

Cómo afrontar los retos de seguridad del hidrógeno

El hidrógeno en la producción, el almacenamiento y el transporte conlleva riesgos de seguridad especiales. Para manejarlos se necesita un conocimiento experto en todas las fases del proceso.

Fernando Barraza

Marketing & SCP Manager

Dräger | H2 Bond

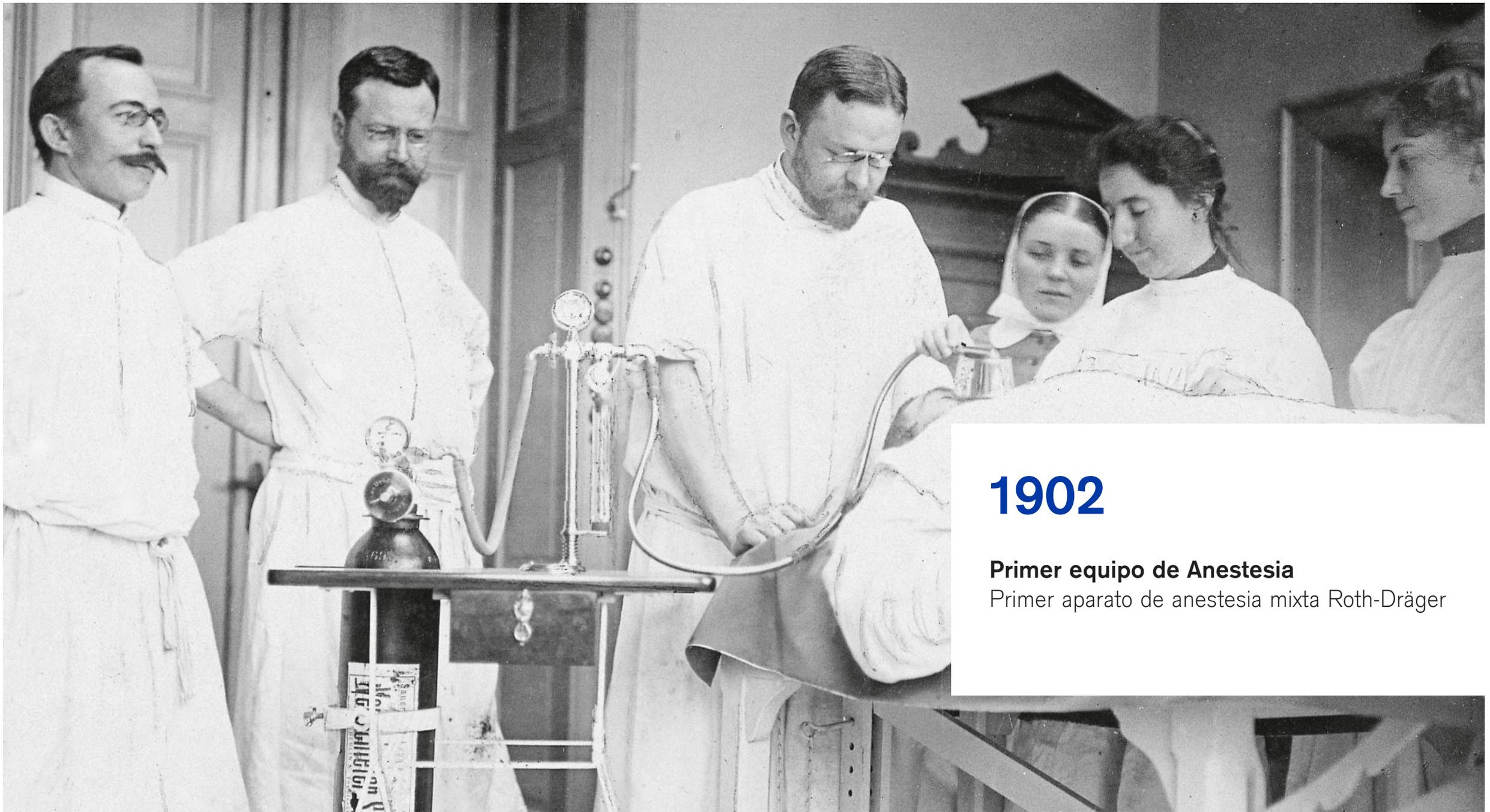
Sobre Dräger



1889

Primera Patente

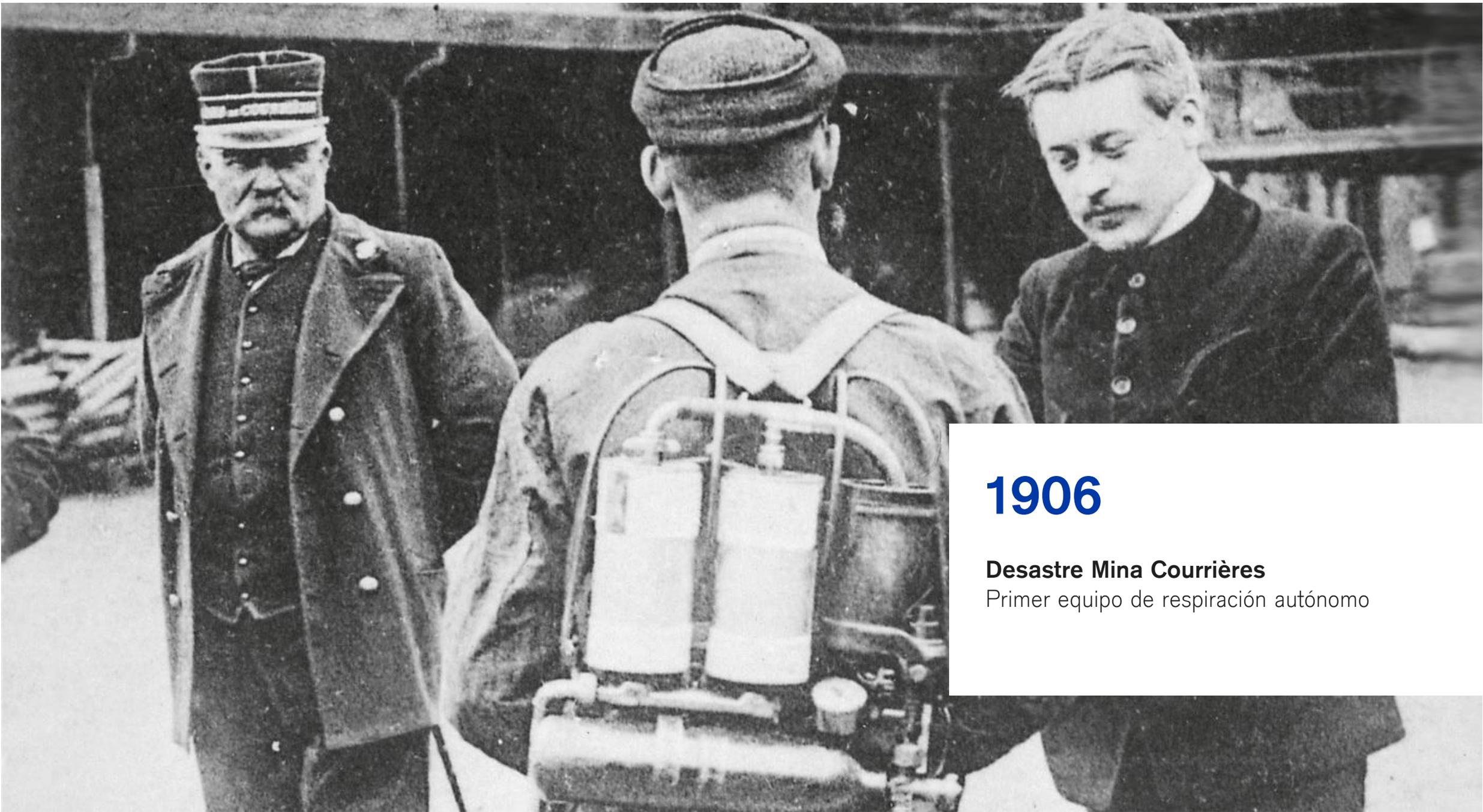
La válvula Lubeca es una válvula reductora de presión para CO₂ en sistemas de grifos de cerveza.



1902

Primer equipo de Anestesia

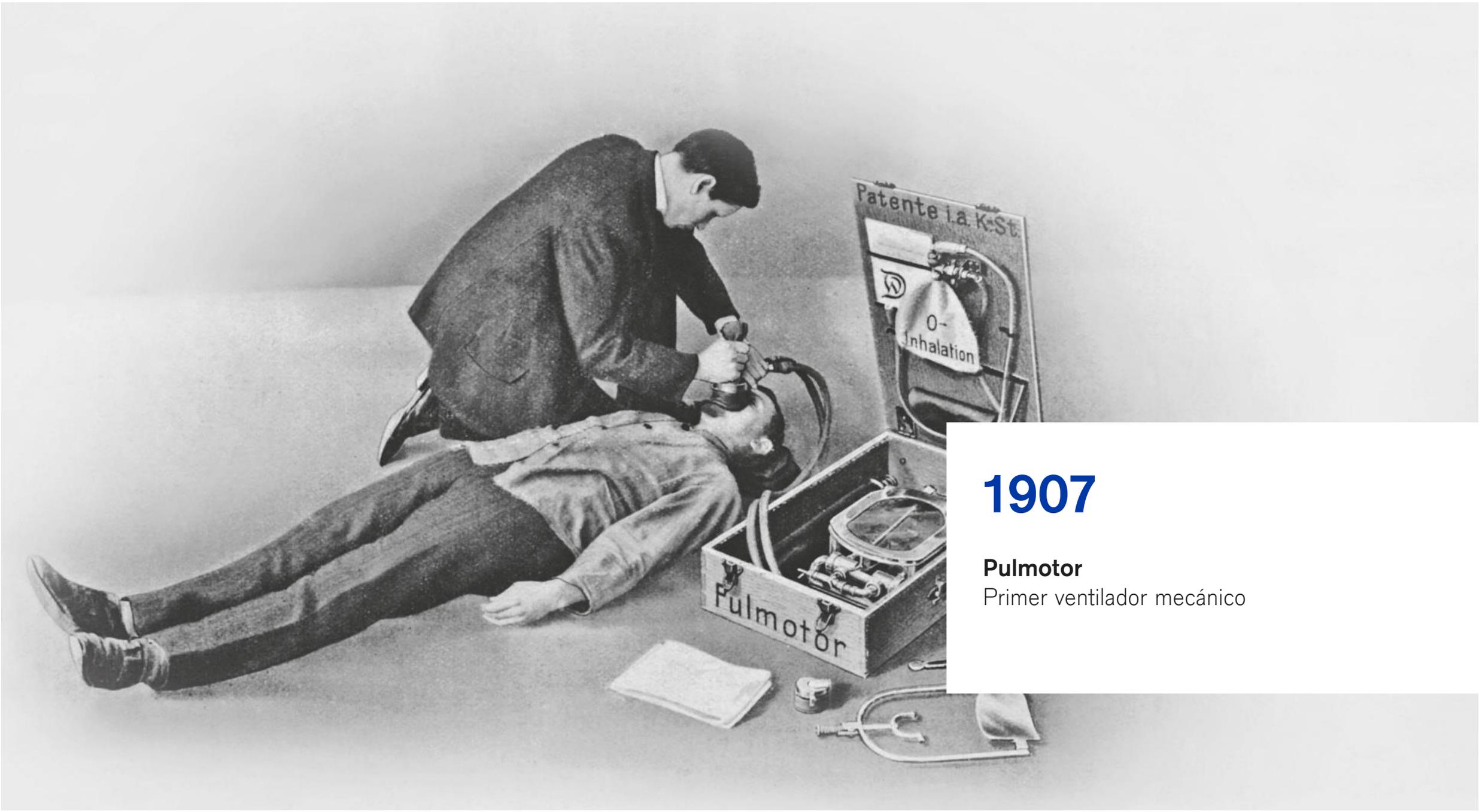
Primer aparato de anestesia mixta Roth-Dräger



1906

Desastre Mina Courrières

Primer equipo de respiración autónomo



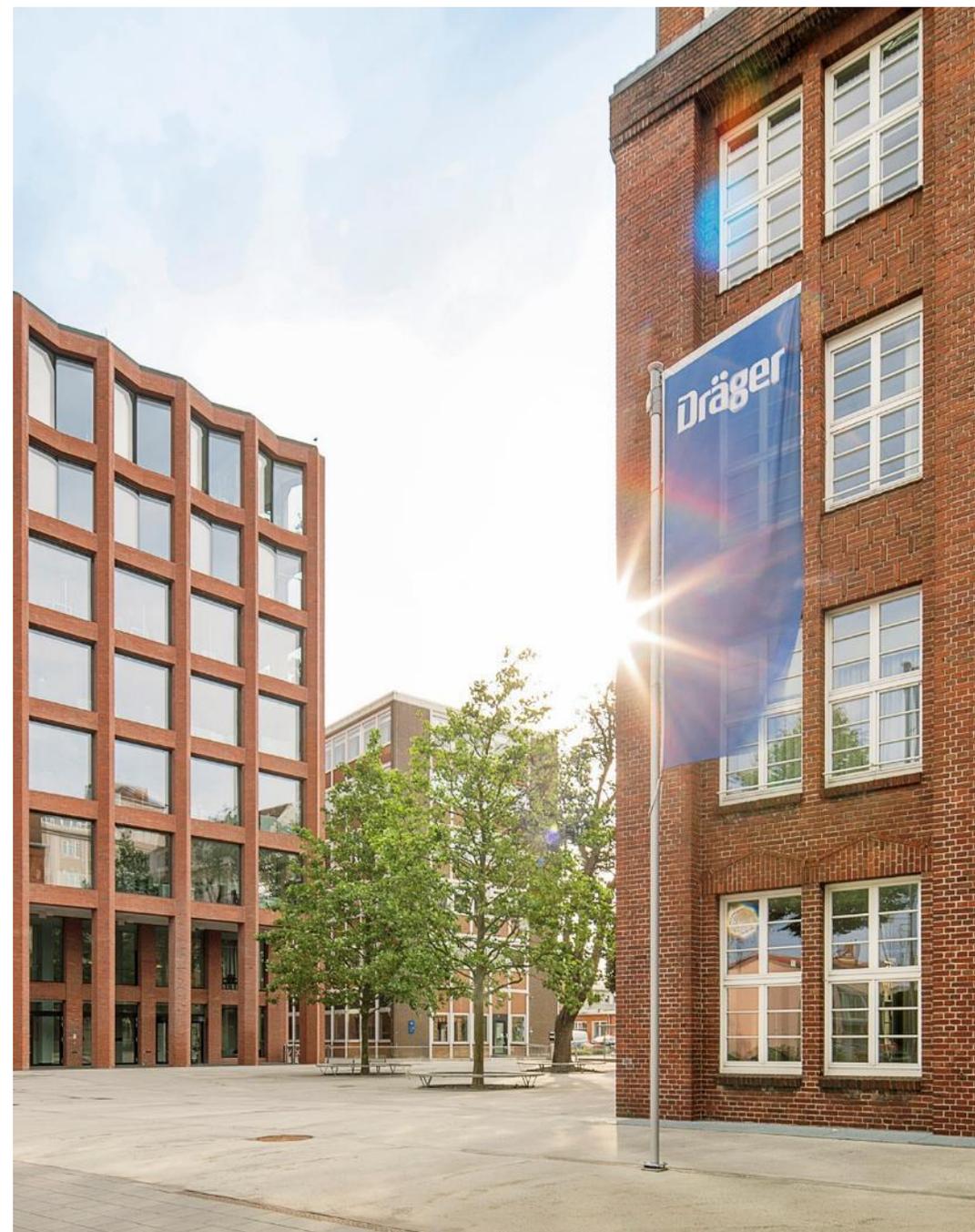
1907

Pulmotor

Primer ventilador mecánico

Dräger en datos

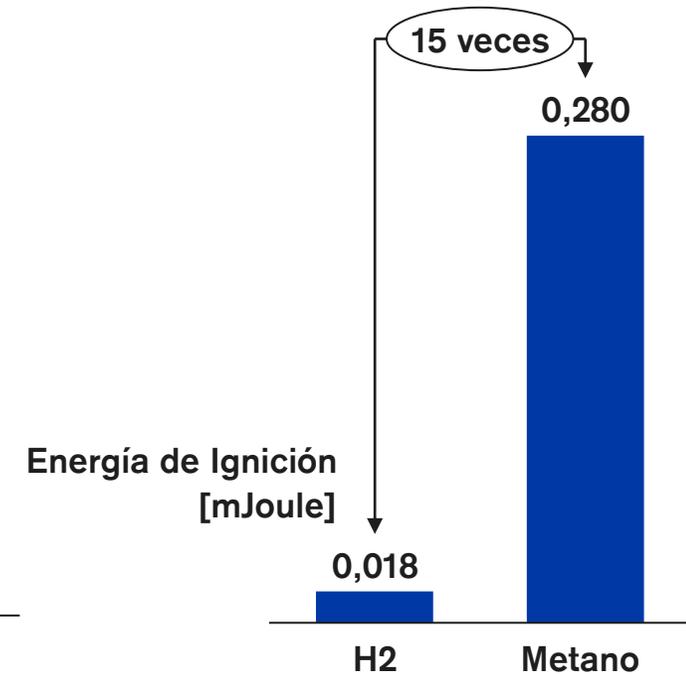
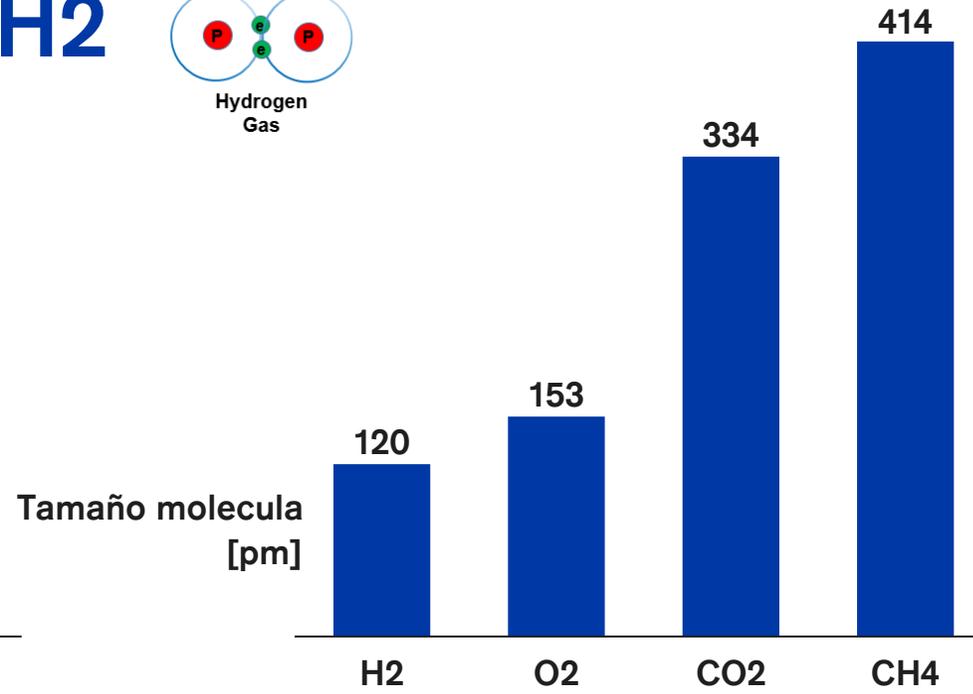
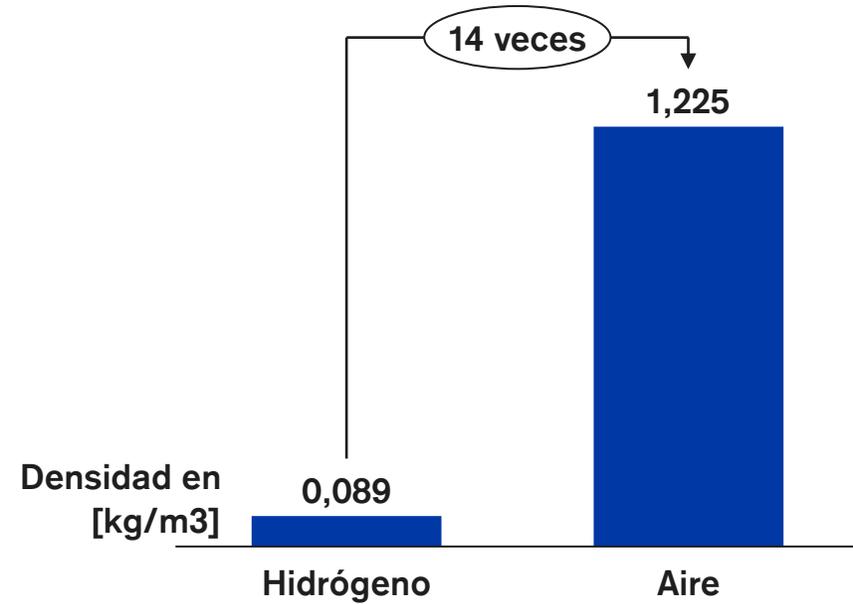
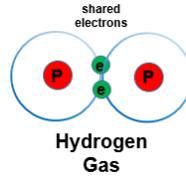
Empleados	15,845
Ventas	EUR 3,780 million
CEO	Stefan Dräger
Organización	AG & Co. KGaA
Casa Matriz	Lübeck, Germany
Plantas de Producción	Alemania, Chile, China, U.K., India, Suecia, Sudáfrica, República Checa, U.S.A.
Ventas y Servicio	Más de 50 países



Desde el Nacimiento hasta tu vida laboral



Propiedades del H2



Las mezclas de hidrógeno y aire **pueden encenderse** con un aporte de energía muy bajo, 1/10 de lo que requirió encender una mezcla de gasolina y aire. Límite de inflamabilidad de hidrógeno: 4% - 75,6% [% de volumen en aire] La velocidad de combustión del hidrógeno es aproximadamente **7 veces mayor** que la de la gasolina y el metano.



H2-Readiness

PtG
PtH

Fuel cells

Sector coupling

Green/Blue/Grey Hydrogen

Invisible Flame

Explosivity

Danger

Odourless

Decarbonisation

Risk Assessment
strategy

Es Seguro el H2?

Dräger es experto en seguridad y detección de gases.

Dräger se centra en los siguientes temas:
Seguridad general al trabajar con hidrógeno, es decir, educación sobre seguridad

Cómo abordar los nuevos desafíos para la detección de gases, es decir, **asesoramiento confiable**

Ácido Sulfhídrico

Formaldehído

Amoniaco

Porpano

Butano

Metano

Oxígeno

Cloro

Ozono

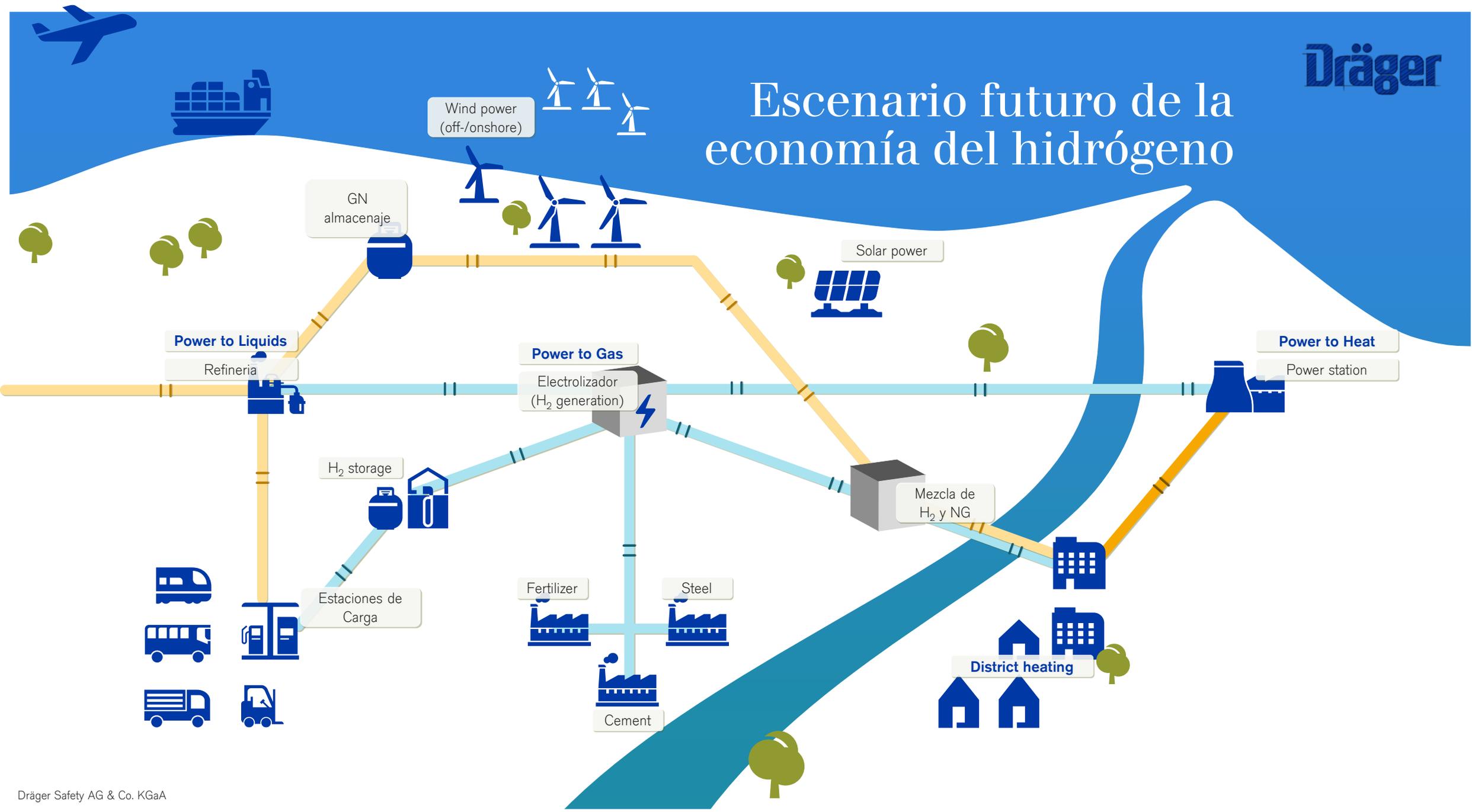
Monóxido de Carbono

Dióxido de
Carbono

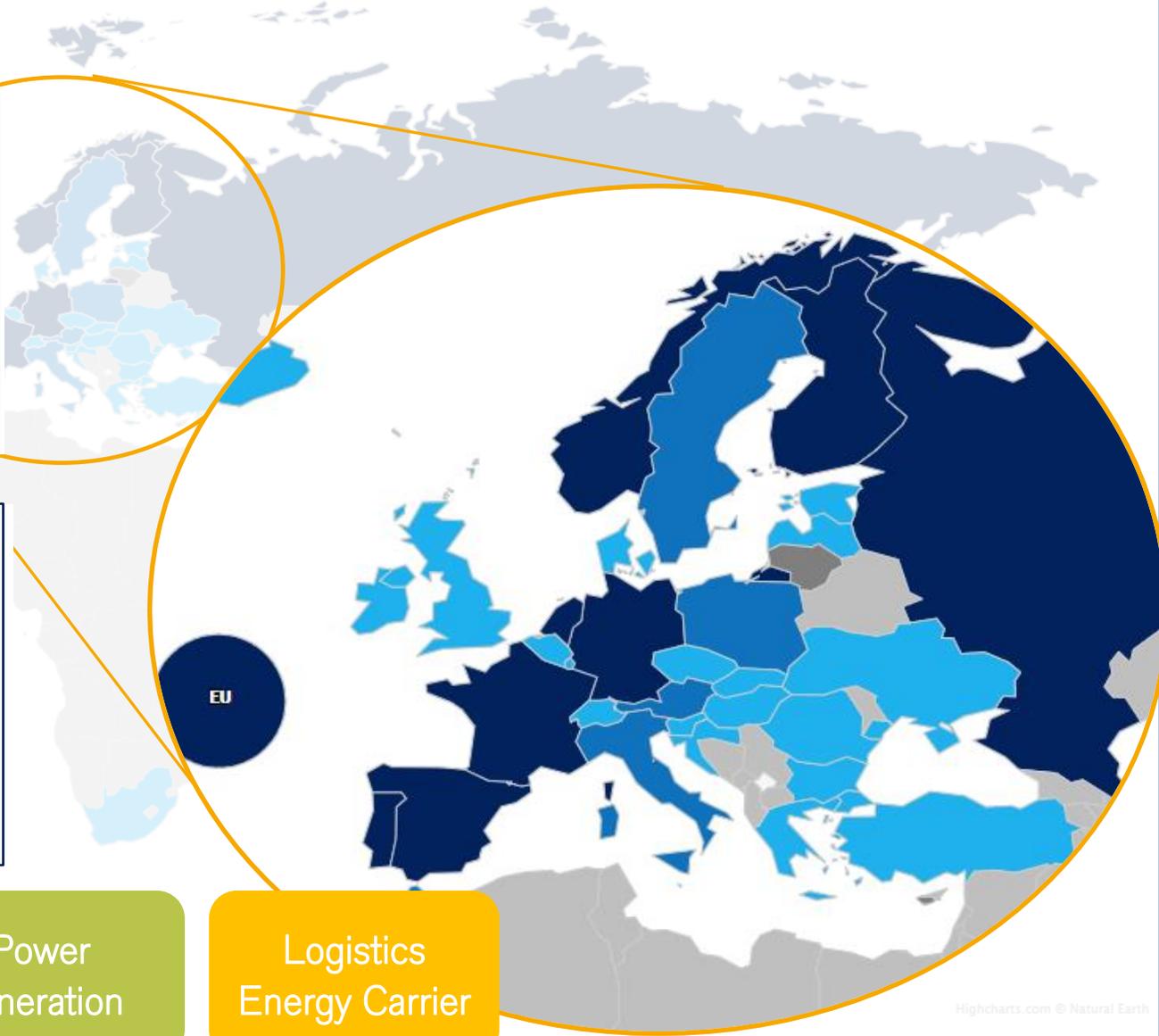
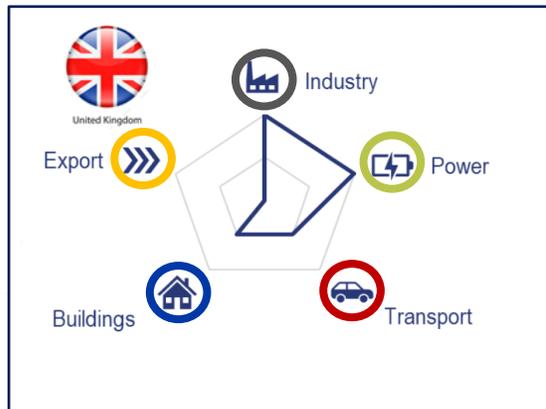
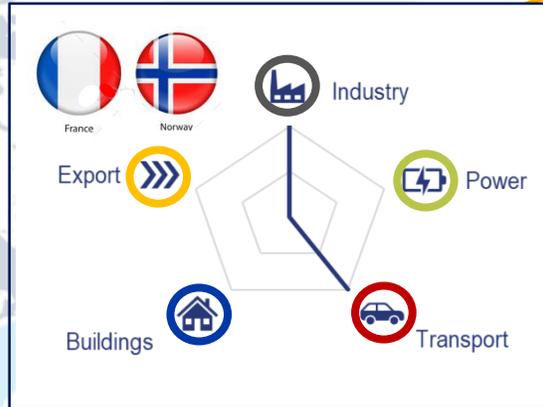
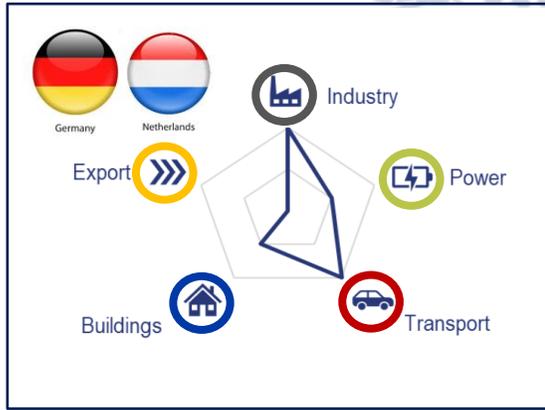
Cada gas tiene un riesgo

La matriz de gases actuales en cada industria no es menos ni más peligrosa

Escenario futuro de la economía del hidrógeno



Foco H2 estrategia en EU



National hydrogen strategy available



Highcharts.com © Natural Earth

Principal preocupación...

Puede el H2 explotar?

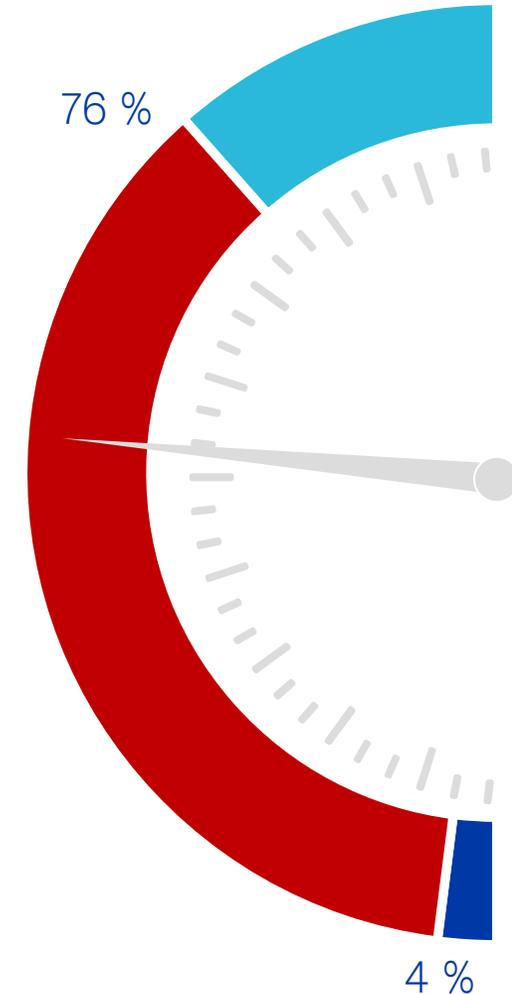
- No-Explosivo (muy pobre)
< Lower Explosive Level (LEL)
- Rango Explosivo
4 – 76 vol.-% hydrogen
- No-Explosivo (muy rico)
> Upper Explosive Level (UEL)

Para que el hidrógeno provoque una explosión

Su concentración debe estar en el **Rango Explosivo de 4 a 75,6 %** (LEL – UEL)*

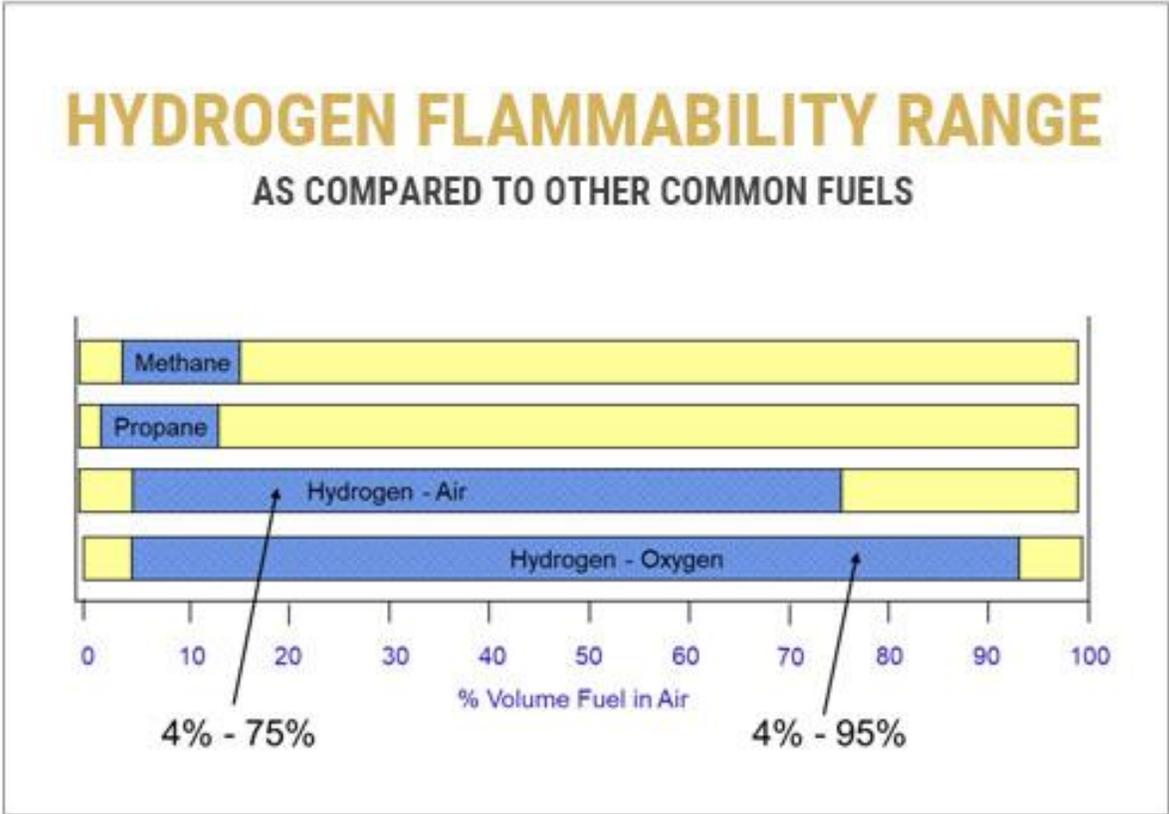
- Debe estar presente un oxidante (por ejemplo, oxígeno, aire o cloro)
- Debe encenderse con una fuente de energía suficiente (por ejemplo, chispa) o por encima de su temperatura de ignición espontánea de 560 ° C (para una mezcla de hidrógeno / aire).

En comparación con el **gas natural** (LEL 4,4% - UEL 17%) *, el rango explosivo del hidrógeno es muy amplio y su energía de ignición muy baja, por lo que el hidrógeno puede provocar explosiones más fácilmente.

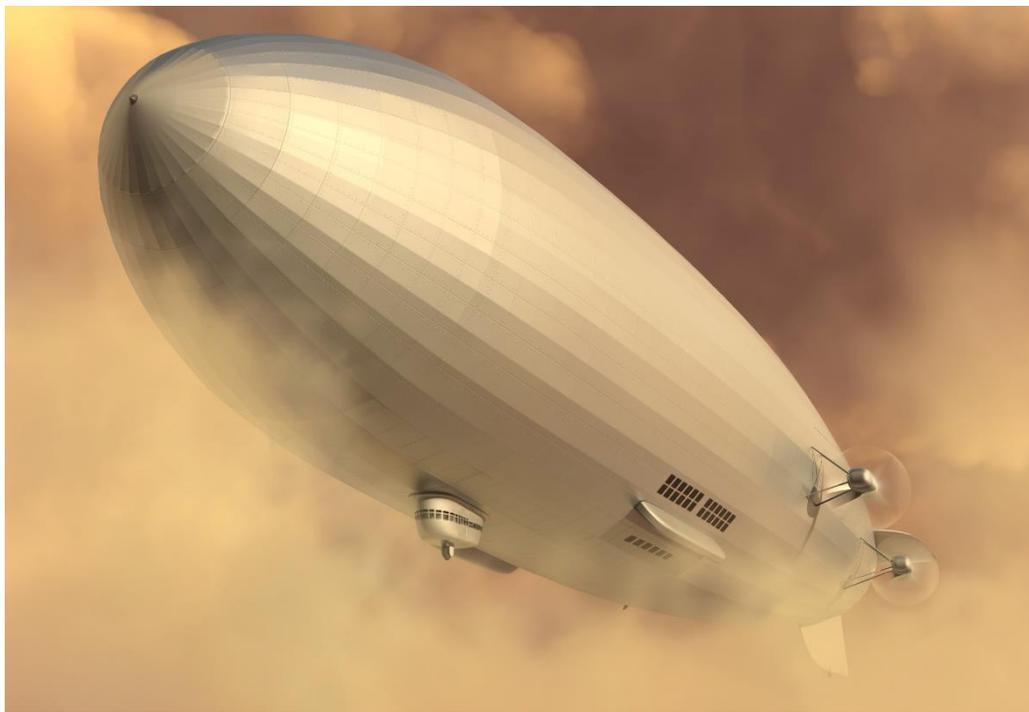


* LEL and UEL are determined experimentally. Values vary by source; the values here are from Dräger VOICE which reflects the sources IEC and PTB. In the US, NFPA states an UEL for hydrogen of 75 % and for methane 5 – 15 % as explosive range.

Comparado LEL-UEL otros gases



Footnote: Please insert appropriate company



Safety challenge #1 Educación

La gente tiende a **desconfiar** de lo desconocido y a **subestimar** los peligros conocidos y familiares.

La experiencia con el gas es menos común

- Noticias negativas sobre explosiones de gas

Las amenazas del hidrógeno **no deben sobrevalorarse** ni **subestimarse**. El hidrógeno impone varios **desafíos de seguridad**.

Accidentes relacionados con el hidrógeno

Activities	On a 215 cases sample	
	Nb of cases	%
Chemical sector*	84	39
Refining / petrochemical industry*	47	22
Transport, packaging and storage	35	16
Metallurgy / metal works	17	7,9
Waste treatment / recycling	8	3,7
Nuclear industry	5	2,3

* excluding transport, packaging and storage



Safety challenge #2 Fugas

Debido a su pequeño tamaño molecular y a su baja viscosidad, el hidrógeno puede escaparse rápidamente de las tuberías y otras estructuras.

Además de la ingeniería y la construcción adecuadas,

- mantenimiento y
- Inspecciones regulares de las instalaciones

son necesarias para una operación segura.

La **detección fija de gases y fugas** añade otra capa de seguridad.

The background image shows three large, white, cylindrical rolls of material, likely fabric or paper, arranged in a row in a factory or industrial setting. The rolls are positioned in the foreground and middle ground, with a dark, industrial ceiling and lighting visible in the background. The lighting is somewhat dim, with some greenish-yellow highlights from the ceiling lights.

Safety challenge #3 CO alarmas

Los sensores de monóxido de carbono (CO) son **sensibles al hidrógeno**.

Si se utilizan cerca de una posible exposición al hidrógeno, los **sensores de CO** deben ser compensados por el hidrógeno para que la **sensibilidad cruzada y las falsas alarmas** se reduzcan al mínimo.

De lo contrario, se producen **falsas alarmas de CO** debido al hidrógeno.

Dräger ofrece **sensores de CO** compensados para el hidrógeno.



Safety challenge #4 Bolsillos de Gas

El NH_3 , el CH_4 y el H_2 son menos densos que el aire y forman bolsas de gas en los techos interiores cuando hay fugas.

Por ello, los detectores de gas suelen colocarse en la parte superior.

Mientras que los detectores de hidrógeno deben seguir instalándose en la parte superior, los detectores de hidrocarburos (IR) deben instalarse debajo de las posibles bolsas de gas hidrógeno o se deben utilizar sensores de perlas catalíticas para detectar hidrocarburos e hidrógeno.



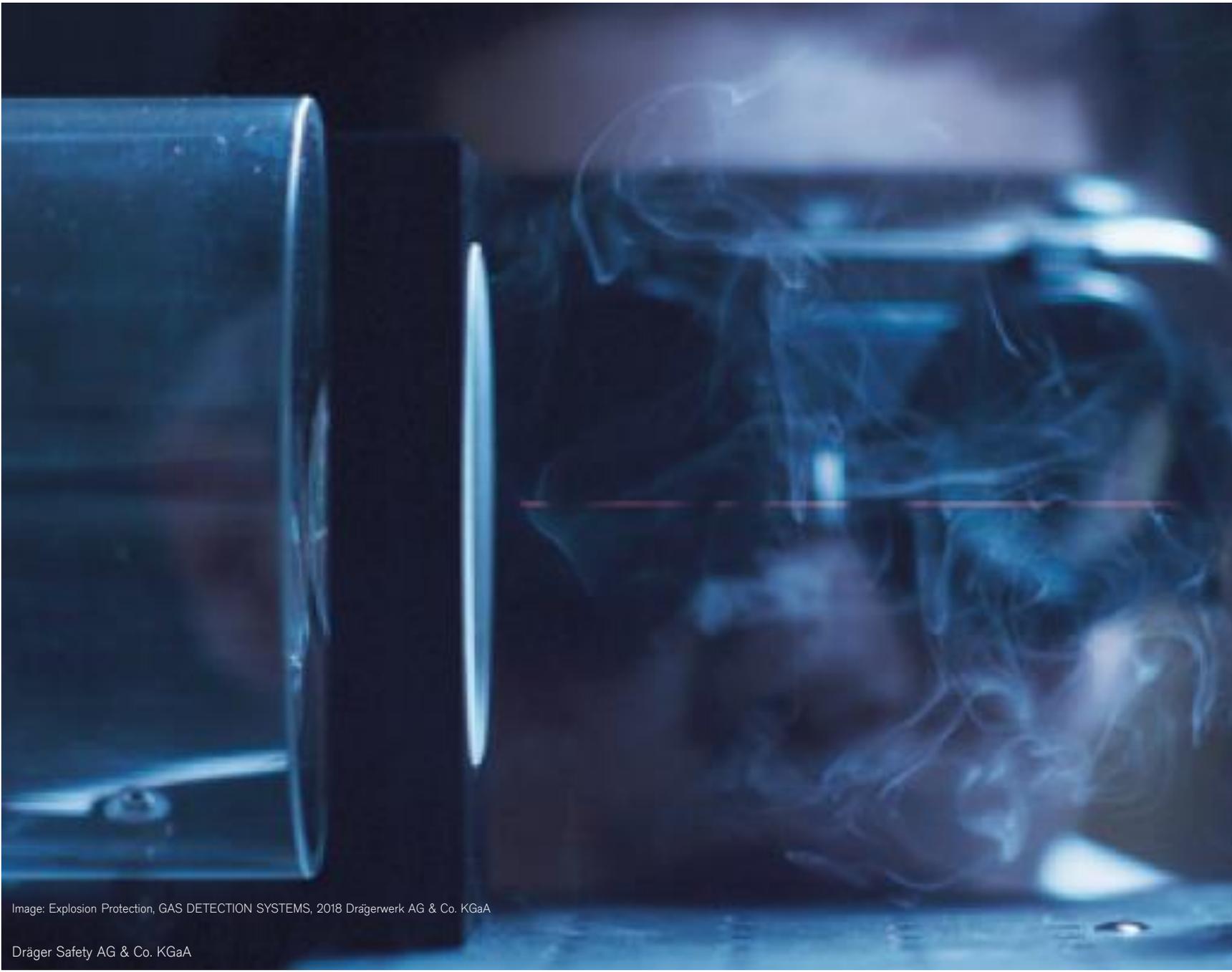
Safety challenge #5 Llama Invisible

La llama de hidrógeno es muy pálida y **no es visible** a la luz del día.

- Otras sustancias que puedan arder con él, producirán una llama visible
- De noche, la llama es visible

La llama apenas **emite calor** (infrarrojo, IR) pero sí una importante radiación ultravioleta (UV).

- **Detección de llama UV** es necesaria para una correcta detección



Safety challenge #6 Invisible para IR

Aunque se utilizan habitualmente para detectar **atmósferas explosivas**, los sensores infrarrojos (IR) **no pueden** detectar el hidrógeno debido a la ausencia de enlaces C-H.

Los detectores IR, por ejemplo, para el CH₄, no pueden utilizarse en aplicaciones de H₂ puro. En su lugar, se deben usar perlas catalíticas (CatEx)

Para la mezcla de H₂ y CH₄, los detectores IR deben calibrarse para mezclas fijas o utilizarse en combinación con sensores electroquímicos (EC).



Safety challenge #7 Ex-protection

La mayor amenaza del hidrógeno es que provoque **una explosión**.

Los equipos en zonas Ex con atmósferas potencialmente explosivas deben ser

- **adecuado** para dicho uso y
- **certificado** acordeamente

Las zonas Ex se clasifican en relación a su nivel de explosividad.

Con el uso del hidrógeno, esa probabilidad aumentará y la clasificación será más estricta.

Safety challenge #8

Encendido

Se ha observado que las fugas bruscas de hidrógeno presurizado se "autoinflan" en varios casos.

La causa más probable es una descarga **electrostática** suficiente para alcanzar la baja energía de ignición del hidrógeno.

Para una detección lo más rápida posible en este caso, son preferibles la **detección de llamas** y la **detección de fugas por ultrasonidos**.





Por dónde comenzar?

La seguridad es lo primero.

Sea consciente de los riesgos y del costo de un evento en planta, ya sea para las personas como para la instalación

- 1. Niveles de seguridad:** Cuál será el nivel de capas o alcance que implica mi plan de seguridad
- 2. Estándar:** Cuál será el estándar que definiré para la seguridad de la operación
- 3. Costos:** Definir presupuesto en detección de gases y/o seguridad acorde a la operación.

Producción, almacenaje y transporte



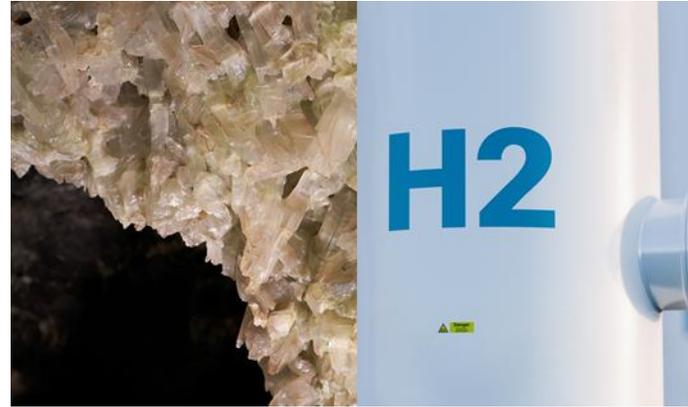
Producción

El hidrógeno se puede producir a partir de diferentes fuentes de energía primaria. Hoy en día, se produce principalmente a partir de combustibles fósiles*.*:

- **Electricidad 5 %**
- Carbón 11 %
- Petróleo 16 %
- Gas 68 %

Information based on (good source for more information): 2017 Shell Hydrogen Study

* E4tech 2014; information from Shell Hydrogen Study



Almacenaje

El hidrógeno tiene una baja densidad de energía volumétrica y se almacena :

- En **cavernas de sal** (gran escala)
- Como **gas comprimido** (comercial)
- Líquido (energía gran densidad)
- Mezcla ej. En metales híbridos (aún en I+D)



Transporte

El hidrógeno se transporta en remolques (tubo, contenedor o líquido) y en tuberías (hidrógeno puro o mezclado con gas natural):

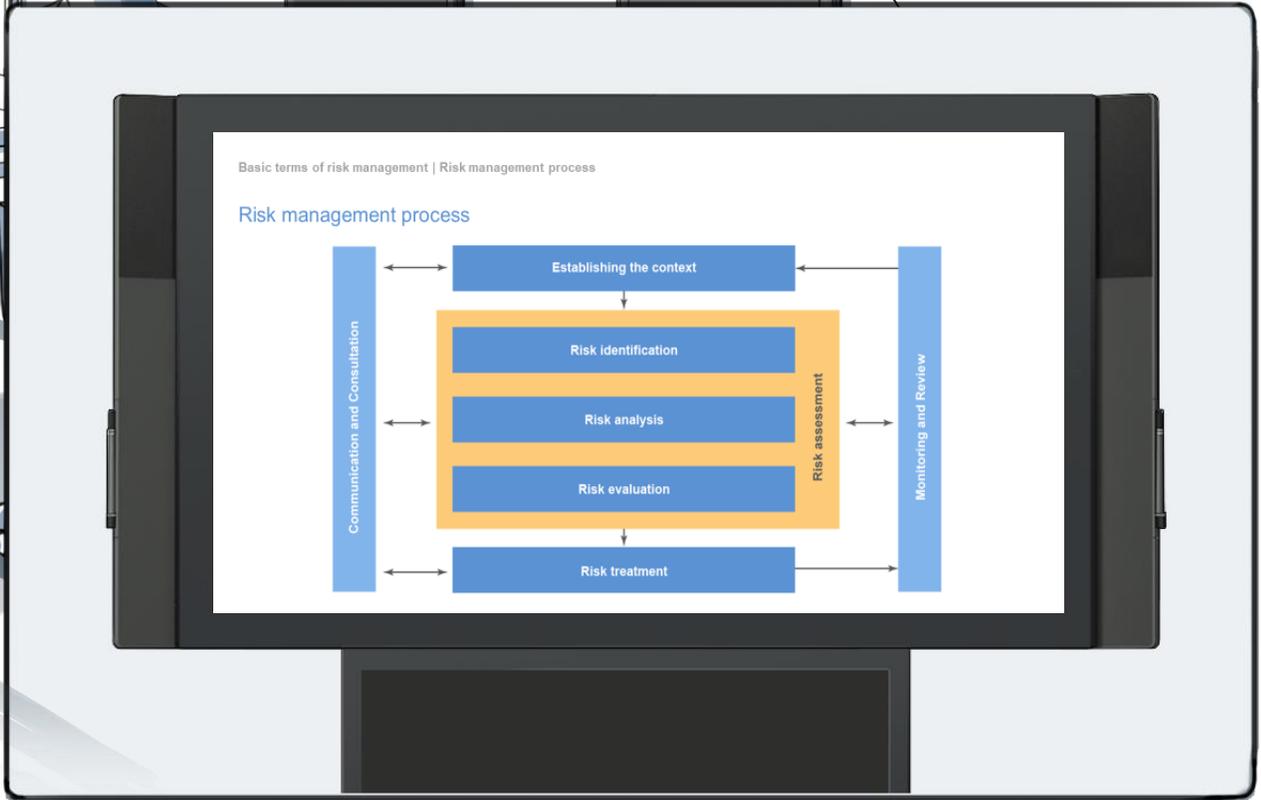
- **Gas comprimido** para **cortas distancias** y cantidades pequeñas
- **Líquido** para largas distancias
- **Tuberías** para grandes volúmenes

Tenemos que identificar todos los peligros en las actividades laborales.

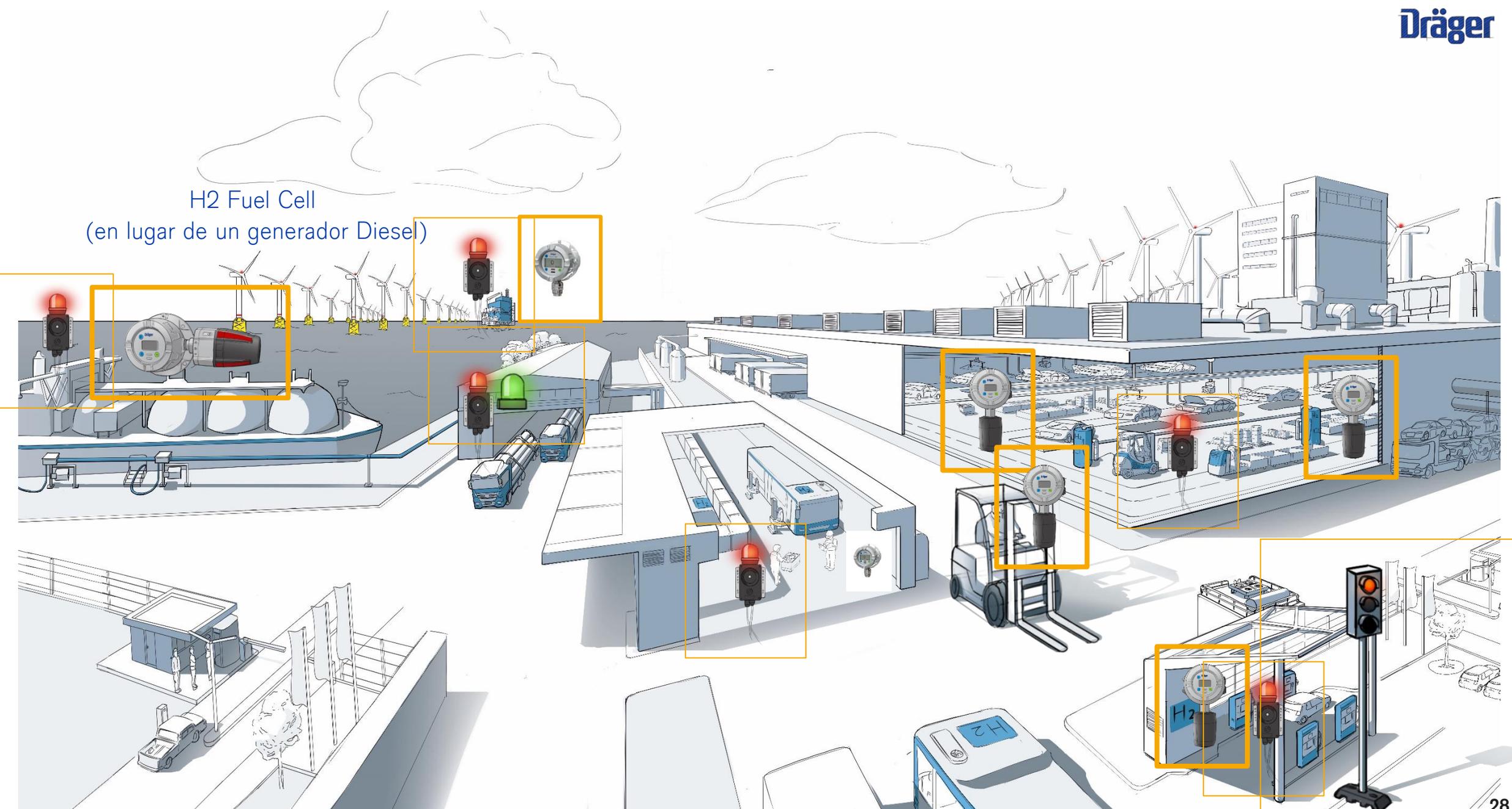
Necesitamos un procedimiento operativo estándar nuevo y seguro para esto.

Sólo planificamos con las soluciones más seguras. Nada más es aceptable

¿Cómo define sus objetivos de seguridad?



H2 Fuel Cell
(en lugar de un generador Diesel)



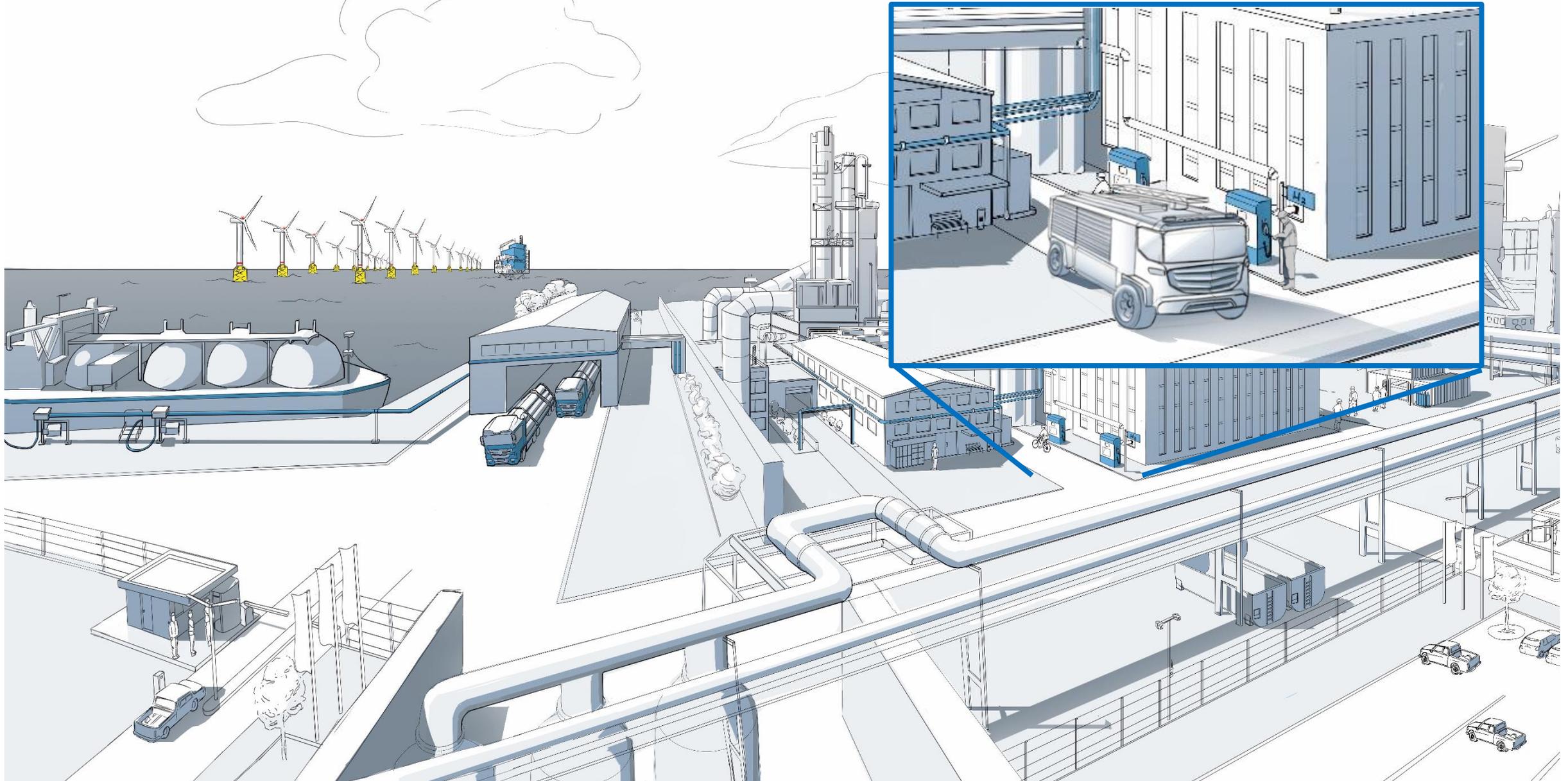
Aplicación

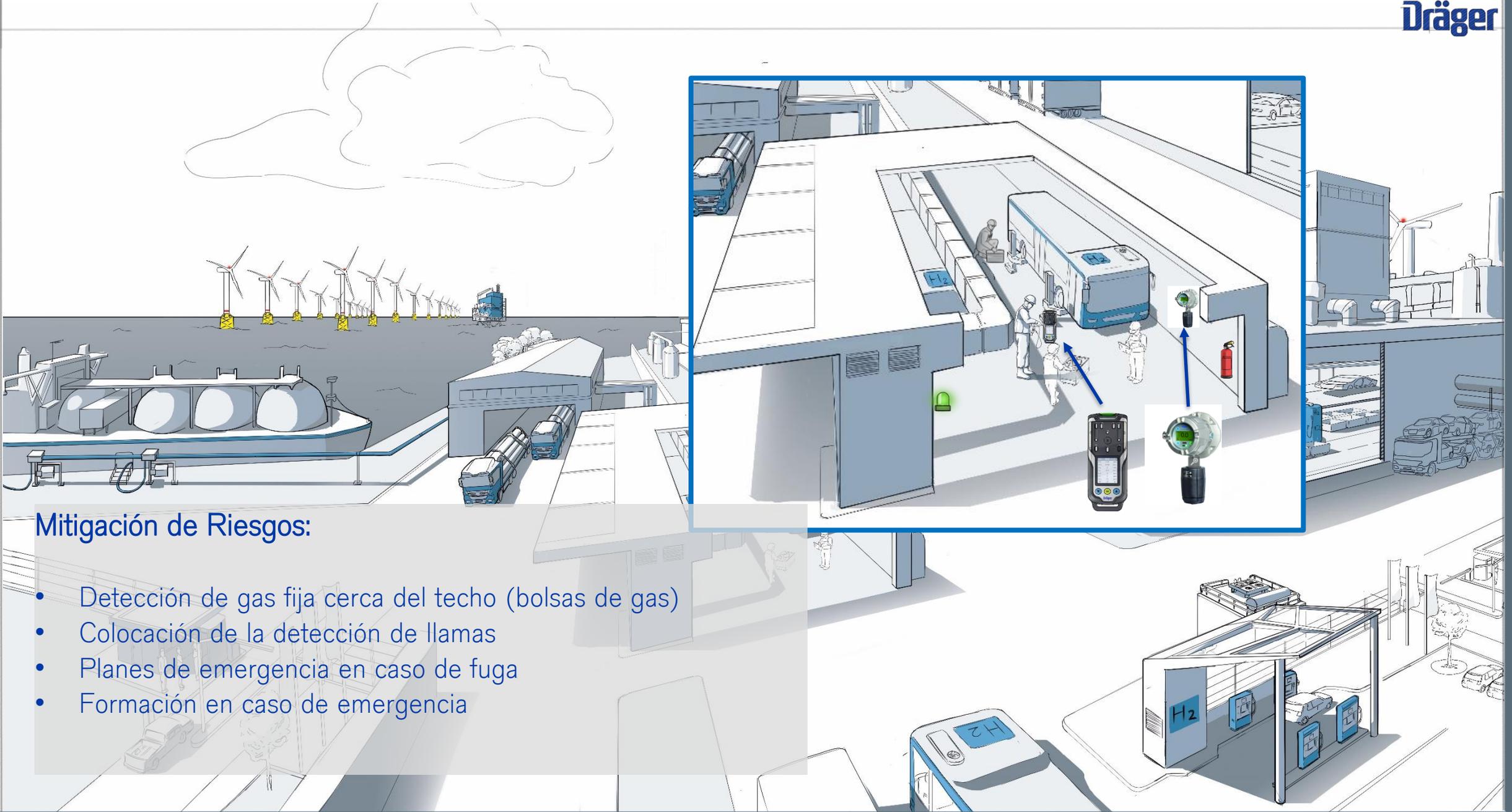
Monitorización de la válvula de purga



Ejemplo:

Conciencia de riesgo: Posibilidad de chocar con una estación de carga de H₂





Mitigación de Riesgos:

- Detección de gas fija cerca del techo (bolsas de gas)
- Colocación de la detección de llamas
- Planes de emergencia en caso de fuga
- Formación en caso de emergencia

Es el hidrógeno seguro?

Pros _____

Cons _____

El Hidrógeno no es:

1. Explosivo (por si mismo)
2. Autoinflamable
3. Descomponible (como por ej. el acetileno)
4. Oxidante
5. Tóxico (productos de la combustión tampoco)
6. Carcinógeno
7. Ácido & radioactivo

Es el hidrógeno seguro?

Pros

El Hidrógeno no es:

1. Explosivo (por si mismo)
2. Autoinflamable
3. Descomponible (como el acetileno utilizado para soldadura)
4. Oxidante
5. Tóxico (productos de la combustión tampoco)
6. Carcinógeno
7. Ácido & radioactivo

Cons

El Hidrógeno es:

- **Explosivo** (bajo ciertas condiciones)
- **Extremadamente inflamable**
- Incoloro y sin olor
- Casi invisible cuando se quema
- Sofocante/Asfixiante (cuando desplaza el O₂)
- Desafiante para la seguridad y requiere
 - **Educación y entrenamiento**
 - **Equipo especial y materiales**
 - **Medidas de protección**

Es el hidrógeno seguro?

Pros

El Hidrógeno no es:

1. Explosivo (por si mismo)
2. Autoinflamable
3. Descomponible (como el acetileno utilizado para soldadura)
4. Oxidante
5. Tóxico (productos de la combustión tampoco)
6. Carcinógeno
7. Ácido & radioactivo

Cons

El Hidrógeno es:

- Explosivo (bajo ciertas condiciones)
- **Extremadamente inflamable**
- Incoloro y sin olor
- Casi invisible cuando se quema
- Sofocante (cuando desplaza el O₂)
- Desafiante para la seguridad y requiere
 - Educación y entrenamiento
 - Equipo especial y materiales
 - Medidas de protección

Conclusión

El hidrógeno presenta ventajas de seguridad. Sin embargo, sigue siendo peligroso debido a su **altísima inflamabilidad** y plantea **muchos problemas de seguridad**.

Su seguridad depende de la elección correcta del equipo, los materiales y las medidas de protección.

Detección de gases en la capa de seguridad



Detección de Llama

Llamas detectadas por diferentes tecnologías:

- En base a **radiación (UV)**
- En base a infrarrojo (IR)
- Visual (la llama debe ser visible)

Para hidrógeno, infrarrojo multiespectro (MIR) se ha convertido en la opción preferida para a la detección de llamas

Detección de gases en la capa de seguridad



Detección de Llama

Llamas detectadas por diferentes tecnologías:

- En base a radiación (UV)
- En base a infrarrojo (IR)
- Visual (la llama debe ser visible)

Para hidrógeno, infrarrojo multiespectro (MIR) se ha convertido en la opción preferida para a la detección de llamas



Detección Ultrasónica de Fugas

Los detectores ultrasónicos "escuchan" las fugas de alta presión.

- Se pueden detectar pequeñas fugas a partir de 10 bares
- Detección muy rápida, pero limitada al tamaño de la fuga
- Se utiliza en combinación con otros detectores de gas o llamas

Detección de gases en la capa de seguridad



Detección de Llama

Llamas detectadas por diferentes tecnologías:

- En base a radiación (UV)
- En base a infrarrojo (IR)
- Visual (la llama debe ser visible)

Para hidrógeno, infrarrojo multiespectro (MIR) se ha convertido en la opción preferida para a la detección de llamas



Detección Ultrasónica de Fugas

Los detectores ultrasónicos "escuchan" las fugas de alta presión.

- Se pueden detectar pequeñas fugas a partir de 2 bares
- Detección muy rápida, pero limitada al tamaño de la fuga
- Se utiliza en combinación con otros detectores de gas o llamas



Otras tecnologías

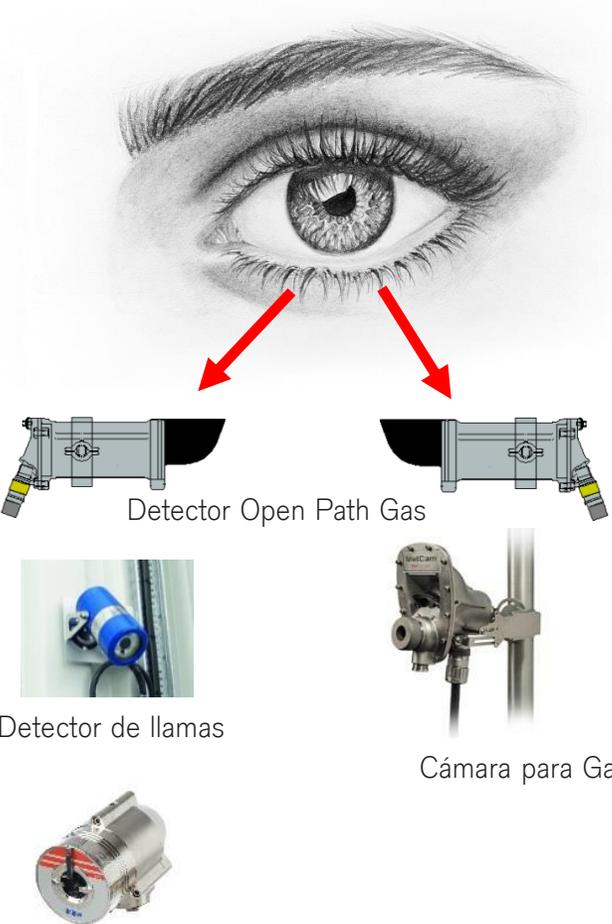
Otras tecnologías **para añadir** una capa de seguridad.

- Los bomberos utilizan **cámaras térmicas** en presencia de hidrocarburos
- Vigilancia óptica de áreas para detectar fugas de metano
- Las tecnologías inalámbricas permiten la detección en lugares que de otro modo serían difíciles

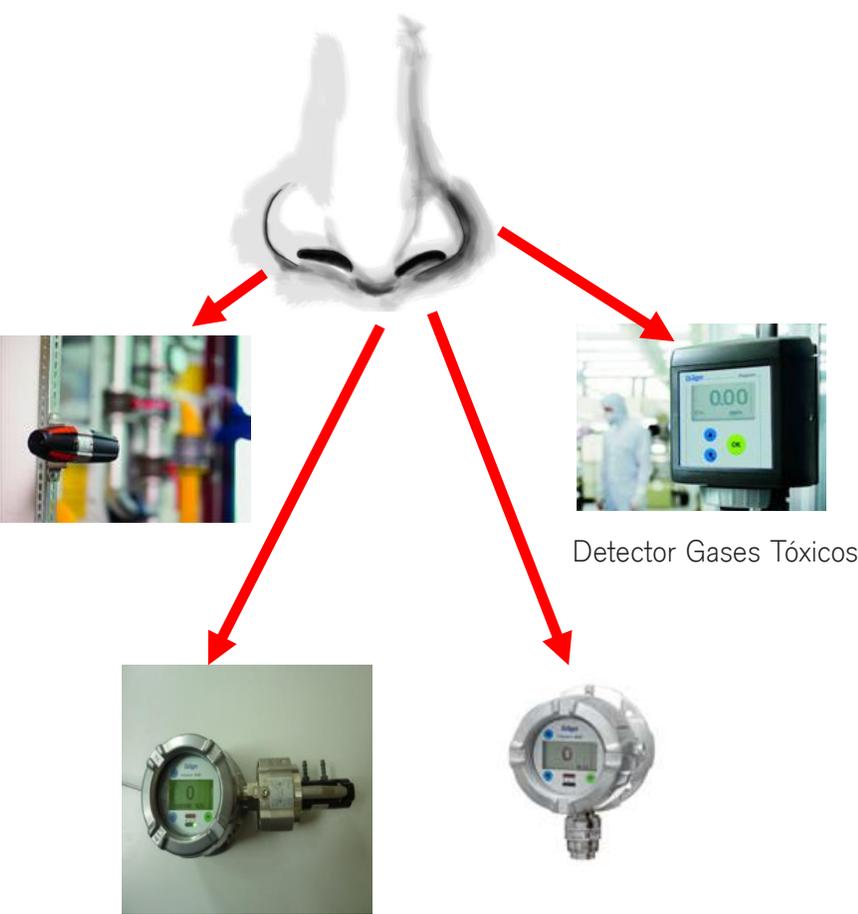
Detección de Gas

Tecnologías de detección frente a los sentidos

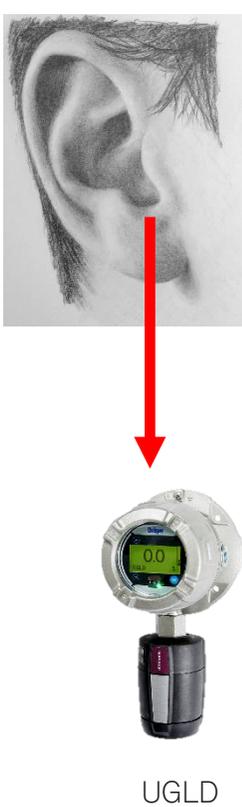
Línea de visión



Detector de puntos



Detector de fugas por ultrasonido



Detector de gas IR inflamable

Detector catalíticos de gases inflamables



Eligiendo la tecnología correcta

Ultrasonic Gas Leak Detection

Para detección temprana de fugas (mezclas de H₂ comprimido y CH₄ + H₂, detectables por esta tecnología)



Flame Detection

Detectores de llama multi IR que pueden detectar flamas tanto de HC como de H₂



Catalítica

Sensores donde la sensibilidad relativa del H₂ es similar a CH₄, por ejemplo. Permitir una mayor estandarización de calibración de todos los detectores LEL en un sitio y reducir las necesidades de recalibración debido a cambios en la proporción de mezcla de H₂/CH₄.

Point Gas Wireless

H₂ (ppm & LEL) monitoreo junto con dispositivos de CH₄ para todas las aplicaciones y actualización de plantas de gas natural existentes



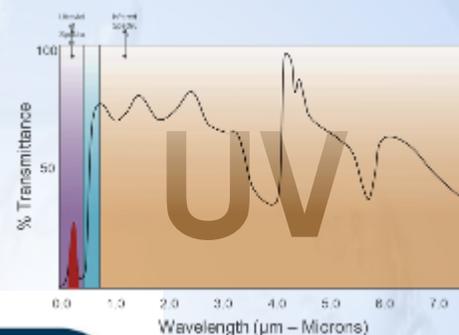
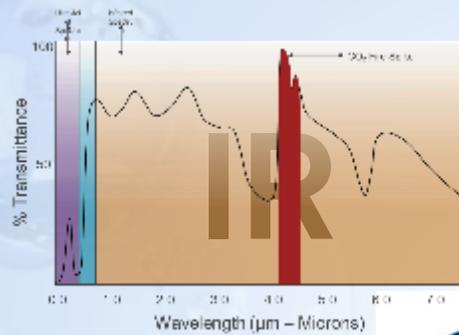
Efectos del H₂ en los detectores de otros gases - debe tenerse en cuenta, ya que el H₂ puede tener diferentes propiedades de interferencia con otros gases y necesitamos ajustar las mediciones de manera fiable.



H2 Flame Detection

IR

- Peak CO2
- Solo fuegos de HC
- No para fuegos de H



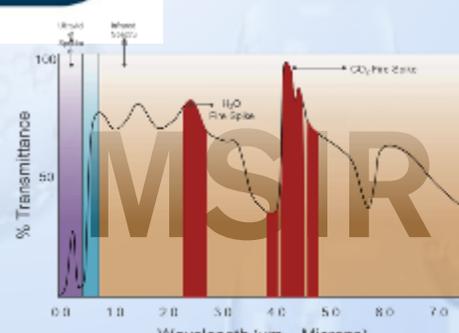
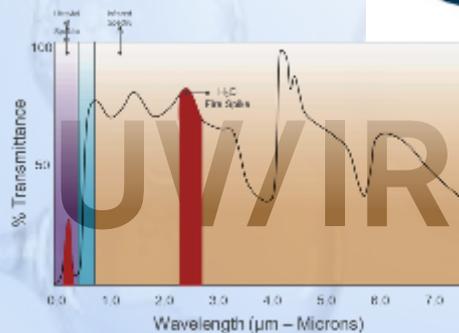
UV

- Fuegos de H2
- Buen Rango
- Rápida Respuesta
- Falsas Alarmas; Soldaduras, Luz solar
- Aplicaciones indoor



UV/IR

- Fuegos H2
- Respuesta más lenta que UV
- Mejor rechazo de falsas alarmas
- Aplicaciones indoor & outdoor



MSIR (Multi-espectro IR)

- Fuegos de H2
- Respuesta más lenta que UV
- Máxima inmunidad a las falsas alarmas
- Aplicaciones indoor & outdoor



Ultrasonic Gas Leak Detector

Hidrógeno puro

Combustibles mezclados



Polytron 8900 UGLD

- Detecta cualquier fuga de alta presión > 2 Bar
- No discrimina (H₂ o mezcla)
- Tiempo de respuesta < 3 seg.
- Detección muy temprana (antes de la detección de gas)
- Soluciona las fugas a tiempo

Normas / Estándares /Aprobaciones

Approvals*	UL & CSA	Class I, Div 1, Groups A, B, C, D; Class II, Div 1, Groups E, F, G; Class I, Zone 1, Group IIC; T-Code T6/T4
	IECEX	Ex db IIC T6/T4 Gb, -40 ≤ Ta ≤ +40/+70 °C;
	ATEX	II 2G Ex db IIC T6/T4 Gb, -40 ≤ Ta ≤ +40/+70 °C;
	CE markings	ATEX (Directive 2014/34/EU) Electromagnetic Compatibility (Directive 2014/30/EU) Low Voltage (Directive 2014/35/EU)
	Shipping approvals (for DQ sensor only)	DNV GL, ABS, LR, CCS, RMRS
	MED approval (for DQ sensor only)	Certificate No. MEDB0000411
	DEKRA Performance approval (for DQ sensor only)	Certificate No. BVS 13 ATEX G 001 X
	SIL 2 certified by TUEV Sued	Certificate No. Z10 053474 0023
* All docking station versions are only ATEX/IECEX approved		

Normas / Estándares / Aprobaciones

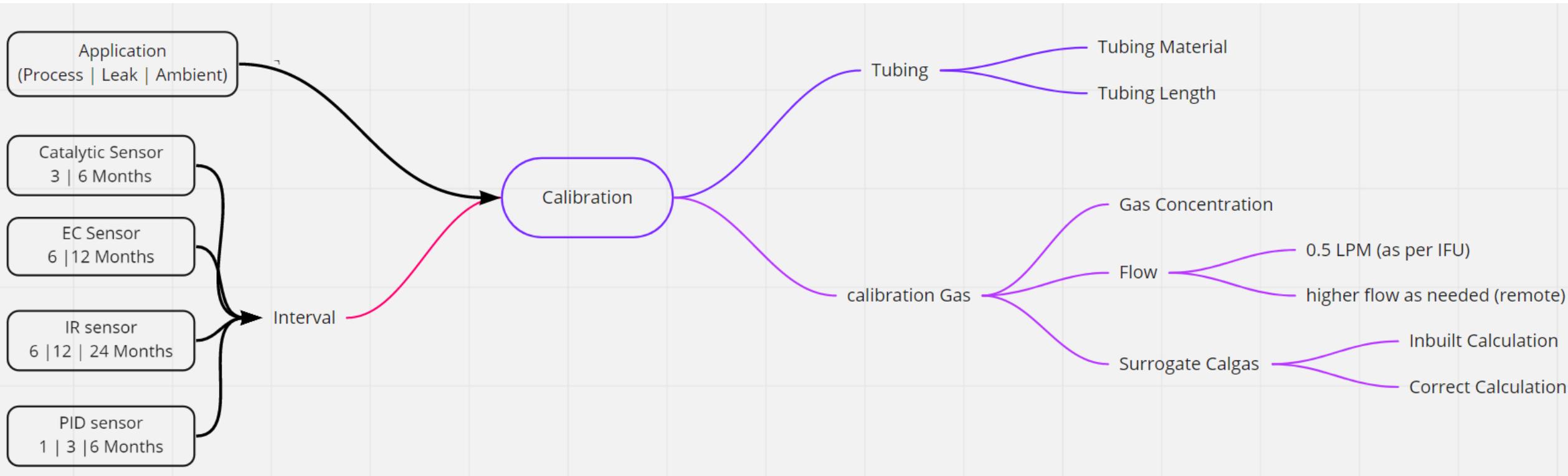
H₂-Bond ATEX

Marking	Gases and vapours	Allowed equipment
I	Mining (only fire damp, methane)	I
IIA	low ignitability, typical gas: propane	IIA, IIB und IIC
IIB	medium ignitability, typical gas: ethylene	IIB und IIC
IIC	high ignitability, typical gas: hydrogen	IIC only

Dräger

Servicio & Mantenimiento

Considerar siempre...



Algunos de nuestros clientes globales que son y serán relevantes en la industria del H2...

Proyectos en Chile

donde está Dräger presente



Haru Oni - Magallanes



Inyección H2 - Coquimbo



Planta móvil - Antofagasta



Walmart - Santiago



En Resumen

- No importa el tamaño, industria o aplicación del proyecto H2, la **seguridad es esencial** al momento del planning e ingeniería
- Establecer un **estándar y niveles de seguridad**
- **Definir costos** realistas a la aplicación (lo barato puede resultar muy caro)
- El **servicio y mantenimiento** de los sistemas de detección harán la diferencia en una operación segura y eficiente





Gracias

Fernando Barraza | Marketing & SCP Manager

H2 Bond

Dräger

Mail: fernando.barraza2@draeger.com

Tel +569 9349 4416