



**istas**

Instituto Sindical  
de Trabajo  
Ambiente y Salud

[www.istas.ccoo.es](http://www.istas.ccoo.es)

**Elaboración de una lista de sustancias  
prioritarias a sustituir, criterios para la selección  
de alternativas y métodos de comparación de  
alternativas.**

**ISTAS, noviembre 2008**

**Autores:**

Capítulo 1. Dolores Romano, Rafael Gadea y Tatiana Santos.

Capítulo 2. Dolores Romano

Capítulo 3. Javier González Cadalso y Dolores Romano

Capítulo 4. Dolores Romano, Tatiana Santos, Rafael Gadea y Ruth Jiménez.

Capítulo 5. Javier González Cadalso

**Edita:** Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud

Noviembre de 2008

# Índice

Introducción

1. Elaboración de una lista de sustancias prioritarias a sustituir
  - 1.1. Selección de las propiedades más preocupantes de las sustancias
  - 1.2. Identificación de las sustancias preocupantes
  - 1.3. Selección de los criterios de priorización
  - 1.4. Valoración de los criterios
  - 1.5. Elaboración de la lista
  - 1.6. Comentarios adicionales
  
2. Elaboración de criterios para la selección de alternativas
  
3. Métodos de comparación de alternativas
  
4. Propuesta de matriz de valoración simplificada de riesgos.
  
5. Estudio de caso de métodos de evaluación de alternativas

Anexo I. Lista sindical de sustancias prioritarias

Anexo II. Criterios de exclusión de alternativas utilizados por varios métodos y organizaciones.

# INTRODUCCIÓN

La sustitución de sustancias peligrosas es un objetivo prioritario en la gestión del riesgo químico, recogido en la normativa para proteger la salud los trabajadores y del medio ambiente.

El Real Decreto 665/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, establece la obligación de sustituir las sustancias cancerígenas y mutágenas de categoría 1 y 2, siempre que exista una alternativa viable técnicamente más segura.

El Real Decreto 117/2003 sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades, establece la obligación de las empresas afectadas de sustituir las sustancias cancerígenas, mutágenos o tóxicas para la reproducción utilizadas en un listado de 15 actividades.

El Reglamento 1907/2006 REACH incorpora el principio de sustitución a través del procedimiento de autorización, de forma que para poder comercializar sus productos, los fabricantes o importadores de sustancias muy preocupantes deberán demostrar que no existen alternativas en el mercado y presentar un plan de sustitución.

El Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y el Reglamento 450/2004, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes incluye entre sus líneas estratégicas de actuación un programa de sustitución de COP.

La implementación efectiva de las obligaciones de sustitución establecida por la normativa requiere del desarrollo de un marco efectivo de evaluación de las alternativas que garantice que los sustitutos sean más seguros y mejores que las sustancias que deben reemplazar.

La evaluación de alternativas es un proceso complejo en que intervienen criterios científicos, técnicos, económicos y sociales. Intervienen algunos factores fácilmente medibles y comparables y otros factores no cuantificables, que requieren comparaciones cualitativas. La comparación de alternativas es un proceso socio-técnico en el que intervienen criterios de valor propios de cada organización que participa en el proceso.

El Centro Lowell para la Producción Sostenible ha desarrollado un marco para la evaluación de alternativas<sup>1</sup> que incluye los siguientes elementos:

1. Fundamentos de la evaluación de alternativas.
2. Proceso de evaluación de alternativas.
3. Módulos de evaluación de alternativas.

Los fundamentos son la base de la evaluación, se explicitan los valores que guiarán la toma de decisiones durante la evaluación de alternativas a través de la articulación de principios, objetivos y reglas claras.

El proceso de evaluación de alternativas incluye los métodos, herramientas y criterios utilizados para evaluar qué sustancias, materiales o productos son más seguros o preferibles socialmente. Incluye 6 pasos:

- 1) Identificación de los objetivos sobre los que actuar.
- 2) Caracterizar y priorizar usos.
- 3) Identificación de alternativas.
- 4) Evaluación y comparación de alternativas.
- 5) Selección de las alternativas preferidas.
- 6) Revisión de la selección.

Por último, los módulos de evaluación se utilizan para evaluar la viabilidad económica, el funcionamiento técnico, los efectos sobre la salud humana y el medio ambiente y los impactos sociales de las alternativas.

Este estudio pretende contribuir al establecimiento de un marco para la evaluación de alternativas durante el proceso de sustitución del uso de sustancias peligrosas que pueda darse en los lugares de trabajo. Teniendo como perspectiva la utilidad que pueda tener para empresas, organizaciones sindicales, servicios de prevención y administraciones interesadas en promover la sustitución de sustancias peligrosas.

Para ello, el estudio desarrolla tres de los elementos de la evaluación de alternativas:

- Criterios para la selección de las sustancias prioritarias a eliminar o sustituir (Capítulo 1 del estudio);

---

<sup>1</sup> Rossi M, Tickner J, Geiser K. Alternatives Assessment Framework. Lowell Center for Sustainable Production, University of Massachusetts Lowell, 2006.

- Criterios para la selección de alternativas (Capítulo 2 del estudio);  
y
- Métodos de evaluación y comparación de alternativas (Capítulo 3 del estudio).

# 1. Elaboración de una lista de sustancias prioritarias a sustituir

La priorización de las sustancias sujetas a regulación se ha convertido en una necesidad para muchos gobiernos u organizaciones gubernamentales, que buscan aplicar acciones legislativas con el propósito de limitar o prohibir el uso de determinadas sustancias consideradas como especialmente peligrosas para la salud humana y el medio ambiente<sup>2</sup>.

Existen ya varios listados de sustancias químicas especialmente peligrosas, elaborados por agencias gubernamentales con diferentes objetivos, pero el denominador común que agrupa a dichas sustancias es que se consideran especialmente peligrosas por sus efectos negativos para la salud humana o el medio ambiente.

Algunas agencias internacionales han publicado ya varios listados de sustancias peligrosas que se encuentran disponibles en sus respectivos sitios Web:

- **Agencia de Protección Medioambiental de los EE.UU. (US-EPA): Sustancias extremadamente peligrosas<sup>3</sup>**
- **Agencia de Protección Medioambiental de Dinamarca (EPA): Lista de sustancias no deseables<sup>4</sup>**
- **Agencia de Protección Medioambiental Canadiense-EPA: Lista de sustancias prioritarias<sup>5</sup>**
- **Instituto medioambiental de Finlandia: Propuesta para la selección de sustancias prioritarias nacionales<sup>6</sup>**
- **KEMI-PRIO: base de datos PRIO<sup>7</sup>**

Por otra parte, el recientemente aprobado Reglamento REACH (Registro, Evaluación y Autorización de Sustancias Químicas)<sup>8</sup> incorpora un proceso

---

<sup>2</sup> Institute for Environment and Health. A review of prioritisation methodologies for screening chemicals with potential human health effects as result of low level environmental exposure. Leicester 2004.  
<http://www.silsoe.cranfield.ac.uk/ieh/pdf/W13.pdf>

<sup>3</sup> <http://www.epa.gov/EPA-WATER/1994/October/Day-12/pr-14.html>

<sup>4</sup> <http://glwww.mst.dk/homepage/>

<sup>5</sup> [http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/subs\\_list/Priority.cfm](http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/subs_list/Priority.cfm)

<sup>6</sup> <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=15659&lan=en>

<sup>7</sup> [http://www.kemi.se/templates/PRIOEngframes\\_\\_\\_\\_4144.aspx](http://www.kemi.se/templates/PRIOEngframes____4144.aspx)

de autorización para aquellas sustancias que se consideran altamente preocupantes para la salud humana y el medio ambiente. Las sustancias sujetas a autorización se irán incorporando en un listado que aparecerá en el Anexo XIV del Reglamento. De momento, solo se han propuesto 15 sustancias como candidatas a este listado, en base a las propuestas realizadas por los Estados Miembros. El Reglamento REACH no ha establecido una metodología ni para elaborar el listado, ni criterios para priorizar las sustancias a autorizar o restringir.

El objetivo de este estudio es elaborar una lista sindical de sustancias altamente preocupantes, que pueda servir de orientación a la hora de priorizar las sustancias a eliminar o sustituir en las empresas y también sirva de orientación para la elaboración del listado de sustancias sujetas a autorización.

---

<sup>8</sup> CE 1907/2006



**1. Para elaborar una lista de sustancia químicas prioritarias se seguirán los siguientes pasos:**

**1. Selección de las propiedades más preocupantes de las sustancias**



**2. Identificación de las sustancias sujetas a priorización (SVHC)**

**CMR, TPB, DE, Neurotóxicos, Sensibilizantes**



**3. Selección de criterios de priorización**

**HPVC, efectos en la salud y el medio ambiente**



**4. Definición de valores para cada criterio**

**Basado en los criterios de EURAM**



**5. Elaboración de la lista**

**Exclusión de las exenciones**

**Referencia a otras propiedades de las sustancias**



**Lista final**

## 1.1. Selección de las propiedades más preocupantes de las sustancias

Existen alrededor de 104.000 sustancias en el mercado europeo y alrededor de 30.000 se consideran de uso corriente en los lugares de trabajo<sup>9</sup>.

Desde el punto de vista sindical, se deben tener en cuenta varios aspectos al seleccionar las sustancias prioritarias, como el riesgo intrínseco, la relación con las enfermedades profesionales y la exposición humana o medioambiental.

Sin embargo, la información disponible sobre estos factores es escasa o incompleta, por ejemplo las bases de datos CAREX<sup>10</sup> ofrecen una estimación del número de trabajadores expuestos a cancerígenos en algunos países de la UE. El registro de enfermedades profesionales de la UE ofrece datos sobre un número limitado de sustancias relacionadas con las enfermedades profesionales<sup>11</sup>, los datos sobre la exposición laboral solo se basan en estimaciones y no cubren todos los países europeos, etc.

Considerando la falta de datos existente sobre exposición real, parece necesario realizar una estimación sobre los niveles de exposición.

La exposición laboral y medioambiental se puede estimar por la cantidad de sustancia producida, asumiendo que las sustancias con un alto volumen de producción están presentes en mayores cantidades en los lugares de trabajo y terminan acumulándose en mayores cantidades en los diferentes compartimentos medioambientales.

El riesgo intrínseco es la información más fiable que se puede utilizar para elaborar la lista de sustancias prioritarias. Desde el punto de vista sindical, las sustancias más preocupantes a largo plazo son aquellas que provocan

---

<sup>9</sup> REACHing the workplace. How workers stand to benefit from the new European policy on chemical agents. Tony Musu. European Trade Union Technical Bureau for Health and Safety

<sup>10</sup> International Information System on Occupational Exposure to Carcinogens. Europe Against Cancer Program of the European Union.  
<http://www.ttl.fi/Internet/English/Organization/Collaboration/Carex/>

<sup>11</sup> Recomendación 2003/670/CE de la Comisión, de 19 de septiembre de 2003, relativa a la Lista Europea de Enfermedades Profesionales.

un daño irreversible para la salud de los trabajadores y el medioambiente.

El control de los daños sobre la salud laboral y el medioambiental se basan en el precepto de que el daño provocado por una sustancia depende de su toxicidad intrínseca y de la exposición y por lo tanto, la aplicación de medidas de reducción y control puede prevenir o por lo menos reducir las enfermedades laborales y el daño medioambiental. Sin embargo, existen grupos de sustancias especialmente preocupantes para las que este precepto no es válido, debido a sus propiedades intrínsecas. Se pueden bioacumular, pueden ser persistentes o provocar daños a muy bajos niveles de exposición o incluso a cualquier nivel de exposición como pueden ser:

- **Sustancias Tóxicas, Persistentes y Bioacumulativas (TPB)**
- **Cancerígenas, Mutágenas y tóxicas para la Reproducción (CMR)**
- **Disruptores Endocrinos (DE)**
- **Sensibilizantes**

Esto coincide parcialmente con los grupos de sustancias establecidos por el REACH como sujetas a autorización (Artículo 57, sustancias que deben incluirse en el Anexo XIV):

*“Las siguientes sustancias podrán ser incluidas en el anexo XIV con arreglo al procedimiento contemplado en el artículo 58:*

*a) sustancias que reúnan los criterios para ser clasificadas como carcinógenas, categoría 1 o 2, de conformidad con la Directiva 67/548/CEE;*

*b) sustancias que reúnan los criterios para ser clasificadas como mutágenas, categoría 1 o 2, de conformidad con la Directiva 67/548/CEE;*

*c) sustancias que reúnan los criterios para ser clasificadas como tóxicas para la reproducción, categoría 1 o 2, de conformidad con la Directiva 67/548/CEE;*

*d) sustancias que sean persistentes, bioacumulativas y tóxicas con arreglo a los criterios establecidos en el anexo XIII del presente Reglamento;*

*e) sustancias que sean muy persistentes y muy bioacumulativas con arreglo a los criterios establecidos en el anexo XIII del presente Reglamento;*

*f) sustancias [como los alteradores endocrinos o las sustancias con propiedades persistentes, bioacumulativas y tóxicas o con propiedades muy persistentes y muy bioacumulativas, que no reúnan los criterios de*

*las letras d) o e)] respecto de las cuales existan pruebas científicas de que tienen posibles efectos graves para la salud humana o el medio ambiente que suscitan un grado de preocupación equivalente al que suscitan otras sustancias enumeradas en las letras a) a e), y que han sido identificadas en cada caso particular con arreglo al procedimiento contemplado en el artículo 59.”*

El Art. 57 de REACH no incluye las sustancias neurotóxicas o sensibilizantes, pero sí que menciona las sensibilizantes en otros artículos y apartados, como; (115), Artículo 40.1, Artículo 115.1, ANEXO I, ANEXO XV...) como sustancias altamente preocupantes, debido a su profundo impacto en la salud laboral<sup>12</sup> y su frecuente uso en la industria<sup>13</sup>, consideramos que dichas sustancias sí que suscitan un alto nivel de preocupación y deben ser tenidas en cuenta a la hora de elaborar la lista.

---

<sup>12</sup> Recomendación 2003/670/CE de la Comisión, de 19 de septiembre de 2003, relativa a la Lista Europea de Enfermedades Profesionales ANEXO I

- Enciclopedia de la OIT de salud y seguridad en el trabajo. 4ª Edición: Capítulo 7 – Sistema nervioso, Capítulo 12 – Enfermedades de la piel, Capítulo 10 - Aparato Respiratorio, Capítulo 104 – Guía de químicos, Capítulo 13 – Condiciones del entorno, etc
- “Potentials for exposure to industrial chemicals suspected of causing developmental neurotoxicity” Philippe Grandjean, MD, PhD, Adjunct Professor, Marian Perez, MPH, Project Coordinator. Department of Environmental Health, Harvard School of Public Health, Boston, MA, USA.
- CHARGE TO THE NORA CROSS-SECTOR COUNCIL. Version of March 8, 2007. Appendix 1: Generic and cross-sector issues for consideration by NORA Sector Councils
- “Developmental neurotoxicity of industrial chemicals - A silent pandemic” The Lancet epub 8 Nov. 2006. Grandjean P, Landrigan PJ.
- “Exposure-response relationships of occupational inhalative allergens”. Baur X, Chen Z, Liebers V. Research Institute for Occupational Medicine (BGFA), Institute at the Ruhr-Universität Bochum, Germany. Clin Exp Allergy. 1998 May; 28(5):537-44
- “Epidemiology and etiologic agents of occupational asthma” Ameille J, Larbanois A, Descatha A, Vandenplas O. Rev Mal Respir. 2006 Dec; 23(6):726-40.
- “The state of occupational safety and health in the European Union”. European agency for safety and health at work.

<sup>13</sup> HPV, high-production volume; CERCLA, Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act; TRI, Toxic Release Inventory

## 1.2. Identificación de las sustancias sujetas a priorización

El próximo paso es identificar las sustancias con las propiedades preocupantes seleccionadas

### Sustancias cancerígenas

El artículo 58 de REACH incluye sustancias que cumplen con los criterios para su clasificación como carcinógenas de categoría 1 o 2 de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE.

Sin embargo esta Directiva no incluye las sustancias que aparecen en el informe de la IARC<sup>14</sup> sobre sustancias que causan cáncer, como sustancias que son cancerígenas para los humanos (IARC 1), probables cancerígenos humanos (IARC 2A) y posibles cancerígenos (IARC 2B). La evidencia científica en los informes IARC es suficiente para incluir estas sustancias en la lista de sustancias prioritarias ya que *suscitan un nivel de preocupación equivalente al de las sustancias clasificadas como cancerígenos de categoría 1 o 2*, de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE, así que podrían ser consideradas como sustancias pertenecientes al artículo 57 (f) del REACH.

Además las sustancias clasificadas como cancerígenos categoría 3 (posibles cancerígenos humanos) de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE, también deben ser incluidas en la lista sindical de sustancias prioritarias, ya que la experiencia demuestra que es solo cuestión de tiempo que pasen a ser clasificadas como categoría 1 o 2.

La lista sindical de sustancias consideradas cancerígenas, incluiría:

- Sustancias clasificadas como categoría 1, 2 o 3 de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE. Identificadas como sustancias que pertenecen al Anexo I de la mencionada Directiva que incluyen las frases R45, R49 y R40 en sus etiquetas.
- Sustancias clasificadas por el IARC como cancerígenos humanos (IARC 1), que son probables cancerígenos humanos (IARC 2A) y las que son posibles cancerígenos humanos (IARC 2B).

### Sustancias mutágenas

El artículo 58 de REACH incluye sustancias que cumplen con los criterios de clasificación como mutágenos categoría 1 o 2 de acuerdo con la

---

<sup>14</sup> International Agency for Research on Cancer (Agencia Internacional de Investigación sobre el cáncer): <http://www.iarc.fr/>

Directiva 67/548/CEE. Estas sustancias contienen la frase R48 en sus etiquetas.

Además las sustancias clasificadas como mutágenos categoría 3 (posibles mutágenos humanos) de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE, también deben incluirse en la lista sindical de sustancias prioritarias, ya que la experiencia demuestra que es solo cuestión de tiempo que pasen a ser clasificadas como de categoría 1 o 2.

Así pues, la lista sindical de sustancias mutágenas consideradas incluiría:

- Sustancias clasificadas como mutágenas categoría 1, 2 o 3 de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE. Identificadas como sustancias pertenecientes al Anexo I de la mencionada Directiva y que contienen las frases R45, R49 y R40, en su etiquetado.

### **Sustancias tóxicas para la reproducción**

El artículo 58 de REACH incluye sustancias que cumplen con los criterios para su clasificación como tóxicas para la reproducción categoría 1 o 2 de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE. Dichas sustancias incluyen las frases R60 y R61 en su etiquetado.

Además las sustancias clasificadas como tóxicas para la reproducción 3 (sustancias que suscitan preocupación para la fertilidad y el desarrollo humano) de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE, también deben ser incluidas en lista de sustancias prioritarias ya que la experiencia demuestra que es solo cuestión de tiempo que pasen a ser clasificadas como de categoría 1 o 2.

La lista sindical de sustancias tóxicas para la reproducción incluiría:

- Sustancias clasificadas como tóxicas para la reproducción categoría 1, 2 o 3 de acuerdo con la Directiva 67/548/EEC. Identificadas como sustancias pertenecientes al Anexo I de la mencionada Directiva y que incluyen en sus etiquetas las frases R60, R61, R62 y R63.

### **Tóxicas, Persistentes y Bioacumulativas (TPB)**

El artículo 28 de REACH incluye sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulativas de acuerdo con los criterios expresados en el Anexo XIII de este Reglamento, que son menos estrictos que los estipulados por la Convención OSPAR para la Protección del medio marino en el Atlántico Norte<sup>15</sup> que tiene como objetivo la eliminación de vertidos de dichas sustancias al medio marino para el año 2020 y que ha sido firmado por la Unión Europea (UE).

---

<sup>15</sup> <http://www.ospar.org/>

La UE ha publicado recientemente<sup>16</sup> otra lista de sustancias TPB y hasta ahora solo incluye 23 sustancias, todas ellas incluidas en la lista OSPAR excepto una (brea, alquitrán de hulla, elevada temperatura) que está exenta del REACH.

Las evidencias científicas que apoyan la lista de TPB de la OSPAR son lo suficientemente fuertes para incluir estas sustancias en la lista prioritaria ya que *suscitan un nivel de preocupación equivalente al de las sustancias clasificadas como TPB por el REACH*, , así que podrían ser asignadas como sustancias pertenecientes al artículo 57 (f) del REACH.

Como los criterios de OSPAR para la lista de TPB demuestran un mayor nivel de protección de la salud humana y el medio ambiente, dicha lista será tomada en cuenta para la elaboración de la lista sindical de sustancias prioritarias.

### **Disruptores endocrinos**

La investigación sobre disruptores endocrinos aporta constantemente nuevas listas de sustancias con estas propiedades. Varias publicaciones ofrecen listas actualizadas de disruptores endocrinos basadas en publicaciones científicas en la materia. Se han identificado más de 2250 sustancias a nivel mundial con estas propiedades.

El plan de acción a corto plazo de la Estrategia de la UE sobre disruptores endocrinos incorpora la elaboración de una lista de sustancias prioritarias. Hasta ahora la Comisión ha publicado dos comunicaciones<sup>17</sup> sobre el tema con tablas de sustancias prioritarias que se sabe que son disruptores y sustancias sobre las cuales no existen suficientes datos. La lista incluye unas 400 sustancias.

La propuesta sindical de una lista de sustancias prioritarias incluye tanto las sustancias conocidas, como las sospechosas que aparecen en las comunicaciones de la Comisión. Los expertos que participan en los

---

<sup>16</sup> Ipsra, 6 diciembre 2007. Doc. JM/19/2007. Grupo de trabajo en TPB/mPmB y COP de la Comisión Europea.

<sup>17</sup> Comunicación de la Comisión al Consejo y Parlamento Europeo COM (2001) 262 final y

Comunicación de la Comisión al Consejo y Parlamento Europeo SEC (2007) 1635.

grupos de trabajo científicos para elaborar estas listas creen que existen suficientes evidencias para considerar las sustancias sospechosas como disruptores endocrinos.

Además, dichas sustancias también han sido clasificadas como disruptores endocrinos por publicaciones científicas internacionales.

### **Sustancias neurotóxicas**

Muchas de las sustancias incluidas en el Anexo I de la Directiva 67/548/CEE, tienen diversos efectos neurotóxicos. Sin embargo no existe una clasificación única para su identificación.

Un artículo de Vela, Laborda y García<sup>18</sup> publicado en 2003, propone establecer criterios de clasificación y una lista provisional de neurotóxicos utilizados en el ámbito laboral.

La propuesta sindical de la lista de sustancias prioritarias incluye como sustancias neurotóxicas las sustancias de la lista provisional publicada por Vela, Laborda y García.

### **Sensibilizantes**

La propuesta sindical incluye en su lista como sensibilizantes, aquellas sustancias incluidas en el Anexo I de la Directiva (67/548/CEE) con frases R42 (Posibilidad sensibilización por inhalación) y R43 (Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel).

Todas las listas se han elaborado con la ayuda de la base de datos RISCTOX (<http://217.13.81.22/istas/risctox/index.asp?idpagina=575>)

Que contiene información sobre más de 100.000 sustancias e incluye:

- Información sobre identificación y clasificación de sustancias
- Efectos sobre la salud humana (cáncer, toxicidad reproductiva, neurotoxicidad, disrupción endocrina y sensibilización)
- Efectos medioambientales (toxicidad acuática, persistencia, bioacumulación y daños a la atmósfera)
- Enfermedades profesionales asociadas a las sustancias

---

<sup>18</sup> Vela, M.M., Laborda, R. Y García, A.M., en Neurotóxicos en el ambiente laboral: criterios de clasificación y listado provisional. Arch prev Riesgos Labor 2003; 6 (1): 17-25



- Legislación medioambiental aplicable a las sustancias

ISTAS obtuvo la siguiente información sobre sustancias altamente preocupantes en RISTOX:

- **Cancerígenos**
  - 67/548/CEE (R40, R45, R49)
  - IARC (Grupos 1 , 2A y2B)
- **Mutágenos (67/548/CEE) (R46, R68)**
- **Tóxicas para la reproducción (67/548/CEE) (R60, R61, R62 y R63)**
- **TPB (OSPAR y Grupo de trabajo sobre TPB /mPmB de la UE<sup>19</sup>)**
- **Disruptores endocrinos**
  - UE COM (2001) 262
- **Neurotóxicos**
  - Documento: Vela, M.M., Laborda, R. Y García, A.M., en Neurotóxicos en el ambiente laboral
- **Sensibilizantes (67/548/CEE) (R42, R43)**

### **1.3. Selección de criterios de priorización**

Los criterios de priorización desde una perspectiva sindical serían:

- 1) Exposición de los trabajadores estimada por las sustancias químicas de alto volumen de producción (HPVC)
- 2) Efectos sobre la salud laboral y el medio ambiente

El criterio base para esta selección ha sido priorizar la lista de sustancias producidas o importadas por la UE en cantidades superiores a 1.000 toneladas/año, suponiendo que existe una relación directa entre la cantidad de sustancia producida y la magnitud de la exposición humana y medioambiental.

---

<sup>19</sup> 16<sup>th</sup> Joint Meeting of the Competent Authorities for the implementation of Council Directive 67/548/EEC (Dangerous Substances) and Council Regulation (EEC) 793/93 (Existing Substances). 11 December 2007. Ispra, 6 December 2007. Doc: JM/19/2007.

Sin embargo, somos conscientes de que muchas sustancias con propiedades muy peligrosas para la salud de los trabajadores y el medio ambiente pueden no estar en esta lista.

Las 2.782 sustancias del **HPV-LPV** Chemicals Information System que es parte del ESIS (Sistema Europeo de Información sobre Sustancias Químicas), del ECB<sup>20</sup>, constituyen el punto de partida de la lista sindical de sustancias prioritarias.

Entre estas sustancias están:

- **100 sustancias cancerígenas (IARC 1, 2A o 2B)**
- **110 cancerígenas (C1 y C2)**
- **81 disruptores endocrinos**
- **38 mutágenas**
- **59 tóxicas para la reproducción**
- **134 sensibilizantes**
- **26 neurotóxicas**

#### **1.4. Definición de valores para cada criterio**

ISTAS ha basado su priorización de criterios en el Método de Clasificación de Riesgos Europeos (European Union Ranking Method) para priorizar las sustancias de alto volumen de producción HPVC, EURAM. Éste método tiene en cuenta aspectos como las emisiones al medio ambiente, la exposición medioambiental, la exposición humana, los efectos para la salud, etc., como se muestra en la siguiente tabla.

---

<sup>20</sup> European Chemicals Bureau: <http://ecb.jrc.it/esis/index.php?PGM=hpv>

## Tabla 1. Criterios de priorización del método de clasificación de riesgos European Union Ranking Method

Table 3.18 Health effects scores used by EURAM and MAFF prioritisation schemes

Health effect (Type of exposure) <sup>a</sup>	R-phrase	Health effect score	
		EURAM <sup>b</sup>	MAFF <sup>c</sup>
<b>Acute toxicity</b>			
Very toxic (Oral)	R28	3	2/3
Very toxic (Dermal)	R27	3	2/3
Very toxic (Inhalation)	R26	3	2/3
Toxic (Oral)	R25	2	Not used
Toxic (Dermal)	R24	2	Not used
Toxic (Inhalation)	R23	2	Not used
Harmful (Oral)	R22	1	1
Harmful (Dermal)	R21	1	1
Harmful (Inhalation)	R20	1	1
<b>Chronic toxicity</b>			
Causes severe burns	R35	6	2
Causes burns	R34	6	2
<b>Irritancy</b>			
Irritating to skin	R38	5	Not used
Risk of serious damage to eyes	R41	6	2
Irritating to eyes	R36	5	Not used
Irritating to respiratory system	R37	5	Not used
<b>Sensitisation</b>			
May cause sensitisation by inhalation	R42	7	7
May cause sensitisation by skin contact	R43	6	6
<b>Carcinogenicity</b>			
May cause cancer in humans	R45	10	10
May cause cancer in humans (inhalation)	R49	10	10
Possible risk of irreversible effects	R40 <sup>d</sup>	9	9
<b>Mutagenicity</b>			
May cause heritable genetic damage	R46	10	10
Possible risk of irreversible effects	R40 <sup>d</sup>	9	Not used
<b>Reproductive toxicity</b>			
May impair fertility	R60	10	10
Possible risk of impaired fertility	R62	9	9
May cause harm to unborn child	R61	10	10
Possible risk of harm to the unborn child	R63	9	9
May cause harm to breast-fed babies	R64	9	9
<b>Other health effects</b>			
Danger of cumulative effects on health (Repeat Dose)	R33	5	5
Toxic to health (Prolonged)	R48	7	7
Harmful to health (Prolonged)	R48	6	6

Default categories = 5 (MAFF) or 0 (EURAM)

<sup>a</sup>Definitions from HSC (1997); <sup>b</sup>Hansen *et al.* (1999); <sup>c</sup>Wearne *et al.* (1996)

<sup>d</sup>R40 has been redefined as 'Limited evidence of a carcinogenic effect'; see <http://www.hse.gov.uk/chip/phrases.htm> [accessed 10/03/04]

ISTAS ha adaptado estos criterios de priorización para incluir los disruptores endocrinos y los TPB como se puede apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Criterios de priorización sindicales.**

<b>SUSTANCIAS</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Cancerígenos: cat.1 y cat.2</b> <b>Cancerígenos IARC: grupos 1, 2A y 2B</b> <b>Mutágenos: cat.1 y cat.2</b> <b>TPR: cat.1 y cat.2</b>	<b>10</b>
<b>Disruptores Endocrinos conocidos en la UE</b> <b>TPB</b> <b>Cancerígenos: cat.3</b> <b>Cancerígenos IARC: cat.3</b> <b>Mutágenos: cat. 3</b> <b>TPR: cat. 3</b>	<b>9</b>
<b>Sensibilizantes</b> <b>Neurotóxicos</b> <b>Disruptores Endocrinos con datos insuficientes en la UE</b>	<b>7</b>

La puntuación se aplica por cada tipo de efecto, así una sustancia que es cancerígena según la Directiva 67/548/CEE y también según IARC, obtendrá la máxima puntuación de uno de los dos. Lo mismo ocurre con las sustancias tóxicas para la reproducción, que pueden tanto afectar la fertilidad como dañar al feto, y sólo obtendrían puntuación por uno de estos tipos de toxicidad para la reproducción (el de máximo valor).

## **1.5. Elaboración de la lista**

### **1.5.1. Orden por puntuación**

Se combinó la lista HPVS con las listas seleccionadas de sustancias con propiedades peligrosas y se ordenaron por puntuación.

### 1.5.2. Exclusión de sustancias las exenciones

Al no poder incluir todas las sustancias para incluirlas en la lista de candidatas para el REACH, se eliminaron las siguientes sustancias:

1. Destilados complejos de hidrocarburos que ocurren virtualmente en productos derivados del petróleo, refinado o crudo. Dichas sustancias tienen números de serie asignados en el Anexo I número de índice (67/548/CEE) 648-xxx-xx-x y 649-xxx-xx-x. Y por lo tanto son fácilmente eliminables.
2. Sustancias ya prohibidas por otra vías (COPs, Convenio de Estocolmo, Sustancias del Anexo A)
3. Pesticidas; identificados con una lista de 4.676 sustancias pesticidas elaborada por ISTAS.
4. Fangos, lodos y otros residuos.

### 1.5.3. Mención de otras propiedades de las sustancias

#### Enfermedades profesionales

No se aplicó puntuación alguna a las sustancias reconocidas como causantes de enfermedades profesionales, al considerarse que éste método no es consistente con la puntuación de los diferentes efectos para la salud y el medio ambiente. No obstante consideramos que esta información puede ser útil para la administración española, y es por eso que hemos decidido identificar en la lista las sustancias vinculadas a enfermedades profesionales en la base de datos RISTOX con las siglas (ep).

#### Nanopartículas

ISTAS considera que las nanopartículas deben ser incluidas como sustancias altamente preocupantes en el REACH y (de acuerdo con el principio de precaución) evaluar adecuadamente sus efectos sobre la salud humana y el medio ambiente, antes de su uso y comercialización, ya que dichos efectos se desconocen.

La Comisión Europea también ha abordado la problemática de los riesgos asociados a las nanotecnologías en su sexto Programa Marco<sup>21</sup>.

Por otra parte, la **Agencia Europea para la Salud y Seguridad en el Trabajo reconoce las nanopartículas y partículas ultrafinas como grupos específicos de sustancias químicas a evaluar.** <sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> nanoSAFE, Safe production of nanomaterials: <http://www.nanosafe.org>

<sup>22</sup> Priorities for occupational safety and health research in the EU-25.

Las nanopartículas también deben ser consideradas como nuevas sustancias para el REACH ya que sus características físico-químicas son completamente diferentes a las de las sustancias que no tienen dimensiones nano.

La OECD<sup>23</sup> tiene una lista de los 14 nanomateriales más representativos que incluye:

1. Fullerenos (C60).
2. Nanotubos de carbono de pared simple (SWCNTs).
3. Nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNTs).
4. Nanopartículas de plata.
5. Nanopartículas de hierro.
6. Carbón negro.
7. Dióxido de titanio.
8. Óxido de aluminio.
9. Óxido de cerio.
10. Óxido de cinc.
11. Dióxido de Silicio.
12. Poliestireno.
13. Dendrímeros.
14. Nano-arcillas

---

<sup>23</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development: <http://www.oecd.org/>

### 1.5.4. Resultados

La lista sindical de sustancias prioritarias incluye 157 sustancias HPV con, al menos una de las propiedades peligrosas, ordenadas por puntos. El listado completo se encuentra en el Anexo I. La Tabla 3 recoge las primeras 54 sustancias del listado.

**Tabla 3. 54 sustancias prioritarias**

<b>Nombre</b>	<b>cas</b>	<b>ce_einecs</b>	<b>Puntuación total</b>
2,4-dinitrotoluene	121-14-2	204-450-0	44
Acrylamide	79-06-1	201-173-7	43
Nitrofen	1836-75-5	217-406-0	38
diphenyl ether, octabromo derivative	32536-52-0	251-087-9	38
chromium trioxide	1333-82-0	215-607-8	36
hexachlorobenzene	118-74-1	204-273-9	35
Clofenotane	50-29-3	200-024-3	35
Benzenehexachloride	58-89-9	200-401-2	35
Vinclozolin	50471-44-8	256-599-6	34
Bisphenol A	80-05-7	201-245-8	34
Phenol, nonyl-;nonylphenol	25154-52-3	246-672-0	34
dimethyl sulphate	77-78-1	201-058-1	33
hydroquinone	123-31-9	204-617-8	32
carbendazim	10605-21-7	234-232-0	29
2-nitrotoluene	88-72-2	201-853-3	29
dinitrotoluene	25321-14-6	246-836-1	28
Butyl benzyl phthalate	85-68-7	201-622-7	28

Di-n-butyl phthalate	84-74-2	201-557-4	28
Di-ethylhexyl phthalate	117-81-7	204-211-0	28
alfa,alfa,alfa,4-tetrachlorotoluene	5216-25-1	226-009-1	28
Divanadium pentaoxide	1314-62-1	215-239-8	28
Linuron	330-55-2	206-356-5	28
Methyl ethylene oxide	75-56-9	200-879-2	27
ethylene oxide	75-21-8	200-849-9	27
lead sulfochromate yellow	1344-37-2	215-693-7	27
tetralead trioxide sulphate	12202-17-4	235-380-9	27
trilead dioxide phosphonate	12141-20-7	235-252-2	27
pentalead tetraoxide sulphate	12065-90-6	235-067-7	27
Lead	7439-92-1	231-100-4	27
Lead monoxide/ Lead oxide (PbO), lead-contg.	1317-36-8/ 68411-78-9	215-267-0/ 270-148-0	27
orange lead	1314-41-6	215-235-6	27
sodium dichromate	10588-01-9	234-190-3	27
3,3'-dichlorobenzidine	91-94-1	202-109-0	26
4,4'-methylenedianiline	101-77-9	202-974-4	26
phenylhydrazine	100-63-0	202-873-5	26
nitromethane	75-52-5	200-876-6	26
nitrobenzene	98-95-3	202-716-0	26
Alkanes, C10-13, chloro	85535-84-8	287-476-5	26
tetrachloroethylene	127-18-4	204-825-9	26
trichloroethylene	79-01-6	201-167-4	26



Styrene	100-42-5	202-851-5	26
tetraethyllead	78-00-2	201-075-4	26
tetramethyllead	75-74-1	200-897-0	26
Alachlor	15972-60-8	240-110-8	25
Atrazine	1912-24-9	217-617-8	25
Molinate	2212-67-1	218-661-0	25
3,4-dichloroaniline	95-76-1	202-448-4	25
o-phenylenediamine	95-54-5	202-430-6	25
Aniline	62-53-3	200-539-3	25
Trifluralin	1582-09-8	216-428-8	25
Dicofol	115-32-2	204-082-0	25
Endosulfan	115-29-7	204-079-4	25
bromomethane	74-83-9	200-813-2	25
carbon disulphide	75-15-0	200-843-6	25

Esta clasificación es el resultado de la aplicación de las correspondientes puntuaciones a cada sustancia. 2,4-dinitrotolueno, tiene la máxima puntuación entre las sustancias con alto volumen de producción, y por lo tanto es considerada la más peligrosa para la salud y el medio ambiente por ser:

- **Cancerígena según 67/548/CEE (categoría 2) y también según el IARC (categoría 2B); 10 puntos**
- **TPB; 9 puntos Tóxica para la reproducción (categoría 3); 9 puntos**
- **Mutágena (categoría 3); 9 puntos**
- **Neurotóxica; 7 puntos**

Para poder reducir la matriz hemos agrupado las sustancias con grandes similitudes, como xileno/m-xileno/p-xileno/o-xileno o cloruro de hidrógeno/ cloruro de hidrógeno ....%, etc.

## **1.6. Comentarios adicionales**

### **1.6.1. Falta de información**

#### **1.6.1.1. Información sobre toxicidad**

Es muy importante tener en cuenta la falta de información sobre ciertas sustancias. Las sustancias altamente preocupantes (SVHC) con información completa disponible, podrían estar sobrerrepresentadas y encabezar la lista sindical.

Debido a la falta de datos, se podrían haber cometido errores en el proceso de priorización.

#### **1.6.1.2. Información sobre la exposición laboral**

Debido al gran número de sustancia química producidas cada año, no es posible llevar a cabo evaluaciones fiables de la exposición humana y los posibles efectos para la salud de dichas sustancias. Tal vez se pueda llegar a una estimación aceptable de la exposición, con los datos disponibles, pero esto requiere un enorme esfuerzo.

Es muy importante seleccionar las sustancias de amplio uso en los lugares de trabajo (en diferentes sectores) al considerarse sustancias de uso dispersivo.

Para determinar cuáles son las sustancias de uso dispersivo, hemos investigado las bases de datos de exposición laboral. Sin embargo, es complicado encontrar bases de datos de exposición laboral actualizadas que cubran toda la UE y por otro lado, la mayoría de las bases de datos disponibles son privadas.

Una fuente adicional de datos sobre exposición laboral es la lista europea de enfermedades profesionales<sup>24</sup>. Estas sustancias han sido marcadas en la lista descrita anteriormente.

Sin embargo, es muy difícil vincular con certeza una enfermedad profesional a una sustancia específica. Por otra parte el proceso resulta largo y complicado, por lo que algunas sustancias ampliamente utilizadas relacionadas con enfermedades profesionales no estén incluidas aún en la lista europea, y por tanto, en nuestro proyecto.

#### **1.6.1.3. Información actualizada**

Es preciso actualizar la lista cuando existan datos adicionales disponibles para tener una lista "viva" de las sustancias más preocupantes. Deberán incluirse gradualmente nuevas sustancias de alta preocupación en la lista sindical.

---

<sup>24</sup> Recomendación de la Comisión del 19 de Septiembre 2003 en relación con el cuadro europeo de enfermedades profesionales.

### 1.6.2. Ruta de “control adecuado”

Hay que tener en cuenta que algunas sustancias altamente preocupantes como CMR o DE que posean valores límite de exposición, podrían obtener autorización por parte de la Comisión, y podrían ser comercializadas bajo rutas de “control adecuado” (incluso cuando existan alternativas).

Esto quiere decir que se autorizarán las sustancias si el solicitante puede demostrar que el riesgo derivado del uso de la sustancia son “controlados adecuadamente”.

El concepto de “control adecuado” se basa en la suposición de que hay un nivel e riesgo aceptable o “umbral seguro” por debajo del cual no habrá efectos adversos y que los legisladores y los empresarios pueden determinar los niveles de exposición a partir de estos cálculos.

“

Es imposible utilizar sustancias altamente preocupantes de manera completamente segura en todas las circunstancias, sobre todo si se tiene en cuenta todo el ciclo de vida de las mismas. El simple hecho de que estas sustancias se pueden encontrar en zonas remotas del mundo, en los cuerpos de osos polares, focas y de seres humanos, es una clara demostración de esto. Además los “umbrales” nunca ofrecen protección en situaciones reales, en las que existen diferentes tolerancias químicas, efectos a bajas dosis, exposición infantil, incluso en la etapa prenatal y una constante exposición a un coctail de sustancias químicas peligrosas.

”

La historia ha demostrado que los “valores límite” se reducen con el tiempo al disponerse de mayor información sobre los riesgos, un hecho que demuestra lo erróneo de la idea del “control adecuado”. El caso del mercurio ilustra claramente esta situación.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Navigating REACH. An activists’ guide to using and improving The new EU chemicals legislation. EEB, FoEE and Greenpeace.

Las rutas de control adecuado no son aplicables a sustancias para las que no es posible determinar "valores límite" y para sustancias con propiedades TPB o mPmB.

Si se aplica la ruta de control adecuado, las empresas utilizarán algunas sustancias extremadamente peligrosas aunque existan alternativas más seguras, lo que está en contra del principio de sustitución presente en la legislación sobre salud y seguridad en el trabajo.

Previsiblemente, intentarán demostrar que controlan adecuadamente una sustancia altamente peligrosa para solicitar su autorización.

Los sindicatos continúan señalando que se debe aplicar el principio de precaución tanto para los TPBs mPmB y las sustancias sin "valor límite", especialmente allí donde existan alternativas seguras y sea innecesario el uso de sustancias peligrosas.

Desde el punto de vista sindical, la exposición humana a "niveles aceptables" de sustancias que pueden provocar cáncer, daño genético, disrupción endocrina, etc., es inaceptable.

Por eso ISTAS hace énfasis en la necesidad de limitar las "rutas de control adecuado", en especial para las sustancias con valores límites de exposición laboral.

## 2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

¿Qué características deben tener las sustancias, productos, procesos o tecnologías para ser consideradas posibles alternativas? ¿Se pueden definir cualidades intrínsecas que permitan seleccionar las alternativas?

En este capítulo se proponen criterios a seguir por parte de los delegados y técnicos de prevención en la selección de alternativas en las empresas.

Los criterios pueden ser positivos o negativos. Los criterios positivos serían las cualidades intrínsecas que hacen que una sustancia, producto o proceso sea preferible. Los criterios negativos serían cualidades intrínsecas por las que debe rechazarse una sustancia, producto o proceso.

### 2.1. CRITERIOS POSITIVOS

#### Química verde

La primera referencia para definir las cualidades ideales de una sustancia alternativa, serían las definidas en los 12 principios de la química verde desarrollados por Anastas y Warner<sup>26</sup>.

Según estos principios las sustancias, productos o procesos más seguras tanto para la salud, como para el medio ambiente serían aquellas que:

- Tengan poca o ninguna toxicidad para la salud humana o para el medio ambiente.
- Eviten la generación de residuos.
- Sean renovables
- Se puedan descomponer en la naturaleza tras su uso (biodegradables).
- Sean intrínsecamente seguras

Las alternativas deberían tener estas características a lo largo de todo su ciclo de vida.

El método de selección de alternativas utilizado por el programa Design for the Environment<sup>27</sup> de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE.UU. se basa en estos criterios.

---

<sup>26</sup> Paul T. Anastas y John C. Warner, *Green Chemistry: Theory and Practice*, New York: Oxford University Press, 1998, p 30

**Tabla 3. 12 principios de la química verde**

1. Evitar la generación de residuos (insumos no empleados, fluidos reactivos gastados),
2. Maximizar la incorporación de todos los materiales del proceso en el producto acabado
3. Usar y generar sustancias que posean poca o ninguna toxicidad,
4. Preservar la eficacia funcional, mientras se reduce la toxicidad,
5. Minimizar las sustancias auxiliares (por ejemplo disolventes, agentes de separación),
6. Minimizar los insumos de energía (procesos a presión y temperatura ambiental),
7. Preferir materiales renovables frente a los no renovables,
8. Evitar derivaciones innecesarias (por ejemplo grupos de bloqueo, pasos de protección y desprotección),
9. Preferir reactivos catalíticos frente reactivos estequiométricos,
10. Diseñar los productos para su descomposición natural tras el uso,
11. Vigilancia y control "desde dentro del proceso" para evitar la formación de sustancias peligrosas, y
12. Seleccionar los procesos y las sustancias para minimizar el potencial de siniestralidad

## Disponibilidad de información sobre propiedades peligrosas

Varias metodologías (Quick Scan<sup>28</sup>, P2OASys<sup>29</sup>, Modelo de Columnas<sup>30</sup>) de evaluación de alternativas incluyen entre sus criterios de selección la existencia de información sobre una serie de características intrínsecas consideradas prioritarias, como carcinogenicidad, mutagenicidad, toxicidad reproductiva, sensibilización, persistencia, bioacumulación, etc.

## Simplicidad

Algunas metodologías (Cleangredients<sup>31</sup>, PNA COPs<sup>32</sup>) incluyen como criterio de selección de productos alternativos aquellos cuya composición sea más simple, que tengan un menor número de ingredientes, con el fin de evitar la multiexposición y la posibilidad de que se produzcan efectos sinérgicos al combinarse los ingredientes.

## Alternativas técnicas u organizacionales

El PNA COPs incluye como criterio preferir la utilización de alternativas técnicas u organizacionales que eviten la utilización de químicos que proporcionen la misma funcionalidad que la sustancia o producto que se quiere sustituir. Por ejemplo, métodos de limpieza físicos como sustituto de disolventes, uso de técnicas agronómicas para evitar malas hierbas o plagas como sustituto de herbicidas o plaguicidas, etc.).

---

<sup>28</sup> VROM, Netherlands <http://www2.vrom.nl/docs/internationaal/VR1%20-%20Engels.pdf>

<sup>29</sup> P2Oasys Tool to Compare Materials [http://www.turi.org/home/hot\\_topics/cleaner\\_production/p2oasys\\_tool\\_to\\_compare\\_materials](http://www.turi.org/home/hot_topics/cleaner_production/p2oasys_tool_to_compare_materials)

<sup>30</sup> COLUMN MODEL, BIA Germany [www.hvbg.de/bia](http://www.hvbg.de/bia)

<sup>31</sup> CLEANGREDIENTS [http://cleangredients.org/about/ingredient-attributes/solvents;http://epa.gov/dfe/pubs/formulat/formulator\\_review0108.pdf](http://cleangredients.org/about/ingredient-attributes/solvents;http://epa.gov/dfe/pubs/formulat/formulator_review0108.pdf)

<sup>32</sup> Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y el Reglamento 850/2004, sobre

Contaminantes Orgánicos Persistentes. Ministerio de Medio Ambiente, España. [http://www.mma.es/secciones/calidad\\_contaminacion/quimicos/pops/pdf/pn\\_estocolmo\\_nov06.pdf](http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/quimicos/pops/pdf/pn_estocolmo_nov06.pdf)

Los criterios positivos a tener en cuenta para seleccionar alternativas serían por tanto:

Características intrínsecas:

- Tengan poca o ninguna toxicidad para la salud humana o para el medio ambiente.
- Eviten la generación de residuos.
- Sean renovables
- Se puedan descomponer en la naturaleza tras su uso (biodegradables).
- Sean inherentemente seguras

Se disponga de información sobre características peligrosas prioritarias

Composición sea lo más simple posible.

Proporcionen la misma funcionalidad mediante medidas técnicas u organizacionales.

## CRITERIOS NEGATIVOS

Es mucho más frecuente el uso de criterios negativos, esto es, propiedades que se consideran que las alternativas no deben en ningún caso poseer. Estas características se utilizan para cribar posibles alternativas.

La siguiente tabla recoge estos criterios de cribado de alternativas. El Anexo II recoge en detalle los criterios utilizados por los métodos u organizaciones que se analizan en este estudio.

La mayoría de las metodologías no tienen en cuenta el impacto de la sustancia a sustituir, ni sus posibles alternativas a lo largo de su ciclo de vida. Sería interesante tener en cuenta estas propiedades indeseables de las alternativas no solo en la etapa de utilización, que es la que se valora durante la selección de alternativas de sustitución, también durante su fabricación y gestión como residuo.





**Tabla 4. Criterios de cribado de alternativas**

**EFFECTOS EN LA SALUD HUMANA**

RIESGO	VALORES	FUENTES
<b>TOXICIDAD AGUDA</b>		
Sustancias altamente tóxicas:	R26 Muy tóxico por inhalación R27 Muy tóxico por contacto con la piel R28 Muy tóxico por ingestión	Modelo de Columnas, Quick Scan (aplicaciones de usuario y amplio uso profesional) ISTAS
	Combinaciones de estas frases	ISTAS <sup>33</sup>
	Combinaciones de estas frases con R39 (efectos irreversibles severos)	ISTAS, Quick Scan (aplicaciones de usuario y amplio uso profesional)
	En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos (R32)	Modelo de Columnas, Quick Scan, (aplicaciones de usuario y amplio uso profesional) ISTAS
	Tóxico, o peligro de efectos irreversible muy graves por inhalación (R23), en contacto con la piel (R24) o por ingestión (R25)  El contacto con agua o ácidos libera gases muy tóxicos (R29, R31, R32)	Quick Scan (aplicaciones de usuario y amplio uso profesional)
	Los vapores pueden causar náuseas o mareos (R67)	Quick Scan (aplicaciones de usuario y amplio uso

<sup>33</sup> Lista negra de sustancias a eliminar. ISTAS. <http://www.istas.ccoo.es>

	R66: la exposición repetida puede provocar sequedad de la piel o	profesional) NTP71234
	GHS Toxicidad Aguda Categoría 1 o 2	Green Screen <sup>35</sup> , DfE
Corrosión/Irritación de la piel o los ojos	Provoca quemaduras severas (R34, R35)	Quick Scan (aplicaciones de usuario y amplio uso profesional)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de efectos irreversible en estudios de poblaciones humanas;</li> <li>• Evidencias de peso de efectos irreversibles en estudios de animales;</li> <li>o</li> <li>• GHS Categoría 1 (piel u ojos)</li> </ul>	Green Screen
<b>TOXICIDAD CRÓNICA</b>		
Sustancias altamente tóxicas	Peligro de daños severos para la salud por exposición prolongada: R48/23, R48/24, R48/25 y combinaciones.	Modelo de Columnas, Quick Scan, ISTAS
	Peligro de daños a la salud por exposición prolongada R48/20, R48/21, R48/22 y combinaciones.	Modelo de Columnas (aplicaciones de usuario y amplio uso profesional)
	R33: Peligro de efectos acumulativos.	NTP712, ISTAS
Carcinogenicidad	Categoría 1 o 2 UE (R45, R49)	Modelo de Columnas, Quick Scan, PRIO36, Green Screen, NTP712, ISTAS

<sup>34</sup> Nota Técnica de Prevención 712, INSHT. [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_712.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_712.htm)

<sup>35</sup> Green Screen for Safer Chemicals: Evaluating Flame Retardants for TV Enclosures

Clean Production Action (CPA).  
<http://cleanproduction.org/library/Green%20Screen%20Report.pdf>

	Categoría 3 UE(R40)	Quick Scan (aplicaciones de usuario y amplio uso profesional), NTP712, ISTAS
	Clasificación de carcinogenicidad alemana K1, K2	Modelo de Columnas
	IARC 1 & 2A	Green Screen, DfE, TURI 537, ISTAS
	IARC 2B	ISTAS
	• EPA (EE.UU.) conocida o probable;	Green Screen, DfE, TURI 5
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de efectos adversos en humanos;</li> <li>• Evidencias de peso que demuestran efectos potencialmente adversos para los humanos;</li> <li>• NTP conocido o motivos razonables para sospechar que es un cancerígeno para los humanos;</li> <li>• OSHA cancerígenos;</li> <li>• California Prop 65; o</li> <li>• GHS Categoría 1 o 1B</li> </ul>	Green Screen, DfE
Mutagenicidad/Genotoxicidad	• Categoría 1 o 2 UE (R46)	Modelo de Columnas, Quick Scan, PRIO, Green Screen, NTP712, ISTAS
	Categoría 3 UE (R68)	NTP712, ISTAS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de efectos adversos en humanos;</li> <li>• Evidencias de peso que demuestran efectos potencialmente</li> </ul>	Green Screen

<sup>36</sup> PRIO. KEMI, Sweeden. [http://www.kemi.se/templates/PRIOEngpage\\_\\_\\_\\_4144.aspx](http://www.kemi.se/templates/PRIOEngpage____4144.aspx)

<sup>37</sup> Five Chemicals alternatives assessment study. TURI, USA [http://www.turi.org/library/turi\\_publications/five\\_chemicals\\_study](http://www.turi.org/library/turi_publications/five_chemicals_study)

	adversos para los humanos o • Categoría GHS 1A o 1B	
Reprotoxicidad	Categoría 1 o 2 UE (R60, R61);	REACH, Quick Scan, PRIO, ISTAS
	Categoría 3 UE (R62, R63)	
	R64: Puede causar daños a la lactancia.	NTP712
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de efectos adversos en humanos;</li> <li>• Evidencias de peso que demuestran efectos potencialmente adversos en humanos;</li> <li>• NTP Centro de Evaluación de Riesgos para la Reproducción Humana;</li> <li>• California Prop 65; or</li> <li>• Categoría GHS 1A or 1B</li> </ul>	Green Screen
Disrupción endocrina	Lista UE de disruptores endocrinos conocidos	NTP712, ISTAS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de efectos adversos en humanos o</li> <li>• Evidencias de peso que demuestran efectos potencialmente adversos en humanos</li> </ul>	Green Screen
	No existen valores	REACH, PRIO
Sensibilización de la piel o del sistema respiratorio	<p>Puede causar sensibilización de la piel por contacto (R43)</p> <p>Puede causar sensibilización por inhalación (R42)</p>	Quick Scan (aplicaciones de usuario y amplio uso profesional), NTP712, ISTAS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencias de efectos adversos en humanos o</li> <li>• Evidencias de peso que demuestran efectos potencialmente</li> </ul>	Green Screen

	<p>adversos en humanos;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Categoría GHS 1—(piel o sistema respiratorio); o</li> <li>• Respuestas positivas en pruebas repetitivas humanas (Human Repeat Insult Patch Tests) (HRIPT) (piel)</li> </ul>	
Neurotoxicidad	Efectos neurotóxicos permanentes	ISTAS
Toxicidad para el desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencias de efectos adversos en humanos;</li> <li>• Evidencias de peso que demuestran efectos potencialmente adversos en humanos;</li> <li>• NTP Centro de Evaluación de Riesgos para la Reproducción Humana; o</li> <li>• California Prop 65</li> </ul>	Green Screen
Efectos en el sistema inmunológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencias de efectos adversos en humanos</li> <li>• Evidencias de peso que demuestran efectos potencialmente adversos en humanos</li> </ul>	Green Screen
Toxicidad sistémica/Efectos en los órganos (por exposición simple o repetitiva)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencias de efectos adversos en humanos;</li> <li>• Evidencias de peso que demuestran efectos potencialmente adversos en humanos;</li> <li>• Category GHS 1 toxicidad sistémica de los órganos tras exposición simple o repetitiva.</li> </ul>	Green Screen

## EFECTOS MEDIOAMBIENTALES

RIESGO	VALORES	FUENTES
Persistencia y/o Bioacumulación	PBT	REACH, Quick Scan, PRIO, Green Screen, TURI 5, ISTAS  (Cada fuente utiliza valores diferentes)
	vPvB	REACH, Quick Scan, PRIO, Green Screen
	No existen datos disponibles sobre P, B o T	Quick Scan
	vPT o vBT	Green Screen
	R53: Puede causar efectos adversos a largo plazo en el medio acuático.  R58: Puede causar efectos medioambientales adversos a largo plazo.	Modelo de columnas, NTP712, ISTAS
	Bioacumulación	PRIO
Daño a la capa de ozono	Sustancias que dañan la capa de Ozono (R59)	PRIO, Modelo de Columnas, ISTAS, NTP712
Toxicidad medioambiental	R54: Tóxico para la flora. R55: Tóxico para la fauna. R56: Tóxico para los organismos del suelo. R57: Tóxico para las abejas.	Modelo de Columnas, ISTAS, NTP712
Toxicidad Acuática	R50: Muy tóxico para organismos acuáticos. R51: Tóxico para los organismos acuáticos. R52: Dañino para los organismos acuáticos.  Clasificación de contaminación acuática WGK3	Modelo de columnas, ISTAS, NTP712

## RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

RIESGO	VALORES	FUENTES
Explosión	Explosivo (R2,R3)	Modelo de Columnas, ISTAS
Incendio	Gases y líquidos extremadamente inflamables (R12) Espontáneamente inflamable (R17)	Modelo de Columnas, ISTAS

## SUSTANCIAS ESPECÍFICAS

GRUPO	SUSTANCIAS	FUENTES
Metales pesados	Mercurio, cadmio, plomo	PRIO, DfE, H2E38
	Otros metales pesados	DfE, H2E
Alkylfenoletoxilatos (APEs)		DfE
Ftalatos		DfE
Fosfatos inorgánicos		DfE
Fluorosulfatantes		DfE

---

<sup>38</sup> Hospitals for a Healthy Environment (H2E) Products & Services Directory Green Guidelines. <http://cms.h2e-online.org/directory/guidelines/>



Óxido de etileno		H2E
TUR Grupo Científico Consultivo sobre riesgos químicos más importantes (38 sustancias)		TURI 5
Sustancias en 1 o más países Johnson top22		Johnson Greenlist <sup>39</sup>

### 3. Métodos de evaluación y comparación de alternativas

La evaluación de alternativas incluye el análisis de los efectos sobre la salud y el medio ambiente, funcionamiento técnico, viabilidad económica e impactos sociales.

En este capítulo se revisan únicamente los métodos de evaluación y comparación de los efectos sobre la salud y el medio ambiente de las alternativas.

La evaluación técnica, económica y social de las alternativas depende en gran medida de factores externos a la propia sustancia o proceso alternativo, como las características organizativas de la empresa en la que se va a utilizar, su localización, su situación financiera, etc. se han desarrollado algunos métodos <sup>40</sup> para realizar estas evaluaciones, pero entendemos, que en cualquier caso, son evaluaciones que deben llevarse a cabo una vez que se han identificado y cribado alternativas más seguras para la salud humana y el medio ambiente.

---

<sup>39</sup> Johnson Greenlist <http://www.scjohnson.com/community/greenlist.asp>

<sup>40</sup> Rossi M, Tickner J, Geiser K. Alternatives Assessment Framework. Lowell Center for Sustainable Production, University of Massachusetts Lowell, 2006.

Los métodos de evaluación y comparación de los efectos sobre la salud y el medio ambiente de sustancias o procesos se pueden dividir en dos categorías <sup>41</sup>:

- **Métodos que comparan datos sobre peligrosidad:** en estos métodos, se analizan datos relativos a una serie de peligros de las sustancias o procesos que se quieren comparar en una matriz. Los usuarios deben establecer sus propias reglas para la comparación de las alternativas. Algunos métodos agregan datos de peligrosidad y crean índices de riesgo para comparar sustancias.

Los métodos de este tipo más utilizados y que estudiaremos a continuación son:

- **Pollution Prevention Options Analysis System (P2OASys)**
  - **Modelo de Columnas**
  - **TURI 5 Chemicals Alternatives Assessment Study**
  - **COSHH Essentials**
- 
- **Métodos de cribado:** estos métodos analizan las sustancias químicas en función de una serie de peligros previamente priorizados. Incluyen recomendaciones para eliminar el uso de las sustancias químicas que son consideradas de alto riesgo. Así, la herramienta incorpora las reglas para la toma de decisiones sobre las alternativas a elegir.

Los principales métodos de cribado que estudiaremos son:

- **Green Screen**
- **Quick Scan**

Para cada uno de estos métodos se describirá la metodología que emplea, los factores que contempla, los valores utilizados en cada factor y las fuentes de información que utiliza para cada valor. También se analiza la fiabilidad, accesibilidad, facilidad de uso y limitaciones de cada método.

A modo de resumen, se presenta una matriz comparativa de los diferentes factores y valores utilizados en cada método y una tabla resumen de sus ventajas e inconvenientes.

---

<sup>41</sup> Edwards S, Rossi M, Civil P. Alternatives Assessment for Toxic Use Reduction: A survey of methods and Tools. The Massachusetts Toxic Use Reduction Institute, University of Lowell, 2005.

Una de las principales limitaciones de todas las herramientas de evaluación y comparación de alternativas es la falta de datos sobre peligrosidad de la mayoría de las sustancias en uso.

Por último, se propone un método de valoración preliminar de alternativas para uso de técnicos y delegados de prevención en empresas que combina elementos de varios métodos.

### **3.1. Métodos que muestran datos sobre peligrosidad**

#### **3.1.1. P2OASys (Pollution Prevention Options Analysis System)**

P2OASys<sup>42</sup> desarrollado por el Instituto de Reducción en el Uso de Tóxicos de Massachusetts (TURI) permite a las empresas evaluar los impactos potenciales sobre el medio ambiente, la salud pública y la salud de los trabajadores de productos y tecnologías alternativas dirigidas a la reducción en el uso de tóxicos. El objetivo del método es facilitar a las empresas un marco para valorar de la forma más completa y sistemática posible los peligros potenciales planteados por los procesos en uso y sus posibles alternativas.

La herramienta puede ser utilizada de dos formas:

1. Examinar de forma sistemática los impactos sobre el medio ambiente y la salud de los trabajadores de las sustancias o procesos utilizados en las empresas y de las diferentes alternativas (ya sean sustancias, procesos o tecnologías).
2. Comparar las posibles alternativas con el proceso utilizado en la empresa, basándose en factores cuantitativos y cualitativos.

El método consiste en una matriz cuyas filas incorporan las diferentes categorías de peligros a examinar o comparar y en las columnas deben introducirse los datos existentes o las valoraciones sobre los peligros. La herramienta convierte los datos de cada categoría de peligro en un valor numérico que oscila entre 0 y 10. Los valores más

---

<sup>42</sup> P2Oasys Tool to Compare Materials  
[http://www.turi.org/home/hot\\_topics/cleaner\\_production/p2oasys\\_tool\\_to\\_compare\\_materials](http://www.turi.org/home/hot_topics/cleaner_production/p2oasys_tool_to_compare_materials)

bajos representan los peligros menores. El usuario deberá proporcionar también un factor de certeza de 0 a 100 que refleja la confianza del usuario en el valor que está proporcionando.

Las categorías de los peligros que son evaluadas en P2OASys incluyen efectos agudos y crónicos para las personas; peligros físicos y químicos (como inflamabilidad y reactividad); persistencia y bioacumulación, peligros atmosféricos (reducción de la capa de ozono y efecto invernadero), toxicidad acuática, generación de residuos y vertidos, uso de energía, agua y recursos, peligros de los productos y potencial de exposición.

El método incorpora una base de datos que contiene más de 2000 propiedades peligrosas para 778 sustancias químicas. La principal fuente de información utilizada es la base de datos de la National Library of Medicine's ToxNet. Además, los usuarios deben introducir parámetros que son específicos del proceso, como la generación de ruido, el peligro psicosocial o el uso de energía y agua. La exposición potencial se evalúa cualitativamente como baja, media o alta.

P2OASys está disponible en formato de hoja de cálculo electrónica a través del Instituto para la Reducción del Uso de Tóxicos. También existe un formato Web interactivo, aunque disponible únicamente a través de una empresa consultora de Massachussets.

La tabla siguiente recoge todos los factores que contempla este método y sus unidades de medida o la valoración que tenemos que darle en caso de que sea un factor no cuantificable (bajo, medio o alto). Se trata de un método muy completo que nos ayuda a analizar el proceso y la sustancia que podríamos sustituir.

**Tabla 5. Peligros contemplados por el método P2OASys**

CATEGORÍA	UNIDADES	
<b>Efectos agudos en humanos</b> Inhalación PEL/TLV PEL/TLV (Polvo, partículas) Irritación respiratoria LD50 Oral Irritación dérmica Absorción en piel LD50 Dérmico Irritación ocular	LC50 (ppm) ppm mg/m <sup>3</sup> B/M/A LD50 (mg/Kg) B/M/A B/M/A LD50 (mg/Kg) B/M/A	National Library of Medicine's Toxnet
<b>Efectos crónicos en humanos</b> Dosis referencia Cancerígeno Mutagénico Efectos en reproducción Neurotoxicidad Efectos secundarios Afección respiratoria Otros efectos crónicos	mg/Kg/día Clas. IARC/EPA B/M/A B/M/A B/M/A B/M/A B/M/A B/M/A	National Library of Medicine's Toxnet
<b>Peligros físicos</b> Calor Generación de ruido	WBGT, °C dBA	National Library of Medicine's Toxnet

Vibración	m/S2	
Peligro ergonómico	B/M/A	
Peligro psicosociológico	B/M/A	
<b>Peligros acuáticos</b>		National Library of Medicine's Toxnet
Criterios calidad agua (HWQC)	mg/L	
LC50 Acuático	mg/L	
NOAEC en peces	mg/L	
EC50 en plantas	mg/L	
Efectos ecológicos observados	B/M/A	
<b>Bioacumulación</b>		
Persistencia	B/M/A	National Library of Medicine's Toxnet
Bioconcentración	Log Kow	
Factor de bioconcentración	Kg/L	
<b>Peligros atmosféricos</b>		
Gases efecto invernadero	Sí/No	National Library of Medicine's Toxnet
Reductor capa ozono	Unidades ODP	
Formación lluvia ácida	Sí/No	
NESHAP	Sí/No	
<b>Peligros de vertido</b>		
Vertedero	B/M/A	
Incineración	B/M/A	
Reciclado	B/M/A	
<b>Peligros químicos</b>		
Presión de vapor	mm Hg	

Solubilidad en agua	mg/L	National Library of Medicine's Toxnet
Inflamabilidad	0,1,2,3,4	
Punto de inflamación	°C	
Reactividad	0,1,2,3,4	
pH	Unidades pH	
Corrosividad	B/M/A	
Sistema de altas presiones	B/M/A	
Sistema de altas temperaturas	B/M/A	
Potencial de reacción	B/M/A	
Umbral de olor	B/M/A	
COV	B/M/A	
<b>Uso de energía y recursos</b>		
Recursos no renovables	B/M/A	
Uso de agua	B/M/A	
Uso de energía	B/M/A	
<b>Peligros del producto</b>		
Efectos aguas arriba	B/M/A	
Peligros para consumidores	B/M/A	
Peligros de los residuos	B/M/A	
<b>Potencial de exposición</b>		
Potencial de exposición	B/M/A	

Una vez que se rellenan las matrices para el producto en uso y para las alternativas, la herramienta permite hacer la comparación entre ellas.

Al utilizar datos cuantitativos, semi-empíricos y cualitativos procedentes de múltiples fuentes, los valores no pueden agregarse para proporcionar

un resultado final, por lo que se deja en manos del usuario la interpretación de la comparación final.

### **FIABILIDAD**

Es un método muy fiable por la gran cantidad de parámetros que analiza y por utilizar como fuente primordial de información la base de datos TOXNET de la Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. de gran fiabilidad.

### **APLICABILIDAD**

Se puede utilizar para comparar todo tipo de alternativas, incluyendo sustancias, productos, procesos y tecnologías.

### **FACILIDAD DE USO (esfuerzo y formación usuario)**

La herramienta no es fácil de utilizar. Requiere conocimientos especializados y bastante dedicación para conseguir toda la información sobre los parámetros que maneja.

### **LIMITACIONES (acceso a la información, acceso método)**

El método solo está disponible gratuita y libremente en su formato de hoja de cálculo EXCEL a través de la Web del TURI: <http://www.turi.org>. El formato Web exige el pago de una tasa.

El acceso a la información que requiere también es difícil. No existe una base de datos o fuente de información única para conseguir todos los datos.

## **3.1.2. Modelo de Columnas**

El Modelo de Columnas <sup>43</sup>, desarrollado por el Instituto para la Seguridad Laboral (BGIA) perteneciente a la federación de mutuas de profesionales de Alemania es un método simplificado que permiten realizar una comparación preliminar de los riesgos entre sustancias o productos y, por lo tanto, ofrecer un juicio rápido sobre la conveniencia o no de proceder a la sustitución.

El modelo consiste en una matriz de 6 columnas en las que aparecen las categorías de peligros:

---

<sup>43</sup> Column pattern for chemical substitutes. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung. <http://www.hvbg.de/e/bia/praspalte/index.html>



- toxicidad aguda
- toxicidad crónica,
- peligro de incendio y explosión
- peligros para el medio ambiente
- potencial de exposición
- peligros asociados al proceso

Las filas incluyen la valoración del riesgo desde despreciable a muy alto. Las celdas de la matriz contienen los criterios para definir el nivel de riesgo, basado en las frases de riesgo (Frases R), forma física de la sustancia y temperatura de evaporación, clasificación alemán de peligro para el medio ambiente acuático y tipo de proceso (abierto, manual, etc.).

El usuario compara las características de peligrosidad de la sustancia a sustituir y de su sustituto, y de algunas variables de proceso, mediante la clasificación de ambos agentes en las correspondientes casillas de la tabla.

La información necesaria para hacer uso de este modelo se obtiene de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS), excepto la información sobre la peligrosidad para el medio ambiente acuático en el caso de las FDS españolas, y del conocimiento de las condiciones de uso de la sustancia o preparado.

Los productos y sustancias se comparan por columnas, esto es por tipos de riesgo (toxicidad aguda; ecotoxicidad; etc.). Las columnas sobre toxicidad aguda y toxicidad crónica deben evaluarse conjuntamente. Esto es, los productos solo se comparan para peligros similares. Además, se deben tener en cuenta las condiciones de uso del producto. A la vista de los niveles de riesgo identificados por la herramienta, el sustituto preferible será el que presente los niveles de riesgo más bajos.

Raramente una alternativa tendrá menor riesgo en todas las categorías de peligros analizadas, por lo que el usuario debe establecer los criterios para la toma de decisiones sobre que alternativa es preferible. Debe decidir qué peligros potenciales tienen mayor relevancia en el puesto de trabajo donde se utiliza el producto, teniendo en cuenta la capacidad de control o gestión de los diferentes riesgos que tenga la empresa.

Por ejemplo, si una sustancia alternativa tiene un nivel de riesgo por toxicidad menor que el producto que se quiere sustituir, y sin embargo, un nivel de riesgo de ecotoxicidad mayor, el usuario deberá valorar si las condiciones de uso en la empresa van a permitir un control adecuado o no del riesgo de ecotoxicidad, para poder elegir esa alternativa.

El modelo de columnas incluye criterios de valoración de riesgo en caso de no disponer de determinada información toxicológica. Recomienda no proponer como sustitutos a sustancias que no dispongan de información sobre efectos irritantes para la piel y las mucosas, pruebas de toxicidad, mutagenicidad o sobre efectos sensibilizantes.

## FIABILIDAD

La fuente de información que utiliza son las Fichas de Datos de Seguridad. Algunos estudios realizados en Europa<sup>44</sup> han mostrado las importantes deficiencias que presentan las fichas, sobre todo en el apartado de clasificación. Por ello, es conveniente revisar la las frases R asignadas a las sustancias y productos a través de otras fuentes, como la base de datos ESIS (European chemical Substances Information System)<sup>45</sup> de la Comisión Europea. Por otra parte, con la puesta en marcha del proceso de registro del Reglamento REACH se espera disponer en los próximos años de la clasificación de un mayor número de sustancias.

## APLICABILIDAD

Su aplicabilidad se restringe a casos sencillos de sustitución de un producto por otro. No permite comparar productos con procesos o tecnologías alternativas. Está dirigido principalmente a la pequeña y mediana empresa y al usuario no especializado.

## FACILIDAD DE USO (esfuerzo y formación usuario)

El modelo es fácil de utilizar por parte de usuarios no profesionales y una vez que se dispone de las FDS no requiere un gran esfuerzo.

## LIMITACIONES (acceso a la información, acceso método)

El método se puede descargar libremente de la página Web del BGIA: <http://www.hvbg.de/e/bia/pr/spalte/index.html> . Además, existe una traducción al español publicada por el INSHT en la Nota Técnica de prevención 712<sup>46</sup>.

Al estar basado en las frases R solo sería aplicable a las 7000 sustancias ya clasificadas con frases R, que son las incluidas en el Anexo I del RD 363/1995. Sin embargo, al contener el modelo la descripción de los riesgos asociados a las frases R, podría hacerse una estimación del riesgo si se dispone de otras fuentes de información sobre los peligros que se valoran.

---

<sup>44</sup> Alonso R, Cladrowa S, Rumar K et al. (2004)European Classification and Labelling Inspections of Preparations, including Safety Data Sheets (ECLIPS). Final report. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

<sup>45</sup> <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/esis/>

<sup>46</sup> Nota Técnica de Prevención 712, INSHT. [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_712.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_712.htm)

La principal ventaja de este método es su facilidad de aplicación para usuarios no profesionales y la rapidez en la obtención de un juicio sobre un posible sustituto.

Nivel de riesgo	Toxicidad		Riesgo de incendio y explosión	Exposición potencial	Peligros asociados al proceso	Peligros para el medio ambiente
	Aguda	Crónica				
Muy alto	Muy tóxico (R26, R27, R28)	Carcinógeno de categoría 1 ó 2 (R45, R49)	Explosivo (R2, R3)	Gases	Proceso abierto	Símbolo N y alguna entre R50, R51, R53, R54, R55, R56,
	Puede producir gases muy tóxicos en contacto con ácidos	Mutágeno de categoría 1 ó 2 (R46)	Gas o líquido extremadamente inflamable (R12)	Líquidos con presión de vapor superior a 250 hPa	Posibilidad de contacto directo con la piel	R57, R58 ó R59
		Preparado que contiene mas del 0,1% de sustancias cancerígenas o mutagénicas de las categorías 1 ó 2	Inflamable espontáneamente (R17)	Sólidos que generan polvo	Aplicación en un área muy grande	
				Aerosoles		

Alto	Tóxico (R23, R24, R25)	Tóxico para la reproducción categoría 1 ó 2 (R60, R61)	Fácilmente inflamable (R11)	Líquidos con presión de vapor entre 50 y 250 hPa	
	Muy corrosivo (R35)	Preparado que contiene	Produce gases extremadamente inflamable en contacto con agua		
	Puede producir gases tóxicos en contacto con agua ó ácidos (R29, R31)	sustancias tóxicas para la reproducción de categorías 1 ó 2 en concentraciones superiores al 0,5% (en caso de gases el 0,2%)	(R15)		Comburente (R7, R8, R9)
	Sensibilizante de la piel (R43, vía dérmica)		R1, R4, R5, R6, R14, R16, R18		R19, R30, R44
	Sensibilizante del tracto respiratorio (R42)	Carcinógeno de categoría 3 (R40)			
		Mutágeno de categoría 3			

	Preparado que contiene más de 1% (en caso de gases 0,2%) de sensibilizantes dérmicos o respiratorios	(R68) Bioacumulable (R33)  Preparado que contiene más del 1% de sustancias tóxicas para la reproducción de categoría 3				
Medio	Nocivo (R20, R21, R22)  Se acumula en la leche materna (R64)  Corrosivo (R34, pH <sub>≤</sub> 11,5,	Tóxico para la reproducción categoría 3 (R62, R63)  Preparado que contiene más del 5% (en caso de gases es el 1%) de sustancias tóxicas	Inflamable (punto de inflamación 21-55°C) (R10)	Líquidos con presión de vapor entre 10 y 50 hPa (excepto agua)	Proceso cerrado pero con posibilidad de exposición al llenar, tomar muestras o limpiar	R52, R53 sin símbolo N

	<p>resp. <math>\geq 2</math>)</p> <p>Puede causar lesiones oculares (R41)</p> <p>Asfixiantes simples</p>	<p>para la reproducción de categoría 3</p>			
Bajo	<p>Irritante (R36, R37, R38)</p> <p>Problemas dérmicos al trabajar en ambientes húmedos</p> <p>Daño pulmonar por ingestión (R65)</p>	<p>Sustancia sin frase R sobre toxicidad crónica</p>	<p>Combustible (punto de inflamación entre 55 y 100°C)</p>	<p>Líquidos con presión de vapor entre 2 y 10 hPa</p>	<p>No peligroso para el medio ambiente</p>

	Daña la piel (R66)				
	Somnolencia o vértigo (R67)				
Despreciable	Agentes químicos no peligrosos para la salud	Poco combustible (punto de inflamación superior a 100°C)	Líquidos con presión de vapor inferior a 2 hPa y agua  Sólidos pulverulentos no	Equipo estanco  Equipo cerrado con extracción localizada en los puntos de emisión	



### 3.1.3TURI (Toxics Use Reduction Institute) 5 Chemicals Alternatives Assessment Study) Estudio de Evaluación de Alternativas Químicas.

El Instituto de Reducción en el Uso de Tóxicos de la Universidad de Massachussets Lowell evaluó en 2006 alternativas a varios usos de 5 sustancias químicas<sup>47</sup>. Para ello, desarrolló una metodología propia de evaluación de alternativas, evaluando la viabilidad técnica, la fiabilidad económica y los impactos potenciales en medio ambiente, salud y seguridad.

La evaluación de las alternativas la llevaron a cabo en varias fases:

- Identificar las alternativas
- Cribar alternativas
- Priorizar alternativas para el estudio
- Análisis de alternativas

Se trata por tanto de un método mixto de cribado y matrices de comparación de peligros.

#### Identificar las alternativas

Consiste en la identificación de alternativas existentes o emergentes para cada uno de los usos de las sustancias químicas. Las alternativas pueden incluir sustitutos químicos, sustitutos de materiales, cambios en las operaciones de fabricación, cambios en el diseño del producto o componente y otras soluciones tecnológicas.

Cribar alternativas: Consiste en descartar alternativas químicas que podrían tener un alto riesgo para el medio ambiente o la salud humana. Durante el cribado se descartan las sustancias alternativas:

- Tóxicas, persistentes o bioacumulativas (TPB) utilizando la herramienta PBT Profiler de la Agencia de Medio Ambiente de EE.UU <sup>48</sup> .;

Cancerígenas conocidas o probables para las personas (Grupo A o B de EPA, grupo 1 o 2<sup>a</sup> de IARC);

Que aparecen en la lista de las sustancias más peligrosas de la Ley de Reducción de Uso de Tóxicos de Massachussets (TURA SAB) <sup>49</sup>.

---

<sup>47</sup> TURI, Five Chemicals alternatives assessment study. Toxics Use Reduction Institute, University of Massachusetts, 2006. [http://www.turi.org/library/turi\\_publications/five\\_chemicals\\_study](http://www.turi.org/library/turi_publications/five_chemicals_study)

<sup>48</sup> Office of Pollution Prevention and Toxics (OPPT) U.S. Environmental Protection Agency <http://www.pbtprofiler.net/>

*Priorizar alternativas para el estudio:* El objetivo de esta etapa es seleccionar para un análisis completo un pequeño número de alternativas (6 o menos) que hayan parecido más seguras y con mayor fiabilidad. Se consideran los siguientes criterios a la hora de priorizar las alternativas que se analizan:

- Funcionamiento/rendimiento, incluyendo mantenimiento y durabilidad.
- Disponibilidad.
- Localización de la fabricación.
- Problemas para el medio ambiente y la salud y seguridad de las personas.
- Efecto en el mercado global.
- Clases de alternativas similares
- Coste.
- Valor para diferentes sectores interesados de Massachussets (industria, comercio, administración, ONGs, etc.)

*Análisis de alternativas:* se analizan en una matriz aspectos técnicos, medioambientales, de salud y seguridad para las personas.

Los factores que contemplan, los datos que manejan y los criterios de valoración que se recogen se detallan en la tabla 7.

Para cada parámetro de la alternativa que se estudia se realiza un análisis cualitativo de "mejor que" (+), "similar a" (=) o "peor que" (-) la. Se debe tener en cuenta que esto no son más que indicadores aproximados y que no todos los parámetros tienen la misma importancia. Para determinar la mejor alternativa, los usuarios deben analizar las tablas y los datos en su conjunto y utilizar sus propios criterios (prioridades, valores corporativas, áreas de mayor preocupación) para determinar las alternativas preferidas.

### **FIABILIDAD**

Es un método muy fiable por la gran cantidad de parámetros que analiza y por utilizar fuentes de información de gran fiabilidad: la base de datos HSDB, literatura científica, etc.

### **APLICABILIDAD**

Se utiliza únicamente para evaluar y comparar sustancias.

### **FACILIDAD DE USO (esfuerzo y formación usuario)**

La herramienta no es fácil de utilizar. Requiere conocimientos especializados y bastante dedicación para conseguir toda la información sobre los diferentes parámetros que maneja.

### **LIMITACIONES (acceso a la información, acceso método)**

El estudio que incluye el método se puede descargar de la página Web del TURI libre y gratuitamente: <http://www.turi.org>,

El acceso a la información que requiere es libre aunque requiere conocimientos especializados, ya que es necesario consultar varias bases de datos y literatura científica.

**Tabla 7. Peligros contemplados por el TURI 5 Chemicals Alternatives Study**



**ANÁLISIS**  
**MEDIOAMBIENTAL**

Parámetro medioambiental	Medida	Nivel de interés	Fuentes de información
Persistencia/Biodegradabilidad	Días (half life)	Alto: >180 días Medio: >60 y <180 días Bajo: <60 días	HSDB Banco de datos sobre sustancias peligrosas PBT Profiler
Bioacumulación	Log Kow BCF	Alto: BCF>5000 Medio: BCF entre 1000 y 5000 Bajo: BCF<1000	HSDB Banco de datos sobre sustancias peligrosas PBT Profiler
Toxicidad acuática aguda	LC50 pez 96 h. LC50 dafnida 48h. EC50 alga 72 o 96h.	Alto: Valor<1 mg/L Medio: Valor entre 1 y 100 mg/L Bajo: Valor>100mg/L	HSDB Banco de datos sobre sustancias peligrosas
Toxicidad acuática crónica	ChV pez 30 días	Alto: Valor<0,1 mg/L	HSDB Banco de datos sobre sustancias

	ChV dafnida o EC50 16 días  ChV algas	Medio: Valor entre 0,1 y 10 mg/L  Bajo: Valor >10 mg/L	peligrosas  PBT Profiler
Calidad del agua	microgramos/L	Depende de sust. Química y fuente de agua	HSDB Banco de datos sobre sustancias peligrosas  Criterios calidad aguas EPA
Contaminantes peligrosos del aire	Sí/No	Depende de sustancia química	Niveles de emisión nacionales de contaminantes  peligrosos del aire
Afinidad con agua	Solubilidad en agua (mg/L)	NA proporciona información de la capacidad de la sustancia química para transportarse en agua	HSDB Banco de datos sobre sustancias peligrosas  PBT Profiler  MSDS
Afinidad con suelo	Kd (coef.de sorción en suelo)	NA proporciona indicación de la capacidad de la sustancia química para enlazar con la matriz del suelo	HSDB Banco de datos sobre sustancias peligrosas  PBT Profiler

			MSDS
Afinidad con sedimentos	Koc (coef. Reparto carbono orgánico)	NA proporciona indicación de la capacidad de la sustancia química para enlazarse con sedimentos	HSDB Banco de datos sobre sustancias peligrosas PBT Profiler MSDS
Afinidad con lípidos	Kow (coef. Reparto octanol-agua)	NA proporciona indicación de la capacidad de la sustancia química para ser adsorbido por porciones grasas	HSDB Banco de datos sobre sustancias peligrosas MSDS
Productos de degradación		La literatura indica el efecto potencial en medio ambiente o la salud humana debido a la exposición a productos de degradación	Literatura científica revisada
Biodiversidad	Especies afectada en peligro	La literatura indica el daño potencial a especies susceptibles de la región	Literatura científica revisada
Sustancias químicas reductoras de ozono	CFC, HCFC, halones, etc	Incluido en la lista como un ODC de clase 1 o clase 2	Asociación meteorológica Mundial

Gases de efecto invernadero	Potencial de calentamiento global (GWP) de la sustancia química comparada con la de CO <sub>2</sub>	GWP>1	Valores de informes de análisis  IPCC
-----------------------------	---	-------	---



**ANÁLISIS DE SALUD Y SEGURIDAD HUMANA**

Parámetro medioambiental	Medida	Nivel de interés	Fuentes de información
Concentración/Dosis letal	LC50 Inhalación (ppm) LD50 oral (mg/Kg) LD50 dérmico (mg/Kg)	Más bajo que la sustancia química de interés	HSDB RTECS
Peligro inmediato para la vida o la salud	ppm (vapor o gas) mg/m3 (partículas)	Más bajo que la sustancia química de interés	NIOSH
Límite de exposición del trabajador	Límite de exposición permitido (PEL) (ppm ó mg/m3) Límite de exposición recomendado (REL) (ppm ó mg/m3) Valor límite umbral (TLV) (ppm ó mg/m3)	Usar el más bajo de los 3	NIOSH ACGIH

Irritación	Dérmica Ocular Respiratoria	Evidencia positiva	HSDB NIOSH MSDS
Metabolitos*	Metabolitos de interés	La literatura indica el efecto potencial en el medio ambiente o la salud humana debido a la exposición al metabolito	Literatura científica revisada
Dosis de referencia	mg/Kg/día	Más bajo que la sustancia química de interés	HSDB IRIS
Cancerogenicidad	US EPA - Grupo A, B1, B2, C, D, E IARC - Grupo 1, 2A, 2B, 3, 4	Alto: EPA A, B1, B2/ IARC 1, 2A Medio: EPA C/ IARC 2B Bajo: EPA D, E/ IARC 3, 4	EPA IARC
Sensibilización de la piel	Sí/No	Evidencia positiva	Sax HSDB MSDS

Mutagenicidad	Sí/No	En la lista de frases R (R46 o R68)	ESIS Proposición 65CA RTECS
Trastorno endocrino	Alguna indicación	Evidencia positiva en la literatura revisada	Literatura científica revisada
Toxicidad para reproducción	Sí/No	En la lista de frases R (R60 o R61)	ESIS Proposición 65CA RTECS
Órganos diana	Identificación de órganos diana	Evidencia positiva	HSDB NIOSH MSDS
Corrosividad	Escala pH	pH<2 pH>12	NFPA HMIS MSDS
Reactividad	0, 1, 2, 3, 4	2, 3 ó 4	NFPA HMIS

			MSDS
Punto de ignición (Inflamabilidad)	°C	<38°C	MSDS NIOSH
Presión de vapor	mm Hg a 25°C	Mayor que la sustancia química de interés	HSDB NIOSH PBT Profiler MSDS
Absorción dérmica	Sí/No		HSDB NIOSH MSDS

### 3.1.4 COSHH Essentials

COSHH Essentials es una metodología de evaluación de riesgos desarrollada por el Health and Safety Executive del Reino Unido para ayudar a las empresas a cumplir las normativa sobre control de sustancias peligrosas (COSHH)<sup>50</sup>. Se utiliza principalmente para determinar la medida de control más apropiada para la tarea que está siendo valorada y no específicamente para determinar el nivel existente de riesgo. Sin embargo, puede utilizarse para comparar alternativas, al poder determinar los niveles de riesgos de diferentes sustancias o productos.

El método establece 4 niveles de riesgo en función de las siguientes variables:

- a) El peligro intrínseco de la sustancia.
- b) Su potencial de exposición ambiental.
- c) La cantidad de sustancia utilizada.

El peligro intrínseco de las sustancias se clasifica en 5 categorías (A, B, C, D y E), de acuerdo con las frases R que deben aparecer en la etiqueta del producto y en su correspondiente ficha de seguridad (Tabla 8).

**Tabla 8. Peligros contemplados por el método COSHH-Essentials**

A	B	C	D	E
R36	R20	R23	R26	Mutagénico categoría 3, R40
R36/38	R20/21	R23/24	R26/27	R42
R38	R20/21/22	R23/24/25	R26/27/28	R42/43
	R20/22	R23/25	R26/28	R45
R65	R21	R24	R27	R46
R67	R21/22	R24/25	R27/28	R49
Todas las sustancias no asignadas	R22	R25	R28	Mutagénico categoría 3, R68
		R34	Cancerígeno categoría 3,	

<sup>50</sup> <http://www.coshh-essentials.org.uk/>

por			R40	
frases R correspon den		R35	R48/23	
a los grupos B hasta E		R36/37	R48/23/24	
		R36/37/38	R48/23/24/25	
		R37	R48/23/25	
		R37/38	R48/24	
		R41	R48/24/25	
		R43	R48/25	
		R48/20	R60	
		R48/20/21	R61	
		R48/20/21/22	R62	
		R48/20/22	R63	
		R48/21	R64	
		R48/21/22		
		R48/22		

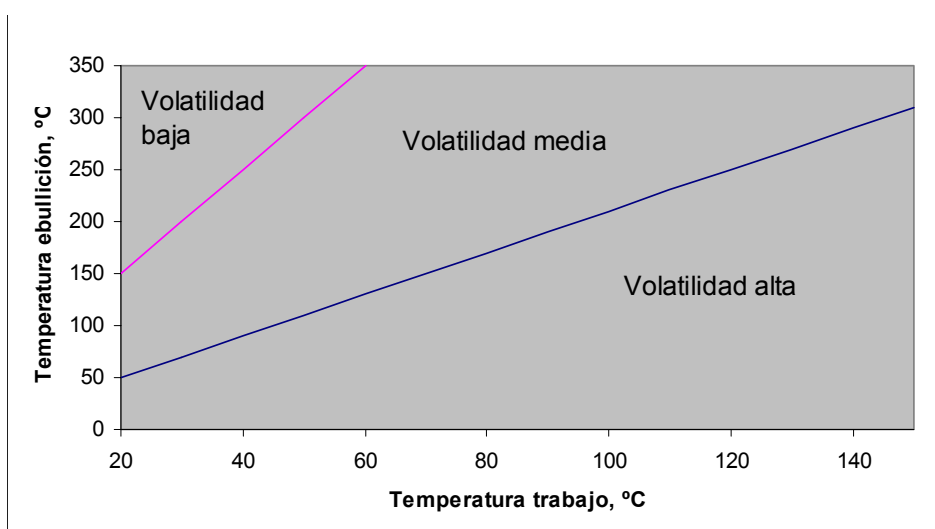
Además, algunas sustancias pueden plantear riesgos debido al contacto con la piel o mucosas externas. Son las sustancias que les han sido designadas las frases R de la tabla 9:

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

R23/24/25	R36	R48/20/21	
R24/25	R36/37	R48/20/21/22	
	R36/38	R48/21/22	
	R36/37/38		

El potencial de exposición se clasifica en función de la volatilidad de los líquidos y tendencia a formar polvo en caso de sólidos (Tabla 10).

**Tabla 10. Potencial de exposición de líquidos según método COSHH Essentials**



**Tabla 11. Potencial de exposición de sólidos según método COSHH Essentials**

Baja	Media	Alta
<p>Sustancias en forma de bolas que no tienden a romperse.</p> <p>No se observa producción de polvo durante su uso.</p>	<p>Sólidos granulares o cristalinos.</p> <p>Cuando se usan, se observa una producción de polvo que se deposita rápidamente y se puede ver en las superficies adyacentes.</p>	<p>Polvos: Finos y de baja densidad.</p> <p>Cuando se usan, se observan nubes de polvo que permaneces en el aire durante varios minutos.</p>



La cantidad de sustancia usada se clasifica como pequeña, media o alta como se indica en la tabla 12.

Cantidad de sustancia	Cantidad utilizada por operación
Pequeña	Gramos o mililitros
Media	Kilogramos o litros
Grande	Toneladas o metros cúbicos

Usando estos 3 aspectos de información, la Tabla 13 indica el nivel previsible de riesgo de acuerdo con la categoría del peligro, la tendencia para pasar al medio ambiente y la cantidad de sustancia utilizada.

**Tabla 13. Niveles de riesgo COSHH Essentials**

<b>Nivel de peligro A</b>				
	<b>Volatilidad/Generación de polvo</b>			
<b>Cantidad usada</b>	<i>Volatilidad o generación de polvo alta</i>	<i>Volatilidad media</i>	<i>Generación de polvo media</i>	<i>Alta volatilidad o generación de polvo</i>
<i>Pequeña</i>	1	1	1	1
<i>Media</i>	1	1	1	2
<i>Grande</i>	1	1	2	2
<b>Nivel de peligro B</b>				
	<b>Volatilidad/Generación de polvo</b>			
<i>Pequeña</i>	1	1	1	1
<i>Media</i>	1	2	2	2
<i>Grande</i>	1	2	3	3
<b>Nivel de peligro C</b>				
	<b>Volatilidad/Generación de polvo</b>			
<i>Pequeña</i>	1	2	1	2
<i>Media</i>	2	3	3	3
<i>Grande</i>	2	4	4	4
<b>Nivel de peligro D</b>				
	<b>Volatilidad/Generación de polvo</b>			
<i>Pequeña</i>	2	3	2	3
<i>Media</i>	3	4	4	4
<i>Alta</i>	3	4	4	4
<b>Nivel de peligro E</b>				
En todas las situaciones con sustancias de este nivel de peligro, el nivel de riesgo es 4				

## **FIABILIDAD**

La fiabilidad no es muy alta al utilizar como fuente de información las Fichas de Datos de Seguridad. Por ello, es conveniente revisar las frases R asignadas a las sustancias y productos a través de otras fuentes, como la base de datos ESIS (European Chemical Substances Information System)<sup>51</sup> de la Comisión Europea.

## **APLICABILIDAD**

Su aplicabilidad se restringe a casos sencillos de sustitución de un producto por otro. No permite comparar productos con procesos o tecnologías alternativas. Está dirigido principalmente a la pequeña y mediana empresa y al usuario no especializado.

## **FACILIDAD DE USO (esfuerzo y formación usuario)**

El modelo es fácil de utilizar por parte de usuarios no profesionales y una vez que se dispone de las FDS no requiere un gran esfuerzo.

## **LIMITACIONES (acceso a la información, acceso método)**

El método completo se puede obtener previo pago a través del HSE del Reino Unido y se puede acceder gratuitamente a una aplicación Web del método: <http://www.coshh-essentials.org.uk/>.

Una versión resumida, de utilidad para hacer una comparación preliminar de alternativas, se ha publicado en la guía práctica de evaluación de riesgos de la Comisión Europea<sup>52</sup>

Al estar basado en las frases R solo sería aplicable a las 7000 sustancias ya clasificadas con frases R, que son las incluidas en el Anexo I del RD 363/1995. Sin embargo, al contener el modelo la descripción de los riesgos asociados a las frases R, podría hacerse una estimación del riesgo si se dispone de otras fuentes de información sobre los peligros que se valoran.

Al igual que el modelo de columnas, la principal ventaja de este método es su facilidad de aplicación para usuarios no profesionales y la rapidez en la obtención de un juicio sobre un posible sustituto.

---

<sup>51</sup> <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/esis/>

<sup>52</sup> Practical Guidelines of a non-binding nature on the protection of the health and safety of workers from the risks related to chemical agents at work. European Commission, Luxemburg, 2006.

## 3.2 Métodos de cribado

### 3.2.1. The Green Screen

El método de cribado Green Screen<sup>53</sup> ha sido desarrollado por la consultora Clean Production Action (CPA). Está diseñado para facilitar a empresas, gobiernos y personas interesadas la toma de decisiones sobre los riesgos para la salud y el medio ambiente de las sustancias químicas.

Green Screen define 4 categorías de sustancias químicas:

Categoría 1: Evitar – Sustancia química de gran preocupación.

Categoría 2: Usar pero buscar sustitutos más seguros.

Categoría 3: Usar pero aún hay oportunidad de mejora.

Categoría 4: Sustancia química segura.

Cada categoría incluye un conjunto de criterios que una sustancia química, junto con sus productos de degradación y sus metabolitos debe superar.

Para que una sustancia avance de la categoría 1 a la categoría 2, debe pasar todos los criterios especificados en la categoría 1. De forma similar para avanzar de la categoría 2 a la 3 y de la categoría 3 a la 4, se debe superar todos los criterios pertenecientes a cada categoría. Los criterios serán progresivamente más exigentes con el medio ambiente y la salud y seguridad para las personas. Los criterios de la categoría 4 representan las sustancias químicas segura.

Las sustancias alternativas se comparan en función de la categoría en la que se clasifiquen.

---

<sup>53</sup> Rossi M, Heini L. Green Screen for Safer Chemicals: Evaluating Flame Retardants for TV Enclosures Clean Production Action (CPA), 2007.  
<http://cleanproduction.org/library/Green%20Screen%20Report.pdf>

#### Categoría 4

Biodegradable (baja P)+ baja B + baja toxicidad humana + baja ecotoxicidad

**Sustancia Segura**



#### Categoría 3

- a. P moderada o B moderada
- b. Ecotoxicidad moderada
- c. Toxicidad humana moderada
- d. Inflamabilidad o explosividad moderada

**Usar pero aún hay oportunidad de mejora**



#### Categoría 2

- a. P moderada+B moderada+T moderada
- b. P alta+B alta
- c. (P alta+T moderada) o (B alta+T moderada)
- d. Toxicidad humana moderada para efecto prioritario o alta toxicidad humana
- e. Alta inflamabilidad o alta explosividad

**Usar pero buscar alternativas más seguras**



#### Categoría 1

- a. PBT: P alta+B alta+ T alta
- b. vPvB: P muy alta+ B muy alta
- c. vPT (P muy alta+alta T) o vBT (B muy alta+ T alta)
- d. Alta toxicidad humana para cualquier efecto prioritario

**Evitar. Sustancia química de gran preocupación**

Abreviaturas: B=Bioacumulación; P=Persistencia; T=Toxicidad para personas o ecotoxicidad; vB=muy bioacumulable; vP=muy persistente.

Efectos prioritarios = Cancerígeno, mutagenicidad, toxicidad reproducción o en desarrollo, fallo endocrino o neurotoxicidad.

Green Screen evalúa las sustancias basándose en sus peligros intrínsecos, que se definen por su potencial para causar efectos adversos agudos o crónicos en personas o en la naturaleza, destino en el medio ambiente, y ciertas propiedades físicas y químicas de interés para la salud humana. La tabla 14 recoge los peligros y criterios de valoración contemplados por el método.

### **FIABILIDAD**

Es un método muy fiable por la gran cantidad de parámetros que analiza y por utilizar fuentes de información de gran fiabilidad: Hazardous Substances Data Bank (HSDB), Integrated Risk Information System (IRIS), International Uniform Chemical Information Database (IUCLID), High Production Volume International System (HPVIS), Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Screening Information Dataset (SIDS).

### **APLICABILIDAD**

Se utiliza únicamente para evaluar y comparar sustancias.

### **FACILIDAD DE USO (esfuerzo y formación usuario)**

La herramienta requiere conocimientos especializados y bastante dedicación para conseguir toda la información sobre los diferentes parámetros que maneja.

### **LIMITACIONES (acceso a la información, acceso método)**

El estudio que incluye el método se puede descargar de la página Web del CPA libre y gratuitamente: <http://www.cleanproduction.org>

El acceso a la información que requiere es libre aunque requiere conocimientos especializados, ya que es necesario consultar varias bases de datos y literatura científica.

**Tabla 14. Peligros y criterios de valoración contemplados por Green Sreen**

Peligro	Muy alto	Alto	Moderado	Bajo
<b>Destino ambiental</b>				
Persistencia (período de semivida)	Suelo o sedimento > 180 días  Agua > 60 días	Suelo o sedimento > 60 hasta 180 días  Agua > 40 días hasta 60 días  Potencial para transporte medioambiental de amplio recorrido	Suelo o sedimento > 30 días hasta 60 días  Agua > 7 días hasta 40 días	Suelo o sedimento < 30 días  Agua < 7 días  Biodegradabilidad rápida
Bioacumulación	BCF/BAF > 5000  log Kow > 5	BCF/BAF > 1000 hasta 5000  log Kow > 4.5 hasta 5  Las evidencias muestran bioacumulación en personas y naturaleza	BCF/BAF > 500 hasta 1000  log Kow > 4 hasta 4.5  Evidencia indicativa de bioacumulación en personas y naturaleza	BCF/BAF < 500  log Kow < 4
<b>Ecotoxicidad</b>				
Toxicidad aguda en agua		LC50/EC50/IC50 < 1mg/L	LC50/EC50/IC50	LC50/EC50/IC50 > 100

		entre 1 y 100 mg/L	mg/L
	GHS categoría 1	GHS categoría 2 ó 3	
Toxicidad crónica en agua	NOEC<0,1 mg/L GHS categoría 1	NOEC entre 0,1 y 10 mg/L GHS categoría 2, 3 ó 4	NOEC>10mg/L
<b>Salud humana</b>			
Cancerogenicidad	Evidencia de efectos adversos en humanos Evidencias muestran potencial para efectos adversos en humanos NTP conocido o razonablemente anticipado para ser un cancerígeno humano Cnacerígeno OSHA Conocido o probable según US EPA	Estudios indicativos en animales Clases de químicos conocidas que producen toxicidad Evidencia indicativa según US EPA IARC grupo 2B Categoría UE 3 Categoría GHS 2	No hay base para identificación de interés IARC grupo 3 ó 4

		<p>IARC grupo 1 ó 2A</p> <p>Categoría UE 1 ó 2</p> <p>Categoría GHS 1A ó 1B</p>		
	Mutagenicidad/Genotoxicidad	<p>Evidencia de efectos adversos en humanos</p> <p>Evidencias muestran potencial para efectos adversos en humanos</p> <p>Categoría UE 1 ó 2</p> <p>Categoría GHS 1A ó 1B</p>	<p>Estudios indicativos en animales</p> <p>Clases de químicos conocidas que producen toxicidad</p> <p>Categoría UE 3</p> <p>Categoría GHS 2</p>	<p>No hay base para identificación</p> <p>de interés</p>
	Toxicidad para reproducción	<p>Evidencia de efectos adversos en humanos</p> <p>Evidencias muestran potencial para efectos adversos en humanos</p> <p>Centro NTP para la evaluación de riesgos para la reproducción humana</p>	<p>Estudios indicativos en animales</p> <p>Clases de químicos conocidas que producen toxicidad</p> <p>Categoría UE 3</p> <p>Categoría GHS 2</p>	<p>No hay base para identificación</p> <p>de interés</p>



		Categoría UE 1 ó 2		
		Categoría GHS 1A ó 1B		
		Evidencia de efectos adversos en humanos	Estudios indicativos en animales	No hay base para identificación
		Evidencias muestran potencial para efectos adversos en humanos	Clases de químicos conocidas que producen toxicidad	de interés
	Toxicidad para desarrollo	Centro NTP para la evaluación de riesgos para la reproducción humana		
		Evidencia de efectos adversos en humanos	Estudios indicativos en animales	No hay base para identificación
		Evidencias muestran potencial para efectos adversos en humanos	Clases de químicos conocidas que producen toxicidad	de interés
	Fallo endocrino		Lista borrador UE categoría 1 ó 2	
			Lista japonesa	
		Evidencia de efectos adversos en	Estudios indicativos	No hay base para

Neurotoxicidad	humanos  Evidencias muestran potencial para efectos adversos en humanos	en animales  Clases de químicos conocidas que producen toxicidad	identificación  de interés
Toxicidad aguda  (oral, dérmica o inhalación)	<p>LD50&lt;50mg/Kg peso (oral)</p> <p>LD50&lt;200mg/Kg peso (dérmica)</p> <p>LC50&lt;500 ppm (gas)</p> <p>LC50&lt;2.0mg/L (vapor)</p> <p>LC50&lt;0,5mg/L (polvo)</p> <p>En la lista de sustancias extremadamente peligrosas de US EPA</p> <p>GHS categoría 1 ó 2</p>	<p>LD50 50-2000mg/Kg peso (oral)</p> <p>LD50 200-2000 mg/Kg peso (dérmica)</p> <p>LC50 500-5000 ppm (gas)</p> <p>LC50 2-20 mg/L (vapor)</p> <p>LC50 0,5-5 mg/L (polvo)</p> <p>Categoría GHS 3 ó 4</p>	<p>No hay base para identificación</p> <p>de interés</p>

<p>Corrosión/ Irritación de piel u ojos</p>	<p>Evidencia de efectos irreversibles en humanos</p> <p>Evidencias muestran potencial para efectos adversos en estudio de animales</p> <p>Categoría GHS 1 (piel u ojo)</p>	<p>Evidencia de efectos reversibles en humanos o animales</p> <p>Categoría GHS 2 ó 3 (piel)</p> <p>Categoría GHS 2A ó 2B (ojo)</p>	<p>No hay base para identificación de interés</p>
<p>Sensibilización de la piel o el sistema respiratorio</p>	<p>Evidencia de efectos adversos en humanos</p> <p>Evidencias muestran potencial para efectos adversos en humanos</p> <p>Categoría GHS 1 (piel o respiratorio)</p>	<p>Estudios indicativos en animales</p> <p>Clases de químicos conocidas que producen toxicidad</p>	<p>No hay base para identificación de interés</p>
<p>Efectos en sistema inmunológico</p>	<p>Evidencia de efectos adversos en humanos</p> <p>Evidencias muestran potencial para efectos adversos en humanos</p>	<p>Estudios indicativos en animales</p> <p>Clases de químicos conocidas que producen toxicidad</p>	<p>No hay base para identificación de interés</p>

Toxicidad sistemática/ Efectos en órganos	<p>Evidencia de efectos adversos en humanos</p> <p>Evidencias muestran potencial para efectos adversos en humanos</p> <p>Categoría GHS 1 (órganos/toxicidad sistemática)</p> <p>después de exposición simple o repetida)</p>	<p>Estudios indicativos en animales</p> <p>Clases de químicos conocidas que producen toxicidad</p> <p>Categoría GHS 2 ó 3 en exposición simple</p> <p>Categoría 2 en exposiciones repetidas</p>	<p>No hay base para identificación</p> <p>de interés</p>
<b>Propiedades físico/químicas</b>			
Explosividad	<p>Categoría GHS Explosivos inestables o divisiones</p> <p>1,1, 1,2 ó 1,3</p>	<p>Categoría GHS: Divisiones 1,4 ó 1,5</p>	<p>No hay base para identificación</p> <p>de interés</p>
Inflamabilidad	<p>Categoría GHS 1 - Gases inflamables</p> <p>Categoría GHS 1 - Aerosoles inflamables</p>	<p>Categoría GHS 2 - Gases inflamables</p> <p>Categoría GHS 2 - Aerosoles inflamables</p>	<p>No hay base para identificación</p> <p>de interés</p>

		Categoría GHS 1 ó 2 - Líquidos inflamables	Categoría GHS 3 ó 4 - Líquidos inflamables	
--	--	--	--	--

### 3.2.2. Quick Scan

Quick Scan<sup>54</sup> es un método de cribado de sustancias químicas desarrollado por el Ministerio de la Vivienda, Planificación Territorial y Medio Ambiente de Holanda, como parte de su política de sustitución de las sustancias y preparados de elevada peligrosidad.

Quick Scan establece medidas a adoptar para cada sustancia en función de su peligrosidad intrínseca y potencial de exposición (determinado por la forma de utilización de las sustancias).

El método se desarrolla en las siguientes etapas:

1. Elaboración de un perfil de peligros de cada sustancia y clasificación de las sustancias en categorías de peligro .

Las propiedades peligrosas que contempla y su clasificación aparecen en la tabla 1.

Los criterios para clasificar las propiedades de persistencia (P), bioacumulación (B) y toxicidad para el medio ambiente (T), también llamado perfil PBT, están basados en criterios acordados por estructuras internacionales para la clasificación de sustancias peligrosas. Las propiedades peligrosas que son especialmente importantes para evaluar los efectos negativos en las personas incluyen toxicidad para personas o efectos en la salud humana (He), cancerogenicidad (C), mutagenicidad (M), reprotoxicidad (R) y trastorno hormonal (Ho). Estas propiedades representan el encabezamiento de un grupo de propiedades más específicas más amplio. Los límites de clases de peligro y criterios para las propiedades nombradas como P, B, T, He, C, M, R y Ho están basados, cuando es posible, en acuerdos internacionales.

**Tabla 15. Peligros contemplados por el método Quick Scan.**

---

<sup>54</sup> Implementation Strategy on Management of Substances, Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, Progress report December 2001. <http://www2.vrom.nl/docs/internationaal/VR1%20-%20Engels.pdf>

Propiedad	Nivel peligro	Criterios	Cribado
Persistencia  P	P1  P2  P3  P4	No intrínsecamente biodegradable una degradación biótica no rápida  Biodegradable intrínsecamente: lento  Biodegradable intrínsecamente: incompleta  Fácilmente biodegradable o de otra manera rápidamente degradable	
Bioacumulación  B	B1a  B1b  B2  B3  B4	BCF $\geq$ 5000  BCF $\geq$ 2000  BCF $\geq$ 500  BCF $\geq$ 100  BCF<100	Log Kow $\geq$ 5    Log Kow $\geq$ 4  Log Kow $\geq$ 3  Log Kow<3
(Eco)toxicidad	T1  T2  T3  T4	NOEC>0,01 mg/L  NOEC $\leq$ 0,01 mg/L  NOEC $\leq$ 1 mg/L  NOEC>1 mg/L	LC50 $\leq$ 0,01 mg/L  LC50 $\leq$ 1 mg/L  LC50 $\leq$ 10 mg/L  LC50>10 mg/L
Propiedad	Nivel peligro	Criterios	
Toxicidad para humanos  He	G1          G2	<p>Tóxico: peligro de daño serio en salud por exposición prolongada  (R48/23, R48/24, R48/25)</p> <p>Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy serios mediante inhalación  (R26, R39/26), en contacto con piel (R27, R39/27) o si se traga (R28, R39/28)</p> <p>Tóxico, o peligro de efectos irreversibles muy serios mediante inhalación  (R23, R39/23), en contacto con piel (R24, R39/24) o si se traga (R25, R39/25)</p> <p>Puede causar sensibilización por contacto con piel (R43)</p> <p>Puede causar sensibilización mediante inhalación (R42)</p> <p>Causa (graves) quemaduras (R34, R35)</p> <p>Contacto con agua o ácidos libera gases (muy) tóxicos (R29, R31, R32)</p>	

	G3	Vapores pueden causar adormilamiento o mareo (R67)  Nocivo: peligro de daños serios para salud por exposición prolongada  (R48/20, R48/21, R48/22)  Nocivo, o posible riesgo de efectos irreversibles mediante inhalación (R20, R68/20), en contacto con piel (R21, R68/21) o si se traga (R22, R68/22)  Riesgo de daño serio para ojos (R41)  Nocivo: puede causar daño pulmonar si se traga (R65)
	G4	Irritante para ojos (R36), sistema respiratorio (R37) o piel (R38)  Exposición repetida puede causar sequedad o agrietamiento de piel (R66)  Sin clasificar
Cancerogenicidad  C	C1	Puede causar cáncer (R45, R49; categoría 1 y 2)
	C2	Evidencia limitada de efecto cancerígeno (R40, categoría 3)
	C4	Sin clasificar
Mutagenicidad  M	M1	Puede causar daño genético heredable (R46)  Evidencia limitada de efecto cancerígeno (R40)
	M4	Sin clasificar
Reprotoxicidad  R	R1	Puede deteriorar la fertilidad (R60)  Puede causar daño en el feto (R61)
	R2	Posible riesgo de fertilidad debilitada (R62)
	R3	Posible riesgo de daño en el feto (R63)  Puede causar daños en bebés lactantes
	R4	Sin clasificar
Fallo hormonal  Ho	H2	PM
	H4	Sin clasificar



2. Clasificación de las sustancias en niveles de preocupación (muy alta, alta, preocupantes, bajo, sin disponibilidad de datos=muy alta)

Los criterios para clasificar el nivel de preocupación de las sustancias se basan en el Convenio de de Estocolmo sobre Compuestos Orgánicos Persistentes, la estrategia interna europea para sustancias PBT y muy persistentes y bioacumulativas y la normativa europea sobre la clasificación y etiquetado de sustancias (frases R).

Las siguientes tablas incluyen la clasificación de los distintos peligros en niveles de preocupación. PMA: preocupación muy alta, PA: preocupación alta, PM: preocupación media, PB: preocupación baja.

**Tabla 16. Niveles de preocupación en función de la combinación de propiedades PBT**

Clase de peligro	Clase de peligro	T1	T2	T3	T4
P1	B1a	PMA	PMA	PMA	PMA
	B1b	PMA	PMA	PA	PM
	B2	PA	PA	PM	PB
	B3	PA	PM	PM	PB
	B4	PA	PM	PM	PB
P2	B1	PA	PA	PM	PM
	B2	PA	PA	PM	PB
	B3	PM	PM	PM	PB
	B4	PM	PM	PM	PB
P3	B1	PA	PM	PM	PB
	B2	PM	PM	PM	PB
	B3	PM	PM	PM	PB
	B4	PM	PM	PM	PB
P4	B1	PA	PM	PM	PB
	B2	PM	PM	PM	PB

	B3	PM	PM	PM	PB
	B4	PM	PM	PB	PB

**Tabla 17. Niveles de preocupación en función de la combinación de propiedades peligrosas para la salud humana.**

Clase de peligro	Clase de peligro	Categoría de preocupación
G	G1	PMA
	G2	PA
	G3	PM
	G4	PB
C	C1	PMA
	C2	PA
	C4	PB
M	M1	PMA
	M4	PB
R	R1	PMA
	R2	PA
	R4	PB
H	H1	PA
	H4	PB

3. Determinar el potencial de exposición en función del tipo de uso (sustancias intermedias utilizadas en lugares cerrados, aplicaciones industriales, uso por parte de consumidores, uso profesional).

4. Establecer las medidas a adoptar en función del nivel de preocupación y potencial de exposición, según los criterios que aparecen en la tabla 18.

Tabla 18. Medidas a adoptar según el nivel de preocupación que suscitan las sustancias.

	Sustancias intermedias en lugares cerrados	Sustancias en aplicaciones industriales	Sustancias en aplicaciones de consumidor	Uso profesional abierto de sustancias
Sustancias en categoría de preocupación	¿Sustancia aceptable?	¿Sustancia aceptable?	¿Sustancia aceptable?	¿Sustancia aceptable?
Preocupación muy alta	No, a menos que	No, a menos que	No	No
Preocupación alta	Sí, proporcionando	Sí, proporcionando	No, a menos que	No, a menos que
Preocupación media	Sí, proporcionando	Sí, proporcionando	Sí, proporcionando	No, a menos que
Preocupación baja	Sí	Sí	Sí	Sí, proporcionando
Sin datos (PMA)	No, a menos que	No, a menos que	No, a menos que	No, a menos que

Es un método fiable por la gran cantidad de parámetros que analiza. La fuente de información que utiliza son las frases R de la normativa de clasificación y etiquetado de sustancias químicas e la Unión Europea.

#### **APLICABILIDAD**

Se utiliza únicamente para evaluar y comparar sustancias.

#### **FACILIDAD DE USO (esfuerzo y formación usuario)**

La herramienta requiere conocimientos especializados y bastante dedicación para conseguir toda la información sobre los diferentes parámetros que maneja.

#### **LIMITACIONES (acceso a la información, acceso método)**

El documento que incluye el método se puede descargar de la página Web del Ministerio de Medio Ambiente de Holanda libre y gratuitamente:  
<http://www2.vrom.nl/docs/internationaal/VR1%20-%20Engels.pdf>

El acceso a la información que requiere es libre aunque requiere conocimientos especializados, ya que es necesario consultar varias bases de datos.

### 3.3 Comparación de los distintos métodos de evaluación de alternativas

A continuación se muestran dos matrices de comparación de los diferentes métodos.

En la primera matriz aparecen los diferentes factores y valores utilizados en cada método tanto de cribado como de aquellos que muestran datos sobre peligrosidad.

En ella se puede apreciar que hay factores que aparecen reflejados en todos los métodos dada su importancia para la salud de los trabajadores, la salud pública y el medio ambiente. Entre estos factores podemos encontrar efectos agudos como la irritación, efectos crónicos como la cancerogenicidad, mutagenicidad o efectos sobre la fertilidad; o el calor como peligro físico.

En la segunda matriz se compara la fiabilidad, accesibilidad, facilidad de uso y limitaciones de los métodos estudiados.

Cada uno de los métodos tiene sus ventajas e inconvenientes. Por ejemplo, si queremos realizar un estudio a fondo sobre la sustancia a sustituir y sus alternativas deberíamos escoger el método P2OASys o TURI, ya que son los 2 métodos que más factores contemplan y hay que buscar en extensas bases de datos la información que necesitamos. Todo ello implica un mayor tiempo de estudio.

Un método muy sencillo y rápido es el de columnas, ya que en realidad es tan sólo una comparación de la sustancia a sustituir y sus alternativas, basándonos en la información de las frases R de sus Fichas de Datos de Seguridad (FDS) y nos sirve para hacernos una idea de que sustancia analizada nos resulta más ventajosa y segura, y menos peligrosa.

El método COSHH Essentials es también muy rápido y se necesitan pocos datos para catalogar una sustancia dentro de un nivel de peligrosidad ya que tan sólo se necesita frases R, su potencial de exposición (volatilidad en caso de líquidos y generación de polvo en sólidos) y la cantidad de sustancia empleada. Sin embargo no aparecen reflejada información muy importante que sí aparece en el Modelo de Columnas, como puede ser peligros para la vida acuática o la

bioacumulación, además de peligros físicos (inflamabilidad y explosividad).

Los dos métodos de cribado estudiados contemplan prácticamente los mismos factores y valores, pero el método de Green Screen es más completo y analiza más factores que Quick Scan (principalmente peligros químicos), aunque éste segundo método es también más fácil y rápido de utilizar. El objetivo de ambos métodos de cribado es situar a nuestro agente químico peligroso y sus posibles alternativas en una determinada categoría y escoger aquella que se encuentre dentro de la categoría más segura para la salud y el medio ambiente.



**Tabla 19. Peligros contemplados en varios métodos de evaluación de alternativa.**

	<b>P2OASys</b>	<b>Columnas</b>	<b>TURI</b>	<b>COSHH</b>	<b>Green Screen</b>	<b>Quick Scan</b>
<b>Efectos agudos en humanos</b>						
Inhalación	X	X	X	X		
PEL/TLV (Polvo, partículas)	X	X	X	X		
Irritación respiratoria	X	X	X	X	X	X
Irritación dérmica	X	X	X	X	X	X
Irritación ocular	X	X	X	X	X	X
LD50 Oral	X	X	X	X	X	X
LD50 Dérmico	X	X	X	X	X	X
Absorción en piel	X	X	X	X	X	X
Somnolencia y vértigo		X		X		X
<b>Efectos crónicos en humanos</b>						
Cancerígeno	X	X	X	X	X	X
Mutagénico	X	X	X	X	X	X



Neurotoxicidad	X				X	
Riesgo para fertilidad	X	X	X	X	X	X
Riesgo efectos adversos en feto	X	X	X	X	X	X
Perjudica niños lactantes		X		X		X
Trastorno endocrino			X		X	X
Sequedad y agrietamiento piel		X		X		X
Afección respiratoria	X	X	X	X	X	X
Otros efectos crónicos	X	X	X	X	X	X
<b>Peligros físicos</b>						
Calor	X	X	X	X	X	X
Generación de ruido	X					
Vibración	X					
Proceso abierto		X				
Peligro ergonómico	X					
Peligro psicosociológico	X					
<b>Peligros acuáticos</b>						

Criterios calidad agua (HWQC)	X	X	X		X	
LC50 Acuático	X	X	X		X	X
NOAEC en peces	X	X	X		X	X
EC50 en plantas	X	X	X		X	
<b>Bioacumulación</b>						
Persistencia	X	X	X		X	X
Bioconcentración	X	X	X		X	X
Solubilidad en lípidos			X			
<b>Peligros atmosféricos</b>						
Gases efecto invernadero	X		X			
Reductor capa ozono	X	X	X			
Formación lluvia ácida	X		X			
<b>Peligros de vertido</b>						
Vertedero	X		X		X	
Incineración	X					
Reciclado	X					

<b>Peligros químicos</b>						
Presión de vapor	X	X	X	X	X	
Solubilidad en agua	X		X		X	
Inflamabilidad	X	X	X		X	
Explosividad		X			X	
Produce gases tóxicos en contacto con agua o ácidos		X			X	
Reactividad	X	X	X			
pH	X	X	X			
Corrosividad	X	X	X			
Sistema de altas presiones	X	X	X			
Sistema de altas temperaturas	X	X	X			
Umbral de olor	X					
COV	X					
<b>Uso de energía y recursos</b>						
Recursos no renovables	X					

Uso de agua	X					
Uso de energía	X					

**Tabla 20. Comparación de métodos de evaluación de alternativas**

<b>MÉTODO</b>	<b>FIABILIDAD</b>	<b>APLICABILIDAD</b>	<b>FACILIDAD DE USO (esfuerzo y formación usuario)</b>	<b>LIMITACIONES (acceso a la información, acceso método)</b>
<b>P2OASys</b>	Es un método muy fiable por la gran cantidad de parámetros que analiza y por utilizar como fuente primordial de información la base de datos TOXNET de la Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. de gran fiabilidad.	Se puede utilizar para comparar todo tipo de alternativas, incluyendo sustancias, productos, procesos y tecnologías.	La herramienta no es fácil de utilizar. Requiere conocimientos especializados y bastante dedicación para conseguir toda la información sobre los parámetros que maneja.	El método solo esta disponible gratuita y libremente en su formato de hoja de cálculo EXCEL a través de la Web del TURI.El formato Web exige el pago de una tasa.  El acceso a la información que requiere también es difícil. No existe una base de datos o fuente de información única para conseguir todos los datos.
<b>Modelo de Columnas</b>	La fiabilidad no es alta si se utiliza como fuente de información las Fichas de Datos de Seguridad. Por ello, es conveniente revisar la las frases R asignadas a las sustancias y productos a través de otras fuentes, como la base de datos.	Su aplicabilidad se restringe a casos sencillos de sustitución de un producto por otro. No permite comparar productos con procesos o tecnologías alternativas. Está dirigido	Es fácil de utilizar por parte de usuarios no profesionales y una vez que se dispone de las FDS no requiere un gran esfuerzo.	El método se puede descargar libremente de la página Web del BGIA. Además, existe una traducción al español publicada por el INSHT en la Nota Técnica de prevención 712.  Al estar basado en las frases R

		principalmente a la pequeña y mediana empresa y al usuario no especializado.		solo sería aplicable a las sustancias ya clasificadas, o a aquellas para las que se disponga de información que permita clasificarlas atendiendo a la descripción de los riesgos asociados a las frases R.
<b>TURI 5 Chemiclas Alternatives Assessment Study</b>	Es un método muy fiable por la gran cantidad de parámetros que analiza y por utilizar fuentes de información de gran fiabilidad: la base de datos HSDB, literatura científica, etc.	Se utiliza únicamente para evaluar y comparar sustancias	La herramienta no es fácil de utilizar. Requiere conocimientos especializados y bastante dedicación para conseguir toda la información sobre los diferentes parámetros que maneja.	El estudio que incluye el método se puede descargar de la página Web del TURI libre y gratuitamente.  El acceso a la información que requiere es libre aunque requiere conocimientos especializados, ya que es necesario consultar varias bases de datos y literatura científica.
<b>COSHH-Essentials</b>	La fiabilidad no es buena si se utiliza como fuente de información las Fichas de Datos de Seguridad. Por ello, es conveniente revisar la las frases R asignadas a las sustancias y productos a través de otras fuentes, como la base de datos.	Su aplicabilidad se restringe a casos sencillos de sustitución de un producto por otro. No permite comparar productos con procesos o tecnologías alternativas. Está dirigido	Es fácil de utilizar por parte de usuarios no profesionales y una vez que se dispone de las FDS no requiere un gran esfuerzo.	El método completo se puede obtener previo pago a través del HSE del Reino Unido y se puede acceder gratuitamente a una aplicación Web del método. También se puede obtener libremente una versión

		principalmente a la pequeña y mediana empresa y al usuario no especializado.		resumida.  Al estar basado en las frases R solo sería aplicable a las sustancias ya clasificadas, o a aquellas para las que se disponga de información que permita clasificarlas atendiendo a la descripción de los riesgos asociados a las frases R.
<b>Green Screen</b>	Es un método muy fiable por la gran cantidad de parámetros que analiza y por utilizar fuentes de información de gran fiabilidad.	Se utiliza únicamente para evaluar y comparar sustancias.	La herramienta requiere conocimientos especializados y bastante dedicación para conseguir toda la información sobre los diferentes parámetros que maneja.	El estudio que incluye el método se puede descargar de la página Web del CPA libre y gratuitamente.  El acceso a la información que requiere es libre aunque requiere conocimientos especializados, ya que es necesario consultar varias bases de datos y literatura científica.
<b>Quick Scan</b>	Es un método fiable por la gran cantidad de parámetros que analiza. La fuente de información que utiliza son las frases R de la normativa de clasificación y etiquetado de sustancias químicas	Se utiliza únicamente para evaluar y comparar sustancias.	La herramienta requiere conocimientos especializados y bastante dedicación para conseguir toda la información sobre los	El documento que incluye el método se puede descargar de la página Web del Ministerio de Medio Ambiente de Holanda libre y gratuitamente.

	de la Unión Europea.		toda la información sobre los diferentes parámetros que maneja.	libre y gratuitamente. El acceso a la información que requiere es libre aunque requiere conocimientos especializados, ya que es necesario consultar varias bases de datos.
--	----------------------	--	---	---



#### **4. Propuesta de matriz de valoración simplificada de riesgos.**

En base al análisis de los métodos anteriores, proponemos la utilización de un método dirigido a usuarios no profesionales ni especializados de pequeñas y medianas empresas, en particular a Delegados de Prevención.

La matriz de valoración simplificada de riesgos está basada en el Modelo de Columnas, incorporando algunos criterios de toma de decisiones de los otros métodos.

Las fuentes de información en las que se basa son fácilmente accesibles, las Fichas de Datos de Seguridad y la base de datos RISCTOX, desarrollada por el ISTAS y de acceso libre y gratuito.

La matriz permite:

- Evaluar el riesgo que presentan los productos químicos que se utilizan en una empresa, a partir de la información existente en las Fichas de Datos de Seguridad (números CAS y frases R).
- Comparar los riesgos que presentan diferentes productos, a fin de encontrar la alternativa más adecuada a las condiciones de uso que se especifiquen.

Incluye las siguientes variables: efectos agudos, efectos crónicos, ecotoxicidad, inflamabilidad y explosión, tipo de exposición y tipo de proceso de trabajo.

Permite clasificar cada una de las sustancias según los siguientes niveles de riesgo: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

En aquellas situaciones de riesgo en las que coincidan más de una sustancia química, tendremos que realizar una evaluación de la situación de riesgo que resuma los resultados parciales de la evaluación de cada una de las sustancias implicadas.

Dado que en condiciones de multiexposición es probable que los efectos de cada una de las sustancias, se sumen o incluso multipliquen el resultado final, calificaremos el riesgo resultante de un producto, como mínimo, igual al nivel de riesgo encontrado para alguna de las sustancias que lo componen.

Esta matriz no considera las concentraciones en las que se encuentran las sustancias en los preparados, lo que puede dar lugar a una calificación del riesgo de algunos productos superior a la establecida en las frases R que aparecen en su etiqueta o FDS.

## PROCEDIMIENTO

1. *Hacer una copia de la matriz para cada una de las sustancias o productos (preparados) químicos presentes en la situación que quieres evaluar.*
2. *Buscar la información requerida de cada sustancia o preparado:*
  - Frases R
  - Forma física de la sustancia (gas, líquido y sólido) y su temperatura de evaporación.
  - Tipo de proceso en el que se usa o del que es resultado

Esta información está en las etiquetas de los productos, las fichas de seguridad y otras fuentes de información.

Información	Fuente
Composición	Capítulo 2 de la FDS
Frases R	Capítulo 2 y 15 de la FDS
Forma física de la sustancia	Capítulo 9 de la FDS
Presión de vapor	
Rango de inflamabilidad y autoignición	
Tipo y condiciones del proceso	Conocimiento del proceso
Otra información de interés	Capítulos 3, 11, 12 de la FDS

3. *Compara las informaciones resultantes de cada matriz. Las comparaciones se hacen por columnas y nunca en línea. Las columnas de toxicidad crónica y aguda cuentan como una, es decir, la calificación en toxicidad será el nivel más alto obtenido en cualquiera de las dos primeras columnas (Toxicidad aguda, toxicidad crónica).*

Por ejemplo, el tolueno está etiquetado como R: 11-38-48/20-63-65-67

R 11: riesgo alto de fuego y explosión

R 38: riesgo bajo de toxicidad aguda

R 48/20: riesgo alto de toxicidad por la combinación de frases R 20 y 48

R 63: riesgo medio de toxicidad crónica

R 65: riesgo bajo de toxicidad crónica

R 67: riesgo bajo de toxicidad crónica

Por tanto en la columna de toxicidad tendríamos "riesgo alto" al tener la frase combinada R48/20.

4. *Comprobar la facilidad de exposición (si se evapora fácilmente para líquidos o si es en polvo, el grado de formación de polvo y permanencia en suspensión)*

Por ejemplo, el tolueno tiene una presión de vapor entre 10 y 50 hPa por tanto sería riesgo medio en la columna de exposición potencial.

5. *Comparar el tipo de proceso.*

Por ejemplo: si la manipulación o proceso no se realiza en un sistema cerrado el riesgo será muy alto en la columna de peligros asociados al proceso.

*Comparación de sustancias o productos.* Se comparan por columnas (toxicidad ; riesgos para el medio ambiente, riesgo de incendio y explosión, exposición potencial y peligros asociados al proceso). A la vista de los niveles de riesgo identificados por la herramienta deberás de optar por el producto o sustancia que presente los niveles más bajos.

Los efectos de toxicidad aguda o crónica de los productos son evaluados en función del etiquetado de los mismos (si esta clasificación es correcta ya se habrán tenido en cuenta las concentraciones de las sustancias individuales en la clasificación final del preparado que aparece en el etiquetado).

A la hora de elegir una sustancia o un producto se debe tomar en consideración la situación de la empresa respecto de las condiciones de prevención y gestión del riesgo implantadas.

Nivel de riesgo	Toxicidad		Riesgo de incendio y explosión <sup>(1)</sup>	Exposición potencial	Peligros asociados al proceso	Peligros para el medio ambiente <sup>(2)</sup>
	Aguda (exposición única)	Crónica (exposición repetida)				

<b>Muy alto</b>	<p>Muy tóxico (R26, R27, R28 y combinaciones):</p> <p>R26</p> <p>R26/27</p> <p>R26/28</p> <p>R26/27/28</p> <p>R27</p> <p>R27/28</p> <p>R28</p>	<p>Carcinógeno de categoría 1 o 2 (R45, R49)</p> <p>Mutágeno de categoría 1 o 2 (R46)</p> <p>Preparado que contiene más del 0,1% de sustancias cancerígenas o mutagénicas de las categorías 1 o 2</p> <p>Toxico para la reproducción categoría 1 o 2 (R60, R61)</p>	<p>Explosivo (R2, R3)</p> <p>Gas o líquido extremadamente inflamable (R12)</p> <p>I</p> <p>Esponáneamente ninflamable (R17)</p>	<p>Gases</p> <p>Líquidos con presión de vapor superiora 250 hPa</p> <p>Polvo fino y de baja densidad. Durante su uso se observan nubes de polvo que permanecen en el aire durante varios días. Ej cemento, harina.</p>	<p>Proceso abierto</p> <p>Posibilidad de contacto directo con la piel</p> <p>Aplicación en un área muy grande</p>	<p>Símbolo N y alguna entre R50, R51, R53, R54, R55, R56, R57, R58 o R59</p> <p><b>WGK3</b></p> <p><b>PBT</b></p> <p><b>COP</b></p>
	<p>Puede producir gases muy tóxicos en contacto con ácidos (R32)</p>	<p>Efectos graves por exposición prolongada:</p> <p>R48/23</p> <p>R48/24</p> <p>R48/25.</p> <p>R48/23/24</p> <p>R48/23/25</p> <p>R48/24/25</p> <p>R48/23/24/25</p>				
		<p>Efectos irreversibles muy graves:</p> <p>T+ R39/26</p> <p>T+ R39/27</p> <p>T+ R39/28</p> <p>T+ R39/26/27</p> <p>T+ R39/26/28</p> <p>T+ R39/27/28</p> <p>T+</p> <p>R39/26/27/28</p>				
		<p>Preparado que contiene sustancias tóxicas para la reproducción de categorías 1 o 2 en concentraciones superiores al 0,5% (en el caso de gases, 0,2%)</p>				
		<p>Identificado en RISCTOX:</p>				

<p><b>Alto</b></p>	<p>Tóxico (R23, R24, R25)</p> <p>Muy corrosivo (R35)</p> <p>Puede producir gases tóxicos en contacto con agua o ácidos (R29, R31)</p> <p>Sensibilizante de la piel (R43, vía dérmica)</p> <p>Sensibilizante del tracto respiratorio (R42)</p> <p>Otros sensibilizantes</p> <p>Preparado q que contiene más de 1% (en el caso de gases, 0,2%) de sensibilizantes dérmicos o respiratorios</p> <p>Sin información sobre ensayos de toxicidad</p> <p>Sin información sobre ensayos de sensibilización piel</p>	<p>Carcinógeno de categoría 3 (R40)</p> <p>Mutágeno de categoría 3 (R68) Bioacumulable (R33)</p> <p>Toxico para la reproducción categoría 3 (R62, R63)</p> <p>Se acumula en la leche materna (R64)</p> <p>Efectos graves por exposición prolongada:</p> <p>R48/20</p> <p>R48/21</p> <p>R48/22.</p> <p>R48/20/21</p> <p>R48/20/22</p> <p>R48/21/22</p> <p>R48/20/21/22</p> <p>Efectos irreversibles:</p> <p>N R39</p> <p>R39/23</p> <p>R39/24</p> <p>R39/25</p> <p>R39/23/24</p> <p>R39/23/25</p> <p>R39/24/25</p> <p>R39/23/24/25</p> <p>Preparado que contiene más del 5% (en el caso de gases, el 1 %) de sustancias tóxicas para la reproducción de categoría 3</p> <p>Sin información sobre ensayos mutagenicidad</p> <p><b>Identificado en RISCTOX:</b></p>	<p>Fácilmente inflamable (R11)</p> <p>Produce gases extremadamente inflamables en contacto con agua (R1 5)</p> <p>Comburente (R7, R8, R9)</p> <p>R1, R4, R5, R6, R14, R16, R18, R19, R30, R44</p>	<p>Líquidos con presión de vapor entre 50 y 250 hPa</p>		
--------------------	---	--	---	---	--	--

<b>Medio</b>	<p>Nocivo (R20, R21, R22)</p> <p>Corrosivo (R34, pH <math>\geq 11,5</math>; resp. <math>\leq 2</math>).</p> <p>Puede causar lesiones oculares (R41)</p> <p>Asfixiantes simples</p>	Sustancia sin frases R sobre toxicidad crónica	Inflamable (punto de inflamación 21-55°C) (R10)	<p>Líquidos con presión de vapor entre 10 y 50 hPa (excepto agua)</p> <p>Sólidos granulares o cristalinos. Durante su uso se observa generación de polvo que se deposita rápidamente en superficies adyacentes. Ej detergente en polvo</p>	Proceso cerrado, pero con posibilidad de exposición al llenar, tomar muestras o limpiar	<p>R52, R53 sin símbolo N</p> <p><b>Wgk2</b></p>
<b>Bajo</b>	<p>Irritante (R36, R37, R38)</p> <p>Problemas dérmicos al trabajar en ambientes húmedos</p> <p>Daño pulmonar por ingestión (R65)</p> <p>Daña la piel (R66)</p> <p>Somnolencia o vértigo (R67)</p> <p>Sin información sobre efectos irritantes piel y mucosas</p>	Agentes químicos no peligrosos para la salud	Combustible (punto de inflamación entre 55 y 100 °C)	<p>Líquidos con una presión de vapor entre 2 y 10 hPa</p> <p>Sustancias en forma de pellets que no se deshacen. No se observa generación de polvo durante su uso.</p>		<p>No peligroso para el medio ambiente</p> <p><b>Wgk1</b></p>
<b>Despreciable</b>	Agentes químicos no peligrosos para la salud		Poco combustible (punto de inflamación superior a 100° C)	<p>Líquidos con una presión de vapor inferior a 2 hPa y agua</p> <p>Sólidos no pulverulentos</p>	<p>Equipo estanco</p> <p>Equipo cerrado con extracción localizada en los puntos de emisión</p>	<b>nwg</b>

(1) Los polvos explosivos requieren un análisis exhaustivo, por lo que no se les asigna nivel de riesgo en esta metodología.

(2) Wgk sustancias peligrosas para el agua según el Ministerio de Medio Ambiente de Alemania, que incluye 4 niveles de peligrosidad de las sustancias.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Si el posible sustituto (sustancia/preparado) tiene una comparación final mejor que el producto actual en todas las columnas el problema de sustitución queda resuelto.

En la mayoría de los casos el resultado será tal que el posible sustituto tiene riesgo menor en algunas columnas y mayor en otras que el producto o sustancia a sustituir. Esto implica que habría que valorar los peligros potenciales, o en otras palabras, las columnas que tienen mayor peso en nuestra situación particular. Por ejemplo, si el proceso de producción implica grandes cantidades de residuos o subproductos, entonces el riesgo de toxicidad para el medio ambiente tendrá más énfasis. Si lo que queremos es una comparación en función de los riesgos para la salud las dos primeras columnas (toxicidad) serán más relevantes.



## 5. Estudio de caso de métodos de evaluación de alternativas

A continuación se hará un estudio de caso de varios métodos de evaluación de alternativas.

**Caso:**

Una empresa que utiliza formaldehído para elaborar colas utilizadas en la fabricación de muebles.

El Formaldehído es una sustancia química tóxica por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel, que provoca quemaduras, con posibilidades de efectos irreversibles y de sensibilización en contacto con la piel. Se presenta en forma gaseosa y es extremadamente inflamable. Es una sustancia química que posiblemente es carcinógena para los seres humanos, irrita los ojos y el tracto respiratorio y se puede absorber por inhalación, llegando incluso a provocar un edema pulmonar. Tiene también efectos mutagénicos. Normalmente, en su uso industrial aparece disuelto en alcohol y agua, aunque esta disolución es altamente volátil.

Se han identificado dos sustancias que podrían servir de alternativas de sustitución: el alcohol furfurílico y el metacrilato de metilo.

Se van a comparar los riesgos de el formaldehído y las dos sustancias alternativas utilizando diferentes métodos de evaluación de alternativas:

**Métodos que muestran la peligrosidad: P2OASys, Columnas y TURI**

**Métodos de cribado: Green Screen y Quick Scan.**

**MODELO de COLUMNAS**

El modelo consiste en una matriz de 6 columnas en las que aparecen las categorías de peligros:

- toxicidad aguda
- toxicidad crónica,
- peligro de incendio y explosión
- peligros para el medio ambiente
- potencial de exposición
- peligros asociados al proceso

Las filas incluyen la valoración del riesgo desde despreciable a muy alto. Las celdas de la matriz contienen los criterios para definir el nivel de riesgo, basado en las frases de riesgo (Frases R), forma física de la sustancia y temperatura de evaporación, clasificación alemán de peligro para el medio ambiente acuático y tipo de proceso (abierto, manual, etc.).

El usuario compara las características de peligrosidad de la sustancia a sustituir y de su sustituto, y de algunas variables de proceso, mediante la clasificación de ambos agentes en las correspondientes casillas de la tabla.

La información necesaria para hacer uso de este modelo se obtiene de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS), excepto la información sobre la peligrosidad para el medio ambiente acuático en el caso de las FDS españolas, y del conocimiento de las condiciones de uso de la sustancia o preparado.

Los productos y sustancias se comparan por columnas, esto es por tipos de riesgo (toxicidad aguda; ecotoxicidad; etc.). Las columnas sobre toxicidad aguda y toxicidad crónica deben evaluarse conjuntamente. Esto es, los productos solo se comparan para peligros similares. Además, se deben tener en cuenta las condiciones de uso del producto. A la vista de los niveles de riesgo identificados por la herramienta, el sustituto preferible será el que presente los niveles de riesgo más bajos.

La tabla A con el nivel de riesgo para las diferentes sustancias estudiadas (Formaldehído, Alcohol Furfurílico y Metacrilato de Metilo) quedaría de la siguiente manera:

**TABLA - A**

Nivel de riesgo	Toxicidad		Riesgo de incendio y explosión	Exposición potencial	Peligros asociados a proceso	Peligros para M. Ambiente
	Toxicidad aguda	Toxicidad crónica				
Muy alto			- Formaldehído (R12)	- Formaldehído		
Alto	- Formaldehído (R23/R24/R25) - Formaldehído (R43) - Metacrilato de metilo (R43)	- Formaldehído (R40)	- Formaldehído (R18) - Alcohol furfurílico (R19) - Metacrilato de			

			metilo (R11- R18)			
Medio	- Formalde hído (R34)  - Alcohol furfurílico (R20/R21/ R22)			- Metacrilato de metilo		
Bajo	- Formalde hído (R36/R37)  - Alcohol furfurílico (R36/R37/ R38)  - Metacrilat o de metilo (R36/R37/ R38)		- Alcohol furfurílico			
Despreciable				- Alcohol		

				furfurílico		
--	--	--	--	-------------	--	--

La tabla resumen de la información que obtenemos con el método de columnas del nivel de riesgo sobre las sustancias químicas en estudio sería la siguiente:

**TABLA - B**

Sustancia	Formaldehído	Alcohol furfurílico	Metacrilato de metilo
Riesgo de toxicidad	Alto (efectos crónicos)	Medio	Alto
Riesgo de incendio/explosión	Muy alto	Alto	Alto
Riesgo exposición potencial	Muy alto	Despreciable	Medio
Riesgo de proceso	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Riesgo para MA	Sin datos	Sin datos	Sin datos

Podemos apreciar como la sustancia más peligrosa es el Formaldehído, ya que presenta un riesgo muy alto tanto de incendio/explosión como de exposición potencial y un alto riesgo en la toxicidad y es la única sustancia química que presenta riesgo por toxicidad crónica (Cancerogenicidad).

El Alcohol furfurílico presenta un riesgo de toxicidad medio (inferior a Formaldehído), un riesgo de explosión/incendio alto (inferior a Formaldehído) y un riesgo de exposición potencial despreciable (muy inferior a Formaldehído).

Por su parte, el metacrilato de metilo presenta un riesgo de toxicidad alto (igual que Formaldehído pero sin toxicidad crónica), un riesgo de incendio/explosión alto (inferior a Formaldehído) y un riesgo de exposición potencial medio (inferior a Formaldehído).

Por lo tanto cualquiera de las 2 sustancias propuestas como sustitutas para el Formaldehído presentan unos niveles de riesgo más bajos, unas condiciones más seguras para los trabajadores y además no presentan riesgos de cancerogenicidad. Entre las 2 posibles sustancias sustitutas del Formaldehído, el Alcohol furfurílico presenta unas condiciones más seguras y saludables que el Metacrilato de metilo.

## TURI

La evaluación de las alternativas se lleva a cabo en varias fases:

- Identificar las alternativas
- Cribar alternativas
- Priorizar alternativas para el estudio
- Análisis de alternativas

Se trata por tanto de un método mixto de cribado y matrices de comparación de peligros.

### *Identificar las alternativas*

Consiste en la identificación de alternativas existentes o emergentes para cada uno de los usos de las sustancias químicas. Las alternativas pueden incluir sustitutos químicos, sustitutos de materiales, cambios en las operaciones de fabricación, cambios en el diseño del producto o componente y otras soluciones tecnológicas.

### *Cribar alternativas*

Consiste en descartar alternativas químicas que podrían tener un alto riesgo para el medio ambiente o la salud humana.

### *Priorizar alternativas para el estudio*

El objetivo de esta etapa es seleccionar para un análisis completo un pequeño número de alternativas (6 o menos) que hayan parecido más seguras y con mayor fiabilidad.

### *Análisis de alternativas*

Se analizan en una matriz aspectos técnicos, medioambientales, de salud y seguridad para las personas.

Los factores que contemplan y los datos detallan en las tablas de análisis medioambiental y de análisis de seguridad y salud humana. Para cada parámetro de la alternativa que se estudia se realiza un análisis cualitativo de "mejor que" (+), "similar a" (=) o "peor que" (-) la. Se debe tener en cuenta que esto no son más que indicadores aproximados y que no todos los parámetros tienen la misma importancia.

Es un método muy fiable por la gran cantidad de parámetros que analiza y por utilizar fuentes de información de gran fiabilidad: la base de datos HSDB, literatura científica, etc. Se utiliza únicamente para evaluar y comparar sustancias. Las tablas comparativas entre Formaldehído y Alcohol furfurílico serían las siguientes:

#### Análisis medioambiental (Tabla – C)

Parámetro medioambiental	Formaldehído	Alcohol furfurílico	Comparación
Persistencia	Aire: 1.7 días	Aire: 0.15 días	+
Bioacumulación	BCF = 3.2	BCF = 3.2	=
Toxicidad acuática aguda	LC50 pez 96h = 8.297 mg/L	LC50 pez 96h = 51.618 mg/L	+
Toxicidad acuática crónica	ChV pez = 2.7 mg/L	Sin dato	
Contaminantes peligrosos aire	SI	NO	+
Afinidad con agua	$4 \cdot 10^5$ mg/L	$1 \cdot 10^6$ mg/L	-
Afinidad con sedimentos	Koc = 37	Koc = 34	+
Afinidad con lípidos	Log Kow = 0.35	Log Kow = 0.28	+
Sustancias reductoras ozono	NO	NO	=

#### Análisis de seguridad y salud (Tabla – D)

Parámetro salud/seguridad	Formaldehído	Alcohol furfurílico	Comparación
Dosis letal	100 mg/Kg	372.8 mg/Kg	+
Peligro inmediato para vida	20 ppm	75 ppm	+
Límite exposición	PEL = 0.75 ppm REL = 0.016 ppm	PEL = 50 ppm REL = 10 ppm	+
Irritación	Dérmica Oral Respiratoria	Dérmica Oral Respiratoria	=
Cancerogenicidad	B1 (EPA)	NO	+



	1 (IARC)		
Sensibilización piel	SI	NO	+
Mutagenicidad	SI	NO	+
Trastorno endocrino	NO	NO	=
Tóxico para reproducción	SI	NO	+
Corrosividad	pH = 2.8 - 4	Sin dato	
Inflamabilidad	85°C	75°C	+
Presión de vapor	18 mmHg	0.38 mmHg	-
Absorción dérmica	SI	SI	=

Resulta mucho más seguro para el medio ambiente y la salud y seguridad de los trabajadores el empleo del Alcohol furfurílico, ya que en casi todos los factores estudiados la comparación entre éste y el formaldehído, la sustitución tendría un efecto positivo, o al menos, el mismo. Los 2 factores en el que el alcohol furfurílico tendría un efecto negativo sólo nos indica que éste es más volátil y es más soluble en agua. Muy importante resulta que el alcohol furfurílico no tenga efectos cancerígenos, mutagénicos o en la reproducción.

Las tablas comparativas entre Formaldehído y metacrilato de metilo serían las siguientes:

#### Análisis medioambiental (Tabla – E)

Parámetro medioambiental	Formaldehído	Metacrilato de metilo	Comparación
Persistencia	Aire: 1.7 días	Aire: 0.38 días	+
Bioacumulación	BCF = 3.2	BCF = 2.3	+
Toxicidad acuática aguda	LC50 pez 96h = 8.297 mg/L	LC50 pez 96h = 36.797 mg/L	+
Toxicidad acuática crónica	ChV pez = 2.7 mg/L	Sin dato	
Contaminantes peligrosos aire	SI	NO	+

Afinidad con agua	4·10 <sup>5</sup> mg/L	1.59·10 <sup>4</sup> mg/L	+
Afinidad con sedimentos	Koc = 37	Koc = 95	-
Afinidad con lípidos	Log Kow = 0.35	Log Kow = 1.38	-
Sustancias reductoras ozono	NO	NO	=

#### Análisis de seguridad y salud (Tabla – F)

Parámetro salud/seguridad	Formaldehído	Metacrilato de metilo	Comparación
Dosis letal	100 mg/Kg	5303.5 mg/Kg	+
Peligro inmediato para vida	20 ppm	1000 ppm	+
Límite exposición	PEL = 0.75 ppm REL = 0.016 ppm	PEL = 100 ppm REL = 100 ppm	+
Irritación	Dérmica Oral Respiratoria	Dérmica Oral Respiratoria	=
Cancerogenicidad	B1 (EPA) 1 (IARC)	NO	+
Sensibilización piel	SI	NO	+
Mutagenicidad	SI	NO	+
Trastorno endocrino	NO	NO	=
Tóxico para reproducción	SI	NO	+
Corrosividad	pH = 2.8 - 4	Sin dato	
Inflamabilidad	85°C	10°C	-

Presión de vapor	18 mmHg	29.3 mmHg	+
Absorción dérmica	SI	NO	+

Resulta mucho más seguro para el medio ambiente y la salud y seguridad de los trabajadores el empleo del Metacrilato de metilo, ya que en casi todos los factores estudiados la comparación entre éste y el formaldehído, la sustitución tendría un efecto positivo, o al menos, el mismo. Los 3 factores en el que el Metacrilato de metilo tendría un efecto negativo sólo nos indica su mayor afinidad en sedimentos y lípidos que el Formaldehído y que tiene un punto de inflamación más bajo. Muy importante resulta que el metacrilato de metilo no tenga efectos cancerígenos, mutagénicos o en la reproducción; y que no se pueda absorber por la piel ni produzca sensibilización de la misma.

Para saber cuál de las 2 sustancias químicas útiles para la sustitución del Formaldehído tendríamos que estudiar a fondo los puntos negativos de cada una de ellas y decidir cuál es más importante para nuestro proceso. Así, por ejemplo, el Alcohol furfurílico tiene una mayor solubilidad en agua pero también una afinidad menor con sedimentos y lípidos que el metacrilato de metilo. El punto de inflamación del Metacrilato de metilo es muy inferior al del Alcohol furfurílico (podría ser un problema de seguridad para el Metacrilato), aunque el Metacrilato no se absorbe dérmicamente.

La conclusión es que cualquiera de las 2 sustancias elegidas para sustituir al Formaldehído mejoran la salud y seguridad de los trabajadores y tienen una mayor calidad medioambiental. Para escoger una de las 2 opciones habría que decidir cuáles son los factores más importantes para fijar nuestra decisión.

## GREEN SCREEN

Green Screen define 4 categorías de sustancias químicas:

- Categoría 1: Evitar – Sustancia química de gran preocupación.
- Categoría 2: Usar pero buscar sustitutos más seguros.
- Categoría 3: Usar pero aún hay oportunidad de mejora.
- Categoría 4: Sustancia química segura.

Cada categoría incluye un conjunto de criterios que una sustancia química, junto con sus productos de degradación y sus metabolitos debe superar.

Para que una sustancia avance de la categoría 1 a la categoría 2, debe pasar todos los criterios especificados en la categoría 1. De forma similar para avanzar de la categoría 2 a la 3 y de la categoría 3 a la 4, se debe superar todos los criterios pertenecientes a cada categoría. Los criterios serán progresivamente más exigentes con el medio ambiente y la salud y seguridad para las personas. Los criterios de la categoría 4 representan las sustancias químicas seguras.

Green Screen evalúa las sustancias basándose en sus peligros intrínsecos, que se definen por su potencial para causar efectos adversos agudos o crónicos en personas o en la naturaleza, destino en el medio ambiente, y ciertas propiedades físicas y químicas de interés para la salud humana. La tabla G recoge los peligros y criterios de valoración contemplados por el método para el Formaldehído (en color negro), el Alcohol furfurílico (color rojo) y el Metacrilato de metilo (azul).

TABLA - G

Peligro	Muy alto	Alto	Moderado	Bajo
Persistencia		Suelo: 140 días Suelo: 140 días Suelo: 140 días	Agua: 15 días Agua: 15 días Agua: 15 días	
Bioacumulación				Log Kow = 0.35 Log Kow = 0.28 Log Kow = 1.38
Toxicidad aguda en agua			LC50 pez = 8.297 mg/L LC50 pez = 51.618 mg/L LC50 pez = 36.797 mg/L	
Toxicidad crónica en agua			NOEC = 2.7 mg/L	Alcohol furfurílico Metacrilato de metilo
Cancerogenicidad		Formaldehído (B1-EPA/1-IARC)		Alcohol furfurílico Metacrilato de metilo
Mutagenicidad		Formaldehído	Alcohol furfurílico	Metacrilato de metilo
Toxicidad para reproducción		Formaldehído		Alcohol furfurílico Metacrilato de metilo
Toxicidad para desarrollo				Formaldehído Alcohol furfurílico Metacrilato de metilo
Fallo endocrino				Formaldehído Alcohol furfurílico Metacrilato de metilo
Neurotoxicidad				Formaldehído

			Alcohol furfurilico Metacrilato de metilo
Toxicidad aguda		LD50oral =100 mg/Kg LD50oral = 372.8 mg/Kg	LD50oral = 5303.5 mg/Kg
Corrosión/Irritación en piel u ojos	Formaldehído	Alcohol furfurilico Metacrilato de metilo	
Sensibilización en piel o sistema respiratorio	Formaldehído		Alcohol furfurilico Metacrilato de metilo
Efecto en órganos diana		Alcohol furfurilico Formaldehído Metacrilato de metilo	
Explosividad		Formaldehído Metacrilato de metilo	Alcohol furfurilico
Inflamabilidad		Formaldehído Alcohol furfurilico Metacrilato de metilo	

Nos fijamos en los requisitos de la primera categoría de Green Screen:

- 1) PBT alta (Persistencia, Bioacumulación y Toxicidad alta)
- 2) Persistencia y Bioacumulación muy alta.
- 3) Persistencia muy alta y alta Toxicidad ó Bioacumulación muy alta y Toxicidad alta
- 4) Alta Toxicidad para la salud humana para cualquier efecto prioritario.

El Formaldehído no superaría esta categoría, ya que al ser un cancerígeno para las personas no cumpliría el cuarto punto de la primera clasificación de Green Screen. Las otras 2 sustancias químicas pasarían a la segunda clasificación, cuyos requisitos serían los siguientes:

- 1) PBT moderada (Persistencia, Bioacumulación y Toxicidad moderada)

- 2) Persistencia y Bioacumulación alta.
- 3) Persistencia alta y Toxicidad moderada ó Bioacumulación alta y Toxicidad moderada.
- 4) Toxicidad humana moderada para efecto prioritario.
- 5) Alta inflamabilidad o explosividad.

Ninguna de las 2 sustancias que podrían servir como sustitutas para el Formaldehído superan el tercer requisito de esta clasificación, ya que ambas tienen una persistencia alta en los sedimentos y una toxicidad moderada.

La conclusión sería que, a través del método de cribado de Green Screen, el Formaldehído no podría ser utilizado y debe ser sustituido (no supera la primera clasificación de "Sustancia química de gran preocupación, evitar su uso"), y que, tanto el Alcohol furfurílico como el Metacrilato de metilo mejoran las condiciones de seguridad y salud del Formaldehído, pero se debe seguir trabajando en la búsqueda de mejores sustitutos (no superan la segunda clasificación de "Usar pero buscar alternativas más seguras").

## QUICK SCAN

Quick Scan es un método de cribado de sustancias químicas desarrollado por el Ministerio de la Vivienda, Planificación Territorial y Medio Ambiente de Holanda, como parte de su política de sustitución de las sustancias y preparados de elevada peligrosidad.

Quick Scan establece medidas a adoptar para cada sustancia en función de su peligrosidad intrínseca y potencial de exposición (determinado por la forma de utilización de las sustancias).

El método se desarrolla en las siguientes etapas:

1. Elaboración de un perfil de peligros de cada sustancia y clasificación de las sustancias en categorías de peligro.

Los criterios para clasificar las propiedades de persistencia (P), bioacumulación (B) y toxicidad para el medio ambiente (T), también llamado perfil PBT, están basados en criterios acordados por estructuras internacionales para la clasificación de sustancias peligrosas. Las propiedades peligrosas que son especialmente importantes para evaluar los efectos negativos en las personas incluyen toxicidad para personas o efectos en la salud humana (He), cancerogenicidad (C), mutagenicidad (M), reprotoxicidad (R) y trastorno hormonal (Ho).

La Tabla H muestra la clasificación de las 3 sustancias de estudio (Formaldehído y sus 2 posibles sustitutos; Alcohol furfurílico y Metacrilato de metilo) en categorías de peligro.



TABLA - H

Propiedad	Nivel de peligro		
	Formaldehído	Alcohol furfurílico	Metacrilato de metilo
Persistencia (P)	P4	P3	P4
Bioacumulación (B)	B4	B4	B4
Ecotoxicidad (T)	T3	T4	T4
Toxicidad humana (G)	G2	G3	G2
Cancerogenicidad (C)	C1	C4	C4
Mutagenicidad (M)	M1	M4	M4
Reprotoxicidad (R)	R2	R4	R4
Fallo hormonal (Ho)	H4	H4	H4

2. Clasificación de las sustancias en niveles de preocupación (muy alta, alta, preocupantes, bajo, sin disponibilidad de datos=muy alta)

Las tablas que indican los niveles de preocupación serían las tablas I y J, la primera de ellas atendiendo al perfil PBT (persistencia, bioacumulación y toxicidad ambiental) y la segunda, los riesgos para la salud humana.

**TABLA - I**

Clase de peligro	Clase de peligro	T1	T2	T3	T4
P1	B1a	PMA	PMA	PMA	PMA
	B1b	PMA	PMA	PA	PM
	B2	PA	PA	PM	PB
	B3	PA	PM	PM	PB
P2	B4	PA	PM	PM	PB
	B1	PA	PA	PM	PM
	B2	PA	PA	PM	PB
	B3	PM	PM	PM	PB
P3	B4	PM	PM	PM	PB
	B1	PA	PM	PM	PB
	B2	PM	PM	PM	PB
	B3	PM	PM	PM	PB
P4	B4	PM	PM	PM	PB
	B1	PA	PM	PM	PB
	B2	PM	PM	PM	PB
	B3	PM	PM	PM	PB
	B4	PM	PM	PB	PB

TABLA - J

Clase de peligro	Clase de peligro	Categoría de preocupación
G	G1	PMA
	G2	PA
	G3	PM
	G4	PB
C	C1	PMA
	C2	PA
	C4	PB
M	M1	PMA
	M4	PB
R	R1	PMA
	R2	PA
	R4	PB
H	H1	PA
	H4	PB

Según la Tabla – I, el nivel de preocupación para las 3 sustancias en estudio serían los siguientes:

Formaldehído: P4, B4 y T3 → Preocupación baja.

Alcohol furfurílico: P3, B4 y T4 → Preocupación baja.

Metacrilato de metilo: P4, B4 y T4 → Preocupación baja.

Según la Tabla J, el nivel de preocupación para las 3 sustancias en estudio serían los siguientes:

Formaldehído: G2, C1, M1, R2, H4 → Preocupación muy alta.

Alcohol furfurílico: G3, C4, M4, R4, H4 → Preocupación media.

Metacrilato de metilo: G2, C4, M4, R4, H4 → Preocupación alta.

Como el nivel de preocupación según el perfil PBT es el mismo y además, es de nivel de preocupación baja, sólo nos fijaremos en el nivel de preocupación que nos da la segunda tabla para llevar a cabo la clasificación de las sustancias con respecto a su nivel de peligro.

3. Determinar el potencial de exposición en función del tipo de uso (sustancias intermedias utilizadas en lugares cerrados, aplicaciones industriales, uso por parte de consumidores, uso profesional).

4. Establecer las medidas a adoptar en función del nivel de preocupación y potencial de exposición, según los criterios que aparecen en la tabla K.

	Sustancias intermedias en lugares cerrados	Sustancias en aplicaciones industriales	Sustancias en aplicaciones de consumidor	Uso profesional abierto de sustancias
Sustancias en categoría de preocupación	¿Sustancia aceptable?	¿Sustancia aceptable?	¿Sustancia aceptable?	¿Sustancia aceptable?
Preocupación muy alta	No, a menos que	No, a menos que	No	No
Preocupación alta	Sí, proporcionando	Sí, proporcionando	No, a menos que	No, a menos que
Preocupación media	Sí, proporcionando	Sí, proporcionando	Sí, proporcionando	No, a menos que
Preocupación baja	Sí	Sí	Sí	Sí, proporcionando
Sin datos (PMA)	No, a menos que	No, a menos que	No, a menos que	No, a menos que

TABLA – K

Con la tabla y el nivel de preocupación que hemos fijado antes se establecen las medidas a adoptar.

En el caso del Formaldehído, su uso está completamente prohibido en lugares abiertos y en aplicaciones de consumidor. Su uso en aplicaciones industriales y en lugares cerrados no se podría tampoco a no ser que se llevarán una serie de medidas correctoras muy exigentes.

En el caso del Alcohol furfurílico, su uso no está permitido en lugares abiertos a no ser que se lleven a cabo una serie de medidas correctoras exigentes. Sí que está permitido su uso en aplicaciones industriales en lugares cerrados y para el consumidor, siempre que se proporcionen una serie de medidas preventivas.

En el caso del Metacrilato de metilo, su uso no está permitido en lugares abiertos o para el consumidor a menos que se lleven a cabo medidas correctoras exigentes. Para su uso en aplicaciones industriales en lugares cerrados sí que está permitido, siempre que se proporcionen una serie de medidas preventivas.

Lo que está claro es que ninguna de las 3 sustancias se puede emplear libremente y sin adoptar alguna medida. La sustancia que menos medidas nos lleva a adoptar es el Alcohol furfurílico, así que siguiendo el método de Quick Scan, el Alcohol furfurílico sería la sustancia elegida para sustituir al Formaldehído.

## **Anexo I. Lista sindical de sustancias prioritarias**

## Anexo II. Criterios de exclusión de alternativas utilizados por varios métodos y organizaciones.

SOURCE	CRITERIO DE SELECCIÓN	INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS
<p><b>MODELO DE COLUMNAS<sup>55</sup></b> BIA Germany</p>	<p><b>Sustancias /preparados de muy alto riesgo:</b></p> <p>Sustancias altamente tóxicas:</p> <p>R26 Muy tóxico por inhalación</p> <p>R27 Muy tóxico por contacto con la piel</p> <p>R28 Muy tóxico por ingestión</p> <p>El contacto con ácidos libera gases tóxicos (R32)</p> <p>R48 combinado con frases de riesgo R20-25</p> <p>Cancerígeno Categoría 1, K1, Categoría 2, K2, R45, R49</p> <p>Mutagéno Categoría 1 y 2 (R46)</p> <p>Riesgos medioambientales:</p> <p>Símbolo N de Advertencia e indicaciones de riesgos R50 -59;</p>	<p>Efectos agudos para la salud</p> <p>Efectos crónicos para la salud</p> <p>Riesgos medioambientales</p> <p>Riesgos de incendio y explosión</p> <p>Exposición potencial</p>

<sup>55</sup> [www.hvbg.de/bia](http://www.hvbg.de/bia)



	<p>Clasificación de contaminación acuática WGK3</p> <p>Riesgo de incendio y explosión:</p> <p>Explosivo (R2,R3)</p> <p>Gases y líquidos extremadamente inflamables (R12)</p> <p>Espontáneamente inflamable (R17)</p>	
--	--	--

<p><b>Quick Scan</b> VROM, Netherlands<sup>56</sup></p>	<p><b>Sustancias altamente preocupantes:</b></p> <p>vPvB</p> <p>Algunos PBT</p> <p>No existen datos para p, B o T</p> <p>Toxicidad humana:</p> <p>Tóxico: Peligro de daños severos a la salud por exposición prolongada: R48/23, R48/24, R48/25.</p> <p>Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy serios por inhalación (R26, R39/26), contacto con la piel (R27, R39/27) o ingestión (R28, R39/28)</p> <p>Carcinogenicidad :Puede causar cáncer (R45, R49, cat 1&amp;2)</p> <p>Mutagenicidad :Puede causar daños genéticos hereditarios (R46)</p> <p>Evidencias limitadas de efectos cancerígenos (R40)</p> <p>Reprotoxicidad: Puede perjudicar la fertilidad (R60), Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto (R61)</p> <p><b>Las sustancias altamente preocupantes (no autorizadas para el consumo ni amplio uso profesional a no ser que se cumplan ciertas condiciones):</b></p> <p>Cierta PBT</p> <p>Toxicidad humana G2:</p> <p>Tóxico , o peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación (R23, R39/23), contacto con la piel (R24, R39/24) o ingestión (R25, R39/25)</p>	
---	---	--

<sup>56</sup> <http://www2.vrom.nl/docs/internationaal/VR1%20-%20Engels.pdf>

	<p>Puede causar sensibilización por contacto con la piel (R43)</p> <p>Puede causar sensibilización por inhalación (R42)</p> <p>Causa quemaduras severas (R34, R35)</p> <p>En contacto con agua o ácidos libera gases muy tóxicos (R29, R31, R32)</p> <p>Los vapores pueden causar náuseas o mareos</p> <p>Carcinogenicidad: Posibles efectos cancerígenos (R40)</p> <p>Mutagenicidad: Puede causar alteraciones genéticas hereditarias (R46)</p> <p>Reprotoxicidad: Posible riesgo de perjudicar la fertilidad (R62), Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto (R63), Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna (R64)</p> <p>Disrupción hormonal</p>	
<p><b>PRIO</b><sup>57</sup></p> <p>KEMI, Sweden (Suecia)</p>	<p><b>SUSTANCIAS DESFASADAS</b></p> <p>Cancerígenos de Categoría 1 y 2 (R45, R49)</p> <p>Mutágenos de Categoría 1 y 2 (R46)</p> <p>Tóxicas para la reproducción Categoría 1 y 2: (R60 Puede perjudicar la fertilidad, R61 Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto)</p> <p>Disruptor endocrino</p> <p>Metales particularmente peligrosos (Cd, Hg, Pb)</p> <p>PBT /vPvB – Persistente, Bioacumulativo, Tóxico / muy Persistente, muy Bioacumulativo</p>	

<sup>57</sup> [http://www.kemi.se/templates/PRIOEngpage\\_\\_\\_4144.aspx](http://www.kemi.se/templates/PRIOEngpage___4144.aspx)

	<p>Sustancias que dañan la capa de Ozono (R59)</p> <p><b>SUSTANCIAS PRIORITARIAS EN LA REDUCCIÓN DE RIESGOS</b></p> <p>Toxicidad aguda muy alta:</p> <p>R26 Muy tóxico por inhalación</p> <p>R27 Muy tóxico en contacto con la piel</p> <p>R28 Muy tóxico por ingestión</p> <p>R39/26 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación (R26, R39/26) contacto con la piel (R27, R39/27) o ingestión (R28, R39/28)</p> <p>R39/27 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel</p> <p>R39/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión</p> <p>Alergénico:</p> <p>R42 Posibilidad de sensibilización por inhalación , R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel</p> <p>Toxicidad crónica alta</p> <p>R48/23 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación</p> <p>R48/24 - Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel</p> <p>R48/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión</p> <p>Mutágeno (Categoría 3) R68 Posibilidad de efectos irreversibles</p> <p>Efectos nocivos para el medioambiente a largo plazo:</p>	
--	--	--

	<p>R 50/53 Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático</p> <p>R53 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático</p> <p>Potencialmente PBT / vPvB</p>	
--	--	--

<p><b>Green Screen for Safer Chemicals:</b> Evaluating Flame Retardants for TV Enclosures</p> <p>Clean Production Action (CPA) <sup>58</sup></p>	<p><b>Sustancias a evitar — altamente preocupantes:</b></p> <p>PBT—altamente P + altamente B + altamente T (alta toxicidad humana o alta ecotoxicidad); <b>o</b></p> <p>vPvB—muy altamente P + muy altamente B; <b>o</b></p> <p>vPT (vP + altamente T) <b>o</b> vBT (vB + altamente T); <b>o</b></p> <p>Alta toxicidad humana a cualquier efecto prioritario:</p> <p><b>Carcinogenicidad*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de efectos nocivos en humanos;</li> <li>• Evidencia de peso que demuestra efectos potencialmente nocivos en humanos;</li> <li>• NTP Cancerígeno humano conocido o muy probable;</li> <li>• OSHA cancerígeno;</li> <li>• US EPA conocido/probable;</li> <li>• California Prop 65;</li> <li>• IARC Grupo 1 o 2A;</li> <li>• Categoría UE 1 o 2; <b>o</b></li> <li>• Categoría GHS 1A o 1B</li> </ul> <p><b>Mutagenicidad/ Genotoxicidad*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de efectos nocivos en humanos;</li> <li>• Evidencia de peso que demuestra efectos potencialmente nocivos en humanos;</li> </ul>	<p><b>Destino medioambiental:</b></p> <p>Persistencia y Bioacumulación.</p> <p>Ecotoxicidad</p> <p><b>Peligros para la salud humana.</b></p> <p>carcinogenicidad*</p> <p>mutagenicidad/ Genotoxicidad*</p> <p>toxicidad reproductiva*</p> <p>toxicidad para el desarrollo*</p> <p>Disrupción endocrina*</p> <p>neurotoxicidad*</p> <p>Toxicidad aguda (oral, cutánea, o por inhalación)</p> <p>corrosión/irritación de la piel o los ojos</p> <p>Sensibilización de la piel o del sistema respiratorio</p> <p>Efectos en el sistema inmunológico (por exposición simple o repetitiva)</p> <p><b>Propiedades físicas/químicas.</b></p> <p>explosivo</p> <p>inflamable</p>
--	--	--

<sup>58</sup> <http://cleanproduction.org/library/Green%20Screen%20Report.pdf>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Categoría UE 1 o 2; o</li> <li>• Categoría GHS 1A o 1B</li> </ul> <p><b>Toxicidad reproductiva*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencias de efectos nocivos para los humanos;</li> <li>• Evidencia de peso que demuestra efectos potencialmente adversos en humanos;</li> <li>• NTP Centro para la Evaluación de Riesgos para la Reproducción Humana</li> <li>• California Prop 65;</li> <li>• Categoría UE 1 o 2; o</li> <li>• Categoría GHS 1A o 1B</li> </ul> <p><b>Toxicidad para el desarrollo*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencias de efectos nocivos para los humanos;</li> <li>• Evidencia de peso que demuestra efectos potencialmente adversos en humanos;</li> <li>• NTP Centro para la Evaluación de Riesgos para la Reproducción Humana; o</li> <li>• California Prop 65</li> </ul> <p><b>Disrupción Endocrina*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencias de efectos nocivos para los humanos; o</li> <li>• Evidencia de peso que demuestra efectos potencialmente adversos en humanos;</li> </ul> <p><b>Toxicidad aguda</b></p> <p>(oral, cutánea, o por inhalación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LD<sub>50</sub> &lt;50 mg/kg de peso corporal (oral);</li> <li>• LD<sub>50</sub> &lt;200 mg/kg de peso corporal (cutánea);</li> <li>• LC<sub>50</sub> &lt;500 ppm (gas);</li> </ul>	
--	---	--



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LC<sub>50</sub> &lt;2.0 mg/l (vapor);</li> <li>• LC<sub>50</sub> &lt;0.5 mg/l (polvo o niebla);</li> <li>• U S EPA Lista de Sustancias Extremadamente Peligrosas; o</li> <li>• Categoría GHS 1 o 2</li> </ul> <p><b>Corrosión/Irritación de la piel o los ojos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de efectos irreversible en estudios de poblaciones humanas;</li> <li>• Evidencias de peso de efectos irreversible en estudios con animales; o</li> <li>• Categoría GHS 1 (piel u ojos)</li> </ul> <p><b>Sensibilización de la piel o del sistema respiratorio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencias de efectos nocivos para los humanos;</li> <li>• Evidencia de peso que demuestra efectos potencialmente adversos en humanos;</li> <li>• Categoría GHS 1—(cutánea o respiratoria); o</li> <li>• Respuestas Positivas en las pruebas predictivas humanas Repeat Insult Patch Tests (HRIPT) (piel)</li> </ul> <p><b>Efectos en el Sistema Inmunológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencias de efectos nocivos para los humanos; o</li> <li>• Evidencia de peso que demuestra efectos potencialmente adversos en humanos</li> </ul> <p><b>Toxicidad sistémica / efectos en órganos</b> (por exposición simple o repetitiva)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de peso que demuestra efectos potencialmente adversos en humanos;</li> <li>• Categoría 1 GHS —toxicidad orgánica/sistémica tras exposición simple o repetitiva</li> </ul>	
--	--	--





<p><b>Design for the Environment Formulator Program</b><sup>59</sup></p> <p>EPA, USA</p>	<p><b>Los productos reconocidos por el programa DfE no contienen componentes:</b></p> <p>Clasificados como “peligrosos” según GHS</p> <p>Representan peligro potencial de toxicidad cutánea aguda.</p> <p>Cancerígenos humanos conocidos, probables o posibles ( IARC, NTP, USEPA, OSHA, literatura científica)</p> <p>Compuestos que dañan la capa de Ozono</p> <p>Alkylfenoletoxilatos (APEs)</p> <p>Metales pesados</p> <p>Ftalatos</p> <p>Fosfatos inorgánicos</p> <p>Fluorosulfatantes</p> <p><b>Los productos reconocidos por el programa DfE limitan los componentes:</b></p> <p>Cuya toxicidad acuática aumento durante una exposición a largo plazo (crónica).</p> <p>Bioacumulativos potenciales</p> <p>Son potencialmente mutágenos</p> <p>Provocan efectos potenciales crónicos en la salud</p>	
--	---	--

<sup>59</sup> [http://epa.gov/dfe/pubs/formulat/formulator\\_review0108.pdf](http://epa.gov/dfe/pubs/formulat/formulator_review0108.pdf)

	<p>COVs, Contaminantes atmosféricos peligrosos, según EPA TRI</p> <p>Toxicidad reproductiva</p> <p>Sensibilizantes respiratorios y cutáneos</p> <p>Irritantes severos de los ojos y la piel</p> <p><b>Componentes más seguros:</b></p> <p>Los sulfatantes, sustancias para el tratamiento de superficies y agentes disolventes ecológicos ideales deben ser sustancias degradables a la categoría de degradantes no tóxicos, con baja toxicidad, no persistentes ni metabolizables en sustancias químicas preocupantes en humanos u otras especies, y que sean eficaces comparados con otros agentes humectantes.</p>	
--	---	--



<p><b>P2Oasys Tool to Compare Materials<sup>60</sup></b></p> <p>Lowell Center for Sustainable Production, USA</p>		<p>61 criterios sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Efectos agudos en humanos</li> <li>Efectos crónicos en humanos</li> <li>Riesgos físicos</li> <li>Riesgos ergonómicos</li> <li>Riesgos psicosociales</li> <li>Riesgos acuáticos</li> <li>Efectos medioambientales observados</li> <li>Persistencia/bioacumulación</li> <li>Riesgo atmosférico</li> <li>Residuos peligrosos</li> <li>Riesgo químico</li> <li>Energía y uso de recursos</li> <li>Productos peligrosos</li> <li>Exposición potencial</li> </ul>
---	--	---

<sup>60</sup> [http://www.turi.org/home/hot\\_topics/cleaner\\_production/p2oasys\\_tool\\_to\\_compare\\_materials](http://www.turi.org/home/hot_topics/cleaner_production/p2oasys_tool_to_compare_materials)

<p><b>Five Chemicals alternatives assessment study (Estudio de evaluación de cinco sustancias alternativas)</b></p> <p>TURI, USA<sup>61</sup></p>	<p><b>Criterios de selección alternativos:</b></p> <p>PBT: cualquiera de las dos categorías PBT</p> <p>Posibles cancerígenos humanos : EPA grupo A o B, IARC 1 o 2A</p> <p>Lista de las sustancias más peligrosas del grupo científico consultivo TUR (38 sustancias)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Eficacia:</b> Eficacia comprobada de la alternativa que puede incluir el mantenimiento, la durabilidad, así como requerimientos específicos y potencial de mejoras en el futuro.</li> <li><b>2. Disponibilidad:</b> Número de proveedores o fabricantes, y volumen de producción.</li> <li><b>3. Lugar de fabricación:</b> Los productos y materiales fabricados en Massachusetts se consideraron de alta prioridad.</li> <li><b>4. Cuestiones relativas a la salud humana y el medioambiente:</b> Cuestiones preocupantes identificadas durante la evaluación inicial.</li> <li><b>5. Efecto en el Mercado global:</b> Restricciones globales existentes o pendientes</li> <li><b>6. Clases de Alternativas similares:</b> Donde se identificaron varias alternativas se seleccionó una representativa de su tipo para un estudio en profundidad.</li> <li><b>7. Coste:</b> Coste comparativo al de</li> </ol>
---	---	--

<sup>61</sup> [http://www.turi.org/library/turi\\_publications/five\\_chemicals\\_study](http://www.turi.org/library/turi_publications/five_chemicals_study)

		<p>las sustancias existentes teniendo en cuenta potenciales reducciones de costes en el futuro vinculadas al aumento del volumen de producción. Incluye una estimación de los costes de las materias primas y de la manipulación, eliminación, etc.</p> <p><b>8. Valor para los actores en Massachusetts:</b> Si una alternativa representaba un interés especial para uno o más actores o se consideraba de gran valor para Massachusetts se le confirió alta prioridad.</p>
<p><b>Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y el Reglamento 850/2004, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes<sup>62</sup></b> Ministerio de Medio Ambiente, España</p>	<p><b>Criterios a aplicar en los procesos de sustitución de COP:</b></p> <p>a. Disponibilidad de información: la información de la sustancia considerada alternativa deberá ser suficiente para eliminar la posibilidad de riesgos inaceptables, tanto para la salud humana como para el medio ambiente, en función del uso previsto para la sustancia.</p> <p>b. Evitar las sustancias precursoras de COP.</p> <p>c. Siempre que sea factible, preferir opciones mecánicas o físicas al uso de las sustancias químicas peligrosas: muchas de las tareas asociadas a limpieza, decapado, desengrase, corte, soldado, etc.; suelen presentar</p>	

<sup>62</sup> [http://www.mma.es/secciones/calidad\\_contaminacion/quimicos/pops/pdf/pn\\_estocolmo\\_nov06.pdf](http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/quimicos/pops/pdf/pn_estocolmo_nov06.pdf)

	<p>buenas alternativas mecánicas (raspado, abrasión, arrastre...) y físicas (soplado, fluido a presión –agua, vapor, aire–, aspirado, calor...).</p> <p>d. Evitar las sustancias y productos que muestren características similares a los COP de acuerdo con los criterios de selección del Anexo D del Convenio de Estocolmo: persistencia, bioacumulación, potencial de transporte a larga distancia en el medio ambiente y efectos adversos.</p> <p>e. Evitar las sustancias y preparados con características cancerígenas, mutagénicas, disruptores endocrinos, tóxicos para la reproducción, neurotóxicos, sensibilizantes y otras sustancias de similar nivel de preocupación.</p> <p>Preferir productos sencillos y compatibles: evitar las mezclas complejas si no se tiene información de los posibles efectos de sus constituyentes, tanto para la salud humana como para el medio ambiente, en función del uso que se pretende hacer.</p> <p>Productos fitosanitarios y biocidas:</p> <p>a. Siempre que sea posible, proponer aquellas alternativas que no impliquen productos químicos peligrosos, en favor de técnicas agronómicas, productos y métodos de lucha biológica contra plagas utilizadas en la agricultura ecológica.</p> <p>b. Métodos de control integrado de plagas.</p> <p>c. Los sustitutos químicos autorizados para la producción integrada de productos agrícolas</p>	
--	---	--



<p><b>ISTAS Black list and Evaluate &amp; compare tool<sup>63</sup></b>  <b>(Lista negra y herramienta comparativa de evaluación)</b>          ISTAS, España</p>	<p>Sustancias a evitar:</p> <p>Toxicidad aguda:</p> <p>Muy tóxico (R26, R27, R28 y combinaciones): R26, R26/27, R26/28, R26/27/28, R27, R27/28, R28</p> <p>Puede producir gases muy tóxicos en contacto con ácidos (R32)</p> <p>Toxicidad crónica:</p> <p>Cancerígenos: Categoría 1, 2 y 3 UE (R40, R45, R49), 1, grupos 2A y 2B</p> <p>Mutágenos: Categoría 1,2 &amp; 3 (R46, R68)</p> <p>Toxico para la reproducción: Categoría 1, 2 y 3 (R60, R61, R62, R63)</p> <p>Alta toxicidad crónica:</p> <p>R48/23</p> <p>R48/24</p> <p>R48/25.</p> <p>R48/23/24</p> <p>R48/23/25</p> <p>R48/24/25</p> <p>R48/23/24/25</p> <p>Efectos graves irreversibles:</p> <p>T+ R39/26</p>	
--	--	--

<sup>63</sup> <http://www.istas.ccoo.es>

	<p>T+ R39/27</p> <p>T+ R39/28</p> <p>T+ R39/26/27</p> <p>T+ R39/26/28</p> <p>T+ R39/27/28</p> <p>T+ R39/26/27/28</p> <p>Disruptores endocrinos: Listas de la UE de disruptores endocrinos COM (1999)706, COM (2001)262, SEC(2004)1372 y SEC(2007)1635.</p> <p>Efectos neurotóxicos permanentes</p> <p>Sensibilizantes</p> <p>Riesgos medioambientales:</p> <p>Símbolo N y alguna entre R50, R51, R53, R54, R55, R56, R57, R58 o R59</p> <p>WGK3</p> <p>PBT</p> <p>Riesgo de incendio y explosión:</p> <p>Explosivo (R2,R3)</p> <p>Gases y líquidos extremadamente inflamables (R12)</p> <p>Espontáneamente inflamable (R17)</p>	
--	--	--





<p><b>COSHH Essentials</b> Health and Safety Executive, UK<sup>64</sup> (Reino Unido)</p>	<p><b>Sustancias a evitar:</b> Sustancias extremadamente tóxicas: R45, R46, R49, R42, R42/43, R68</p>	<p>Riesgo intrínseco Tendencia a pasar al medio ambiente (volatilidad y tendencia a formar polvo)</p>
<p><b>NTP712<sup>65</sup></b> INSHT España</p>	<p><b>Sustancias prioritarias a sustituir:</b> CMR: R40; R45; R49; R68; R46 R60, R61, R62, R63, R64 Sensibilizantes: R42, R43 Tóxico, muy tóxico, persistente y bioacumulativo: R23 -29; R31-33; R50 -59; R66-68 Sin frases R específicas para todas las sustancias Disruptores endocrinos : COM (1999)706. COM (2001)262 final.</p>	<p>Modelo de columnas</p>
<p><b>CATSUB<sup>66</sup></b> Sistema MAL de códigos (Dinamarca)</p>	<p>Riesgo por inhalación Riesgo por contacto con la piel, etc. -0Sin efectos nocivos -1Inhalación o nubes de aerosoles -2Ingestión o inhalación de nubes de aerosoles -3Alergia de contacto en piel u ojos</p>	

<sup>64</sup> <http://www.coshh-essentials.org.uk>

<sup>65</sup> [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_712.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_712.htm)

<sup>66</sup> <http://www.catsub.dk/>

	<p>-4Quemaduras cáusticas</p> <p>-5Alergia por contacto con la piel. Riesgo específico por contacto con la piel y los ojos</p> <p>-6Tóxico por contacto con la piel y los ojos. Efectos a largo plazo (cancer).</p>	
<p><b>Johnson Greenlist<sup>67</sup></b></p>	<p><b>"Material de uso restringido" (RUM)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxicidad acuática</li> <li>• Biodegradabilidad final</li> <li>• Clasificación medioambiental UE</li> <li>• Toxicidad humana aguda</li> <li>• Fuente/proveedor</li> <li>• "Otros aspectos significativos": Futuras clasificaciones EPA* <ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas de otras sustancias preocupantes <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prohibido en uno o más países (Top 22)</li> <li>- Prohibición no oficial (sindicatos/asociaciones)</li> </ul> </li> <li>• Disruptor endocrino</li> <li>• Toxicidad reproductiva (Propuesta 65)</li> <li>• Carcinogenicidad (Proposal 65 IARC)</li> </ul> </li> </ul>	
<p><b>Surface Solution Laboratory</b></p> <p>TURI, USA</p>		<p>Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)</p> <p>Potencial de calentamiento global</p> <p>Potencialmente dañino para la capa</p>

<sup>67</sup> <http://www.scjohnson.com/community/greenlist.asp>

		de Ozono. Salud, incendios y reactividad (National Fire Protection Association/Hazardous Information Systems NFPA/HMIS) pH
--	--	---



<p><b>Hospitals for a Healthy Environment (H2E)</b> Directorio de productos y servicios <sup>68</sup></p>	<p><b>Eliminar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Residuos de mercurio</li> <li>Óxido de etileno</li> <li>PBT</li> </ul>	
<p><b>Cradle to Cradle Design Protocol (protocolo de diseño)</b></p> <p>MBDC, USA-Germany <a href="http://www.mbdc.com/ref_protocol.htm">http://www.mbdc.com/ref_protocol.htm</a></p>	<p>Criterios relacionados con la salud humana</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carcinogenicidad</li> <li>• Teratogenicidad</li> <li>• Toxicidad reproductiva</li> <li>• Mutagenicidad</li> <li>• Disrupción endocrina</li> <li>• Toxicidad aguda</li> <li>• Toxicidad crónica</li> <li>• Irritación de la piel/Membranas mucosas</li> <li>• Sensibilización</li> <li>• Función portadora y otros datos relevantes</li> </ul> <p>Criterios de relevancia medioambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxicidad de las algas</li> <li>• Bioacumulación (log Kow)</li> </ul>	

<sup>68</sup> <http://cms.h2e-online.org/directory/guidelines/>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Importancia climática/ potencial para dañar la capa de Ozono</li><li>• Contenido de compuestos orgánicos halogenados</li><li>• Toxicidad Daphnia</li><li>• Toxicidad en peces</li><li>• Contenido de metals pesados</li><li>• Persistencia/Biodegradación</li><li>• Toxicidad para los organismos del suelo (Bacterias and lombrices)</li></ul>	
--	---	--

