

EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA EXPOSICIÓN POR VÍA INHALATORIA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS EN AIRE



ANÁLISIS DEL MÉTODO INRS-INSST

Mg. María Agustina Canalicchio
Ing. Roberto Fiorito
Ing. Alberto Riva

AHRA

Asociación de Higienistas
Ocupacionales y Ambientales
de la República Argentina

Comisión de Investigación y Desarrollo
www.ahra.org.ar

2025

EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA EXPOSICIÓN POR VÍA INHALATORIA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

PRÓLOGO

La desigual lucha entre lo que hay que hacer y lo que se puede hacer evidencia la falta de pragmatismo de muchas normas, cuando éstas expresan el deseo de legisladores o profesionales de lograr resultados con herramientas que escapan del acceso común. Pretender ejecutar algo muy alejado de la factibilidad de su desarrollo debería permitir el uso de caminos que, sin ser tan perfectos, faciliten la protección tan buscada del trabajador en sus lugares de trabajo, con menores recursos

Este documento apunta a eso: rescatar una forma de evaluación de los riesgos de uso generalizado en muchos países, que brinde una alternativa razonable de aplicación, sin desmerecer por ello las existentes, sino que, por el contrario, las complemente perfectamente. Se analizan las metodologías de evaluación del riesgo químico por exposición inhalatoria a sustancias químicas y expone casos prácticos utilizando un método cualitativo denominado "Método simplificado INRS-INSST de evaluación del riesgo químico por vía inhalatoria" para convenir en la adopción de un método de evaluación que, por su simplicidad, datos necesarios y resultados obtenidos, sirva como una herramienta complementaria a la medición en los lugares de trabajo. Eso significó adaptar el método de origen al léxico e información disponible en Argentina, transformando el estudio realizado en un documento de acceso público.

Es fundamental que se desarrolle la Higiene Analítica, sobre la investigación y determinación cuantitativa y cualitativa de los contaminantes presentes en el ambiente de trabajo, para la correcta aplicación de procedimientos técnicos adecuados.

Invitación

Para ser coherentes con los párrafos anteriores, invitamos a colegas, instituciones y empresas a ensayar este y otros métodos y remitirnos a nuestra casilla de capacitacion@ahra.org.ar informes con sus resultados y conclusiones para que sirvan como experiencia y mejora para los que vienen detrás nuestro. Nuestra Asociación, dentro de nuestras posibilidades, se compromete a analizar esos informes, reproducirlos respetando la confidencialidad de los datos y su origen y, cuando resulten útiles, publicarlos o ser parte de otras publicaciones.

Autores

María Agustina Canalicchio Hidalgo

Licenciada en Seguridad IUPFA. Magister en Seguridad e Higiene Ocupacional FIE- UNDEF.

Investigadora Clase Li Grupo E Categoría 3 Ministerio De Defensa - UNDEF (Docente Posgrado Investigador Año 2021) Orcid: 0009-0000-3698-2163. Asesora externa de seguridad integral, higiene y medio ambiente laboral en Pymes desde hace 10 años. Docente de tecnicatura y grado en Instituto Superior de Seguridad Pública -ISSP. Docente de Posgrado en Universidad de Morón.

Miembro AHRA.

Roberto Fiorito

Ing. Electromecánico de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Rafaela e Ing. Laboral UTN Rosario.

Asesor de Riesgos en el Departamento de Salud y Seguridad Ocupacional, Sector Salud Ocupacional en la empresa Prevención Riesgos del Trabajo, Grupo Sancor Seguros Argentina. Sunchales (Sta. Fe) - ARGENTINA.

Alberto Agustín Riva

Ing. Civil Universidad de Buenos Aires e Ing. Laboral Universidad Tecnológica Nacional Regional Haedo.

Docente de en los seminarios de Higiene Ocupacional e iluminación en las especializaciones de HyST de la UTN Buenos Aires y Resistencia, Chaco. Docente en el Seminario de Elementos de Protección Personal de la UTN, UBA y de Higiene Operativa en la UTN La Plata y la Diplomatura de Higiene Ocupacional del COPIME.

Coautor de la versión mejorada del método de medición de la iluminación de la Variante AHRA-INAHE y de la Evaluación de la Exposición Ocupacional a las RUV de origen solar. Autor del libro Evolución de la Higiene Ocupacional, Capítulo Argentino.

Coordinador de la Comisión de Investigación y Desarrollo de AHRA.

Colaboraciones

Ing. Alberto Villa

Mg. Maximiliano Simaz

Este trabajo fue iniciado en octubre de 2022. Es un documento apoyado y publicado por la AHRA.

La AHRA

La Asociación de Higienistas Ocupacionales y Ambientales de la República Argentina, es una asociación sin fines de lucro que nació en el año 2009 de la mano de un grupo de profesionales preocupados por la ausencia de una institución que se erigiera en pos de los objetivos de la Higiene Ocupacional.

Desde ese entonces trabaja junto a sus socios con el objetivo compartido de profesionalizar y potenciar este campo de intervención en la prevención de las enfermedades profesionales, el disconfort y el medio ambiente.

Este documento fue formalmente terminado y publicado en abril de 2025

Abreviaturas, siglas y acrónimos

| | |
|-------|--|
| ABHO | Associação Brasileira De Higienistas Ocupacionais. Asociación Brasileña De Higiene Ocupacional. |
| ACGIH | American Conference Of Governmental Industrial Hygienists. Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales |
| AHRA | Asociación de Higienistas Ocupacionales y Ambientales de la República Argentina. |
| CMP | Concentración Máxima Permisible. |
| COSHH | Control of Substance Hazardous to Health |
| ECHA | European Chemical Agency |
| FDS | Ficha de Seguridad |
| HSE | Health and Safety Executive (Ejecutivo de Salud y Seguridad). Reino Unido. |
| INRS | Institut National de Recherche et de Sécurité (Instituto Nacional de Investigación y Seguridad para la Prevención de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales). Francia. |
| INSST | Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. España. |
| LEO | Límite de Exposición Ocupacional |
| NIOSH | National Institute for Occupational Safety and Health. Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional. EE.UU. |
| RePHO | Red Panamericana de Higiene Ocupacional. |
| SGA | Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos. |
| SYSO | Seguridad y Salud Ocupacional |
| TLV | Thereshold Limit Value |

Resumen

En el documento se realiza una breve introducción y planteo del objetivo del trabajo de investigación llevado adelante por los autores, en el segundo capítulo da lugar al riesgo químico, que será el riesgo higiénico que se tratará.

En el tercer capítulo se adentra en la evaluación del riesgo como concepto general para luego focalizarse en el riesgo químico por inhalación, siempre desde el interés de la Higiene Ocupacional. Trata las metodologías de evaluación del riesgo higiénico y analiza los métodos cualitativos como una forma complementaria y sumamente productiva de obtener mayor información sobre la exposición de los trabajadores.

En el mismo capítulo se desarrolla el método de evaluación del Institut National de Recherche et de Sécurité, una asociación francesa de reconocimiento mundial, el cual fue adaptado por el Instituto Nacional de Salud y Seguridad en el Trabajo de España. Este método, por su simplicidad, es el que se describe en este documento, adaptándolo a la terminología argentina, para facilitar su entendimiento y aplicación. En este sentido, el documento transcribe las tablas originales del método con mínimas modificaciones.

Para evitar que sea un documento exclusivamente teórico, en el capítulo 4 se volcaron tres situaciones reales en las cuales se probó la metodología, dejando en evidencia sus virtudes y limitaciones.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| Prólogo | 2 |
| Autores | 3 |
| La AHRA..... | 3 |
| Abreviaturas, siglas y acrónimos | 4 |
| Resumen | 5 |
| Introducción | 9 |
| 1. Riesgo químico | 10 |
| 2. Evaluación del riesgo | 11 |
| 2.1. Metodologías de evaluación de riesgo | 12 |
| 2.2. Metodologías simplificadas o cualitativas | 15 |
| 2.3. Método simplificado INRS-INSST de evaluación del riesgo químico por vía inhalatoria..... | 18 |
| 3. Ensayos de la metodología INRS - INSST..... | 35 |
| 3.1. Aplicación del método INRS - Caso A | 35 |
| 3.1.1. Descripción de la empresa y las sustancias | 35 |
| 3.1.2. Implementación del método | 35 |
| 3.1.3. Resultados | 36 |
| 3.2. Aplicación del método INRS - Caso B | 37 |
| 3.2.1. Descripción de la empresa y sus sustancias | 37 |
| 3.2.2. Implementación del método | 37 |
| 3.2.3. Resultados. Comparación con mediciones cuantitativas | 38 |
| 3.3. Aplicación del método INRS – Caso C | 39 |
| 3.3.1. Descripción de la empresa y sustancias | 39 |
| 3.3.2. Implementación del método | 40 |
| 3.3.3. Resultados | 43 |
| Conclusión del documento..... | 45 |
| Glosario | 46 |
| Bibliografía..... | 49 |

Índice de Diagramas

| <i>Número</i> | <i>Página</i> |
|---|---------------|
| 1. Evaluación convencional de la exposición | 11 |
| 2. Metodologías de evaluación higiénica. | 12 |
| 3. Confianza o robustez que tienen los diferentes métodos de evaluación de sustancias químicas en aire. | 14 |
| 4. Esquema para la evaluación simplificada del riesgo por inhalación | 19 |

Índice de Tablas

| <i>Número</i> | <i>Página</i> |
|---|---------------|
| 1. Clases de peligro en función de las frases R y H. | 22 |
| 2. Clases de cantidad en función de las cantidades por día | 23 |
| 3. Clases de frecuencia de utilización | 24 |
| 4. Determinación de las clases de exposición potencial | 24 |
| 5. Clases de riesgo potencial | 24 |
| 6. Puntuación para cada clase de riesgo potencial | 25 |
| 7. Determinación de la clase de pulverulencia para los materiales sólidos | 26 |
| 8. Clase de volatilidad en función de la presión de vapor | 27 |
| 9. Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad o pulverulencia | 27 |
| 10. Determinación de la clase de procedimiento y puntuación para cada clase | 28 |
| 11. Clase y puntuación por protección colectiva | 29 |
| 12. Factores de corrección en función del CMP | 30 |
| 13. Caracterización del riesgo por inhalación | 31 |
| 14. Técnicas de control de las exposiciones | 32 |

Índice de Cuadros

| <i>Número</i> | | <i>Página</i> |
|---------------|--|---------------|
| I. | Métodos cualitativos de evaluación | 16 |
| II. | Obtención de la clase de volatilidad según la temperatura de ebullición y la de trabajo | 26 |
| III. | Implementación del método. Espumado. Puntuación de riesgo potencial. Caso A | 35 |
| IV. | Implementación del método. Espumado. Puntuación por inhalación. Caso A | 36 |
| V. | Implementación del método. Envasado. Puntuación de riesgo potencial. Caso B | 38 |
| VI. | Implementación del método. Envasado. Puntuación por inhalación. Caso B | 38 |
| VII. | Ingredientes. Formulas. Porcentajes por peso. Número CAS. | 38 |
| VIII. | Determinación de la puntuación del riesgo potencial. Caso C | 41 |
| IX. | Determinación de las puntuaciones de tendencia a pasar al ambiente, los procedimientos y protección colectiva. | 42 |
| X. | Riesgo por inhalación. Puntuaciones | 43 |

INTRODUCCIÓN

En gran cantidad de tareas se producen circunstancias en las que son manipuladas o se generan sustancias químicas. Desde ese mismo momento existe un riesgo de que pueda producir un daño para las personas, los bienes o el medio ambiente, siendo la probabilidad de ocurrencia proporcional al grado de control que se tenga sobre la sustancia y el proceso de utilización. En estos casos, hablamos de riesgo químico.

Se podría definir a las sustancias químicas como cualquier sustancia pura o compuesto obtenida por procesos químicos para tener un uso determinado o también, toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que tiene probabilidades de lesionar la salud de las personas en alguna forma o causar un efecto negativo en el medio ambiente. A las sustancias químicas también se las llama agentes o contaminantes químicos.

Los daños pueden ser para los bienes (incendio, explosiones, inutilización de objetos, etc.), para las personas (quemaduras, intoxicaciones, irritaciones, etc.) y para el ambiente (daño al hábitat acuático, contaminación del aire, derrames, etc.). Cuando se trata de daños para los trabajadores, por exposición a esas sustancias, pueden expresarse como accidentes o enfermedades profesionales.

Precisamente, se entiende por riesgo químico a la probabilidad que un trabajador sufra algún daño por la exposición a un agente químico, la cual puede producirse por cuatro vías: inhalatoria, dérmica, parenteral o digestiva.

Este documento está focalizado en la Higiene Ocupacional del riesgo químico por vía inhalatoria como potencial generador de enfermedades profesionales.

OBJETIVO DEL DOCUMENTO

Reseñar las metodologías de evaluación del riesgo químico por exposición inhalatoria a sustancias químicas y exponer tres casos prácticos utilizando un método cualitativo denominado "Método simplificado INRS-INSST de evaluación del riesgo químico por vía inhalatoria".

1. RIESGO QUÍMICO

En gran cantidad de tareas se producen circunstancias en las que son manipuladas o se generan sustancias químicas. Desde ese mismo momento existe un riesgo de que pueda producir un daño para las personas, los bienes o el medio ambiente, siendo la probabilidad de ocurrencia proporcional al grado de control que se tenga sobre la sustancia y el proceso de utilización. En estos casos, hablamos de riesgo químico.

Se podría definir a las sustancias químicas como cualquier sustancia pura o compuesta obtenida por procesos químicos para tener un uso determinado o también, toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que tiene probabilidades de lesionar la salud de las personas en alguna forma o causar un efecto negativo en el medio ambiente. A las sustancias químicas también se las llama agentes o contaminantes químicos.

Los daños pueden ser para los bienes (incendio, explosiones, inutilización de objetos, etc.), para las personas (quemaduras, intoxicaciones, irritaciones, etc.) y para el ambiente (daño al hábitat acuático, contaminación del aire, derrames, etc.). Cuando se trata de daños para los trabajadores, por exposición a esas sustancias, pueden expresarse como accidentes o enfermedades profesionales.

Precisamente, se entiende por riesgo químico a la probabilidad que un trabajador sufra algún daño por la exposición a un agente químico, la cual puede producirse por cuatro vías: inhalatoria, dérmica, parenteral o digestiva.

2. EVALUACIÓN DEL RIESGO

Entendiendo que se habla de riesgos higiénicos – o sea, posibles causantes de enfermedad profesional – se requiere conocer su magnitud y alcance para saber qué tipos de acciones deberán aplicarse para evitar o reducir el daño.

Precisamente la **evaluación de los riesgos higiénicos o evaluación de la exposición laboral** de ellos es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos causantes de enfermedad profesional teniendo en cuenta la gravedad de las consecuencias de dicha exposición y las medidas de control disponibles, consiguiendo la información necesaria para estar en condiciones de tomar una decisión apropiada al compararlos con los valores considerados tolerables o límites.

La evaluación de la exposición de los trabajadores a agentes de riesgo químico requiere definir la magnitud, la frecuencia y duración de esa exposición, siguiendo una serie de etapas (Diagrama N° 1).

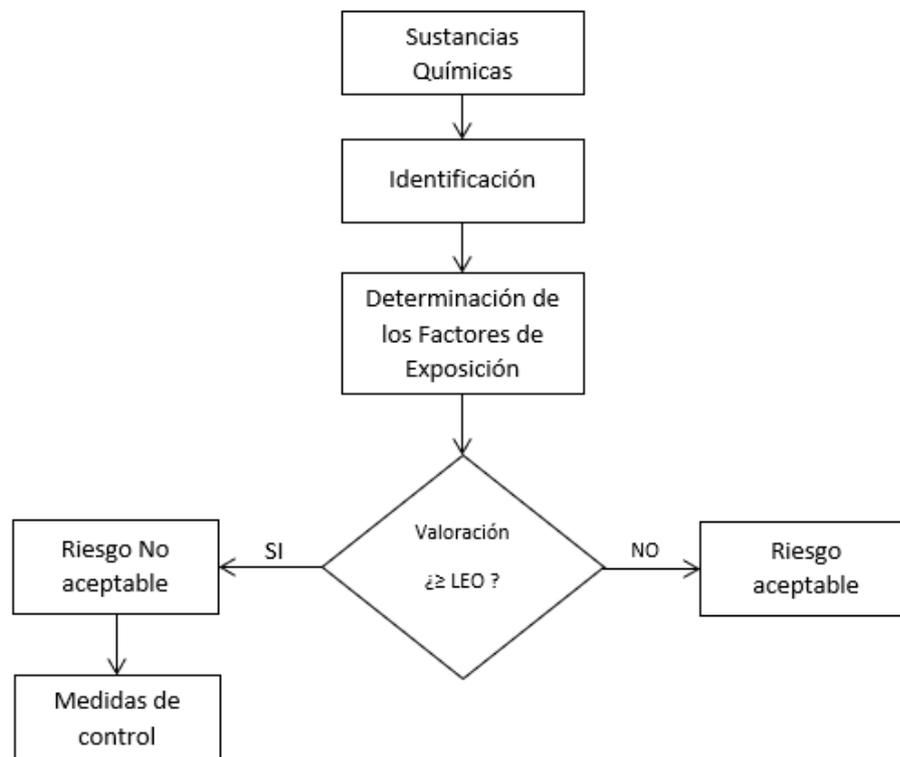


Diagrama N° 1. Evaluación convencional de la exposición.

Es decir:

1. Reconocimiento de los peligros higiénicos
2. Determinación de los factores de exposición en el puesto de trabajo
3. Valoración de las exposiciones o determinación del riesgo.
4. Comparación con los valores de referencia
5. Decidir si los valores son aceptables

La primera etapa es la identificación de los agentes químicos que pueden estar presentes en el lugar de trabajo y puede ser relativamente sencilla si el proceso posterior de valoración es por medio de mediciones en el ambiente de trabajo que se compararán con los Límites de Exposición Ocupacional (LEO) establecidos por la legislación de cada país. Pero existen otros métodos que permiten lograr una valoración de la exposición con distintas complejidades y grados de certeza sobre el resultado final, los que serán tratados a continuación.

2.1. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO

Ante la presencia de sustancias químicas en el puesto de trabajo es necesario fijar las prioridades de acción cuyo primer eje es la protección del trabajador. Pero ello está supeditado al nivel de riesgo o nivel de exposición que esas sustancias generan, dato que solo puede obtenerse por alguna forma de evaluación del riesgo. Existen diferentes criterios o métodos, cuya aplicación real o práctica dependerá del tipo de agente químico que se está evaluando y que se dividen en dos ramas: los de la higiene convencional y el de la higiene inversa (ver diagrama N° 2):

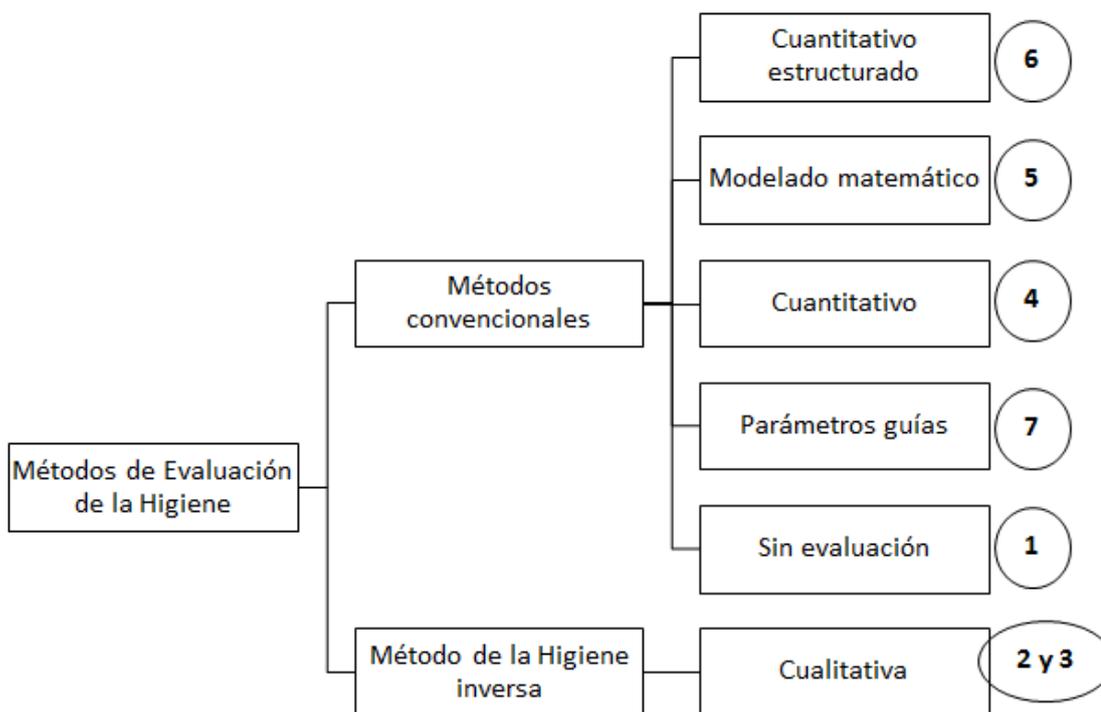


Diagrama N° 2. Metodologías de evaluación higiénica. Los números refieren al orden correlativo de confianza que entrega cada uno de los métodos, siendo 1 el menos confiable y 6 el más confiable. El 7 queda fuera de este comentario.

En el método de evaluación de riesgo higiénico convencional la evaluación comienza por las mediciones que requieren de estrategias de toma de muestra, el análisis de laboratorio y el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos. Su finalidad es la de obtener un diagnóstico para establecer medidas preventivas.

Lo realiza un profesional que concurre a la empresa, a los lugares de trabajo con exposición a las sustancias químicas y mide o toma muestras de aire con instrumental adecuado. Cuando la lectura es directa, podrá ofrecer los primeros datos en forma inmediata, caso contrario, se deberá esperar a los informes de laboratorio para sacar conclusiones y decidir si hay que tomar medidas de control sobre el puesto para reducir la exposición de los trabajadores.

En el método de la evaluación de riesgo higiénico inverso o Higiene Inversa, la evaluación invierte el orden del método convencional. Comienza con un relevamiento de las condiciones que el agente químico presenta en el puesto de trabajo dando un resultado que prioriza en niveles de riesgo, permitiendo obtener un diagnóstico de la exposición y, dependiendo del nivel hallado, se pueden realizar acciones preventivas en forma inmediata. Las mediciones con instrumental, si lo requieren, se podrán realizar para verificar la efectividad de las medidas preventivas aplicadas o cuando el nivel de riesgo tenga un grado de incerteza que lo justifique

Nota: en este sentido, en Argentina, la Ley Nacional 19587/1972 sobre la Higiene y Seguridad en el Trabajo alcanza las normas técnicas, de ingeniería y sanitarias precautorias o de cualquier otra naturaleza, tendientes a la protección de la vida y la integridad psicofísica de los trabajadores¹, haciendo prevención, eliminando los riesgos de los distintos puestos o centros de trabajo. En la aplicación de esta normativa se considera como método de ejecución la aplicación de técnicas de corrección de los ambientes de trabajo en los casos en que los niveles de los elementos agresores nocivos para la salud, sean permanentes durante la jornada laboral, como así también las observancias de las recomendaciones internacionales en cuanto se adapten a las características propias de nuestro país.

En Argentina, los Límites de Exposición Ocupacional para sustancias químicas en aire son las llamadas Concentraciones Máximas permisibles (CMP) las cuales se basan en información disponible obtenida mediante la experiencia en la industria, la experimentación humana y animal y, cuando es posible, por la combinación de las tres. La base sobre la que se establecen los valores CMP puede diferir de una sustancia a otra. La fuente de origen de los valores de CMP actuales (2025) es la Guía de TLV de la ACGIH del año 2001.

El Diagrama N° 2 está referido a los riesgos higiénicos en general, no sólo químicos. Por eso aparece el método de *Parámetros Guías* como una opción. Este método o procedimiento se utiliza cuando no hay forma de medir ni evaluar el nivel de exposición a un agente.

Fantazzini y Nunes², proponen un enfoque de capas, en donde “ranquean” las distintas instancias posibles para realizar la evaluación higiénica. El Diagrama N° 3, según estos autores, permite visualizar el grado de confianza de cada conjunto de metodologías, partiendo de las menos confiables o robustas (evaluar sin ninguna técnica) hasta las más robustas, es decir, el método cuantitativo estructurado, considerado el más completo e ideal, aunque por cierto difícil de alcanzar.

¹ Artículo 4°. Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587/72, Argentina.

² Estructura para la Estimación de la Exposición Ocupacional y Descriptores Estadísticos. Publicado en el Boletín N° 3 de la Red Panamericana de Higiene Ocupacional, por colaboración de ABHO. Septiembre 2022.

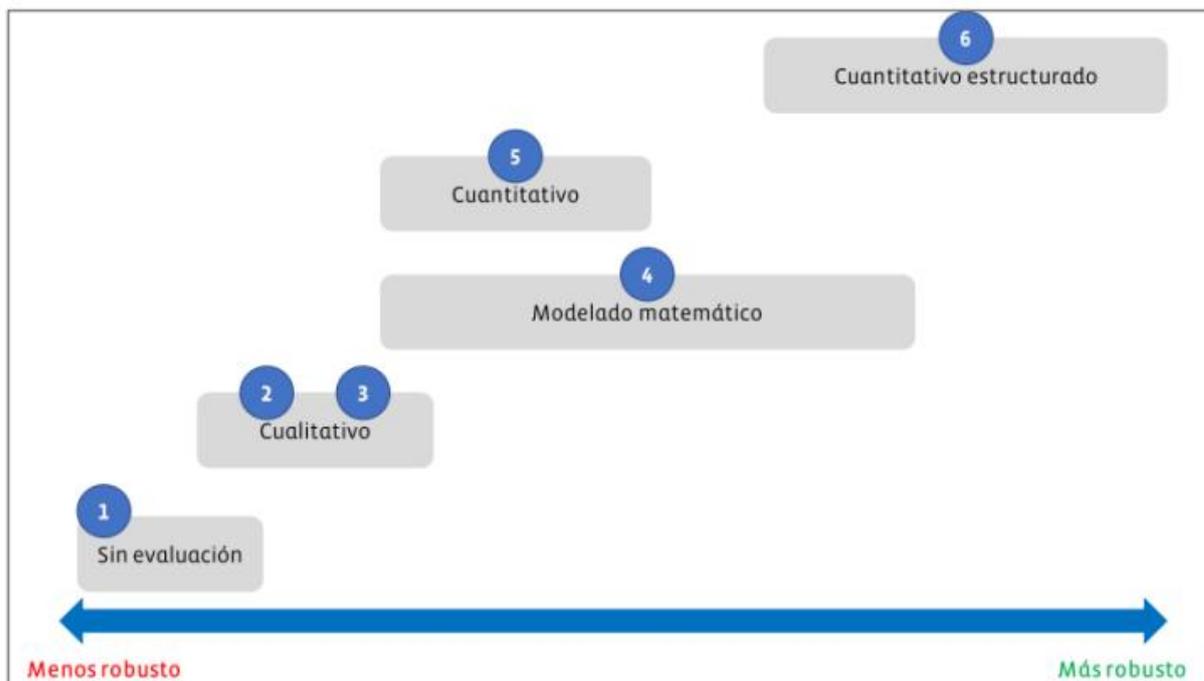


Diagrama N° 3 Confianza o robustez que tienen los diferentes métodos de evaluación de sustancias químicas en aire, según la propuesta de Fantassini y Nunes (2022)

1. **Sin evaluación:** sólo hay opiniones, pero ninguna otra forma de evaluación; está basada en apreciaciones y experiencia, pero sin sustento técnico.

En esta línea, un poco más justo que la simple apreciación profesional, se encuentran también los parámetros guías (numerado como 7 en el Diagrama N° 2), no contemplados por Fantazzini y Nunes. Se trata de pautas de referencia para considerar la exposición aceptable de la no aceptable cuando no existen otras metodologías de evaluación.

2. y 3 **Cualitativo:** considera dos instancias: cuando se utiliza información (caracterización básica según la norma UNE-EN 6893) y cuando, además, se aplican métodos simplificados como el INRS, COSSH Essentials, Control Banding, Stoffenmanager, etc.
4. **Modelado matemático;** establece tres niveles de determinación: nivel I (modelo determinista y conservador); nivel II (modelo determinista más sofisticado); nivel III (técnicas estadísticas y modelos de cuantificación y certeza)
5. **Cuantitativo:** mediciones que no forman parte de un modelo estructurado, sin estrategia ni grado de confianza definidos, de uso común cuando se encaran mediciones a bajo costo.
6. **Cuantitativo estructurado:** las mediciones se obtienen aplicando una estrategia de muestreo y analizadas con base estadística y/o aplicación de técnicas bayesianas.
7. **Parámetros guías.** No está tipificado por los autores del Diagrama N° 3, por eso no figura este método allí. No obstante, es una forma de evaluar utilizada cuando, cuantitativa o cualitativamente, no es posible obtener resultados medibles.

³ Norma UNE-EN 689:2019. Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición.

Se trata de pautas de referencia que delimitan condiciones aceptables de no aceptables. En general, no se aplican para agentes de riesgo químico por vía inhalatoria, pero sí por contacto dérmico, que no es motivo de este trabajo

Los métodos convencionales del Diagrama N° 2 indicados como *cuantitativo* y *cuantitativo estructurado*, parten de los datos disponibles surgidos de la medición de los agentes químicos presentes en el puesto de trabajo para compararlos con los LEO para el agente químico en cuestión y, luego, proceder a emitir las recomendaciones asociadas para reducir el nivel de exposición, según sea el caso. Es decir, las medidas de control del riesgo se aplican posteriormente, cuando se demuestra que las condiciones de trabajo no son aceptables.

Pero este método basado en mediciones, aunque mucho más preciso, tiene varios aspectos que complejizan su concreción para ser correcto, confiable y representativo:

- ✓ Es laborioso
- ✓ Pueden requerir numerosos muestreos y análisis
- ✓ Costos elevados
- ✓ Muchos agentes químicos no tienen un LEO, impidiendo su comparación.
- ✓ Las medidas preventivas surgen a posteriori de la evaluación.

Además, la evaluación de riesgos debe renovarse periódicamente y controlar cada vez que se produzcan cambios en las condiciones de trabajo; muchas veces las mediciones pueden demorarse o directamente no hacerse, y se hace imprescindible contar con otras herramientas de evaluación, que faciliten priorizar y tomar medidas de control.

2.2. METODOLOGÍAS SIMPLIFICADAS O CUALITATIVAS

El uso de metodologías simplificadas para evaluar el riesgo de exposición por inhalación a agentes químicos puede, en muchas situaciones, sustituir las etapas iniciales de cuantificación de programas de control del riesgo higiénico sin recurrir a mediciones ambientales.

Para que la pertinencia de este enfoque sea válida deben darse en la práctica algunos presupuestos:

1. Que se disponga de información valedera [Veraz, actualizada] del agente químico: fichas de datos seguridad -FDS- completas, con pocas o ninguna laguna de información y estructura y contenidos compatibles con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA).
2. Que se disponga de información completa del entorno de trabajo en que se aplicará la valoración simplificada: Cantidades empleadas de el o los agentes químicos sospechados y de todo otro agente químico utilizado, tiempos y modos de uso, parámetros del ambiente laboral: temperatura, humedad, velocidades del aire, carga térmica por convección y/o radiación y cualquier otro factor que afecte el proceso u operación que se analice.
3. Que el o los agentes químicos considerados no pertenezcan a las categorías expresamente excluidas de la aplicación de estos procedimientos simplificados.
4. Que no exista un método específico de valoración higiénica para el análisis del tipo de agentes químicos de que se trate.

Un propósito a alcanzar por estos métodos es que si sus resultados, en un esquema de 3 rangos (alto, medio y bajo), son “bajo riesgo” pueda confiarse que un esquema de muestreo estadístico de amplio rango es innecesario (método estadístico estructurado del Diagrama N° 3). De manera análoga, si en ese mismo esquema de resultados de tres rangos se obtiene un “alto riesgo” puede confiarse en que la necesidad de llevar a cabo, sin más, medidas correctivas, dejando el muestreo ambiental y/o el seguimiento de indicadores biológicos para más adelante una vez que las medidas de control, de todo tipo y extensión, ya se han instrumentado.

La evaluación permite definir el nivel de riesgo y, con ello, la decisión a tomar respecto a la necesidad de implementar medidas de control. No existe un método de evaluación general, sino que para cada tipo de riesgo es necesario aplicar un método específico.

Cuadro I: Métodos cualitativos de evaluación.

| Nombre (acrónimo) | Significado | País | Link de acceso |
|--|---|-------------------|---|
| COSHH Essentials | Control of Substances Hazardous to Health | Inglaterra | https://www.hse.gov.uk/coshh/essentials/index.htm |
| Control Banding (NIOSH) | Control por bandas | EE.UU. | https://www.cdc.gov/niosh/topics/ctrlbanding/ |
| Easy-to-use Workplace Control Scheme for Hazardous Substances | Método de Control de Sustancias Químicas en el lugar de Trabajo | Alemania | https://www.baua.de/EN/Topics/Work-design/Hazardous-substances/_functions/Publications-search_Formular.html?nn=125bb519-5b50-417f-a026-d22fcfb6769 |
| Méthodologie D'Evaluation Simplifiée du Risque Chimique (INRS) | Metodología de Evaluación Simplificada del Riesgo Químico | Francia | https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ND%202233 |
| KjemiRisk | Riesgo Químico | Noruega | |
| Stoffenmanager | | Países Bajos | https://stoffenmanager.com/Default.aspx |
| REGETOX Project | | Bélgica | |
| CCTK | Chemical Control Toolkit | OIT | https://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/ |
| ECETOC-TRA | Targeted Risk Assessment | Comunidad Europea | https://www.ecetoc.org/g-term/tra/ |
| ART | Advanced Reach Tool | Comunidad Europea | |

Existen casos en los que puede ser suficiente la aplicación de un método simplificado y otros en los que directamente es necesario aplicar un método más detallado, como puede ser el caso de los cancerígenos o mutágenos⁴.

La realidad es que la evaluación cuantitativa está lejos de realizarse en la cantidad y calidad deseada; por eso, los métodos de evaluación cualitativa suponen una herramienta válida para complementar esa evaluación. En el cuadro N° 1 se resumen las principales metodologías de evaluación cualitativa.

Estos métodos presentan ventajas y desventajas frente a las mediciones laborales tradicionales, las que se exponen a continuación:

Ventajas

- ✓ Permiten una estimación del riesgo higiénico real o potencial a agentes químicos por inhalación.
- ✓ No requieren de mediciones ambientales previas.
- ✓ Permiten generar recomendaciones inmediatas para proteger al trabajador, las prioriza.
- ✓ Pueden ser realizados por un especialista en SySO con conocimientos del tema.
- ✓ Permiten fundamentar la toma de decisiones (por ejemplo, para no medir).
- ✓ No anulan las mediciones, sino que las complementan y las justifican aún más.
- ✓ Se pueden usar aún con sustancias sin LEO.
- ✓ Pueden ser utilizados tanto para agentes químicos puros como compuestos.

Desventajas

- ✓ No contempla efectos aditivos*.
- ✓ No es posible aplicarlo sino se dispone de todos los datos requeridos.
- ✓ No se aplica en los casos de medicamentos y productos de descomposición térmica.
- ✓ Se plantean dudas sobre la idoneidad profesional para su aplicación.

(*) Bajo ciertas circunstancias, como por ejemplo en el caso que dos compuestos químicos estén presentes con cierta simultaneidad en el ambiente laboral y tengan efectos conocidos sobre el mismo órgano diana, estos efectos deberán ser contemplados y eventualmente evaluados con mayor detenimiento y ser, por lo tanto, considerados.

Para facilitar todo este proceso de evaluación simplificada del riesgo, se han desarrollado una serie de aplicaciones informáticas basadas en aplicaciones Excel, como son: OSER, OPER@, CLARICE, GERC (10) y Evarist, disponibles en francés.

⁴ Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. INSHT. Diciembre 2008.

2.3. MÉTODO SIMPLIFICADO INRS-INSST DE EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO POR VÍA INHALATORIA

La metodología bajo análisis de este documento tiene su origen en el *Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)*⁵, bajo el concepto de la jerarquización de los riesgos, y luego fue modificado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST)⁶ de España. Se tomaron dos documentos bases:

- La Nota Técnica de Prevención NTP 937 del INSHT “Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (III). Método basado en el INRS”.
- La Nota Técnica de Prevención NTP 1080 del INSST “Agentes químicos: jerarquización de riesgos potenciales (método basado en el INRS)”

La evaluación simplificada que se propone llevar adelante considera tener en cuenta:

- A. Antecedentes bibliográficos científicos y de divulgación, incluidas noticias y boletines de publicación en medios del rubro (Revistas técnicas y boletines de fabricantes) y todo otro documento que el evaluador considere pertinente.
- B. Antecedentes propios del proceso, del caso concreto: Reportes de incidentes, accidentes, alertas tempranas internas, y todo otro documento o referencia que el evaluador considere pertinente.
- C. Proceder a la evaluación simplificada de acuerdo con los lineamientos del método INRS; esto es considerar:
 - a. Riesgo potencial, que incluye: Peligro, cantidad absoluta de sustancia y frecuencia de uso
 - b. Propiedades físico químicas asociadas
 - c. Procedimiento de trabajo
 - d. Protección por ventilación y extracción
 - e. Factor de corrección o agravamiento para agentes químicos cuya CMP (Concentración Máxima Permisible) sea muy baja: menor o igual a 0,1 mg/m³
 - f. Se deberá tener en cuenta la tensión de vapor en las condiciones del proceso como medida de su capacidad de “pasar al ambiente”

Reemplazar aquellos términos técnicos que no son utilizados en Argentina por un léxico local como, por ejemplo, el Valor Límite Admisible (VLA) por la Concentración Máxima Permisible (CMP).

⁵ Instituto Nacional de Investigación y Seguridad de Francia. Es un organismo sin fines de lucro no dependiente del estado, pero con gran reconocimiento mundial.

⁶ El Instituto pasó por distintas denominaciones. La referida como INSHT era como *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene* en el Trabajo.

Diagrama N° 4 Esquema para la evaluación simplificada del riesgo por inhalación⁷

El método se basa en estimar una serie de datos que permiten valorizar “clases” en sucesivas etapas para obtener distintas variables que denomina “puntuaciones”, las que se vuelcan en la siguiente expresión:

$$P_{inh} = P_{rp} \cdot P_v \cdot P_{pr} \cdot P_{pc} \cdot FC_{CMP}$$

En donde:

P_{inh} puntuación por inhalación

P_{rp} puntuación por riesgo potencial

P_v puntuación por volatilidad o pulverulencia

P_{pr} puntuación por procedimiento

P_{pc} puntuación por protección colectiva

FC_{CMP} factor de corrección en función al CMP

⁷ Cuadro adaptado a la legislación de la República Argentina. Obtenido en el año 2022 de ref.doc. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 937. Agentes químicos: Evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (III). Método basado en el INRS. Año 2012.

Cada una de esas puntuaciones surge de diferentes etapas del método, como se muestra en el Diagrama N° 4. Se evitará repetir en este documento los textos explicativos de la metodología, la que se puede ver en detalle en la bibliografía mencionada, sobre todo en la NTP 937 del INSST. En este caso, se volcarán los cuadros, con algunos comentarios y pequeñas modificaciones que permitan la adaptación a la terminología utilizada en Argentina.

Para cada variable se establecen categorías o clases y una puntuación asociada a ellas (numeral de cada clase o categoría), número que procura dar cuenta del riesgo asociado para la salud de los eventualmente expuestos. La puntuación final del riesgo se hace a partir de la puntuación obtenida para estas cuatro variables en el contexto de su presión de vapor y considerando además el factor de corrección que sea aplicable a la situación.

El esquema general a seguir se encuentra en el Diagrama N° 4.

Como el objetivo de este procedimiento es el de abordar únicamente la evaluación del riesgo por inhalación se empleará la variable **riesgo potencial** que engloba el peligro, la cantidad total y la frecuencia de utilización de la sustancia (es decir, el agente químico), categorías que, desglosadas, también utilizan otros métodos de evaluación.

Además, se ha introducido un factor de corrección de ese valor de riesgo potencial en función de su CMP, usualmente no utilizada en otros procedimientos, pero sólo aplicable en los agentes químicos que tengan un valor de CMP muy bajo, inferior a $0,1\text{mg}/\text{m}^3$, ya que en estos casos es fácil que se llegue a alcanzar en el ambiente una concentración próxima al valor de referencia, aunque su tendencia a pasar al ambiente sea baja, pudiéndose subestimar el riesgo.

Con independencia de aquellas situaciones en las que la legislación indica cuándo, cómo y dónde deben efectuarse mediciones ambientales para determinar la exposición, como ocurre con el amianto, existen una serie de casos en los que el procedimiento aquí descrito no es aplicable – algo similar ocurre con todos los métodos, pero para diferentes situaciones, de ahí la ventaja de complementarlos –, cómo, por ejemplo:

- ✓ Medicamentos
- ✓ Productos de descomposición térmica, ejemplos:
 - Tratamiento de plásticos, extrusión, laminación, soplado;
 - Se sospecha la formación de nitrosaminas
 - Se pueden formar Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)
 - Formación de fosgeno a partir de hidrocarburos clorados
 - Existencia o formación de PCBs

Los PCBs o llamados bifenilos policlorados son contaminantes que, si no presentan una gestión ambiental racional, pueden afectar e interferir con el derecho de todos los habitantes a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las generaciones futuras.

Por último, no puede dejarse de comentar sobre a quienes está dirigido esta y otras metodologías. Si bien muchas veces se postula (como es el caso de la metodología COSHH Essentials) que los métodos

cualitativos están pensados para ser usados por no especialistas, la realidad es que no son tan sencillos como parece y terminan en las manos de los higienistas mejor preparados, como forma de interpretarlos y aplicarlos para obtener un resultado más acertado.

DETERMINACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL

Una vez identificada la sustancia a evaluar, la siguiente fase del método requiere estimar el riesgo potencial y su puntuación, el cual depende de las siguientes variables del agente químico en análisis:

- Peligrosidad
- Cantidad usada
- Frecuencia de utilización

A lo largo de método se deberá recurrir a información sobre la sustancia que habitualmente se encuentra en la ficha de datos de seguridad -FDS- por lo que se transforma en un documento por momentos imprescindible para facilitar avanzar en el análisis.

Establecer la clase de peligro

La peligrosidad de la sustancia se refiere a sus propiedades intrínsecas en cuanto a sus efectos para la salud y es valorada utilizando un sistema universal de información como es el SGA⁷. En la Tabla N° 1 se indican las 5 clases de peligro vinculadas a alguno de los siguientes factores que ayudan a la cuantificación de este riesgo:

- Frases H, obtenidas de las fichas de seguridad⁸. Se refiere a indicaciones de peligro del SGA.
- Frases R, utilizadas en Europa antes del SGA, las que a partir del año 2017 dejaron de usarse.
- Concentración Máxima Permisible (CMP)
- Materiales y procesos.

Se da prevalencia a las frases H para iniciar la búsqueda, por medio de la ficha de datos de seguridad del agente químico. Si no tiene asignada una frase H, se seguirá con la R y luego el CMP expresado en mg/m³, dando prioridad a los CMP ponderados en el tiempo para 8 horas diarias, antes que a los de corta duración o techo.

Para el caso que no exista ni frase H ni R ni CMP para la sustancia o mezcla, se seguirán los siguientes criterios (lo expresado en cursiva es textual de la NTP 937):

- *Si se trata de una sustancia, se le asigna la clase de peligro 1.*
- *Si se trata de una mezcla o preparado comercial, se le asigna también la clase de peligro 1*
- *Si son mezclas no comerciales que vayan a ser empleadas en la misma empresa en otros procesos, se utilizarán las frases H de los componentes. Para no sobreestimar el riesgo se deben tener en cuenta las concentraciones de los componentes, tal y como se hace para las mezclas comerciales [Ponderación]. Para los materiales o productos comercializados no sujetos a la normativa de etiquetado SGA, como son la madera, aleaciones, electrodos, etc., la clase de peligro se establece en función del agente químico emitido por el proceso.*

La clase de peligro se atribuye a partir de la primera columna de la tabla 1. Esa clase se utilizará en las siguientes puntuaciones.

⁷ En Argentina es normatizado por la resolución SRT 801/15.

⁸ En Argentina, la norma IRAM 41400, Productos químicos Hoja de datos de seguridad Contenido y orden de las secciones, establece pautas no obligatorias pero que se ajustan a los requisitos internacionales.

TABLA 1. Clases de peligro en función de las frases R y H. Concentraciones Máximas Permisibles, los materiales y procesos.

| CLASE DE PELIGRO | FRASES R | FRASES H | CMP mg/m ³ ¹ | MATERIALES Y PROCESOS |
|------------------|---|---|------------------------------------|--|
| 1 | TIENE FRASES R, PERO NO TIENE NINGUNA DE LAS QUE APARECE A CONTINUACIÓN | TIENE FRASES H, PERO NO TIENE NINGUNA DE LAS QUE APARECEN A CONTINUACIÓN | > 100 | |
| 2 | R37/ R36/37, R37/38, R36/38, R36/37/38 R66, R67 | H315, H319 H335 H336 EUH066 | > 10 y ≤ 100 | HIERRO/CEREAL Y DERIVADOS/GRAFITO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN/ TALCO CEMENTO/ COMPOSITES SOLDADURA METALES- PLÁSTICOS /MATERIAL VEGETAL-ANIMAL |
| 3 | R20, R21, R22 R20/21, R20/22, R20/21/22 R21/22 R33, R34 R48/20, R48/21, R48/22. R48/20/21, R48/20/22 R48/21/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65 R68/20, R68/20/22, R68/20/21, R68/20/22 R68/21/22, R68/20/21/22 | H302, H304 H312 H314 (Corr. Ct. 1B y 1C) H332 H361, H361d, H361f, H361fd H362 H371 H373 EUH071 | > 1 y ≤ 10 | SOLDADURA INOXIDABLE FIBRAS CERÁMICAS VEGETALES PINTURAS DE PLOMO MUELAS ARENAS AVEITES DE CORTE Y REFRIGERANTES |
| 4 | R15/29 R23, R34, R35 R23/24, R23/25, R23/24/25 R24/25 R29, R31 R35 R39/23, R39/24, R39/25 R39/23/24, R39/23/25 R39/24/25, R39/23/24/25 R40, R41, R42, R43 R42/43, R48/23, R48/24, R48/25 R48/24/25, R48/23/24/25 R60, R61, R68 | H301, H311 H314 (Corr. Ct 1A) H317, H318, H331, H334 H341, H351 H360, H360F, H360FD, H360D, H360Df, H360Fd H370, H372 EUH031 | > 0,1 y ≤ 1 | MADERAS BLANDAS Y DERIVADOS PLOMO METÁLICO FUNDICIÓN Y AFINAJE DE PLOMO |
| 5 | R26, R27, R28, R26/27, R26/28, R26/27/28 R27/28 R32, R39 R39/26, R39/27, R39/28 R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R45, R46, R49 | H330, H310 H330 H340 H350 H351i EUH032 EUH070 | < 0,1 | AMIANTO ² Y MATERIALES QUE LO CONTIENEN BETNES Y BRESAS GASOLINA ³ (CARBURANTE) VULCANIZACIÓN MADERAS DURAS Y DERIVADOS ⁴ |

(1) Cuando se trate de material particulado, este valor se divide entre 10

(2) Decreto Nro. 351/79, Anexo III, valores aceptados, notaciones A1 (Cancerígeno confirmado en humanos) y requiere de evaluación cuantitativa obligatoria por ser cancerígeno.

(3) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente

Nota 1: En las versiones del INSST tomaban en cuenta adicionalmente las frases R, que se correspondían con la anterior clasificación del código REACH de Europa, antes de la aceptación del Sistema Globalmente Armonizado. Hoy día, casi todas las fichas de seguridad (FDS) de donde se puede extraer esta información están adaptadas al SGA, con lo cual es mucho más probable tener las frases H que las R.

Se recomienda consultar valores LEO más actualizados, puesto que la Resolución MTESS N° 295/2003 tiene más de 20 años desde su publicación.

Establecer la clase de exposición potencial:

- Se utilizan tres tablas, la Tabla 2, la Tabla 3 y la Tabla 4, ésta última de doble entrada a la que se ingresa con los numerales obtenidos de las otras dos tablas.
- A partir de los datos de la situación concreta se establece el numeral de cantidad usando para ello la Tabla 2 y el numeral de frecuencia se obtiene de la Tabla 3
- Con esos dos valores se entra en la Tabla 4 obteniéndose el indicador de exposición potencial el que junto con el numeral de la clase de riesgo obtenido al principio (Tabla 1) permiten, en la tabla 5, obtener la Clase de Peligro Potencial a la que deberá luego darse precisión y contexto por vía del factor de corrección y de la consideración de la presión de vapor. Esa Clase de Peligro Potencial se valoriza con la equivalencia establecida en tabla 6.

Una forma de conocer las cantidades reales promedio utilizadas por día de la sustancia en cuestión es solicitando previamente al área respectiva de la organización la lista de sustancias / insumos utilizados en un año y las cantidades totales consumidas. Esto disminuye el error de tomar datos parciales suministrados por el trabajador o el supervisor, que no tiene que saber con exactitud los promedios diarios.

TABLA 2: Clases de cantidad en función de las cantidades por día.

| CLASE DE CANTIDAD | CANTIDAD /DÍA |
|-------------------|----------------------------|
| 1 | < 100 g o ml |
| 2 | ≥ 100 g ó ml y < 10 Kg ó l |
| 3 | ≥ 10 y < 100 Kg ó l |
| 4 | ≥ 100 y < 1000 Kg ó l |
| 5 | ≥ 1000 Kg ó l |

TABLA 3. Clases de frecuencia de utilización.

| UTILIZACIÓN | OCASIONAL | INTERMITENTE | FRECUENTE | PERMANENTE |
|-------------|--------------|----------------------|--------------|------------|
| DÍA | ≤ 30 minutos | > 30 - ≤ 120 minutos | > 2 - ≤ 6 hs | > 6 horas |
| SEMANA | ≤ 2 horas | > 2 - 8 hs | 1-3 días | > 3 días |
| MES | 1 día | 2 -6 días | 7-15 días | > 15 días |

| AÑO | ≤ 15 días | > 15 DÍAS - ≤ 2 meses | > 2 DÍAS - ≤ 5 meses | > 5 meses |
|--|-----------|-----------------------|----------------------|-----------|
| CLASE DE FRECUENCIA | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0: el agente químico no se usa hace al menos un año ó el agente químico no se usa más. | | | | |

TABLA 4.- Determinación de las clases de exposición potencial.

| CLASE DE CANTIDAD | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|---|---------------------|
| 5 | 0 | 4 | 5 | 5 | 5 | |
| 4 | 0 | 3 | 4 | 4 | 5 | |
| 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 4 | |
| 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | CLASE DE FRECUENCIA |

A partir de los datos de las Tablas 2 y 3, en la Tabla 4 se obtiene el numeral de la clase de exposición potencial que debe complementarse con el resultado de la Clase de Peligro obtenido de la Tabla 1 para obtener la Clase de Riesgo Potencial en la Tabla 5.

TABLA 5. Clase de riesgo potencial.

| CLASE DE EXPOSICIÓN POTENCIAL | | | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|------------------|
| 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | |
| 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | CLASE DE PELIGRO |

TABLA 6. Puntuación para cada clase de riesgo potencial.

| CLASE DE RIESGO POTENCIAL | PUNTAJACIÓN DE RIESGO POTENCIAL (Prp) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 5 | 10.000 |

| | |
|---|-------|
| 4 | 1.000 |
| 3 | 100 |
| 2 | 10 |
| 1 | 1 |

En esta etapa, con la Tabla 6, se obtiene la puntuación de Riesgo Potencial (Prp), primer factor de la ecuación.

DETERMINACIÓN DE LA PUNTUACIÓN POR VOLATILIDAD O PULVERULENCIA (PV)

Según se trate de una sustancia en estado físico o estado líquido influirá en su tendencia a pasar al ambiente en el cual se utiliza. Para los sólidos su grado de desagregación o la también llamada “pulverulencia” permitirá obtener la clase de pulverulencia de la Tabla 7. Cuanto más fino es el material, más riesgo implica y mayor probabilidad de su permanencia en el aire.

En cuanto a los líquidos importa su volatilidad, la cual describe la facilidad que tiene para vaporizarse. A su vez, la volatilidad se puede conocer por la presión de vapor del líquido, un dato que se puede obtener de las fichas de seguridad del producto en análisis. Para cada temperatura, las sustancias con mayor presión de vapor se evaporan con mayor facilidad que las sustancias con una menor presión de vapor. A su vez hay una relación directa entre la presión de vapor y la temperatura de ebullición, que permite clasificar la volatilidad como se muestra en la Figura 1. Si el proceso se desarrolla a distintas temperaturas, para calcular la clase de volatilidad debe usarse la temperatura más alta.

El eje de abscisas de la Figura 1 corresponde a la temperatura de utilización del producto que se está analizando (ó la mayor de un ciclo con distintas temperaturas).

A los gases, a los humos y a los líquidos o sólidos en suspensión líquida que se utilicen en operaciones de pulverización (aspersión) se les atribuye siempre clase 3.

Existen algunos agentes químicos que tienen una presión de vapor lo suficientemente grande como para poder estar presentes en el ambiente en forma de materia particulada y en forma de vapor simultáneamente, contribuyendo con cada una de ellas de forma significativa a la exposición. Estos compuestos están señalados en algunas listas de LEO con una indicación que da cuenta de esta circunstancia. Si la presión de vapor a la temperatura de trabajo es una fracción significativa de la presión atmosférica en esas condiciones (1/20, 1/10, 1/5 o aún mayor) debe considerarse que se dan las condiciones para que esté presente la posibilidad de pasar con facilidad al ambiente tanto como partícula como vapor.

Atención: en esos casos, la aplicación de éste o cualquier otro método simplificado, puede ocurrir una subestimación del riesgo. Esto es frecuente en la aplicación de plaguicidas y, en general, en operaciones de pulverización (aspersión) o en las que intervienen cambios de temperatura que puedan afectar al estado físico del agente en cuestión.

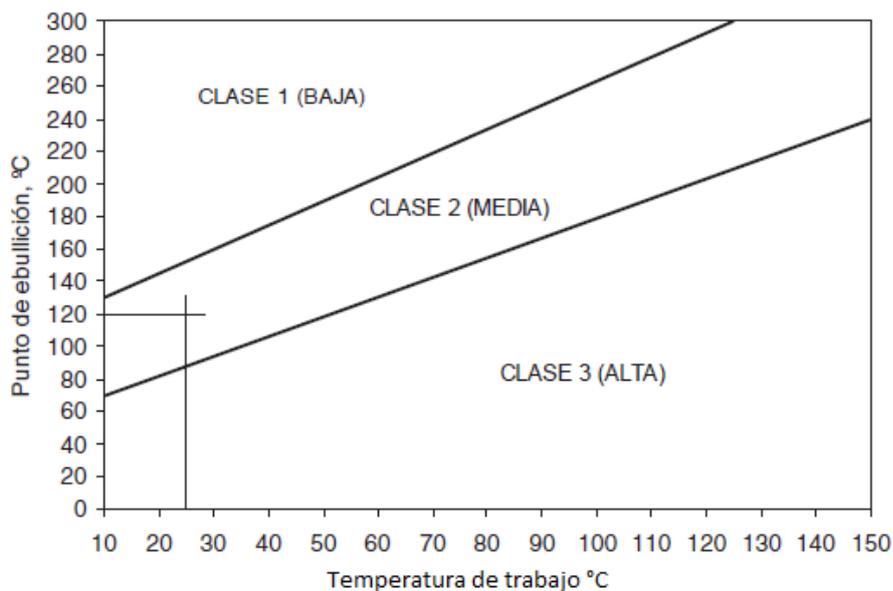
Para ellos, se calcula la volatilidad del compuesto como un sólido, es decir, teniendo en cuenta la pulverulencia, y si su estado es líquido, utilizando en este caso la presión de vapor a la temperatura de trabajo, en lugar de la temperatura de ebullición y la temperatura de trabajo, y se considera la más alta de las dos. En la Tabla 8 se muestra como asignar la clase de volatilidad en función de la presión de vapor

(Pv).

TABLA 7. Determinación de la clase de pulverulencia para los materiales sólidos.

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL SÓLIDO | CLASE DE PULVERULENCIA |
|--|------------------------|
| Material en forma de polvo fino; formación de polvo que queda en suspensión en la manipulación (Por ejemplo: azúcar en polvo, harina, cemento, yeso...). | 3 |
| Material en forma de polvo en grano, (1-2 mm). El polvo sedimenta rápido en la manipulación (Por ejemplo: azúcar consistente cristalizada) | 2 |
| Material en pastillas, granulado, escamas (varios mm o 1-2 cm) sin apenas emisión de polvo en la manipulación. | 1 |

Finalmente, se obtendrá la puntuación por volatilidad (Pv) con la Tabla 9, ingresando con la clase de volatilidad. Como en la anterior puntuación por peligrosidad, a mayor clase mayor puntuación.



Cuadro II: Obtención de la clase de volatilidad según la temperatura de ebullición y la de trabajo.

TABLA 8. Clase de volatilidad en función de la presión de vapor.

| Presión de vapor (Pv) a la temperatura de trabajo (KPa) | Clase de volatilidad |
|---|----------------------|
| $Pv < 0,5$ | 1 |
| $0,5 < Pv < 25$ | 2 |
| $Pv \geq 25$ | 3 |

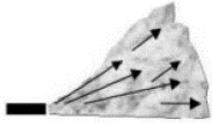
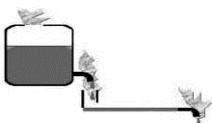
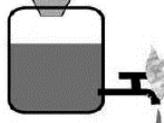
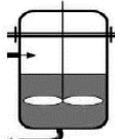
TABLA 9. Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad o pulverulencia.

| CLASE DE VOLATILIDAD O PULVERULENCIA | PUNTUACIÓN DE VOLATILIDAD O PULVERULENCIA (Pv) |
|--------------------------------------|--|
| 3 | 100 |
| 2 | 10 |
| 1 | 1 |

DETERMINACIÓN DE LA AFECTACIÓN POR EL PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

En esta instancia se debe definir la forma en que se utiliza la sustancia química bajo análisis. Esto implica considerar el grado de dificultad con el cual se difunde en el ambiente, según su estado sólido o líquido. La Tabla 10 toma en cuenta cuatro estadios posibles otorgando para cada uno una clase y una puntuación. Cuanto más cerrado es un proceso menor serán las posibilidades que tendrá la sustancia evaluada para difundirse en el ambiente, menor será la puntuación por procedimiento de trabajo.

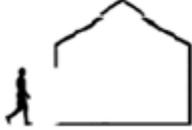
TABLA 10. Determinación de la clase de procedimiento y puntuación para cada clase.

| DISPERSIVO | ABIERTO | CERRADO/ ABIERTO | CERRADO PERMANENTE |
|---|--|--|---|
|  |  |  |  |
| Ejemplos: Pintura a pistola, taladro, muela, vaciado de sacos a mano, de cubos... Limpieza con trapos. Máquinas portátiles (sierras, cepillos...) | Ejemplos: Conductos del reactor, mezcladores abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de acondicionamiento (toneles, bidones...). Manejo y vigilancia de máquinas de impresión... | Ejemplos: Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos, toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor... | Ejemplos: Reactor químico. |
| CLASE 4 | CLASE 3 | CLASE 2 | CLASE 1 |
| PUNTUACIÓN DE PROCEDIMIENTO / PROCESO | | | |
| 1 | 0,5 | 0,05 | 0,001 |

DETERMINACIÓN DE LA AFECTACIÓN POR LA PROTECCIÓN COLECTIVA

La protección colectiva contemplada es la ventilación, partiendo de las peores situaciones como, por ejemplo, espacios confinados mal ventilados o recintos sin ventilación mecánica (clase 5) hasta llegar a fuentes generadoras del contaminante aisladas con cabina envolvente, como puede ser la vitrina de laboratorio (clase 1). esta determinación es de campo, ya que se debe conocer cómo está protegido el proceso. al mismo tiempo, una mala puntuación servirá para pensar posteriormente medidas de mejoras cuando el resultado final sea un riesgo moderado o elevado. la puntuación por protección colectiva surgirá de la tabla 11.

Tabla 11. Clase y puntuación por protección colectiva (Ppc).

| | | | |
|--|---|--|---|
| Trabajo en espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable  | | Ausencia de ventilación mecánica  | |
| CLASE 5, PUNTUACIÓN = 10 | | CLASE 4, PUNTUACIÓN = 1 | |
| TRABAJOS EN INTEMPERIE  | TRABAJOS ALEJADO DE LA FUENTE DE EMISIÓN  | VENTILACIÓN MECÁNICA GENERAL  | |
| CLASE 3, PUNTUACIÓN = 0,7 | | | |
| CAMPANA SUPERIOR  | RENDIJA DE ASPIRACIÓN  | MESA CON ASPIRACIÓN  | ASPIRACIÓN INTEGRADA A LA HERRAMIENTA  |
| CLASE 2, PUNTUACIÓN = 0,1 | | | |
| CABINA DE PEQUEÑAS DIMENSIONES VENTILADA  | CABINA HO RIZONTAL  | CABINA VERTICAL  | CABINA ENVOLVENTE (VITRINA DE LABORATORIO)  |
| CLASE 2, PUNTUACIÓN = 0,1 | | | CLASE 1, PUNTUACIÓN = 0,001 |

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN (FC)

El INSST consideró necesario incluir una corrección al método original del INRS, de acuerdo al valor de la concentración máxima permisible (CMP) de la sustancia en análisis. Cuanto menor es el CMP expresado en mg/m^3 , más riesgosa es la sustancia. Así, pasa de un FC unitario cuando el CMP es mayor a $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ hasta un FC de 100 cuando el CMP es igual o inferior a $0,001 \text{ mg}/\text{m}^3$.

TABLA 12. Factores de corrección en función del CMP.

| CMP (mg/m ³) | FC _{CMP} |
|-----------------------------|-------------------|
| CMP > 0,1 | 1 |
| 0,01 < CMP ≤ 0,1 | 10 |
| 0,001 < CMP ≤ 0,01 | 30 |
| CMP ≤ 0,001 | 100 |

DETERMINACIÓN DE LA PUNTUACIÓN POR INHALACIÓN (PINH)

Una vez calculados cada uno de los factores de la ecuación inicial,

$$P_{inh} = P_{rp} \cdot P_v \cdot P_{pr} \cdot P_{pc} \cdot FC_{CMP}$$

se obtendrá la puntuación por inhalación cuyo valor es trasladado a la Tabla 13 para establecer la banda de riesgo en la que se encuentra. el método define tres bandas: 1) riesgo probablemente muy elevado que obliga a tomar necesariamente acciones correctivas, 2) riesgo moderado, con un nivel de incertidumbre que implica también medidas correctivas pero que debe ser revalidado con mediciones posteriores; 3) riesgo probablemente bajo, que no exige medidas, por lo menos en esta primera instancia.

Tabla 13. Caracterización del riesgo por inhalación.

| PUNTUACIÓN DEL RIESGO POR INHALACIÓN | PRIORIDAD DE ACCIÓN | CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO |
|--------------------------------------|---------------------|---|
| > 1.000 | 1 | Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas). |
| > 100 Y ≤ 1.000 | 2 | Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones) (medidas correctoras inmediatas). |
| ≤ 100 | 3 | Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones) |

Los colores de la Tabla 13, para cada franja, son para señalar, a modo de un semáforo, las prioridades de actuación de cada banda.

Como se ha dicho, la evaluación cualitativa no pretende ni debe reemplazar a la cuantitativa, pero es una excelente metodología de priorización en el uso y aprovechamiento de los recursos disponibles, pero sobre todo para tomar acciones inmediatas, aun cuando no se hayan realizado mediciones.

Para los agentes químicos cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción y los de acción sensibilizante la evaluación cuantitativa debería ser obligatoria.

La evaluación anterior es por agente químico y por tarea. Es decir, si las condiciones de uso de una sustancia cambian de un puesto a otro, debe repetirse la metodología para cada caso.

Cuando hay varios agentes químicos involucrados en un puesto bajo análisis y cuyos efectos para la salud son sinérgicos, es posible utilizar este método. Para ello recomendamos la NTP 1080 del INSST, que, si bien se aplica para la jerarquización del riesgo, pero no para el control por bandas, es una buena referencia.

MEDIDAS DE INTERVENCIÓN. CONTROL DE EXPOSICIONES

Cuando por resultado de la evaluación cualitativa del método INRS- INSST, los niveles de riesgo no sean aceptables, deberán tomarse medidas de control o intervención para reducirlos. Siempre debe buscarse la eliminación o reducción del riesgo independientemente del nivel de riesgo, pero en ciertos valores, esta obligación se transforma en legal.

El riesgo químico puede controlarse actuando sobre dos factores:

- Concentración del agente en el lugar de trabajo
- Tiempo de exposición del trabajador a ese agente

De tal forma que accionando sobre uno o los dos factores, buscaremos minimizar tanto como sea posible el contacto con el agente contaminante.

Dichas acciones se clasifican, a su vez, según el elemento del sistema sobre el que actúan:

- Acciones de control técnico, habitualmente llamadas medidas de ingeniería.
- Acciones de control organizativo o medidas administrativas.
- Acciones sobre el cuerpo del trabajador.

Las acciones de control técnico buscan reducir la concentración del agente, actuando sobre el agente, las instalaciones, los procesos, los métodos o el ambiente de trabajo.

Las acciones de control organizativo reducen el segundo factor, el tiempo de exposición: rotación de puestos y cambios de tareas son los ejemplos típicos.

Por último, las acciones sobre el trabajador se refieren a todos los implementos que él debe utilizar para sumar protección a su cuerpo. Son los elementos de protección personal.

| TÉCNICAS DE CONTROL DE EXPOSICIONES | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|---|--|--|--|
| Nivel de prioridad | | Objetivo | | Acción sobre | |
| | | Agente químico | Proceso / Instalación | Local de trabajo /Ambiente de trabajo | Método de trabajo |
| 1º | Eliminación del riesgo | Sustitución total | Sustitución del proceso Utilización de equipos intrínsecamente seguros | | Automatización Robotización Control remoto |
| 2º | Reducción o control del riesgo | Sustitución parcial Cambio de presentación (forma o estado físico) | Proceso cerrado Cabinas de guantes Aumento de la distancia Mantenimiento preventivo Extracción localizada Equipos con extracción local incorporada Recipientes de contención | Orden y limpieza Segregación de departamentos sucios Ventilación por dilución Duchas de aire Cortinas de aire Cabinas para los trabajadores Drenajes Control de focos de ignición | Buenas prácticas de trabajo Supervisión Horarios reducidos |
| 3º | Protección del trabajador | | | | EPP de protección respiratoria, dérmica, ocular y de la piel |

Tabla N° 14. Técnicas de control de las exposiciones.

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España.

Disponible en página web: <https://www.insst.es/-/control-de-la-exposicion-a-agentes-quimicos#:~:text=Son%20el%20conjunto%20de%20t%C3%A9cnicas,tiempo%20y%20en%20cualquier%20circunstancia>

Eliminación del riesgo

Sustitución

La eliminación de una sustancia riesgosa para la salud o su reemplazo, es la medida primaria a pensar y llevar adelante siempre para la prevención de los riesgos laborales, pero, en la práctica, suele muy difícil de concretarla. Hay numerosos ejemplos, como el del amianto, que a pesar de ser un reconocido cancerígeno, muchos países lo siguen utilizando, sin siquiera prohibirlo.

Afortunadamente, actualmente existen numerosos sitios web que auxilian en este proceso de reemplazo, mencionando algunos de ellos,

INSST. Base de datos INFOCARQUIM. España. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/base-de-datos-infocarquim>

En ella se puede leer:

Esta base de datos incluye información sobre los aspectos siguientes:

- *La clasificación de peligrosidad de los agentes químicos cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción de categorías 1A y 1B según la nueva clasificación de agentes químicos (CLP)⁹.*
- *Los usos y aplicaciones de dichos agentes.*
- *Los posibles sustitutos o alternativas tecnológicas a cada agente, en relación a su uso concreto, cuando se conocen.*
- *Los tumores relacionados con cada agente*
- *Los datos cuantitativos de producción y comercialización disponibles*

Agencia Europea de los productos Químicos (ECHA). Europa

Por su acrónimo en inglés (European Chemical Agency) la ECHA la ECHA desempeña su labor para conseguir la utilización segura de sustancias químicas. En este sitio web, no solo se transmite información sobre la sustitución de sustancias químicas, sino también información regulatoria y educativa. Disponible en: <https://echa.europa.eu/es/substitution-to-safer-chemicals>

IRTA. Instituto de Investigación y Asistencia Técnica. Boston. Estados Unidos.

Esta Institución sin fines de lucro tiene los siguientes objetivos: 1) identificar, desarrollar, probar y demostrar alternativas más seguras en una variedad de aplicaciones, con énfasis en solventes; 2) demostrar y evaluar tecnologías y procesos nuevos y emergentes; 3) trabajar con los reguladores para garantizar que se implementen políticas sensatas. Disponible en: <https://www.irta.us/>

ANSES. Francia

La Agencia Nacional para la Salud y Seguridad Alimentaria de Francia (ANSES por sus siglas en francés) propone este sitio *“Destinado a todos los profesionales y actores de la prevención que deseen iniciar un proceso de sustitución de sustancias químicas cancerígenas, mutagénicas o tóxicas para la reproducción (CMR) en su establecimiento; este sitio tiene como objetivo dar a conocer las acciones realizadas, los trabajos en curso y avances de la investigación en el campo de la sustitución.”*¹⁰ Disponible en: <https://www.substitution-cmr.fr/>

Reducción o control del riesgo

La sustitución o eliminación del riesgo, si bien deseable y fundamental, en la gran mayoría de las ocasiones no es factible. En esos casos, se deben aplicar técnicas o medidas que atenúen la exposición del trabajador, tanto como sea posible.

Entre ellas podemos citar: aislamiento de la fuente, distanciamiento del operador a la fuente, cabinas de operación, reducción de horarios, rotación del personal, supervisión, orden y limpieza, etc.

⁹ El CLP es el sistema de clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas químicas de la unión europea y está alineado con el SGA.

¹⁰ Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España. Riesgos químicos.

Sin embargo, una de las medidas más efectivas y muchas veces mal aplicada y peormente valorada es la ventilación. La ventilación es una técnica de renovación del aire viciado de un recinto por otro en mejores condiciones.

En parte, esto se puede lograr en forma natural, pero cuando los contaminantes aéreos tienen toxicidad la ventilación mecánica es fundamental y exclusiva cuando se quiere lograr un adecuado control de éstos.

En el método INRS se da particular importancia a dos herramientas de las nombradas: la ventilación y los procedimientos de trabajo. La valoración final, en caso de ubicarse en la banda media y alta, muy probablemente podrá reducirse actuando con dichas medidas preventivas. Se hace notar que la puntuación de procedimientos o la de protección colectiva, aumentan cuando disminuyen las protecciones.

Elementos de Protección Personal (EPP)

Superadas todas las instancias anteriores, en donde las medidas preventivas no son suficientes para reducir el riesgo, deben entregarse equipo de protección personal a los trabajadores. Es una medida última, aunque es frecuente verla como primera, desentendiéndose de los problemas para su implementación (selección, compra, reposición, mantenimiento) y uso (disconfort, nuevos riesgos).

La selección es un proceso cuidadoso, que debe contemplar las tareas y su compatibilidad, el tamaño (según las características de cada usuario) y la variabilidad de sustancias presentes, así como sus vías de ingreso al organismo. Por eso, cuando hablamos de sustancias químicas en el aire, no referiremos a la protección respiratoria y dérmica ¹¹.

¹¹ Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España. Riesgos químicos.
Disponible en página web: <https://www.insst.es/-/control-de-la-exposicion-a-agentes-quimicos#:~:text=Son%20el%20conjunto%20de%20t%C3%A9cnicas,tiempo%20y%20en%20cualquier%20circunstancia>

3. ENSAYOS DE LA METODOLOGÍA INRS - INSST

Sobre lo explicado se desarrollarán tres ejemplos de aplicación de la metodología. Todos son casos reales en donde se suprimió toda información que permita identificar a las empresas y personas actuantes, por una cuestión de confidencialidad. Los dos primeros son en una planta industrial y el tercero, es un ejemplo de uso múltiple de varias sustancias químicas en un laboratorio.

3.1. Aplicación del método INRS – Caso A

3.1.1. Descripción de la empresa y las sustancias.

La empresa se dedica a la fabricación y comercialización de colchones y somniers.

En la planta industrial se realiza la producción de la principal materia prima (espuma de poliuretano), como así también el ensamble y confección final de cada uno de los productos.

Se evaluó la exposición por el método INRS-INSST del sector de espumado, donde se elaboran las espumas de poliuretano flexible, a partir de la mezcla de varios componentes, de los cuales se analizaron dos de ellos: cloruro de metileno y diisocianato de metilo (TDI). No se consideraron los polioles.

Estas sustancias, están codificadas según la normativa argentina como:

Agente de Riesgo código ESOP¹² 40057 – Cloruro de Metileno

Agente de Riesgo código ESOP 40169 – Diisocianato de Tolueno (TDI)

A los polioles, si bien no se analizarán aquí, les corresponde el 40169 – Polioles

3.1.2. Implementación del método.

Un profesional analizó el riesgo químico por inhalación a través del método cualitativo de evaluación planteado en la NTP 937 que se basa en una metodología simplificada a la propuesta por Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS).

Cuadro III: Implementación del método. Espumado. Puntuación de riesgo potencial. Caso A.

| Proceso | Producto químico | Clase de peligro | Clase de cantidad | Clase de frecuencia | Clase exposición potencial | Clase de Riesgo potencial | Puntuación de riesgo potencial |
|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Espumado - Tanque de almacenamiento | Cloruro de metileno | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 10000 |
| Espumado - Reactor | Cloruro de metileno | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 1000 |
| Espumado - Tanque de almacenamiento | Diisocianato de tolueno (TDI) | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 10000 |
| Espumado - Reactor | Diisocianato de tolueno (TDI) | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 10000 |

¹² Número de cinco cifras que identifica a un agentes o conjunto de agentes de riesgo en la República Argentina. Ver glosario.

Para el sector de espumado consideró las sustancias de Cloruro de Metileno y Diisocianato de Tolueno (TDI) tanto en el reactor como en el tanque de almacenamiento. Se suministraron las fichas de seguridad de los productos mencionados.

Por la frase H351 al cloruro de metileno le corresponde una clase de peligro de 4, y al TDI, por H330, la de 5. Se almacenan 1500 lts de cloruro de metileno y 5 toneladas de TDI, pero en el espumado se utilizan 750 lts de cloruro de metileno y 3 toneladas de TDI, por día.

De esta manera, las clases de cantidad son las indicadas en el cuadro anterior

Cada producto se utiliza durante 4 horas por día, en cada sector (espumado y tanque de almacenamiento), permitiendo obtener un uso frecuente en la tabla, clase de frecuencia 3 para los cuatro casos.

Con la clase de cantidad y la de frecuencia se obtienen clases de exposición potencial de 5 y 4 para cada caso (ver cuadro) y luego el riesgo potencial.

El cloruro de metileno tiene un punto de ebullición de 40 ° C y el TDI de 115 ° C. Se estima una temperatura de trabajo (almacenamiento de 20°C); se almacena en reactores químicos cerrados (la mayor protección).

Cuadro IV: Implementación del método. Espumado. Puntuación por inhalación. Caso A.

| Proceso | Producto químico | Clase volatilidad | Punt. de volatilidad | Clase de Proced. | Punt. de proced. | Clase de protección colectiva | Punt. de protección colectiva | FC _{CMP} | Puntuación por inhalación |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Espumado - Tanque de almacenamiento | Cloruro de metileno | 3 | 100 | 1 | 0,001 | 2 | 0,1 | 1 | 100 |
| Espumado - Reactor | Cloruro de metileno | 3 | 100 | 2 | 0,05 | 2 | 0,1 | 1 | 500 |
| Espumado - Tanque de almacenamiento | Diisocianato de tolueno (TDI) | 1 | 1 | 1 | 0,001 | 3 | 0,7 | 30 | 210 |
| Espumado - Reactor | Diisocianato de tolueno (TDI) | 1 | 1 | 2 | 0,05 | 2 | 0,1 | 30 | 1500 |

En el área de almacenamiento hay ventilación localizada básica; el cloruro de metileno tiene un CMP de 50 ppm (figura como diclorometano) lo que para un peso molecular de 84,93 un CMP de 173,7 mg/m³.

Por su parte el diisocianato de tolueno (Diisocianato de 2,4 tolueno - TDI) tiene una presión de vapor = 0,05 mm Hg, una CMP de 0,005 ppm y un peso molecular de 174,15, por lo que su CMP = 0,036 mg/m³. La presión de vapor en Kpa es de 0,00665. Se supone ventilación general.

3.1.3. Resultados

- Cloruro de Metileno – Tanque de almacenamiento: Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)
- Cloruro de Metileno – Reactor: Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones)
- Diisocianato de Tolueno (TDI) – Tanque de almacenamiento: Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada
- Diisocianato de Tolueno (TDI) – Reactor: Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas).

Es valioso comparar con las mediciones ambientales que la empresa realizó con anterioridad.

En el sector de espumado se midió:

- Cloruro de Metileno en el tanque de almacenamiento y dio no detectable. Resulta compatible con el resultado del método.
- Cloruro de metileno en el reactor dio 0,5 mg/m³ por debajo de la CMP de 103.19 mg/m³ (50 ppm). Esto coincidiría con el riesgo moderado del método INRS_INSST que marca incertidumbre en la probabilidad del riesgo
- Tolueno diisocianato en el reactor dio 0,2 mg/m³ superando la CMP de 0,04 mg/m³ (0,005 ppm). Nuevamente, el método no muestra una clara definición del riesgo y obliga a medir para estar más seguro, además de tomar medidas correctivas. Cabe aclarar que la empresa cambió de proveedor el servicio de medición y es la primera vez que le dio por encima del CMP.

3.2. Aplicación del método INRS – Caso B

3.2.1. Descripción de la empresa y las sustancias

Esta empresa se dedica a la fabricación de productos químicos para higiene y sanitación de tambos e industrias.

La metodología de trabajo consiste en la recepción de los productos químicos a granel los cuales se almacenan en contenedores plásticos o tanques. Para elaborar los productos se utilizan cubas con agitador donde se colocan los diferentes componentes y se procede a mezclar la solución de manera mecánica durante un periodo que puede ser desde 30 min hasta varias horas en función del producto que se elabore.

Una vez finalizado el proceso se procede a envasar de manera manual en bidones la solución resultante. El tamaño de los bidones es variable, pudiendo ser de 5, 10, 20 o 25 litros. En algunas ocasiones se envasa en tachos de 200 litros.

Para el presente estudio se consideró el sector de envasado de formaldehído, el cual consiste en un espacio abierto con solo 2 paredes laterales y techado. La sustancia se encuentra almacenada en bins plásticos de 1000 litros y se realiza el envasado de los bidones de manera manual.

Agente de Riesgo 40092 – Formaldehído

3.2.2. Implementación del método

Se analizó el riesgo químico por inhalación a través del método cualitativo de evaluación planteado en la NTP 937 que se basa en una metodología simplificada a la propuesta por Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Los resultados del método indican un riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones).

Según su FDS, el formaldehído tiene varias frases H, pero la que define la clase de riesgo es la H350, clase 5.

Cuadro V: Implementación del método. Puntuación de riesgo potencial. Caso B.

| Proceso | Producto químico | Clase de peligro | Clase de cantidad | Clase de frecuencia | Clase exposición potencial | Clase de Riesgo potencial | Puntuación de riesgo potencial |
|----------|------------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Envasado | Formaldehido | 5 | 4 | 2 | 4 | 5 | 10000 |

El profesional actuante relevó las tareas y consideró la siguiente información para la evaluación:

Tiempo de la tarea: entre 30 y 120 minutos; frecuencia diaria; cantidad de 1000 lts /día.

La temperatura de ebullición del formaldehido es de 97°C y presión de vapor de 1,3 mbar a 20 °C (0,13 kpa).

Existe una contradicción al estimar la clase de volatilidad por el gráfico (temperatura de ebullición versus temperatura de trabajo) frente a la tabla en función de la presión de vapor. En el primer caso da clase 2 y en el segundo es clase 1. El profesional adoptó clase 1.

Cuadro VI: Implementación del método. Puntuación por inhalación. Caso B.

| Proceso | Producto químico | Clase volatilidad | Punt. de volatilidad | Clase de Proced. | Punt. de proced. | Clase de protección colectiva | Punt. de protección colectiva | FC _{CMP} | Puntuación por inhalación |
|----------|------------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Envasado | Formaldehido | 1 | 1 | 2 | 0,05 | 3 | 0,7 | 1 | 350 |

La CMP del formaldehido es de 0,3 ppm (en su valor techo C, el único que figura en la norma) con un peso molecular de 30,03. Esto equivale a 0,37 mg/m³

La puntuación final por inhalación indica que el riesgo es moderado; está en una franja intermedia de incertidumbre, por lo cual es conveniente tomar medidas correctivas, además de confirmar los resultados programando mediciones del ambiente laboral.

Comentarios

Para los que no tienen conocimientos de química se encontrarán con diferencias en las características fisicoquímicas según la FDS consultada. En este caso, dependerá si es un producto puro o compuesto el resultado. Por ejemplo, algunas FDS (no necesariamente es la del caso desarrollado) dice Formaldehido, pero en realidad es un compuesto en donde el 37 % en peso es formaldehido.

Cuadro VII: Ingredientes. Formulas. Porcentajes por peso. Número CAS.

| Ingrediente | Fórmula | Porcentaje por peso | Número CAS |
|-------------------------|-------------------|---------------------|------------|
| Formaldehido | CH ₂ O | 37% p/p | 50-00-0 |
| Estabilizante (metanol) | CH ₄ O | 4 p/p | 67-56-1 |

Esto puede cambiar radicalmente los resultados. Como el punto de ebullición es -19°C , no puede trabajarse a la temperatura ambiente normal si no es mezclado con otra sustancia.

En el ejemplo desarrollado se tomó un formaldehído hipotéticamente puro. Se decidió tomar como comparación la FDS de CHEMOS de Formaldehído con una composición del 37-41% de formaldehído y un 25-50% de metanol que actúa como estabilizante.

3.2.3. Resultados. Comparación con mediciones cuantitativas

La empresa recientemente ha realizado una medición de aire en ambiente laboral a través de la metodología de medición NIOSH 2016 dando como resultado una concentración de formaldehído de $1,59 \text{ mg/m}^3$, superando la CMP establecida por la Resolución 295/2003 de $0,3 \text{ ppm}$ ($0,3684 \text{ mg/m}^3$). Lo evaluado por la metodología modificada del INRS indica un riesgo moderado cuando, en realidad, el riesgo es elevado (se tiene una concentración que quintuplica la CMP).

Esto refuerza el hecho que, ante resultados con nivel moderado, las mediciones deben hacerse posteriormente, para asegurar las conclusiones de la exposición.

3.3. Aplicación del método INRS – Caso C

3.3.1. Descripción de la empresa y las sustancias.

Se trata del laboratorio bioquímico de un centro de salud especializado en endocrinología. Se analizan la exposición del personal técnico. Del inventario de productos utilizados surgieron 8 sustancias, las cuales, dada la baja frecuencia de uso y la baja a muy baja cantidad aplicada, se consideró inicialmente innecesario realizar mediciones del ambiente. No obstante, para mayor seguridad se aplicó el método de evaluación cualitativa basado por el INRS -INSST.

Las sustancias identificadas son las siguientes (se indica el Código ESOP cuando existe para esa sustancia):

Código 4009 - Ácido sulfúrico

Ciertos especímenes orgánicos que se extraen de las operaciones se machacan en mortero y se les agrega una gota de ácido sulfúrico, con goteo, por espécimen extraído. La tarea se realiza una vez a la semana, dura 3 horas aproximadamente y se colocan unos 10 ml de ácido sulfúrico.

No hay contacto con el técnico o bioquímico. No se calienta, sino que es a temperatura ambiente.

Código 40003 - Ácido clorhídrico

Está diluido al 50 %. Se usa en frascos goteros y con pipeta manual de plástico (no se hace la aspiración con boca). Todos los días se colocan gotas sobre las muestras de orina para acidificarlas. La tarea dura 5 minutos y se usan unos 2 ml/día.

También se preparan frascos con goteros para entregar a los pacientes a los fines que lo hagan también en sus domicilios, como parte del protocolo del análisis. La preparación es una vez al mes, 30 minutos totales, y 10 ml cada vez.

Hidróxido de amonio

Se trata de amoníaco en dilución. Se usa como técnica de laboratorio manual para la determinación de cistina (la cistina es un aminoácido natural que se encuentra en péptidos en alta concentración unidos a las células del sistema inmunológico, la piel y el cabello).

Se usa por goteo, una vez a la semana, 3 ml cada vez, menos de 30 minutos por vez.

Molibdato de amonio

Es un sólido cristalino usado una vez por semana, 10 mg en cada oportunidad; 10 minutos por vez.

(El molibdato de amonio es una sal inorgánica no inflamable, en presencia de fuego puede llegar a formar óxidos de Nitrógeno que son tóxicos para el ser humano. El molibdato de amonio está en forma de grandes cristales monoclinicos, incoloros o ligeramente verdosos o como polvo blanco cristalino)

EDTA sal disódica

Es un sólido, pero se usa diluido en agua. Para tener idea del consumo bajo de este producto se informa que un frasco de 500 gramos dura unos 10 años (50 grs. por año).

Carbonato de sodio anhidro

Es una sal blanca y translúcida.

1 vez por semana, 10 ml cada vez.

Cloruro de sodio

Similar a la sal de mesa, aunque para uso en laboratorio. No presenta contraindicaciones. Es un sólido blanco, usado una vez a la semana y alrededor de 10 gramos cada vez.

Nitroprusiato de sodio

Es un sólido blanco, usado una vez a la semana y alrededor de 10 gramos en cada ocasión.

3.3.2. Implementación del método

Los pasos seguidos por la metodología se pueden apreciar los cuadros siguientes. En el cuadro N°1 se indican datos de las sustancias que permiten determinar la Clase de Peligro y la de Exposición Potencial, la Clase de Riesgo Potencial y por último la puntuación de Riesgo Potencial P_{RP} .

| Agente | Sustancia específica | RIESGO POTENCIAL | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|------------------|---------|-------------|------------|------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | | Clase de peligro | | | | | Clase de Exposición Potencial | | | | | Clase de Riesgo Potencial | Puntuación Riesgo Potencial |
| | | CMP (ppm) | PM | CMP (mg/m3) | Frases R/H | Clase de peligro | Cantidad usada (indicar periodo) | Clase de cantidad | Frecuencia de uso | Clase de frecuencia | Clase de Exposición Potencial | | |
| Ácido sulfúrico | Ácido sulfúrico | | 98,08 | 0,2 | R35 | 1 | 10 ml / semana | 1 | 3hs / Semana | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Ácido clorhídrico | Ácido muriático | C2 | 36,47 | 3 | R23 - R35 | 4 | 2 ml / día | 1 | 5 min / día | 1 | 1 | 3 | 100 |
| Hidróxido de amonio | Amoniaco en solución | 25 | 35,1 | 18 | R34- R40 | 3 | 3 ml / semana | 1 | < 30 min / vez | 1 | 1 | 2 | 10 |
| Molibdato de amonio | Amonio Molibdato 4- hidrato | | 1235,86 | 3 | | 1 | 10 mg / semana | 1 | 10 min / vez | 1 | 1 | 1 | 1 |
| EDTA Sal disódica | EDTA Sal disódica / ácido tetraacético | | | 3 | H332 | 3 | 50 g / año | 1 | 3 días / año | 1 | 1 | 2 | 10 |
| Carbonato de sodio | Carbonato de sodio anhidro | | | NE | R36 | 2 | 10 ml / semana | 1 | 10 min / vez | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Cloruro de sodio | Cloruro de sodio | | 58,44 | 3 | | 1 | 10 ml / semana | 1 | 10 min / vez | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nitroprusiato de sodio | Nitroprusiatode Sodio dihidrato | | | 3 | R25 | 4 | 10 mg / semana | 1 | 10 min / vez | 1 | 1 | 3 | 100 |

En el Cuadro VIII, se evalúan las Tendencias de pasar al ambiente, los procedimientos de trabajo y el sistema de ventilación imperantes, para dar lugar a las respectivas puntuaciones por volatilidad (P_v), procedimiento (P_p) y protección colectiva (P_{PC}). Finalmente, se indica el Factor de Corrección en función del CMP.

Cuadro IX: Determinación de las Puntuaciones de tendencia a pasar al ambiente, los procedimientos y protección colectiva.

| Agente | TENDENCIA A PASAR AL AMBIENTE | | | | | PROCEDIMIENTO DE TRABAJO | | SISTEMA DE VENTILACIÓN | | Factor de Corrección X CMP |
|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-----|------------------------------------|-----|----------------------------|
| | Puntuación de volatilidad | | | | | Puntuación de Procedimiento | | Puntuación de protección colectiva | | |
| | Estado | Clase de pulverulencia | Punto de ebullición (°C) | Clase de volatilidad | PV | Procedimiento de trabajo | PP | Protección colectiva | PPC | |
| Ácido sulfúrico | Líquido | NA | 340 | Baja | 1 | Abierto | 0,5 | Ausencia de ventilación mecánica | 1 | 10 |
| Ácido clorhídrico | Líquido | NA | 48 | Alta | 100 | Abierto | 0,5 | Ausencia de ventilación mecánica | 1 | 1 |
| Hidróxido de amonio | Líquido | NA | 38 | Alta | 100 | Abierto | 0,5 | Ausencia de ventilación mecánica | 1 | 1 |
| Molibdato de amonio | Sólido | 2 | NA | NA | 10 | Abierto | 0,5 | Ausencia de ventilación mecánica | 1 | 1 |
| EDTA Sal disódica | Sólido | 2 | NA | NA | 10 | Abierto | 0,5 | Ausencia de ventilación mecánica | 1 | 1 |
| Carbonato de sodio | Sólido | 2 | NA | NA | 10 | Abierto | 0,5 | Ausencia de ventilación mecánica | 1 | 1 |
| Cloruro de sodio | Sólido | 2 | NA | NA | 10 | Abierto | 0,5 | Ausencia de ventilación mecánica | 1 | 1 |
| Nitroprusiato de sodio | Sólido | 1 | NA | NA | 1 | Abierto | 0,5 | Ausencia de ventilación mecánica | 1 | 1 |

El Cuadro IX refleja los resultados finales para cada uno de los agentes evaluados, en cuanto a la Puntuación por inhalación, las prioridades de acción, conclusiones y observaciones.

Cuadro X: Riego por inhalación. Puntuaciones.

| Agente | Riesgo por inhalación | | | Observaciones |
|------------------------|----------------------------------|---------------------|---|--|
| | Puntuación riesgo por inhalación | Prioridad de acción | Conclusión | |
| Ácido sulfúrico | 5 | 3 | Riesgo bajo. Puede descartarse la exposición. | |
| Ácido clorhídrico | 5000 | 1 | Riesgo probablemente muy elevado. No puede descartarse la exposición. Deben considerarse medidas adicionales de protección. | Se trata de una solución acuosa de cloruro de hidrógeno; se tomó el CMP para cloruro de hidrógeno (gas) |
| Hidróxido de amonio | 500 | 2 | Riesgo moderado. No se puede descartar la exposición | No figura en la Res. MTESS 295/03 ni en la Guía de la ACGIH 2024 como Hidróxido de amoníaco o similar. El amoníaco tiene un CAS diferente, pero se tomó este como referencia |
| Molibdato de amonio | 5 | 3 | Riesgo bajo. Puede descartarse la exposición. | Se trata de un sólido cristalino blanco de granulometría semejante al azúcar o ligeramente mayor. Las FDS no lo incluyen en el listado de sustancias peligrosas de la UE. |
| EDTA Sal disódica | 50 | 3 | Riesgo bajo. Puede descartarse la exposición. | Cristales blancos sin olor. Toda la información recogida de FDS diversas apunta a una sustancia de bajo riesgo por inhalación. |
| Carbonato de sodio | 5 | 3 | Riesgo bajo. Puede descartarse la exposición. | Polvo cristalino blanco. Se supuso un CMP de 3 mg/m ³ , igual al utilizado para la fracción respirable de partículas en suspensión. |
| Cloruro de sodio | 5 | 3 | Riesgo bajo. Puede descartarse la exposición. | Cristales blancos; sal de mesa. No hay CMP ni categorías de riesgo indicadas; se adopta el CMP mínimo para material particulado en aire de 3 mg/m ³ |
| Nitroprusiato de sodio | 50 | 3 | Riesgo bajo. Puede descartarse la exposición. | |

Es aconsejable, como buena práctica, utilizar los LEO actualizados según otra fuente reconocida de referencia¹³, aun cuando la normativa argentina no lo especifique. Eso aumenta el margen de seguridad y la calidad de los resultados. En tal caso, si hay diferencias, se debe dejar registrada la fuente técnico - científica.

3.3.3. Resultados

El método permite analizar agentes químicos codificados (Código ESOP) como no codificados.

Como resultado de la evaluación higiénica realizada para las tareas de laboratorio, el ácido sulfúrico, el molibdato de amonio, la EDTA sal disódica, el carbonato de sodio anhidro, el cloruro de sodio y el

¹³ Puede ser la Guía de TLV de la ACGIH o la de Valores Límites para agentes químicos LEP 2024 de España, que está ajustada a las directivas de la Unión Europea.

nitroprusiato de sodio no presentan riesgos significativos para la salud del trabajador, por lo que los trabajadores no son considerados expuestos.

Por el contrario, para las tareas en las que se utilizan el ácido clorhídrico y el hidróxido de amonio se deben emitir recomendaciones preventivas inmediatas asociadas a los procedimientos de trabajo y el uso de sistema de extracción disponible, hasta tanto se haga un estudio detallado basado en mediciones ambientales que confirmen o rechacen la exposición.

Contra lo esperado, se observa que la exposición al ácido clorhídrico y al hidróxido de amonio es importante, a pesar de la baja cantidad y frecuencia de uso. En este caso, resalta la importancia de la metodología que no subestima la exposición, sino que, por el contrario, exige tomar medidas preventivas por lo menos hasta que se haga una medición con instrumental que confirme o rechace las conclusiones. Pero siempre el trabajador estará más protegido que sin haber tomado ninguna otra resolución.

CONCLUSIÓN DEL DOCUMENTO

El gran número de sustancias que se encuentran en las industrias, la gran variedad de procesos industriales, con la consiguiente aparición de productos intermedios y sobre todo de la costumbre industrial de adquirir aquello que “funciona bien” hace que exista un desconocimiento sobre las sustancias que procuran, comercian y manejan.

El reconocimiento de las sustancias químicas es una tarea que no resultan tan evidente ni sencilla como pueda parecer en un principio y deben ser objeto de estudio las metodologías para poder lograr con éxito dicha identificación en los puestos de trabajo.

Las empresas son entes dinámicos y las situaciones de riesgo son cambiantes, por ello deberán realizarse periódicamente evaluaciones de control que nos permitan verificar que las condiciones siguen siendo SEGURAS, o si, por el contrario, han evolucionado resultando necesaria la adopción de medidas correctoras.

La metodología del INRS modificada por el INSST de España, se muestra práctica y relativamente sencilla de utilizar, con ciertas limitaciones y precauciones que se deben tener en cuenta al implementarla. No obstante, su aplicación debe realizarse con higienistas ocupacionales.

Los ejemplos tratados en el capítulo final demuestran la precaución que debe tenerse al interpretar los resultados. Suele haber muchas variables en juego y muchos errores en su cálculo o en los datos que se obtienen, del mismo modo que se debe ser precavidos al tomar como palabra final los resultados de mediciones, siendo que ellas, en muchos casos, no están debidamente ejecutadas.

Por ello, se recomienda tener en cuenta las ventajas y desventajas de utilizar las metodologías de evaluación cualitativa como la descrita en este documento y se propone a los organismos de control gubernamentales no desconocer sus fortalezas permitiendo desarrollar esta nueva visión sobre prevención de las enfermedades profesionales, mediante el control anticipado en el medio ambiente de trabajo de los contaminantes que las producen.

GLOSARIO

Agente químico: Cualquier sustancia química pura o compuesta que tiene la probabilidad de producir algún daño a los trabajadores durante su exposición, y que normalmente está reconocida como tal por la normativa regulatoria.

Cloruro de Metileno: También conocido como clorometano, es un gas transparente e incoloro. Tiene un olor suave y dulce que solo se percibe en concentraciones que pueden resultar tóxicas. Es más pesado en el aire y es extremadamente inflamable.

CMP: Concentración Máxima Permissible ponderada en el tiempo. Término usado en Argentina para la exposición a sustancias químicas en aire, que representa la Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin sufrir efectos adversos.

Criterio de valoración: Es la comparación de las concentraciones de exposición a un contaminante, lo cual define el riesgo para la salud. El objetivo es definir unas condiciones de exposición tales que las personas no sufran ni durante su vida laboral, ni una vez terminada esta, una disminución significativa en su nivel de salud que sea imputable a la exposición laboral.

Diisocianato de tolueno: es un líquido incoloro a amarillo pálido de olor acre. Vira a amarillo pálido por exposición al aire. Se puede presentar como Diisocianato de 2,6- y 2,4 de tolueno (TDI) Su estado físico, aspecto es en forma de cristales. Se polimeriza con agua de manera peligrosa. Los diisocianatos son los isocianatos más utilizados a nivel industrial y suelen ser los precursores en procesos químicos para la obtención de otros compuestos como, por ejemplo, el poliuretano, adhesivos, espumas. Otro aspecto importante es que son potentes sensibilizantes respiratorios, capaces de inducir asma en personas no sensibilizadas previamente e incrementar considerablemente los síntomas de asma en las ya sensibilizadas. Además, son sensibilizantes cutáneos. Los diisocianatos son uno de los agentes que contribuyen al desarrollo de asma laboral. (Fuente NTP 1092 del INSST, España)

ESOP: Es la abreviatura de código examen de salud ocupacional periódico y es un número de cinco cifras que identifica a uno o varios agentes de riesgo, según el listado que definió la Superintendencia de Riesgos del Trabajo de la República Argentina, vinculados a las enfermedades profesionales que se les reconocen y que facilitan la gestión preventiva y de salud.

Exposición: es todo contacto, permanente o temporal, por cualquiera de las vías de ingreso al organismo, con un agente de riesgo higiénico.

Exposición aceptable: es toda exposición en la cual el nivel de riesgo para la salud de las personas es considerado lo suficientemente bajo como para no tomar ninguna acción preventiva en particular.

Evaluación de riesgo: Proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos causantes de enfermedad profesional teniendo en cuenta la gravedad de las consecuencias de dicha exposición y las medidas de control disponibles, consiguiendo la información necesaria para estar en condiciones de tomar una decisión apropiada al compararlos con los valores considerados tolerables o límites.

Ficha de Seguridad (FDS): es un documento cuyo objetivo principal es entregar a los usuarios (trabajadores y empleadores) de una sustancia o mezcla la información necesaria para manipular, utilizar y eliminarla de manera segura. Contiene información completa sobre características físicas y químicas, su composición, efectos sobre la salud y el medio ambiente, entre otras. Las FDS están normalizadas en muchos países para garantizar la uniformidad de criterios y formas de aplicación.

Frases H: Son Indicaciones de Peligro asignadas a una clase y categoría de peligro en el Sistema Globalmente Armonizado. Describen la naturaleza de los peligros asociados a un producto químico y la categoría correspondiente el grado de ese peligro.

Frases P: Constituyen Consejos de Prudencia en el Sistema Globalmente Armonizado y describen, para un determinado producto químico peligroso, las acciones recomendadas para minimizar o evitar los efectos adversos que puede causar la exposición, o los asociados a conductas inadecuadas durante su manipulación, almacenamiento o eliminación.

Frases R: son parte de un sistema de códigos de riesgo y frases para describir los riesgos de los compuestos químicos peligrosos que utilizaba la Comunidad Europea hasta el año 2017, siendo reemplazados por las Frases H del SGA.

Higiene Analítica: Es aquella que realiza la investigación y determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes presentes en el ambiente de trabajo.

LEO: Límite Exposición Ocupacional. Valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, a los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo y, por lo tanto, para proteger la salud de los trabajadores y su descendencia.

Medición: Proceso para determinar un valor en relación a una unidad de medida.

Medio ambiente: Entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones.

Nitrosaminas: compuestos químicos que se encuentran en los productos del tabaco y en ciertos alimentos crudos y también por reacción producidos durante la preparación y su procesamiento. Se generan por la reacción de agentes nitrosantes como óxidos de nitrógeno o nitritos y otras sustancias a base de amino. Algunas nitrosaminas producen cáncer en los animales de laboratorio y pueden aumentar el riesgo de ciertos tipos de cáncer en los seres humanos.

Nivel de exposición laboral: Son criterios de valoración para determinar el riesgo de una exposición a un agente higiénico permitiendo decidir si una situación puede considerarse segura o no.

Peligro: fuente con un potencial para causar lesiones y deterioro de la salud, según ISO 45001 punto 3.18. Los peligros pueden incluir fuentes con el potencial de causar daños o situaciones peligrosas, o circunstancias con el potencial de exposición que conduzca a lesiones y deterioro en la salud.

Peligro higiénico: peligro cuya fuente con potencial de causar daños o situaciones peligrosas, o circunstancias con el potencial de exposición que conduzcan a la generación de enfermedades profesionales, son agentes higiénicos (químicos, físicos, biológicos y ergonómicos).

Procedimiento: Forma especificada de llevar a cabo una actividad o un proceso.

Proceso: Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan, que transforma las entradas en salidas.

Riesgo: Generalmente se expresa en términos de una combinación de las consecuencias de un evento (incluidos cambios en las circunstancias) y la probabilidad asociada de que ocurra.

Es el efecto de la incertidumbre. El efecto es una desviación de lo esperado, ya sea positivo o negativo. Incertidumbre es el estado, incluso parcial, de deficiencia de información relacionada con la comprensión o conocimiento de un evento, su consecuencia o su probabilidad.

Con frecuencia el riesgo se expresa en términos de una combinación de las consecuencias de un evento (incluidos cambios en las circunstancias) y la "probabilidad" (se definen en la Guía ISO 73:2009, 3.6.1.1) asociada de que ocurra.

Trabajador: persona que realiza tareas o actividades que están bajo el control o subordinación de una organización y a la que pertenece o es contratado.

BIBLIOGRAFÍA

Libros y publicaciones

Boletín técnico de Higiene Ocupacional. Año 1. Nro. 3. Red Panamericana de Higiene Ocupacional. REPHO. September 2022.

Control of substances hazardous to Health-COSHH Essentials. Health and Safety Executive (HSE). <http://www.coshh-essentials.org.uk/>

Directrices prácticas de carácter no obligatorio sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos en el trabajo (Artículos. 3, 4 y 6 y punto I del anexo II de la Directiva 98/24/CE). Comisión Europea. Página web: <http://www.bookshop.europa.eu>

Higiene Industrial. Edición 5ta. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Torrelaguna 73 – 28027 Madrid. ISBN: 9788474257571

Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Año 2008.

Listing of sources available to help develop risk management measures for occupational exposures. www.cefi.c.org/<http://www.cefic.org/files/downloads/Guidance%20on%20REACH%20-%20Dec%202007.pdf>

Muñoz Issac A. Méthodologie D'Evaluation simplifiées du risque chimique. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Centro Nacional de Medios de Protección. Sevilla. España.

NTP 244: Criterios de valoración en Higiene Industrial. Año 1989.

NTP 332: Clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas: Directivas de la CEE (67/548/CEE y siguientes). Actualización de la NTP-137 y por la NTP 459. Año 1999.

NTP 332: Clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas: Directivas de la CEE (67/548/CEE y siguientes). Actualización de la NTP-137 y por la NTP 459. Año 1999.

NTP 417: Análisis cuantitativo de riesgos: fiabilidad de componentes e implicaciones en el mantenimiento preventivo. Año 1999.

NTP 750 Evaluación del riesgo por exposición inhalatoria de agentes químicos. Metodología simplificada. INSHT (10) Risque chimique (Dossier). Septiembre 2008. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS).

NTP 872 Agentes químicos: aplicación de medidas preventivas al efectuar la evaluación simplificada por exposición inhalatoria. Año 201

NTP 878 Regulación UE sobre productos químicos (II). Reglamento CLP: aspectos básicos. Año 2010.

NTP 880 Regulación UE sobre productos químicos (III). Reglamento CLP: peligros físicos. Año 2010.

NTP 881 Regulación UE sobre productos químicos (IV). Reglamento CLP: peligros para la salud y para el medioambiente. Año 2010.

NTP 935 Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación. (I). Aspectos generales. Año 2010.

NTP 936 Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación. (II). Modelo COSHH Essentials. Año 2012.

NTP 1080 Agentes químicos: jerarquización de riesgos potenciales (método basado en el INRS). Año 2017. Riskofderm. AIP.203. Evaluación del riesgo por exposición dérmica laboral a sustancias químicas. Versión 1.0 - Año 2012.

NTP 1192. Diisocianatos en el ámbito laboral (I): Conceptos generales. Efectos sobre la salud. Año 2024. INSST, España

Rodríguez, Encarnación Sousa y otros. Aplicación de métodos simplificados de evaluación del riesgo químico con efectos para la salud. INSHT. 2008. España.

Rudolf Van Der Haar, y Goelzer Berenice. La Higiene Ocupacional en América Latina. Una guía para su desarrollo. Organización Panamericana de la Salud. Organización mundial de la salud. División de Salud y Ambiente. Programa Regional de Salud de los Trabajadores. Washington, D.C. Julio 2001. ISBN 9275323682

Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA). Quinta Edición Revisada. Naciones Unidas. Nueva York y Ginebra. Año 2013. ISBN 9779213160152

Toolkit for Assessment and Management of Risks from Occupational Dermal Exposure to Hazardous Substances. <http://product-testing.eurofins.com/services/research-development/projects-on-skin-exposure-and-protection/riskofderm-skin-exposure-and-risk-assessment/download-of-riskofdermtoolkit.aspx>

Vincent R., Francis Bonthoux, G. Mallet, J. F. Iparraguirre, S. Rio. Méthodologie D'Evaluation simplifiées du risque chimique. Hal Open Science. Id. 03752064. Submitted on 16 Aug. 2022.

Leyes, Decretos y otros

Argentina. Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo 19587/1972. Publicada el 21 de abril de 1972.

Argentina. Decreto Reglamentario 351/1979 de la Ley 19587. Anexo III.

Argentina. Resolución MTESS N° 295/2003. Modificación Anexo III y Anexo IV.

Argentina. Resolución SRT N° 475/2017. Manual de Codificación de Enfermedades Profesionales.

España. Real Decreto 374/2001, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. BOE Nro. 104, de 1 de mayo de 2001, y Guía Técnica del INSHT.

España. Real Decreto 1299/2006 por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. BOE N° 302, de 19 de diciembre de 2006.

España. Real Decreto 665/1997 (modificado por Real Decreto 1124/2000 y Real Decreto 349/2003), sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a cancerígenos o mutágenos durante el trabajo. BOE Nro. 124, de 24 de mayo de 1997, y Guía Técnica del INSHT.

Europa. Reglamento (CE) Nro. 1271/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) Nro. 1907/2006.

Europa. Reglamento (CE) Nro. 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH). DOUE L 396 de 30-12-2006.

Normas

ISO 73:2009. Gestión de Riesgos – Vocabulario.

ISO 45001: 2018. Sistema de Gestión de Salud y Seguridad en el Trabajo.

UNE-EN 689:1996. Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición. AENOR, 1996.

Páginas web consultadas

Center for Environmental Health New York State Department of Health. Disponible en: www.health.ny.gov.

COSHH Essentials, 1999. Disponible en: <http://www.coshh-essentials.org.uk/> Ampliado y modificado por primera vez en 2003. Está sujeto a ampliación de fichas de control específicas por sector u operación de forma periódica. Es objeto de la NTP 936.

Easy-to-use, 2004. Disponible en: <http://www.baua.de/nr18306/en/Topics-from-A-to-Z/Hazardous-Substances/workplace-control-scheme.pdf> Incorpora un modelo basado en COSHH Essentials, con algunas modificaciones relevantes en la clasificación de frases R.

OIT. Modelo OIT, 2006. Disponible en: http://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/

ND 2233 (INRS), 2006. Disponible en: <http://www.inrs.fr> Es propiamente un modelo de evaluación del riesgo esperado (es decir, considerando las medidas preventivas ya presentes). Se estructura en 3 fases: 1) Inventario de AQ, 2) Jerarquización de los riesgos potenciales, 3) Evaluación simplificada del riesgo por exposición inhalatoria. Es objeto de la NTP 937, con algunas modificaciones.

REGETOX, 2003. Disponible en: <http://www.regetox.be/> Estructurado en 2 fases: 1) jerarquización de los riesgos potenciales (basada en el modelo INRS), y 2) evaluación del riesgo potencial y determinación de las medidas de control (basada en el modelo COSHH Essentials y el modelo EASE).

Riskofderm. Disponible en: <https://www.aehi.es/2012/04/08/riskofderm-evaluacion-del-riesgo-por-exposicion-dermica-laboral-a-sustancias-quimicas-1-0/>

StoffenManager, 2007. Disponible en: <https://www.stoffenmanager.nl/> Especialmente concebido para países en desarrollo. Parte del modelo COSHH Essentials y ya incorpora las frases H y orientación directa para pesticidas.