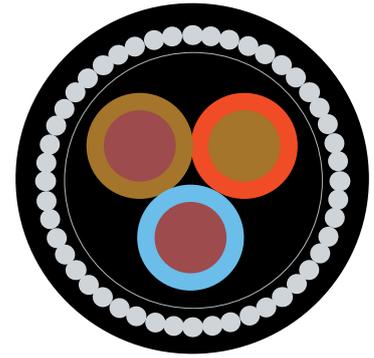
Esencialmente, se emplean tres métodos de instalación en todo el mundo para equipos eléctricos en ubicaciones peligrosas:

- 1. Cable con entrada indirecta**
- 2. Cable con entrada directa**
- 3. Conduit**

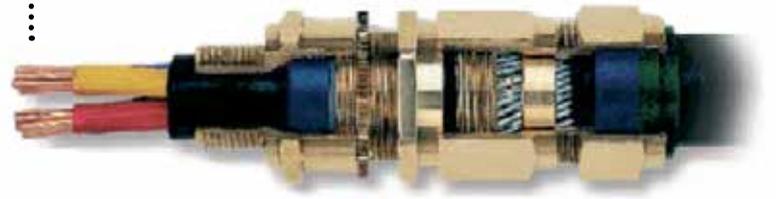
Sistemas de cable

Se usan sobre todo en Europa (aunque los códigos eléctricos de EE. UU. y de Canadá enumeran cables con aislamiento mineral y cubierta metálica para su uso en la Clase 1 Div 1 o Zona 1). Las normas sobre Ex afirman que se deben usar sistemas de cable con la adecuada protección mecánica. A menudo es un cable armado con alambres de acero y blindaje (SWA) si se usa en zonas en que se puede producir daño mecánico, o se puede usar un conduit protector que está abierto por ambos extremos. Se usan prensaestopas certificados para conectar de forma segura el cable a la caja. ■

Sección de un cable SWA típico



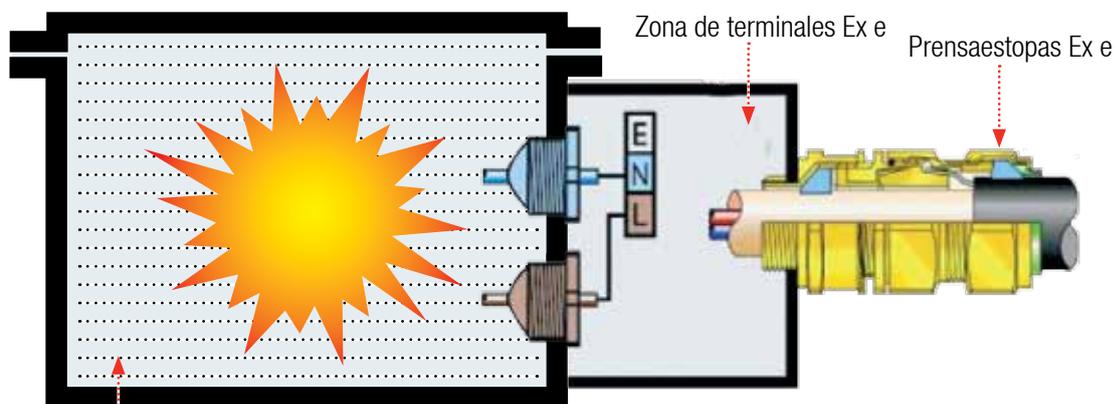
Este es el único tipo de pasacables que puede cumplir con los requisitos de IEC 60079-14. Evita la migración de gas entre los conductores y cuenta con un relleno interior extrudido en el cable.



Sección de un prensaestopas típico

Entrada de cable indirecta

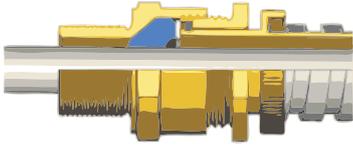
Se usan sobre todo en Europa (aunque los códigos eléctricos de EE. UU. y de Canadá enumeran cables con aislamiento mineral y cubierta metálica para su uso en la Clase 1 Div 1 o Zona 1). Las normas a prueba de explosión afirman que se deben usar sistemas de cable con la protección mecánica adecuada. A menudo se trata de un cable armado con alambres de acero y blindaje (SWA) si se usa en zonas en las que se pueda producir daño mecánico, o se puede usar un conduit protector que esté abierto por ambos extremos. Se usan prensaestopas certificados para conectar de forma segura el cable a la caja. ■



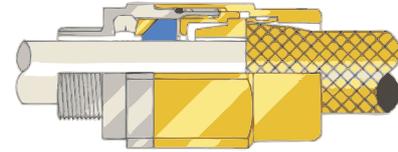
Caja de protección antideflagración

Entrada de cable directa

A2FFC (uso en interiores y exteriores, Ex d, Ex ia)



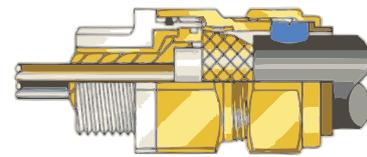
D3CDS (para cables marinos, comunes y para zonas peligrosas)



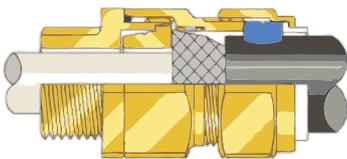
E1FU (protección contra inundaciones, antideflagración, Ex d, Ex ia)



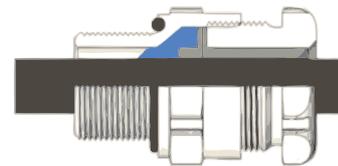
PX2KX (para cables blindados y revestidos)



C2K (cable armado, Ex)

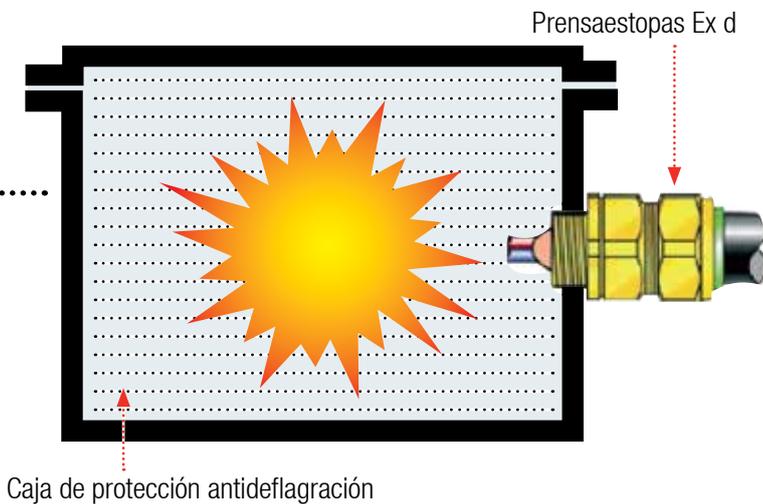


TC (para ubicaciones húmedas/inundadas, peligrosas)



Entrada de cable directa

Se realiza la entrada de cable directa a la caja de protección antideflagración. Sólo se pueden usar casquillos certificados especialmente. El tipo y la estructura del cable deben unirse cuidadosamente al tipo correcto de casquillo. La integridad de la protección depende de la correcta instalación realizada por el instalador ■



Conduit

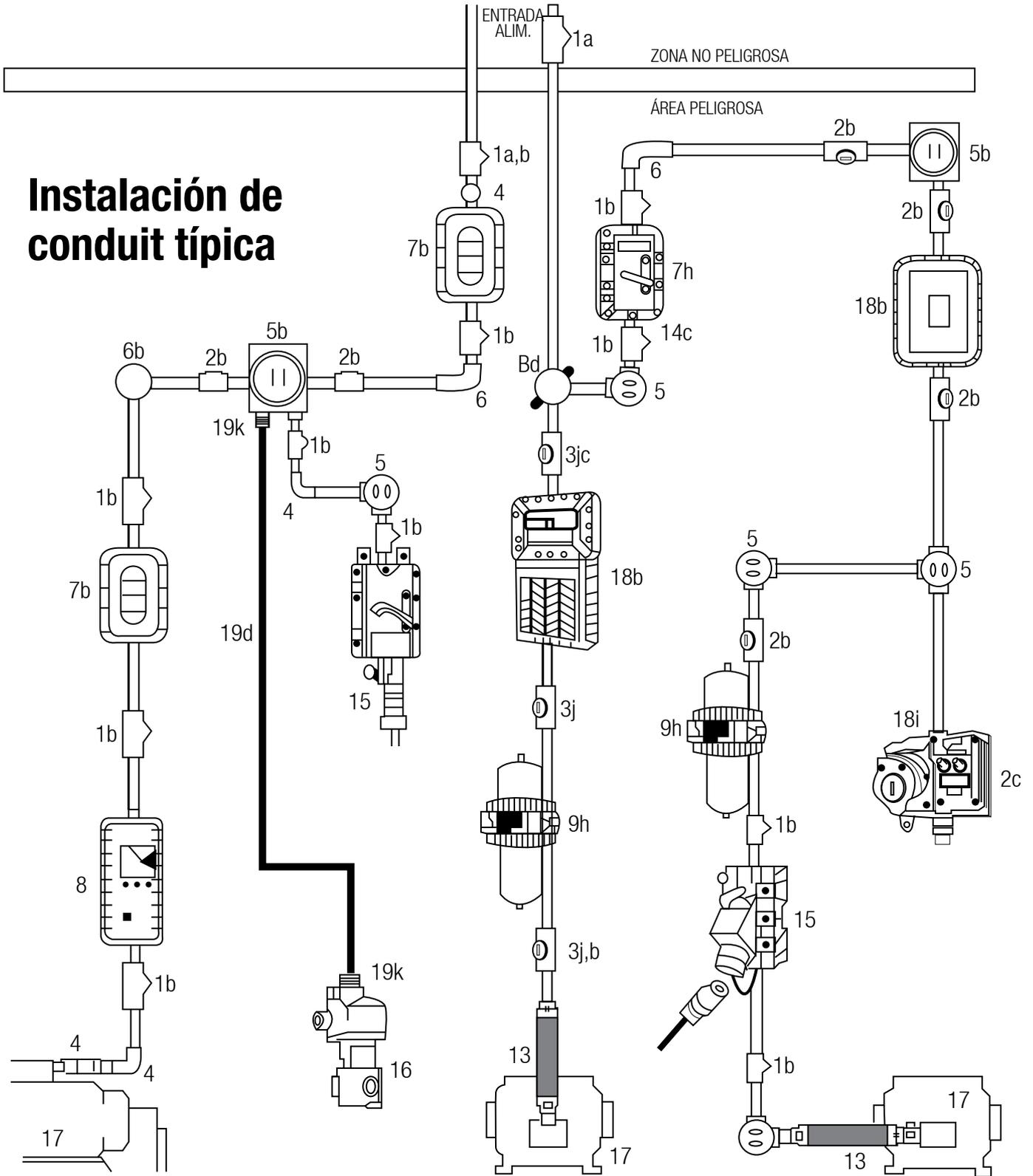
El conduit es el método principal de instalación en zonas peligrosas en EE.UU. Los conductores eléctricos se tienden como conductores individuales dentro de los tubos de metal cerrados.

Los tubos se conectan a las células mediante uniones y deben tener una junta a 18 pulgadas (457,2 mm) de cada punto de entrada. Todo el sistema del conduit tiene protección antideflagración. ■



Métodos de instalación

Instalación de conduit típica



DATOS SOBRE GASES

El flúor es el más reactivo y más electronegativo de los elementos, lo que convierte al flúor en un oxidante peligrosamente potente. Esto lleva a las reacciones directas entre el flúor y la mayoría de los elementos, incluidos los gases nobles criptón, xenón y radón.



Accesorios y sellos para conduit



EXGJH/EXLK

UNY



ELF



EYM

EYDM

Cajas



GR

GRF



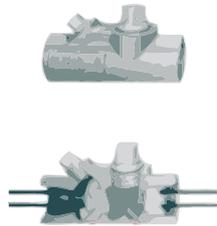
GRSS

CPU

Sellos de conduit

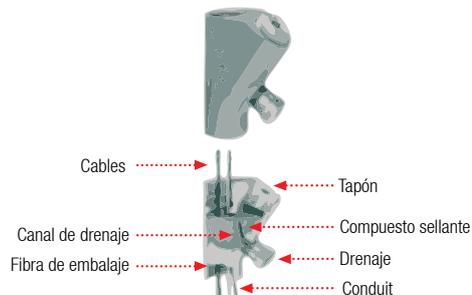
Las sellos impiden que se propague cualquier explosión en los tubos. Se deben instalar sumideros en puntos bajos en los que se puede acumular la condensación.

Sello horizontal



Fibra de embalaje Compuesto sellante

Sello vertical con drenaje



Mantenimiento y cuidado permanente de detección de gas

Una parte vital para asegurar que el equipo de detección de gas portátil y fijo funciona correctamente es el mantenimiento y calibración periódicos. A diferencia de algunos otros tipos de equipos relacionados con la seguridad (por ejemplo, detección de incendios), la detección de gas no cuenta con legislación específica o directrices claras que especifiquen la frecuencia con la que debería realizarse el mantenimiento. Los documentos correspondientes tan solo indican que el mantenimiento debe llevarse a cabo con frecuencia por personal competente, con formación y en línea con las recomendaciones de los fabricantes.

Las aplicaciones de detección de gas varían considerablemente y estas diferencias puede afectar al enfoque de la asistencia continuada para dispositivos y también a la frecuencia de mantenimiento necesaria para asegurar el funcionamiento adecuado.

Es importante que se establezca un período de servicio adecuado que tenga en consideración el conjunto de factores específico de cada aplicación. Algunos sitios prefieren que su propio equipo de asistencia interna específico lleve a cabo el mantenimiento de rutina y las reparaciones de equipos ad hoc, mientras que otros optan por subcontratar esta actividad al fabricante del equipo o a un tercero proveedor de asistencia técnica.

Como fabricante líder de equipos de última generación y proveedor de soluciones completas, Honeywell ofrece un servicio técnico y un soporte de dispositivos permanente integrales, ya sea directamente o a través de una red de socios de servicio autorizados oficialmente.

Cuando trabaja con Honeywell o su red de socios autorizados, usted obtiene mucho más que solo el mantenimiento de equipos y apoyo sobre el terreno; nuestro objetivo es operar como una extensión de su negocio, ofreciendo soluciones personalizadas que maximizan el tiempo de actividad del equipo y proporcionan la flexibilidad necesaria para evolucionar junto con sus necesidades empresariales.

Selección del proveedor de servicios adecuado

Al seleccionar una solución de detección de gas, es fundamental tener una visión holística y considerar el impacto del cuidado permanente de los dispositivos en la fase de selección de detección gas. Esto significa que un detector de gas no solo tiene que ser adecuado para la aplicación en términos de especificaciones y funcionalidad, sino también para sus requisitos de mantenimiento.

Con varios fabricantes en el mercado que pretenden ofrecer soluciones de vanguardia y la mejor prestación de atención y asistencia, el proceso de comparación de ofertas y de elección de la empresa más adecuada con la que trabajar puede ser un proceso arduo y dilatado.

Antes de dar ningún paso, es importante evaluar todos los posibles fabricantes o proveedores de servicio de acuerdo a una serie de criterios. Las siguientes preguntas pueden serle de gran utilidad a la hora de considerar si un proveedor va a poder satisfacer sus necesidades específicas.

Pregunta: ¿Qué experiencia tiene en relación con mi aplicación específica?

Los proveedores de servicios deben tener un conocimiento intrínseco de su empresa y las

necesidades únicas no solo de su aplicación, sino también del sector en el que trabaja y de los reglamentos de este. Las variables basadas en aplicaciones y los requisitos legislativos (internacionales o nacionales) pueden afectar considerablemente a los requisitos de mantenimiento permanente.

Pregunta: ¿Ofrece servicio y opciones de soporte integrales así como la flexibilidad para satisfacer mis necesidades específicas?

Aunque cuente con un servicio de asistencia interno para el mantenimiento del sistema de detección de gas, es importante que averigüe cuáles son los servicios que pueden ofrecerse en relación con el cuidado permanente del sistema. Por ejemplo, si surge un problema, ¿con qué rapidez reaccionará el fabricante? ¿Cuál es su oferta de servicios de asistencia, incluida la asistencia sobre el terreno? ¿Qué servicios se incluyen en el paquete y cuáles deben abonarse de manera independiente? También es importante tener en cuenta la estructura de los servicios ofrecidos. ¿Es capaz de crear un paquete personalizado con opciones diseñadas para satisfacer sus necesidades específicas o son paquetes más estructurados y estandarizados?

Pregunta: ¿Qué infraestructura ofrecen y de qué servicios de asistencia al cliente disfrutaré si opto por trabajar con su empresa?

Conocer la oferta completa de recursos de un posible proveedor de servicios es esencial; deberá saber qué recursos posee para la



obtención de información cuando más la necesite. También debería saber el nivel de atención al cliente al que tendrá acceso en lo que respecta al procesamiento de pedidos y suministro logístico de equipos y servicios, y si la asistencia se proporciona en su idioma.

Pregunta: ¿Me proporcionará un servicio de atención al cliente y asistencia continuada para dispositivos en mi idioma, teniendo en cuenta las normativas y costumbres locales?

A todo el mundo le gusta trabajar en un ambiente familiar, y las diferencias culturales, legislativas e idiomáticas resultan especialmente importantes, sobre todo cuando se trata de productos de alta tecnología como los detectores de gas.

Servicios de asistencia permanente

El aspecto más evidente de la atención permanente de dispositivos es el mantenimiento y las reparaciones de equipos (en caso de ser necesario); pero en realidad estos aspectos solo son una fracción de todos los servicios que se ofrecen a los usuarios de detección de gas. Todo buen proveedor de servicios será capaz de guiarlo desde las primeras etapas de la identificación de necesidades y selección de equipo adecuado hasta la asistencia de su producto para la totalidad de su vida útil.

Seleccionar e integrar detectores de gas

Todo proveedor de servicios puede trabajar con los técnicos de ventas, con un enfoque holístico para la identificación de las soluciones de equipos adecuadas y para ayudar con una integración sin fisuras que tenga un impacto mínimo en las operaciones del emplazamiento.

Evaluaciones del emplazamiento: La evaluación de un emplazamiento puede ser particularmente útil, sobre todo para clientes que no están familiarizados con las opciones fijas de detección de gas disponibles. La asistencia y el análisis del emplazamiento por expertos pueden contribuir a definir dónde es necesaria la detección de gas y qué tipo de soluciones pueden satisfacer las necesidades de la planta.

Ingeniería de aplicaciones: Asistencia para ayudar a definir las mejores soluciones en el contexto de las aplicaciones y sus variables.

Integración del sistema: Para los emplazamientos que ya cuentan con sistemas de seguridad, es posible proporcionar orientación con el fin de seleccionar los elementos adecuados de detección de gases que formarán parte del sistema existente.

Asistencia técnica previa a la instalación: Después de escoger una detección de gas, se deben especificar los requisitos para recibir e integrar el equipo. La puesta en marcha de

nuevos equipos puede incidir en diferentes aspectos de la planta; desde su productividad hasta la necesidad de modificar los sistemas existentes. Los expertos pueden ayudar a suavizar el proceso de integración tanto como sea posible.

Pruebas de aceptación del emplazamiento (SAT): SAT es una comprobación completa de todas las funciones que se realiza in situ con todo el nuevo equipo de detección de gas para comprobar su rendimiento.

Puesta en servicio: Se recomienda trabajar con ingenieros competentes y expertos en los productos para asegurar una correcta instalación y funcionamiento. Una puesta en servicio profesional también mantiene la garantía del fabricante e impide la pérdida de la garantía por un daño que se deba a puesta en marcha incorrecta.

Mantenimiento permanente de dispositivos

Los regímenes de mantenimiento programados pueden reportar pingües beneficios a los emplazamientos al limitar la posibilidad de que se presenten cuestiones puntuales que puedan mermar drásticamente la productividad; por lo tanto, la filosofía adecuada en el cuidado permanente de los dispositivos puede ayudar a maximizar el tiempo de actividad y a prevenir paradas potencialmente costosas.

Mantenimiento y cuidado permanente de detección de gas (continuación)

Mantenimiento en campo: La asistencia de campo es ideal para emplazamientos donde no hay disponible personal de mantenimiento dedicado, y contribuye a garantizar que el equipo se mantiene y funciona correctamente. Los equipos de campo pueden llevar a cabo actividades de mantenimiento planificadas o reparaciones de equipos ad hoc in situ.

Mantenimiento preventivo/correctivo: Como suele decirse, más vale prevenir que lamentar y esto también se puede aplicar al mantenimiento del equipo de detección de gas. En lugar de esperar hasta que surja algún problema (lo cual podría mermar enormemente la productividad), un sistema de mantenimiento programado es capaz de maximizar el tiempo de actividad y limitar en gran medida los problemas ad hoc. De hecho, los estudios de mercado muestran que un régimen de mantenimiento preventivo puede limitar el número de problemas relacionados con equipos hasta en un 50% en los primeros 90 días.

Reparaciones en taller: Cuando los dispositivos necesitan reparación, es importante que sean arreglados dentro de las estipulaciones de la garantía (es decir, trabajo realizado por el fabricante del equipo o por un proveedor de servicios autorizado, certificado por el fabricante para llevar a cabo dicho trabajo).

Al enviar una pieza para su reparación, es esencial trabajar con un proveedor de servicios que sepa ofrecer plazos de entrega rápidos que minimicen el tiempo de inactividad del dispositivo.

Mantenimiento permanente in situ Para las aplicaciones más exigentes, donde el tiempo de inactividad debe minimizarse siempre que sea posible, puede que sea necesario contar con un experto disponible en las instalaciones. Según el enfoque de su empresa en cuanto a la plantilla, puede que sea preferible contar con un servicio de asistencia proporcionado por terceros. Todo buen proveedor de servicios estará capacitado para ofrecerle soporte técnico in situ si fuera necesario.

Calibración móvil: Realizar la calibración rutinaria de los dispositivos no tiene por qué tener un fuerte impacto. De hecho, un proveedor de servicios que ofrezca un servicio de calibración móvil para portátiles puede ayudarle a limitar considerablemente las interrupciones de procesos de planta. Los dispositivos pueden cargarse en un vehículo de calibración de modo que el trabajo se realice in situ.

Llamadas de emergencia 24 horas al día, 7 días a la semana: Si sucediera lo inimaginable y necesitara ayuda inmediata, un buen proveedor de servicios estará en condiciones de ofrecerle ayuda de emergencia (ya sea técnicamente por teléfono, por correo electrónico o en persona).

Reparación y mantenimiento de equipos de otros fabricantes: Muchos buenos fabricantes que ofrecen servicio y soporte permanente no limitan su asistencia únicamente a sus propios productos. Al seleccionar un proveedor de asistencia técnica, vale la pena tener en cuenta si es capaz de reparar otros dispositivos de detección de gases que pueda tener en el emplazamiento, de modo que solo tenga que trabajar con un único proveedor.

Cómo conservar la garantía

Como ya se ha indicado, es esencial cumplir las condiciones estipuladas en la garantía de cualquier producto (incluidas la instalación, la puesta en servicio y las reparaciones del mismo). En caso contrario, la garantía puede quedar invalidada. Una de las ventajas de solicitar asistencia técnica a algunos fabricantes de productos como Honeywell es el valor añadido de disponer de un certificado de cumplimiento de la garantía de trabajo del fabricante. Este certificado le brinda la tranquilidad de saber que todo el trabajo se ha realizado de acuerdo a las condiciones de la garantía, lo que le permite conservarla.

Honeywell Gas Detection | el único proveedor de servicios que necesitará

Ofrecemos una solución completa de un solo proveedor para un servicio técnico y una asistencia para dispositivos continuada.

En Honeywell Gas Detection conocemos a fondo todas las aplicaciones de detección de gas, por lo que podemos identificar y reaccionar ante las necesidades específicas de su empresa. De hecho, contamos con un equipo de técnicos especialistas en aplicaciones que le aportarán los conocimientos que le hacen falta para identificar con exactitud sus necesidades y encontrar una solución que las satisfaga.

Somos conscientes de la importancia de un buen mantenimiento regular y por eso le ofrecemos una gran variedad de servicios de ingeniería y asistencia en taller: Si necesita asistencia, nuestra respuesta será rápida y eficiente; maximizaremos el tiempo de actividad de su proceso. Además, la asistencia que ofrecemos es muy flexible, y puede escoger distintas opciones para crear un paquete hecho a la medida de las necesidades de su empresa. De hecho, hasta ofrecemos servicios de asistencia para equipos de detección de gas de terceros.

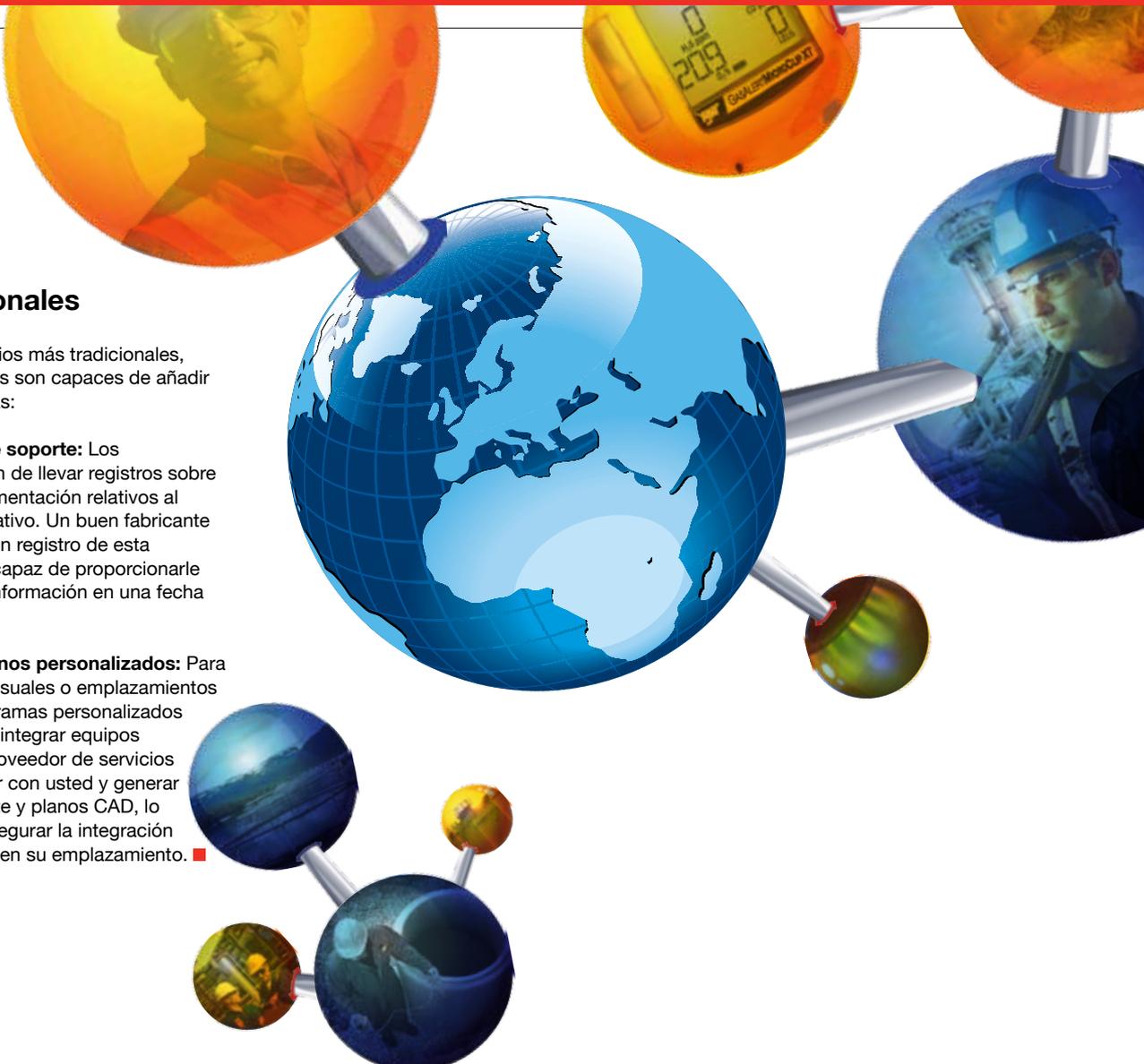
En Honeywell Gas Detection nos enorgullece ofrecerle un servicio de asistencia al cliente de la mejor calidad. Gracias a eso, podemos ofrecer plazos de producción cortísimos y la asistencia que nuestros clientes necesitan, desde la primera consulta sobre los productos hasta el final de su vida útil.

¿Por qué trabajar con Honeywell?

Honeywell es una empresa pionera del sector de la seguridad, innovando productos de referencia que establecen el estándar para la seguridad en el entorno laboral:

- Producimos soluciones y dispositivos avanzados que le ayudan a reducir el coste actual de la seguridad en el entorno laboral.
- Proporcionamos asistencia y servicios de detección de gas de talla mundial.
- Todos nuestros productos han sido diseñados para satisfacer las necesidades específicas del mercado, y cooperamos directamente con el sector y nuestros clientes para desarrollar soluciones que permitan cumplir sus requisitos.

Si desea más información acerca de las opciones de servicio técnico y atención permanente de Honeywell o acerca de las opciones ofrecidas por la red de socios autorizados de Honeywell, póngase en contacto con nosotros en el +41 (0)44 943 4300 o envíenos un correo electrónico a gasdetection@honeywell.com.



Extras adicionales

Aparte de los servicios más tradicionales, muchos proveedores son capaces de añadir valor de otras formas:

Documentación de soporte: Los emplazamientos han de llevar registros sobre certificados y documentación relativos al cumplimiento normativo. Un buen fabricante de equipos llevará un registro de esta información y será capaz de proporcionarle copias si necesita información en una fecha posterior.

Diseños CAD y planos personalizados: Para aplicaciones poco usuales o emplazamientos complejos, los diagramas personalizados pueden ser útiles al integrar equipos nuevos. Un buen proveedor de servicios es capaz de trabajar con usted y generar diagramas del cliente y planos CAD, lo que contribuye a asegurar la integración correcta del equipo en su emplazamiento. ■

Servicio y asistencia **técnicos** expertos e integrales

Europa +41 (0)44 943 4300

América +1 800 538 0363

Asia +82 (0)2 6909 0300

Glosario

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Conferencia americana de higienistas industriales gubernamentales)
AIT	Temperatura de auto ignición.
Antideflagración	Nombre para el diseño de aparato Ex d.
Analizador de gas	Suele referirse al equipo empleado para medir concentraciones extremadamente reducidas de gas (bajas o ppb) o un gas específico en presencia de otros.
A prueba de explosiones	Nombre dado al diseño del aparato Ex d.
Apagallamas	Estructura a través de la cual el gas se difunde a un detector y que evita la propagación de cualquier llama hacia atrás.
Aprobación de FM	Factory Mutual: certificado de seguridad de Estados Unidos.
Área segura	Zona de trabajo en la que no hay peligro de contaminación con gases explosivos.
Asfixia	Muerte producida por la falta de oxígeno.
ATEX	Directivas europeas sobre atmósferas explosivas (ATmósferas EXplosivas).
Baseefa	British Approvals Service for Electrical Equipment in Flammable Atmospheres (Servicio británico de certificación para equipos eléctricos en atmósferas inflamables), certificación de seguridad británica.
BMS	Sistema de administración de edificios.
CEM	Compatibilidad electromagnética.
Canal	Una línea o punto de detección de gas.
Canal único	Un punto de detección de gas.
Cancerígeno	Capaz de producir cáncer.
Calibración	Proceso de ajuste del detector que permite obtener una lectura precisa de la concentración de gas dentro de su rango de medida.
Camino abierto	Los detectores de gas de camino abierto constan de un transmisor y un receptor, separados por un intervalo. El transmisor emite un rayo de luz de infrarrojos, con lo que detecta gas a lo largo de la proyección entre el transmisor y el receptor. La longitud de la proyección puede ser de algunos metros hasta varios cientos de metros.
Carencia de oxígeno	Concentraciones de oxígeno inferiores a 20,9% V/V.
CE	Indica el cumplimiento de todas las directivas europeas relevantes.
CEC	Canadian Electrical Code (Código eléctrico canadiense).
Célula	Un sensor individual.
GENELEC	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica).
Cesi	Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano: centro de certificación italiano.
Chemcassette®	Nombre registrado de un cartucho de cinta de papel empleado en analizadores de gases tóxicos.
Circuito de puente	Circuito de puente de Wheatstone utilizado en el diseño del detector catalítico.
Clasificación/ clase de temperatura	Hace referencia a la temperatura superficial máxima que se permite registrar en el aparato. Esta sirve para garantizar que el dispositivo no alcance ni supere la temperatura de ignición de los gases o los vapores que puedan estar presentes en el ambiente.
Conduit	Tubos metálicos empleados principalmente en los Estados Unidos para la instalación de cables en zonas peligrosas.
Comisión electrotécnica Internacional	Normas internacionales y valoración de conformidad para el Gobierno, empresas y la sociedad para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y relacionadas.
COSHH	Control of Substances Hazardous to Health (Control de sustancias peligrosas para la salud).

Continuación del glosario

Conductividad térmica	Método para detectar el nivel de gas empleando sus propiedades de conductividad térmica.
CSA	Canadian Standards Association (Asociación canadiense de normalización).
Curva de respuesta	La línea que muestra la respuesta del detector al gas en los puntos en el tiempo.
dBA	Decibelios, relativos a la escala de ponderación A (según la percepción del oído humano).
DCS	Sistema de control distribuido.
Detector de gas doméstico	Detector de gas diseñado específicamente para el uso en propiedades domésticas o residenciales.
Detector de gas	Se refiere al equipo empleado en aplicaciones en las que no hay normalmente riesgo de gas tóxico o explosivo y, por tanto, se utiliza para señalar la presencia de gas en condiciones seguras.
Detector de gas	Equipo utilizado en aplicaciones en las que un gas o mezcla de gas está constantemente presente y se utiliza, por tanto, para señalar un cambio en la concentración o mezcla del gas.
Detector de gas doméstico	Detector de gas diseñado específicamente para el uso en propiedades domésticas o residenciales.
Detector de infrarrojos	Detector de gas que utiliza el principio por el cual la luz de infrarrojos es absorbida por las moléculas de gas en frecuencias específicas.
Detección puntual	Detección o medición de gas en una posición o punto fijos.
Densidad del vapor	Medida de la densidad del gas o vapor relativa al aire. Los gases o los vapores con una densidad de vapor inferior a 1 son más ligeros que el aire.
DES	Descarga electrostática.
División	La clasificación de la zona de Norteamérica de una zona peligrosa (División 1 o 2) que define la duración de tiempo en la que está presente un peligro.
EXAM	Organismo de certificaciones de zona peligrosa con base en Alemania.
Ex e	Norma de diseño de seguridad aumentada para zona peligrosa
Ex d	Norma de diseño de zona peligrosa "antideflagración"
Ex i	Norma de diseño de zona peligrosa "seguridad intrínseca"
Ex m	Encapsulado para mantener el gas fuera del producto. Zonas 1 y 2.
Explosímetros	Detector de gas combustible.
Fieldbus	Norma de comunicación digital.
Gas natural	Combustible fósil compuesto casi completamente de metano.
GLP	Gas de crudo licuado compuesto de propano y butano.
GOST	Organismo ruso de certificaciones de zona peligrosa. Ampliamente aceptado en Europa del Este o como base para las propias certificaciones locales.
Grisú	Mezcla de metano y otros gases hidrocarburos que se forma en minas de carbón.
Grupo de aparatos	La clasificación de los gases inflamables en grupos asociados con normas de diseño de aparatos necesarios.
HR	Humedad relativa.
HSE	Health and Safety Executive (Ejecutiva de salud y seguridad, Reino Unido).
Intrínsecamente seguro (IS)	Método de diseño mediante el cual la energía interna máxima del aparato y el cableado no son suficientes para producir la ignición mediante chispas o efectos de calentamiento debido a un fallo.
Inteligente	Término que se utiliza para describir un sensor con un procesador que emite una señal y que es capaz de ejecutar funciones lógicas.
IP	Protección contra entrada: una medida de protección para evitar la entrada de polvo y agua.
LCD	Pantalla de cristal líquido.

Continuación del glosario

LED	Diodo electroluminiscente.
LIE	Límite inferior de explosividad.
% LIE	Límite inferior de explosividad.
LFL	Límite inferior de inflamabilidad.
Libre de fallos	Descripción de un detector que no tiene modos de fallos ocultos.
LNG	Gas natural licuado.
LTEL	Límite de exposición a largo plazo. El LTEL de 8 horas es la media de concentración ponderada en el tiempo para una jornada normal de 8 horas a la que suelen estar expuestos repetidamente la mayoría de los trabajadores sin efectos negativos.
mA	Miliamperio: medida de corriente.
MAC	Concentraciones máximas permitidas (sustituidas por TLV): niveles de gases tóxicos descritos por ACGIH.
MAK	Maximale Arbeitsplatz Konzentration (concentración máxima en el lugar de trabajo).
LEL metros	Escala para la medición de gases inflamables mediante detectores de infrarrojos de camino abierto.
Mezcla binaria de gas	Mezcla de sólo dos gases.
MEL	Límite máximo de exposición.
Miligramos por metro cúbico	Unidad de medida alternativa para los gases tóxicos.
Modbus	Modbus es un protocolo de comunicaciones serie que publicó Modicon en 1979 para su uso con controladores lógicos programables (PLC).
Multicanal	Más de un canal de gas.
Multigas	Detector de gas portátil equipado normalmente con hasta 4 sensores de gas.
mV	Milivoltio: medida de voltaje.
NEC 500	National Electrical Code (Código eléctrico nacional, EE. UU.)
NEC 505	Última versión de NEC.
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (Asociación de fabricantes eléctricos nacionales). Organización de desarrollo de normas en Estados Unidos. La clasificación NEMA de cajas es similar al sistema de clasificación IP.
NIOSH	El National Institute for Occupational Safety and Health (Instituto nacional de salud y seguridad profesionales).
NRTL	Nationally Recognized Testing Laboratories (Laboratorios de pruebas reconocidas nacionalmente, EE. UU.).
VLA	Valores Límite Ambientales o de exposición profesional: el VLA de 8 horas es la media de concentración ponderada en el tiempo para una jornada normal de 8 horas o una semana laboral de 40 horas a la que suelen estar expuestos repetidamente la mayoría de los trabajadores, sin efectos negativos.
OSHA	Occupational Safety and Health Association (Asociación de salud y seguridad profesionales).
Oz	Onza (peso).
Pellistor	Marca registrada de un dispositivo comercializado: un elemento sensor de reducidas dimensiones que se utiliza en los sensores catalíticos y que se denomina a veces "perla" o "siegestor".
PLC	Controlador lógico programable.
PEL	Límites de exposición permisibles (OSHA).
PPB	Concentraciones en la atmósfera en partes por billón.
PPM	Concentraciones en la atmósfera en partes por millón.
PTB	Physikalisch Technische Bundesanstalt (Instituto federal de física y técnica)
Punto de inflamación	Temperatura mínima a la que se forma vapor con la proporción suficiente para formar

Continuación del glosario

	una mezcla explosiva con el aire.
Rango inflamable	La banda en la cual una mezcla de gas y aire es inflamable.
REL	Niveles de exposición recomendados (NIOSH).
Resistente al envenenamiento	La capacidad que tiene un sensor catalítico para reducir el efecto de sustancias inhibitoras o contaminantes como las siliconas.
Retroreflector	Panel reflector que devuelve una señal infrarroja.
RFI	Interferencia de radiofrecuencia.
RS485/232/422	Protocolos de comunicación digital.
SAA	Standards Australia Quality Assurance Services Pty Ltd. Certificado de seguridad australiano.
Salida análoga	Salida mA estándar desde un sensor o transmisor. Descrita normalmente como 4-20 mA. La alternativa es una salida del puente mV desde un sensor de tipo catalítico.
Sensor de celda electroquímica	Los sensores electroquímicos son básicamente celdas de combustible compuestas por electrodos de metales nobles en un electrolito.
Sensor semiconductor	Tipo de sensor que utiliza material semiconductor en la construcción.
SIL	Niveles de integridad de seguridad.
Sira	Servicio de certificación y pruebas Sira (Reino Unido).
Sistema de punto fijo	Sistema de detección de gas que utiliza sensores y/o transmisores de gas de punto fijo individuales.
Span	El nivel en el que se realiza la calibración (normalmente el 50% de la escala completa).
STEL	Límite de exposición a corto plazo, normalmente supervisado en períodos de 15 minutos.
Supervisión del perímetro	Supervisión del borde exterior de una planta o zona de almacenamiento en contraposición a la supervisión de puntos específicos.
T60	Tiempo empleado por un detector para alcanzar el 60% de su lectura final.
T90	Tiempo empleado por un detector para alcanzar el 90% de su lectura final.
Temperatura de ignición	La temperatura mínima que hace quemar o explotar una mezcla.
TLV	Valor límite umbral.
TWA	Media ponderada en el tiempo.
UEL	Límite superior de explosividad.
UL	Underwriters Laboratories (EE. UU.).
Valor límite	Medida máxima, o mínima, desde la puesta en marcha de la unidad.
% vol.	Concentración de gas explosivo, medida en porcentaje por volumen.
V/V	Otra manera de representar % vol.
VLA	Límites de exposición en el lugar de trabajo (EH40).
Zona	Clasificación de una zona peligrosa (Zona 0, 1 o 2) que define la duración de tiempo en la que está presente un peligro. Principalmente usada en Europa.
Zona de respiración	Un radio de 25 cm/10 pulg. respecto a la nariz y la boca.
Zonas peligrosas	Las áreas en las que puede haber una mezcla explosiva de gas o vapor inflamable y aire reciben el nombre de "áreas peligrosas", mientras que el resto son áreas "seguras" o "no peligrosas". Cualquier equipo eléctrico que se utilice en zonas peligrosas debe haber sido probado y debidamente autorizado para estar seguros de que, incluso si hay algún fallo, no se producirá una explosión.

Para más información

www.honeywellanalytics.com

Centros de contacto y atención al cliente:

Europa, Oriente Medio, África, India

Life Safety Distribution AG
Javastrasse 2
8604 Hegnau
Switzerland
Tel: +41 (0)44 943 4300
Fax: +41 (0)44 943 4398
India Tel: +91 124 4752700
gasdetection@honeywell.com

Américas

Honeywell Analytics Inc.
405 Barclay Blvd.
Lincolnshire, IL 60069
USA
Tel: +1 847 955 8200
Toll free: +1 800 538 0363
Fax: +1 847 955 8210
detectgas@honeywell.com

Asia Océano Pacífico

Honeywell Analytics Asia Pacific
#701 Kolon Science Valley (1)
43 Digital-Ro 34-Gil, Guro-Gu
Seoul 152-729
Korea
Tel: +82 (0)2 6909 0300
Fax: +82 (0)2 2025 0329
analytics.ap@honeywell.com

Servicios Técnicos

EMEA: H_Aexpert@honeywell.com
US: ha.us.service@honeywell.com
AP: ha.ap.service@honeywell.com

www.honeywell.com

Nota:

Se ha puesto el máximo empeño en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación; no obstante, declinamos toda responsabilidad por los posibles errores u omisiones.

Se pueden producir cambios tanto en los datos como en la legislación, por lo que se recomienda encarecidamente obtener copias actualizadas de la legislación, las normas y las directrices.

Esta publicación no constituye la base de un contrato.

