



Modalidad Abierta y a Distancia

# Prevención de Riesgos Químicos

Guía didáctica



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Producción

---

## Prevención de Riesgos Químicos

*Guía didáctica*

| Carrera                         | PAO Nivel |
|---------------------------------|-----------|
| ▪ Seguridad y Salud Ocupacional | IV        |

**Autora:**

Guaya Caraguay Diana Elizabeth



SEOC\_2005

Asesoría virtual  
[www.utpl.edu.ec](http://www.utpl.edu.ec)

## **Universidad Técnica Particular de Loja**

### **Prevención de Riesgos Químicos**

Guía didáctica

Guaya Caraguay Diana Elizabeth

### **Diagramación y diseño digital:**

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

[www.ediloja.com.ec](http://www.ediloja.com.ec)

[edilojacialtda@ediloja.com.ec](mailto:edilojacialtda@ediloja.com.ec)

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-39-198-8



**Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual  
4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)**

Usted acepta y acuerda estar obligado por los términos y condiciones de esta Licencia, por lo que, si existe el incumplimiento de algunas de estas condiciones, no se autoriza el uso de ningún contenido.

Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons – **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0)**. Usted es libre de **Compartir** – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. **Adaptar** – remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: **Reconocimiento**– debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciatante. **No Comercial**-no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. **Compartir igual**-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

# Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Datos de información.....</b>  | <b>8</b>  |
| 1.1. Presentación de la asignatura .....                                     | 8         |
| 1.2. Competencias genéricas de la UTPL.....                                  | 8         |
| 1.3. Competencias específicas de la carrera.....                             | 8         |
| 1.4. Problemática que aborda la asignatura .....                             | 8         |
| <b>2. Metodología de aprendizaje.....</b>                                    | <b>9</b>  |
| <b>3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje.....</b>        | <b>10</b> |
| <br>   |           |
| <b>Primer bimestre.....</b>  | <b>10</b> |
| Resultado de aprendizaje 1 .....   | 10        |
| Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje.....                       | 10        |
| <br>   |           |
| Semana 1 .....   | 10        |
| <br>   |           |
| <b>Unidad 1. Introducción .....</b>  | <b>11</b> |
| 1.1. Riesgo químico.....   | 13        |
| 1.2. Reactividad química .....   | 14        |
| 1.3. Comportamiento de los productos químicos.....                           | 15        |
| 1.4. Origen de la contaminación química .....                                | 16        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                                 | 17        |
| Autoevaluación 1.....  | 19        |
| <br>   |           |
| Semana 2 .....   | 21        |
| <br>   |           |
| <b>Unidad 2. Clasificación de los contaminantes químicos .....</b>           | <b>21</b> |
| 2.1. Clasificación según la estructura química .....                         | 21        |
| 2.2. Clasificación según las propiedades físicas .....                       | 22        |
| 2.3. Identificación de la fuente de contaminación por agentes químicos       | 22        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                                 | 24        |
| Autoevaluación 2.....  | 25        |
| <br>   |           |
| Semana 3 .....   | 27        |
| <br>   |           |
| <b>Unidad 3. Vías de ingreso de contaminantes químicos al organismo.....</b> | <b>27</b> |
| 3.1. Vía respiratoria.....   | 27        |
| 3.2. Vía dérmica.....  | 28        |
| 3.3. Vía digestiva .....   | 29        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.4. Vía parenteral .....                                      | 30        |
| 3.5. Vía mucosa.....   | 31        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                   | 32        |
| Autoevaluación 3.....  | 34        |
| <b>Semana 4 .....</b>  | <b>36</b> |
| <b>Unidad 4. Sustancias químicas peligrosas .....</b>          | <b>36</b> |
| 4.1. Clasificación de las sustancias químicas peligrosas ..... | 36        |
| 4.2. Exposición a un agente químico y efectos tóxicos.....     | 42        |
| 4.3. Efectos combinados de los contaminantes químicos.....     | 44        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                   | 45        |
| Autoevaluación 4.....  | 47        |
| <b>Semana 5 .....</b>  | <b>49</b> |
| <b>Unidad 5. Toxicología .....</b>                             | <b>49</b> |
| 5.1. Toxicología industrial .....                              | 50        |
| 5.2. Definiciones.....   | 51        |
| 5.3. Espectro de dosis tóxica.....                             | 51        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                   | 54        |
| Autoevaluación 5.....  | 56        |
| <b>Semana 6 .....</b>  | <b>58</b> |
| <b>Unidad 6. Estudio del fenómeno de intoxicación .....</b>    | <b>58</b> |
| 6.1. Formas de intoxicación .....                              | 58        |
| 6.2. Tipo de intoxicación.....                                 | 59        |
| 6.3. Tipos de acción tóxica .....                              | 60        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                   | 61        |
| Autoevaluación 6.....  | 63        |
| <b>Semana 7 .....</b>  | <b>65</b> |
| <b>Unidad 7. El fenómeno tóxico .....</b>                      | <b>65</b> |
| 7.1. Fase de exposición .....                                  | 66        |
| 7.2. Fase tóxico-cinética .....                                | 66        |
| 7.3. Fase tóxico-dinámica .....                                | 68        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                   | 68        |

|   |           |
|---|-----------|
| Autoevaluación 7.....   | 70        |
| Actividades de finales del bimestre .....                                   | 72        |
| <b>Semana 8 .....</b>   | <b>72</b> |
| <br>  |           |
| <b>Segundo bimestre .....</b>   | <b>73</b> |
| Resultado de aprendizaje 2 .....  | 73        |
| Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje.....                      | 73        |
| <br>  |           |
| <b>Semana 9 .....</b>   | <b>73</b> |
| <br>  |           |
| <b>Unidad 8. Evaluación del riesgo .....</b>                                | <b>73</b> |
| 8.1. Introducción .....   | 74        |
| 8.2. Factores que considerar para la identificación y evaluación del riesgo | 76        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                                | 79        |
| Autoevaluación 8.....   | 81        |
| <br>  |           |
| <b>Semana 10 .....</b>  | <b>83</b> |
| <br>  |           |
| <b>Unidad 9. Límites de exposición permisibles .....</b>                    | <b>83</b> |
| 9.1. Valor límite umbral (TLV) .....  | 83        |
| 9.2. Valores límite ambiental (VLA).....                                    | 84        |
| 9.3. Índices biológicos de exposición (IBE) .....                           | 85        |
| 9.4. Exposición combinada a agentes químicos.....                           | 85        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                                | 86        |
| Autoevaluación 9.....   | 87        |
| <br>  |           |
| <b>Semana 11 .....</b>  | <b>89</b> |
| <br>  |           |
| <b>Unidad 10. Fuentes de información sobre materiales peligrosos .....</b>  | <b>89</b> |
| 10.1.Etiquetado de los productos químicos .....                             | 90        |
| 10.2.Hojas de seguridad de los productos químicos.....                      | 93        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                                | 95        |
| Autoevaluación 10 .....   | 97        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Semana 12 .....</b>  | <b>99</b>  |
| <b>    Unidad 11. Medida de sustancias químicas contaminantes .....</b>       | <b>99</b>  |
| 11.1.Equipos de detección y medida .....                                      | 99         |
| 11.2.Estrategia de muestreo.....  | 101        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                                  | 106        |
| Autoevaluación 11 .....   | 107        |
| <b>Semana 13 .....</b>  | <b>109</b> |
| <b>    Unidad 12. Técnicas de análisis de muestras .....</b>                  | <b>109</b> |
| 12.1.Técnicas de análisis clásicas.....                                       | 110        |
| 12.2.Técnicas de análisis instrumental .....                                  | 112        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                                  | 116        |
| Autoevaluación 12 .....   | 117        |
| <b>Semana 14 .....</b>  | <b>119</b> |
| <b>    Unidad 13. Medidas preventivas contra contaminantes químicos .....</b> | <b>119</b> |
| 13.1.Buenas prácticas de trabajo .....  | 120        |
| 13.2.Medidas de control del riesgo .....                                      | 123        |
| 13.3.Plan de emergencia .....   | 125        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                                  | 126        |
| Autoevaluación 13 .....   | 127        |
| <b>Semana 15 .....</b>  | <b>129</b> |
| <b>    Unidad 14. Sistemas de protección ante sustancias químicas .....</b>   | <b>129</b> |
| 14.1.Sistemas de protección colectiva .....                                   | 129        |
| 14.2.Sistemas de protección individual.....                                   | 135        |
| Actividades de aprendizaje recomendadas.....                                  | 140        |
| Autoevaluación 14 .....   | 141        |
| Actividades de finales del bimestre .....                                     | 143        |
| <b>Semana 16 .....</b>  | <b>143</b> |
| <b>4. Solucionario .....</b>  | <b>144</b> |
| <b>5. Referencias bibliográficas .....</b>                                    | <b>158</b> |



---

## 1. Datos de información

---

### 1.1. Presentación de la asignatura



### 1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Comunicación oral y escrita.
- Compromiso e implicación social.
- Organización y planificación del tiempo.

### 1.3. Competencias específicas de la carrera

Comprende el peligro inherente a la exposición de riesgos químicos y es capaz de responder correctamente ante dichos riesgos.

### 1.4. Problemática que aborda la asignatura

Insuficientes mecanismos para garantizar el acceso al trabajo digno y la seguridad social de todas las personas a fin de prevenir y minimizar las enfermedades ocupacionales y de esta manera potenciar sus capacidades productivas en condiciones de equidad.



---

## 2. Metodología de aprendizaje

---

En el desarrollo de la asignatura de Prevención de riesgos químicos se empleará una metodología de aprendizaje basada principalmente en problemas en la que el estudiante, a partir de los contenidos teóricos que se presentan y los diversos recursos educativos que se plantean en cada unidad del documento, le sea posible llevar a cabo un proceso investigativo sobre las diferentes soluciones que es posible brindar ante diversos problemas de seguridad y salud ocupacional relacionados con los riesgos de tipo químico. La finalidad es lograr un proceso de aprendizaje reflexivo, y que le permita generar habilidades y destrezas necesarias dentro de su campo ocupacional.

"Me lo contaron y lo olvidé; lo vi y lo entendí; lo hice y lo aprendí".

—Confucio—.



### 3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



#### Primer bimestre

##### Resultado de aprendizaje 1

- Comprende el peligro inherente a la exposición de riesgos químicos y es capaz de responder correctamente ante dichos riesgos.

Esta asignatura tiene como resultado de aprendizaje el poder comprender la exposición de riesgos químicos y ser capaz de responder correctamente ante dichos riesgos.

Es así como usted podrá conocer e identificar las propiedades de diferentes sustancias que pueden ocasionar un riesgo químico en un entorno laboral, y por ende, es necesario conocer la clasificación de las sustancias químicas, así como sus características, lo cual permitirá comprender de mejor manera las vías de ingreso de estos tóxicos que pueden darse en el organismo e identificar los efectos tóxicos que estos pueden suponer para el trabajador. Finalmente, con esto es posible comprender, como parte de la toxicología industrial, las diferentes formas de intoxicación y las fases que tienen lugar durante este fenómeno de toxicidad.

#### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



##### Semana 1

Bienvenido a la primera semana de clases en la que estudiaremos el tema relacionado con la existencia del riesgo químico como aspecto de vital importancia para quienes están en contacto con sustancias de origen químico en el desarrollo de las actividades laborales. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional

para contar con criterio formado en este tema que le permitirá, en su quehacer laboral, conocer sobre la exigencia de reglamentación de seguridad y salud de los trabajadores al contemplar los riesgos químicos y el origen de este tipo de sustancias. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

## Unidad 1. Introducción

---

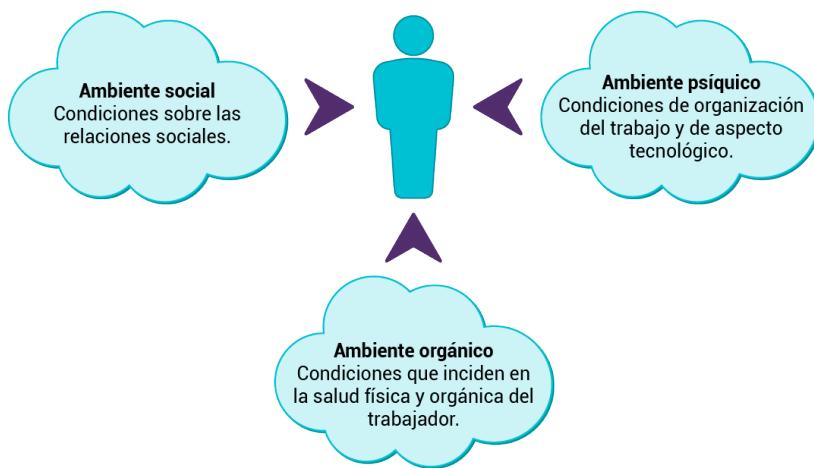
Considerando que en Ecuador se aplica el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, el cual es aplicable a toda actividad laboral y centro de trabajo. Este reglamento tiene como objetivo la prevención, disminución o eliminación de riesgos laborales, mediante la gestión en seguridad y salud en el trabajo. Como usted podrá revisar en el [Reglamento de Seguridad y Salud](#), específicamente en el Capítulo V: "Medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos" en el que se incluye la ocurrencia del riesgo químico en determinadas contextos laborales.

Desde este punto de vista, son múltiples los riesgos que pueden existir durante el desarrollo de las actividades laborales, por lo que el riesgo puede entenderse como toda actividad de la que puede derivarse el daño de una persona. (Menéndez Díez et al., 2009)

Es importante, en este contexto, poder entender la terminología que se emplea al hablar sobre seguridad y salud en el trabajo, para lo cual lo invito a revisar el Artículo 1 del [Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo](#), en el que podrá encontrar las diversas definiciones en el contexto de seguridad y salud en el trabajo. De esta forma nos vamos adentrando al tema de estudio de esta asignatura, por lo que, en principio se hará referencia al ambiente de trabajo en el que se desarrollan las actividades laborales; así contamos con una clasificación general en la que se menciona tres tipos de ambientes: orgánico, psíquico y social (Menéndez Díez et al., 2009), que se representan en la figura 1.

**Figura 1.**

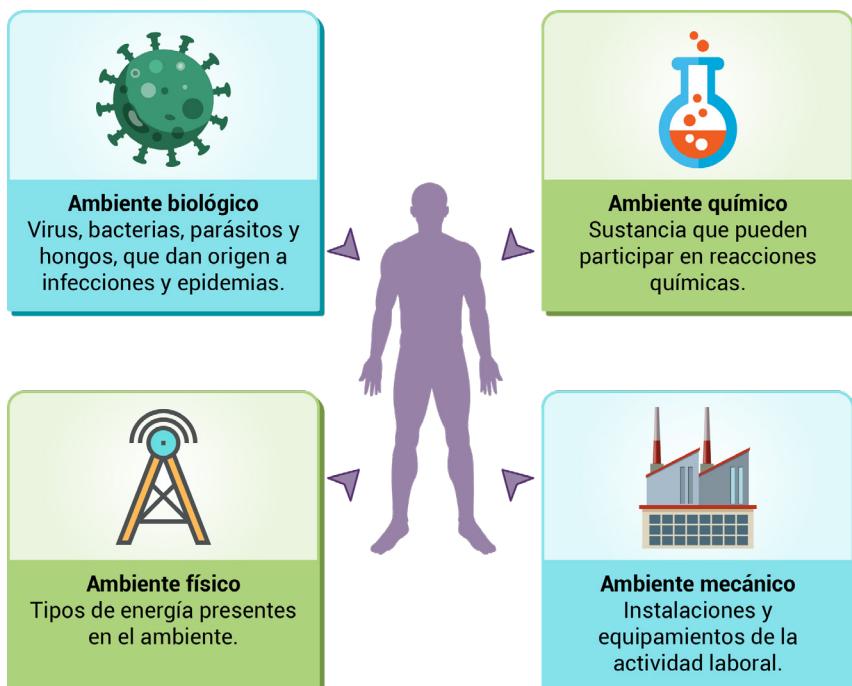
Ambientes que forman parte de un escenario laboral



El ambiente de trabajo orgánico, contempla a su vez los de tipo mecánico, físico, químico y biológico (Menéndez Díez et al., 2009); y se los conceptualiza a través de la figura 2.

**Figura 2.**

Ambientes relacionados con el contexto laboral de tipo orgánico



En adelante nos centramos de forma específica en el estudio del ambiente de trabajo de tipo químico, en el cual los trabajadores están en contacto con sustancias químicas. Algunas sustancias son de uso normal como, por ejemplo: productos de limpieza o fumigación, colas, pinturas, disolventes y tintas. En otras circunstancias se encuentran sustancias en forma de humos, vapores, residuos o líquidos residuales, e incluso como componentes o contaminantes de los bienes fabricados (ISTAS, 2018).

En virtud de estos antecedentes, ahora sí parece más claro el poder identificar los diversos puestos de trabajo que están expuestos a un riesgo químico en una organización. Por lo que conviene en este momento ya relacionarnos de forma más clara con su definición e implicaciones.

## 1.1. Riesgo químico

El riesgo químico proviene de factores relacionados con las condiciones de uso, transporte, almacenamiento y desecho de productos químicos. Para ello es necesario recalcar que la peligrosidad que puede generar un producto químico radica principalmente en sus propiedades físico-químicas y su reactividad.

Además, hay otros factores asociados con el funcionamiento de las instalaciones o equipos, como aquellos que contribuyen a la causalidad del riesgo químico. En este sentido, también influye el factor humano, la forma en la que actúa el trabajador durante el manejo de los productos químicos, que es una de las causas de riesgo químico. Sumados a la falta de información de la peligrosidad de un producto, así como la falta de formación para adoptar procedimientos de trabajo seguros. (Lugo Muñoz, 2015)

Toda sustancia de origen orgánico e inorgánico, tanto en estado natural como sintético, puede causar daño a la salud de las personas en contacto con ellas. Es probable que durante la fabricación, manipulación, transporte, almacenamiento y uso se pueda incorporar al ambiente en diferentes formas y causar efectos nocivos (Henao, 2012).

A continuación, se realiza una breve introducción a la reactividad química para entender las formas en las que puede generar un efecto nocivo a la salud y seguridad del trabajador.

## 1.2. Reactividad química

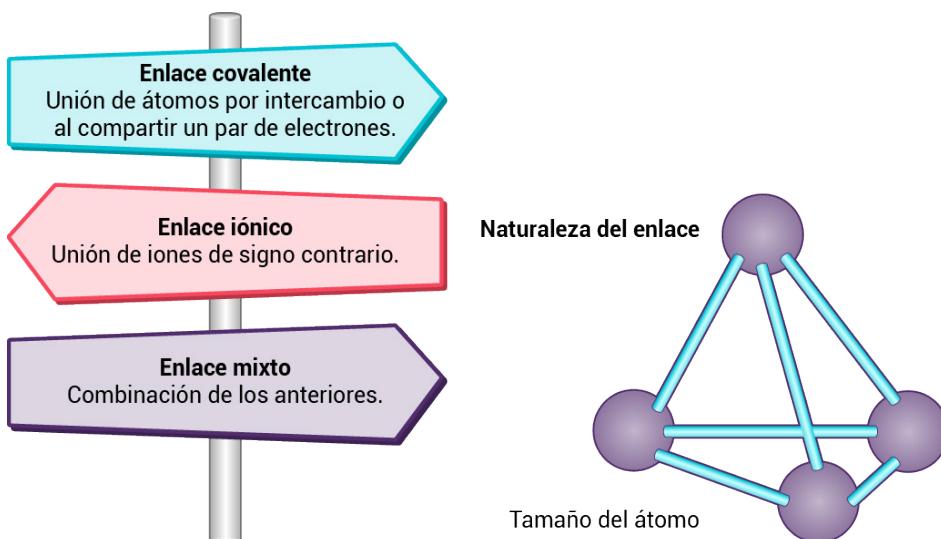
Considerando la diversidad de productos químicos y su uso en varios ámbitos de la industria, se ha de diferenciar una sustancia química como un elemento en estado natural o como resultado de un proceso productivo, mientras que un preparado químico es una mezcla de sustancias diferentes.

Realizaremos una pequeña revisión de algunos conceptos involucrados en la reactividad que presenta una sustancia química.

**Reacción química:** es aquel fenómeno de la rotura de enlaces, bien sea de átomos o iones, y posterior formación de una nueva especie química. Los factores que pueden provocar que una reacción química se vea favorecida o inhibida, se consideran sobre varios aspectos (ITACA, 2006) que se denotan en la figura 3.

**Figura 3.**

*Factores que definen la estabilidad de un compuesto químico*



Los factores que definen la estabilidad de un compuesto químico se detallan a continuación, para lo cual le invito a participar de la siguiente actividad interactiva (ITACA, 2006).

[Factores que definen la estabilidad de un compuesto químico.](#)

### 1.3. Comportamiento de los productos químicos

Según hemos podido estudiar hasta el momento, los reactivos químicos presentan diversos comportamientos según sea su estabilidad y reactividad. Sin embargo, también influyen los factores relacionados con su uso y manejo en los entornos laborales. Por tanto, no únicamente la peligrosidad es inherente a una sustancia, sino también su manipulación y almacenamiento. Es necesario para conocimiento general mencionar algunos comportamientos de las sustancias químicas dependiendo de su interacción con otras (Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPV, 2012), tal como lo detalla la figura 4.

**Figura 4.**

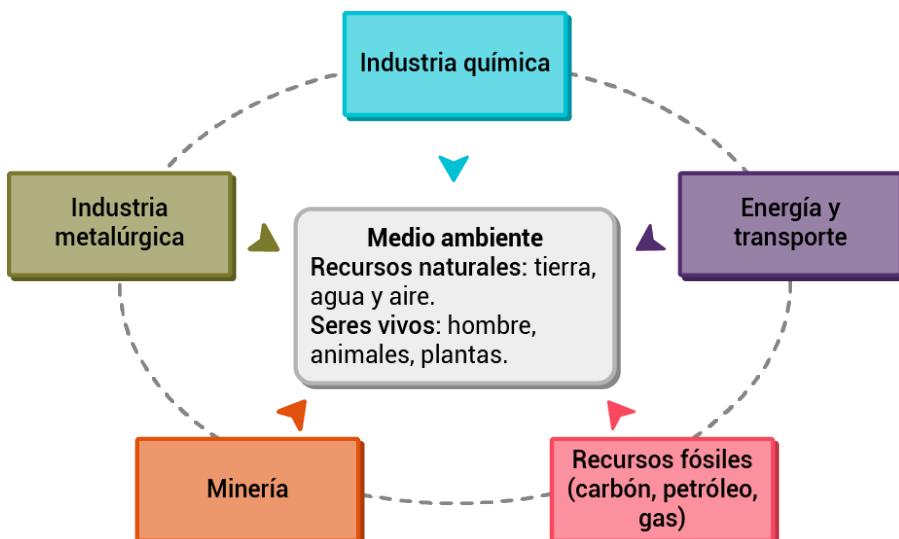
*Comportamientos probables de la interacción entre sustancias químicas*



## 1.4. Origen de la contaminación química

Por lo general las sustancias de tipo químico son el resultado de una actividad económica. Muchos sectores son responsables de la liberación de contaminantes de tipo químico (SALTRA, 2008) según se puede observar en la figura 5. Es así como, si se hace un análisis, de una u otra forma, las especies químicas presentes en la naturaleza llegan a constituirse en contaminantes, unos con mayor o menor grado de peligrosidad. Por ejemplo, en este sentido se hará referencia a dos actividades: por una parte; la agricultura, que si bien no implica como tal un proceso industrial, los insumos tales como fertilizantes, pesticidas y herbicidas, traen consigo la contaminación del agua y del suelo promoviendo la eutrofización. Otro ejemplo, en cambio, que sí hace referencia a una actividad industrial, es la minería en que se producen residuos lixiviados (líquidos y sólidos) que, por sus contenidos en metales pesados y otros materiales contaminantes, se constituyen en un riesgo para el suelo y el agua. A nivel industrial, los productos finales, intermedios o residuos, se constituyen en fuentes de contaminantes químicos.

**Figura 5.**  
*Origen de la contaminación química*



¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito el estudio de los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 1, previstos para la semana 1. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 1, le invito a trabajar en la actividad recomendada, que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

### ¿De qué trata la actividad?

Para esta sección, en la que hemos visto una introducción a la prevención de riesgos químicos, le propongo realizar un caso de estudio, para lo cual, pido de favor reproducir el video titulado [Peligro: Químicos: Introducción](#). Una vez concluida esta actividad, le pido analicemos las diversas causas que conllevan a la existencia de riesgo químico en este caso.

Parece claro, ahora sí, que efectivamente la existencia del riesgo químico se debe a ciertos factores específicos. Le invito a que usted identifique estos factores que han producido la ocurrencia del accidente. Es así como podemos evidenciar que:

1. No existe señalética, no funcionan correctamente las instalaciones y no hay una adecuada ventilación.
2. Se encuentra desorden, pudiendo causar caídas y golpes que pueden provocar reacciones violentas.
3. Hay claras indicaciones en las etiquetas de los productos; sin embargo, el operario no conoce su significado.
4. El operario usa fuego cuando hay riesgo de explosión. Además, los productos químicos permanecen junto a otros artefactos ajenos a la naturaleza química.

Nota: conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.

Le invito a comprobar lo aprendido, participando en la siguiente autoevaluación.



## Autoevaluación 1

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) El riesgo químico involucra el uso, transporte, almacenamiento y el desecho de sustancias químicas.
2. ( ) La falta de información sobre la peligrosidad de una sustancia es una causa del riesgo químico.
3. ( ) Una sustancia química proviene del resultado de una mezcla de diversas sustancias químicas.
4. ( ) Los requerimientos de energía son mayores y la reacción ocurre más lento por la presencia de un catalizador.
5. ( ) La temperatura es un factor determinante para enlentecer una reacción.
6. ( ) La energía de activación es la mínima necesaria para la reacción.

**Seleccione la opción correcta para los siguientes enunciados:**

7. La concentración como un factor que determina la estabilidad de un compuesto químico, se caracteriza por:
  - a. A mayor concentración puede reaccionar de forma más favorable.
  - b. Aumenta la temperatura de una reacción.
  - c. Incrementa el contenido de oxígeno de una reacción.
8. El contenido de oxígeno como factor que determina la estabilidad de un compuesto químico, se caracteriza por:
  - a. Aumento de energía para romper enlace.
  - b. Acelerar la reacción.
  - c. Sufrir una combustión completa o parcial.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

9. Las reacciones químicas peligrosas se suscitan debido a:
- a. Reacción violenta con el agua.
  - b. Incompatibilidad entre sustancias.
  - c. Alta de la energía de activación.
10. Las reacciones químicas peligrosas se suscitan debido a:
- a. Reacciones de polimerización.
  - b. Reacciones peligrosas con ácidos.
  - c. Incompatibilidad entre sustancias.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 2

---

Bienvenido a la segunda semana de clases en la que estudiaremos el tema relacionado con la clasificación de los contaminantes químicos; con ello es posible asociar las características que poseen y los posibles riesgos que estos representan para la seguridad y la salud ocupacional. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema que le permitirá comprender, en su quehacer laboral, sobre las características que poseen y los posibles riesgos que estos representan para la seguridad y la salud ocupacional. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

### **Unidad 2. Clasificación de los contaminantes químicos**

---

Las sustancias químicas pueden clasificarse según varios criterios, sin embargo, en principio, de forma más general se lo hará en función de:

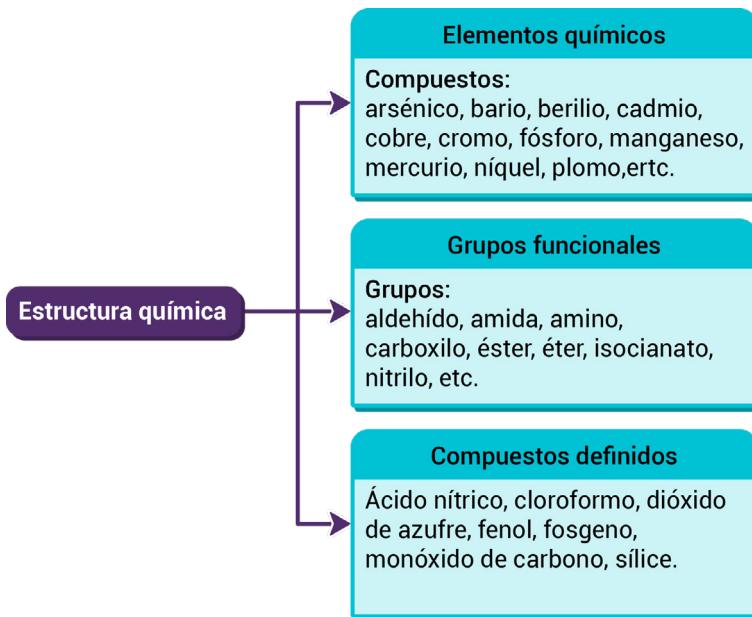
1. Estructura química.
2. Propiedades físicas.

#### **2.1. Clasificación según la estructura química**

La estructura química define la toxicidad de una sustancia en vista de la presencia de un elemento o grupo funcional específico. De este modo, las sustancias químicas se pueden clasificar según su estructura química (ITACA, 2006), según lo denota la figura 6.

**Figura 6.**

*Clasificación de sustancias químicas contaminantes según la estructura química*



## 2.2. Clasificación según las propiedades físicas

Las propiedades físicas de las sustancias químicas en condiciones normales permiten predecir las vías y mecanismos de penetración en el organismo (SALTRA, 2008). Siendo así, se puede clasificar según se describe en el siguiente recurso interactivo, el cual le invito a revisar detenidamente.

[Clasificación de sustancias químicas contaminantes según las propiedades físicas](#)

## 2.3. Identificación de la fuente de contaminación por agentes químicos

Tras conocer las formas que poseen diferentes productos químicos, notamos que podemos encontrarlas como parte de muchos de los productos que empleamos de forma cotidiana, inclusive algunos que no necesariamente se corresponden a un ambiente laboral. Por ende, en

actividades involucradas dentro del entorno operacional de una industria relacionada con la transformación de productos para la obtención de productos de valor agregado, se hace necesario identificar y conocer a profundidad los aspectos que pueden generar un riesgo químico (SALTRA, 2008) y que se detallan en la figura 7, ya que en ellos puede encontrarse un foco contaminante.

### Figura 7.

*Factores que pueden dar lugar a la presencia de un riesgo químico en el ambiente laboral*

- 1 **Materias primas utilizadas en un proceso:** con fichas de seguridad provistas por el fabricante.
- 2 **Productos intermedios e insumos del proceso:** catalizadores, aditivos, etc.
- 3 **Productos finales:** fichas técnicas para el consumidor y buen manejo al interior de la empresa.
- 4 **Posibilidades de reacción e interacción identificados:**
  - Materias primas, productos intermedios y productos finales.
  - Propiedades físicas, químicas y reactividad.
  - Almacenamiento y manipulación normados.
- 5 **Instalaciones seguras:**
  - Almacenamiento, procesamiento y manejo de los materiales.
  - Mantenimiento continuo de instalaciones.
- 6 **Productos de limpieza:**
  - Uso indebido puede causar problemas de salud.
  - Manipulación y uso de elementos de protección.

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 2, previstos para la semana 2. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 2, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

### ¿De qué trata la actividad?

Para esta sección, en la que hemos visto la clasificación de las sustancias químicas de acuerdo a sus propiedades físicas, le propongo realizar un caso de estudio, para lo cual pido, de favor, leer el trabajo titulado: [Las sustancias químicas en México. Perspectivas para un manejo adecuado.](#) Una vez concluida esta actividad, le pido analicemos el cuadro IV de la página 729, en el que constan ejemplos de sustancias y los *límites máximos de concentración*.

Nota: conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

Parece claro que, según vimos de forma teórica, las sustancias químicas no corresponden *únicamente al ámbito laboral de la industria*, de hecho, algunas se encuentran formando parte de nuestra vida cotidiana en productos que diariamente consumimos. Por lo cual, le invito a hacer una asociación de estas sustancias según sus formas físicas: gases, vapores, líquidos (nieblas, aerosoles), sólidos (polvos, fibras y humos), y así practicar sobre lo aprendido en la asignatura. ¡Adelante, por favor!

### [Asociación de formas físicas de contaminantes químicos.](#)

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 2

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) Las vías de ingreso al organismo de una sustancia química son predecibles a partir de sus propiedades físicas.
2. ( ) El plomo puede considerarse como un elemento de peligrosidad.
3. ( ) Los gases y vapores pueden considerarse como agregados moleculares.
4. ( ) Los polvos, fibras y humos se encuentran en estado líquido.
5. ( ) Las formas moleculares convencionalmente ingresan al organismo vía inhalatoria.
6. ( ) Las sustancias líquidas convencionalmente ingresan al organismo vía inhalatoria.

**Seleccione la opción correcta para los siguientes enunciados:**

7. El mercurio corresponde a una clasificación de sustancias química, según:
  - a. Grupos funcionales.
  - b. Elementos químicos.
  - c. Compuestos definidos.
8. Los humos corresponden a la clasificación de sustancias químicas, acorde:
  - a. Líquidos.
  - b. Sólidos.
  - c. Gases.

9. La contaminación a causa de disolventes orgánicos que se encuentran en pinturas y productos de limpieza, corresponden a la forma de:
- a. Gases.
  - b. Vapores.
  - c. Sólidos.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

10. Al identificar las fuentes de contaminación a causa de agentes químicos, se puede recurrir al análisis de:
- a. Posibilidades de reacción.
  - b. Instalaciones.
  - c. Recursos naturales.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 3

---

Bienvenido a la tercera semana de clases en la que estudiaremos el tema relacionado con las vías de ingreso de contaminantes químicos al organismo del trabajador expuesto. Entre ellas distinguiremos las vías respiratoria, dérmica, digestiva, y otras. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema que le permitirá, en su quehacer laboral, comprender sobre los diferentes factores que influyen para que estos supongan un riesgo a la salud del trabajador en mayor y menor grado. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

### **Unidad 3. Vías de ingreso de contaminantes químicos al organismo**

---

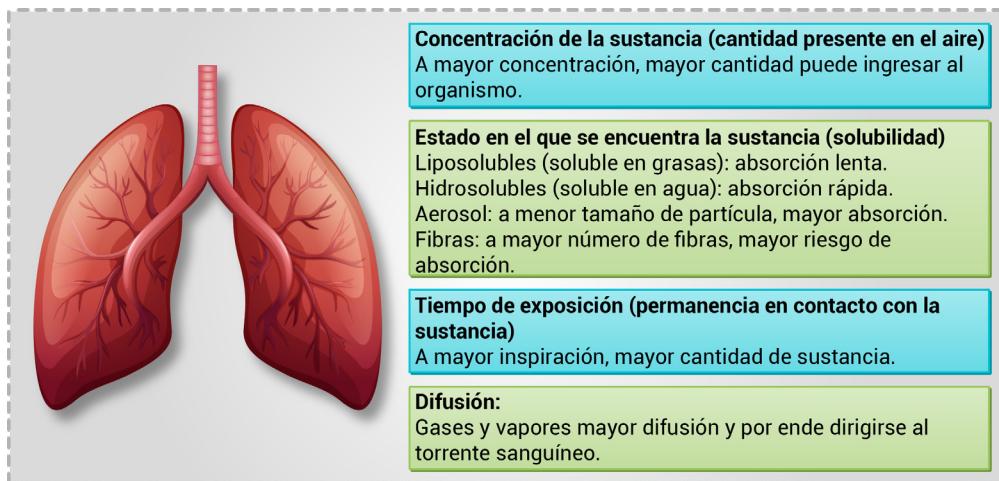
Los aspectos hasta ahora estudiados nos permiten conocer que las sustancias químicas poseen características que las hacen más o menos riesgosas para un trabajador expuesto a un ambiente laboral. Es necesario en este momento realizar una revisión de las diferentes formas en las que las sustancias contaminantes pueden ingresar en el organismo. A continuación se describirá la forma en que diferentes zonas de nuestro organismo pueden entrar en contacto con sustancias tóxicas provenientes o existentes en un medio contaminado. (SALTRA, 2008)

#### **3.1. Vía respiratoria**

Es la vía de ingreso de contaminantes más frecuente en el ambiente laboral. El sistema respiratorio incluye: nariz, boca, laringe, bronquios y alvéolos pulmonares. La respiración como función vital da lugar a la posibilidad de aspirar aire mezclado con: gases, vapores, polvos, nieblas, etc. (ATEXGA, 2017). Por lo tanto, el tamaño y las propiedades químicas de las sustancias químicas influyen directamente para que puedan ingresar por inhalación. Si se trata de partículas pequeñas pueden llegar hasta los alvéolos o pasar a la corriente sanguínea (Càtedra "Fundación "MAPFRE," 2008). Las consecuencias de la entrada de sustancias químicas tóxicas en el organismo por esta vía, están sujetas a ciertos factores (INSST, 2015) como los descritos en la figura 8.

**Figura 8.**

*Factores que influyen en el ingreso de sustancias químicas en el organismo*

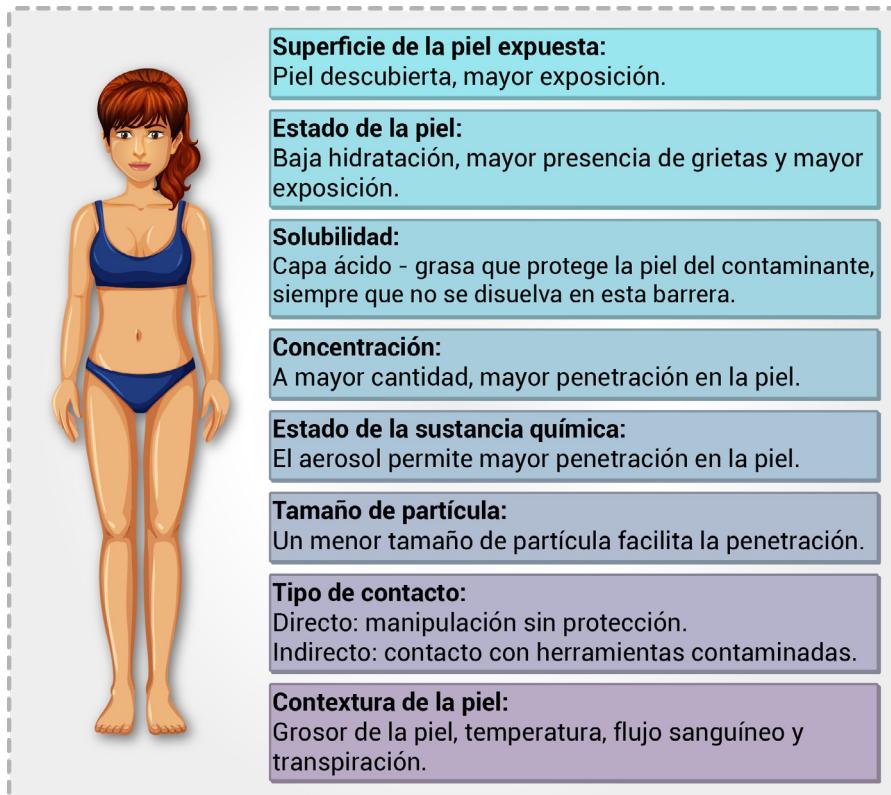


### 3.2. Vía dérmica

La vía dérmica es la segunda vía de entrada de contaminantes químicos al organismo. El ingreso puede ser directo o a través de sustancias intermedias en contacto con la piel, ya que no toda sustancia puede atravesar la piel. Ciertas sustancias químicas pueden atravesar la piel en mayor o menor grado, sin embargo, solo algunas pueden provocar alteración. Incluso ciertas sustancias se dirigen hacia el torrente sanguíneo; mientras otras pueden producir daño incluso sin ingresar al organismo al provocar reacciones alérgicas. Diversos factores (INSST, 2015) como los que se citan en la figura 9 determinan la afectación por esta vía.

**Figura 9.**

*Factores influyen en la afectación de la piel por contaminación química*

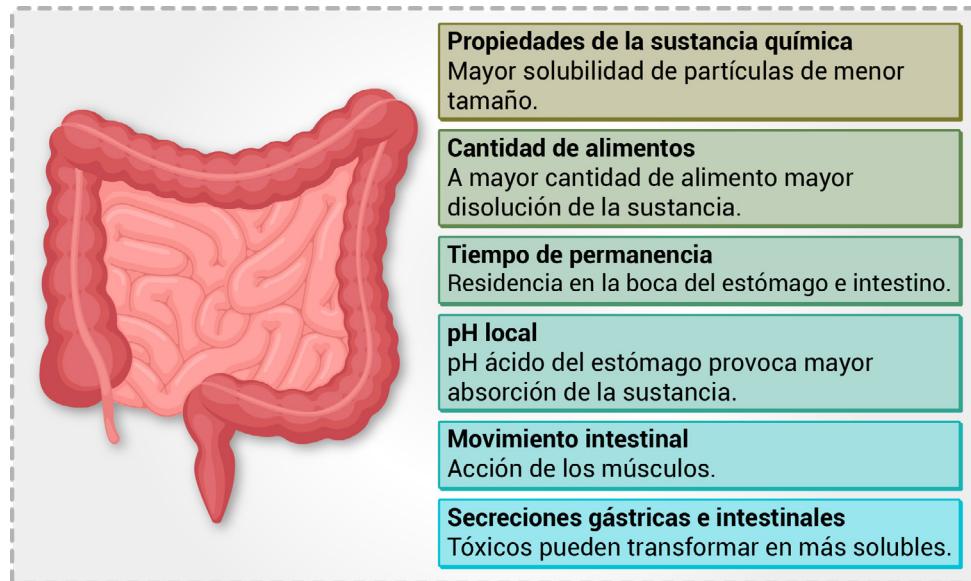


### 3.3. Vía digestiva

Es la tercera vía de ingreso de menor frecuencia por la ingesta accidental de alimentos y bebidas contaminadas, o partículas procedentes del tracto respiratorio al comer, fumar y beber; ya sea o no en el puesto de trabajo (SRT, 2016). El sistema digestivo comprende: boca, esófago, estómago e intestino (grueso y delgado), que es el encargado de digerir y absorber los alimentos. La absorción de sustancias tóxicas tiene lugar en la sangre y se distribuye a todo el cuerpo pudiendo dirigirse hacia un órgano o tejido, o dar lugar a un nuevo compuesto (biotransformación). La velocidad de absorción del agente depende de diferentes factores (INSST, 2015), según lo denota la figura 10.

**Figura 10.**

*Factores de los que depende la velocidad de absorción de un agente químico*

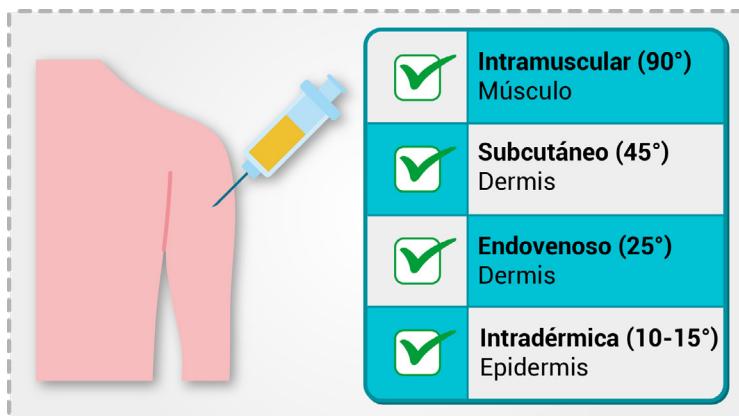


### 3.4. Vía parenteral

El ingreso de una sustancia química por vía parenteral tiene lugar en contacto directo con el torrente sanguíneo. Este tipo de contaminación tiene lugar mediante una lesión traumática, generalmente a través de una herida abierta, inyección o por punción. Es una de las vías de entrada más graves por la rápida acción tóxica que desarrolla el contaminante en el torrente sanguíneo. Se clasifica por la profundidad de la piel que puede alcanzar la vía parenteral (Farreras, 2020), según se señala en la figura 11.

**Figura 11.**

*Profundidad de la piel que puede alcanzar una sustancia por vía parenteral*

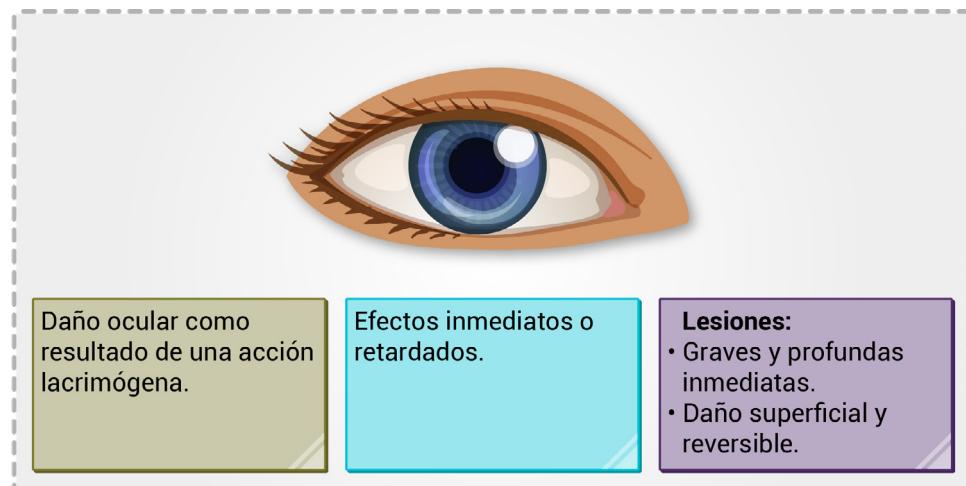


### 3.5. Vía mucosa

La mucosa conjuntiva del ojo es una vía de entrada de contaminantes poco importante a nivel de la higiene laboral. Existen graves daños provocados por agentes químicos presentes en aerosoles, al frotarse los ojos con manos sucias (OPS, 1999), o tras el contacto con superficies contaminadas, dando lugar a efectos como los que se señalan en la figura 12.

**Figura 12.**

*Efectos del ingreso de contaminantes químicos vía exposición ocular*



¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 3, previstos para la semana 3. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 3, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

### ¿De qué trata la actividad?

Para esta sección, en la que hemos visto las vías de ingreso de sustancias tóxicas al organismo, le propongo realizar un caso de estudio, para lo cual pido de favor reproducir el video titulado: [Napo en peligro: Químicos](#). Una vez concluida esta actividad, le pido analicemos el caso; es claro que los componentes del aerosol que se usa para pintar son tóxicos. Responda a las siguientes inquietudes:

### ¿Cuáles serían las principales vías de ingreso del contaminante?

Es claro que se debe a la exposición de las vías respiratorias, puesto que la persona que pinta no cumple con precauciones mínimas de protección de la vía de entrada que es la nariz. Sin embargo, también se encuentra expuesto de menor forma la vía ocular, que también puede traer consigo consecuencias a nivel organizacional.

### ¿Cuáles serían estas normas mínimas de seguridad?

El principal inconveniente es la infraestructura por la falta de ventilación del sitio, ante lo cual, a nivel organizacional, la importancia de dotar de espacios ventilados y la provisión de elementos de protección personal.

*Nota:* conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

Como usted podrá ver, no es una actividad laboral de producción a nivel industrial, sin embargo, en ocasiones, incluso en nuestro hogar se tiene el contacto con químicos. Por lo que, como usted verá, es un tema de conocimiento general; y más aún, usted como profesional de la rama requiere reconocer actividades convencionales y no convencionales que se ven inmersas en el contacto con químicos.

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. Posteriormente, al finalizar esta actividad, contrasté sus respuestas con las del solucionario y así podrá evidenciar sus aciertos y desaciertos. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 3

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) La vía de ingreso más frecuente en el ambiente laboral es el sistema respiratorio.
2. ( ) Si la concentración de una sustancia es mayor implica que la cantidad que ingresa es también mayor.
3. ( ) Cuando una sustancia es hidrosoluble su absorción es lenta.
4. ( ) Los sólidos y líquidos pueden difundirse en el torrente sanguíneo de forma rápida.
5. ( ) Toda sustancia con la que se tiene contacto ingresa a la piel.
6. ( ) La piel descubierta permite una mayor exposición con el contaminante.
7. ( ) El tipo de contacto indirecto es el que se produce cuando se manipula una herramienta contaminada.
8. ( ) El pH ácido del estómago provoca mayor absorción de la sustancia tóxica.
9. ( ) El ingreso de una sustancia química vía parenteral conlleva, por lo general, a una acción tóxica rápida.

**Seleccionar la opción correcta:**

10. Una de las formas en las que un tóxico ingresa a la vía ocular es por frotarse los ojos con manos contaminadas.
- a. Contacto directo con el contaminante.
  - b. Frotarse los ojos con las manos contaminadas.
  - c. Ninguna de las anteriores.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 4

---

Bienvenido a la cuarta semana de clases en la que estudiaremos el tema relacionado con las sustancias químicas catalogadas como peligrosas, de forma que veremos cuáles son las clases de este tipo de compuestos químicos. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema que le permitirá, en su quehacer laboral, comprender sobre las clases de sustancias peligrosas y relacionar con los potenciales efectos que pueden tener sobre la salud del trabajador o del medio ambiente. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

### Unidad 4. Sustancias químicas peligrosas

---

#### 4.1. Clasificación de las sustancias químicas peligrosas

Una sustancia química peligrosa es aquel producto identificado como peligroso y que puede causar daño a la salud de las personas o al medio ambiente. Como se ha indicado antes, la exposición de un trabajador a sustancias químicas supone un riesgo para la salud por los efectos perjudiciales que provocan durante una actividad ocupacional. Generalmente, un contaminante se encuentra presente en el medio laboral, por lo que su exposición está determinada por la concentración y el tiempo de contacto. Es importante el conocimiento de las propiedades de tipo peligrosas de forma individual y más aún cuando se trata de mezclas de varios químicos. Es necesario contar en los puestos de trabajo con información clara y precisa sobre los riesgos asociados al uso, manipulación, almacenamiento y transporte de estas sustancias.

Al considerar el efecto tóxico de la sustancia química se clasifican en diversas categorías (Secretaría de salud laboral y medio ambiente de UGT, Madrid, 2008), por ello le invito a revisar el siguiente recurso que resume la clasificación según el efecto tóxico de una sustancia química. (ITACA, 2006)

#### [Clasificación según el efecto tóxico de una sustancia química](#)

Le invito a revisar la normativa nacional respecto a [Productos químicos industriales peligrosos. Etiquetado de precaución. Requisitos](#).

## **Explosivos**

Sustancia que libera gas, vapor o calor de forma instantánea y exotérmica, incluso en ausencia del oxígeno del aire. El efecto de un choque repentino, presión o temperatura provocan la expansión violenta de gases y se generan detonaciones, deflagraciones o explosiones. Se distinguen dos tipos de explosión:

*Deflagración:* es una inflamación que se origina en un punto y se extiende fácilmente a toda la masa de la mezcla, con la capacidad de producir una onda de gran velocidad y efecto sonoro.

*Detonación:* es la inflamación de toda la masa de una sustancia a la vez. Se produce un efecto sonoro, mil veces superior a la deflagración y los efectos destructivos son superiores.

Generalmente, gases y vapores tienen la capacidad de deflagrar y, en determinadas condiciones, de detonar. Ambos son altamente destructivos. Los tiempos de propagación del frente de onda de ambos tipos de explosión se miden en milisegundos y microsegundos, respectivamente.

## **Comburentes**

Sustancias oxidantes que, en condiciones de temperatura y presión concretas, al mezclarse con un combustible, da lugar a una combustión, que es una reacción fuertemente exotérmica.

## **Inflamables**

Sustancias químicas con facilidad para arder con un pequeño aporte de calor y cuya clasificación se describe en la figura 13. Estas sustancias tienen un punto de inflamación bajo (inflamables). Las sustancias que en contacto con el aire y sin aporte de energía pueden calentarse e inflamarse (fácilmente inflamables). En otros casos estas sustancias pueden inflamarse directamente en contacto con el aire, a presión y temperatura ambiente (extremadamente inflamables). (ITACA, 2006)

**Figura 13.**

*Clasificación de las sustancias inflamables*



*Punto de inflamación:* temperatura mínima en condiciones normales de presión en que se genera el vapor necesario para que se produzca una inflamación ante una fuente de activación externa.

*Límite inferior de inflamabilidad:* concentración mínima de vapores o gases en el aire que hacen que se inflame.

*Límite superior de inflamabilidad:* concentración máxima de un gas o vapor en el aire que hacen posible que se inflame.

*Punto de ebullición:* temperatura a la que la sustancia química hiere y genera vapor.

## Tóxicos

Pueden ocasionar una pérdida de salud a una persona expuesta a su acción contaminante. Estas sustancias acceden al organismo por inhalación, ingestión o penetración cutánea y pueden provocar la muerte o efectos graves agudos o crónicos para la salud. Se clasifican en: muy tóxicos y tóxicos (ITACA, 2006), según la composición que se detalla para cada vía de entrada. (Tabla 1)

**Tabla 1.***Categorización de las sustancias tóxicas conforme el DL-50 por diversas vías*

| Categoría   | DL-50 oral mg/kg | DL-50 cutánea mg/kg | CL-50 inhalación mg/kg |
|-------------|------------------|---------------------|------------------------|
| Muy tóxicas | <25              | <50                 | <0.5                   |
| Tóxicas     | 25-200           | 50-400              | 0.5-2                  |

*Nota.* ITACA, 2006.

*DL-50:* dosis letal en ratas por vía oral o vía cutánea, cantidad que suministrada a una muestra de ratas le ocasiona la muerte al 50%.

*CL-50:* concentración letal de exposición vía respiratoria durante 4 horas de estudio.

### Nocivos

Sustancias químicas riesgosas para la salud pudiendo provocar la muerte o efectos agudos o crónicos para la salud. Pueden afectar la salud de las personas mediante inhalación, ingestión o penetración cutánea, según los valores reportados en la tabla 2.

**Tabla 2.***Valores de DL-50 por diversas vías de las sustancias nocivas*

| Categoría | DL-50 oral mg/kg | DL-50 cutánea mg/kg | CL-50 inhalación mg/kg |
|-----------|------------------|---------------------|------------------------|
| Nocivas   | 200              | <50                 | <0.5                   |

*Nota.* ITACA, 2006.

### Corrosivos

Sustancia que ingresa al organismo vía respiratoria, oral y/o dérmica, provocando daño irreversible de tejidos. Los ácidos y los álcalis en contacto con la piel en un tiempo muy corto pueden provocar quemaduras.

### Irritantes

Sustancia que provoca irritación o inflamación de los tejidos mediante inhalación, contacto o ingestión, aunque no se consideren tóxicas. La acción irritante de los álcalis y sus sales (hidróxidos de sodio, hidróxido

de potasio) se genera a través de la absorción del agua de la dermis y la acción destructora de los tejidos.

## Sensibilizantes

Sustancias que afectan a tejidos u órganos, provocan reacción alérgica tras su ingreso, vía respiratoria, digestiva o por contacto. (ITACA, 2006)

|   |   |
|---|---|
| <b>Sensibilizantes por inhalación Xn:</b> | reacción con frecuencia superior a la normal.                           |
| <b>Sensibilizantes de la piel XI:</b>     | reacción en contacto con la piel a un número significativo de personas. |

## Carcinogénicos

Sustancias que pueden producir cáncer o aumentan su frecuencia cuando ingresa al organismo por inhalación, ingestión o por contacto.

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Carcinogénico (I) T:</b>    | evidencia suficiente como factor que provoca cáncer en el ser humano.            |
| <b>Carcinogénico (II) T:</b>   | no existe suficiente evidencia para suponer que provoca cáncer en el ser humano. |
| <b>Carcinogénico (III) Xn:</b> | no existen evidencia suficiente pero presenta signos preocupantes.               |

## Mutagénicos

Estas sustancias pueden producir mutaciones cromosómicas y variaciones en el material genético. Afectan de forma permanente el ADN de las células y es transmisible a la descendencia. Estas sustancias ingresan al organismo mediante la piel, la respiración o por la boca.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Mutagénico (I) T:</b>    | sustancia que posee evidencia como factor mutagénico para el ser humano. |
| <b>Mutagénico (II) T</b>    | sustancia que es considerada como factor mutagénico.                     |
| <b>Mutagénico (III) Xn:</b> | sustancia con posible acción mutagénica y cuyos signos son preocupantes. |

## Tóxicos para la reproducción

Sustancias pueden modificar la función reproductiva de ambos géneros. Los efectos que pueden producirse son diversos: abortos, afectaciones al feto, alterar la capacidad de lactancia, etc.

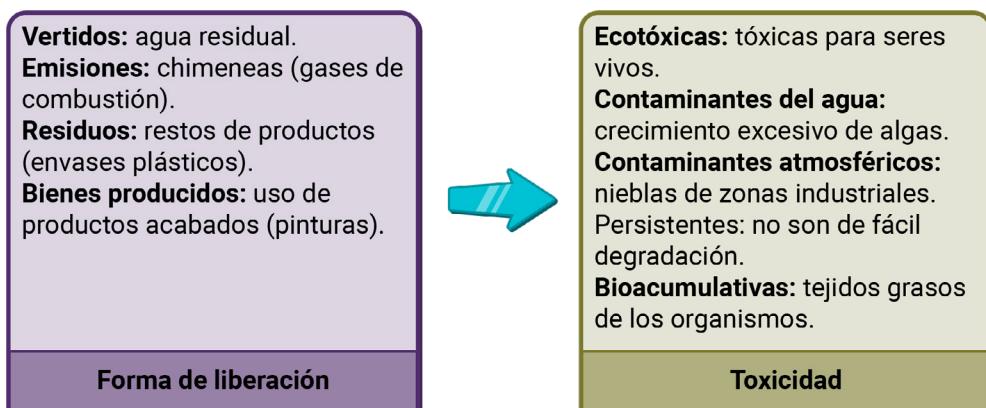
|  |  |
|--|--|
| <i>Tóxico para la reproducción (I) T:</i>    | perjudica la fertilidad o toxicidad en el desarrollo del ser humano.   |
| <i>Tóxico para la reproducción (II) T:</i>   | perjudicial para la fertilidad o toxicidad en el desarrollo del ser humano.  |
| <i>Tóxico para la reproducción (III) Xn:</i> | sin información, pero presenta signos preocupantes de acción mutagénica o toxicidad en el desarrollo del ser humano. |

## Peligrosos para el medio ambiente

Sustancias que además de ser un riesgo para la salud de los trabajadores, representan un problema de contaminación al medio ambiente y un riesgo para la salud de toda la población. Su efecto se agrava cuando se elimina sin control y sin tratar al medio ambiente, ya sea acuático o no. Estas sustancias pueden resultar totalmente tóxicas para la flora, fauna, el suelo y sus microorganismos, la capa de ozono, el aire, etc. Algunos mecanismos de liberación empleados y la toxicidad asociada (ISTAS, 2016) se detallan en la figura 14.

**Figura 14.**

*Forma de liberación de residuos y toxicidad asociada*



## Otro tipo de peligrosidad

Las sustancias químicas presentan cierta peligrosidad debido a su reacción con otras sustancias, en especial aquellas sustancias que reaccionan violentamente, desprenden calor o vapores tóxicos con efecto explosivo.

## 4.2. Exposición a un agente químico y efectos tóxicos

La exposición a un agente químico en la zona de labores de un trabajador hace posible un contacto con él. Como consecuencia de esta exposición, una determinada cantidad de esta sustancia podría ingresar al organismo y generar un riesgo higiénico produciendo un efecto adverso para la salud a corto, mediano y largo plazo.

En este sentido es pertinente emplear el término dosis, considerando dos connotaciones:

*Dosis absorbida o interna:* es la cantidad de tóxico que se incorpora en el individuo.

*Dosis local:* es la cantidad de tóxico que se encuentra en un órgano del cuerpo y de la que dependen los efectos tóxicos en dicha zona.

Se consideran los efectos en la salud y la cantidad de sustancia contaminante presentes en el entorno laboral, sin embargo, las sustancias químicas pueden provocar varios efectos. En un primer grupo se clasifican aquellas que mayor daño provocan a mayor cantidad del contaminante (ITACA, 2006), como lo representa la figura 15.

**Figura 15.**

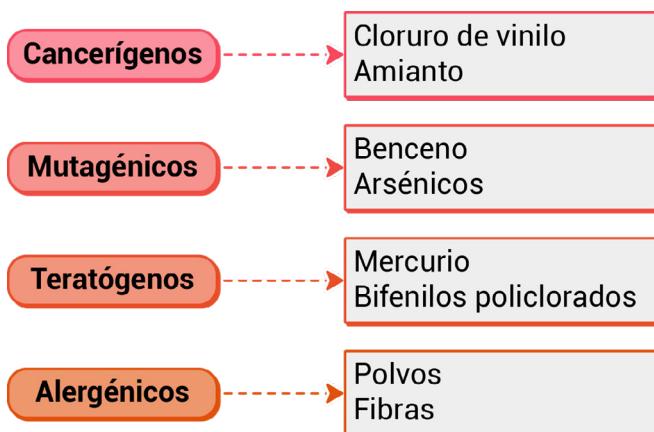
Grupo de contaminantes que causan un mayor daño a mayor exposición



En un segundo escenario consta el grupo de contaminantes cuyos datos no son claros sobre los efectos que produce sobre la salud (ITACA, 2006), según constan en la figura 16.

**Figura 16.**

*Grupo de contaminantes cuyo efecto sobre la salud no es claro*



#### 4.3. Efectos combinados de los contaminantes químicos

El efecto tóxico que una sustancia puede tener en el organismo, no depende únicamente de la cantidad absorbida, sino de la intensidad y la duración de la exposición. Un trabajador puede sufrir una exposición simultánea a varias sustancias y por ello pueden tener lugar diferentes efectos que se combinan entre sí. Es así como dependiendo de estas combinaciones, se pueden clasificar, según los siguientes criterios. (ITACA, 2006) (Gianuzzi, 2018)

*Locales y generales:* efectos tóxicos locales aparecen en el lugar de contacto; mientras que los generales se manifiestan en otras zonas.

*Agudos y crónicos:* efectos tóxicos que se observan a corto plazo tras una exposición única; mientras que en el efecto crónico se observa a largo plazo tras la exposición continuada.

*Reversibles e irreversibles:* reversible cuando el efecto tóxico desaparece al no estar expuesto al tóxico; mientras que el irreversible es aquel que perdura a pesar de no estar expuesto.

*Acumulativos y no acumulativos:* los acumulativos se miden de forma conjunta en varias partes del organismo por su eliminación lenta; mientras que los no acumulativos se deben a una eliminación muy intensa.

*Estocásticos (cuantales) y no estocásticos (graduados):* en los estocásticos la probabilidad de ocurrencia depende de la dosis de tóxico (efectos cancerígenos); mientras que, los no estocásticos dependen directamente de la dosis de exposición al tóxico (efectos sistemáticos).

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 4, previstos para la semana 4. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 4, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

### ¿De qué trata la actividad?

Para esta sección, en la que hemos estudiado la clasificación de las sustancias químicas peligrosas, le propongo realizar un caso de estudio, para lo cual pido de favor reproducir el video titulado: [Napo en peligro: químicos peligrosos para el ambiente](#). Una vez concluida esta actividad, le pido analicemos el caso. Es claro, la sustancia que se intenta verter en el agua es peligrosa para el medio ambiente, por lo que sería importante tomar en cuenta los siguientes factores:

Primero, se debe reconocer que hay un pésimo procedimiento de gestión de residuos, puesto que quien ejecuta las labores de descarga no tiene formación, por ende, desconoce la información provista en la etiqueta del residuo.



Segundo, el desconocimiento es el principal causante de las malas prácticas de los residuos, pudiendo causar serios problemas al ambiente entre los que podemos ver, se trata de la afectación a la flora y a la fauna.

Tercero, el desconocimiento, por otra parte, trae consigo una exposición excesiva del trabajador; como podemos notar, no existe un equipamiento de protección para evitar el contacto de la piel y del sistema respiratorio con el residuo.

Cuarto, al final se toma una buena decisión a nivel organizacional al buscar un agente de gestión de residuos, quien puede encargarse debidamente de la disposición de este sin causar daño al ambiente.

*Nota:* conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 4

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) La deflagración es una inflamación originada en un punto que se extiende a toda la mezcla.
2. ( ) Los gases y vapores tienen la capacidad de deflagrar en toda condición.
3. ( ) Las sustancias comburentes requieren de un combustible para generar una combustión.
4. ( ) Las sustancias fácilmente inflamables se inflaman por contacto con el aire.
5. ( ) El límite superior de inflamabilidad es la concentración máxima de gases o vapores en el aire que permite la inflamación.
6. ( ) El DL-50 es la concentración letal de exposición vía respiratoria durante 4 horas de estudio.

**Seleccione la opción correcta para los siguientes enunciados:**

7. Las sustancias químicas que pueden conllevar a efectos agudos y crónicos para la salud, son:
  - a. Corrosivas.
  - b. Nocivas.
  - c. Irritantes.
8. Las sustancias químicas que pueden provocar inflamación a los tejidos, son:
  - a. Corrosivas.
  - b. Nocivas.
  - c. Irritantes.

9. La cantidad de tóxico que se encuentra incorporada en el individuo se conoce como:
- a. Dosis loca.
  - b. Dosis interna.
  - c. Dosis incorporada.
10. Los efectos tóxicos que se observan a corto plazo tras una exposición única, se definen como:
- a. Agudos.
  - b. Crónicos.
  - c. Locales.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 5

---

Bienvenido a la quinta semana de clases en la que estudiaremos el tema relacionado con la toxicología de las sustancias químicas, de forma más cercana con la toxicología industrial. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema que le permitirá, en su quehacer laboral, comprender sobre la toxicología y los temas relacionados con el espectro de la dosis tóxica. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

### Unidad 5. Toxicología

---

Hasta el momento, hemos conocido como diversas sustancias químicas presentes en un ambiente laboral, tienen la capacidad de, ante una exposición, generar ciertos efectos en la salud, que pueden ir desde un síntoma leve hasta la muerte.

Así, surge la importancia de estudiar la toxicología, como ciencia encargada de describir los mecanismos de acción de diferentes factores que pueden ser físicos y que conlleva a que las sustancias químicas produzcan cambios en la patología de los seres vivos. Esta ciencia identifica y cuantifica los efectos adversos asociados a esta exposición.

La toxicología se encarga del estudio de los mecanismos de toxicidad en el organismo, que no está presente únicamente en la industria química, sino también en la industria de alimentos, agricultura, plásticos, etc., para así intervenir con medicina diagnóstica. Por tanto, con esta base, se establece el criterio de las propiedades tóxicas de las sustancias químicas y es posible definir límites de exposición seguros que estén contemplados en rangos aceptables. La función principal de la toxicología, es poder realizar investigación, ejecución de ensayos y evaluación de riesgos para determinar el daño que se puede causar al organismo. (Lauwerys, 1994)

En el contexto del estudio de la prevención de riesgos químicos, por tanto, la toxicidad, es la característica que posee una sustancia química para producir un efecto nocivo o no deseado en el organismo. La ocurrencia del riesgo químico no está ligado directamente a la toxicidad que pueda tener una sustancia química, sino también a las condiciones en las que ocurre la exposición, tales como: posibilidad de entrar en contacto, concentración

que dependerá de las medidas de seguridad que se empleen. (Lauwerys, 1994)

## 5.1. Toxicología industrial

Con estos antecedentes, parece claro ya, que ahora nos vamos situando en la rama de la toxicología industrial como aquella referente de forma exclusiva a las sustancias químicas que están presentes en la industria, y que es aquella a la cual nos centraremos en adelante. Por lo cual, la definiremos como aquella en la que se estudia la identificación, análisis, mecanismo de acción, metabolismo e interacciones de las sustancias químicas industriales. Por otra parte, también se encarga del diagnóstico de las intoxicaciones, el tratamiento y la prevención de los efectos tóxicos que pueden generarse al contacto con estas sustancias. La finalidad de la toxicología industrial es el poder prevenir el desarrollo de lesiones, y por lo tanto, la importancia de poder distinguir las relaciones existentes entre la exposición y el riesgo a la salud que puede suponer estas sustancias químicas. (Lauwerys, 1994)

La exposición a una sustancia en un puesto de trabajo puede determinarse de forma cualitativa (cuestionario) así como también de forma cuantitativa como la concentración de un contaminante en el ambiente de trabajo (medición atmosférica). Es así que, como ya se ha dicho antes, la acción de un tóxico puede dar lugar a diferentes manifestaciones a nivel del organismo, desde las menos severas hasta las más severas.

Por ende, la evaluación del riesgo que represente una sustancia para la salud dependerá de los parámetros de exposición y del efecto tóxico de la sustancia en el organismo. Por ello, la evaluación de la eficacia de las medidas de prevención se realiza normalmente por tres métodos de vigilancia, según la figura 17, que, aunque no se aplican en conjunto, puede dar lugar al conocimiento sobre el metabolismo y mecanismo de acción de las sustancias químicas (Lauwerys, 1994) que se estudiarán ampliamente más adelante.

**Figura 17.**

*Métodos de vigilancia de la eficacia de las medidas de prevención*



## 5.2. Definiciones

Considerando que al entrar en el estudio de la toxicología industrial, conviene poder conocer y distinguir la diferente terminología que se empleará a efecto de estudio en adelante, se ha realizado un resumen de la terminología más relevante, ya que es esencial para establecer los criterios que se relacionan al efecto tóxico de una sustancia sobre los trabajadores en un ambiental laboral. (ATSDR, 2015) (Silbergeld, Holmberg, Hogberg, & Johanson, 2011). Razón por la cual le invito a participar de la siguiente actividad interactiva en la que se pretende reforzar sus conocimientos sobre las diferentes definiciones afines al tema de toxicología.

### Definiciones de toxicología

## 5.3. Espectro de dosis tóxica

Como bien se ha hecho referencia hasta este momento, un componente tóxico es aquella sustancia capaz de provocar un efecto adverso en el organismo. En definitiva, se ha visto como gran parte de las sustancias químicas hasta ahora estudiadas presentan riesgo de ocasionar lesiones o incluso efectos más graves como la muerte si existe una exposición considerable en tiempo y concentración. Incluso, las sustancias tóxicas de origen natural en pequeñas cantidades muestran dosis letales de muerte del 50% de animales tratados experimentalmente. Es así como otras sustancias como las que se muestran en la tabla 3, se constituyen en un potencial riesgo para la salud, algunos de ellos muy conocidos como el etanol y el

cloruro sódico. Sin embargo, se debe tener en cuenta que estas medidas de letalidad aguda, expresada como DL50, pueden no reflejar con exactitud el espectro total de su toxicidad o el riesgo asociado a la exposición a este tipo de productos químicos. Sin embargo, una sustancia química, aunque presente baja toxicidad aguda, puede producir toxicidad crónica, tal como los carcinogénicos o teratogénicos. (Gianuzzi, 2018)

### **Tabla 3.**

*DL50 (mg/Kg peso corporal) de sustancias químicas*

| Sustancia          | DL-50 (mg/kg peso corporal) |
|--------------------|-----------------------------|
| Etanol             | 10000                       |
| Cloruro sódico     | 4000                        |
| Sulfato ferroso    | 1500                        |
| Sulfato de morfina | 900                         |
| Nicotina           | 1                           |
| Toxina botulínica  | 0.00001                     |

Nota. Gianuzzi, 2018.

### **Clasificación de las sustancias tóxicas**

Los agentes tóxicos se clasifican en función de diversos criterios, tomando como referencia los órganos afectados, el uso, el origen y los efectos de las sustancias. Así, es posible clasificar a las sustancias según afecten a órganos, y su clasificación puede catalogarse como: hepatotóxicas (hígado), nefrotóxicas (riñón), neurotóxicas (sistema nervioso) (Gianuzzi, 2018). Además, en la figura 18 se puede evidenciar ciertos criterios que se consideran para la clasificación de las sustancias tóxicas. (Moya, 2004)

**Figura 18.**

*Criterios de clasificación de las sustancias tóxicas*

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Estado físico:</b><br>• Gas<br>• Líquido<br>• Sólido                      | <b>Composición química:</b><br>• Inorgánicos y orgánicos   | <b>Origen:</b><br>• Animal<br>• Vegetal<br>• Bacteriano<br>• Mineral                        |
| <b>Uso:</b><br>• Plaguicidas,<br>• Disolventes,<br>• Aditivos para alimentos | <b>Ambiente:</b><br>• Áreas de trabajo<br>• Medio ambiente   | <b>Órgano al que afecta:</b><br>• Hepatotóxicas<br>• Nefrotóxicas<br>• Neurotóxicas         |
| <b>Efecto:</b><br>• Carcinogénico<br>• Mutagénico<br>• Teratogénico          | <b>Acción biológica:</b><br>• Transporte de oxígeno<br>• Inhibidores de azúcares<br>• Actividad enzimática | <b>Potencial tóxico:</b><br>• Extremadamente tóxico<br>• Muy tóxico<br>• Ligeramente tóxico |

### **Consideración de la duración y frecuencia de la exposición**

Como bien se ha mencionado previamente, otro de los factores que se debe considerar es el tiempo de exposición a una determinada sustancia química. El escenario de experimentación de animales a las sustancias químicas se divide en cuatro categorías según sea la dosis y el tiempo de exposición. De ahí que se generen cuatro tipos de toxicidad: aguda, subaguda, subcrónica y crónica; y que se los estudiará a detalle más adelante. Sin embargo, es necesario conocer que se definen brevemente de la siguiente manera: la exposición aguda a una sustancia ocurre durante menos de 48 horas (tiempo corto). En general se realiza la exposición en única dosis, sin embargo, con determinadas sustancias existe la posibilidad de repetir las dosis durante las 24 horas. La exposición repetida se divide en tres categorías: subaguda, subcrónica y crónica. Este tipo de exposición subaguda se refiere a la exposición repetida a un agente químico durante un mes o menos. Mientras que la exposición subcrónica es de uno a tres meses, y las crónicas son de duración mayor a tres meses.

Cuando de seres humanos se trata, la frecuencia y duración de las exposiciones no están muy claras en comparación a los estudios en animales. Las exposiciones en el ambiente de trabajo se tipifican como

agudas, específicamente aquellas que se derivan de un accidente o episodio único. Las exposiciones subcrónicas son las que ocurren repetidamente durante varias semanas o meses. Finalmente, la exposición de tipo crónica es aquella que se produce de forma repetida durante meses o años.

En este sentido ha de tenerse en cuenta que la exposición no lo define todo, sino que también las características de las sustancias. Si estas son de rápida absorción provocarán efectos tóxicos inmediatos. Mientras que los efectos pueden ser diversos si se trata de una exposición crónica al agente tóxico. El tiempo de exposición es determinante también, ya que una sustancia tóxica en dosis única puede producir efectos graves. Si esta misma dosis tiene lugar en cortos períodos de exposición puede no incurrir en las mismas consecuencias. (Gianuzzi, 2018)

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 5, previstos para la semana 5. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 5, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

### ¿De qué trata la actividad?

Una vez que hemos estudiado esta unidad en la que hemos realizado una introducción a la toxicología, y conceptos fundamentales relacionados con este tema, le pido comedidamente que como repaso de esta terminología completemos la siguiente actividad interactiva. ¡Adelante por favor!

[Fundamentos de la toxicología](#)

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 5

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) La toxicología es la ciencia que se encarga del estudio de los mecanismos de toxicidad.
2. ( ) Toxicidad es la característica que posee una sustancia química para producir un efecto no deseado en el organismo.
3. ( ) El factor determinante para la aparición del riesgo químico es el contacto y la concentración.
4. ( ) La toxicología industrial no incluye el diagnóstico de intoxicaciones, tratamiento y prevención de efectos tóxicos.
5. ( ) En un puesto de trabajo la exposición se determina de forma cualitativa a través de medición atmosférica.
6. ( ) En la vigilancia que se realiza en el ambiente incluye la medición de la dosis interna de exposición.
7. ( ) En la vigilancia del estado de salud se realizan pruebas biológicas.

**Seleccione la opción correcta para los siguientes enunciados:**

8. La relación que existe entre la dosis y el efecto a nivel individual se denomina:
  - a. Relación dosis-efecto.
  - b. Dosis.
  - c. Relación dosis-respuesta.

9. Los cambios morfológicos y fisiológicos que producen cambios en el organismo:
  - a. Efecto adverso.
  - b. Efecto aditivo.
  - c. Inhibición.
10. Cuando la interacción entre varias sustancias tiene como resultado un efecto menor, se define como:Antagonismo.
  - a. Sinergismo.
  - b. Inhibición.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 6

---

Bienvenido a la sexta semana de clases en la que estudiaremos el tema relacionado con el fenómeno de intoxicación, y además podremos diferenciar los tipos de intoxicación que pueden ocurrir en el organismo de un trabajador expuesto. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema que le permitirá, en su quehacer laboral, conocer sobre los tipos de acción tóxica que se generan en un trabajador. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

### **Unidad 6. Estudio del fenómeno de intoxicación**

---

#### **6.1. Formas de intoxicación**

La intoxicación a causa de una sustancia química da lugar a tres formas de intoxicación, según la rapidez de aparición de los síntomas, la duración y gravedad de estos, así como la rapidez de absorción del tóxico. En adelante se verá las tres formas de intoxicación que se conoce. (Departamento de Medicina Legal Toxicología y Psiquiatría, Universidad de Granada, 2010)

##### **Intoxicación aguda**

Comprende aquellas reacciones tóxicas que provienen luego de exposiciones de corta duración y que además presentan absorción rápida del tóxico. Normalmente, se produce a una dosis única o a dosis múltiples absorbidas en un período de tiempo breve que normalmente hace referencia a un máximo de 24 horas. Pueden ser más o menos graves, ya que la curación o la muerte se producen con rapidez.

##### **Intoxicación subaguda**

Comprende aquellas reacciones que son consecuencia de exposiciones frecuentes o repetidas en un período de varios días o semanas antes de que aparezcan los síntomas. El tiempo máximo considerado en este tipo de toxicidad es de 90 días.

## **Intoxicación crónica**

Comprende aquellas reacciones que aparecen en un plazo más o menos largo por absorciones repetidas durante un largo periodo de tiempo. Los signos de intoxicación se manifiestan:

1. La sustancia se acumula en el organismo tras cada exposición, ya que la cantidad eliminada es inferior a la adsorbida.
2. Los efectos generados por las exposiciones repetidas se suman sin que el tóxico se acumule en el organismo.

Este tipo de toxicidad es muy frecuente en el medio laboral ya que una exposición repetida al tóxico durante mucho tiempo, con absorción de dosis incluso mínimas, casi inapreciables, lleva a un aumento del tóxico en el organismo y se generan manifestaciones tóxicas.

## **Intoxicación retardada**

Comprende aquellas reacciones que aparecen a corto o largo plazo tras una única exposición a la sustancia tóxica. En el caso de algunas sustancias tras una dosis única e incluso después de haber desaparecido del organismo, provocan efectos tóxicos más o menos graves tras una fase de latencia más o menos prolongada. Son muchos los ejemplos conocidos de toxicidad retardada.

## **6.2. Tipo de intoxicación**

Una intoxicación puede suceder por diferentes causas, entre ellas se distingue algunas dependiendo de su etiología, por lo que se va a agrupar en dos grupos principales que serían los más comunes. (García, Valverde, Agudo, Novales, & Luque, 2015)

### **Intoxicación accidental**

Es la intoxicación que ocurre de forma fortuita o accidental. Este tipo de intoxicación en realidad es muy numerosa y diversa en un ambiente laboral. Por las características de este tipo de intoxicaciones es posible prevenirlas mediante las debidas medidas de seguridad, elementos de protección personal, la aplicación estricta de la ley, etc. A nivel laboral se puede identificar que las intoxicaciones pueden deberse a:

*Intoxicaciones profesionales:* en este sentido pueden producirse a través de sustancias químicas en el lugar de trabajo o su existencia en los materiales que se manipula.

*Intoxicaciones ambientales:* estas tienen como origen los vertidos industriales o actividades diversas de lo industrial, que dan lugar a la contaminación de agua, suelo o aire.

### **Intoxicación voluntaria**

Este tipo de intoxicación corresponde a intoxicaciones sociales, dopaje y también aquellas de tipo suicida. En dicha actividad se usan de forma marcada medicamentos; sin embargo, también se utilizan bastante los plaguicidas, sobre todo en el medio rural. Estos no se los estudiará con detalle toda vez que se consideran externos a la actividad laboral.

### **6.3. Tipos de acción tóxica**

Los componentes tóxicos pueden ejercer su acción de varias formas.  
(Lauwerys, 1994)

*Local:* es decir, la sustancia ejerce una acción tóxica dependiendo de la exposición: por contacto, por las mucosas, por ingestión o por inhalación.

*General o sistémica:* en este sentido, el efecto de una acción tóxica se manifiesta en sitios alejados del lugar de contacto. Cuando se realice el estudio sistemático de la toxicidad de las sustancias químicas, existen diferentes factores que favorecen la acción sobre uno u otro órgano:

1. *Grado de perfusión:* concentración elevada de la sustancia en ciertos órganos.
2. *Composición química del órgano:* como citar un ejemplo podría ser el contenido en lípidos.
3. *La situación del órgano respecto a la vía de transporte del tóxico:* por ejemplo, el pulmón en el caso de un tóxico inhalado, el hígado en caso de un tóxico ingerido, ya que llega al hígado antes de ir al sistema circulatorio.

4. *Características bioquímicas del órgano afectado:* por ejemplo, si es un órgano que puede acumular la sustancia tóxica o metabolizar un derivado de mayor toxicidad.

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 6, previstos para la semana 6. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 6, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

### ¿De qué trata la actividad?

Para esta sección en la que hemos estudiado el fenómeno de intoxicación, le propongo realizar un caso de estudio, para lo cual pido de favor reproducir el video titulado: [Napo en peligro: químicos tóxicos](#). Una vez concluida esta actividad, le pido analicemos el caso; la persona que está operando está trabajando en fumigación que contiene diversos componentes de tipo tóxico, y durante el desarrollo de sus actividades, sufre un percance de intoxicación. Le invito a que analicemos diversos aspectos que caracterizan a este caso de intoxicación:

*Primero:* la forma de intoxicación corresponde a una forma de tipo aguda puesto que luego de la exposición de corta duración, al parecer, se suscita una absorción rápida del tóxico. Además, este caso ha resultado en una reacción menos grave; sin embargo, según las características de la sustancia, al parecer tiene efectos mucho más graves a varios niveles del organismo.

*Segundo:* de forma clara, el tipo de intoxicación es accidental ya que ocurren de forma fortuita en un ambiente laboral. Sería posible prevenirlas mediante la adopción de medidas de seguridad, elementos de protección personal.

*Tercero:* corresponde a unas intoxicaciones de tipo profesional, ya que la sustancia química existe en el lugar de trabajo.

*Cuarta:* la intoxicación es ambiental, puesto que la contaminación se encuentra en el ambiente, en este caso en el aire.

*Quinto:* el tipo de intoxicación tras esta exposición es local, es decir ejerce acción tóxica por inhalación.

Como usted verá, si bien es cierto es un caso de intoxicación puntual, sin embargo, de forma simultánea se obedece a una forma de intoxicación aguda. El tipo de intoxicación corresponde a uno de tipo accidental, el cual a su vez tiene característica profesional y ambiental. Finalmente, considerando la acción tóxica se corresponde a una de efecto local, ya que por la inhalación producida se suscita una acción inmediata.

*Nota:* conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 6

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) La intoxicación aguda es aquella que se caracterizan por una rápida absorción del tóxico.
2. ( ) La intoxicación subaguda comprende a aquellas reacciones de exposiciones repetidas en varios días o semanas.
3. ( ) La intoxicación crónica comprende a aquellas reacciones de exposiciones repetidas en largos períodos de tiempo.
4. ( ) La forma de intoxicación más frecuente a nivel laboral es la de tipo accidental.
5. ( ) La característica principal de la intoxicación voluntaria es que es parte de un entorno laboral.
6. ( ) La característica principal de la intoxicación ambiental es que provienen de sustancias contenidas en los recursos naturales cercanos a la industria.
7. ( ) Una acción tóxica de tipo sistémica se manifiesta en la zona de exposición.
8. ( ) Cuando se habla del grado de perfusión se hace referencia a la concentración reducida de una sustancia en ciertos órganos.

**Seleccione la opción correcta**

9. Una acción tóxica local depende de:
  - a. Exposición.
  - b. Tiempo.
  - c. Características.

10. La acción tóxica de un contaminante en un órgano específico depende de:
- a. Tamaño del contaminante.
  - b. Vías de transporte del contaminante.
  - c. Características de la persona.

[Ir al solucionario](#)



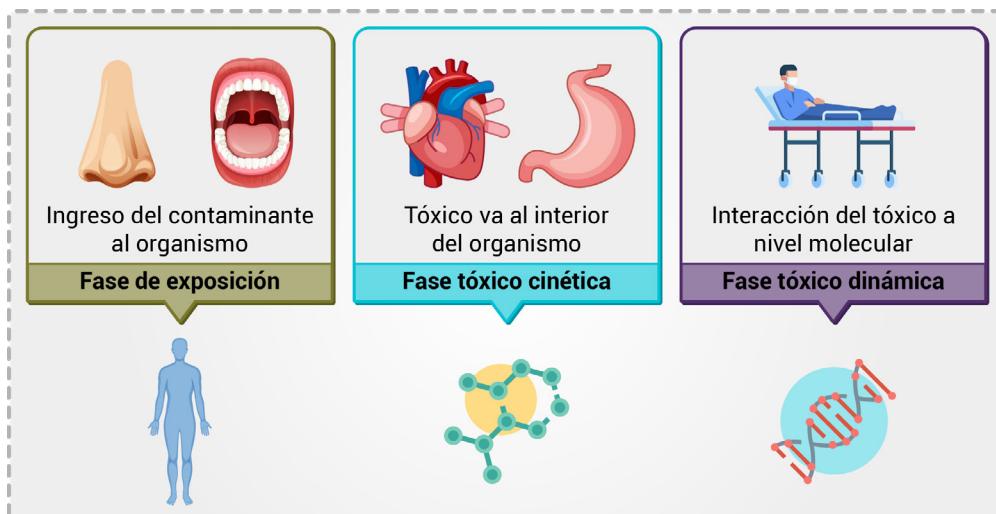
## Semana 7

Bienvenido a la séptima semana de clases en la que estudiaremos el tema relacionado con el fenómeno tóxico como aquel evento en el que, tras una exposición laboral a un agente contaminante, el organismo genera una respuesta. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema del fenómeno toxicológico y sus fases. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

### Unidad 7. El fenómeno tóxico

Como bien se ha comentado hasta el momento, la respuesta que el organismo puede tener frente a un tóxico depende directamente de la cantidad o de los metabolitos tóxicos fijados en los lugares de acción y de las interacciones que puedan generarse. En algunos casos, la velocidad de fijación de la sustancia activa de los receptores y la permanencia desarrollan un papel fundamental (Lauwerys, 1994). Es así como dentro del estudio de los factores que influyen en la respuesta del organismo frente a un tóxico y que da lugar al efecto tóxico, se distinguen tres fases según lo expone la figura 19, y que se estudiarán de forma detenida en adelante.

**Figura 19.**  
*Fases de exposición a un agente tóxico*



## 7.1. Fase de exposición

La fase de exposición comprende aquella etapa en la que el tóxico se encuentra en el medio que rodea al trabajador. Por ende, esta circunstancia implica el riesgo de que esta sustancia o contaminante pueda absorberse en mayor o menor medida en el organismo. Como bien se había hecho mención en secciones anteriores, las vías de ingreso de la sustancia contaminante son mediante la respiración, la piel, los ojos y la boca. (Font, 2008)

## 7.2. Fase tóxico-cinética

La segunda fase, conocida como tóxico-cinética, corresponde al efecto de movimiento del tóxico al interior del organismo. Dentro de esta fase existe una serie de factores que se agrupan en tres categorías: factores endógenos o biológicos, factores exógenos o ambientales y características fisicoquímicas de la sustancia. (Lauwerys, 1994)

### Factores biológicos

Las moléculas de la sustancia que se fijará en los receptores diana dependen principalmente de cuatro procesos: absorción, distribución, biotransformación y excreción.

*Absorción:* la exposición del organismo a un agente contaminante tiene su influencia directa respecto a la vía por la cual se hace, pudiendo ser: cutánea, digestiva, pulmonar y parenteral. Así pues, esto es determinante respecto a la dosis que penetra al organismo y al órgano diana. Por ejemplo, el plomo que ingresa por vía respiratoria tiene una absorción del 50% aproximadamente; mientras que cuando el metal es ingerido, puede tener una absorción del 5 al 10%. Otro ejemplo se da en la absorción vía dérmica que varía de la hidratación y el pH de la piel, densidad de las glándulas sebáceas, y la capa superficial de la piel la cual se constituye en principal barrera para un agente tóxico. (Lauwerys, 1994)

*Distribución:* una vez que una sustancia es absorbida por el organismo, esta es distribuida a varios tejidos del organismo y por ende se producen diferentes transformaciones metabólicas. Ciertas sustancias pueden almacenarse de mejor manera en ciertos tejidos, tal es el ejemplo del tejido adiposo en el cual se almacenan los pesticidas organoclorados.

***Excreción:*** las principales vías de excreción de sustancias extrañas al organismo son las vías urinaria y biliar. Otras también se eliminan de forma parcial por el aire espirado, el sudor, saliva, leche materna y secreciones gástricas. En este sentido la eliminación de una sustancia está ligada a las transformaciones metabólicas que puedan experimentar las sustancias tóxicas. Adicionalmente, otro factor que también puede favorecer la eliminación de estas sustancias son sus propiedades fisicoquímicas.

***Biotransformación:*** una vez que una sustancia de características tóxicas ingresa en el organismo sufre de transformaciones metabólicas. Las células hepáticas se constituyen en el principal lugar de metabolización. Sin embargo, otros tejidos también pueden actuar, aunque no de forma tan activa, y pueden generar en cierto modo transformaciones aún más perjudiciales que las que sufre el hígado. Por otra parte, algunos factores genéticos y fisiológicos pueden modificar el metabolismo de las sustancias extrañas.

## **Factores ambientales**

Se hace referencia a los factores de tipo exógenos que pueden influir en la toxicidad de una sustancia. En este sentido se considera el estrés físico (ruido, luz, clima, gravedad, e irradiación) como factores que pueden provocar una afectación al organismo y la toxicidad de las sustancias. En este sentido se identifica que la absorción, distribución, eliminación y biotransformación de una sustancia puede verse afectado por otra dando lugar a fenómenos de sinergismo o de antagonismo.

## **Característica de las sustancias**

La forma fisicoquímica bajo la cual una sustancia entra en contacto con el organismo es determinante respecto a la respuesta tóxica que puede darse. Por ejemplo, puede notarse cómo fácilmente la cantidad de un aerosol puede ingresar fácilmente por inhalación a una persona. En este caso, su daño se debe mayormente a que las partículas contenidas en este aerosol al ser sumamente pequeñas pueden alcanzar las vías respiratorias de un individuo antes que por la concentración total del mismo en el ambiente.

### 7.3. Fase tóxico-dinámica

La tercera fase, conocida como tóxico-dinámica, corresponde a la interacción del tóxico a nivel molecular con los receptores específicos (proteínas, ácidos nucleicos, etc.). Esta interacción se traduce en reacciones de tipo bioquímicas, fisiológicas y/o anatómicas que finalmente se manifiestan en un organismo como una serie de síntomas que dan lugar a un cuadro clínico de intoxicación.

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 7, previstos para la semana 7. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



#### Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 7, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

#### ¿De qué trata la actividad?

Para esta sección en la que hemos estudiado el fenómeno tóxico, le propongo realizar un caso de estudio, para lo cual pido de favor reproducir el video titulado: [Toxicología: plomo](#). Le sugiero revisemos los cuatro primeros minutos de producción. Una vez concluida esta actividad, le pido analicemos el caso y propongamos un mapa conceptual asociando las fases: exposición, tóxico-cinética y tóxico-dinámica.

Como usted verá, se hace referencia a un caso de intoxicación específico por plomo. Se puede evidenciar como el video describe en su diapositiva Plomo-metales pesados los criterios de exposición; en la diapositiva Plomo-tóxico-cinética, los criterios de absorción y excreción que corresponden a la etapa tóxico-cinética; y, finalmente, en la diapositiva Plomo-mecanismo de acción, a aquellas reacciones fisiológicas que corresponden a la fase tóxico-dinámica.

*Nota:* conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 7

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) La fase de exposición comprende la interacción del trabajador y el medio.
2. ( ) La tóxicodinámica corresponde al efecto del movimiento del tóxico al interior del organismo.
3. ( ) La vía de ingreso del contaminante es determinante para la dosis que ingresa al organismo.
4. ( ) Una sustancia absorbida por el organismo se limita a un traslado a un solo tejido.
5. ( ) Existen diversos medios de secreción de sustancias tóxicas.
6. ( ) Las propiedades fisicoquímicas favorecen la eliminación.
7. ( ) Una ventaja importante es que factores genéticos y fisiológicos no modifican el metabolismo de sustancias extrañas.
8. ( ) Una ventaja importante es que los factores ambientales de los puestos de trabajo no promueven incremento de la toxicidad de sustancias químicas.

**Seleccione la opción correcta:**

9. La primera fase comprendida en la exposición a un agente tóxico es:
  - a. Tóxicodinámica.
  - b. Tóxicocinética.
  - c. Exposición.

10. El proceso biológico que se caracteriza por ser la fase en la que una vez absorbida la substancia se dirige a los tejidos es:
- a. Absorción.
  - b. Distribución.
  - c. Excreción.

[Ir al solucionario](#)



## Actividades de finales del bimestre



### Semana 8

---

Apreciado estudiante, hemos llegado al final del primer bimestre. Hemos realizado el estudio de temas relacionados con las sustancias químicas como factores de riesgo en entornos laborales hasta la ocurrencia de la intoxicación a causa de estas sustancias.

Por ende, como preparación para la evaluación del primer bimestre, le sugiero revise de forma minuciosa todos los temas tratados de la primera a la séptima unidad. Es necesario que usted logre identificar el riesgo químico en entornos laborales, la clasificación de las sustancias químicas, la identificación de fuentes de contaminación y las vías de ingreso al organismo; con lo cual, usted podrá identificar las sustancias químicas peligrosas y cómo se encuentran relacionadas con la toxicología industrial, en qué se estudia el fenómeno de intoxicación y las fases que tienen lugar en la exposición a un contaminante y a qué puede llegar un efecto tóxico en el ser humano. En esta semana, mi primera recomendación es que se destine el tiempo necesario a revisar los contenidos estudiados estas siete semanas, así como reforzar su conocimiento a través del repaso de las actividades de autoevaluaciones, casos de estudio y demás material que consta en su guía didáctica, y recursos complementarios empleados durante este bimestre, que le permitirán prepararse para la evaluación presencial.



## Segundo bimestre

### Resultado de aprendizaje 2

- Comprende el peligro inherente a la exposición de riesgos químicos y es capaz de responder correctamente ante dichos riesgos.

Hemos estudiado en las semanas anteriores los factores inherentes a la aparición de un riesgo de tipo químico y qué produce la toxicidad en el organismo. En adelante seguiremos considerando los factores que influyen en la toxicidad de una sustancia química en el organismo. Sin embargo, ahora ya iremos orientando el estudio hacia las medidas de prevención de los riesgos de tipo químico. Por lo que estudiaremos los temas inherentes a la evaluación de la exposición a químicos en el ambiente laboral, con lo cual podremos entender el análisis instrumental que se utiliza con este fin y poder identificar las medidas preventivas y los sistemas de protección que se pueden implementar.

### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



### Semana 9

Bienvenido a la primera semana de clases del segundo bimestre en que estudiaremos los temas relacionados con la evaluación del riesgo químico y los factores que se han de considerar para la identificación y evaluación del riesgo en un entorno laboral. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema que le permitirá, en su quehacer laboral, conocer el procedimiento para la valoración de riesgo e identificar los factores que determinarán este proceso. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

## **Unidad 8. Evaluación del riesgo**

---

En todo problema relacionado con la higiene industrial es importante realizar la evaluación del riesgo. Dicho proceso consiste en identificar, valorar y tomar decisiones en función de actuar sobre ellos con medidas de prevención. Para lo cual es necesario la recolección de información durante una visita a los puestos de trabajo y llevar a cabo las entrevistas correspondientes con los trabajadores. Se considera el riesgo como aquella probabilidad de que una sustancia química provoque un efecto adverso sobre la salud humana y/o el medio ambiente. Con toda esta información será posible contar con información para formar y tener un juicio crítico basado en: (SALTRA, 2008)

- Las propiedades de las sustancias químicas, especialmente relacionadas con su peligrosidad, origen del peligro.
- Trabajadores expuestos.
- Características de la exposición: nivel, tipo y duración de la exposición.
- Condiciones de uso y factores de riesgo.
- Existencia de novedades o enfermedades relacionadas con la exposición a productivos.
- Existencia de residuos, emisiones o vertidos de productos químicos no controlados.
- Opinión de los trabajadores sobre el riesgo.

### **8.1. Introducción**

Según la normativa vigente en cada país, las empresas deben controlar y garantizar la protección de sus trabajadores frente a contaminantes químicos, es decir protegerlos de aquellos riesgos relacionados con sustancias químicas en sus actividades laborales. Para lo cual, es necesario en inicio, el poder realizar evaluaciones de los riesgos químicos existentes como parte del sistema encargado de velar por la seguridad y salud de los trabajadores. Además, como no puede ser de otra manera, realizar evaluaciones periódicas que permitan mantener en el tiempo dichas normas, así como identificar nuevos riesgos, como es el caso de un entorno industrial que, a causa de nuevos procesos y productos, pueden surgir nuevos riesgos.

En este ámbito de estudio de la evaluación de riesgo es conveniente tener claro algunos términos para entender claramente los procedimientos involucrados. (ITACA, 2006)

*Peligro:* es la capacidad intrínseca de una sustancia química para causar daño.

*Sustancia química peligrosa:* es todo aquel agente químico que presente un riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores, debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas, y a la forma en la que están presentes en un ambiente de trabajo, y que en siguientes temas se tratará de forma más detenida.

*Actividad con sustancias químicas:* se refiere a toda aquella actividad laboral en el que se utilicen sustancias químicas, que implique actividades de manipulación, almacenamiento, manufactura, transporte, etc.

*Valores límite ambientales:* hacen referencia a las concentraciones límite de sustancias químicas en la zona de trabajo de una persona, y que se constituye en el ambiente de respiración de este. Dentro de este valor "límite ambiental" se distinguen dos clases:

*Exposición diaria:* es la concentración media que proviene de la medida o cálculo de forma rigurosa respecto al tiempo que el trabajador cumple su jornada laboral, y que está referida a un patrón de ocho horas diarias.

*Exposición de corta duración:* es la concentración media, que puede ser medida o calculada para un periodo de quince minutos a lo largo del cumplimiento de la jornada laboral del trabajador.

*Valor límite biológico:* es la concentración límite de una sustancia química o de sus metabolitos, en un medio biológico correspondiente. Ya que permite a través de un indicador biológico directo o indirecto relacionarlo con los efectos que puede tener la exposición a una sustancia química sobre el trabajador.

*Vigilancia de la salud:* se trata de un examen de tipo médico que se realiza al trabajador para conocer sobre su estado de salud, en referencia a la exposición a una sustancia química en el cumplimiento de las actividades laborales.

## 8.2. Factores que considerar para la identificación y evaluación del riesgo

Con la finalidad de llevar a cabo un proceso de evaluación del riesgo es necesario tomar en cuenta diferentes aspectos. Sin embargo, en inicio se hará referencia a aspectos más específicos relacionados con la sustancia química y el trabajador, y el riesgo de toxicidad existente, que por lo general pueden influir en la generación de riesgo químico. (SALTRA, 2008)

*Organización y ritmo del trabajo:* pueden tener incidencia directa en la generación de riesgo químico.

*Actividad física:* la ejecución de actividades laborales que implica un ritmo mayor de respiración.

*Horas de trabajo:* a mayor tiempo, mayor exposición.

*Condiciones del trabajo:* se refiere a aquellos factores que condicionan la presencia de una sustancia química; por ejemplo, si existen extractores, humedad o sistema de ventilación.

*Capacitación:* los trabajadores han sido capacitados para el manejo de los productos

*Estado fisiológico del trabajador:* características personales e intrínsecas de un individuo, que pueden generar mayor o menor afectación, como por ejemplo hábitos de alimentación, higiene, estilo de vida. O también la influencia del entorno en el que habita el trabajador.

*Existencia de medidas de control:* se encuentran implementadas medidas de control a la exposición laboral y ambiental.

Por otra parte, también se debe tener en cuenta otros factores que a continuación se dan a conocer: (SALTRA, 2008)

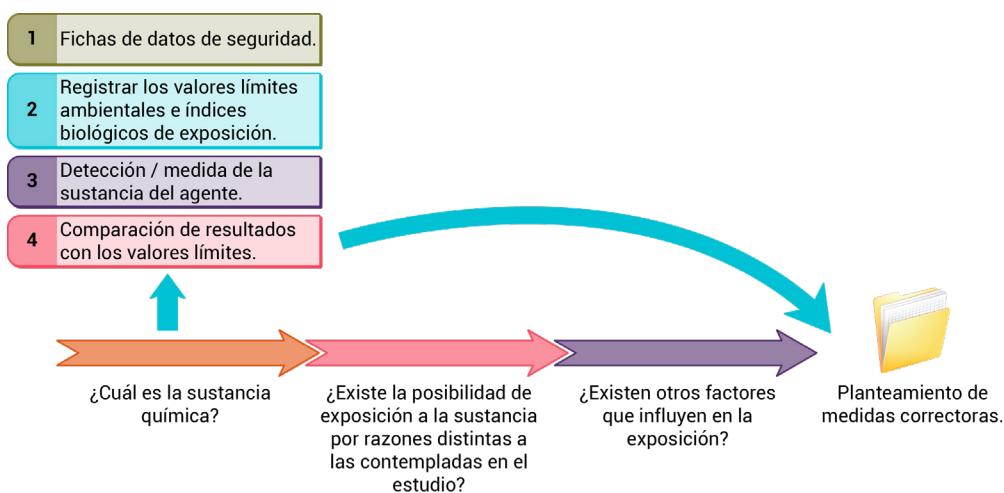
1. Información de las propiedades químicas: consta la ficha de datos de seguridad y cualquier otra información sobre las propiedades de las sustancias peligrosas que deben ser facilitadas por el proveedor.
2. Valores límite ambientales y biológicos de las sustancias químicas usadas en el trabajo.

3. Cantidades utilizadas o almacenadas de los agentes químicos.
4. Condiciones de trabajo: aquellas relacionadas con la presencia de otros peligros en el lugar de trabajo.
5. Evaluación de las medidas preventivas ya adoptadas o de otras que deban adoptarse.
6. Resultados de la vigilancia de la salud de los trabajadores. Por ejemplo: accidentes e incidentes de trabajo causados por sustancias químicas en los puestos de trabajo.
7. Todas las actividades que están involucradas en una organización deben ser evaluadas, considerando el criterio de que en algún momento durante su funcionamiento pueda suponer un riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.
8. Cuando existe una exposición por inhalación a una sustancia química, el proceso debe incluir la medición de la concentración del agente en el aire, en la zona de respiración del trabajador y compararlos con los valores límite umbral de referencia según corresponda.

Por ende, en este sentido, se puede contemplar en la figura 20, el diagrama de flujo en el que se consideran todos los aspectos importantes durante la evaluación de riesgo, específicamente en este caso aplicado a los de tipo químico. (ITACA, 2006)

**Figura 20.**

*Procedimiento de evaluación del riesgo químico por exposición a una sustancia química*



Durante el proceso de evaluación de riesgo parece muy práctico el poder hacer un mapa de sustancias y materiales peligrosos. Por lo que implica desarrollar un diagrama de flujo completo de la organización que incluye aquellos procesos productivos y de las diferentes tareas que tienen cada puesto de trabajo. Con lo cual será posible identificar de forma sistemática las sustancias químicas que se usan de forma regular o esporádica. En dicho mapa, además, deben constar los ingredientes activos, los riesgos potenciales para la salud, medio ambiente y otros adicionales. Todo ello nos podrá llevar a obtener la información necesaria y posteriormente identificar las prioridades de actuación y plantear las medidas preventivas que se deben adoptar. (SALTRA, 2008)

*Identificación de las situaciones de riesgo:* el cual tiene por finalidad recoger y sistematizar la información de los procesos y tareas en los que hay sustancias químicas peligrosas, productos o residuos.

*Identificación de las sustancias peligrosas:* contar con información sobre el nombre de los productos químicos peligrosos, ingredientes, y los riesgos existentes para la salud y los de tipo medioambiental.

*Identificación de las características de exposición:* contar con información de las tareas con los riesgos asociados para establecer sus causas.

Le animo a que realice una lectura minuciosa sobre el tema, y amplíe su conocimiento. Le invito a que revise el recurso [Cuaderno de prevención: identificación y evaluación del riesgo de exposición a agentes químicos](#). Estoy segura de que este recurso será muy enriquecedor para su conocimiento en el tema.

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 8, previstos para la semana 9. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 9, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

### ¿De qué trata la actividad?

Para esta sección en la que hemos estudiado la evaluación del riesgo químico y los factores que se han de considerar para el efecto, le propongo realizar un caso de estudio, para lo cual pido de favor reproducir el video titulado: [Napo en negocio riesgoso: Identificando el riesgo](#). Una vez concluida esta actividad, le pido que analicemos el caso, y que usted defina si se ha aplicado o no correctamente el procedimiento de evaluación del riesgo químico. Si su respuesta fue sí, está en lo correcto, si fue no, pues en realidad debería recordar las etapas en las que debemos realizar el proceso de evaluación.

*Nota:* conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

Le invito a participar de la siguiente actividad interactiva en la que podremos tener presente cuáles son estas etapas de la evaluación del riesgo.

## Evaluación del riesgo químico.

Como usted verá, si bien es cierto que la evaluación es un proceso complejo del cual puede haber cierta variabilidad entre una y otra industria por la naturaleza de sus procesos, sin embargo, vemos que el primer paso es poder identificar la sustancia química. Luego se analiza si de una u otra forma hay posibilidad de contacto con la sustancia química, que en el caso de estudio, lo hay debido a que, a nivel administrativo, no se han tomado los correctivos para identificar debidamente los residuos y mantenerlos fuera del alcance de los trabajadores. Además, al identificar si existen algunos factores adicionales que influyen en la exposición es posible evidenciar que la falta de conocimiento y de equipamiento de protección personal, junto con la carencia de infraestructura para una correcta disposición y aislamiento de este tipo de materiales, hacen que los trabajadores de esta zona de la empresa se encuentren muy expuestos al contaminante. Finalmente, tras haber completado estos pasos, es posible ver como se implementan medidas correctoras para evitar el riesgo químico.

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 8

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) El procedimiento fundamental de la evaluación del riesgo es la inspección en los puestos de trabajo y las entrevistas con el personal.
2. ( ) Sustancia química peligrosa se considera a todo aquel agente que presente un riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.
3. ( ) La exposición diaria es aquella que se mide para el trabajador en períodos de quince minutos durante su jornada laboral.
4. ( ) La concentración límite de una sustancia en un medio biológico se denomina valor límite ambiental.
5. ( ) La identificación de las situaciones de riesgo recoge información sobre productos químicos peligrosos y sus riesgos para la salud.
6. ( ) La identificación de las características de exposición permite contar con información sistemática de los puestos de trabajo y los riesgos asociados.

**Seleccione la opción correcta para los siguientes enunciados:**

7. Uno de los factores que se considera para la evaluación del riesgo químico:
  - a. Horas de trabajo.
  - b. Salario.
  - c. Ninguno de los anteriores.

8. Uno de los factores que se considera para la evaluación del riesgo químico:
- a. Organización y ritmo de trabajo.
  - b. Capacitación.
  - c. Todos los anteriores.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

9. Las medidas de control que debería ser implementadas a nivel organizacional para la exposición laboral y ambiental son:
- a. Cantidades almacenadas de productos químicos.
  - b. Presencial de otros peligros en el puesto de trabajo.
  - c. Efectividad de medidas preventivas.
10. La información necesaria dentro de la evaluación de riesgo para emitir un juicio crítico en este respecto considera:
- a. Enfermedades relacionadas con la exposición.
  - b. Exposición: nivel, tipo y duración.
  - c. Ninguno de los anteriores.

[Ir al solucionario](#)



Bienvenido a la segunda semana de clases del segundo bimestre en que estudiaremos los temas relacionados con los límites de exposición permisibles a contaminantes químicos en un ambiente laboral. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema que le permitirá, en su quehacer laboral, valorar la concentración de un contaminante en el ambiente laboral; y, con respecto al margen de referencia, discernir situaciones de mayor y menor riesgo al que está expuesto un individuo durante la actividad laboral. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

### **Unidad 9. Límites de exposición permisibles**

---

El límite de exposición permisible está relacionado con las normas de salud relacionadas con la exposición a los gases, vapores, humos, polvos/fibras y niebla. Estas normas limitan la cantidad o la concentración de una sustancia química que puede estar presente en un sitio de trabajo. (INSST, 1988) (INSST, 2019)

#### **9.1. Valor límite umbral (TLV)**

El valor límite de exposición laboral no es único ya que existen diversas listas que se han generado a nivel mundial. Sin embargo, la American Conference of Governmental Industrial Hygienists de los Estados Unidos es la más aceptable a través de los Threshold Limit Values (TLV) proveniente del inglés, o sea, valores límite umbral en español. Estos valores se han clasificado en tres categorías puntuales:

*Valor límite umbral-ponderado en tiempo y referido a una jornada laboral de 8 horas diarias (TLV-TWA):* hace referencia a un valor medio de concentración en el tiempo para una jornada laboral de 8 horas y 40 horas semanales, a la cual, gran parte de trabajadores pueden estar expuestos repetidamente sin sufrir efectos adversos.

*Valor límite umbral-límite de corta duración (TLV-STEL):* es el valor de concentración al que los trabajadores pueden estar expuestos durante

un corto periodo de tiempo sin sufrir algún daño. Entre los efectos que se contemplan aquí son la irritación, daño crónico o irreversible en los tejidos. Este valor es complementario al TLV-TWA en los casos en los que existen efectos agudos o de tipo crónico para algunas sustancias tóxicas. En este sentido las medidas del TLV-STEL se contemplan como exposiciones intensas a sustancias químicas por un tiempo no mayor a 15 minutos por cada hora y que no pueden repetirse más de cuatro veces por día.

*Valor límite umbral–límite techo instantáneo (TLV-C):* es la concentración máxima que no se puede sobrepasar de exposición a la sustancia química en ningún momento. En realidad, son difíciles de medir, aunque se admiten muestreos de medición por 15 minutos. Sin embargo, para otras sustancias cuyos efectos son inmediatos, es aceptable realizar medición instantánea en períodos de exposición muy cortos.

## 9.2. Valores límite ambiental (VLA)

Se constituye en valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el ambiente. Por lo que se trata de una medida de la exposición de los trabajadores día tras día durante sus actividades laborales, y en las que no han sufrido efectos adversos a la salud. Por otra parte, cabe la pena recalcar que no se constituye en límites legales sino valores de referencia que permiten la adopción de medidas preventivas.

Estos valores se desglosan en tres categorías que se describen a continuación:

*Valor límite ambiental–referencia para la exposición diaria (VLA-ED):* este valor se considera como la concentración media de una sustancia química en la zona de respiración del trabajador, esta es justamente medida en un tiempo de forma ponderada al tiempo real de exposición y referida a la jornada laboral estándar de 8 horas.

*Valor límite ambiental–referencia para la exposición de corta duración (VLA-EC):* es una medida de la concentración media de una sustancia química en la zona de respiración del trabajador para un periodo de tiempo de 15 minutos a lo largo de la jornada de trabajo. Es importante recalcar que para aquellas sustancias que presenten efectos agudos con efectos de naturaleza crónica, este valor es complementario al VLA-ED. Por tal

razón la exposición a este tipo de sustancias ha de valorarse con ambos parámetros.

*Valor límite ambiental-límite de desviación (VLA-LD):* este valor se usar para controlar exposiciones por sobre el VLA-ED, en una misma jornada de trabajo, para aquellas sustancias cuyo valor lo tienen asignado.

### 9.3. Índices biológicos de exposición (IBE)

Los índices biológicos de exposición a una sustancia tóxica se constituyen en una medida referente a la concentración de un contaminante en el cuerpo, que si se superan, pueden constituirse en un peligro. Este valor pone de manifiesto si se ha dado la absorción y acumulación de dicha sustancia; y con ello, poder valorar el grado de afectación. Es así que, como medios biológicos, se pueden emplear: el aire exhalado, la orina, la sangre, etc. En este sentido se toma una muestra, por ende, es posible identificar la concentración de exposición diaria o, en su momento, la cantidad total que se encuentra acumulada en el organismo. Para el efecto se usan dos tipos de indicadores biológicos:

**Índices biológicos de dosis:** permite conocer la concentración de una sustancia química en un medio biológico del trabajador que ha estado expuesto a dicha sustancia.

**Índices biológicos de efecto:** permite conocer las alteraciones bioquímicas que se han producido a causa de una sustancia química por exposición del trabajador y que es de tipo irreversible.

### 9.4. Exposición combinada a agentes químicos

Como puede ser el resultado de las actividades laborales comprendidas en un ambiente en donde interactúen dos o más sustancias químicas. Habrá de realizarse una evaluación del riesgo que proviene de la combinación de estas sustancias. Es así que como bien se ha comentado hasta el momento en secciones anteriores, pueden potenciar, o en su defecto, inhibir los efectos. Por ende, en algunos casos los efectos podrían ser independientes y algunos otros pueden ser de tipo aditivos.

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 9, previstos para la semana 10. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 10, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

### ¿De qué trata la actividad?

Hemos estudiado esta unidad en la que hemos realizado un estudio de los límites de exposición permisibles, de forma que hemos visto su clasificación, definiciones y características.

Le pido comedidamente que, como repaso de esta terminología, completemos la siguiente actividad interactiva.

### [Asociación de fundamentos de los límites de exposición permisibles.](#)

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 9

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) El límite de exposición permisible está relacionado con la concentración de una sustancia química en un sitio de trabajo.
2. ( ) El valor límite umbral límite de corta duración se representa por TLV-TWA.
3. ( ) El valor límite umbral límite techo instantáneo se caracterizan por la dificultad para medirlos.
4. ( ) El valor límite ambiental referido para la exposición de corta duración se denota como VLA-ED.
5. ( ) El índice biológico de exposición es una medida de concentración de un contaminante en el cuerpo.
6. ( ) El índice biológico de exposición permite predecir el grado de absorción y acumulación de una sustancia química.
7. ( ) El índice biológico de efecto permite conocer la concentración de una sustancia química en el organismo del trabajador.

**Seleccione la opción correcta para los siguientes enunciados:**

8. El valor límite umbral límite de corta duración tiene como característica que la exposición de los trabajadores es:
  - a. Repetida y sin efectos adversos.
  - b. En corto tiempo y sin sufrir daño.
  - c. En muy cortos periodos de tiempo con daños inmediatos.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

9. El valor límite umbral (TLV) se clasifica en tres categorías:
- a. TLV-TWA.
  - b. TLV-STEL.
  - c. TLV-C.
10. El índice biológico de exposición (IBE) permite conocer, al mismo tiempo:
- a. Concentración del contaminante en el cuerpo.
  - b. Si la sustancia se ha absorbido o se acumula.
  - c. Exposición diaria a un contaminante.

[Ir al solucionario](#)



Bienvenido a la tercera semana de clases del segundo bimestre, estudiaremos las fuentes de información sobre los materiales peligrosos. Veremos la importancia del etiquetado de los productos químicos y de las hojas de seguridad de los productos químicos. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema y que le permitirá, en su quehacer laboral, sugerir y gestionar un adecuado sistema de identificación de materiales peligrosos y así reducir el riesgo al que se encuentra expuesto un individuo durante la actividad laboral. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

### **Unidad 10. Fuentes de información sobre materiales peligrosos**

---

La principal herramienta de la que es posible disponer para contar con información sobre la clasificación de una sustancia, las precauciones y medidas de seguridad las constituyen las etiquetas. Estas etiquetas por lo general están pegadas al recipiente de una sustancia química, por ello la recomendación de que las sustancias permanezcan en sus envases originales.

En el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de sustancias químicas (SGA, o GHS Globally Harmonized System) se constituye en un acuerdo internacional. Dicho sistema está establecido para llevar los diferentes sistemas de clasificación y etiquetado existentes en el mundo, a un solo sistema que pueda ser entendido a nivel universal. El SGA/GHS establece criterios específicos para la clasificación y etiquetado de sustancias químicas a nivel mundial, que incluyen diversas sustancias y otros preparados.

Sin embargo, dentro del sistema básico y complementario de etiquetado se cuenta con las fichas informativas de los productos o también conocidas como hojas de datos de seguridad. Esta documentación técnica es generada por el fabricante de un material, y se caracteriza por, principalmente, resumir aspectos preventivos y de emergencia en la manipulación y almacenamiento de estas sustancias. Dicho documento comúnmente es obligatoriamente provisto por el fabricante o proveedor de dicha sustancia, y se constituye en un documento debidamente normado.

## 10.1. Etiquetado de los productos químicos

El sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de sustancias químicas (SGA, o GHS Globally Harmonized System) se constituye en un acuerdo internacional. Dicho sistema está establecido para llevar los diferentes sistemas de clasificación y etiquetado existentes en el mundo, a un solo sistema que pueda ser entendido a nivel universal.

El SGA/GHS establece criterios específicos para la clasificación y etiquetado de sustancias químicas a nivel mundial, que incluyen diversas sustancias y otros preparados.

La información que debería ser incluida es:

1. *Símbolos (pictogramas de peligro)*: información sobre el peligro para la salud o el medioambiente, conforme la clasificación y categoría asignado por el SGA/GSH.
2. *Palabras de advertencia*: enfatiza los peligros y el nivel relativo de peligrosidad.
3. *Frases de peligro*: describe la naturaleza del peligro.
4. *Frases de precaución*: medidas para minimizar o prevenir los efectos adversos.
5. *Identificación del producto*: nombre y número utilizado por una sustancia peligrosa en la etiqueta, identificación del proveedor, nombre, dirección, teléfono.

Ejemplo de pictograma:

Nombre del pictograma: Irritante



Fuente: Migren art/shutterstock.com

Signo de exclamación: Atención

**Tabla 4.**

*Pictogramas contemplados por el GHS y sus peligros químicos correspondientes*

| PICTOGRAMA  | SIGNIFICADO      | DESCRIPCIÓN/ CARACTERÍSTICAS  |
|---|------------------|---|
|   | Gas a presión    | Gases: bajo presión, comprimidos, licuados, licuados refrigerados, y disueltos.           |
|  | Peligro acuático | Químicos: extremadamente peligroso a los peces, a los crustáceos y las plantas acuáticas. |

Fuente: Migren art/shutterstock.com

|   |                  |   |
|---|------------------|---|
|   | Gas a presión    | Gases: bajo presión, comprimidos, licuados, licuados refrigerados, y disueltos.           |
|  | Peligro acuático | Químicos: extremadamente peligroso a los peces, a los crustáceos y las plantas acuáticas. |

Fuente: Migren art/shutterstock.com

| PICTOGRAMA  | SIGNIFICADO              | DESCRIPCIÓN/<br>CARACTERÍSTICAS   |
|---|--------------------------|---|
|    | Explosivo                | Químicos: explosivos inestables, sustancias y mezclas autorreactivas, y peróxidos orgánicos.  |
|    | Inflamable               | Químicos inflamables: gas, aerosol, líquido y sólido.   |
|    | Corrosivo                | Químicos corrosivos: puede ser corrosivo al metal, causar quemaduras serias a la piel y daño a los ojos, causará daño serio a los ojos.                           |
|  | Oxidante                 | Químico que emitirá el oxígeno o uno que funciona como el oxígeno en una reacción química; causando un fuego o una explosión más grande.                          |
|  | Irritante y sensibilidad | Químicos con toxicidad menos peligrosa: daño por ingestión, contacto con la piel, causa irritación de piel y ojos, puede causar una reacción alérgica de la piel. |

Fuente: Migren art/shutterstock.com

| PICTOGRAMA  | SIGNIFICADO                | DESCRIPCIÓN/<br>CARACTERÍSTICAS   |
|---|----------------------------|---|
|  | Toxicidad extrema          | Químicos muy tóxicos: puede ser fatal si se lo respira, traga y/o tiene contacto con la piel.   |
|  | Peligro crónico a la salud | Químicos que presentan los peligros crónicos a la salud: mutación de una célula de un microbio, cancerigenocidad, toxicidad reproductiva, toxicidad de órganos específicos, y/o un peligro de aspiración. |

Fuente: Migren art/shutterstock.com

Nota. Tomado de SALTRA, 2008.

Le invito a que, si gusta ampliar su conocimiento, revise el recurso [Etiquetas SGA](#), para comprender claramente los requisitos que debe cumplir y los componentes de una etiqueta.

## 10.2. Hojas de seguridad de los productos químicos

El sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de sustancias químicas establece la obligatoriedad de contar con hojas de datos de seguridad (FDS) para los materiales y productos que se encuentran presentes en los lugares de trabajo.

Las hojas de datos de seguridad, deben estar disponibles dentro de la empresa para cada una de las sustancias o preparados que hayan sido clasificadas como peligrosas. Las hojas de datos de seguridad constan de 16 apartados según el orden que se indica a continuación: (SALTRA, 2008)

1. *Identificación del producto:* se hace referencia al nombre de la sustancia o producto, debe constar el nombre del proveedor, usos recomendados e información de contacto del proveedor, incluido un número de teléfono localizable en caso de emergencia.

2. *Identificación del peligro*: se debe hacer constar los peligros de la sustancia o producto y la información cautelar correspondiente. Para lo cual se han de asociar las palabras de advertencia asociadas al peligro. Como ejemplo, las indicaciones de peligro y consejos de prudencia asociada a esos peligros.
3. *Composición/información sobre los componentes*: se debe hacer constar los componentes del producto, incluidos los aditivos estabilizadores.
4. *Primeros auxilios*: se hace constar en este apartado los primeros auxilios que se aplican. En el caso de que requiera atención médica, habrá que hacerlo constar en las instrucciones y precisar en qué medida es urgente.
5. *Medidas de lucha contra incendios*: se debe referir las medidas que se han de tomar para luchar contra un incendio causado por la sustancia.
6. *Medidas que deben tomarse en caso de liberación accidental*: incluye las recomendaciones que se deben tomar en caso de vertidos, fugas o pérdidas, con el fin de prevenir o reducir al máximo efectos adversos sobre las personas, la infraestructura y el medio ambiente.
7. *Manipulación y almacenamiento*: son las indicaciones sobre manejo seguro que reduzcan al mínimo los peligros potenciales que presenta la sustancia o mezcla para las personas, la infraestructura y el medio ambiente.
8. *Controles de exposición/protección personal*: se hace constar las medidas específicas de protección y prevención que han de aplicarse durante el uso, con el fin de reducir drásticamente la exposición por parte de los trabajadores y el medio ambiente.
9. *Propiedades físicas y químicas*: es necesario indicar las propiedades de las sustancias.
10. *Estabilidad y reactividad*: debe constar los peligros de reactividad que presente una sustancia.

11. *Información toxicológica*: esta sección es fundamental para los profesionales de la salud y toxicólogos para identificar los efectos en el organismo.
12. *Información ecotoxicológica*: esto permite evaluar el impacto medioambiental de la sustancia al liberarla en el medio ambiente.
13. *Consideraciones de eliminación de los productos*: información inherente a la eliminación, reciclado o recuperación de las sustancias de ser el caso.
14. *Información del transporte*: información básica sobre el transporte de una sustancia.
15. *Información reglamentaria*: información reglamentaria sobre la sustancia que no figure en ninguna otra parte en las hojas de datos de seguridad.
16. *Otra información*: hacer constar cualquier información pertinente para la preparación de las FDS.

Para que usted tenga muy claro sobre la estructura y un ejemplo puntual de la hoja de seguridad de los diversos productos químicos, le sugiero revise la [Hoja de seguridad de la Fenolftaleína](#).

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 10, previstos para la semana 11. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 11, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

## **¿De qué trata la actividad?**

Hemos estudiado esta unidad en la que hemos realizado un estudio de las fuentes de información sobre materiales peligrosos, de forma que hemos visto el etiquetado de productos químicos y las hojas de seguridad. Le pido comedidamente que completemos la siguiente actividad interactiva para poder relacionar debidamente la identificación de los peligros químicos que representa cada pictograma.

### **Asociación de los peligros de sustancias químicas**

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 10

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) El sistema (SGA) comprende el etiquetado tanto de sustancia como preparados.
2. ( ) Las hojas de seguridad deben ser provista por el fabricante o proveedor de una sustancia química.
3. ( ) La palabra de advertencia enfatiza sobre los peligros de la sustancia química.
4. ( ) En las hojas de seguridad debe constar consejos de prudencia asociada a la sustancia química.
5. ( ) En las hojas de seguridad en caso de que requiera atención médica deberá contener información del médico más cercano.
6. ( ) Las hojas de seguridad deben contener información sobre manejo seguro de una sustancia química.
7. ( ) Las hojas de seguridad deben contener información detallada de las reacciones químicas que se producen.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

8. La etiqueta de una sustancia química permite contar con información referente a:
  - a. Clasificación.
  - b. Precauciones.
  - c. Medidas de seguridad.
9. La etiqueta de una sustancia química debe contener:
  - a. Advertencias.
  - b. Precauciones.
  - c. Ninguno de los anteriores.

10. Las hojas de seguridad de una sustancia química deben contener:

- a. Manipulación y almacenamiento.
- b. Propiedades físicas y químicas.
- c. Estabilidad y reactividad.

[Ir al solucionario](#)



Bienvenido a la cuarta semana de clases del segundo bimestre, estudiaremos las diversas formas en las que se realiza la medición de sustancias químicas presentes en el ambiente laboral. En este tema particular daremos una breve exposición sobre los temas inherentes a los equipos de detección y medida que generalmente se hacen *in situ*, así como las diversas técnicas de muestreo encaminadas a poder obtener muestras representativas de un contaminante presente en el entorno laboral. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema que le permitirá, en su quehacer laboral, identificar y cuantificar una fuente de riesgo químico. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

### **Unidad 11. Medida de sustancias químicas contaminantes**

---

El proceso de medición de una sustancia contaminante, es complejo, se relaciona de forma estrecha respecto a toxicidad del contaminante, y depende del grado de exposición. Estos aspectos, influirán directamente en la forma de muestreo y las mediciones se realizarán ya sea de forma directa o indirecta, así como también la infraestructura requerida para llevar a cabo dichos procesos. (INSST, 2001)

#### **11.1. Equipos de detección y medida**

Previo a iniciar un proceso de medición de contaminantes ambientales, es importante tener muy claro lo que se va a hacer (INSST, 2001), tal cual lo describe la figura 21.

**Figura 21.**

*Punto de partida para realizar la medición de contaminantes ambientales*



El conseguir respuestas a estas preguntas supone una efectividad en los procedimientos a seguir. La medición directa, así como la toma muestras para el análisis en un laboratorio, se ve restringido en cuanto a factores tecnológicos se refiere. Cuando se detecta la necesidad de realizar la medición de contaminantes químicos, se selecciona un procedimiento de medición, a través de:

1. Instrumentos de lectura directa.
2. Tomas de muestras y análisis posterior en laboratorio.

La orientación por uno u otro método, es la precisión con que se requiere el resultado; y obviamente habrá parámetros que no puedan determinarse vía rápida. La concentración del contaminante cuando es muy por debajo del valor límite amerita un método impreciso; caso contrario es preferible tener mayor precisión de la medición.

La medición de un contaminante químico depende de la finalidad, pudiendo ser un procedimiento diferente en cada caso:

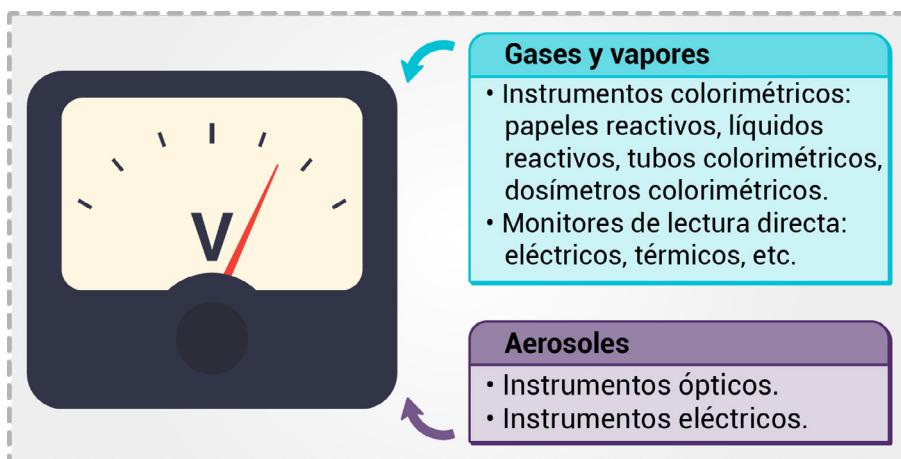
1. Evaluación aproximada de la concentración media ponderada en el tiempo.
2. Evaluación aproximada de las variaciones de la concentración en el tiempo.
3. Medidas próximas a una fuente de emisión.
4. Comparación con valor límite.
5. Mediciones periódicas de control.

## Mediciones por lectura directa

Los instrumentos de lectura directa son aquellos que permiten realizar el muestreo y análisis in situ y el resultado es inmediato. La principal ventaja está en que por lo general son económicos, de fácil manejo y útiles para infinidad de ensayos. Sin embargo, podría existir errores en el resultado final (ITACA, 2006). Los sistemas de lectura se pueden clasificar conforme lo que se necesite medir, según se expone en la figura 22.

**Figura 22.**

*Clasificación de los sistemas de lectura directa*



## 11.2. Estrategia de muestreo

El muestreo se relaciona con la obtención de una muestra representativa del contaminante químico que será medido en el laboratorio. Parece un procedimiento fácil, pero requiere cierto conocimiento y experiencia para hacerlo, ya que es determinante para el proceso analítico. Del muestreo depende tener un resultado confiable junto con una muestra que sea representativa y el proceso de medición correcto.

Así iremos respondiendo a cada pregunta; primero: ¿Qué se va a medir? Entonces habrá que tener clara la información de los aspectos del ambiente de trabajo (INSST, 2001) como los que se exponen en la figura 23.

## **Figura 23.**

*Aspectos que se consideran para identificar los puntos de muestreo en un ambiente laboral*

### **¿Qué se va a medir?**

- Materias primas, productos intermedios, aditivos, subproductos, y productos finales.
- Conocimiento y experiencia en el proceso por parte de los trabajadores.
- Listado de productos empleados: etiquetado y hojas de datos de seguridad.
- Características de materias primas (cuantitativo, cualitativo).
- Residuos mayoritarios o minoritarios.
- Función química a considerar.
- Gases, vapores. Coexistencia con otros estados líquido - vapor.
- Aerosoles: polvo, humo, fibras, nieblas.
- Aerosoles: tamaño de partícula.
- Polvo total o fracción de polvo respirable.
- Mezclas.

En función de lo que se va a medir, ahora es necesario definir el sistema de toma de muestras a emplear, dando respuesta a la pregunta de ¿Cómo se va a medir? Entre ellos hay dos opciones: la primera se refiere al sistema activo de captación de muestra y en un segundo caso al sistema pasivo de muestreo. En estos sistemas de muestreo la medición se hace posteriormente en laboratorio, la única diferencia entre ambos es por el uso de una bomba de aspiración que hace que la muestra pase desde el exterior a un recipiente de almacenamiento, y por ende, se cataloga en un sistema activo. Como parte adicional del proceso de muestreo, debe tomarse durante el proceso un "blanco", haciendo referencia a una muestra en iguales condiciones de manipulación por la que no ha pasado el contaminante.

Entre las opciones para muestreo activo se puede citar los siguientes métodos; sin embargo, la representación básica de un muestreador activo en la figura 24:

- *Captación activa directa:* toma de una muestra del aire sin ningún tratamiento para su posterior análisis.

- *Captación activa con filtros*: contaminante está en el aire en forma de aerosol, es retenido por un filtro y analizado según lo especifique el método de análisis correspondiente.
- *Captación con soluciones absorbentes*: el contaminante está en el aire y es retenido en una solución absorbente para fijar, mediante reacción química, al contaminante y posterior análisis.
- *Captación con sólidos absorbentes*: el aire con contaminante pasa a través de un tubo de vidrio con materiales absorbentes para posterior análisis.

**Figura 24.**

*Esquema básico de un muestreador activo*



*Nota.* Adaptado de *Manual de Instrucciones de Bomba de Muestreo* [Fotografía] por SKC Inc., s.f., ([enlace web](#)).

Mientras que, el muestreo pasivo es una técnica de muestreo que consiste de un lecho de material absorbente, separado por una membrana, en que los vapores se difunden al interior y se quedan en el absorbente para posterior análisis. Un esquema básico de este tipo de muestreador se representa en la figura 25.

**Figura 25.**  
*Muestreador pasivo para mercurio*



*Nota.* Adaptado de *Muestreador pasivo para mercurio* [Fotografía] por Microimport, s.f., ([enlace web](#)).

### Otros dispositivos para tomas de muestras

Otro tipo de dispositivos que se pueden emplear para la toma de muestras hace referencia a envases estériles de muestreo como pueden ser: bolsas estériles, jeringas, frascos de boca ancha con tapas de rosca, botellas para muestra de agua, y recipientes de metal, como se puede observar en la figura 26. Esto considerando que no todos los contaminantes se encuentran en forma de gas o vapor, sino que también están en forma de sólidos y líquidos.

**Figura 26.**

*Formas básicas de recipientes para muestreo*



Nota. Adaptado de *Frascos y contenedores con tapa*, [Fotografía] por Alamy, s.f., ([enlace web](#)).

### Conservación y transporte de muestras

Una vez realizado el muestreo del contaminante es necesario realizar un almacenamiento de forma que permita conservar sus características y, sobre todo, al contaminante. Es decir, las condiciones deben ser tales que las muestras no se alteren en cuanto a sus características se refiere. Por ende, las principales recomendaciones que surgen tras realizar el muestreo son: (INSST, 2001)

- Cerrar las muestras inmediatamente después de ser captadas.
- Las muestras deben ser trasladadas usando contenedores adecuados para su transporte, evitando rotura, golpes o derrames.
- No mezclar las muestras para evitar contaminación, sobre todo con la existencia de sustancias volátiles.
- Rotular debidamente cada lote de muestras y asegurarse de contar con un blanco.
- No almacenar las muestras por largos periodos o modificar drásticamente las condiciones de almacenamiento.
- Las muestras deben enviarse al laboratorio para análisis lo antes posible.
- La muestra únicamente debe abrirse en el momento en que vaya a ser analizada.

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 11, previstos para la semana 12. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 12, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

### ¿De qué trata la actividad?

Para esta sección en la que hemos estudiado la importancia de la medida de sustancias químicas contaminantes y en la que hemos visto cuán importante es el proceso de muestreo en virtud de contar con un material representativo para análisis, le propongo estudiar un caso de estudio, para lo cual pido de favor reproducir el video titulado: [Toma de muestras para análisis de agua](#). Le sugiero, se enfoque en los tres primeros minutos de producción.

¿Qué le ha parecido? En verdad la intención es que tenga una idea general del muestreo, en este caso, el muestreo es realizado en agua y obviamente dependerá del medio en el que se encuentre el contaminante. En todo caso, resulta interesante saber lo importante del proceso de muestreo, ya que como usted podrá evidenciar, de él depende los resultados que se van a obtener y las consideraciones que se han de hacer para la toma de muestra.

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 11

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) La precisión de la medición de un componente restringe el uso de uno u otro método de análisis.
2. ( ) La concentración del contaminante muy inferior al valor límite implica la necesidad de un método impreciso.
3. ( ) Una ventaja del análisis in situ es la precisión de los resultados.
4. ( ) El muestreo es un proceso clave para el proceso analítico debido a obtener un resultado confiable.
5. ( ) La conservación de la muestra es fundamental para mantener las características de la muestra inicial.
6. ( ) Las muestras deben ser debidamente identificadas hasta su traslado al laboratorio.
7. ( ) Las muestras tienen el riesgo de modificarse tras un incorrecto almacenamiento.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

8. Los aspectos que determinan como medir un contaminante químico son:
  - a. Muestreo.
  - b. Infraestructura.
  - c. Forma de medición: directa e indirecta.

9. La medición de contaminantes químicos depende de la finalidad, entre lo cuales se encuentran las siguientes:
- Medidas próximas a la concentración media ponderada en el tiempo.
  - Medidas próximas a una fuente de emisión.
  - Ninguna de las anteriores.
10. La medición de gases y vapores. Se realiza de forma directa empleando:
- Instrumentos colorimétricos.
  - Monitores de lectura directa.
  - Ninguna de las anteriores.

[Ir al solucionario](#)



Bienvenido a la quinta semana de clases del segundo bimestre, estudiaremos las diversas técnicas de análisis de muestras que contienen sustancias químicas presentes en el ambiente laboral. En este tema particular daremos una breve explicación sobre las técnicas de análisis clásicas e instrumentales que comprenden los diversos equipos de medición de sustancias químicas bajo métodos específicos. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema y que le permitirá, en su quehacer laboral, sugerir y gestionar los diversos métodos de análisis afines al tipo de contaminante. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

### **Unidad 12. Técnicas de análisis de muestras**

---

Las técnicas analíticas que se pueden aplicar a un determinado contaminante dependen básicamente de su naturaleza, en función de lo cual puede contar con una o múltiples posibilidades de detección por diversos métodos. Es así como, en análisis de muestra, permitirá saber cuál es el contenido de la muestra, es decir realizar una determinación cualitativa. Así como también, por otra parte, conocer la cantidad presente en dicha muestra, es decir, realizar una determinación cuantitativa. Por ende, para el profesional de la seguridad y salud ocupacional es necesario que conozca de forma general las diferentes técnicas analíticas disponibles, y que se pueden evidenciar en la figura 27, entre las que encontramos dos grupos debidamente marcados (ITACA, 2006):

*Técnicas de análisis clásico:* volumetría, gravimetría y potenciometría.

*Técnicas de análisis instrumental:* cromatografía, espectrofotometría, rayos X, microscopio óptico, etc.

**Figura 27.**

Técnicas convencionales usadas para análisis de sustancias químicas

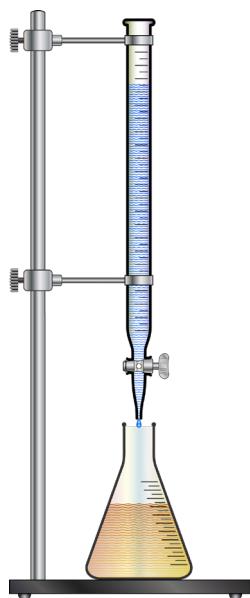
| 1 Volumetría                        | 6 Espectrofluorimetría                    |
|-------------------------------------|---|
| Cloruros, carbonatos                | Nieblas de aceites minerales              |
| 2 Gravimetría                       | 7 Espectrofotometría UV                   |
| Cenizas totales, polvo total        | Fosfatos, amoniaco                        |
| 3 Potenciometría                    | 8 Espectrofotometría de absorción atómica |
| Amoniaco, cianuros, fluor           | Metales                                   |
| 4 Microscopía de contraste de fases | 9 Cromatografía de gases                  |
| Amianto, fibras                     | Compuestos orgánicos, gases y vapores     |
| 5 Cromatografía de inorgánicos      | 10 Cromatografía de líquidos              |
| Nitratos, cloruros, sulfatos        | Plaguicidas, metabolitos                  |

## 12.1. Técnicas de análisis clásicas

Estas técnicas hacen referencia a mecanismos basados en cuantificar la cantidad necesaria para que en una reacción se alcance el equilibrio químico en presencia del analito (contaminante). Por ende, en este sentido se mide la masa o volumen de analito, de reactivo o del producto de reacción que se consume o genera tras alcanzar el equilibrio químico. (ITACA, 2006)

*Volumetría:* se mide el volumen de una solución de concentración conocida necesario para reaccionar con el analito, pudiendo ser reacciones de neutralización, óxido-reducción, o de precipitación. Una representación del instrumental básico se hace constar en la figura 28.

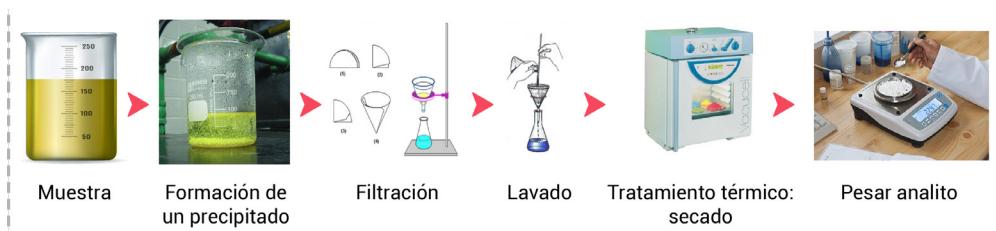
**Figura 28.**  
*Instrumentación básica para volumetría*



Nota. Adaptado de *Valoraciones químicas* [Figura], por Ciencias para el mundo contemporáneo, 2013, ([enlace web](#)).

**Gravimetría:** método por diferencia de peso de la muestra, por lo que se requiere de balanzas de precisión. Un esquema elemental de esta técnica de análisis se muestra en la figura 29. Algunos factores que pueden intervenir en el proceso son: vibraciones, humedad ambiental, calibración, error de medición, etc.

**Figura 29.**  
*Instrumentación básica para gravimetría*

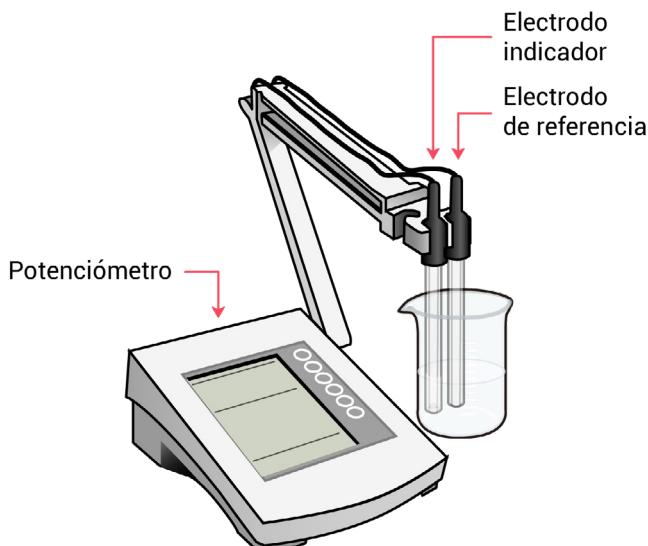


Nota. Adaptado de *Guía de ejercicios métodos gravimétricos* [Figura] por Programa de acceso inclusivo, equidad y permanencia de Universidad Santiago de Chile, 2016, ([enlace web](#))

**Potenciometría:** se mide la fuerza electromotriz de un electrodo indicador sensible al elemento que queremos medir y respecto a otro de referencia, cuyo esquema básico se muestra en la figura 30.

**Figura 30.**

*Instrumentación básica para potenciometría*



*Nota.* Adaptado de *Análisis instrumental* (p. 71), por Bermejo R. & Moreno A., 2014, Editorial Síntesis.

## 12.2. Técnicas de análisis instrumental

Los métodos analíticos de tipo instrumental se basan en medir una propiedad física del analito (conductividad, potencial del electrodo, absorción o emisión de luz, relación carga/masa, fluorescencia, etc.). Las principales técnicas de determinación que conforman este grupo de análisis los describiremos a continuación.

### Técnicas microscópicas

*Microscopía óptica de contraste de fases:* técnica muy empleada en especial para fibras de amianto por su bajo coste, una representación básica de esta instrumentación se muestra en la figura 31.

**Figura 31.**

*Microscopio óptico de contraste de fases*



*Nota.* Kwanchai.c/shutterstock.com

### Técnicas espectroscópicas

*Espectroscópicas:* instrumento que dispersa luz policromática en sus monocromáticas.

*Espectrómetricas:* determinar la frecuencia o longitud de onda de una sustancia.

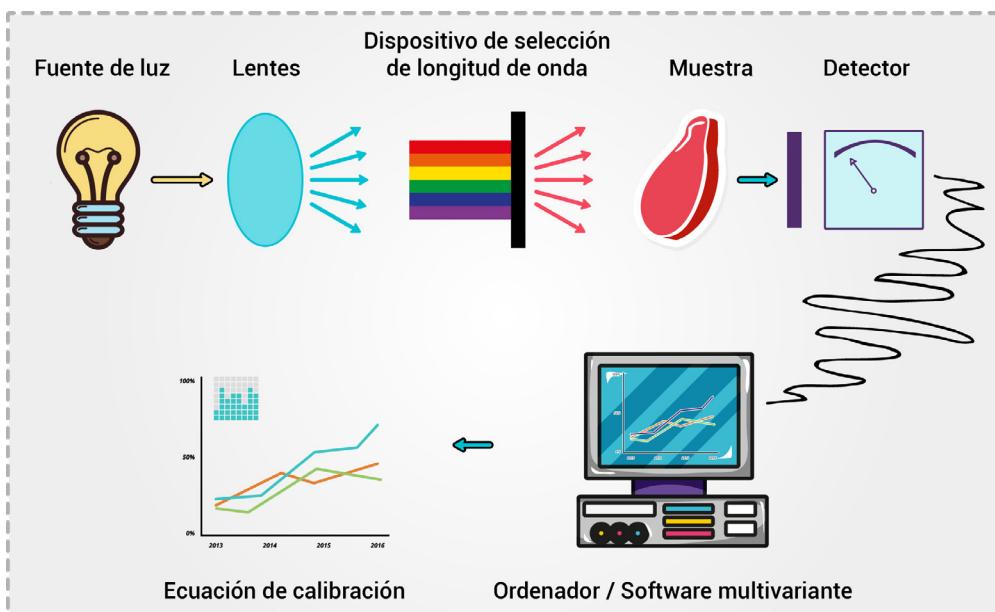
*Espectrofotométricas:* determina la intensidad de radiación y la longitud de onda. Estas técnicas se basan en la interacción de la radiación electromagnética con la materia, que hace que la luz llegue a la materia que puede absorberse, difractarse, etc., dentro de las cuales tenemos varios grupos de técnicas:

- *Espectrofluorimetría:* excitación de una sustancia a través de la emisión de radiación ultravioleta, una fracción de esta energía la emitirán como una radiación de longitud de onda mayor.
- *Espectrofotometría de absorción ultravioleta visible:* requiere del desarrollo de un complejo coloreado del compuesto que se requiere medir. La intensidad de radiación que es absorbida por esta muestra se compara con la de un patrón.

- *Espectrofotometría de infrarrojos*: consiste en la absorción de radiación infrarroja que puede dar datos sobre la estructura, cuyo esquema básico se representa en la figura 32.
- *Difracción de rayos X*: incidencia un haz de rayos X sobre una sustancia cristalina que produce una serie de haces de difracción que permite identificar un material de tipo cristalino. Se emplea para determinación **sílice** y la diferenciación de las formas presentes.
- *Espectrometría de masas*: caracterización cualitativa que se basa en el espectro de masas. Acoplado a un cromatógrafo de gases permite determinar compuestos orgánicos.
- *Espectrometría de absorción atómica*: mide la energía a una longitud de onda específica que es absorbida por los átomos cuando están en estado fundamental. Esta técnica junto con la técnica de emisión atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP) permite determinar metales.

**Figura 32.**

*Esquema básico de un equipo de espectroscopía de infrarrojo*



*Nota.* Adaptado de Aplicaciones de la espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS) para el control de calidad de la carne [Figura], por Arias E., Diñeiro, Y., García, P. Oliván, C. & Sierra, V., 2020, ([enlace web](#)).

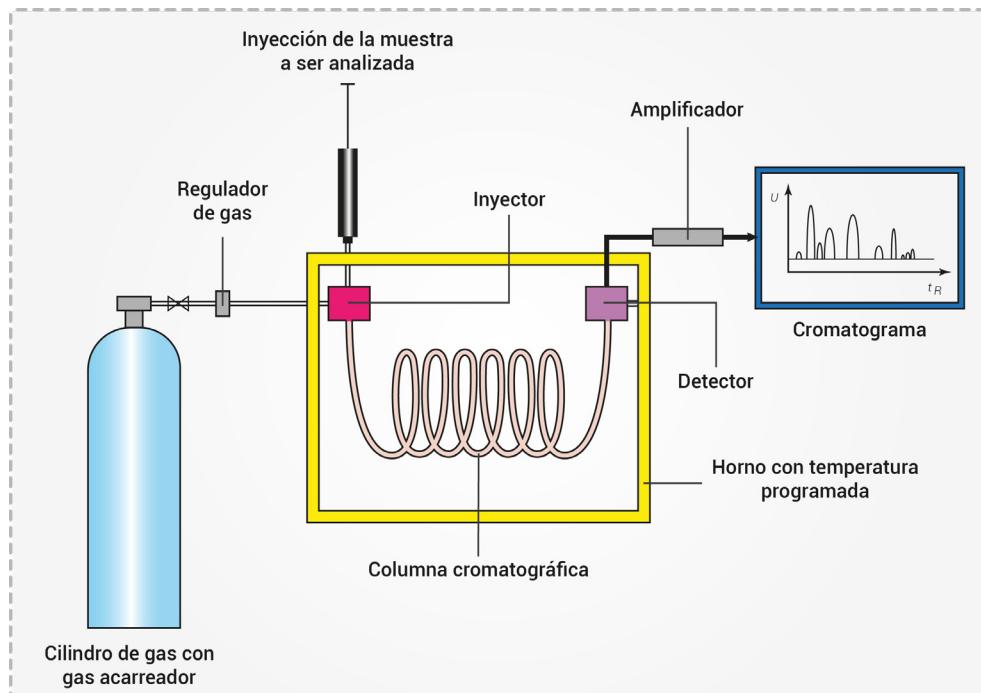
## Técnicas cromatográficas

*Cromatografía de gases:* fase móvil es un gas, para que los compuestos se separen han de tener cierta presión a la temperatura de separación, un esquema básico de este equipamiento se muestra en la figura 33. Se aplica para determinar compuestos orgánicos, pero también para análisis de gases e hidrocarburos ligeros.

*Cromatografía de líquidos:* fase móvil es un líquido, y puede abarcar a la cromatografía en columna y la cromatografía planar.

*Cromatografía de intercambio iónico:* la separación ocurre en la fase móvil polar líquida y una fase estacionaria (resina o sustancia de intercambio iónico).

**Figura 33.**  
*Esquema básico de un cromatógrafo de gases*



Nota. Adaptado de *Cromatografía de gases: cómo funciona, tipos, partes, usos [Figura]*, por Bolívar, G., 2019, ([enlace web](#)).

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 12, previstos para la semana 13. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 13, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

### ¿De qué trata la actividad?

Para esta sección en la que hemos estudiado las técnicas de análisis de muestras haciendo hincapié en las técnicas de análisis clásico, así como las de tipo instrumental, le propongo reproducir el video titulado: [Métodos instrumentales para el análisis en agua](#).

*¡Interesante, verdad!* Pues como usted podrá ver hay equipos y técnicas específicas dependiendo de la matriz en la que se va a realizar el análisis de una sustancia química en específico. En este caso particular muchas de las técnicas que estudiamos en esta unidad hemos podido conocer en el video. En todo caso, resulta interesante conocer un poco de la tarea del laboratorista con quién deberá dilucidar sobre la mejor forma de detectar un contaminante en el ámbito laboral.

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 12

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) La volumetría es una técnica que relaciona la cantidad en gramos que se requiere de una solución con concentración conocida para reaccionar con el analito.
2. ( ) La cromatografía es una técnica de análisis instrumental.
3. ( ) Las técnicas de análisis instrumental implican una mayor infraestructura en cuanto a equipos especializados.
4. ( ) La técnica espectroscópica se basa en la dispersión de luz policromática.
5. ( ) La técnica espectrofotométrica se basa en determinar la intensidad de radiación y longitud de onda.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

6. La técnica de análisis que pueden aplicarse a un contaminante depende de:
  - a. Naturaleza.
  - b. Peso.
  - c. Espectro.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

7. El análisis de una muestra por método clásico comprende las técnicas:
  - a. Volumétrica.
  - b. Gravimétrica.
  - c. Potenciométrica.

8. El análisis de una muestra por potenciometría se usa para determinación de:
- Amoniaco.
  - Cianuro.
  - Flúor.
9. Los factores que de alguna forma afectan el proceso de medición gravimétrica son:
- Humedad ambiental.
  - Calibración.
  - Ninguna de los anteriores.
10. Las técnicas espectroscópicas se clasifican en:
- Espectroscópicas.
  - Espectrómetricas.
  - Espectrofotométricas.

[Ir al solucionario](#)



Bienvenido a la sexta semana de clases del segundo bimestre, estudiaremos las diversas técnicas de medidas preventivas contra riesgos químicos presentes en el ambiente laboral. En este tema particular daremos una breve exposición de algunas buenas prácticas de trabajo en las que intervienen sustancias químicas que intentan reducir el nivel de riesgo. Luego se tratará de forma final una breve noción sobre la estructuración de planes de emergencia cuando, aún después de haber adoptado buenas prácticas, ocurre un evento no deseado. Este conocimiento es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema y que le permitirá ejercer en su ámbito ocupacional con propuestas para reducir los riesgos químicos y gestionar planes de emergencia. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

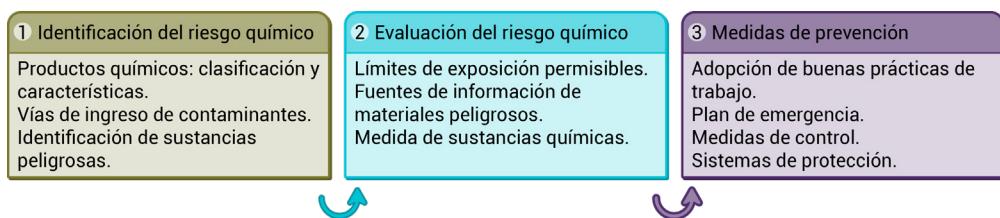
### **Unidad 13. Medidas preventivas contra contaminantes químicos**

---

Es necesario crear condiciones de seguridad preventiva en un entorno laboral tanto para la salud laboral y el medio ambiente. En inicio es importante contar con el compromiso de la dirección de una empresa para con la gestión de estos riesgos, y que en su momento involucrarán a demás trabajadores de la empresa. La fuente de partida son los resultados de la evaluación del riesgo, en los que será posible evidenciar la existencia de riesgo químico en diversos puestos de trabajo y de los potenciales efectos que pueden tener tanto sobre la salud como para el ambiente. En la figura 34, un resumen de este proceso en que la planificación de la actuación a través de buenas prácticas de trabajo, los planes de emergencia y las medidas de control son el resultado final y de los cuales dependerá promover una cultura de salud, seguridad y prevención al interior de un entorno laboral. (SALTRA, 2008)

**Figura 34.**

*Esquema básico de la intervención en la prevención de riesgos químicos*



Sería importante que para la ampliación en la lectura de este importante tema se pueda abarcar diversos aspectos que no hemos tratado en la guía didáctica, para lo cual le invito a revisar el recurso titulado [Metodología para la identificación, evaluación y control de la exposición a contaminantes químicos](#).

### 13.1. Buenas prácticas de trabajo

El objetivo de la implementación de buenas prácticas de trabajo es controlar los peligros relacionados con sustancias químicas que se encuentran en los puestos de trabajo, es reducir el riesgo al máximo. Para lo cual será necesario en principio capacitar a los trabajadores en actividades seguras durante sus actividades laborales respecto a la identificación, manejo, transporte y almacenamiento de productos químicos en todo momento, haciendo de esta una práctica común y segura de operar. A continuación se expondrá una serie de recomendaciones que se debe adoptar mínimamente en cada uno de estos aspectos.

Toda persona que está en contacto con una sustancia química durante la ejecución de sus actividades laborales deberá disponer de información y conocimiento sobre: (SALTRA, 2008) (INSHT, 2001)

#### **Identificación de productos químicos:**

- Correcto etiquetado y las hojas de datos de seguridad provistas por el fabricante de los productos químicos.
- Sustancias en sus recipientes originales, etiquetado y hojas de datos de información.

- Procedimientos de trabajo para el control de las especificaciones de materias primas, productos intermedios, productos acabados, y un plan de gestión de los residuos.

### **Manipulación de productos químicos:**

- Propiedades fisicoquímicas y toxicológicas de las sustancias químicas con las que se opera y sus efectos sobre la salud y el medio ambiente.
- Manipulación correcta de los productos químicos conforme a la categoría.
- Correcta interpretación del contenido de los datos provistos en la etiqueta y hojas de datos de seguridad.
- Actuación frente a un caso de vertido accidental, lucha contra incendios, y equipo de protección personal que veremos más adelante.

### **Trasvase de productos químicos:**

- Prohibición de mantener un recipiente abierto más aún cuando este genera vapores volátiles.
- Riesgo de un líquido inflamable y que en la proximidad se tenga un foco de ignición.
- Riesgos corrosivos de sustancias que puedan derramarse.
- Tapar los recipientes de productos químicos una vez extraída la cantidad necesaria.
- Trasvases por vertido libre están totalmente desaconsejados menos aún con focos de ignición debidamente identificados.
- Trasvases realizados con bomba, deben poseer sistema antideflagrante para evitar incendios.
- Uso de ropa ignífuga o de algodón.
- Los trasvases de sustancia inflamables y tóxicos deben realizarse en lugares bien ventilados y de preferencia usando sistemas de extracción para captarlos.

- Controlar la carga de un recipiente durante el traspaso para evitar derrames.
- Uso de guantes resistentes, pantalla facial o gafas de seguridad para evitar contacto con productos corrosivos.

#### **Derrame de productos químicos:**

- En caso de derrame se deben usar los métodos de limpieza recomendados en la hoja de datos de seguridad.
- No verter al desagüe sustancias corrosivas sin neutralizar ya que es una potencial fuente de contaminación.
- Asignar correctamente recipientes para almacenamiento de residuos que deberán ser metálicos y de preferencia con cierre hermético.
- La necesidad de contar con duchas de emergencia y lavaojos en caso de salpicaduras.

#### **Almacenamiento de productos químicos:**

- El almacenamiento debe realizarse por grupos de riesgo.
- Se debe limitar la presencia de sustancias químicas en el ambiente de trabajo.
- Las sustancias incompatibles que puedan generar reacciones peligrosas deben ser dispuestas en zonas alejadas.
- El etiquetado debe permanecer durante el almacenamiento.
- Recipientes de almacenamiento deben permanecer cerrados.
- Adecuación de zonas de almacenamiento con buena ventilación y con instalación eléctrica de modo protección.
- Cuando se trate de recipientes móviles en pequeñas cantidades debe contarse con armarios de seguridad para su almacenamiento.
- Los recipientes de vidrio son resistentes pero su limitante es la fragilidad de su manejo.
- Los recipientes plásticos son resistentes sin embargo puede haber deterioro con el tiempo.
- El empleo de recipientes metálicos es aconsejado.
- Sistema de tuberías emplazadas en edificios debe ser de material anticorrosivo.
- Paredes con elevada resistencia al fuego y puerta metálica.
- Sistema de drenaje ante posibles derrames.
- Plan de revisión, mantenimiento e inspecciones periódicas.

## 13.2. Medidas de control del riesgo

La evaluación del riesgo pone de manifiesto la necesidad de implementar medidas de prevención, las consideraciones van encaminadas a considerar los siguientes aspectos, según lo expone en la figura 35.

1. Foco de emisión del contaminante.
2. Medio de propagación del contaminante.
3. Receptor del contaminante.

**Figura 35.**

*Métodos de control del riesgo*

| Foco de emisión  | Medio de difusión  | Receptor   |
|--|--|--|
| Selección de equipos.<br>Sustitución de productos.<br>Modificación del proceso.<br>Encerramiento del proceso.<br>Aislamiento del proceso.<br>Métodos húmedos.<br>Extracción.<br>Mantenimiento. | Limpieza.<br>Ventilación: <ul style="list-style-type: none"><li>• General.</li><li>• Dilución.</li></ul> Aumento de la distancia entre foco y receptor.<br>Sistema de alarma.<br>Difusión. | Formación del personal.<br>Rotación del personal.<br>Encerramiento del trabajador.<br>Protección individual.<br>Mantenimiento. |

*Nota.* Adaptado de *Método de control del riesgo higiénico* (p. 106), por ITACA, 2006, Marcombo S.A.

### Control sobre el foco de emisión del contaminante

Los métodos aquí previstos se orientan a garantizar que una sustancia contaminante se genere en una zona o proceso específico. (ITACA, 2006)

*Selección de equipos:* es conveniente desde el inicio seleccionar equipos que contribuyan a la seguridad de la actividad laboral.

*Sustitución de productos:* un producto de alta peligrosidad puede suplirse por otro de menor peligrosidad, aunque esto no es posible en procesos productivos, pero en actividades de mantenimiento y/o limpieza a veces lo permite.

*Modificación del proceso:* en algunos casos cuando implica la automatización de procesos permite reducir el riesgo químico de los trabajadores.

*Aislamiento del proceso:* ciertos procesos considerados como peligrosos pueden ser sometidos a un encerramiento en una zona definida para minimizar la exposición

*Métodos húmedos:* este método hace referencia a la implementación de equipos de retención de polvos por agua, para reducir la emanación del sólido y la aspiración por trabajadores.

*Extracción localizada:* el uso de extractores localizadores consigue reducir la concentración por captura y posterior eliminación de un contaminante cerca de su generación.

### **Control del medio de propagación del contaminante**

En este caso se hace constar métodos orientados principalmente a evitar que una sustancia química se disperse a otras zonas del puesto de trabajo. (OISS, 2016)

*Limpieza:* al efectuar una limpieza minuciosa de los puestos de trabajo contribuye a reducir la posibilidad de propagación.

*Ventilación general:* se concibe como la acción de renovación del suministro de aire desde un área general.

*Ventilación por dilución:* se conoce como la acción de mezclar el aire contaminado con aire puro en un área general.

### **Control del receptor del contaminante**

Los métodos de actuación de este tipo están orientados a reducir la exposición de un trabajador a una sustancia química, cuando las acciones antes tomadas tanto para prevenir la emisión como la propagación no son suficientes. (SALTRA, 2008)

*Formación del personal:* este método hace referencia a que los operarios deben estar informados a cabalidad de los sistemas de actuación para proceder efectivamente.

*Rotación de personal:* tiene por finalidad reducir el tiempo de exposición de un trabajador a un contaminante.

*Encerramiento del trabajador:* cuando no es posible encerrar al contaminante, otra posibilidad que surge es encerrar al trabajador.

*Protección personal:* se contempla el uso de equipo de protección cuando se realiza operaciones especiales de contacto con los contaminantes.

### 13.3. Plan de emergencia

Un plan de emergencia se define como el conjunto de acciones planificadas en función de conseguir la protección de personas e instalaciones ante posibles accidentes que pueden ser considerados como graves, y cuyo objetivo es evitar o disminuir sus consecuencias.

En este aspecto, de forma común, las empresas consideran casos de accidentes los incendios, las fugas o derrames de sustancias peligrosas, que no únicamente pueden causar daño al recurso humano sino también a la infraestructura de una empresa, a la población y al medio ambiente.

Es así como, una vez realizada la evaluación del riesgo respecto al funcionamiento total de una empresa, los planes de emergencia tomarán como punto de partida esta información. Por ende dicho plan se constituye como una herramienta de gestión empresarial para la actuación efectiva y con rapidez ante una emergencia.

Por ello, el plan de emergencia requiere un programa de implantación riguroso, el cual implica actualización, formación de los trabajadores, adquisición y mantenimiento de equipos, y no dejando de lado la ejecución de simulacros, que las personas actúen de forma efectiva durante una emergencia.

Dentro de este plan de emergencia deben estar incluidos varios aspectos como el recurso humano, antes comentado, que requiere una capacitación teórico-práctica, pero también otros de tipo material que debe ser provisto por la empresa, tales como: (García López, 1999)

- Salidas de emergencia.
- Sistemas automáticos de detección.
- Alarms.
- Sistemas de drenaje en lugares seguros.
- Vías de evacuación.
- Señalización.

- Equipos de protección.
- Sistemas de comunicación.

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 13, previstos para la semana 14. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 14, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

#### ¿De qué trata la actividad?

Para esta sección en la que hemos estudiado las medidas preventivas contra las sustancias de tipo químico, se han identificado buenas prácticas de trabajo en ambientes laborales y finalmente se ha conocido sobre la estructuración de planes ante emergencias que involucran a sustancias químicas. Le propongo trabajar en un caso de estudio, para lo cual pido de favor revisar el recurso: [Medidas de seguridad en el laboratorio](#). Como verá, se trata de las medidas de seguridad implementadas en un laboratorio químico de la Universidad Autónoma de México.

Qué interesante saber las medidas que han adoptado puntualmente en un sitio en donde la manipulación de sustancias químicas tiene lugar en todo momento. Me parece que es un interesante ejemplo que le servirá para su formación profesional en seguridad y salud ocupacional.

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 13

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) Es una buena práctica el etiquetar y contar con las hojas de seguridad del fabricante de productos químicos.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

2. El almacenamiento de productos químicos debe hacer tomando en cuenta:
  - a. Grupos de riesgo.
  - b. Peso del producto químicos.
  - c. Color del producto químico.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

3. Para la intervención en la prevención de riesgos químicos, se considera:
  - a. La identificación del riesgo químico.
  - b. La evaluación del riesgo químico.
  - c. El planteamiento de medidas de prevención.
4. En la manipulación de productos químicos, las buenas prácticas de trabajo incluyen:
  - a. Tomar en cuenta la categoría química.
  - b. Tomar en cuenta información de hojas de seguridad.
  - c. Ninguna de las anteriores.
5. En el trasvase de productos químicos, las buenas prácticas de trabajo incluyen:
  - a. Tapar los recipientes de productos químicos una vez extraída la cantidad.
  - b. Usar bomba con sistema antideflagrante.
  - c. Ninguna de los anteriores .

6. Dentro de las buenas prácticas de trabajo encaminadas a prevenir el derrame de productos químicos se incluye:
  - a. No verter al desagüe.
  - b. Usar recipientes metálicos.
  - c. Ninguna de los anteriores.
7. Dentro de las buenas prácticas de trabajo encaminadas a prevenir el derrame de productos químicos se incluye:
  - a. Acoger los métodos de limpieza recomendados.
  - b. Contar con duchas de seguridad.
  - c. Ninguna de los anteriores.
8. Las medidas de control de riesgo deben considerar:
  - a. Focos de emisión del contaminante.
  - b. Medio de propagación del contaminante.
  - c. Receptor.
9. Entre las medidas de control sobre el foco de emisión del contaminante se considera:
  - a. Aislamiento del proceso para reducir el riesgo.
  - b. Colocar extractores localizados.
  - c. Equipos de retención del contaminante.
10. Entre las medidas de control del receptor del contaminante se considera:
  - a. Reducción del tiempo de exposición por rotación.
  - b. Formación de los operarios sobre actuación.
  - c. Aislamiento del trabajador.

[Ir al solucionario](#)



Bienvenido a la séptima semana de clases del segundo bimestre, estudiaremos los sistemas de protección ante sustancias químicas, que pueden dividirse en dos grandes grupos que son los de protección colectiva y los de protección personal. Este conocimiento es muy relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional para contar con criterio formado en este tema y que le permitirá ejercer en su ámbito ocupacional con propuestas sobre estos sistemas de protección a nivel de organizacional aplicado tanto a la infraestructura como a los trabajadores. ¡Le animo a que empecemos con el estudio!

### **Unidad 14. Sistemas de protección ante sustancias químicas**

---

Los sistemas de protección ante sustancias de tipo químico se conciben como técnicas de seguridad que tienen por objeto proteger de forma simultánea a varios trabajadores que están expuestos a un riesgo de tipo químico. La mayor parte de medidas apunta a que se debe primar la protección colectiva antes que la protección individual.

#### **14.1. Sistemas de protección colectiva**

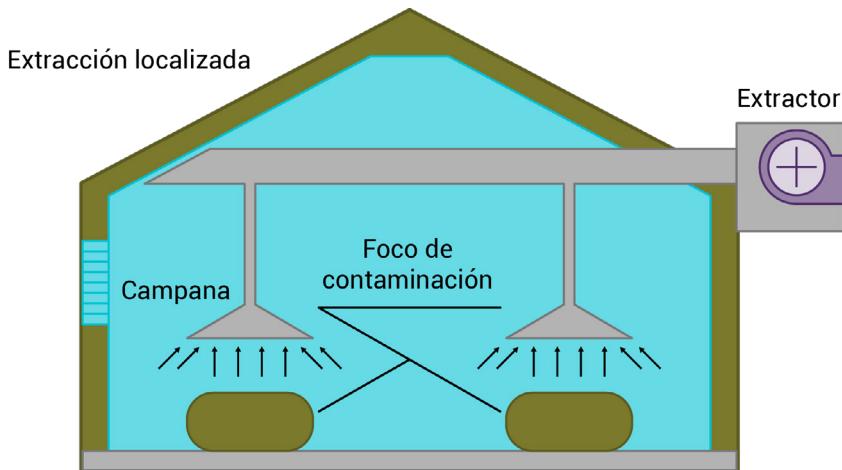
Los sistemas de protección colectiva se implementan a nivel de infraestructura y dependen únicamente de la decisión de la dirección de empresa para su instalación y funcionamiento; sin embargo, deben tener un adecuado seguimiento y mantenimiento para que su funcionamiento sea permanente. Tienen como finalidad eliminar la situación de riesgo, es decir por lo general actúan en el foco de emisión y evitan su propagación. Entre ellos se puede hacer referencia en lo que se refiere a diversos sistemas, tales como: (CSIC, 2014)fuentes lavaojos, mantas ignífugas, extintores, neutralizadores y equipos para ventilación de emergencia. La instalación de equipos de protección colectiva y el establecimiento de un programa para su mantenimiento y utilización debe constituir una exigencia dentro del plan de emergencia y prevención de riesgos del laboratorio. Los elementos de actuación y protección son sistemas que deben permitir una rápida actuación para el control de incidentes producidos en el laboratorio, tales como incendios y derrames, así como para la descontaminación de

personas que hayan sufrido una proyección, salpicadura o quemaduras. Su número y ubicación (que se comentan más adelante)

*Sistema de extracción localizada:* consta de una campana diseñada para captar de forma parcial durante un proceso en el que se genera una sustancia química contaminante, cuya finalidad es absorberlo y conducirlo para su desecho, como se puede evidenciar en la figura 36.

**Figura 36.**

*Esquema básico de un sistema de extracción localizada*



Nota. Adaptado de ¿Qué es la extracción localizada? [Figura], por ThermoPeru, s.f., ([enlace web](#)).

*Duchas de seguridad:* son duchas de emergencia más habitual para actuar en casos de quemaduras químicas e incluso si se prende fuego en la ropa, cuyo esquema básico se representa en la figura 37.

### **Figura 37.**

*Esquema básico de una ducha de emergencia*



Fuente: Mohd Nasri B/shutterstock.com

Nota. Adaptado de *ducha de emergencia sobre pedestal* [Fotografía], por Waterfire, s.f., ([enlace web](#))

*Fuentes lavaojos:* se constituyen en un sistema con fijación al suelo y un accionador de pedal que por lo general permite el lavado rápido y total de los ojos a través de un chorro de agua potable.

### **Figura 38.**

*Sistema lavaojos con pedestal*



Fuente: Rattiya Thongdumhyu/shutterstock.com

Nota. Adaptado de *ducha de emergencia sobre pedestal* [Fotografía], por Waterfire, s.f., ([enlace web](#))

*Mantas ignífugas:* se constituyen en una herramienta eficaz en el caso de que se produzca fuegos, evitando el desplazamiento del sujeto en llamas. (Figura 39)

**Figura 39.**

*Manta ignífuga*



Nota. Adaptado de *Qué es una manta ignífuga* [Fotografía], por Villafuerte, E., 2018, ([enlace web](#)).

*Extintores:* son una herramienta que permite controlar pequeños incendios que se producen. Los extintores son aparatos que contienen un agente extintor que se acciona por presión interna y puede ser dirigido sobre el fuego (figura 40). Vale la pena recalcar que, dependiendo del tipo de fuego, se puede usar uno u otro tipo de extintor según se detalla en la tabla 5.

## Figura 40.

### Extintores de fuego



Nota. Adaptado de ¿Qué tipo de extintor tengo que usar si se declara un fuego? [Fotografía], por Grupo de Incendios, 2016.

**Tabla 5.**  
*Tipo de extintores según tipo de fuego*

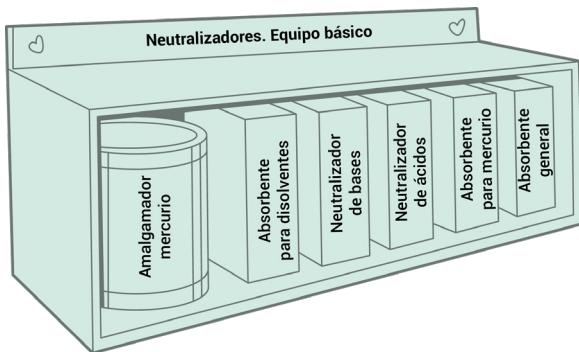
| Clases de fuego | Agente extintor                      |                  |               |            |                   |                    |            |
|-----------------|--------------------------------------|------------------|---------------|------------|-------------------|--------------------|------------|
|                 | Agua chorro                          | Agua pulverizada | Espuma física | Polvo seco | Polvo polivalente | Dióxido de carbono | Halones    |
| A (Sólidos)     | Bueno                                | Bueno            | Bueno         | Bueno      | Bueno             | Bueno              | Bueno      |
| B (Líquidos)    | Peligroso                            | Bueno            | Bueno         | Bueno      | Bueno             | Bueno              | Bueno      |
| C (Gases)       | No Extingue<br>Si limita propagación |                  |               | Bueno      | Bueno             | Bueno              | Bueno      |
| D (Metales)     | Peligroso*                           | Peligroso*       | Peligroso*    | Peligroso* | Peligroso*        | Peligroso*         | Peligroso* |

\* Requiere agentes especiales

Nota. Adaptada de *Equipos de Protección Colectiva* (p. 5), por Servicio de Prevención de Valencia (CSIC), 2015, ([enlace web](#)).

**Neutralizadores:** se trata de sustancias específicas correspondientes a la sustancia que se desea neutralizar o absorber en caso de derrames o vertidos accidentales (figura 41).

**Figura 41.**  
*Set de neutralizadores*



*Nota.* Adaptada de *Elementos de actuación y protección* [Figura], por Servicio de prevención de riesgos laborales de Universidad de la Rioja, s.f., ([enlace web](#)).

*Equipos para ventilación de emergencia:* son una instalación que, dada una emergencia, genera un elevado caudal de aire de extracción que barre completamente un área que ha sido invadida por un contaminante, cuya representación se puede evidenciar en la figura 42.

**Figura 42.**  
*Esquema de un equipo de ventilación de emergencia*



*Nota.* Adaptado de *Instalación de jet fans: guía de buenas prácticas* [Fotografía], por S&P, 2018, ([enlace web](#)).

## 14.2. Sistemas de protección individual

Son un instrumento llevado por el propio trabajador para que lo proteja de un riesgo químico y así garantizar su seguridad. Pretender eliminar las consecuencias que pueden tener en la salud del trabajador ante una situación de riesgo. Es una barrera para proteger al receptor de la exposición directa a un contaminante. En este caso el equipo de protección personal a trabajadores de diversas áreas es provisto por la empresa, sin embargo, debe imponerse la obligatoriedad de usarlos apropiadamente durante el cumplimiento de actividades laborales. (SALTRA, 2008)

Le invitamos a conocer los diversos sistemas de protección individual.

Al adoptar las medidas de control, los equipos de protección personal resultan complementarios para combatir un riesgo. Por tanto su selección adecuada garantiza la protección de riesgos químicos al trabajador, teniendo en cuenta las diversas vías de ingreso al organismo, así el equipamiento mínimo está constituido por: (OISS, 2016)(ITACA, 2006)

*Protector de manos y brazos:* entre este grupo de equipos constan guantes contra agresiones químicas, manoplas y mangas, como se puede observar en la figura 43.

**Figura 43.**

*Tipos de protección de manos y brazos*



*Nota.* Adaptado de *Tipos EPIs [Fotografías]*, por Gerencia de unidad de prevención de riesgos laborales de Universidad de Zaragoza, s.f., ([enlace web](#))

*Protector de cabeza:* en este grupo de equipamiento se incluye el poder contar con casco de uso especial para productos químicos cuando lo amerita. (Figura 44)

**Figura 44.**  
*Casco especial*



*Nota.* Adaptado de *Casco jsp vista shield con visor retráctil* [Fotografía], por AT Protección, s.f., ([enlace web](#))

*Protector de ojos y cara:* en este grupo de equipos constan: gafas de protección, pantallas faciales y pantallas para soldadura. (Figura 45)

**Figura 45.**  
*Tipos de protectores de ojos y cara*



*Nota.* Adaptado de *Tipos EPIs* [Fotografías], por Gerencia de unidad de prevención de riesgos laborales de Universidad de Zaragoza, s.f., ([enlace web](#))

*Protector de vías respiratorias:* entre los equipos de protección, consta la máscara que cubre nariz, ojos y boca (figura 46). Mientras que la mascarilla cubre nariz y boca. Finalmente, la boquilla cubre boca y nariz.

**Figura 46.**

*Tipos de protectores de vías respiratorias*



Fuente: Rattiya Thongdumhyu/shutterstock.com

Nota. Adaptado de *Tipos EPIs [Fotografías]*, por Gerencia de unidad de prevención de riesgos laborales de Universidad de Zaragoza, s.f., ([enlace web](#))

*Protectores de pies:* en este grupo constan los calzados de protección. (Figura 47)

**Figura 47.**

*Protectores de pies*



Fuente: shutterstock.com

Nota. Adaptado de *Tipos EPIs [Fotografías]*, por Gerencia de unidad de prevención de riesgos laborales de Universidad de Zaragoza, s.f., ([enlace web](#))

*Protectores de piel:* en este caso se menciona algunas cremas de protección y pomadas. (Figura 48)

## **Figura 48.**

*Cremas de protección o pomadas*



*Nota.* Adaptado de ¿Son un EPI las cremas de protección solar? [Fotografía], por Waterfire, 2018, ([enlace web](#)).

*Protectores del tronco y abdomen:* se hace referencia en este grupo a mandiles de protección química. (Figura 49)

## **Figura 49.**

*Mandiles de protección química*



Fuente: shutterstock.com

*Nota.* Adaptado de *Tipos EPIs* [Fotografías], por Gerencia de unidad de prevención de riesgos laborales de Universidad de Zaragoza, s.f., ([enlace web](#))

*Protección total del cuerpo:* dentro de este grupo comprenden la ropa de protección contra agresiones de tipo química, metales en fusión, antipolvo y antigas. (Figura 50)

## Figura 50.

### Equipo de protección total para el cuerpo



Fuente: shutterstock.com

Nota. Adaptado de *Equipo de Protección Personal* (EPP) para la aplicación de agroquímicos [Fotografía], por Brenes, J., 2017, ([enlace web](#))

Los elementos de protección se incluyen como parte del programa de formación, para el correcto uso de estos equipos y la adopción de medidas más higiénicas de trabajo, lo que supone un control permanente que permita su correcto funcionamiento. Estos elementos en su mayoría ameritan el reemplazo en un corto tiempo por lo que la empresa deberá destinar los recursos y mecanismos para garantizar que las medidas se mantengan en el largo plazo.

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio respecto a los contenidos temáticos contemplados en la Unidad 14, previstos para la semana 15. Le sugiero realice una síntesis de los temas que hemos trabajado; así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán adentrarnos, en adelante, a la prevención de riesgos químicos.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 15, le invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

### ¿De qué trata la actividad?

Para esta sección en la que hemos estudiado los sistemas de protección ante sustancias químicas, se ha identificado que pueden ser colectivos, implementando medidas que protegen a la mayor parte de estudiantes; sin embargo, también tenemos las de tipo individual que comprenden el equipamiento de protección personal. Le propongo trabajar en un caso de estudio, para lo cual pido de favor reproducir el recurso: [Napo presenta: proteja su piel](#). Como verá, se trata de un caso puntual de exposición de sustancias químicas de diversos tipos en actividades no necesariamente industriales, sino actividades al parecer comunes, tales como: albañilería, lavado de vajilla, actividades de revelado, mecánica, limpieza y estilista. En todo caso, es claro que la falta de formación y de protección de la piel conlleva a daños de diverso tipo por los productos que se usan en el desarrollo de actividades. Es claro, que la protección de manos con el uso de guantes es la solución, sin embargo, me gustaría destacar algo que ya habíamos tratado previamente sobre la importancia de una buena hidratación de la piel, que reduce las grietas de la piel y por ende la protege de mejor manera.

Además, para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. En todo caso, si surgiera alguna inquietud, le pido comedidamente haga llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



## Autoevaluación 14

**Seleccione verdadero o falso según corresponda:**

1. ( ) La instalación y funcionamiento de las medidas de protección colectiva dependen de la decisión de la dirección.
2. ( ) La finalidad de los sistemas de protección colectiva es que eliminan la situación de riesgo entre el foco de emisión y evita su propagación.
3. ( ) La desventaja de las medidas de protección colectiva es que depende de que sea usado correctamente por el trabajador.
4. ( ) Los sistemas de protección individual pretenden eliminar las consecuencias en la salud del trabajador ante el riesgo químico.
5. ( ) Los sistemas de protección individual buscan proteger al receptor de la exposición a un contaminante.
6. ( ) Los sistemas de protección individual ameritan el control permanente para verificar el correcto uso por los trabajadores.
7. ( ) Los sistemas de protección individual requieren de la provisión permanente de recursos para su adquisición.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

8. Para proteger el organismo del daño de ojos y cara, se recomienda el uso de:
  - a. Protector de cabeza.
  - b. Manoplas.
  - c. Pantalla facial.

**Seleccione las opciones correctas para los siguientes enunciados:**

9. Los sistemas de protección individual que protegen manos y brazos, comprenden:
- a. Guantes.
  - b. Mangas.
  - c. Ninguna de las anteriores.
10. Los sistemas de protección individual que protegen vías respiratorias, comprenden:
- a. Máscara.
  - b. Mascarilla.
  - c. Boquilla.

[Ir al solucionario](#)



## Actividades de finales del bimestre



### Semana 16

---

Apreciado estudiante, hemos llegado al final del segundo bimestre. Es así como hemos realizado el estudio de temas relacionados con la evaluación del riesgo químico en entornos laborales hasta llegar al planteamiento de medidas de prevención, planes de emergencia y los sistemas de protección para reducir la ocurrencia del riesgo químico.

Para que usted pueda prepararse para la evaluación del segundo bimestre, le recomiendo que revise de forma minuciosa todos los temas tratados de la octava a la catorceava unidad. Es necesario que con esta revisión usted consolide sus conocimientos sobre los procesos involucrados en la medición de riesgos y cómo estos influyen en el planteamiento de medidas de prevención. Por lo que le pido, se destine el tiempo necesario a reforzar su conocimiento a través del repaso de las actividades de autoevaluaciones, casos de estudio y demás material que consta en su guía didáctica, y recursos complementarios empleados durante este bimestre, que le permitirán prepararse para la evaluación presencial.



## 4. Solucionario

| Autoevaluación 1 |           |   |
|------------------|-----------|---|
| Pregunta         | Respuesta | Retroalimentación   |
| 1                | V         | El riesgo químico involucra el uso, transporte, almacenamiento y el desecho de sustancias químicas.   |
| 2                | V         | La falta de información sobre la peligrosidad de una sustancia es una causa del riesgo químico.   |
| 3                | F         | Una sustancia química es un elemento que está en estado natural o proveniente de un proceso productivo.   |
| 4                | F         | Los requerimientos de energía son mayores y la reacción ocurre más rápido por la presencia de un catalizador.   |
| 5                | F         | La temperatura es un factor determinante para acelerar una reacción.  |
| 6                | V         | La energía de activación es la mínima necesaria para la reacción.   |
| 7                | a         | La concentración como un factor de la estabilidad de un compuesto químico se caracteriza por promover una reacción más favorable.                           |
| 8                | c         | El contenido de oxígeno como factor determinante de la estabilidad de un compuesto químico se caracteriza por promover una combustión completa o parcial.   |
| 9                | a,b       | Las reacciones químicas peligrosas se suscitan debido a la reacción violenta con el agua y a la incompatibilidad entre sustancias.                          |
| 10               | a,b,c     | Las reacciones químicas peligrosas se suscitan debido a reacciones de polimerización, reacciones peligrosas con ácidos e incompatibilidad entre sustancias. |

Ir a la  
autoevaluación

| Autoevaluación 2 |           |   |
|------------------|-----------|---|
| Pregunta         | Respuesta | Retroalimentación   |
| 1                | V         | La vías de ingreso al organismo de una sustancia química es predecible a partir de sus propiedades físicas.                               |
| 2                | V         | El plomo es un elemento de peligrosidad.  |
| 3                | F         | Los gases y vapores pueden considerarse como formas moleculares.  |
| 4                | F         | Los polvos, fibras y humos se encuentran en estado sólido.  |
| 5                | V         | Las formas moleculares convencionalmente ingresan al organismo vía inhalatoria.   |
| 6                | V         | Las sustancias líquidas convencionalmente ingresan al organismo vía inhalatoria.  |
| 7                | b         | El mercurio es un elemento químico según la clasificación de sustancias químicas.   |
| 8                | b         | Los humos corresponden a sólidos según la clasificación de sustancias químicas .  |
| 9                | b         | Los vapores se constituyen en un contaminante proveniente de disolventes orgánicos que se encuentran en pinturas y productos de limpieza. |
| 10               | a,b       | Al identificar las fuentes de contaminación a causa de agentes químicos se analizan las posibilidades de reacción e instalaciones.        |

Ir a la  
autoevaluación

### Autoevaluación 3

| Pregunta | Respuesta | Retroalimentación   |
|----------|-----------|---|
| 1        | V         | La vía de ingreso más frecuente en el ambiente laboral es el sistema respiratorio.                                  |
| 2        | V         | Si la concentración de una sustancia es mayor implica que la cantidad que ingresa es también mayor.                 |
| 3        | F         | Una sustancia liposoluble es de absorción lenta.  |
| 4        | F         | Los gases y vapores pueden difundirse en el torrente sanguíneo de forma rápida.                                     |
| 5        | F         | No toda sustancia con la que se tiene contacto ingresa a la piel.   |
| 6        | V         | La piel descubierta permite una mayor exposición con el contaminante.   |
| 7        | V         | El tipo de contacto indirecto es el que se produce cuando se manipula una herramienta contaminada.                  |
| 8        | V         | El pH ácido del estómago provoca mayor absorción de la sustancia tóxica.  |
| 9        | V         | El ingreso de una sustancia química vía parenteral conlleva por lo general a una acción tóxica rápida.              |
| 10       | b         | Una de las formas en las que un tóxico ingresa a la vía ocular es por frotarse los ojos con las manos contaminadas. |

Ir a la  
autoevaluación

| Autoevaluación 4 |           |   |
|------------------|-----------|---|
| Pregunta         | Respuesta | Retroalimentación   |
| 1                | V         | La deflagración es una inflamación originada en un punto que se extiende a toda la mezcla.                                |
| 2                | V         | Los gases y vapores tienen la capacidad de deflagrar en todas condiciones.  |
| 3                | V         | Las sustancias comburentes requieren de un combustible para generar una combustión.                                       |
| 4                | F         | Las sustancias extremadamente inflamables se inflaman por contacto con el aire.   |
| 5                | V         | El límite superior de inflamabilidad es la concentración máxima de gases o vapores en el aire que permite la inflamación. |
| 6                | F         | El DL-50 es la dosis letal en una muestra de ratas le ocasiona la muerte al 50%.  |
| 7                | b         | Las sustancias químicas nocivas son las que pueden conllevar a efectos agudos y crónicos para la salud.                   |
| 8                | c         | Las sustancias químicas irritantes que pueden provocar inflamación a los tejidos.   |
| 9                | b         | La cantidad de tóxico que se encuentra incorporar en el individuo se conoce como dosis interna.                           |
| 10               | a         | Los efectos tóxicos que se observan a corto plazo tras una exposición única se conocen como agudos.                       |

Ir a la  
autoevaluación

| Autoevaluación 5 |           |  |
|------------------|-----------|--|
| Pregunta         | Respuesta | Retroalimentación  |
| 1                | V         | La toxicología es la ciencia que se encarga del estudio de los mecanismos de toxicidad.  |
| 2                | V         | Toxicidad es la característica que posee una sustancia química para producir un efecto no deseado en el organismo.                     |
| 3                | V         | El factor determinante para la aparición del riesgo químico es el contacto y la concentración.   |
| 4                | F         | La toxicología industrial incluye el diagnóstico de intoxicaciones, tratamiento y prevención de efectos tóxicos.                       |
| 5                | F         | En un puesto de trabajo la exposición se determina de forma cuantitativa a través de medición atmosférica.                             |
| 6                | F         | En la vigilancia biológica de la exposición es la que se realiza en el ambiente incluye la medición de la dosis interna de exposición. |
| 7                | F         | En la vigilancia del estado de salud se realiza detección de lesiones bioquímicas o fisiológicas en los trabajadores.                  |
| 8                | a         | La relación dosis–efecto es la que existe entre la dosis y el efecto a nivel individual.   |
| 9                | a         | Efecto adverso se denomina a los cambios morfológicos y fisiológicos que producen cambios en el organismo.                             |
| 10               | a         | El antagonismo es la interacción entre varias sustancias tiene como resultado un efecto menor.   |

Ir a la  
autoevaluación

## Autoevaluación 6

| Pregunta | Respuesta | Retroalimentación  |
|----------|-----------|--|
| 1        | V         | La intoxicación aguda se caracteriza por la rápida absorción del tóxico.   |
| 2        | V         | La intoxicación subaguda comprende a aquellas reacciones de exposiciones repetidas en varios días o semanas.               |
| 3        | V         | La intoxicación crónica comprende a aquellas reacciones de exposiciones repetidas en largo períodos de tiempo.             |
| 4        | V         | La forma de intoxicación más frecuente a nivel laboral es la de tipo accidental.   |
| 5        | F         | La característica principal de la intoxicación voluntaria es que no forma parte del entorno laboral.                       |
| 6        | F         | La característica principal de la intoxicación ambiental es que da lugar a la contaminación del ambiente.                  |
| 7        | F         | Una acción tóxica de tipo sistémica se manifiesta en lugares alejados del lugar de contacto.                               |
| 8        | F         | Cuando se habla del grado de perfusión se hace referencia a la concentración excesiva de una sustancia en ciertos órganos. |
| 9        | a         | Una acción tóxica local depende de la exposición.  |
| 10       | b         | La acción tóxica de un contaminante en un órgano determinado depende de la vía de transporte del contaminante.             |

Ir a la  
autoevaluación

## Autoevaluación 7

| Pregunta | Respuesta | Retroalimentación  |
|----------|-----------|--|
| 1        | V         | La fase de exposición comprende la interacción del trabajador y el medio.  |
| 2        | F         | La fase conocida como toxicodinámica corresponde a la interacción del tóxico a nivel molecular con receptores específicos.                 |
| 3        | V         | La vía de ingreso del contaminante es determinante para la dosis que ingresa al organismo.   |
| 4        | F         | La distribución de una substancia absorbida por el organismo puede ser a varios tejidos del organismo.                                     |
| 5        | V         | Existen diversos medios de secreción de sustancias tóxicas.  |
| 6        | V         | Las propiedades fisicoquímicas de una sustancia favorecen la eliminación.  |
| 7        | F         | Algunos factores genéticos y fisiológicos pueden modificar el metabolismo de las sustancias extrañas.                                      |
| 8        | F         | Los factores ambientales de los puestos de trabajo promueven incremento de la toxicidad de sustancias químicas (luz, clima e irradiación). |
| 9        | c         | La fase de exposición es la primera fase comprendida en la exposición a un agente tóxico.  |
| 10       | b         | El proceso biológico de distribución se caracteriza por ser la fase en la que una vez absorbida la substancia se dirige a los tejidos.     |

Ir a la  
autoevaluación

| Autoevaluación 8 |           |   |
|------------------|-----------|---|
| Pregunta         | Respuesta | Retroalimentación   |
| 1                | V         | El procedimiento fundamental de la evaluación del riesgo es la inspección en los puestos de trabajo y las entrevistas con el personal.  |
| 2                | V         | Sustancia química peligrosa se considera a toda aquel agente que presente un riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.  |
| 3                | F         | La exposición diaria se refiere a aquella que se mide para el trabajador en períodos de quince minutos durante su jornada laboral.  |
| 4                | F         | La concentración límite de una sustancia en un medio biológico se denomina valor límite ambiental.  |
| 5                | F         | La identificación de las situaciones de riesgo recoge información sobre productos químicos peligrosos y sus riesgos para la salud.  |
| 6                | V         | La identificación de las características de exposición permite contar con información sistemática de los puestos de trabajo y los riesgos asociados.  |
| 7                | a         | Las horas de trabajo es el factor que debe considerarse para realizar la evaluación del riesgo químico.   |
| 8                | c         | Tanto la organización y ritmo de trabajo, y la capacitación son factores que deben considerarse para realizar la evaluación del riesgo químico.   |
| 9                | a,b,c     | Las cantidades almacenadas de productos químicos, presencial de otros peligros en el puesto de trabajo y la efectividad de medidas preventivas, son medidas de control que debería ser implementadas a nivel organizacional para la exposición laboral y ambiental. |
| 10               | a,b       | Las enfermedades relacionadas con la exposición: nivel, tipo y duración es información necesaria dentro de la evaluación de riesgo para emitir un juicio crítico.   |

[Ir a la autoevaluación](#)

| Autoevaluación 9 |           |   |
|------------------|-----------|---|
| Pregunta         | Respuesta | Retroalimentación   |
| 1                | V         | El límite de exposición permisible está relacionado con la concentración de una sustancia química en un sitio de trabajo.   |
| 2                | F         | El valor límite umbral límite de corta duración se representa por TLV-STEL.   |
| 3                | V         | El valor límite umbral límite techo instantáneo se caracterizan por la dificultad para medirlos.  |
| 4                | F         | El valor límite ambiental referido para la exposición de corta duración se denota como VLA-EC.  |
| 5                | V         | El índice biológico de exposición es una medida de concentración de un contaminante en el cuerpo.   |
| 6                | V         | El índice biológico de exposición permite predecir el grado de absorción y acumulación de una sustancia química.  |
| 7                | F         | El índice biológico de efecto permite conocer las alteraciones bioquímicas que se han producido a causa de una sustancia química.   |
| 8                | b         | El valor límite umbral límite de corta duración, tiene como característica que la exposición de los trabajadores se da en corto tiempo y sin sufrir daño.   |
| 9                | a,b,c     | El valor límite umbral (TLV), se clasifica en tres categorías: TLV-TWA, TLV-STEL y TLV-C.   |
| 10               | a,b,c     | El índice biológico de exposición (IBE) permite conocer al mismo tiempo: la concentración del contaminante en el cuerpo, si la sustancia se ha absorbido o se acumula y la exposición diaria a un contaminante. |

[Ir a la  
autoevaluación](#)

| Autoevaluación 10 |           |  |
|-------------------|-----------|--|
| Pregunta          | Respuesta | Retroalimentación  |
| 1                 | V         | El sistema (SGA) comprende el etiquetado tanto de sustancia como preparados.   |
| 2                 | V         | Las hojas de seguridad deben ser provista por el fabricante o proveedor de una sustancia química.  |
| 3                 | V         | La palabra de advertencia enfatiza sobre los peligros de la sustancia química.   |
| 4                 | V         | En las hojas de seguridad debe constar consejos de prudencia asociada a la sustancia química.  |
| 5                 | F         | En las hojas de seguridad en caso de que requiera atención médica deberá señalarse.  |
| 6                 | V         | Las hojas de seguridad deben contener información sobre manejo seguro de una sustancia química.  |
| 7                 | F         | Las hojas de seguridad deben contener información detallada de la reactividad de estas sustancias.   |
| 8                 | a,b,c     | La etiqueta de una sustancia química permite contar con información referente a clasificación, precauciones y medidas de seguridad.  |
| 9                 | a,b       | La etiqueta de una sustancia química debe contener sobre las advertencias y precauciones.  |
| 10                | a,b,c     | Las hojas de seguridad de una sustancia química deben contener información sobre la manipulación y almacenamiento; propiedades físicas y químicas; y la estabilidad y reactividad. |

Ir a la  
autoevaluación

| Autoevaluación 11 |           |  |
|-------------------|-----------|--|
| Pregunta          | Respuesta | Retroalimentación  |
| 1                 | V         | La precisión de la medición de un componente restringe el uso de uno u otro método de análisis.  |
| 2                 | V         | La concentración del contaminante muy inferior al valor límite implica la necesidad de un método impreciso.  |
| 3                 | F         | Una ventaja del análisis in situ es la falta precisión de los resultados.  |
| 4                 | V         | El muestreo es un proceso clave para el proceso analítico debido a obtener un resultado confiable.   |
| 5                 | V         | La conservación de la muestra es fundamental para mantener las características de la muestra inicial.  |
| 6                 | V         | Las muestras deben ser debidamente identificadas hasta su traslado al laboratorio.   |
| 7                 | V         | Las muestras tienen el riesgo de modificarse tras un incorrecto almacenamiento.  |
| 8                 | a,b,c     | Los aspectos que determinan como medir un contaminante químico son: muestreo, infraestructura, y forma de medición: directa e indirecta.   |
| 9                 | a,b       | La medición de contaminantes químicos depende de la finalidad, pudiendo ser de tipo: medidas próximas a la concentración media ponderada en el tiempo y aquellas próximas a una fuente de emisión. |
| 10                | a,b       | La medición de gases y vapores, se realiza de forma directa empleando: instrumentos colorimétrico y monitores de lectura directa.  |

[Ir a la  
autoevaluación](#)

| Autoevaluación 12 |           |  |
|-------------------|-----------|--|
| Pregunta          | Respuesta | Retroalimentación  |
| 1                 | F         | La volumetría encuentra la cantidad en gramos que se requiere de una solución con concentración conocida para reaccionar con el analito. |
| 2                 | V         | La cromatografía es una técnica de análisis instrumental.  |
| 3                 | V         | Las técnicas de análisis instrumental implican una mayor infraestructura en cuanto a equipos especializados.                             |
| 4                 | V         | La técnica espectroscópica se basa en la dispersión de luz policromática.  |
| 5                 | V         | La técnica espectrofotométrica se basa en determinar la intensidad de radiación y longitud de onda.                                      |
| 6                 | a         | La técnica de análisis que pueden aplicarse a un contaminante depende de la naturaleza.  |
| 7                 | a,b,c     | El análisis de una muestra por método clásico comprende las técnicas: volumétrica, gravimétrica y potenciométrica.                       |
| 8                 | a,b,c     | El análisis de una muestra por potenciometría se usa para determinación de: amoniaco, cianuro y flúor.                                   |
| 9                 | a,b       | Los factores que de alguna forma afectan el proceso de medición gravimétrica son: humedad ambiental y calibración.                       |
| 10                | a,b,c     | Las técnicas espectroscópicas se clasifican en: espectroscópicas, espectralméticas y espectrofotométricas.                               |

Ir a la  
autoevaluación

| Autoevaluación 13 |           |   |
|-------------------|-----------|---|
| Pregunta          | Respuesta | Retroalimentación   |
| 1                 | V         | Es una buena práctica el etiquetar y contar con las hojas de seguridad del fabricante de productos químicos.  |
| 2                 | a         | El almacenamiento de productos químicos, debe hacérselo por grupos de riesgo.   |
| 3                 | a,b,c     | Para la intervención en la prevención de riesgos químicos, se considera: la identificación del riesgo químico, la evaluación del riesgo químico y el planteamiento de medidas de prevención.                    |
| 4                 | a,b       | En la manipulación de productos químicos, las buenas prácticas de trabajo incluyen el tomar en cuenta la categoría química y la información de hojas de seguridad   |
| 5                 | a,b       | En el trasvase de productos químicos, las buenas prácticas de trabajo incluyen tapar los recipientes de productos químicos una vez extraída la cantidad y usar bomba con sistema antideflagrante.               |
| 6                 | a,b       | En el derrame de productos químicos las buenas prácticas de trabajo incluyen no verter al desagüe y usar recipientes metálicos.   |
| 7                 | a,b       | En el derrame de productos químicos, las buenas prácticas de trabajo incluyen acoger los métodos de limpieza recomendados y contar con duchas de seguridad.   |
| 8                 | a,b,c     | Las medidas de control de riesgo deben considerar los focos de emisión del contaminante, medio de propagación del contaminante y el receptor.   |
| 9                 | a,b,c     | Entre las medidas de control sobre el foco de emisión del contaminante se considera el aislamiento del proceso para reducir el riesgo, colocar extractores localizados y equipos de retención del contaminante. |
| 10                | a,b,c     | Entre las medidas de control del receptor del contaminante se considera la reducción del tiempo de exposición por rotación, formación de los operarios sobre actuación y aislamiento del trabajador.            |

[Ir a la  
autoevaluación](#)

| Autoevaluación 14 |           |  |
|-------------------|-----------|--|
| Pregunta          | Respuesta | Retroalimentación  |
| 1                 | V         | La instalación y funcionamiento de las medidas de protección colectiva dependen de la decisión de la dirección.                              |
| 2                 | V         | La finalidad de los sistemas de protección colectiva es que eliminan la situación de riesgo entre el foco de emisión y evita su propagación. |
| 3                 | F         | La desventaja de las medidas de protección personal es que depende de que sea usado correctamente por el trabajador.                         |
| 4                 | V         | Los sistemas de protección individual pretenden eliminar las consecuencias en la salud del trabajador ante el riesgo químico.                |
| 5                 | V         | Los sistemas de protección individual buscan proteger al receptor de la exposición a un contaminante.  |
| 6                 | V         | Los sistemas de protección individual ameritan el control permanente para verificar el correcto uso por los trabajadores.                    |
| 7                 | V         | Los sistemas de protección individual requieren de la provisión permanente de recursos para su adquisición.                                  |
| 8                 | c         | Para proteger el organismo del daño de ojos y cara, se recomienda el uso de pantalla facial.   |
| 9                 | a,b       | Los sistemas de protección individual que protegen manos y brazos, comprenden: guantes y mangas.   |
| 10                | a,b,c     | Los sistemas de protección individual que protegen vías respiratorias, comprenden: máscara, mascarilla y boquilla.                           |

[Ir a la  
autoevaluación](#)



---

## 5. Referencias bibliográficas

---

- CSIC, S. de prevención de V. (2014). *Equipos de protección colectiva*.
- ATEXGA, (Prevención de Riesgos Laborales). (2017). *Estudio de sustancias nocivas: vías de entrada de los contaminantes en el organismo*. Retrieved April 16, 2021, from [enlace web](#)
- ATSDR, (Agencia para sustancias tóxicas el registro de enfermedades). (2015). *Introducción a toxicología*. Retrieved April 16, 2021, from [enlace web](#)
- Càtedra Fundación "MAPFRE." (2008). *Contaminantes químicos*. Retrieved from [enlace web](#)
- Departamento de Medicina Legal Toxicología y Psiquiatría (Universidad de Granada). (2010). *Concepto, historia y alcance de la toxicología*. Retrieved April 16, 2021, from [enlace web](#)
- Farreras, R. (2020). *Vía parenteral: 4 formas de administración de inyectables*. Retrieved April 16, 2021, from [enlace web](#)
- Font, G. (2008). *Introducción a la toxicología de los productos químicos*.
- García, E., Valverde, E., Agudo, M., Novales, J., & Luque, M. (2015). Toxicología clínica. In *Farmacia Hospitalaria*. Retrieved from [enlace web](#)
- García López, J. L. (1999). *Plan de emergencia contra derrames y fugas de productos químicos peligrosos*. Retrieved April 16, 2021, from [enlace web](#)
- Gianuzzi, L. (2018). *Toxicología general y aplicada* (Primera Ed). Editorial de la Universidad de La Plata.
- Henao, F. (2012). *Riesgos químicos*. Bogotá: EcoEdiciones.

- INSHT, (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). (2001). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo*. Retrieved May 6, 2021, from [enlace web](#)
- INSST, (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo). (1988). *NTP 244: Criterios de valoración en Higiene Industrial*.
- INSST, (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo). (2001). *NTP 587: Evaluación de la exposición a agentes químicos: condicionantes analíticos*.
- INSST, (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo). (2015). *Vías de entrada de los agentes químicos en el organismo*. Retrieved April 16, 2021, from [enlace web](#)
- INSST, (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo). (2019). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España*.
- ISTAS, (Instituto sindical de trabajo ambiente y salud). (2016). *Dañinas para el medio ambiente*. Retrieved April 16, 2021, from [enlace web](#)
- ISTAS, (Instituto sindical de trabajo ambiente y salud). (2018). *Riesgo químico*. Retrieved April 16, 2021, from [enlace web](#)
- ITACA, (Interactive Training Advanced Computer Applications). (2006). *Riesgos químicos y biológicos ambientales*. (C. Bustos, A. Campilla Lastra, I. Capdevilla, B. Carbonell, P. Crehueras Borda, M. Iriarte, ... C. Xargayó, Eds.). Marcombo S.A.
- Lauwerys, R. (1994). *Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales*. Barcelona: Masson S.A.
- Lugo Muñoz, G. (2015). *Riesgo químico: sus implicaciones en los incendios y las explosiones*. Retrieved April 16, 2021.
- Menéndez Díez, F., Fernández Zapico, F., Llaneza Alvarez, F. J., Vázquez González, I., Rodriguez Getino, J. A., & Expósito, M. E. (2009). *Formación superior en prevención de riesgos laborales. Parte obligatoria y común* (4.a edición, Vol. 2). LEX NOVA S.A.
- Moya, A. (2004). *Introducción a la Toxicología: aspectos básicos*.

- OISS, (Organización Iberoamericana de seguridad social). (2016). *Metodología para la identificación, evaluación y control de la exposición a contaminantes químicos.*
- OPS, (Organización panamericana de la salud). (1999). *Accidentes químicos: aspectos relativos a la salud.* Retrieved April 16, 2021, from [enlace web](#)
- SALTRA, (Programa Salud Trabajo y Ambiente en América Central). (2008). *Manual para la reducción del riesgo químico en el lugar de trabajo.* *Programa Salud, Trabajo y Ambiente en América Central.* Retrieved from [enlace web](#)
- Secretaría de salud laboral y medio ambiente de UGT - Madrid. (2008). *Manual informativo de prevención de riesgos laborales: sustancias químicas peligrosas.* (S. de C. e I. de UGT-Madrid, Ed.). Gráficas de Diego.
- Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPV. (2012). *Reacciones químicas peligrosas.* Retrieved April 16, 2021, from [enlace web](#)
- Silbergeld, E., Holmberg, B., Hogberg, J., & Johanson, G. (2011). *Toxicología: Herramientas y enfoques. Enciclopedia De Salud Y Seguridad En El Trabajo.*
- SRT, (Superintendencia de riesgos del trabajo). (2016). *Guía técnica: Contaminantes químicos en ambiente laboral.* Retrieved April 16, 2021, from [enlace web](#)