

**Evaluación cualitativa del riesgo químico mediante  
diferentes modelos de la higiene industrial inversa**

**Qualitative assessment of chemical risk through  
different models of inverse industrial hygiene**

**Diana Andrea Ossa Vega**

**Trabajo de grado para optar al título de Especialista  
en Seguridad y Salud en el Trabajo**

**Asesor**

**Hernán Dario Sepúlveda Díaz  
Ingeniero químico, MSc en Salud Ocupacional**

**Universidad de Antioquia  
Facultad Nacional de Salud Pública  
"Hector Abad Gómez"  
Medellín  
2019**

*Con mucha gratitud a mi familia por el amor y el apoyo incondicional,  
al Equipo Psicotec In Gestión Humana Integral S.A.S por que juntos  
podemos hacer grandes y mejores cosas, a mis profesores y  
compañeros por compartir sus valiosos conocimientos para concluir  
con Éxito la especialización.*

## Tabla de contenido

<b>Lista de tablas.....</b>	<b>5</b>
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>6</b>
<b>Lista de cuadros.....</b>	<b>8</b>
<b>Glosario .....</b>	<b>9</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>11</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>12</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Planteamiento del problema .....</b>	<b>16</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Objetivo general .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>4. Marco de referencia .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Marco teórico .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1.1 Coshh Essentials .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1.1.1 Información Requerida .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.1.2 Determinación de los grupos de peligro.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1.1.3 Reducción del grupo de peligro según la duración de la actividad.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1.1.4 Determinación de otros factores que decidirán las medidas del control.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.1.5 Determinación de los niveles de protección o de riesgo .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.1.6 Definición de las medidas de control según el nivel de protección o de riesgo .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.2 Modelo International Chemical Control Toolkit (OIT).....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.2.1 Información requerida .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.2.2 Determinación de los grupos de peligro.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.2.3 Determinación de otros factores que decidirán las medidas del control .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2 Marco institucional.....</b>	<b>51</b>
<b>4.3 Marco normativo .....</b>	<b>51</b>
<b>5. Metodología .....</b>	<b>54</b>

<b>6. Resultados .....</b>	<b>56</b>
<b>6.1 Evaluación del riesgo .....</b>	<b>56</b>
<b>6.2 Características de aplicación de los diferentes modelos del estudio en laboratorios químicos universitarios.....</b>	<b>61</b>
<b>7. Discusión de resultados .....</b>	<b>65</b>
<b>8. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>70</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>73</b>
<b>Anexo 1. Formato para el registro de los datos requeridos en la empresa para la evaluación cualitativa del riesgo químico mediante la higiene industrial inversa.....</b>	<b>77</b>

## Lista de tablas

<b>Tabla 1. Distribución porcentual de sustancias por laboratorio en niveles de riesgo mediante el modelo Coshh Essentials. ....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 2. Distribución porcentual de sustancias por laboratorio en niveles de riesgo mediante el modelo CCTK. ....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 3. Distribución porcentual de sustancias por laboratorio en niveles de riesgo mediante el modelo Potencial Risk- riesgo Inhalatorio/ INRS.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 4. Distribución porcentual de sustancias por laboratorio en niveles de riesgo mediante el modelo Potencial Risk- riesgo dérmico/INRS. ....</b>	<b>60</b>

## Lista de figuras

<b>Figura 1. Grupos industriales que concentran la mayor parte de la producción bruta según CIIU Rev. 4 A.C. Total nacional. Año 2016. ....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 2. Distribución de empresas por sector y tamaño 2017-2016. ....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 3. Metodología Coshh Essentials (4). ....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 4. Check List Modelo Coshh Essentials (4). ....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 5. Clasificación pulvurencia del producto químico (4).24</b>	<b>24</b>
<b>Figura 6. Clasificación de cantidad de la sustancia química (4). ....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 7. Clasificación frases R en los diferentes grupos de peligro (4). ....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 8. Frases R del grupo de peligro S (4). ....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 9. Casos de la reducción del grupo de peligro para algunas frases R (4). ....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 10. Categorías de escape de sustancias químicas (4).29</b>	<b>29</b>
<b>Figura 11. Categoría de escape para líquidos (4). ....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 12. Clasificación de niveles de protección o de riesgo (4). ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 13. Calculo nivel de protección de la sustancia química con la frase R43 (4). ....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 14. Clasificación de medidas de control segun niveles de protección o de riesgo (4). ....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 15. Grupo de hojas guía a aplicar segun clasificación de controles de la sustancia (4). ....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 16. Check list del modelo CCTK de la OIT (4). ....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 17. Clasificación cantidad de sustancia química en modelo CCTK (4). ....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 18. Identificación de grupo de peligro de algunos disolventes (4). ....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 19. Clasificación grupos de riesgo segun frases R y H en Modelo CCTK (4). ....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 20. Clasificación frases R y H en el grupo S en el Modelo CCTK (4). ....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 21. Clasificación categoría de escape de sólidos y líquidos en modelo CCTK (4). ....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 22. Fichas de control para las sustancias químicas del modelo CCTK (4). ....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 23. Fichas de control para las sustancias químicas del modelo CCTK (4). ....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 24. Clases de peligro en función de las frases de riesgo, del etiquetado, los valores límite de exposición profesional</b>	

(VLEP) y de la naturaleza de los agentes químicos emitidos en diferentes actividades (4).....	45
Figura 25. Puntuación atribuible a las clases de peligro (4)..	46
Figura 26. Modelo de Riesgo por inhalación del modelo francés (4). .....	46
Figura 27. Determinación de la clase de volatilidad para sólidos pulverulentos (4).....	47
Figura 28. Puntuación atribuida a una Clase de Volatilidad (4). .....	48
Figura 29. Determinación de la Clase del Proceso en el que se utiliza la sustancia química y la Puntuación asociada (4). ....	48
Figura 30. Determinación de la clase de protección colectiva y su puntuación asociada (4).....	49
Figura 31. Riesgo cutáneo con el modelo francés (4).....	50
Figura 32. Determinación de la puntuación por superficie corporal expuesta (4). .....	50
Figura 33. Determinación de la exposición de frecuencia de exposición (4).....	50
Figura 34. Caracterización del riesgo por inhalación y cutáneo (4). .....	51

## Lista de cuadros

<b>Cuadro 1. Normatividad alusiva a Sustancias químicas en Colombia. ....</b>	<b>52</b>
<b>Cuadro 2. Sustancias con nivel de riesgo químico alto y moderado por vía inhalatoria en los diferentes modelos aplicados.....</b>	<b>62</b>



## Glosario

**Control banding:** Control banding es un término inglés adoptado para denominar los métodos de evaluación del riesgo químico mediante la clasificación semicuantitativa de la toxicidad de la sustancia y de su exposición potencial, ofreciendo, según el grado de riesgo, una propuesta de medidas de control (1).

**Enfermedad Laboral:** Es todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo que desempeña el trabajador, en el medio en que se ha visto obligado a trabajar, y que ha sido determinada como tal por el Gobierno Nacional (2).

**Factor de Riesgo:** Se entiende bajo esta denominación, la existencia de elementos, fenómenos, condiciones, circunstancias y acciones humanas, que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación o control del elemento agresivo (2).

**Ficha de Seguridad (FDS):** La ficha de seguridad de la sustancia química, es un importante documento que permite comunicar, los peligros que ofrecen los productos químicos tanto para el ser humano como para la infraestructura y los ecosistemas. También informa acerca de las precauciones requeridas y las medidas a tomar en casos de emergencia. También se le conoce con el nombre MSDS, sigla que proviene del idioma inglés y se traduce "Hoja de Datos de Seguridad de Materiales" (3).

**Higiene Industrial:** Comprende el conjunto de actividades destinadas a la identificación, a la evaluación y al control de los agentes y factores del ambiente de trabajo que puedan afectar la salud de los trabajadores (2).

**Higiene Industrial Inversa:** Modelo que sólo necesita determinar y conocer el nivel de riesgo para decidir las medidas de control necesarias para asegurar que la posible exposición del trabajador

será aceptable, sin necesidad de realizar mediciones de contaminantes en el ambiente. Para poder determinar y conocer el nivel de riesgo necesitaremos saber la peligrosidad potencial del agente químico, la operación en la que se utiliza, las condiciones de trabajo (presión, temperatura), la capacidad del producto de pasar al ambiente y la cantidad que se utiliza (4).

**Peligro:** Es una fuente o situación con potencial de daño en términos de lesión o enfermedad, daño a la propiedad, al ambiente de trabajo o una combinación de estos (2).

**Riesgo Químico:** El riesgo químico es aquel que se genera por la exposición no controlada con diferentes sustancias químicas o residuos potencialmente peligrosos de los denominados agentes químicos, y que se entienden como cualquier sustancia que pueda afectarnos directamente cuando estamos en contacto directo con el agente químico, aunque no estemos efectuando directamente la tarea (5).

**Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo:** Es el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua, con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y salud en el trabajo (6).

**Tiempo de Exposición:** Cuantifica el tiempo real o promedio durante el cual la población está en contacto con el factor de riesgo (2).

## Resumen

La Higiene Industrial Inversa, valora el riesgo químico de forma cualitativa para determinar y conocer el nivel de riesgo y tomar las medidas de control necesarias, para mitigar el riesgo. **Objetivo:** Evaluar cualitativamente el riesgo químico en laboratorios universitarios asociados a diferentes sectores económicos, con el fin de dar a conocer las características de aplicación de los modelos internacionales de la Higiene Industrial Inversa: Coshh Essentials, CCTK e INRS. **Materiales y métodos:** La modalidad de tipo descriptivo de corte transversal de la investigación, busca evaluar en cada laboratorio mediante la aplicación de los modelos, el riesgo químico de las sustancias más utilizadas por los laboratoristas, monitores y/o investigadores, con ayuda de un cuestionario e inspección de los laboratorios, para el análisis y comparación de los resultados obtenidos. **Resultados:** La mayoría de las sustancias químicas evaluadas, se encontraron en un nivel de riesgo bajo con la valoración del riesgo por vía inhalatoria mediante los modelos Coshh Essentials y CCTK con un 77% y el modelo INRS con el 62%. Adicionalmente en la valoración del riesgo por contacto dérmico con las sustancias mediante el modelo INRS, se obtuvo un nivel de riesgo alto y moderado con el 85%. **Conclusiones:** Se confirma que los tres diferentes modelos cualitativos de la higiene industrial inversa mencionados en el presente estudio, pueden ser aplicados en todos los laboratorios universitarios asociados a diferentes sectores económicos, en donde utilicen sustancias químicas para la ejecución de sus actividades, y como una primera aproximación a la valoración del riesgo químico.

**Palabras clave:** Seguridad y Salud en el Trabajo, Riesgo Químico, Higiene Industrial Inversa, Modelo Cualitativo.

## Abstract

The Inverse Hygiene Industrial, values the chemical risk of a qualitative way to determine and know the risk level and to take the necessary control measures to mitigate the risk. **Objective:** Evaluate qualitatively the chemical risk in university laboratories associated with different economic sectors, in order to make known the application characteristics of the international models of the Inverse Industrial Hygiene: Coshh Essentials, CCTK and INRS. **Materials and methods:** The modality of descriptive type of cross section of the investigation, seeks to evaluate in each laboratory by means of the application of the models, the chemical risk of the substances most used by the laboratoristas, monitors and / or investigators, with the help of a questionnaire and inspection of the laboratories, for the analysis and comparison of the results obtained. **Results:** Most of the evaluated chemical substances were found at a low risk level with the risk assessment by inhalation using the Coshh Essentials and CCTK models with 77% and the INRS model with 62%. Additionally, in the risk assessment by dermal contact with the substances through the INRS model, a high and moderate level of risk was obtained with 85%. **Conclusions:** It is confirmed that the three different qualitative models of inverse industrial hygiene mentioned in this study can be applied in all university laboratories associated with different economic sectors, where it is used chemical substances for the execution of their activities, and as a first approach to the assessment of chemical risk.

**Keywords:** Safety and Health at Work, Chemical Risk, Inverse Industrial Hygiene, Qualitative Model.

## **1. Introducción**

Las sustancias o compuestos químicos y sus derivados forman parte de la vida moderna. Su utilización no sólo se hace de manera directa, sino especialmente a través de sus productos derivados como plásticos, fibras sintéticas, pinturas, pegantes, tintas, pigmentos, insecticidas, combustibles, elastómeros, gases industriales, aceites comestibles y miles de productos más, los cuales son parte del desarrollo y el bienestar de la humanidad. En este sentido, los desarrollos industriales y comerciales son aprovechados por miles de empresas y millones de personas en todo el mundo, para beneficio general. Pero durante su procesamiento, almacenamiento, transporte y uso pueden tener efectos contra la salud y la seguridad de las personas que los manejan o las instalaciones que los contienen, generando enfermedades laborales, accidentes de trabajo, incendios y explosiones (7).

Actualmente en Colombia, según el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo 1072 de 2015, en cada empresa el empleador o contratante, debe de aplicar una metodología que sea sistemática, que tenga alcance sobre todos los procesos y actividades rutinarias y no rutinarias internas o externas, máquinas o equipos, todos los centros de trabajo y todos los trabajadores independientemente de su forma de contratación y vinculación, que le permita identificar los peligros y evaluar los riesgos en seguridad y salud en el trabajo, con la participación y compromiso de todos los niveles de la empresa, con el fin de que pueda priorizarlos y establecer los controles necesarios. Y de acuerdo a la naturaleza de los peligros, la priorización realizada y la actividad económica de la empresa, el empleador deberá utilizar metodologías adicionales para complementar la evaluación de los riesgos en seguridad y salud en el trabajo ante peligros de origen químicos, físicos, ergonómicos o biomecánicos, biológicos, de seguridad, público, psicosociales, entre otros. Entonces, la normatividad obliga a todos los empleadores de las empresas y entidades públicas y privadas, a la organización y desarrollo de sistemas de prevención y protección de los trabajadores que, en cualquier forma, utilicen o manipulen productos químicos durante su

trabajo.

Es importante tener presente el boletín técnico de la Encuesta Anual Manufacturera del 2016, publicado por el DANE, según CIIU Rev. 4 A.C. (8), donde se identifican los principales grupos industriales de acuerdo a sus niveles de producción bruta (Figura 1). Estas estadísticas muestran los tipos de industrias que predominan en Colombia y aseguran que uno o varios colaboradores de las industrias de manera directa o indirecta, pueden estar expuestos en su ambiente laboral a factores de riesgo químico, y su necesidad de control no es limitativo de la industria química y afines. El riesgo químico está presente en todos los sectores de la actividad industrial y de servicios que utilizan productos químicos: limpieza y desinfección, sanitario, metalúrgico, residuos, pintores, etc., lo cual hace necesario realizar una valoración del riesgo químico en cada empresa colombiana.

Grupo industrial CIIU Rev.4	Descripción	Millones de pesos Producción bruta	Part. %
<b>Total</b>	<b>18 grupos</b>	<b>195.315.395</b>	<b>80,2</b>
192	Productos de la refinación del petróleo	40.591.584	16,7
202	Otros productos químicos	17.289.885	7,1
110	Elaboración de bebidas	13.660.295	5,6
108	Elaboración de otros productos alimenticios	12.633.091	5,2
239	Productos minerales no metálicos n.c.p.	11.487.133	4,7
101	Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos	10.586.993	4,3
222	Productos de plástico	10.092.811	4,1
201	Sustancias químicas básicas, abonos y plásticos y caucho sintético	8.728.711	3,6
170	Papel, cartón y productos de papel y cartón	8.402.088	3,5
141	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel	8.282.547	3,4
104	Elaboración de productos lácteos	8.251.172	3,4
109	Elaboración de alimentos preparados para animales	7.521.825	3,1
105	Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados	7.133.550	2,9
210	Productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y botánicos	6.425.842	2,6
242	Industrias básicas de metales preciosos y metales no ferrosos	6.214.957	2,6
241	Industrias básicas de hierro y de acero	6.102.138	2,5
106	Elaboración de productos de café	6.071.464	2,5
107	Elaboración de azúcar y panela	5.839.308	2,4

Fuente: DANE- EAM.

**Figura 1. Grupos industriales que concentran la mayor parte de la producción bruta según CIIU Rev. 4 A.C. Total nacional. Año 2016.**

En el mundo, la Higiene Industrial es utilizada para valorar cuantitativamente el riesgo químico y su modelo clásico o convencional, aplica el siguiente orden de acciones: Identificación de factores de riesgo, evaluación realizando mediciones técnicas en el

ambiente de trabajo y comparando con los valores límites permisibles de exposición (TLV's), para finalmente llevar a cabo acciones preventivas o correctivas para lograr que la exposición de los trabajadores sea aceptable (4).

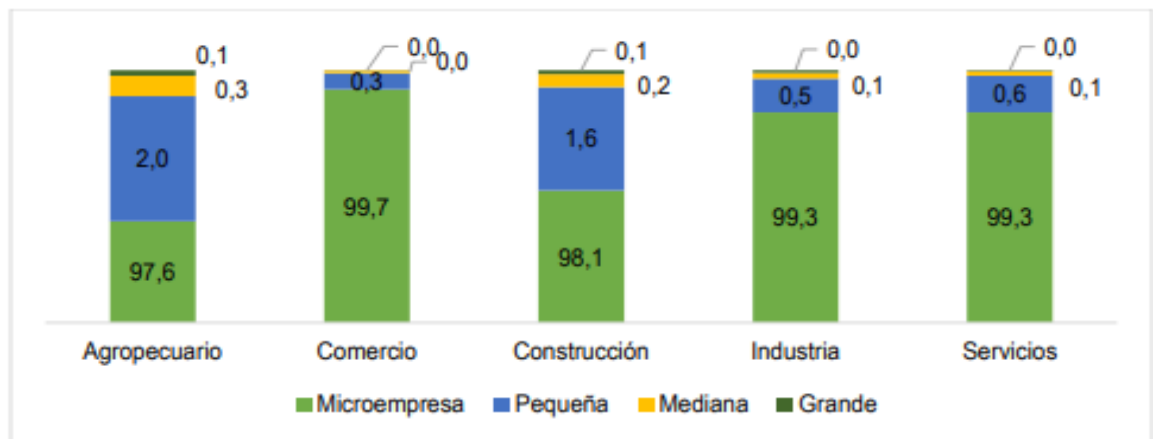
Pero la evaluación correcta, confiable y representativa de la exposición de los contaminantes químicos en los puestos de trabajo es demorada, compleja y costosa. Adicionalmente, no todos los productos químicos tienen valores límite establecidos, lo cual impide la comparación directa de las concentraciones medidas con los límites permisibles (4).

Debido a esto, algunas organizaciones invirtieron el orden del modelo convencional, denominándolo el nuevo modelo de higiene industrial inversa, para realizar la valoración del riesgo químico en forma cualitativa, el cual es apropiado para incentivar la aplicación de esta metodología en las pequeñas y medianas empresas y en países en vías de desarrollo, ya que pueden obtenerse aplicaciones eficientes y la reducción del riesgo higiénico, sin tanta inversión de dinero y tiempo (4).

En el presente estudio, se realizó una revisión de la literatura y se aplicaron algunos de los modelos más estudiados en el ámbito internacional de la higiene industrial inversa, en varios laboratorios universitarios asociados a diferentes sectores económicos donde se utilizan sustancias químicas en la ejecución de actividades de docencia, investigación y extensión, con el fin de realizar la valoración cualitativa del riesgo químico, y comparación entre sí de los modelos, para resaltar sus similitudes, diferencias, limitantes y las mejores cualidades de cada uno de ellos.

## 2. Planteamiento del problema

Es importante resaltar, que según Confecámaras en su informe de dinámica empresarial, en el que se analiza el comportamiento empresarial colombiano en 2017 y cuya principal fuente de información es el Registro Único Empresarial y Social (RUES): “en cuanto a la estratificación por tamaño a nivel sectorial, se evidencia que el conjunto de nuevas unidades productivas está constituido principalmente por microempresas (99,4%), y que predominan en el sector de comercio, industria y servicios. En contraste, su participación es más reducida en el sector agropecuario, donde hay mayor presencia de pequeñas empresas” (Figura 2) (9).



Fuente: RUES – Registro Único Empresarial y Social

**Figura 2. Distribución de empresas por sector y tamaño 2017-2016.**

Entonces, no cabe duda sobre la importancia de la participación mayoritaria de las micro, pequeñas y medianas empresas en Colombia, por lo tanto, se debe identificar y valorar el riesgo químico en todas las empresas del país con obligatorio cumplimiento, según el Decreto 1072 de 2015 por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.

Debido a que en todos los diferentes tipos de industrias, generalmente hay laboratorios químicos para realizar las pruebas de investigación y desarrollo (I+D), calidad de los productos y/o producción de los mismos, y se utilizan químicos para la generación



de sus productos y/o servicios, entonces, en la presente investigación, se eligieron micro y pequeñas empresas, como lo son laboratorios universitarios con diferentes áreas productivas y que utilizan sustancias químicas para el desarrollo de sus actividades diarias, ubicados en Medellín-Antioquia-Colombia, con el fin de realizar la aplicación de diferentes modelos de la higiene industrial inversa y valorar el riesgo químico, resaltando las diferentes características de los modelos.

El presente estudio busca también contribuir en incentivar a las micro, pequeñas y medianas empresas, para que realicen la valoración del riesgo químico mediante la higiene industrial inversa, como fenómeno de interés, aporte a la mejora continua y obligatorio cumplimiento en la Seguridad y Salud en el Trabajo a nivel internacional.

## **3. Objetivos**

### **3.1 Objetivo general**

Evaluar cualitativamente el riesgo químico mediante varios modelos internacionales de la Higiene Industrial Inversa: Coshh Essentials, CCTK e INRS, en laboratorios químicos universitarios asociados a diferentes sectores económicos, con el fin de dar a conocer las características de aplicación de los diferentes modelos.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Aplicar y valorar el riesgo químico empleando diferentes modelos de la Higiene Industrial Inversa en varios laboratorios universitarios en donde se manejan sustancias químicas para sus actividades de docencia, investigación y extensión.
- Describir las características de aplicación de los modelos Coshh Essentials, CCTK e INRS en laboratorios químicos universitarios asociados a diferentes sectores económicos.

## **4. Marco de referencia**

### **4.1 Marco teórico**

La producción y el uso de los productos químicos, representan uno de los retos más significativos en la Industria para la protección de los trabajadores en el ambiente natural en el cual llevan a cabo sus actividades laborales.

La OIT, considera peligrosa una sustancia que es capaz de causar efectos adversos a las personas, o al ambiente bajo condiciones de exposición (10). El Estándar 29 CFR 1910.1200 de OSHA (Occupational Safety and Health Administration), reconocido como organismo oficial en Estados Unidos, indica que un material químico peligroso, es cualquier sustancia o mezcla de ellas, con la propiedad de producir efectos adversos a la salud física de un ser humano. Dentro del término "efectos para la salud" se incluyen sustancias cancerígenas, toxinas reproductivas, irritantes, corrosivas, sensibilizantes, hepatotoxinas, nefrotoxinas, neurotoxinas, agentes que actúan sobre los sistemas hematopoyéticos y agentes que dañan el hígado, piel, ojos o membranas mucosas (7). El impacto que se produce en las personas que han sido expuestas a sustancias químicas y han desarrollado enfermedades por esta causa, es incalculable e inigualable, dado que no solo se tiene la pérdida de la capacidad laboral, sino también de su calidad de vida personal y sociofamiliar.

Según estudios de la OIT (11), para un control efectivo de los riesgos químicos en el lugar de trabajo, se requiere contar con una adecuada comunicación de la información sobre sus peligros y las medidas de seguridad que deben tomarse, entre quienes fabrican o importan productos químicos y quienes los utilizan, y compromiso por parte de los empleadores en las empresas.

Se resalta, que un buen sistema nacional de seguridad y salud en el trabajo y en particular para la gestión racional de los productos

químicos, debe incluir lo siguiente (10):

- Decretos, leyes, resoluciones y reglamentos, que incorporen la gestión racional de los productos químicos.
- Colaboración entre los ministerios de trabajo, salud y medio ambiente.
- Evaluación de riesgos y medidas de gestión en las empresas.
- Ayuda mutua entre la dirección y los trabajadores, y sus representantes, en la aplicación de las medidas SST relativas al uso de productos químicos en el trabajo.
- Mecanismos para hacer cumplir la ley, incluyendo sistemas eficaces de inspecciones en SST.
- Mecanismos adecuados de reporte y registro de enfermedades y accidentes de trabajo.
- Prestación de servicios de salud en el trabajo.
- Sensibilización y capacitación SST en las medidas de seguridad en el uso de productos químicos en el trabajo.

Según Oleart Comellas P, Pou Serra R, Rabassó Campi J, Sanz Gallén P. (4), algunas instituciones invirtieron el orden de acciones del modelo convencional de la Higiene Industrial, generando el nuevo modelo de la Higiene Industrial Inversa, en el que sólo se necesita determinar y conocer el nivel de riesgo para decidir las medidas de control, sin necesidad de realizar mediciones de contaminantes en el ambiente. Las fases del nuevo modelo de Higiene Industrial Inversa son las siguientes:

**1ª Fase:** Evaluación higiénica cualitativa a partir de la peligrosidad de las sustancias manipuladas y de su facilidad de pasar al medio ambiente de trabajo.

**2ª Fase:** Definición de las especificaciones de control y contención de las instalaciones, especialmente en los aspectos de ventilación y cerramiento de los equipos, así como los procedimientos de trabajo seguros y los medios de protección individual complementarios.

**3ª Fase:** Validación del proceso: Mediante la comprobación del

correcto funcionamiento de los sistemas técnicos de control o midiendo la exposición en las condiciones más extremas, es decir, comprobando que en las condiciones de trabajo más exigentes, las concentraciones ambientales no superan los límites permisibles.

**4ª Fase: Evaluación cuantitativa del riesgo residual:** Mediante el muestreo periódico de las concentraciones ambientales de los contaminantes que pueden generar los efectos más graves, las sustancias más volátiles o de utilización más frecuente, para determinar la probabilidad de que se superen los límites de aceptabilidad y la magnitud del riesgo residual.

Hay que resaltar que la 4ª fase no se aplica por debajo de un determinado nivel de riesgo, lo que hace al método especialmente interesante y apropiado en las pequeñas y medianas empresas y en países en vías de desarrollo, ya que ahorra costos innecesarios.

Se debe tener en cuenta que de la FASE 1, actualmente ya existen varios modelos de evaluación cualitativa del riesgo químico (4):

En Inglaterra como pionero en el tema, el "Coshh Essentials" (Control of Substances Hazardous to Health). En los Estados Unidos la filosofía de Coshh Essentials ha sido adaptada por NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) con la denominación de "CONTROL-BANDING". También en Alemania (Easy-to-use), Francia (Potencial Risk- INRS) y la OIT (CCTK), se han desarrollado sistemas equivalentes, además de Bélgica (REGETOX Project), Holanda (Stoffenmanager) y Noruega (KjemiRisk).

Para el presente estudio se eligieron algunos de los modelos anteriormente mencionados, como lo son: Coshh Essentials (Control of Substances Hazardous to Health - Reino Unido), Méthodologie D'Évaluation Simplifiée du Risc Chimique (INRS-Francia) y por último, International Chemical Control Toolkit (CCTK) (Oficina Internacional del Trabajo-OIT), ya que son algunos de los modelos más referenciados en la literatura. A continuación, se describe cada uno de los modelos seleccionados para la presente investigación, con base al estudio realizado por Oleart Comellas P, Pou Serra R, Rabassó

Campi J, Sanz Gallén P. (4):

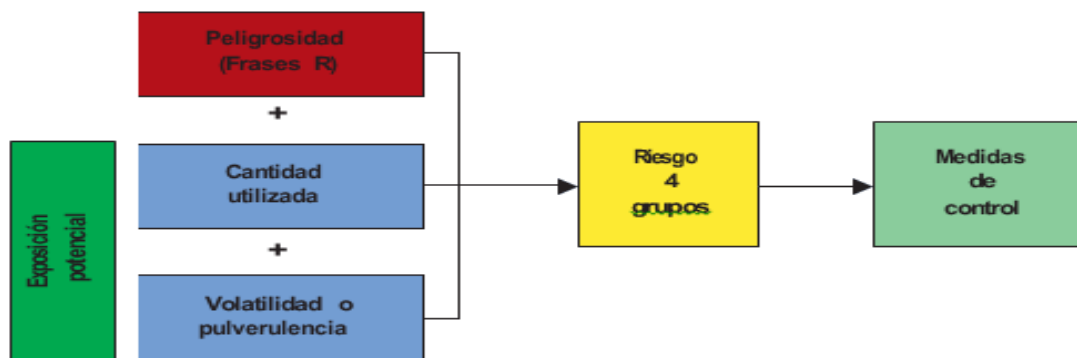
#### **4.1.1 Coshh Essentials**

El método Coshh Essentials es el acrónimo de Control of Substances Hazardous to Health, publicado por primera vez en 1999 y desarrollado por un grupo de trabajo del Health and Safety Executive (HSE) en el que participaron miembros de los sindicatos, las patronales británicas (CBI y TUC) y también independientes. El objetivo del Coshh Essentials es ayudar al empleador a controlar la exposición de los colaboradores a sustancias químicas.

Coshh Essentials se aplica a un rango muy amplio de sustancias y preparados químicos, sólidos o líquidos, con independencia del sector en el que se utilicen, aunque no se aplica en los siguientes casos:

- Cuando el producto químico se genera durante la propia actividad, como por ejemplo humos de soldadura.
- Productos químicos no incluidos en la legislación de clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, por ejemplo, pesticidas y medicamentos.
- Peligros de orden natural, por ejemplo polvo de cereales.
- Agentes biológicos.
- Plomo y asbestos por disponer de una legislación especial en Gran Bretaña.
- Peligros relacionados con la seguridad (incendios, explosiones, etc.) y el medioambiente.
- Se puede aplicar a sólidos y líquidos, pero no incluye a los gases.

Coshh Essentials clasifica cada situación en cuatro grupos o niveles de riesgo, con la asignación respectiva de un nivel de control, y cada grupo de control tiene unas recomendaciones encaminadas a reducir la exposición (ver figura 3).



**Figura 3. Metodología Coshh Essentials (4).**

### 4.1.1.1 Información Requerida

A continuación, se muestra el check list que utiliza el modelo para recopilar la información que se requiere, ver figura 4:

**Evaluador:**

**Paso 1** Datos generales

Centro de trabajo:	Fecha:
Sección/Departamento:	Hora:
Sustancia:	
Suministrador:	
Operación/Operario:	

**Paso 2** Factores que deciden las medidas de control

<p><b>Paso 2A</b> Peligrosidad para la salud</p> <p>A <input type="checkbox"/></p> <p>B <input type="checkbox"/></p> <p>C <input type="checkbox"/></p> <p>D <input type="checkbox"/></p> <p>E <input type="checkbox"/></p> <p>S <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Paso 2B</b> Cantidad utilizada</p> <p>Pequeña <input type="checkbox"/></p> <p>Mediana <input type="checkbox"/></p> <p>Grande <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Paso 2C</b> Volatilidad o pulverulencia</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black;">Pulverulencia del sólido</td> <td style="width: 50%;">Volatilidad del líquido</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"><input type="checkbox"/> Baja</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"><input type="checkbox"/> Media</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"><input type="checkbox"/> Alta</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Pulverulencia del sólido	Volatilidad del líquido	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/>
Pulverulencia del sólido	Volatilidad del líquido									
<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/>									

**Paso 3** Medidas de control

1 Ventilación	<input type="checkbox"/>	CGS
2 Control de ingeniería	<input type="checkbox"/>	100
3 Cerramiento	<input type="checkbox"/>	200
4 Especial	<input type="checkbox"/>	300
		400
Protección de la piel y los ojos	<input type="checkbox"/>	S100
Selección del uso de EPI	<input type="checkbox"/>	S101

**Paso 4** Localización de las hojas de control para operaciones específicas

N.º de hojas de control de la operación específica: \_\_\_\_\_

**Paso 5** Implementación de las acciones y revisión

5A Evaluación de otras sustancias y operaciones	<input type="checkbox"/>
5B Planificar la implementación de las medidas preventivas	<input type="checkbox"/>
5C Consideración de otras necesidades de control (frases R)	<input type="checkbox"/>
5D Implementación de las medidas (Acción)	<input type="checkbox"/>
5E Revisión de la evaluación	<input type="checkbox"/>

**Notas:** \_\_\_\_\_

**Figura 4. Check List Modelo Coshh Essentials (4).**

El paso nº 1 del Coshh Essentials, solicita información general sobre la empresa, la sustancia, el proceso y quien manipula la sustancia.

En el paso nº 2, solicita la información que se requiere para determinar el nivel de riesgo y de control.

Toda la información que requieren los pasos nº 1 y nº 2 es obtenida de la ficha de datos de seguridad del producto, de las instrucciones o procedimientos de producción y de una visita al lugar de trabajo mientras se está manipulando el producto, para asegurar una serie de datos. Frases R de riesgo del producto químico, se obtienen de la FDS y/o de la etiqueta del producto.

Coshh Essentials utiliza las frases R que indican peligros para la salud. No utiliza las que indican peligros físicos, químicos y medioambientales.

Del paso nº 2, se puede especificar lo siguiente:

**1.** Las frases de riesgo clasifica la sustancia en cinco grupos de peligro (A, B, C, D o E). También se puede clasificar el producto como peligroso o no por contacto con la piel (S) según las frases R que tenga asignadas.

**2.** Punto o rango de ebullición, se obtienen en la FDS.

**3.** Pulverulencia del producto químico (para sólidos). Según la guía es necesario visitar el puesto de trabajo para realizar una evaluación aproximada de este parámetro. En la figura 5, se encuentra indicado como se clasifica la pulverencia del producto químico.

Baja	Pellets, lentejas o similares. Genera muy poco polvo durante su uso. Ejemplo: pellets de PVC, escamas de cera.
Media	Sólidos cristalinos y granulares. Mientras se utiliza el polvo se ve, pero desaparece rápidamente. Se deposita sobre las superficies. Ejemplo: jabón en polvo.
Alta	Polvo fino y ligero. Se forman nubes de polvo que pueden mantenerse en el aire durante algunos minutos. Ejemplos: cemento, polvo de yeso.

**Figura 5. Clasificación pulverencia del producto químico (4).**



#### 4. Cantidad del producto utilizada durante la actividad

Se obtiene de una visita al lugar de trabajo o de las instrucciones de trabajo o procedimientos de producción. En la figura 6, se encuentra indicado como se clasifica la cantidad del producto químico.

Grupo de cantidad	Cantidad de sólidos	Cantidad de líquidos
Pequeña	Gramos	Mililitros
Mediana	Kilogramos	Litros
Grande	Toneladas	Metros cúbicos

**Figura 6. Clasificación de cantidad de la sustancia química (4).**

#### 5. Temperatura de uso o de operación (para líquidos).

Se obtiene de una visita al lugar de trabajo o de las instrucciones de trabajo o procedimientos de producción.

#### 4.1.1.2 Determinación de los grupos de peligro

La determinación del grupo de peligro, corresponde con el paso 2A.

El Coshh Essentials determina 5 grupos de peligro según las frases R (A, B, C, D y E) y 1 categoría de peligro debido a contacto con la piel (S), ver figura 7. El peligro de cada categoría crece en el orden del alfabeto (En el grupo A están las sustancias menos peligrosas y en el D las más peligrosas). En el E están las sustancias aún más peligrosas que en el D y que constituyen un caso especial, (son las sensibilizantes, cancerígenas, mutagénicas y tóxicas para la reproducción):

A	B	C	D	E
Sustancias menos peligrosas			Más peligrosas	Caso especial
R36 R36/38 R38 R65 R67 Sustancias sin frases R de los grupos B a E	R20 R20/21 R20/21/22 R20/22 R21 R21/22 R22	R23 R23/24 R23/24/25 R23/25 R24 R24/25 R25 R34 R35 R36/37 R36/37/38 R37 R37/38 R41 R43 R48/20 R48/20/21 R48/20/21/22 R48/20/22 R48/21 R48/21/22 R48/22	R26 R26/27 R26/27/28 R26/28 R27 R27/28 R28 R40 (C3) R48/23 R48/23/24 R48/23/24/25 R48/23/25 R48/24 R48/24/25 R48/25 R60 R61 R62 R63 R64	R40 (M3) R42 R42/43 R45 R46 R49 R68 (M3)

**Figura 7. Clasificación frases R en los diferentes grupos de peligro (4).**

Observese en la figura 8, la clasificación de la sustancia dentro del Grupo de peligro S (que causa daño en contacto con la piel o los ojos), con la asignación de algunas frases R:

S			
R20 R20/21 R20/21/22 R21/22 R24 R23/24 R23/24/25 R24/25	R27 R27/28 R26/27/28 R26/27 R34 R35 R36 R36/37 R36/38 R36/37/38	R38 R37/38 R41 R43 R42/43 R48/21 R48/20/21 R48/20/21/22 R48/20/22 R48/21/22	R48/24 R48/23/24 R48/23/24/25 R48/24/25 R66 Sk

**Figura 8. Frases R del grupo de peligro S (4).**

El grupo S no interviene directamente en la valoración del riesgo. Se utiliza para obtener información sobre los Equipos de Protección Individual a utilizar.

Algunas consideraciones a tener en cuenta:

- Si la sustancia química, tiene asignadas varias frases R,

siempre se debe clasificar a la sustancia en el grupo de peligro más alto en el que se encuentre alguna de dichas frases R.

- Si el producto sólo tiene peligros fisicoquímicos y/o medioambientales, se considerará la sustancia en el grupo A.
- Si la categorización del producto genera dudas, siempre entre dos grupos de peligro, escoger el grupo de peligro superior.

Reducción del grupo de peligro para algunas frases R:

Para algunas frases R es posible reducir el grupo de peligro si el producto químico cumple con algunos requisitos como "modo experto" y se presentan tres casos:

- Frases de riesgo:  
R37 Irrita las vías respiratorias.  
R34 Provoca quemaduras.  
R35 Provoca quemaduras graves.
- Frase de riesgo: R62 Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
- Frase de riesgo: R63 Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.

La reducción del grupo de peligro se permite en los siguientes casos, ver figura 9:

Frasas de riesgo R37, R34 o R35		
Reducción del Grupo C al Grupo B		
VLA-ED > 1 mg/m <sup>3</sup> para partículas VLA-ED > 50 ppm para gases y vapores	Y	No hay otras frases R que clasifiquen a la sustancia como C o superior
Frasas de riesgo R37, R34 o R35		
Reducción del Grupo C al Grupo A		
VLA-ED > 1 mg/m <sup>3</sup> para partículas VLA-ED > 50 ppm para gases y vapores	Y	No hay otras frases R que clasifiquen a la sustancia como B o superior
Frasas de riesgo 62		
Reducción del Grupo D al Grupo B		
LOAEL > 5 mg/kg/día (oral) ó LOAEL > 10 mg/kg/día (dérmica) ó LOAEL > 0,025 mg/l/6 h (inhalatoria)	Y	No hay otras frases R que clasifiquen a la sustancia como D o E
Frasas de riesgo 62		
Reducción del Grupo D al Grupo B		
LOAEL > 50 mg/kg/día (oral) ó LOAEL > 100 mg/kg/día (dérmica) ó LOAEL > 0,25 mg/l/6 h (inhalatoria)	Y	No hay otras frases R que clasifiquen a la sustancia como C o superior
Frasas de riesgo 63		
Reducción del Grupo D al Grupo C		
LOAEL > 5 mg/kg/día (oral) ó LOAEL > 10 mg/kg/día (dérmica) ó LOAEL > 0,025 mg/l/6 h (inhalatoria)	Y	No hay otras frases R que clasifiquen a la sustancia como D o E
Frasas de riesgo 63		
Reducción del Grupo D al Grupo B		
LOAEL > 50 mg/kg/día (oral) ó LOAEL > 100 mg/kg/día (dérmica) ó LOAEL > 0,25 mg/l/6 h (inhalatoria)	Y	No hay otras frases R que clasifiquen a la sustancia como C o superior

**Figura 9. Casos de la reducción del grupo de peligro para algunas frases R (4).**

#### **4.1.1.3 Reducción del grupo de peligro según la duración de la actividad**

Si durante la jornada laboral del trabajador, la actividad de exposición a la sustancia química dura un máximo de 30 minutos, se puede aplicar la siguiente reducción en el grupo de peligro:



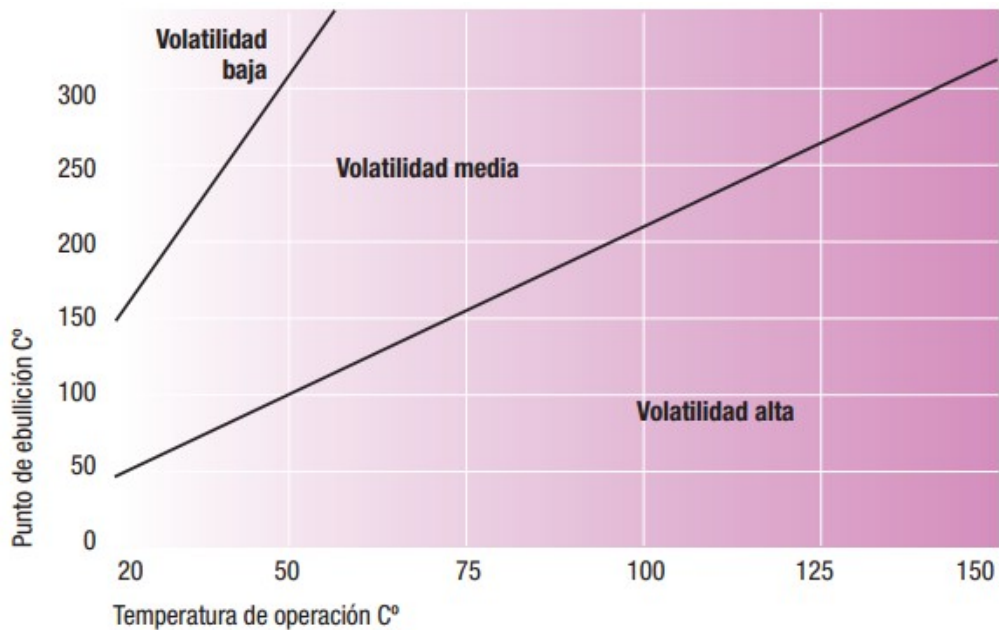
#### 4.1.1.4 Determinación de otros factores que decidirán las medidas del control

Coshh Essentials determina las medidas de control, mediante el grupo de peligro definido anteriormente, el grupo de cantidad definida y la categoría de escape (pulverulencia para sólidos y de volatilidad para líquidos), los cuales son definidos a continuación, ver figura 10:

Categoría de escape	Sólidos	Líquidos		
	Pulverulencia (según punto 2)	Tª aplicación ~20°C	Cualquier Tª aplicación (TA)	Presión de vapor (kPa a TA)
Baja	Baja	Punto de ebullición $\geq 150^{\circ}\text{C}$	Punto de ebullición $\geq 5 \cdot \text{TA} + 50$	$< 0,5 \text{ kPa}$
Media	Media	$50^{\circ}\text{C} < \text{Punto de ebullición} < 150^{\circ}\text{C}$	Otros casos	Entre 0,5 y 25 kPa
Alta	Alta	Punto de ebullición $\leq 50^{\circ}\text{C}$	Punto de ebullición $\leq 2 \cdot \text{AT} + 10$	$> 25 \text{ kPa}$

**Figura 10. Categorías de escape de sustancias químicas (4).**

Para los líquidos se puede calcular la categoría de escape por cualquiera de los tres métodos indicados o mediante la figura 11, que relaciona el punto de ebullición con la temperatura de operación o aplicación de la sustancia química:



**Figura 11. Categoría de escape para líquidos (4).**

Algunas consideraciones respecto a la categoría de escape para líquidos (figura 12):

- En caso de duda se debe optar por la categoría superior.
- Si el proceso se desarrolla a distintas temperaturas, el cálculo de la volatilidad debe considerarse la temperatura de operación de la sustancia más alta.
- En el caso de utilizar más de una sustancia, con puntos de ebullición diferentes, debe utilizarse el punto de ebullición más bajo.

#### **4.1.1.5 Determinación de los niveles de protección o de riesgo**

A continuación se describe la clasificación de los niveles de protección o de riesgo de la sustancia química, ver figura 11:

Cantidad Utilizada	Volatilidad o pulverulencia Baja	Volatilidad Media	Pulverulencia Media	Volatilidad o pulverulencia Alta
<b>Grado o grupo de peligro A</b>				
Pequeña	1	1	1	1
Mediana	1	1	1	2
Grande	1	1	2	2
<b>Grado o grupo de peligro B</b>				
Pequeña	1	1	1	1
Mediana	1	2	2	2
Grande	1	2	3	3
<b>Grado o grupo de peligro C</b>				
Pequeña	1	2	1	2
Mediana	2	3	3	3
Grande	2	4	4	4
<b>Grado o grupo de peligro D</b>				
Pequeña	2	3	2	3
Mediana	3	4	4	4
Grande	3	4	4	4
<b>Grado o grupo de peligro E</b>				
Para todas las sustancias del grupo E aplique la medida de control o nivel de riesgo 4				

**Figura 12. Clasificación de niveles de protección o de riesgo (4).**

Para la reducción del nivel de protección para la frase R43 según la composición del producto, se debe tener presente que si en una mezcla hay un componente con la frase R43, existe la posibilidad de sensibilización en contacto con la piel, y si está en un porcentaje entre 0,1% y 0,5%, se puede utilizar la siguiente matriz de la figura 13:

Cantidad Utilizada	Volatilidad o pulverulencia Baja	Volatilidad Media	Pulverulencia Media	Volatilidad o pulverulencia Alta
Grupo de peligro A o B con $\geq 0,1\%$ a $< 0,5\%$ de un componente con R43				
Pequeña	1	2	1	2
Mediana	1	2	2	2
Grande	2	3	3	3

**Figura 13. Cálculo nivel de protección de la sustancia química con la frase R43 (4).**

#### 4.1.1.6 Definición de las medidas de control según el nivel de protección o de riesgo

Al nivel de protección o de riesgo, calculado anteriormente (del 1 al 4) mediante la figura 12, le corresponde un tipo nivel o medida de control determinado, ver figura 14:

Medida de control 1	Nivel de riesgo 1	Ventilación general y buenas prácticas de trabajo
Medida de control 2	Nivel de riesgo 2	Extracción localizada
Medida de control 3	Nivel de riesgo 3	Confinamiento. Sistemas cerrados (pero se admiten pequeñas brechas)
Medida de control 4	Nivel de riesgo 4	Situación especial Acuda a un expert

**Figura 14. Clasificación de medidas de control según niveles de protección o de riesgo (4).**

El modelo Coshh Essentials ha desarrollado un conjunto de hojas en las que para un determinado nivel de riesgo indica las medidas de control a aplicar en función de la operación a realizar con el producto. La selección de las hojas guía de control (ver figura 15), es el paso 4 del método (ver figura 4) y el paso 5, se refiere a acciones de implementación y revisión.



		Grupo de hojas Guía a aplicar
1	Ventilación general	100
2	Extracción localizada	200
3	Confinamiento. Sistemas cerrados	300
4	Situación especial. Acuda a un experto	400

Adicionalmente, para sustancias del grupo 5:	
Protección de la piel y de los ojos	S100
Selección y uso de Equipos de Protección Individual	S101

**Figura 15. Grupo de hojas guía a aplicar según clasificación de controles de la sustancia (4).**

#### **4.1.2 Modelo International Chemical Control Toolkit (OIT)**

El “International Chemical Control Toolkit”, CCTK, ha sido desarrollado por la OIT (Oficina Internacional del Trabajo) para proteger a los trabajadores de pequeñas y medianas empresas de países en vía de desarrollo que están en contacto con productos químicos peligrosos. En el desarrollo de esta herramienta, a partir del año 1996, participaron expertos de la International Occupational Hygiene Association (IOHA), y tomaron como base el Coshh Essentials del HSE británico. Al igual que el Coshh Essentials, el CCTK es un método simplificado de control de la exposición a productos químicos basado en el “Control Banding”.

Inicialmente se pensó en desarrollar el modelo para el control de los contaminantes químicos en el ambiente de cada puesto de trabajo, sin embargo, CCTK también desarrolló unas pautas básicas para controlar los riesgos de seguridad (incendio y explosión) y riesgos para el medio ambiente.

Debido al amplio uso de pesticidas, el CCTK incluye una evaluación

directa sobre el uso de estos productos y sus formas de control, sin necesidad de realizar toda la evaluación convencional basada en el "Control Banding". Y otra característica, es que agrega la evaluación directa de una serie de disolventes (acetona, tolueno, xileno, metanol, acetato de etilo, etc.), lo que también simplifica mucho su uso.

La evaluación de una sustancia determinada, se recoge en una hoja "check-list" como la que se muestra en la figura 16.

<b>Chemical Control Toolkit Check-list</b>							
Task Description: .....							
Date: .....							
Is material a pesticide?	Yes/No						
If Yes: Task Sheets Needed	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">P100</td> <td style="padding: 2px;">P101</td> <td style="padding: 2px;">P102</td> <td style="padding: 2px;">P103</td> <td style="padding: 2px;">P104</td> </tr> </table>	P100	P101	P102	P103	P104	
P100	P101	P102	P103	P104			
If No, complete Stages 1-5							
Stage 1: Hazard bands:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">B</td> <td style="padding: 2px;">C</td> <td style="padding: 2px;">D</td> <td style="padding: 2px;">E</td> <td style="padding: 2px;">S</td> </tr> </table>	A	B	C	D	E	S
A	B	C	D	E	S		
Stage 2: Scale of use	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Small</td> <td style="padding: 2px;">Medium</td> <td style="padding: 2px;">Large</td> </tr> </table>	Small	Medium	Large			
Small	Medium	Large					
Stage 3: Ability to become airborne	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Low</td> <td style="padding: 2px;">Medium</td> <td style="padding: 2px;">High</td> </tr> </table>	Low	Medium	High			
Low	Medium	High					
Stage 4: Control approach needed	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">100</td> <td style="padding: 2px;">200</td> <td style="padding: 2px;">300</td> <td style="padding: 2px;">400</td> </tr> </table>	100	200	300	400		
100	200	300	400				
Stage 5: Inhalation Task Sheets	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">R100</td> </tr> </table>	R100					
R100							
Skin Task Sheets	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Sk100</td> </tr> </table>	Sk100					
Sk100							
Environment Task Sheets	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">E100</td> <td style="padding: 2px;">E200</td> <td style="padding: 2px;">E300</td> </tr> </table>	E100	E200	E300			
E100	E200	E300					
Safety Task Sheets	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">S100</td> </tr> </table>	S100					
S100							

**Figura 16. Check list del modelo CCTK de la OIT (4).**

#### **4.1.2.1 Información requerida**

La etapa nº 1 del CCTK, solicita información sobre la peligrosidad intrínseca del producto con el fin de encontrar su grupo de peligro mediante las frases R, o frases H.

En la etapa nº 2, se solicita la cantidad de sustancia que se esta

utilizando en el momento de la evaluación. En la etapa nº 3, se requiere de los datos sobre volatilidad del producto y capacidad para pasar al medio ambiente.

Toda la información que requieren las etapas nº 1, nº 2 y nº 3 se obtiene de la ficha de datos de seguridad del producto, de las instrucciones o procedimientos de producción y de una visita al lugar de trabajo mientras se está manipulando el producto, para verificar algunos datos.

Se recuerda que se utilizan las frases R de riesgo del producto químico que indican peligros para la salud, mas no utiliza las que indican peligros físicos, químicos y medioambientales, aunque el modelo indique las guías para la prevención de este tipo de riesgos. Las frases de riesgo permiten clasificar la sustancia en cinco grupos de peligro (A, B, C, D o E).

Para clasificar la peligrosidad de la sustancia por contacto con la piel y los ojos (S), si el producto es un pesticida o un disolvente común listado en la figura 18, la evaluación es directa y no es necesario usar las frases R.

En cuanto al punto o rango de ebullición, se obtienen en la FDS. Y con respecto a pulverulencia del producto químico (para sólidos), se debe visitar el puesto de trabajo para verificar este parámetro. Ver figura 5.

Para determinar la cantidad del producto utilizada durante la actividad, se debe realizar una visita al lugar de trabajo y verificar las instrucciones o procedimientos de producción, ver figura 17.

Grupo de cantidad	Cantidad de sólidos		Cantidad de líquidos	
	Peso	Embalaje típico	Volumen	Embalaje típico
Pequeña	Gramos	Bolsas o botellas	Mililitros	Botellas
Mediana	Kilos	Bidón o tambor	Litros	Bidón
Grande	Toneladas	Granel	Metros cúbicos	Granel

**Figura 17. Clasificación cantidad de sustancia química en modelo CCTK (4).**

La temperatura de uso o de operación (para líquidos), se obtiene de una visita al lugar de trabajo y de las instrucciones o procedimientos de producción.

#### **4.1.2.2 Determinación de los grupos de peligro**

La determinación del grupo de peligro se corresponde con la etapa nº 1.

El CCTK determina 5 grupos de peligro según las frases R (A, B, C, D y E) y 1 categoría de peligro debido a contacto con la piel y los ojos (S). El peligro de cada categoría crece en el orden del alfabeto (en el grupo A están las sustancias menos peligrosas y en el D las más peligrosas). En el E están las sustancias aún más peligrosas que en el D y que constituyen un caso especial (son las sensibilizantes, cancerígenas, mutagénicas y tóxicas para la reproducción).

El paso 1A, es ver si el producto es un disolvente nombrado en la figura 18, lo que ya nos identifica su grupo de peligro y su volatilidad:

Sustancia	Grupo de Peligro	Volatilidad
Acetona	A y S	Media
Acetato de Butilo	A y S	Media
Diesel	B y S	Baja
Acetato de Etilo	A y S	Media
Hexano	B y S	Media
Alcohol Isopropílico	A y S	Media
Metanol	C y S	Media
Metil etil cetona	A y S	Media
Metil isobutil cetona	B y S	Media
Parafina (Keroseno)	A y S	Baja
Percloroetileno	C y S	Media
Petróleo	B y S	Alta
Tolueno	B y S	Media
Tricloroetileno	C y S	Media
White spirit (Mineral spirit)	B y S	Baja
Xileno	A y S	Media

**Figura 18. Identificación de grupo de peligro de algunos disolventes (4).**

Si el producto no está listado en la tabla anterior, se confirma si es un pesticida. En caso afirmativo, se puede asignar directamente las hojas guía de control.

Si el producto no se identifica en los pasos anteriores, se consultan sus frases R (o H, en el GHS) para clasificarlo en los grupos de peligro del A al E, ver figura 19:

Grupo de peligro	Frases R (UE)	Frases H (GHS)
Grupo A	R36 R38 R65 R66 Sustancias sin frases R de los Grupos B a E	Acute toxicity (lethality), any route, class 5 Skin irritancy class 2 or 3 Eye irritancy class 2  (Se corresponde con H319, H315, H304, EUH066)
Grupo B	R20/21/22 R40/20/21/22 R33 R67	Acute toxicity (lethality), any route, class 4 Acute toxicity (systemic), any route, class 2  (Se corresponde con H332, H312, H336)
Grupo C	R23/24/25 R34 R35 R37 R39/23/24/25 R41 R43 R48/20/21/22	Acute toxicity (lethality), any route, class 3 Acute toxicity (systemic), any route, class 1 Corrosivity, subclass 1A, 1B or 1C Eye irritancy class 1 Respiratory system irritancy Skin sensitisation Repeated exposure toxicity, any route, class 2  (Se corresponde con H331, H311, H301, H314, H335, H318, H317, H373)
Grupo D	R48/23/24/25 R26/27/28 R39/26/27/28 R40 Carc. Cat.3 R60 R61 R62 R63 R64	Acute toxicity (lethality), any route, class 1 or 2 Carcinogenicity class 2 Repeated exposure toxicity, any route, class 1 Reproductive toxicity class 1 or 2  (Se corresponde con H372, H330, H310, H300, H370, H351, H360, H361, H362)
Grupo E	R42 R45 R46 R49 R68	Mutagenicity class 1 or 2 Carcinogenicity class 1 Respiratory sensitisation  (Se corresponde con H334, H350, H340, H341)

**Figura 19. Clasificación grupos de riesgo según frases R y H en Modelo CCTK (4).**

Se clasifica a la sustancia dentro del Grupo de peligro S (que causa daño en contacto con la piel o los ojos) si tiene asignada alguna de las siguientes frases R, ver figura 20:

S	Frases R (UE)	Frases H (GHS)
Guía de control Sk100	R21	Acute toxicity (lethality), dermal only, class 1, 2, 3 or 4 Acute toxicity (systemic), dermal only, class 1 or 2 Corrosivity, subclass 1A, 1B or 1C Skin irritation class 2 Eye irritation class 1 or 2 Skin sensitization Repeated exposure toxicity, dermal only, class 1 or 2  (Se corresponde con H312, H313, H310, H314, H319, H315, H370, H318, H317, H373, H372, EUH066)
	R24	
	R27	
	R34	
	R35	
	R36	
	R38	
	R39/24	
	R39/27	
	R40/21	
	R41	
	R43	
	R48/21	
	R48/24	
	R66	

**Figura 20. Clasificación frases R y H en el grupo S en el Modelo CCTK (4).**

El grupo S no interviene directamente en la valoración del riesgo. Se utiliza para obtener información sobre los Equipos de protección Individual a utilizar (Guía de Control Sk100).

#### **4.1.2.3 Determinación de otros factores que decidirán las medidas del control**

Para determinar las medidas de control, CCTK utiliza el grupo de peligro definido en la etapa nº 1, el grupo de cantidad definida en la etapa nº 2 y la categoría de pulverulencia para sólidos y de volatilidad para líquidos definida a continuación (etapa nº 3), ver figura 21.

Las categorías de escape son las siguientes:

Categoría de escape	Sólidos	Líquidos
	Pulverulencia	Tº normal ~ 20°C
Baja	Baja	Punto de ebullición < 50°
Media	Media	50°C < pto de ebullición < 150°C
Alta	Alta	Punto de ebullición ≥ 60°

**Figura 21. Clasificación categoría de escape de sólidos y líquidos en modelo CCTK (4).**

Si la temperatura de uso está por encima de la temperatura ambiente, se utiliza la figura 12 anteriormente mencionada, para determinar la clasificación de la volatilidad para líquidos, aunque en caso de duda se debe optar por la categoría de escape superior.

#### **4.1.2.4 Determinación de los Niveles de Protección o de Riesgo**

Este ítem, corresponde con la etapa 4 del modelo CCTK.

Si el producto es un pesticida, se pasa al punto siguiente, ya que se disponen de medidas de control específicas para este tipo de productos. Pero, si el producto no es un pesticida, se utilizará el cuadro de la figura 12 para hallar el nivel de protección o de riesgo (de 1 a 4).

#### **4.1.2.5 Definición de las medidas de control según el nivel de protección o de riesgo**

Para la etapa 5 del método CCTK, al nivel de protección o de riesgo calculado en el punto anterior (del 1 al 4), le corresponde un tipo nivel de control determinado, ver figura 13. Y las fichas de control se mencionan en las figura 22 y figura 23, en función de que el producto sea o no un pesticida, el nivel de riesgo en el que se encuentra y la tarea que se desarrolla con el producto químico.

Si el producto es un pesticida, se escoge la ficha de la P100 a la P104 que le corresponda, según la operación que se vaya a realizar.

Si el producto no es un pesticida, en función del nivel de control que corresponda y la operación que se vaya a realizar, se escoge las fichas de la 100 a la 400. En el caso de que la actividad que se vaya a realizar no esté en la lista, se escoge la ficha de principios generales del nivel de control que corresponda.

Si la sustancia ya ha sido clasificada en el Grupo S (que causa daño en contacto con la piel o los ojos) se necesita la hoja Sk100.



En el caso de que se identifique que se necesite equipos de respiración debido a que la tarea lo implica, se debe aplicar la hoja R100. Por último, la hoja S100 sirve para temas de seguridad, y las hojas E100, E200 y E300 sirve para temas de protección al medio ambiente.

Sheet ID	Description
<b>Pesticides</b>	
P100	Concentrate dilution
P101	Application (spraying and dusting)
P102	Fumigation
P103	Using poison baits
P104	Disposing of used containers
<b>Control Approach 1</b>	
100	General principles
101	Sack, bottle and drum storage
102	Bulk storage
103	Removing waste from air cleaning unit
<b>Control Approach 2</b>	
200	General principles
201	Ventilated workbench or cupboard
202	Ventilated booth
203	Removing waste from air cleaning unit
204	Conveyor transfer
205	Sack filling
206	Sack emptying
207	Charging reactor or mixer from sack or keg
208	IBC filling and emptying
209	Drum filling
210	Drum emptying with a drum pump
211	Weighing solids
212	Mixing liquids with liquids or solids
213	Mixing solids
214	Sieving

**Figura 22. Fichas de control para las sustancias químicas del modelo CCTK (4).**

Sheet ID	Description
215	Screening
216	Spray painting
217	Pickling / Plating bath
218	Vapour degreasing bath
219	Tray drying oven
220	Pelletising
221	Tablet press
<b>Control Approach 3</b>	
300	General principles
301	Glove box
302	Removing waste from extraction unit
303	Transferring solids
304	High throughput sack emptying
305	Drum filling
306	Drum emptying
307	IBC filling and emptying (solids)
308	IBC filling and emptying (liquids)
309	Tanker filling and emptying (solids)
310	Tanker filling and emptying (liquids)
311	Keg filling
312	Transferring liquid by pump
313	Filling small containers (packets and bottles)
314	Weighing solids using a load cell
315	Weighing liquids using a load cell
316	Mixing solids
317	Mixing liquids with liquids or solids
318	Vapour degreasing bath
<b>Control Approach 4</b>	
400	General principles
<b>Skin and eye contact</b>	
Sk100	How to reduce skin contact with hazardous substances
<b>Respiratory protection equipment</b>	
R100	Selection and use of respiratory protective equipment
<b>Safety issues</b>	
S100	Key features of Lock-out/tag-out system
<b>Environment issues</b>	
E100	Control of emissions to air
E200	Control of emissions to water
E300	Safe disposal of solid waste

**Figura 23. Fichas de control para las sustancias químicas del modelo CCTK (4).**

### **4.1.3 Méthodologie d'évaluation simplifiée du risc chimique (Francia).**

Esta metodología ha sido desarrollada por INRS (Institute Nationale por la Recherche et Sécurité) en colaboración con CNPP (Centre National de Protection et de Prévention). Se ha publicado como Note Documentaire (ND 2233-200-05) en el año 2005.

El modelo tiene en cuenta que los peligros se extienden mas allá de la fábrica, como incendio, explosión, contaminación del aire y de las capas freáticas, entre otros, por lo que genera la posibilidad de identificar y sustituir los productos peligrosos para reducir el riesgo de los trabajadores sin generar, por ello, impactos medioambientales, y viceversa. Se debe tener presente que con el modelo para el presente estudio, solo se exponen los criterios para la evaluación del campo "salud".

#### **4.1.3.1 Información Requerida**

1. Inventario de productos y sustancias utilizados en la empresa.

Se considera que este ítem, representa una mejora respecto al modelo Coshh Essentials, por establecer que se recolecten los siguientes datos y especificaciones para cada agente químico utilizado en la empresa:

- Referencia o nombre del producto.
- Cantidad utilizada.
- Frecuencia de utilización.
- Zona de trabajo donde se utiliza.
- Información de los peligros indicados en las etiquetas: pictogramas, frases de riesgo...
- Información contenida en la ficha de datos de seguridad (FDS).

2. Jerarquización de los riesgos potenciales.

El modelo, considera necesario jerarquizar los riesgos con el fin de establecer prioridades, interesándose en primer lugar en los

productos más peligrosos. El método de jerarquización tiene en cuenta las diferentes clases de peligros:

- a) de exposición potencial (salud),
- b) de incendio y explosión,
- c) de impacto medioambiental.

La combinación de los valores de cada clase permite el cálculo del valor del riesgo potencial.

También, se recomienda que la clasificación de las prioridades de evaluación se realice sobre "Grupos Homogéneos de Exposición", considerando que estos están constituidos por un conjunto de personas, puestos o funciones de trabajo, en los cuales se estima que la exposición es de la misma naturaleza y de intensidad similar.

### 3. Evaluación de riesgos.

La evaluación del riesgo se basa en el análisis del trabajo real y de las condiciones de operación. Se trata de estimar el riesgo residual asociado a una tarea, considerando:

- Los peligros de los agentes químicos.
- Las propiedades físico-químicas (estado físico, volatilidad...).
- Las condiciones de operación (tipo de proceso, temperatura...).
- Los medios de prevención (ventilación).

Con estos datos se calcula la puntuación de cada conjunto (agente químico – tarea) y, por adición, se caracteriza el riesgo de un Grupo Homogéneo de Exposición.





Al concluir esta etapa de evaluación, se podrán clasificar las situaciones de riesgo y determinar las prioridades de las acciones correctivas.

#### **4.1.3.2 Determinación de las Categorías de Peligro: Jerarquización de Riesgos Potenciales**

La clase de peligro se determina a partir de la información contenida

en la ficha de datos de seguridad (FDS) o en el etiquetado del producto, basada en las frases "R" contenidas. Si se tienen varias frases "R", se selecciona la que corresponde a un peligro más elevado. Pero, si no hay de frases de riesgo se puede recurrir a los valores límite de exposición.

En la figura 24, se resumen los diferentes aspectos para definir la clase de peligro en el modelo francés y en la figura 25, se encuentra la puntuación atribuible a las clases de peligro:

CLASE DE PELIGRO	FRASES DE RIESGO	PICTOGRAMA	VLEP	NATURALEZA DEL AGENTE QUÍMICO
1	NINGUNA	NINGUNO	> 100 mg/m <sup>3</sup>	
2	R36, R37, R38, R36/R37, R36/R38, R36/37/38, R37/38, R66	X <sub>i</sub> Irritante 	> 10-100 < mg/m <sup>3</sup>	Hierro /Cereales y derivados / Grafito /Materiales de construcción /Talco /Cemento /Materiales compuestos (Composites) / Combustión de maderas tratadas / Soldadura metales-plásticos / Vulcanización / Materias vegetales-animales/...
3	R20, R21, R22, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R33, R34, R40, R42, R43, R42/43, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R62, R63, R64, R65, R67, R68	X <sub>n</sub> Nocivo 	> 1-10 < mg/m <sup>3</sup>	Soldadura Inox /Fibras cerámicas-vegetales / Pinturas con plomo / Muelas / Arena / Aceites de mecanizado-de corte /...
4	R15/29, R23, R24, R25, R29, R31, R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25, R35, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R41, R45, R46, R48, R49, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25, R60, R61	T Tóxico 	> 0,1-1 < mg/m <sup>3</sup>	Madera y derivados / Plomo metálico / Amianto y materiales que lo contengan / Fundición y refinado de plomo /Alquitranes y brea / Mercurio / Carburantes /...
5	R26, R27, R28, R32, R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28, R39, R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28	T+ Tóxico 	< 0,1 mg/m <sup>3</sup>	

**Figura 24. Clases de peligro en función de las frases de riesgo, del etiquetado, los valores límite de exposición profesional (VLEP) y de la naturaleza de los agentes químicos emitidos en diferentes actividades (4).**

El modelo francés también tiene en cuenta, la exposición potencial, que se determina combinando la cantidad de producto utilizada y la frecuencia de utilización, pero no se incluirá en el presente estudio.

CLASES DE PELIGRO	PUNTUACIÓN
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

**Figura 25. Puntuación atribuible a las clases de peligro (4).**

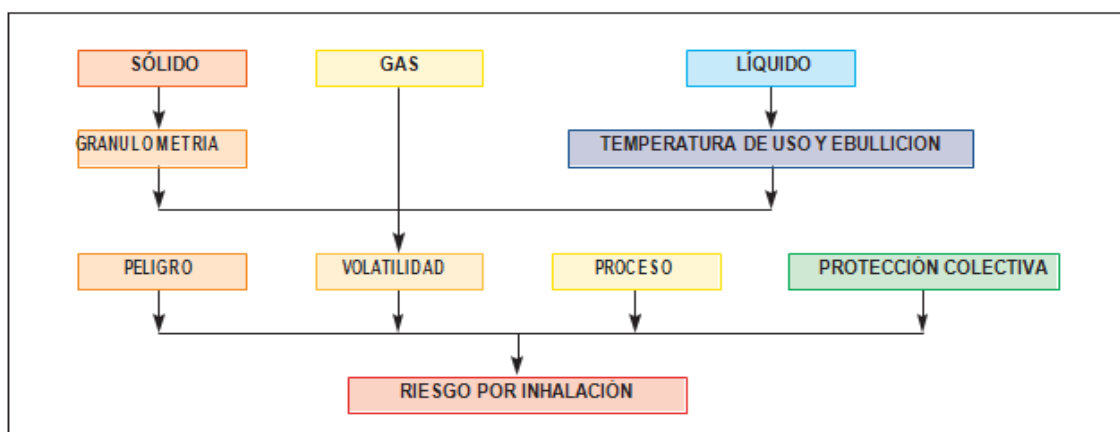
### **4.1.3.3 Determinación de Otros Factores que Decidirán las Medidas del Control**

#### **Evaluación del Riesgo por Inhalación**

Para la evaluación del riesgo por inhalación se tienen en cuenta los peligros de las sustancias químicas utilizadas y las condiciones de exposición, ver figura 26. Donde la exposición, se estima a partir de:

- Las propiedades físico-químicas (volatilidad,...).
- Las condiciones de operación (proceso, temperatura,...).
- Los medios de protección colectiva (ventilación,...).

En esta evaluación no se tienen en cuenta el uso de protecciones individuales.



**Figura 26. Modelo de Riesgo por inhalación del modelo francés (4).**

### Clases de volatilidad

Los agentes químicos pueden presentarse como sólidos, líquidos o gases. La clase de volatilidad se determina según los siguientes criterios:

- Sólidos pulverulentos: La volatilidad de los agentes químicos sólidos pulverulentos se determina a partir de los criterios descritos en la figura 27.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL SÓLIDO	CLASE DE VOLATILIDAD
El material se presenta en forma de polvo fino, formándose polvaredas que permanecen en suspensión en el aire cuando se manipula (Ej. azúcar en polvo, harina, cemento, yeso, ...)	1
El material está constituido por granos (1-2 mm). Se forman polvaredas que se depositan rápidamente después de la manipulación (Ej. azúcar cristalizado, ...)	2
El material se presenta en forma de pastillas, gránulos, escamas (de varios mm. a 1 ó 2 cm.). Poco friable. No se emiten polvaredas cuando se manipula (Ej. azúcar en trozos, gránulos de materias plásticas, ...)	3

**Figura 27. Determinación de la clase de volatilidad para sólidos pulverulentos (4).**

- Líquidos: Para la determinación de la clase de volatilidad de una sustancia líquida se necesita conocer la temperatura aproximada de utilización y su punto de ebullición, y se determina con la ayuda del diagrama mostrado en la Figura 10. Los productos pastosos, para los cuales no hay asignado un valor del punto de ebullición, se les asigna por defecto una clase de volatilidad 3.
- Gases: A las sustancias químicas gaseosas se les asigna una clase de volatilidad 1, sea cual sea su temperatura de utilización.

En la figura 28, se obtiene la puntuación correspondiente a la clase de volatilidad de la sustancia.

CLASE DE VOLATILIDAD	PUNTUACIÓN DE VOLATILIDAD
1	100
2	10
3	1

**Figura 28. Puntuación atribuida a una Clase de Volatilidad (4).**

### *Condiciones de operación*

El tipo de proceso en el que se utiliza el producto químico determina la probabilidad de que pueda pasar al ambiente, ver figura 29.

PROCESOS DISPERSIVOS	PROCESOS ABIERTOS	PROCESOS CERRADOS, PERO CON APERTURAS REGULARES	PROCESOS PERMANENTEMENTE CERRADOS
EJEMPLOS: Pintado a pistola, amolado, vaciado manual de sacos, soldadura al arco, limpieza manual con paños impregnados, utilización de máquinas de mecanizado portátiles	EJEMPLOS: Reactores mezcladores abiertos, pintado a brocha, llenado de recipientes, bidones, máquinas de impresión	EJEMPLOS: Reactores cerrados con cambios regulares de los productos químicos (reacciones por lotes), toma de muestras en reactores o depósitos, máquinas de desengrase en fase líquida o vapor	EJEMPLO: Reactor químico de proceso continuo
Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase 1
PUNTUACIÓN DEL PROCESO			
1	0,5	0,05	0,001

**Figura 29. Determinación de la Clase del Proceso en el que se utiliza la sustancia química y la Puntuación asociada (4).**

### *Protección colectiva (Ventilación)*

A partir de la figura 30, se determina la clasificación para la protección colectiva en el lugar de trabajo, donde también se asigna una puntuación para cada clase.



CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN	CLASE	PUNTUACIÓN
Ausencia de ventilación mecánica	4	1
Alejamiento del trabajador respecto al foco emisor Presencia de ventilación general mecánica	3	0,7
Campana tipo capota, situada sobre el foco emisor Cuba abierta con aspiración en un borde lateral Mesa de trabajo con aspiración descendente Aspiración integrada a la herramienta portátil Cabina de aspiración de pequeñas dimensiones, con el puesto de operación exterior Cabina de aspiración de flujo horizontal, con el puesto de operación en el interior Cabina de flujo vertical descendente, con el puesto de operación en el interior	2	0,1
Cerramientos envolventes, tipo vitrinas de laboratorio	1	0,001

**Figura 30. Determinación de la clase de protección colectiva y su puntuación asociada (4).**

### *Cálculo de la puntuación del riesgo por inhalación*

Para un agente químico determinado y una tarea determinada, la puntuación del riesgo por inhalación (Sinh), se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Sinh} = \boxed{\text{Puntuación de Peligro}} \times \boxed{\text{Puntuación de Volatilidad}} \times \boxed{\text{Puntuación de Proceso}} \times \boxed{\text{Puntuación de Protección Colectiva}}$$

Las puntuaciones de los riesgos relativos a una o varias operaciones pueden ser adicionadas para calcular el índice de riesgo de un grupo homogéneo de exposición, y además se pueden promediar en función de la duración de cada tarea.

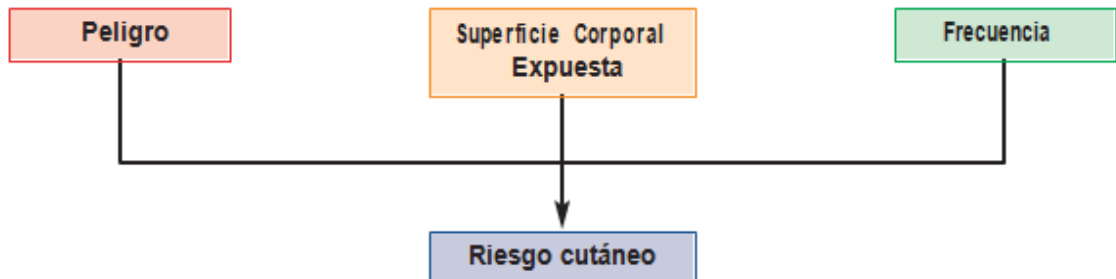
### **Evaluación del riesgo por contacto cutáneo**

La evaluación del riesgo debido a la manipulación directa de un producto en estado líquido o sólido pulverulento, solo se considera en el caso de procesos dispersivos, abiertos o semi-abiertos. Los parámetros necesarios para esta evaluación son los siguientes (ver figura 31):

- La clase del peligro del producto.
- La superficie del cuerpo expuesta.

- La frecuencia de la exposición.

Esta evaluación no tiene en cuenta la utilización de Equipos de Protección Individual.



**Figura 31. Riesgo cutáneo con el modelo francés (4).**

En la figura 32, se muestra la asignación de la puntuación según la superficie expuesta de la persona, y en la figura 33, se muestra la asignación de la puntuación según la frecuencia de exposición del trabajador.

SUPERFICIE EXPUESTA	PUNTUACIÓN DE SUPERFICIE
Una mano	1
Dos manos o una mano y antebrazo	2
Dos manos y antebrazo o un brazo completo	3
La superficie en contacto comprende los miembros superiores y el torso, y/o el abdomen y/o las piernas	10

**Figura 32. Determinación de la puntuación por superficie corporal expuesta (4).**

FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN	PUNTUACIÓN DE FRECUENCIA
Ocasional: < 30 min/día	1
Intermitente: 30 min – 2h/día	2
Frecuente: 2h – 6h/día	5
Permanente: > 6h/día	10

**Figura 33. Determinación de la exposición de frecuencia de exposición (4).**

La puntuación del riesgo cutáneo (Scut) se calcula según la siguiente fórmula:

$$Scut = \boxed{\text{Puntuación Daño}} \times \boxed{\text{Puntuación Superficie Corporal}} \times \boxed{\text{Puntuación Frecuencia}}$$

Las clases de daño se determinan a partir de las frases de riesgo, de la misma forma como se realiza para evaluar el riesgo por inhalación.

### Caracterización del Riesgo y Determinación de las Prioridades de Acción

Las características del riesgo, las prioridades de acción para la intervención y la puntuación asignada, se indica en la figura 34.

PUNTUACIÓN DEL RIESGO	PRIORIDAD DE ACCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL RIESGO
> 1000	1	Riesgo probablemente muy elevado que exige la adopción inmediata de medidas correctoras
100 – 1000	2	Riesgo moderado que probablemente exige la adopción de medidas correctoras y una evaluación más profunda
<100	3	Riesgo que "a priori" se estima bajo y que no necesita modificaciones

Figura 34. Caracterización del riesgo por inhalación y cutáneo (4).

## 4.2 Marco institucional

En el presente estudio se aplicaron los diferentes modelos cualitativos para la evaluación del riesgo químico mencionados anteriormente, en varios y diferentes laboratorios del sector químico colombiano, ubicados en Medellín-Antioquia, **no se publican los nombres de los laboratorios, ya que se acordó el carácter confidencial.**

## 4.3 Marco normativo

A continuación se menciona la normatividad alusiva a Sustancias químicas en Colombia, ver cuadro 1.

**Cuadro 1. Normatividad alusiva a Sustancias químicas en Colombia.**

<b>Normatividad</b>	<b>Asunto</b>
Resolución 02400 de 1979 (12).	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.
Decreto 919 de 1989 (13).	Por el cual se organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres.
Ley 55 de 1993 (14).	Aprobó el convenio número 170 y la recomendación número 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo; adoptados por la 77 Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra, 1990.
Decreto 1973 de 1995, por el cual se promulga el Convenio 170 (15).	Manifiesta que la protección de los trabajadores contra los efectos nocivos de los productos químicos, contribuye también a la protección del público en general y el medio ambiente.
Decreto 1609 de 2002 (16).	Transporte de mercancías peligrosas, clasificación, marcado y rotulado.
Resolución 181304 de 2004 (17).	Por la cual se reglamenta la expedición de la Licencia de Manejo de Materiales Radiactivos.
Resolución 789 de 2007 (18).	Por la cual se establecen obligaciones y responsabilidades en el manejo de insumos, sustancias químicas y biológicas de uso pecuario y sus residuos o desechos con propiedades o características peligrosas, y se dictan otras disposiciones.
Resolución 228 de 2007 (19).	Por la cual se establecen obligaciones y responsabilidades sobre la desnaturalización, almacenamiento, reformulación y disposición final de desechos peligrosos e insumos agrícolas y se dictan otras determinaciones.

Resolución 180052 de 2008 (20).	Por el cual se adopta el sistema de categorización de las fuentes radioactivas.
Resolución 0301 de 2008 (21).	Por la cual se adoptan medidas tendientes a prohibir el uso de clorofluorocarbonos.
Resolución 427 de 2009 (22).	Por la cual se prohíbe la fabricación, importación, distribución y comercialización de detergentes que contengan fósforo por encima de los límites máximos establecidos.
Decreto 1072 de 2015 (23).	Sistema de gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo en las empresas.
Resolución 1111 de 2017 (24).	Estándares mínimos del Sistema de gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo en las empresas.
Decreto 1496 de 2018 (25).	Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química.

## 5. Metodología

Se realizó un estudio de tipo descriptivo de corte de trasversal, mediante la aplicación de varios modelos internacionales de la Higiene Industrial Inversa para la valoración del riesgo químico, como lo son "Coshh Essentials (Control of Substances Hazardous to Health)" de Inglaterra, "CCTK (Caja de Herramientas de Control Químico)" de la OIT, y "Potencial Risk- INRS" de Francia, en varios laboratorios universitarios donde se manipulan sustancias químicas para la realización de las actividades de docencia, investigación y extensión en Medellín-Antioquia-Colombia, evaluando en cada laboratorio las sustancias químicas que más se utilizan y de forma frecuente (diariamente o semanalmente) por los laboratoristas, monitores y/o investigadores.

Para la elección de los laboratorios, se solicitó a encargados de varias facultades universitarias en Medellín, la autorización para la realización de un cuestionario a personas que en sus actividades laborales manipulan sustancias químicas (ver Anexo 1) y para la inspección de los laboratorios en donde ejecutan las actividades, con una duración aproximada de una hora; entonces, en los laboratorios en donde se realizaron las evaluaciones cualitativas del riesgo químico, fueron en donde se tenía la disponibilidad de tiempo para la atención por parte de las personas que trabajan en los laboratorios.

Se evaluaron las siguientes variables en los diferentes laboratorios con la presente investigación: cantidad de sustancias, tipo de sustancia, tipo de proceso, condición de operación de la sustancia, temperatura de operación o uso de la sustancia, facilidad de la sustancia de pasar al ambiente (volatilidad o pulvurencia), características del sistema de ventilación, superficie expuesta en la manipulación de la sustancia, frecuencia de exposición y tiempos de exposición.

Con la información recolectada, en cada laboratorio se realizó la evaluación cualitativa del nivel de riesgo químico con cada uno de los modelos de la higiene industrial inversa elegidos para la presente

investigación. Luego, se analizaron los resultados obtenidos con los diferentes modelos, para comparar sus características favorables o desfavorables, y generar unas recomendaciones generales con miras de promover la aplicación de los modelos, en en laboratorios químicos universitarios asociados a diferentes sectores económicos.

Como consideraciones éticas dada la importancia y la pertinencia de la búsqueda del conocimiento que se espera generar desde la academia, se buscó que el material o la información obtenida sea específicamente para fines de investigación y académicos y la disposición final de los mismos serán expuestos a la comunidad académica y a las empresas participantes, además salvaguardando la confidencialidad de los trabajadores. Todo esto bajo la resolución 08430 del Ministerio de Salud (26), además se garantiza lo siguiente:

- artículo 8: protección a la privacidad, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.
- artículo 11 (b) se clasifica como una investigación con riesgo mayor al mínimo.
- artículo 12; si la persona no desea continuar con la investigación se suspenderá de inmediato.

## 6. Resultados

### 6.1 Evaluación del riesgo

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de tres de los modelos cualitativos de la Higiene Industrial inversa en cada uno de los laboratorios de estudio, teniendo en cuenta la cantidad de sustancias evaluadas, mediante los porcentajes en los que las sustancias químicas se encuentran en cada uno de los niveles de riesgo de los modelos:

**Tabla 1. Distribución porcentual de sustancias por laboratorio en niveles de riesgo mediante el modelo Coshh Essentials.**

Modelo Coshh Essentials- Inglaterra						
Laboratorio	Cantidad de sustancias químicas	Nivel de riesgo				
		1	2	3	4	
1	8	75,00%	0,00%	0,00%	25,00%	
2	6	33,33%	16,67%	16,67%	33,33%	
3	6	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	
4	9	88,89%	0,00%	11,11%	0,00%	
5	9	33,33%	11,11%	33,33%	22,22%	
6	4	75,00%	0,00%	25,00%	0,00%	
7	5	80,00%	20,00%	0,00%	0,00%	
8	9	55,56%	11,11%	22,22%	11,11%	
9	5	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
10	9	88,89%	11,11%	0,00%	0,00%	
11	9	66,67%	0,00%	33,33%	0,00%	
12	9	77,78%	11,11%	11,11%	0,00%	
13	5	40,00%	0,00%	0,00%	60,00%	

La aplicación del modelo Coshh Essentials, arrojó que la mayoría de los niveles de riesgo de las sustancias en los laboratorios evaluados, se encuentran en un nivel de riesgo bajo (ver tabla 1), es decir, donde se deben tener controles básicos como ventilación general y buenas prácticas de trabajo, exceptuando los laboratorios 2, 5 y 13, ya que en el caso del laboratorio 2, los niveles de riesgo de las sustancias están un 50% en nivel de riesgo bajo (1 y 2) y el otro



50% en nivel de riesgo alto (3 y 4), este último debido al riesgo inherente de las sustancias cloruro de mercurio, fenolftaleína y borohidruro de sodio; por otro lado en el laboratorio 5, más del 50% de las sustancias se encuentran en nivel de riesgo alto, debido a la presencia de las sustancias metanol, diclorometano, cloroformo, ácido clorhídrico y tolueno; y finalmente en el laboratorio 13, los niveles de riesgo de las sustancias están en un 60% con nivel de riesgo alto, por la presencia de sustancias como hexano, diclorometano y metanol, entonces dichas sustancias en nivel de riesgo alto, con base a las recomendaciones del modelo, requieren controles como confinamiento, sistemas cerrados o que demandan una situación especial, por lo que se debe acudir a un experto.

**Tabla 2. Distribución porcentual de sustancias por laboratorio en niveles de riesgo mediante el modelo CCTK.**

<b>Modelo CCTK – OIT</b>					
<b>Laboratorio</b>	<b>Cantidad de sustancias químicas</b>	<b>Nivel de riesgo</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	8	37,50%	37,50%	0,00%	25,00%
2	6	33,33%	16,67%	16,67%	33,33%
3	6	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%
4	9	66,67%	22,22%	11,11%	0,00%
5	9	33,33%	11,11%	33,33%	22,22%
6	4	75,00%	0,00%	25,00%	0,00%
7	5	60,00%	40,00%	0,00%	0,00%
8	9	44,44%	11,11%	33,33%	11,11%
9	5	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10	9	77,78%	22,22%	0,00%	0,00%
11	9	66,67%	0,00%	33,33%	0,00%
12	9	66,67%	22,22%	11,11%	0,00%
13	5	20,00%	20,00%	0,00%	60,00%

Con la aplicación del modelo CCTK de la OIT, se obtienen casi los mismos resultados de la clasificación de los niveles de riesgo de las sustancias en los laboratorios evaluados en comparación con la aplicación del modelo Coshh Essentials (ver tabla 2), ya que el modelo CCTK es basado en el modelo Coshh Essentials, y lo que incluye adicional es que tiene en cuenta si las sustancias son pesticidas y da controles específicos para ellas, pero debido a que

ninguna de las sustancias evaluadas son pesticidas, no hay diferencia en este aspecto con los resultados obtenidos, pero también este modelo permite realizar la reducción de los grupos de peligro de la sustancia según la duración de la actividad en la que se está expuesta la persona a la sustancia, y como en los laboratorios universitarios se utilizan las sustancias para fines académicos o enseñanza, la duración de las actividades realizadas es poca y por esto tampoco se nota mucho la diferencia en los resultados obtenidos con ambos modelos, solo en los laboratorios 1, 4, 7, 10, 12 y 13, se evidencia la redistribución de los porcentajes en los niveles de riesgo con las clasificaciones 1 y 2 principalmente, generando un resultado un poco más realista que con el modelo Coshh Essentials.

El modelo Potencial Risk-INRS de Francia evalúa dos tipos de riesgo, el inhalatorio y el dérmico.

**Tabla 3. Distribución porcentual de sustancias por laboratorio en niveles de riesgo mediante el modelo Potencial Risk- riesgo Inhalatorio/ INRS.**

<b>Modelo potencial risk/ INRS – Francia</b>					
<b>Laboratorio</b>	<b>Cantidad de sustancias químicas</b>	<b>Nivel de riesgo Inhalatorio</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
1	8	25,00%	25,00%	50,00%	
2	6	66,67%	16,67%	16,67%	
3	6	33,33%	33,33%	33,33%	
4	9	33,33%	11,11%	55,56%	
5	9	44,44%	11,11%	44,44%	
6	4	25,00%	0,00%	75,00%	
7	5	20,00%	60,00%	20,00%	
8	9	33,33%	22,22%	44,44%	
9	5	0,00%	20,00%	80,00%	
10	9	0,00%	22,22%	77,78%	
11	9	0,00%	22,22%	77,78%	
12	9	22,22%	22,22%	55,56%	
13	5	40,00%	20,00%	40,00%	

Entonces, aplicando el modelo Potencial Risk respecto al riesgo inhalatorio, se obtuvo que la mayoría de las sustancias químicas se

encuentran también en un nivel de riesgo bajo (ver tabla 3), y con la excepción como en los otros dos modelos, de los laboratorios 2, 5 y 13, e incluye también como excepción al laboratorio 7. Así podemos notar entonces que en el laboratorio 2 las sustancias se encuentran en un nivel de riesgo alto, con un porcentaje mayor al 50% y esto es debido a que el modelo francés, reclasifica los grupos de peligro de algunas de las sustancias dándoles mayor grado de peligrosidad, y solo considera tres niveles de riesgo, mientras que el Coshh Essentials y el CCTK consideran cuatro niveles de riesgo para clasificar a las sustancias. Luego, analizando el laboratorio 5 con el modelo francés y teniendo en cuenta los niveles de riesgo 1 y 2, arroja que más del 50% de las sustancias de ese laboratorio están entre el nivel de riesgo alto y moderado, que exigen la adopción de medidas correctoras y una evaluación más profunda, notándose que los resultados son similares a los otros dos modelos. Por otro lado en el laboratorio 13, el 60% de las sustancias se encuentran en los niveles de riesgo alto y moderado (1 y 2 respectivamente), ya que en el modelo francés se tienen en cuenta los controles existentes en las instalaciones, como características del sistema de ventilación y condiciones de operación de las sustancias, pero como dichos aspectos no son considerados en los otros dos modelos, por eso se encuentran clasificadas las sustancias únicamente en el nivel de riesgo muy alto (4). Continuando, en el laboratorio 7 se obtiene que el 60 % de las sustancias están en el nivel de riesgo medio (2), mientras que en los otros modelos, las sustancias están clasificadas con porcentajes entre 60-80% en el nivel de riesgo bajo (1). Por todo lo anterior, se interpreta que el modelo francés es un modelo más riguroso y completo, por lo que arroja resultados más coherentes con la realidad en comparación con los otros dos modelos aplicados en la investigación.

**Tabla 4. Distribución porcentual de sustancias por laboratorio en niveles de riesgo mediante el modelo Potencial Risk- riesgo dérmico/INRS.**

<b>Modelo potencial risk/ INRS – Francia</b>				
<b>Laboratorio</b>	<b>Cantidad de sustancias químicas</b>	<b>Nivel de riesgo Dérmico</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	8	62,50%	25,00%	12,50%
2	6	100,00%	0,00%	0,00%
3	6	66,67%	16,67%	16,67%
4	9	66,67%	11,11%	22,22%
5	9	55,56%	33,33%	11,11%
6	4	25,00%	75,00%	0,00%
7	5	60,00%	20,00%	20,00%
8	9	66,67%	11,11%	22,22%
9	5	20,00%	40,00%	40,00%
10	9	22,22%	11,11%	66,67%
11	9	44,44%	44,44%	11,11%
12	9	44,44%	11,11%	44,44%
13	5	40,00%	40,00%	20,00%

En la evaluación del riesgo dérmico con modelo Potencial Risk-INRS de Francia, se consideran los grupos de peligro de la sustancia, la superficie expuesta de la persona al manipular dicha sustancia sin la utilización de los elementos de protección personal y la frecuencia de exposición, por lo que al analizar los resultados obtenidos (ver tabla 4), se nota lo esperado, que la mayor cantidad de sustancias se encuentran en nivel de riesgo alto y moderado (1 y 2 respectivamente), que exigen la adopción de medidas correctoras y una evaluación más profunda, por lo que se deben establecer o mejorar las medidas preventivas, después de lo cual habría que volver a evaluar. Hay que resaltar que en el Laboratorio 9, el 80% de las sustancias se encuentran con un nivel de riesgo moderado y bajo (2 y 3 respectivamente), y en el Laboratorio 10, el 66,67% de las sustancias están clasificadas en el nivel de riesgo bajo, es decir, que en ambos laboratorios se debe continuar con las buenas prácticas al manipular las sustancias.

## **6.2 Características de aplicación de los diferentes modelos del estudio en laboratorios químicos universitarios**

A continuación se describen las características de aplicación de los diferentes modelos del estudio en laboratorios universitarios asociados a diferentes sectores económicos, en donde utilicen sustancias químicas para la ejecución de actividades de docencia, investigación y extensión, sus ventajas y limitaciones:

Como semejanza, los resultados de valoración del riesgo químico por vía inhalatoria mediante los tres diferentes modelos aplicados, arrojaron que la mayoría de las sustancias químicas en los laboratorios evaluados, se encontraron en nivel de riesgo bajo, por ejemplo, el 77% de las sustancias con los modelos Coshh Essentials y CCTK, y el 62% de las sustancias con el modelo INRS. Para estos niveles de riesgo bajos (1 y 2), los controles sugeridos por los modelos Coshh Essentials y CCTK, se evidencia que son coherentes respecto a las medidas recomendadas para mitigar el riesgo, debido a que en los laboratorios se deben de tener controles básicos como ventilación general, buenas prácticas de trabajo, y también el uso de la extracción localizada mediante campanas de extracción para algunos tipos de sustancias, como ácidos y bases fuertes, lo cual se confirmó mediante las inspecciones a los lugares de trabajo, con la aplicación de estos controles como medidas preventivas para evitar accidentes de trabajo y enfermedades laborales. También, respecto al control propuesto por el modelo INRS cuando el nivel de riesgo es bajo: "no se necesitan modificaciones", se concuerda con dicha recomendación, debido a que el modelo arroja resultados confiables y que se acercan a la realidad, al considerar en sus parámetros de evaluación algunas medidas preventivas ya implementadas en los laboratorios, como lo son la protección colectiva mediante el uso de las campanas de extracción para la manipulación de algunas sustancias y las condiciones de operación de los agentes químicos.

**Cuadro 2. Sustancias con nivel de riesgo químico alto y moderado por vía inhalatoria en los diferentes modelos aplicados.**

Sustancias con nivel de riesgo químico alto y moderado por vía inhalatoria en los diferentes modelos aplicados				
Laboratorio	Cantidad total de sustancias en laboratorio	Sustancia química	Frases de riesgo R o H asociadas a la sustancia y que representan mayor grado de peligrosidad	Definición de frases R o H
2	6	Cloruro de mercurio	R68-H341	Se sospecha que provoca defectos genéticos.
		Fenoltaleína	R46-H341, R45-H350	Se sospecha que provoca defectos genéticos y puede provocar cáncer respectivamente.
		Borohidruro de sodio	R27-H311	Tóxico en contacto con la piel.
5	9	Metanol	R27-H311, H370	Tóxico en contacto con la piel y provoca daños en los órganos respectivamente.
		Diclorometano	R40-H351	Se sospecha que provoca cáncer.
		Cloroformo	R40-H351, H361-H372	Se sospecha que provoca cáncer y se sospecha que perjudica la fertilidad o daña al feto respectivamente.
		Ácido clorhídrico	R35-H314, R37-H335	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves, y puede irritar las vías respiratorias respectivamente.
7	5	Tolueno	R68-H373	Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas concluyentemente que el peligro no se produce por ninguna otra vía.
		Ácido clorhídrico	R35-H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
		Hidróxido de sodio	R35-H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
		Dióxido de manganeso	R22-H302, R20-H332, R48/20-H373	Nocivo por ingestión, nocivo en caso de inhalación. Y nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, respectivamente.
13	5	Butanol	R41-H318	Riesgo de lesiones oculares graves.
		Hexano	R60-H361, R26/28-H304	Se sospecha que perjudica la fertilidad o daña al feto y puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias, respectivamente.
		Diclorometano	R40-H351	Se sospecha que provoca cáncer.
		Metanol	R27-H311, H370	Tóxico en contacto con la piel y provoca daños en los órganos respectivamente.

A partir del cuadro 2, se puede analizar una de las características de aplicación de los diferentes modelos para evaluar el riesgo químico por vía inhalatoria. En los modelos Cossh Essentials y CCTK, los laboratorios 2,5 y 13, arrojaron que los niveles de riesgo del 50% de las sustancias evaluadas en los laboratorios fueron alto (3 y 4). Y con el modelo INRS, además de los laboratorios 2,5 y 13, se adiciona el laboratorio 7, mediante el cual también se obtuvo, que las sustancias se encontraron clasificadas en un nivel de riesgo alto y/o moderado

con un porcentaje mayor al 50%. Entonces como característica de los tres modelos, dan mucha importancia a el riesgo inherente de las sustancias, representadas en las frases de riesgo R o H que se encuentran en la ficha de seguridad de cada producto químico, y también al definir los controles respectivos están sobreestimando el riesgo, por ejemplo en el caso de la fenolftaleína, que es una sustancia que puede provocar cáncer, es muy utilizada pero en pequeñas cantidades mediante gotas y probablemente con emisiones al ambiente con concentraciones por debajo de los límites permisibles, pero los modelos recomiendan adopción inmediata de medidas correctoras, que se utilice en confinamiento, sistemas cerrados y acudir a un experto, deduciendo así que los modelos pueden alejarse de la realidad o no ser aplicables para este tipo de sustancias que están clasificadas con riesgo alto por las características de la sustancia.

Una característica muy importante y diferenciadora de los modelos Coshh Essentials y CCTK, es que el modelo INRS, si considera la evaluación del riesgo químico por vía dérmica, aunque sobreestima el riesgo al no considerar controles ya implementados, por lo que con el modelo se obtuvieron niveles de riesgo alto y moderado para el 92% de las sustancias evaluadas en los laboratorios. Adicionalmente, el nivel de riesgo alto obtenido y su recomendación de adopción de medidas correctoras inmediatas es aceptable y coherente, pero el modelo no especifica cuales podrían ser las medidas de control a implementar, por ejemplo, recomendar el uso de los EPI como guantes para la manipulación de las sustancias químicas en los laboratorios. Y otra limitante, si se evalúa de nuevo con el modelo para verificar la reducción del riesgo, sería que el resultado del nivel de riesgo va a continuar siendo el mismo, por lo que se recomendaría aplicar otros modelos cualitativos para evaluar el riesgo dérmico que consideren más criterios, como controles ya implementados para que sus resultados se acerquen más a la realidad.

Un aspecto que los tres modelos aplicados tienen en común, es que no tienen en cuenta si la sustancia química al momento de evaluarse y/o utilizarse, se encuentra en dilución, siempre se considera la sustancia en estado puro, lo cual no aplica en los laboratorios, ya que

se utilizan muchas sustancias diluídas, como lo son ácidos y bases en procesos de titulación, neutralización, entre otros. Y no considerar dicho factor, aporta margen de error a los modelos por generar resultados alejados de la realidad.

Otra de las ventajas a resaltar del modelo INRS respecto a los modelos Coshh Essentials y CCTK, está en que considera cuantitativamente la frecuencia de exposición, teniendo en cuenta que el tiempo de exposición es proporcional al riesgo. Y adicionalmente tiene en cuenta las condiciones de operación de la sustancia y medidas de protección colectiva como las características del sistema de ventilación (sin verificar su eficiencia). El modelo INRS, por ser una versión con más criterios a evaluar, puede incluir algunas medidas de control que ya han sido implementadas en la empresa y generar resultados más realistas y confiables.



## 7. Discusión de resultados

De acuerdo a otros estudios encontrados en la literatura, se identificaron aspectos como similitudes y diferencias respecto a los resultados obtenidos mediante la evaluación cualitativa del riesgo químico con los modelos de la higiene industrial inversa, Coshh Essentials y el francés-INRS, mencionados a continuación:

*Se confirma al comparar con la investigación realizada para valorar cualitativamente el riesgo químico en el sector agropecuario, panadero, peluquero, escuela de arte y diseño (27), lo siguiente:*

Una limitante que tienen los modelos Coshh Essentials y el francés-INRS, es que aunque consideran en la información requerida, el parámetro cantidad de la sustancia química, no se tiene en cuenta si el producto al momento de evaluarse y/o utilizarse en los procesos, se encuentra en dilución, por lo tanto, se estará sobreestimando el riesgo y los resultados de la evaluación se alejarán de la realidad.

El modelo francés, además de tener una metodología sencilla de aplicar, sirve como una primera aproximación a la realidad del riesgo que representa la utilización de las sustancias químicas en las empresas, y a partir de los resultados obtenidos de la evaluación, como riesgo moderado o riesgo elevado, sugiere la utilización de otro tipo de metodologías más exhaustivas.

Una de las falencias del modelo francés, es que no tiene en cuenta en la información requerida, las condiciones de herramientas de trabajo y área locativa que son importantes, como lo son el buen o mal estado de máquinas, equipos, limpieza de instalaciones, entre otros.

*Se concuerda también al comparar los resultados del presente estudio, con la investigación realizada para valorar el riesgo químico en un laboratorio químico de una universidad (28), en lo siguiente:*

Respecto a la comparación de los modelos Coshh Essentials y el francés-INRS, las diferencias en los resultados de la aplicación, se

deben principalmente a las variables que cada uno de ellos contempla. El método Coshh Essentials realiza la evaluación valorando la peligrosidad intrínseca a partir de las frases R y H asignadas a cada agente, la tendencia a éste a pasar al ambiente y su cantidad. El método basado en el INRS, además de estas condiciones, valora también la frecuencia y el procedimiento de utilización del agente, la existencia de protección colectiva y un factor de corrección según el VLA. Además, estos métodos para la determinación de la peligrosidad distribuyen en distintas bandas las frases R y S según el nivel de peligrosidad de A a E (método COSHH Essentials) o la clase de peligro de 1 a 5 (método basado en el del INRS); siendo la clasificación en estas bandas distintas. Por ejemplo, la frase R (buscar una diferente a la 20) está en un nivel B según el método COSHH Essentials y en una clase 3 según el método basado en el del INRS.

En cuanto a las ventajas, el método Coshh Essentials se caracteriza por ser un método de sencilla aplicación y comprensión, aplicables a sustancias sin VLA y útil para pequeñas y medianas empresas. En contrapartida, puede subestimar el riesgo cuando el VLA del agente es inferior a  $0,1 \text{ mg/m}^3$ , ya que no considera este indicador; puede subestimar el riesgo cuando el agente se presenta al mismo tiempo en forma de vapor; no considera cuantitativamente los tiempos de exposición; no indica cómo evaluar la exposición por vía dérmica y no considera la existencia de protección individual ni colectiva.

Por su parte, el método del INRS es también de sencilla aplicación y comprensión, aplicable a sustancias sin VLA o con VLA muy pequeños, y también resulta útil para pequeñas y medianas empresas. Y además, no subestima el riesgo cuando el VLA del agente es inferior a  $0,1 \text{ mg/m}^3$  (ya que sí tiene en cuenta este indicador, hasta valores de VLA por debajo de  $0,001 \text{ mg/m}^3$ ); ni tampoco si el agente se presenta al mismo tiempo en forma de vapor y en forma de polvo, ya que también esta particularidad se considera en la aplicación del método. Otras ventajas frente al Coshh Essentials es que sí establece cuantitativamente los tiempos de exposición, considera la evaluación de la exposición por vía dérmica (con un método complementario) y considera también la existencia de

protección colectiva, aunque no la de protección individual y sin tener en cuenta la eficiencia de las protecciones colectivas.

Ambos métodos pueden ser un recurso sencillo para planificar la prevención en entornos laborales con riesgo químico. El método basado en el INRS contempla más determinantes del riesgo que el COSHH Essentials, pero las características dispares de ambos métodos deben determinar la mejor elección para cada situación; o incluso, como utilización complementaria. Se debe añadir que, "es razonable iniciar el proceso de evaluación con un análisis cualitativo, a pesar de que, en muchas ocasiones no es posible alcanzar conclusiones sobre el riesgo y es necesario realizar una evaluación cuantitativa".

*Se encontraron también similitudes y diferencias en los resultados al comparar el presente estudio, con la investigación realizada para valorar cualitativamente el riesgo químico al puesto de trabajo de analista de laboratorio medioambiental (29):*

Se concuerda en que el modelo Coshh Essentials, no tiene en cuenta el tiempo de exposición, lo que se considera una limitante, ya que por ejemplo, cuanto más tiempo está expuesto el analista a la sustancia química, más aumenta el riesgo de sufrir un accidente y/o enfermedad laboral y viceversa.

Por otro lado, como diferencia de resultados, en el modelo INRS, debido a la naturaleza de los reactivos empleados y, sobre todo, a las enormes cantidades manejadas en el estudio al puesto de trabajo de analista de laboratorio medioambiental, se obtuvo que la prioridad de actuación es media/alta en casi la totalidad de ellos, y tan sólo 8 de los 44 reactivos sometidos a la evaluación obtienen una prioridad baja, lo que obliga a los trabajadores a extremar las precauciones a la hora de la realización de sus tareas. En cambio, en esta investigación, al realizarse la evaluación cualitativa del riesgo químico a laboratorios universitarios del sector químico, y que en su mayoría son de enseñanza e investigación, se trabaja con pequeñas cantidades de las sustancias químicas, arrojando como resultado en los tres modelos aplicados, que la mayor cantidad de las sustancias

se encuentran en nivel de riesgo bajo.

Como semejanza, en la evaluación del riesgo por inhalación en el estudio al puesto de trabajo de analista de laboratorio medioambiental, se ha obtenido una prioridad de actuación media/baja en 34 de los 44 reactivos, esto es debido a que la manipulación de gran parte de los reactivos, especialmente los más peligrosos, se realiza siempre en la vitrina o campana de extracción del laboratorio. Por lo que se confirma que mediante el modelo INRS, al tener en cuenta la protección colectiva, también se obtuvieron resultados similares en el presente estudio, con resultados más reales y confiables.

Y en la evaluación del riesgo por contacto con la piel en el estudio al puesto de trabajo de analista de laboratorio medioambiental (29), se obtiene como resultado una prioridad media/alta en prácticamente la totalidad de los reactivos (38 de 44). Ya que, una de las limitaciones del modelo INRS es que no considera el uso de elementos de protección individual, y en el caso de los laboratorios, por ejemplo el uso de los guantes, es por ello que los resultados no reflejan adecuadamente el riesgo real, concordándose con dicha afirmación en el presente estudio, por similitud en los resultados obtenidos.

Por otro lado, en la literatura se encuentra lo siguiente al comparar el modelo CCTK con el modelo Coshh Essentials (4):

- CCTK no permite reducir el grupo de peligro en algunos casos especificados en Coshh Essentials. Tampoco permite reducir el nivel de riesgo (caso de la R43).
- En cuanto a los resultados de la evaluación del grado de peligrosidad, entre los dos métodos, Coshh Essentials y CCTK de la OIT, hay algunas pequeñas diferencias, pero no son significativas. El CCTK se puede aplicar con el nuevo sistema de clasificación de sustancias peligrosas GHS (CLP en la Unión Europea), que sustituye las frases R por las frases H.

Lo anterior, es completamente coherente con la comparación y

diferencia de los resultados de los modelos aplicados en el estudio, comprobándose que el modelo CCTK es una versión mejorada pero con diferencias no muy significativas, con resultados y recomendaciones más direccionadas y aportantes al ambiente laboral de las empresas que el modelo Coshh Essentials.

Entonces, se confirma que concuerdan los resultados de la comparación de los modelos aplicados en el presente estudio con la literatura, pudiéndose afirmar que la Metodología INRS es el modelo más completo en comparación con el modelo Coshh Essentials y el CCTK, por ser una versión con más criterios a evaluar e incluir algunas medidas de control que ya han sido implementadas en la empresa, ya que los otros dos modelos no tienen en cuenta los controles existentes en la valoración del riesgo, obteniéndose así con el modelo francés, resultados más ajustados a las condiciones generales del trabajo y al contexto actual que presentan las empresas.

## 8. Conclusiones y recomendaciones

- Debido a que más del 80% de los laboratorios universitarios evaluados son de docencia e investigación, la exposición de los colaboradores a las diferentes sustancias químicas puede variar de acuerdo a las actividades académicas que se programen, lo que puede alterar y aportar un margen de error considerable en la aplicación de los diferentes modelos y por tanto a los resultados de la valoración cualitativa del riesgo químico, ya que puede variar la información requerida para cada modelo, por ejemplo, en los modelos Coshh Essentials y CCTK pueden variar los parámetros: temperatura de operación y uso (sustancias líquidas) y cantidad utilizada durante la actividad, mientras que en el modelo INRS pueden variar los parámetros: temperatura de operación y uso (sustancias líquidas), condiciones de operación, frecuencia de exposición y cantidad utilizada durante la actividad.
- La metodología del modelo INRS, aunque es más laboriosa en su aplicación y evaluación, es la más recomendable, ya que considera más criterios para abarcar los peligros químicos, mientras que las metodologías del modelo Coshh Essentials y la OIT con el modelo CCTK, aunque son más simples, evalúan menos criterios, como ejemplo, estos modelos no consideran cuantitativamente los tiempos de exposición, la existencia de protección individual ni colectiva y no indican cómo evaluar la exposición por vía dérmica, en cambio el modelo INRS si considera estos parámetros, resaltando como un modelo más completo y con resultados más confiables.
- Los resultados de valoración del riesgo químico por vía inhalatoria mediante los tres diferentes modelos aplicados, arrojaron que la mayoría de las sustancias químicas en los laboratorios evaluados, se encontraron en nivel de riesgo bajo, por ejemplo, el 77% de las sustancias con los modelos Coshh Essentials y CCTK, y el 62% de las sustancias con el modelo INRS, es decir, en los laboratorios se deben tener controles

básicos como ventilación general y continuar con las buenas prácticas de trabajo; mientras que con el modelo INRS en la valoración del riesgo químico por contacto dérmico, se obtuvo que el 92% de las sustancias se encuentran en nivel de riesgo alto y moderado, dado que el modelo no considera algunas medidas correctivas ya implementadas como el uso de los elementos de protección individual.

- Como semejanzas, se confirma que los tres diferentes modelos cualitativos de la higiene industrial inversa del presente estudio, pueden ser aplicados en todos los laboratorios universitarios asociados a diferentes sectores económicos, en donde utilicen sustancias químicas para la ejecución de sus actividades, y como una primera aproximación a la valoración del riesgo químico.
- También, como semejanza, con los tres modelos aplicados, cuando se obtiene una valoración del riesgo alto, sugieren la adopción inmediata de medidas correctoras y acudir a un experto, con la utilización de otro tipo de metodologías más exhaustivas.
- Se encontraron diferencias de los resultados con los modelos aplicados en el estudio, comprobándose que el modelo CCTK es una versión mejorada del modelo Coshh Essentials y a su vez, el modelo INRS es una versión mejorada que el modelo CCTK, con resultados más realistas y aportantes al ambiente laboral de las empresas.
- Como características limitantes de los tres modelos aplicados, no se tiene en cuenta si la sustancia química a la que está expuesto el colaborador se encuentra en dilución, siempre se toma como sustancia pura, sobreestimando el riesgo.
- Desde la normatividad, es más recomendable aplicar una metodología más completa y que da mayor confiabilidad en los resultados obtenidos, como lo es el modelo INRS, ya que implica el no generar reprocesos.

- Se recomienda en las empresas, que realicen la valoración cualitativa del riesgo químico mediante la higiene industrial inversa, y vuelvan a evaluar con los modelos aplicados de seis meses a un año después de la implementación de las mejoras propuestas, ya que en esta reevaluación se verificarán el estado de cumplimiento del plan de mejoras y se trazarán nuevas estrategias que respondan a los resultados de la nueva evaluación, este enfoque posibilita y promueve la mejora continua.



## Bibliografía

1. Asociación de mutuas de accidentes de trabajo- AMAT. El uso de métodos de control banding en la evaluación y control del riesgo químico[Internet]; [consultado 2019 01 08]. Disponible en: [http://www.amat.es/actividades/el\\_uso\\_de\\_metodos\\_de\\_control\\_banding\\_en\\_la\\_evaluacion\\_y\\_control\\_del\\_riesgo\\_quimico.3php](http://www.amat.es/actividades/el_uso_de_metodos_de_control_banding_en_la_evaluacion_y_control_del_riesgo_quimico.3php).
2. ARL SURA. Glosario ARL SURA [Internet]; [consultado 2019, 01, 08]. Disponible en: <https://www.arlsura.com/index.php/glosario-arl>.
3. ARL SURA. La hoja de datos de seguridad [Internet]; [consultado 2019 01 08]. Disponible en: [https://www.arlsura.com/files/hoja\\_seguridad.pdf](https://www.arlsura.com/files/hoja_seguridad.pdf).
4. Oleart Comellas P, Pou Serra R, Rabassó Campi J, Sanz Gallén P. Evaluación cualitativa de riesgos higiénicos-Agentes químicos. Madrid: Foment del Treball Nacional; 2009.
5. Alcaldía de Santiago de Cali. Riesgo químico [Internet]; [consultado 2019 01 08]. Disponible en: [http://www.cali.gov.co/salud/publicaciones/101389/riesgo\\_quimico/](http://www.cali.gov.co/salud/publicaciones/101389/riesgo_quimico/).
6. Ministerio del Trabajo. Sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo [Internet]; [consultado 2019 01 08]. Disponible en: <http://www.mintrabajo.gov.co/relaciones-laborales/riesgos-laborales/sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>.
7. Administradora de riesgos profesionales-SURATEP. Manejo de Sustancias Químicas [Internet]; [consultado 2019, 01, 08]. Disponible en: [http://copaso.upbbga.edu.co/juegos/manejo\\_sust\\_quimicas.pdf](http://copaso.upbbga.edu.co/juegos/manejo_sust_quimicas.pdf)
8. Departamento administrativo nacional de estadística- DANE. Encuesta Anual Manufacturera 2016 [Internet]; [consultado 2018 08 08]. Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/eam/boletin\\_eam\\_2016.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/eam/boletin_eam_2016.pdf)
9. Confecámaras. Informe de Dinámica Empresarial en Colombia- Cierre del año 2017 [Internet]; [consultado 2018 07 18]. Disponible en: [http://www.confecamaras.org.co/phocadownload/2017/Informe\\_din%C3%A1mica\\_empresarial/Informe\\_de\\_Din%C3%A1mica\\_Empresarial\\_2017.pdf](http://www.confecamaras.org.co/phocadownload/2017/Informe_din%C3%A1mica_empresarial/Informe_de_Din%C3%A1mica_Empresarial_2017.pdf)
10. Organización internacional del trabajo-OIT. La Seguridad y la Salud en el Uso de Productos Químicos en el Trabajo Ginebra-Suiza [Internet]; [consultado 2018 07 18]. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms\\_235105.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_235105.pdf)

- 11.** Organización internacional del trabajo-OIT. Seguridad en la utilización de productos químicos en el trabajo Ginebra [Internet]; [consultado 2018 07 18]. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms\\_112638.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_112638.pdf)
- 12.** Benavides FG, Ruiz Frutos C, García García AM. Salud Laboral- Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales. Rev Esp Salud Pública. 1997; (71):1-385.
- 13.** Colombia. Ministro de trabajo y seguridad social. Resolución 2400 de 1979, mayo 22, por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Bogotá: El Ministerio; 1979.
- 14.** Presidencia de la República. Decreto 919 de 1989, mayo 1, por el cual se organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres y se dictan otras disposiciones.. Diario oficial, 38.799, (1 mayo 1989).
- 15.** Colombia. Presidencia de la república. Ley 55 de 1993, julio 2, por medio de la cual se aprueba el "convenio número 170 y la recomendación número 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo" adoptados por la 77A. Reunión de la conferencia general de la OIT. Diario oficial, 40936.6 (Julio 2 1993).
- 16.** Colombia. Ministerio de relaciones exteriores. Decreto 1973 de 1995, por el cual se promulga el Convenio 170 sobre la Seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo, adoptado por la Conferencia General de la OIT en 1990. Diario oficial, 42.080 (8 Noviembre 1995).
- 17.** Colombia. Presidencia de la república. Decreto 1609 de 2002, julio 31, por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. Diario Oficial, 44.892 ( 06 agosto 2002).
- 18.** Colombia. Ministerio de minas y energía. Resolución 181304 de 2004, octubre 8, por la cual se reglamenta la expedición de la licencia de manejo de materiales radiactivos. Diario oficial, 45.700 (13 octubre 2004).
- 19.** Colombia. Instituto colombiano agropecuario. Resolución 789 de 2007, marzo 28, por la cual se establecen obligaciones y responsabilidades en el manejo de insumos, sustancias químicas y biológicas de uso pecuario y sus residuos o desechos con propiedades o características peligrosas. Diario Oficial, 46.586 (30 marzo 2007).
- 20.** Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Resolución 228 de 2007, enero 29, por la cual se establecen obligaciones y

responsabilidades sobre la desnaturalización, almacenamiento, reformulación y disposición final de desechos peligrosos e insumos agrícolas y se dictan otras determinaciones. Diario oficial, 46.528 (29 enero 2007).

- 21.** Colombia. Ministerio de minas y energía. Resolución 180052 de 2008, enero 21, por la cual se adopta el sistema de categorización de las fuentes radiactivas. Bogotá: El ministerio, 2008.
- 22.** Colombia. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Resolución 0301 de 2008, febrero 25, por la cual se modifica la resolución número 1177 de 2007 y se toman otras determinaciones. Bogotá: El ministerio, 2008.
- 23.** Colombia. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Resolución 427 de 2009, marzo 2, por la cual se prohíbe la fabricación, importación, distribución y comercialización de detergentes que contengan fósforo por encima de los límites máximos establecidos. Diario Oficial, 47.285 (8 marzo 2009).
- 24.** Colombia. Presidencia de la república. Decreto 1072 de 2015, mayo 26, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Bogotá: La Presidencia, 2015.
- 25.** Colombia. Ministerio de trabajo. Resolución 1111 de 2017, marzo 27, por la cual se definen los estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para empleadores y contratantes. Bogotá: El ministerio, 2017.
- 26.** Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993, octubre 4, por la cual se establecen las normas académicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá: El Ministerio; 1993.
- 27.** Arenas Muñoz E. Aplicación de métodos simplificados en la sustitución de productos químicos peligrosos y en la jerarquización de peligros [Internet]. Castilla y León: Junta de Castilla y León; 2018 [consultado 2019 01 08]. Disponible en: <http://prevencionar.com/2018/09/25/aplicacion-de-metodos-simplificados-en-la-sustitucion-de-productos-quimicos/>
- 28.** Cava Abellán E, Quintanilla Icardo T. Evaluación del riesgo por exposición a agentes químicos [Internet]. Elche: Universidad Miguel Hernández; 2016 [consultado 2019 01 08]. Disponible en: <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3184/1/Cava%20Abellan%2C%20Estefan%20C3%ADa%20TFM.pdf%20Hecho.pdf>
- 29.** Cuéllar Domenech E, Quintanilla T. Riesgos higiénicos asociados al puesto de analista de laboratorio medioambiental químicos [Internet]. Elche: Universidad Miguel Hernández; 2016 [consultado 2019 01 08]. Disponible en:

<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3202/1/Cu%C3%A9llar%20omenech%2C%20Elena%20TFM.pdf%20Hecho.pdf>

