

Seguridad y Riesgos de Combustibles en Gasolineras

I. Parámetros Técnicos de Detección

El principal objetivo de un detector de vapores explosivos es medir la concentración de gases o vapores inflamables en el aire para determinar si la atmósfera se encuentra dentro del rango de explosividad.

1. Límite Explosivo Inferior (LEL)

El detector debe medir la concentración de la sustancia inflamable en relación con el Límite Explosivo Inferior (LEL).

- **Definición:** El LEL es la concentración mínima de gas en el aire por debajo de la cual el fuego o la explosión no es posible (la mezcla es "demasiado pobre" para arder).
- **Escala de Medición:** Los equipos de detección de explosividad, conocidos como explosímetros, determinan el porcentaje del LEL.
- **Punto Crítico:** Cuando el equipo indica 100%, se ha alcanzado o superado el LEL del gas o vapor específico.
- **Clasificación de Peligro (Espacios Confinados):** La peligrosidad de la atmósfera se clasifica a menudo en función del porcentaje del LEL detectado:
 - Clase A: Inflamabilidad $\geq 20\%$ del LEL detectado (peligro inminente para la vida).
 - Clase B: Inflamabilidad entre 10% y 19% del LEL.
 - Clase C: Inflamabilidad menor a 10% del LEL (el peligro potencial no requerirá modificación especial al procedimiento normal de trabajo).

Rangos Típicos de Explosividad (LEL/UEL) para Carburantes:

Sustancia	Límite Inferior Explosivo (LEL)	Límite Superior Explosivo (UEL)
Gasoil	1.3%	6%
Nafta Súper	1.5%	7.6%
Nafta Grado 3 E10-E20	1.0%	7.0%

2. Concentración de Oxígeno (O₂)

La combustión y explosión requieren oxígeno. El detector debe monitorear el porcentaje de oxígeno, ya que las condiciones inseguras incluyen tanto la deficiencia como el enriquecimiento de oxígeno.

- **Deficiencia de Oxígeno:** Por debajo del 18% puede causar asfixia y muerte. Los trabajos están explícitamente prohibidos en ambientes con menos del 18% de oxígeno sin la protección personal correspondiente.
- **Enriquecimiento de Oxígeno:** Por encima del 23.5% aumenta significativamente la posibilidad y severidad de fuego o explosión, volviendo inestables los materiales.

3. Agentes Químicos Específicos

Dado que los vapores explosivos de combustibles (gasolinas y gasóleos) son mezclas complejas de hidrocarburos, el detector debe estar calibrado o ser capaz de identificar los componentes más volátiles y tóxicos que representan el riesgo de exposición:

- Hidrocarburos Aromáticos: Benceno, Tolueno, Xilenos (BTX).
- Hidrocarburos Alifáticos: n-hexano.

Aunque la medición del LEL cubre el riesgo de explosividad, la determinación de estos componentes por separado es recomendable debido a su toxicidad, y para poder aplicar los valores límite de exposición profesional (VLA-ED o VLA-EC).

II. Características Técnicas del Equipo Detector

El instrumental empleado para la evaluación de riesgos por atmósferas peligrosas requiere de mediciones ambientales con equipos adecuados, generalmente de lectura directa.

1. Tipo de Equipo y Sensores

- Función: Debe ser un explosímetro o detector de explosividad.
- Tecnología: El equipo utiliza diferentes tipos de sensores según el tipo de gas o vapor que se desee medir.
- Multigas: Es aconsejable que los modelos existentes puedan medir la concentración de diversas sustancias, destacando el oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, amoníaco, y compuestos orgánicos volátiles (COVs).
- Portabilidad: Para la monitorización en continuo, se aconseja el uso de monitores de gases de alarma personal, que son de tamaño reducido, poco peso, fácil de usar y de bajo costo de adquisición.

2. Requisitos de Seguridad (Diseño Intrínsecamente Seguro)

Dado que el equipo opera en un ambiente potencialmente explosivo, debe cumplir con estándares que eviten ser una fuente de ignición:

- Anti-explosivo: En caso de riesgos de atmósfera explosiva, será necesario el uso de herramientas o equipos antiexplosivos.
- Certificación: Su buen funcionamiento debe estar respaldado por una norma de calidad (como la garantía de que es un equipo anti-explosivo).
- Compatibilidad Electroestática: Los hidrocarburos son acumuladores de estática y la descarga electrostática puede ser una fuente de ignición. Si el detector es electrónico, debe estar debidamente certificado como seguro para estas proximidades, o diseñarse para evitar la generación de chispas electrostáticas.

3. Funcionamiento y Mantenimiento

- Calibración y Ajuste: El detector debe cumplir estrictamente con las normas de funcionamiento y mantenimiento explicitadas por el fabricante. Es crucial considerar la adquisición de gases patrones para el ajuste del equipo.

- **Método de Muestreo:** Las mediciones deben efectuarse de forma previa y durante la realización de los trabajos para monitorear posibles variaciones. Idealmente, las mediciones se realizan desde el exterior o desde una zona segura.
- **Comunicaciones:** El equipo debe ser resistente a golpes y salpicaduras. También es importante considerar que algunos equipos de medición de gases se pueden ver afectados por la interferencia de las radiofrecuencias generadas por los teléfonos móviles.

III. Parámetros de Exposición Adicionales para Evaluación

Aunque el detector mida la explosividad (LEL), la evaluación del riesgo completo requiere comparar los niveles medidos con los valores límite de exposición ocupacional (VLA), lo que requiere análisis específicos:

- VLA-ED: Valor Límite Ambiental de la Exposición Diaria.
- VLA-EC: Valor Límite Ambiental de Exposición de Corta Duración.

La toma de muestras y el análisis de los contaminantes deben realizarse preferentemente utilizando los métodos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) o de otras instituciones de reconocido prestigio. Por ejemplo, para hidrocarburos se utilizan métodos basados en la adsorción en carbón activo y Cromatografía de Gases, como:

- MTA/MA-030/A92: Determinación de hidrocarburos aromáticos (Benceno, Tolueno, Xileno, etc.).
- MTA/MA-029/A92: Determinación de hidrocarburos alifáticos (n-hexano, n-heptano, etc.).

agregar niveles toxicos nosivos para un trabajador que puede estar expuesto durante un jornal laboral

IV. Parámetros de Toxicidad

Niveles tóxicos y los agentes químicos específicos presentes en los vapores explosivos de combustibles (gasolinas/naftas y gasóleos):

1. Agentes Químicos y Niveles de Exposición Ocupacional

Los principales agentes químicos de interés toxicológico en los vapores de combustibles son el Benceno, Tolueno, Xilenos y n-Hexano (BTX y n-hexano), aunque también pueden estar presentes otros componentes como el Etanol y el MTBE.

La evaluación de la exposición se realiza comparando la concentración medida en el ambiente de trabajo con dos valores clave:

- VLA-ED (Valor Límite Ambiental - Exposición Diaria) / TWA (Media Ponderada en el Tiempo): Se refiere a la concentración promedio del agente químico en la zona de respiración del trabajador para una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas semanales.
- VLA-EC (Valor Límite Ambiental - Exposición de Corta Duración) / STEL (Límite de Exposición de Corta Duración): Se refiere a la concentración máxima permitida durante un período corto (generalmente 15 minutos), para proteger contra efectos agudos.

A. Límites para Carburantes como Mezcla Compleja

Agente Químico	VLA-ED (ppm)	VLA-EC (ppm)	Referencia Adicional (Argentina/ACGIH)
Nafta	300	500	El CMP (Argentina) y el TLV-TWA (ACGIH) para gasolina también se establecen en 300 ppm.

Dado que la gasolina (nafta) y el gasóleo son mezclas complejas, se establecen límites para la mezcla en general:

- Nafta: Puede provocar cáncer (H350), defectos genéticos (H340), y perjudicar la fertilidad o dañar el feto. También puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias (H304). La exposición prolongada y repetida al benceno (componente) se asocia con anemia y leucemia mieloide aguda.
- Gasóleo: Se sospecha que puede provocar cáncer (H351). Es nocivo si se inhala (H332).

B. Límites para Componentes Específicos (BTX y n-Hexano)

La toxicidad de las gasolinas depende en gran medida de las proporciones de Benceno, Tolueno, Xilenos y n-Hexano (BTX y n-hexano). Es recomendable la determinación de estos componentes por separado para poder aplicar sus valores límite.

Agente Químico (BTX y n-Hexano)	Nº CAS	VLA-ED (ppm) (8hs)	VLA-ED (mg/m3)(8hs)	VLA-EC (ppm)(15min)	VLA-EC (mg/m3)(15min)	Notas LEP (Riesgos específicos)
Benceno	71-43-2	1	3,25	-	-	Carcinógeno (C1 A). Mutágeno (M1 B). Requiere control biológico (VLB). Vía dérmica significativa. Perjudica órganos por exposición prolongada o repetida (H372).
Tolueno	108-88-3	50	192	100	384	Vía dérmica. Se sospecha que daña al feto (H361d). Causa somnolencia o vértigo (H336).
Xilenos	1330-20-7	50	221	100	442	Vía dérmica. Nocivo en caso de inhalación (H332) y contacto con la piel (H312).
n-Hexano	110-54-3	20	72	-	-	Se sospecha que perjudica la fertilidad (H361f). Puede causar somnolencia o vértigo (H336).

C. Otros Componentes y Riesgos

- Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno y Azufre: Aunque provienen de la combustión, se consideran de poca relevancia en la tarea de suministro habitual de combustibles. No obstante, si el trabajador está expuesto a motores en marcha (por ejemplo, en un espacio confinado), la medición de CO es crucial.
- Metil terc-butil éter (MTBE): Componente de la nafta. Los límites de exposición profesional son: CMP de 40 ppm y TLV-TWA de 50 ppm.
- Etanol: Componente de la nafta. Los límites de exposición profesional son: CMP de 1000 ppm y TLV-TWA de 1000 ppm.

II. Exposición Tóxica

1. Requerimientos del Detector el equipo de detección debe ser capaz de monitorear simultáneamente tanto el riesgo de explosividad como el riesgo de toxicidad:

INTELLIGENT Gas

- Riesgo de Explosividad (LEL): Mide la concentración de vapores combustibles en relación con su LEL (por ejemplo, entre 1.0% y 7.0% para Nafta Grado 3).
- Riesgo de Toxicidad: Mide las concentraciones específicas de componentes BTX y otros COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles) en ppm (partes por millón), comparándolos con los VLA-ED y VLA-EC.
- Protección Respiratoria: Si las medidas de control técnico (como la ventilación) no son suficientes, y la exposición supera los VLA-ED o VLA-EC, se debe utilizar protección respiratoria con filtro tipo AX contra gases y vapores orgánicos con punto de ebullición menor a 65°C. Además, se debe prestar especial atención a los niveles de oxígeno presentes en el aire.

2. Importancia de la Vía Dérmica

Las vías de entrada principales de los agentes químicos en esta situación de trabajo son la inhalatoria, la dérmica y la ocular.

- Para el Benceno, Tolueno, Xilenos y n-Hexano, la vía dérmica es significativa.
- Para evaluar la exposición total del trabajador, se deben incluir controles biológicos (VLB) como complemento del control ambiental, especialmente para BTX y n-hexano. Estos indicadores biológicos miden metabolitos en la orina al final de la jornada laboral.