

Sustancias químicas: la sustitución más allá de la prevención. Herramientas de ayuda

Ruth Jiménez Saavedra

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. INSST

La eliminación de sustancias químicas peligrosas es la medida de gestión del riesgo químico deseable junto con la sustitución; sin embargo, esta última no ocurre tanto en la práctica. A pesar de aparecer en la normativa de seguridad y salud laboral, desde la Ley de Prevención de Riesgos Laborales hasta el real decreto de agentes cancerígenos y mutágenos durante el trabajo, la sustitución no es una de las estrategias de control más frecuentes. Hay varios factores que pueden explicar esta situación: la funcionalidad técnica, los costes, el papel de la sustancia en el proceso, la viabilidad, la existencia de sustancias o procesos alternativos y la legislación, entre otros que pueden impulsar o dificultar su implantación. Aunque no es un proceso sencillo, en la literatura hay varios procedimientos y un gran número de herramientas disponibles que pueden ser de gran ayuda a la hora de abordar la sustitución. Este artículo describe algunas de ellas y las principales entidades que las impulsan.

INTRODUCCIÓN

La sustitución es una de las estrategias prioritarias a la hora de eliminar o reducir la exposición a sustancias químicas peligrosas. Tanto la Ley de Prevención de Riesgos Laborales [1] como el Real Decreto 374/2001 [2] y el Real Decreto 665/1997 [3] remarcan la importancia de la sustitución. Es más, en el artículo 10 del real decreto de cancerígenos o mutágenos, la normativa obliga a presentar a la autoridad competente, previa solicitud de la misma, los criterios

y resultados del proceso de sustitución de agentes cancerígenos o mutágenos que se haya llevado a cabo como consecuencia de la aplicación del artículo 4 de dicho real decreto, dedicado explícitamente a la sustitución como primera medida para la eliminación del riesgo.

La sustitución no solo es una medida que trata el problema de la exposición de los trabajadores a sustancias peligrosas que pueden dañar su salud, sino también de la eliminación de las mismas dentro de un contexto más amplio

en cuanto a su inclusión y uso en artículos, productos de consumo y, en general, todo el ciclo de vida en el que está implicada la sustancia y las exposiciones potenciales que se pueden generar.

La eliminación de sustancias peligrosas lleva abordándose desde hace muchos años en el ámbito del medio ambiente y de la salud pública, tanto a nivel nacional como a nivel internacional, siendo ejemplo de ello el Protocolo de Montreal del año 1987 [4], el *Inter-Organization Programme for*

the Sound Management of Chemicals (IOMC) [5] y, en 2006, el Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de Productos Químicos (*Strategic Approach to International Chemical Management* [6]) de Naciones Unidas. De hecho, en la cuarta edición de la Conferencia Internacional de Gestión de Productos Químicos de este plan estratégico se identificaron once puntos básicos a tener en cuenta por los distintos actores o *stakeholders*, entre los que se encuentra el desarrollo y la promoción de alternativas ambientalmente más saludables y seguras [7].

En la Unión Europea, además de las directivas sobre seguridad y salud de las que derivan nuestros reales decretos (Directiva de Agentes Químicos [8] y Directiva de Cancerígenos y Mutágenos [9]) también contemplan la sustitución de sustancias químicas peligrosas la normativa de biocidas, de cosméticos, de juguetes y de aparatos electrónicos mediante la restricción de algunas sustancias peligrosas específicas.

A pesar de la existencia de toda esta normativa, la realidad en las empresas es otra. La estrategia de sustituir, entendiendo como tal "el reemplazo de una sustancia peligrosa por otra que no lo sea o por un proceso diferente que suponga un menor riesgo con una funcionalidad equivalente [10]", no alcanza el éxito deseado. En la mayoría de los casos, la eliminación o la reducción del riesgo se alcanzan mediante la implantación de otro tipo de medidas, entre las que se encuentra el frecuente, y quizá excesivo, uso de equipos de protección individual. Para que la sustitución tenga éxito hace falta que se den una serie de condiciones y, aun así, el proceso no es sencillo. A lo largo del artículo, se mencionan algunas de las causas, dentro del ámbito de la prevención, por las que la sustitución no suele ser la medida prio-



ritaria dentro de la jerarquía de control [11] que se aplica en las empresas, pero también se verán algunos elementos y herramientas que pueden ayudar o facilitar su implantación.

La sustitución debe entenderse como un **conjunto integrado de acciones** en el que intervienen varios factores y donde son más de uno los actores que juegan un papel importante, dentro y fuera de la empresa, para que el proceso pueda llevarse a cabo con éxito. Ha habido casos de sustitución poco complejos como, por ejemplo, la de sustituir un producto químico de limpieza por algo tan sencillo como agua y jabón, pero, en la mayoría de los casos, la situación será bastante más complicada.

Por otro lado, en el ámbito de la puesta en el mercado o de comercialización de sustancias químicas, el Reglamento REACH [12] y todo el procedimiento que va con él, será un elemento clave que, de manera indirecta, impulsará la sustitución desde el origen.

¿QUÉ INFLUYE EN UN PROCESO DE SUSTITUCIÓN?

La sustitución se ve influenciada tanto por factores que pueden facilitarla como por factores que, por el contrario, pueden dificultar su realización. Sin pretender hacer una lista exhaustiva, a continuación se enumeran algunos de los factores más importantes:

Barreras

- La conocida "**resistencia al cambio**". Fue estudiada ya por Kurt Lewin en la década de los años 20 del siglo pasado; él fue quien determinó sus causas y pasos para vencerla. La resistencia al cambio no se da exclusivamente en el ámbito de la prevención. La facilidad con la que la organización afronte el cambio que supone la sustitución dependerá de cómo haya vivido otros cambios. Una de las estrategias para abordarlo podría ser aplicando el modelo o ciclo de Deming *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) [13], que se describe más adelante.

- El factor **económico**. Este factor no siempre es fácil de determinar. Si el proceso de sustitución consiste simplemente en reemplazar un producto por otro que no contenga sustancias peligrosas, por ejemplo un producto de limpieza por otro, quizá es sencillo ver la diferencia de precio entre ellos; pero si la sustitución supone el cambio de una sustancia por otra que pudiera implicar un cambio en la maquinaria o equipos y/o en la capacitación de los trabajadores entre otras acciones, esto puede llevar asociado unos costes iniciales a corto plazo que la empresa no pueda asumir y cuyo beneficio o rentabilidad ocurra a largo plazo y no sea visto tan fácilmente. Los factores económicos pueden parecer en algunos casos una barrera inicial, pero en la mayoría supondrán beneficios a largo plazo y muchas veces una rentabilidad mayor. Los aspectos económicos tienen una repercusión que va más allá de la empresa y su valoración conlleva el estudio de factores complejos, como así refleja el informe que elaboró Chemsec en 2016 *The bigger picture, Assessing aspects of chemicals substitution* [14], que no son objeto de este artículo, y que ofrece una amplia e interesante visión al respecto.
- La **viabilidad y la funcionalidad técnica** de la sustancia, es decir, qué papel juega la sustancia en el proceso productivo y si es viable. Por ejemplo: si hablamos de formaldehído y nos encontramos en un laboratorio de anatomía patológica, nos viene a la mente que el formaldehído se puede estar utilizando para conservar las muestras; en una fábrica de madera, el formaldehído se estará utilizando para la fabricación de tableros de aglomerado y de fibra de densidad media, también conocidos por sus siglas en inglés *Medium Density Fibreboard*

MDF [15]; y en una fábrica de cajas de cartón el formaldehído se emplea como fungicida en la cola que se utiliza para pegar las láminas de cartón. El formaldehído puede tener un papel muy diferente en función del tipo de sector o de industria de la que se trate y encontrar una alternativa dependerá, por tanto, de tener un conocimiento claro de ello. Hay sustancias cuyo papel es secundario dentro del proceso productivo y la posibilidad de sustituirlas o reemplazarlas sería mayor (por ejemplo, un disolvente que actúe como desengrasante para la limpieza de piezas metálicas o un producto de limpieza en una oficina). Pero hay situaciones en las que las sustancias aportan propiedades específicas a los artículos que se fabrican (por ejemplo: propiedades ignífugas, flexibilidad, propiedades antibacterianas, etc.). Si la alternativa o alternativas no ofrecen la misma funcionalidad técnica que la sustancia a reemplazar, la sustitución no se llevará a cabo, puesto que la sustancia original forma parte de la actividad principal de la empresa. El estudio y conocimiento de la funcionalidad está cobrando importancia [16], puesto que esto puede ayudar al desarrollo de políticas en el ámbito de la química sostenible. La funcionalidad es una de las variables que ha cobrado relevancia entre las herramientas que se desarrollan para el análisis de alternativas [17]. Es decir: a la hora de buscar alternativas, no sólo se compararán las diferencias de peligros entre las distintas sustancias disponibles sino también la funcionalidad.

- El **conocimiento experto y técnico** necesario en determinados casos para llevar a cabo la sustitución. La determinación de la funcionalidad técnica, si tiene una o varias funciones, y llegar a determinarla en cada situación particular requiere personal especializado

(ingenieros, químicos) que no está al alcance de todas las empresas. Para la pequeña y mediana empresa, el coste de estos expertos, o el acceso a este conocimiento, puede impedir que se lleve a cabo la sustitución, especialmente si forma parte de su modelo de negocio.

- La **falta de ayuda, capacitación y herramientas** para los técnicos de prevención: encontrar alternativas a sustancias peligrosas en la mayoría de los casos es todo un reto pues requiere otra sustancia, técnica o proceso que sea menos peligroso o que suponga un menor riesgo, presente la misma funcionalidad, sea viable y económicamente realista. Encontrar la alternativa podría suponer un cambio en el proceso, en los equipos, en las herramientas, en el sistema, tener que formar a los trabajadores, reevaluar el proceso o anticipar posibles riesgos. Por tanto, el técnico de prevención no puede realizar esto sin ayuda y mucho menos sin contar con el apoyo de la empresa y los trabajadores. Sin embargo, una ventaja que puede ofrecer un técnico de prevención que visita empresas de similares características es la posibilidad de importar experiencias de sustitución que hayan tenido éxito de una empresa a otra.
- La **falta de información sobre las alternativas**, ya sean otras sustancias u otras técnicas, y sobre los posibles riesgos o el intercambio de riesgos que pudiera suponer, su rendimiento una vez puesta en práctica, los costes directos o indirectos, etc.

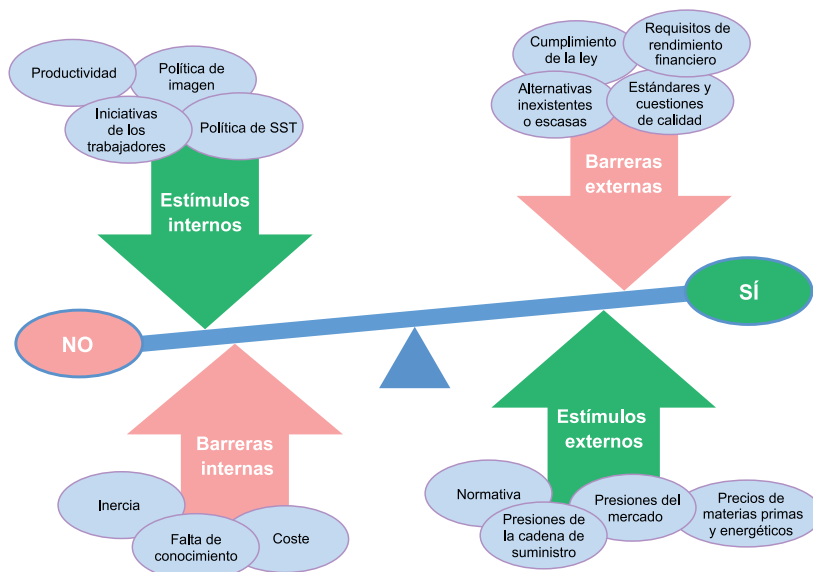
Elementos facilitadores o impulsores

- La **normativa**. Si una sustancia sufre restricciones de mercado, se prohíbe

su comercialización en su totalidad o en parte, esto será motivo que obligue a buscar alternativas al uso que se le esté dando a la sustancia, por ejemplo, aquellas que estén o se vayan incluyendo en el Anexo XVII del Reglamento REACH [18]. Los incentivos fiscales y los impuestos también actúan como motivadores a la hora de eliminar el uso de ciertas sustancias. Además de la normativa de comercialización de sustancias químicas, la normativa en el ámbito de la prevención promueve la sustitución, en particular, de sustancias de especial preocupación como son los cancerígenos y mutágenos mencionados anteriormente. Ciertamente es que la normativa que más éxito ha tenido en la sustitución de sustancias peligrosas ha sido la relacionada con el medio ambiente y no la de seguridad y salud laboral.

- El factor **económico**. La alternativa podría suponer un ahorro si es más rentable, más barata o si genera un incremento en la productividad. También puede suponer un ahorro si supone una reducción en los costes de producción por un menor consumo energético.
- Las **presiones del mercado y de la cadena de suministro**, tal y como refleja el informe de estudio realizado por la Comisión Europea sobre la identificación de una medida de gestión de riesgo viable [19]. La sustitución podría ofrecer a la empresa cierta ventaja competitiva en el mercado frente a sus competidores si introduce alternativas o productos con alternativas más seguras o menos peligrosas para la salud y para el medio ambiente.
- La **imagen de la empresa**. Cada vez son más las empresas que incorporan en sus políticas la adquisición

■ Figura 1 ■ Ejemplos de barreras y estímulos externos e internos de la sustitución.



Versión traducida del original contenido en el Estudio realizado por la Comisión Europea: *Minimising chemical risk to workers' health and safety through substitution.*

de productos "verdes" o sostenibles para cuidar a sus clientes y la salud de sus trabajadores. La disponibilidad y el acceso a la información facilita que tanto los consumidores como los clientes y los trabajadores puedan motivar a las empresas para que busquen alternativas cada vez más seguras.

- Las **presiones sociales** por parte de trabajadores, organizaciones medioambientales y de consumidores también influyen de manera positiva en la sustitución. El desarrollo de listas "negras" de sustancias, o perjudiciales para la salud o para el medio ambiente, ha avanzado en los últimos años y ha sido utilizada por las autoridades para realizar propuestas de restricciones a sustancias. Son ejemplo de ello la SIN List *Substitute It Now* [20] o la *Trade Union Priority List* [21] del ETUI (*European Trade Union Institute* –Instituto Sindical Europeo–).

Los factores o elementos que influyen en la sustitución se muestran en la figura 1 tal y como aparecen en el estudio

realizado por la Comisión Europea y publicado en el documento *Minimising chemical risk to workers' health and safety through substitution.*

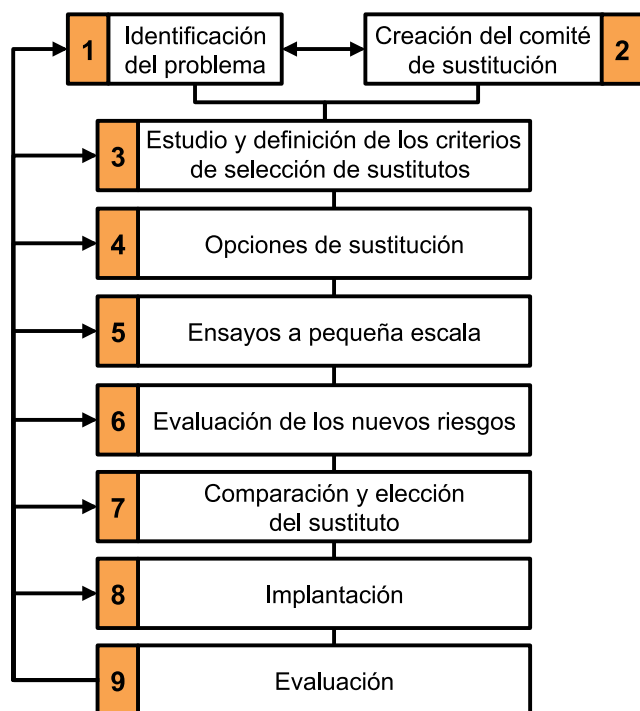
PROCEDIMIENTOS DE SUSTITUCIÓN Y ETAPAS DEL PROCESO

El procedimiento de los 7 pasos de Reino Unido

Si se quiere llevar a cabo un proceso de sustitución, es lógico pensar que hay que hacerlo en una serie de etapas. En la literatura se han descrito varios procedimientos para abordar la sustitución. Según el *Health and Safety Executive* del Reino Unido, la sustitución puede llevarse a cabo en siete etapas [22]:

1. Decidir si la sustancia o el proceso son peligrosos y si existe riesgo al almacenar, usar o eliminar la sustancia
2. Identificar las alternativas

■ **Figura 2** ■ **Procedimiento adaptado para abordar la sustitución según el procedimiento de Gérin (NTP 673).**



3. Pensar qué puede pasar al usar las alternativas
4. Comparar las alternativas entre sí y con la sustancia en uso
5. Decidir si sustituir o no
6. Incorporar el sustituto
7. Valorar cómo funciona la alternativa

Visto así, parece que el procedimiento es realmente sencillo.

El proceso de sustitución de Gérin

Otro de los procedimientos se describe en la Nota Técnica de Prevención (NTP) 673: "La sustitución de agentes químicos peligrosos, aspectos generales". Esta NTP describe el procedimiento desarrollado por Gérin *et al.* (2002) (véase la Figura 2).

Gérin describe el procedimiento en ocho etapas, aunque la primera etapa se podría subdividir en dos. El primer paso es similar al anterior, es decir, la identificación del problema y cuáles son los motivos que llevan a plantear la sustitución en la empresa, ya sea por motivos de seguridad, salud o medio ambiente, o por razones de legislación u otros motivos. En esta etapa se estudia cuáles son realmente los problemas que implica la utilización de la sustancia y por qué se quiere eliminar. En esta primera etapa se identifica la sustancia, la forma y el estado físico en el que se manipula, las cantidades y los procesos en los que está implicada, así como el personal y trabajadores involucrados directamente con la sustancia. De forma paralela, también establece un comité de sustitución constituido por responsables de la empresa, personal técnico, ingenieros, higienistas industriales y de seguridad, delegados de prevención y cualquier otra persona que juegue un papel relevante en el proceso,

como puede ser personal de compras o mandos intermedios.

Las etapas que van de la 3 a la 7 están dirigidas a la búsqueda e identificación de alternativas, así como a su análisis y evaluación, hasta llegar a la etapa de implantación y puesta en marcha de la alternativa que mejor encajaría tras el proceso de selección. Una vez implantada, se debería realizar un proceso de prueba para ver que cumple con los objetivos planteados, ofrece el rendimiento esperado y no genera nuevos riesgos.

Las estrategias de sustitución de 4 pasos y de 7 pasos de la Comisión Europea

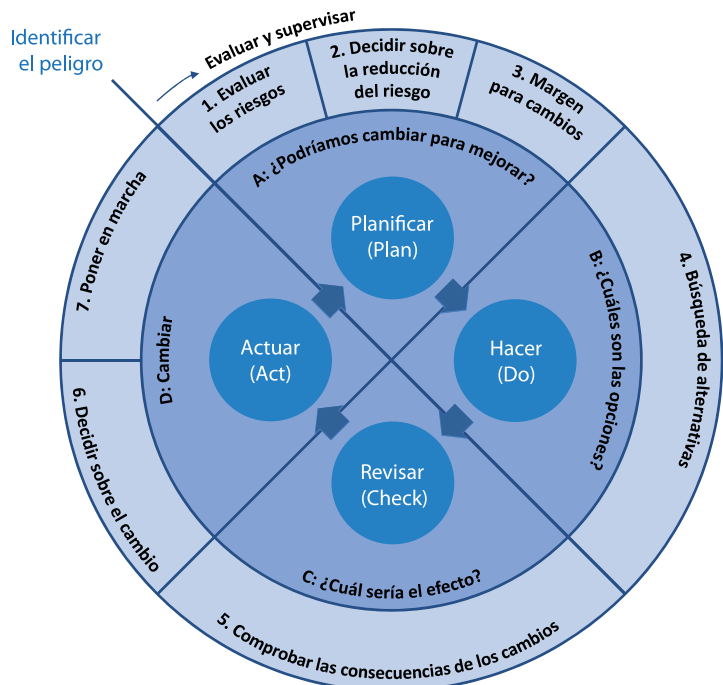
La Comisión Europea llevó a cabo un estudio para identificar la necesidad de un enfoque común para llevar a cabo la sustitución como medida de control del riesgo en la Unión Europea y si era necesario una guía para poder llevarla a cabo, especialmente en la pequeña y mediana empresa. De ese estudio, no solamente se vio que realmente era necesaria la ayuda en la implantación de la sustitución como medida de gestión de riesgo sino en la gestión del riesgo químico en su conjunto. La Comisión Europea publica en el año 2012 el documento referenciado anteriormente *Minimising chemical risk to workers' health and safety through substitution* y desarrolla dos estrategias con el fin de facilitar a las empresas abordar la sustitución: la estrategia de 4 y la de 7 pasos.

La estrategia de 4 pasos (figura 3), basada en el modelo de gestión de cambio (el ciclo de Edwards Deming [23]) y adaptado en este caso al proceso de sustitución, la establece para aquellas empresas donde se emplean pocas sustancias químicas o donde las sustancias químicas que se plantean para la susti-

tución no forman parte de los productos que se fabrican, es decir, tendrían un papel secundario en el ciclo productivo.

El modelo desarrollado tiene una finalidad totalmente práctica, siendo consciente tras el estudio de la falta de conocimiento que se daba en muchas empresas en relación con la gestión del riesgo químico, y no únicamente en cuanto al procedimiento de sustitución sino también del procedimiento de evaluación del riesgo químico. En la figura 3, el círculo interior muestra la estrategia de cuatro pasos o etapas y en el exterior, el ajuste a la estrategia de 7 pasos o etapas. Dependiendo, por tanto, del nivel de conocimiento sobre el riesgo químico y el papel de la sustancia en el proceso, la Comisión elabora un par de estrategias a modo de guía o herramientas para facilitar a las empresas la gestión del riesgo y enfocando principalmente en la sustitución la medida de control del riesgo. Para hacerlo sencillo, en la guía de 4 pasos (A-D) va dirigiendo con una serie de preguntas a modo de lista de chequeo o *checklist*, como, por ejemplo, qué sus-

■ Figura 3 ■ Estrategia de 4 pasos (A-D).

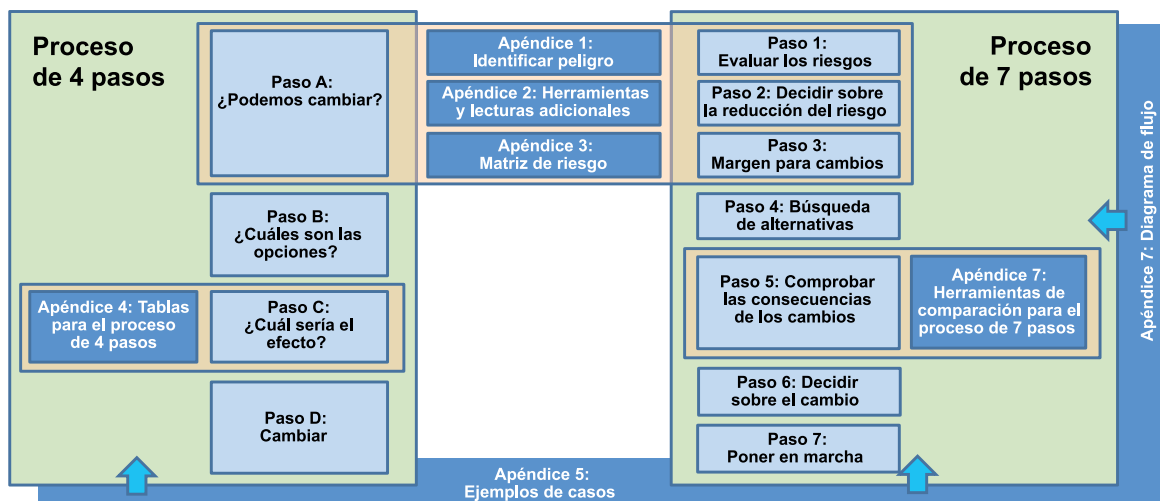


Extraído del Estudio de la Comisión Europea.

tancias se emplean, cómo se usan, si pueden causar daño a los trabajadores, cuáles son los riesgos, si se pueden usar de otra forma, etc., para que la empresa pueda ir tomando nota de la situación de partida, ordenar la información y, paso a

paso, llegar a ver qué puede hacer. La herramienta guía que desarrolla la Comisión Europea presenta, además, herramientas y documentos de ayuda para cada una de las etapas de la estrategia (véase la Figura 4).

■ Figura 4 ■ Estrategia de 7 pasos.



Extraído del Estudio de la Comisión Europea.



Esta estrategia de 7 pasos amplía la anterior y, de la misma manera, ofrece herramientas para cada una de las etapas. Sin embargo, entiende que la empresa que decide optar por este enfoque ya tiene cierta experiencia en el área de gestión de agentes químicos o tiene un mayor conocimiento del tema y de la funcionalidad, quiere profundizar en el ámbito de la sustitución o la sustancia que se desea eliminar o sustituir forma parte de tareas o procesos más complejos.

En esta guía se ofrecen herramientas más complejas como, por ejemplo, modelos matemáticos en la etapa de valorar las exposiciones dentro de la evaluación del riesgo y otras herramientas de priorización, profundiza en el proceso y la gestión de coste/beneficio así como en el análisis de riesgo de las alternativas, lo que requiere un conocimiento más profundo de todo el proceso y de las posibles alternativas. Asimismo, aparecen bases de datos de sustancias químicas para la etapa de identificación de peligros, matrices de riesgos para la etapa de evaluación de riesgos, comparadores de peligros para comparar sustancias alternativas y al-

gunas bases de datos de estudios de casos o experiencias de sustitución y de buenas prácticas.

Hay que remarcar que, bajo este planteamiento de sustitución de la Comisión Europea, como medida de control, no sólo se contempla la opción de eliminar una sustancia por otra o por un proceso alternativo, sino también la posibilidad de cambiar la forma física de la sustancia, es decir, que una sustancia en estado sólido en forma de polvo pudiera sustituirse por "pellets" o gránulos, de tal manera que se minimizara la posibilidad de generar polvo, reduciendo así la exposición de los trabajadores, lo que sería admitido como una forma de sustitución. De igual manera, si en un proceso se sustituye una sustancia por otra que permite trabajar a menor temperatura y esto hace posible que se reduzca la liberación de vapores perjudiciales para la salud en comparación con la sustancia anterior, también se admitiría como una sustitución. Quizá no es la alternativa ideal pero, como el objetivo se plantea desde la perspectiva de proteger la salud de los trabajadores hasta que se encuentre una opción mejor, cualquier solución alternativa sería mejor que la inacción.

Aunque estos dos planteamientos establecen dos estrategias, una para realizar en 4 etapas o pasos y otra en 7, están estructuradas de tal manera que se pueden combinar, pudiéndose saltar algunas etapas si no son necesarias; son totalmente flexibles.

El mensaje más importante que se desprende a partir de las estrategias planteadas por la Comisión es que derivan desde una perspectiva práctica para que sirvan de ayuda en la pequeña y mediana empresa, puesto que este rango de empresas siempre ha visto cualquier pauta desde una perspectiva teórica y poco práctica.

LA SUSTITUCIÓN EN LA PRÁCTICA

Cuando se habla de sustitución hay que tener presente que la misma tiene dos maneras de abordarse o dos enfoques, aunque ambos están relacionados y, por tanto, hay que contemplar la sustitución desde una perspectiva más amplia. Por un lado, desde el ámbito de mercado o de fabricación y comercialización de sustancias químicas y, por el otro, desde el ámbito de la seguridad laboral. Aunque quizá sería más correcto pensar que, si se considerara todo el ciclo de vida de una sustancia, estaríamos acotando, dentro de todo ese ciclo, el escenario de las exposiciones laborales.

Es en el ámbito del Reglamento REACH y, por tanto, en el de la normativa de comercialización de sustancias químicas, donde la sustitución está teniendo su impulso y hacia donde se están dirigiendo los principales esfuerzos. En el año 2016, la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (*European Chemicals Agency, ECHA*) encargó un estudio para analizar la situación actual de la capacidad y las necesidades de lo que se estaba llevando a cabo en

relación con la búsqueda de alternativas seguras y fomentar la sustitución desde el origen [24]. En este estudio se remarca que la sustitución aparecía en la normativa en la mayoría de los Estados miembros, pero el énfasis estaba puesto en las evaluaciones de riesgos y la identificación de los mismos y no en programas de implantación de sustitución. Es decir: el principio de sustitución no va a la par con los recursos y la implantación de programas y actividades que promuevan la sustitución entre la Comisión Europea, la ECHA y los Estados miembros. También se identifica la falta de recursos técnicos y especializados para el análisis de alternativas y que la valoración de la viabilidad técnica es un aspecto desafiante. La falta de innovación y desarrollo en la sustitución y las desigualdades entre los diferentes países de la Unión Europea también se ven reflejados en este estudio. A raíz de los resultados de este proyecto, la Agencia Europea publica otro documento donde valora las distintas opciones para acelerar la sustitución bajo el paraguas del Reglamento REACH [25]. De estos estudios llevados a cabo para la ECHA por el *Lowell Centre for Sustainable Production* de la Universidad de Massachusetts, con una amplia trayectoria en sustitución, surge la Nueva Estrategia de la Agencia Europea ECHA para promover la sustitución, que fue lanzada en enero de 2018 [26] para innovar hacia sustancias alternativas más seguras.

Esta estrategia, que tiene un alcance de cuatro años (2019-2023), pretende, en líneas generales: 1) aumentar las capacidades, fomentar el diálogo y la cooperación para avanzar en investigación y adopción de alternativas más seguras en la cadena de suministro; 2) localizar y centralizar las ayudas económicas disponibles para hacer disponible el apoyo técnico para todas aquellas iniciativas enfocadas a la búsqueda de alternativas seguras; 3) facilitar el uso de la información de registro, clasificación y gestión del ries-



go de la web de la ECHA y creación de redes o *networking* de coordinación y colaboración en relación con la sustitución de partes interesadas, como asociaciones industriales, compañías individuales, asociaciones ambientales o de consumidores, sindicatos, centros de investigación o cualquier otra entidad interesada en sustitución.

El importante papel del técnico de prevención

Más de uno se preguntará dónde encaja el técnico de prevención en todo este proceso de sustitución. El técnico de prevención forma parte de ese equipo que debe participar en el proceso de sustitución: a) puede tener un papel de catalizador o puede ser el motor para iniciar el proceso de sustitución dentro de la empresa; b) puede asesorar en la empresa sobre las diferentes etapas del proceso o las estrategias que se han descrito, como, por ejemplo, en la identificación de peligros, en la valoración de las exposiciones, en la valoración de riesgos, tanto de las sustancias que están en uso como de las posibles alternativas; c) puede, y debe, anticipar nuevos riesgos que

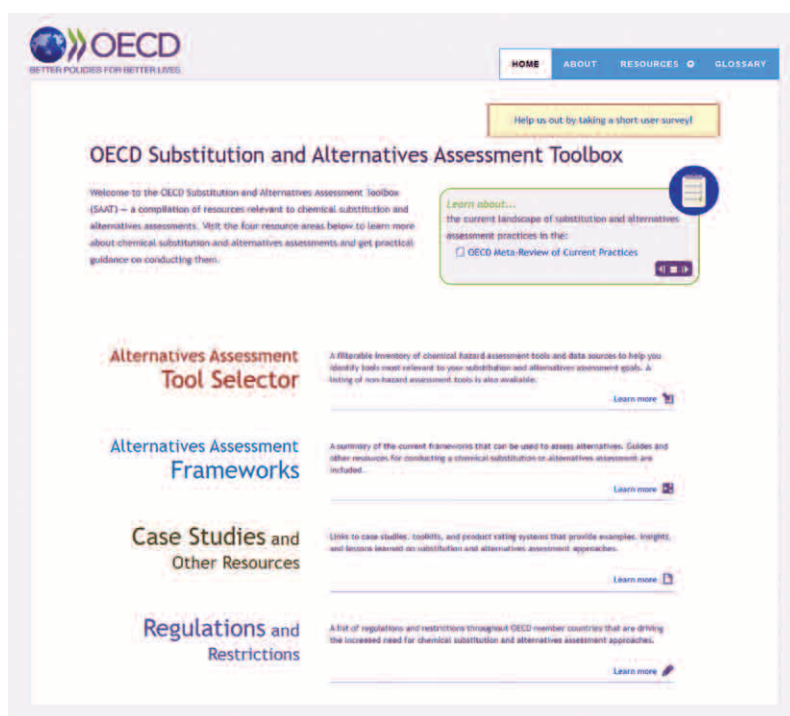
podrían suponer las alternativas. El técnico de prevención, en seguridad industrial o el higienista industrial, tiene además una experiencia que puede extrapolar de unos lugares de trabajo a otros (puede conocer experiencias de éxito que podría exportar de unas empresas a otras).

El técnico será el que centralice y vincule toda la información, ya que recopila los datos sobre peligros, exposición, proceso, tareas para emplear las herramientas disponibles, por ejemplo, de análisis de alternativas. Puede, además, nutrir bases de datos existentes de experiencias de éxito de sustitución.

HERRAMIENTAS EN LAS PRINCIPALES ETAPAS DE UN PROCESO DE SUSTITUCIÓN

Conocidas las etapas que son necesarias para llevar a cabo un proceso de sustitución, las herramientas principales desarrolladas son las que se encaminan a ofrecer **información sobre las sustancias** (peligros para la salud, la seguridad y el medio ambiente) y las que se encaminan a la evaluación o **análisis de alternativas**. Estas últimas han visto un

■ Figura 5 ■ Pantalla principal de la herramienta de la OCDE *Toolbox*.







■ Figura 6 ■ Selector de herramientas de sustitución.

OECD Substitution and Alternatives Assessment Tool Selector

Tools | Data Sources

Select a Tool:

Compare

- | | | |
|---------|---|--|
| Compare |  | Column Model (Summary Tool Website)
The Column Model was developed by the Institute for Occupational Safety and Health (IFA) of the German Social Accident Insurance as a tool for industry for identifying alternative substances. The tool allows for the comparison on chemicals/substances or materials/mixtures based on six hazard endpoints. Endpoints are compared individually and collectively, and the user makes the final evaluation. |
| Compare |  | Green Chemistry Assistant (Summary Tool Website)
The Green Chemistry Assistant allows users to manipulate and assess chemical reactions by determining atom economy, limiting reactant, theoretical yield, percent yield, and comparing chemical safety data. This tool is based on U.S. EPA's Green Chemistry Expert System SMART Module. |
| Compare |  | GreenScreen® for Safer Chemicals (Summary Tool Website)
GreenScreen® was developed by Clean Production Action to support the transition to safer chemicals and to support more informed decision-making on the use of chemicals in products and processes. GreenScreen® provides a rigorous comparative hazard assessment for evaluating alternatives to chemicals of concern based upon 18 hazard endpoints. |
| Compare |  | GreenScreen® List Translator (GSLT) (Summary Tool Website)
GSLT was developed by Clean Production Action as a rapid screening assessment tool for chemical substances. The screening evaluation results in three outcomes: of high concern, possibly of high concern, and unknown. GSLT is meant to prioritize chemicals for a more comprehensive assessment using the full GreenScreen® method. |

gran avance recientemente. De hecho, hay un grupo de trabajo específico de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) en su Dirección Medioambiental, que creó un grupo *ad hoc* de sustitución de sustancias peligrosas para profundizar y apoyar las estrategias de sustitución y también las herramientas. Este grupo de trabajo, a partir de las iniciativas realizadas por otras entidades, publicadas en el documento "Current Landscape of alternatives assessment practice: a meta-review" en 2013, tenía encomendada la misión de desarrollar una herramienta que sirviera de apoyo para el análisis de alternativas cuando se trabajara en la búsqueda de las mismas. El grupo, que está co-presidido por la Agencia Europea (ECHA) y la EPA (Environmental Protection Agency) de Estados Unidos, elaboró la web *toolbox* OECD Substitution and Alternatives Assessment Toolbox [27], donde se puede encontrar todo el recopilatorio de bases de datos de herramientas y fuentes de información sobre sustancias y de análisis de alternativas (algunas ya se incluyen en la tabla de la guía de la Comisión Europea, que se encuentran en el Apéndice 2 de dicho documento). Las figuras 5 y 6 muestran unas capturas de la página web de la *toolbox* de la OCDE y en la tabla 1 se ha recogido un extracto del Apéndice 2 mencionado anteriormente. El grupo *ad hoc* de la OCDE continúa su labor organizando eventos con las diferentes partes interesadas para seguir avanzando en el campo de la sustitución [28].

CONCLUSIONES

La sustitución como estrategia de control de gestión del riesgo químico es un proceso que, aunque en algún caso puede ser sencillo, en la mayoría de ocasiones será complejo, sobre todo si la sustancia a sustituir juega un papel importante en el proceso productivo, aporta propiedades particulares al producto final

o forma parte del modelo de negocio. Además, para llevarla a cabo requiere un trabajo en equipo formado por la dirección, trabajadores, técnicos, ingenieros, proveedores, etc. La sustitución, por tanto, hay que contemplarla desde una perspectiva más amplia, en todo su ciclo

de vida y mirar más allá del terreno de la prevención, puesto que otras entidades persiguen el mismo objetivo de eliminar sustancias peligrosas y trabajan desarrollando herramientas y fuentes de información que serán muy útiles para el técnico de prevención. Este, a su vez,

jugará un papel fundamental como transmisor de información para importar el conocimiento de casos reales de sustitución de éxito de unas empresas a otras, para divulgar la información y para dar el soporte y la ayuda que tanto necesitan las pequeñas y medianas empresas. ●

■ Bibliografía ■

1. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-24292>
2. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-8436>
3. Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-11145>
4. <http://www.un.org/es/events/ozoneday/background.shtml>
5. <http://www.who.int/iomc/en/>
6. <http://www.saicm.org/>
7. <http://www.saicm.org/StrategicApproach/Towardsnbs2020/tabid/5499/language/en-US/Default.aspx>
8. Directiva 98/24/CE del Consejo de 7 de abril de 1998 relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
9. Directiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo
10. https://oshwiki.eu/wiki/Substitution_of_hazardous_chemicals#What_is_substitution.3F
11. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/>
12. Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1907>
13. *Minimising chemical risk to workers' health and safety through substitution*. Comisión Europea 2012.
14. http://chemsec.org/wp-content/uploads/2016/02/The-bigger-picture_170509.pdf
15. Formaldehído en la industria de fabricación de fabricación de tableros <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/Higiene/Formaldehido.pdf>
16. *Advancing safer alternatives through functional substitution*. *Environmental Sci. & Technol.*, 12/2014. Joel A. Tickner, Jessica N. Schifano, Ann Blake.
17. *OECD Current landscape of alternatives assessment practice: a meta-review*. <http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/JM/MONO%282013%2924&docLanguage=En>
18. Reglamento REACH. ANEXO XVII Restricciones a la fabricación, comercialización y uso de determinadas sustancias, preparados y artículos peligrosos <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1907>
19. *Study Report on identifying a viable risk management measure. Minimising chemical risk to workers' health and safety through substitution*. European Commission <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=en&ubId=7320&type=2&furtherPubs=yes>
20. <http://www.sinlist.org/>
21. <https://www.etui.org/Publications2/Guides/Trade-Union-Priority-List-for-REACH-Authorisation>
22. <http://www.hse.gov.uk/coshh/basics/substitution.htm>
23. https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%ADrculo_de_Deming
24. *Improving the Identification, Evaluation, Adoption and Development of Safer alternatives: Needs and opportunities to enhance substitutions efforts within the context of REACH* https://echa.europa.eu/documents/10162/13630/substitution_capacity_lcpsp_en.pdf
25. *Approaches for Accelerating Substitution under REACH and Beyond: Strategic Options Assessment* https://echa.europa.eu/documents/10162/13630/lcpsp_strategic_options_July_2017_en.pdf/f47e53e4-a9e8-28b8-037c-779cbb2e23
26. <https://echa.europa.eu/es/-/new-strategy-promotes-substitution-to-safer-chemicals-in-the-eu>
27. <http://www.oecdtoolbox.org/Home/About>
28. *Synthesis report from the OECD workshop on alternatives assessment and substitution of harmful chemicals* [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2015\)53&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2015)53&doclanguage=en)

■ Tabla 1 (parte I) ■ Herramientas y fuentes de información del Apéndice 2 del documento publicado del Estudio de la Comisión Europea “*Minimising chemical risk to workers’ health and safety through substitution*” de 2012.

PASOS DE LA ESTRATEGIA	PARA QUÉ SE USA	IDIOMA (PAÍS)	DESARROLLADOR/WEB
Paso A/ Paso 1	Programa Guía exposición aguda Niveles. Usar como guía para exposiciones agudas	Inglés (USA)	U.S. Environmental Protection Agency (EPA) www.epa.gov/oppt/aegl/index.htm
Paso A/ Paso 1	<i>The Advanced REACH Tool (ART)</i> . Modelo de exposición de inhalación	Inglés (Europa)	ART consortium http://www.advancedreachtool.com/
Paso A, B/ Paso 1, 4	BASTA. Base de datos de la industria de la construcción sueca	Inglés Sueco (Suecia)	BASTAonline, Swedish Environmental Institute y Swedish Construction Sector Federation www.bastaonline.se/
Paso A, C/ Paso 1, 5	Modelo de columnas alemán. Análisis de alternativas peligrosos	Inglés Alemán	BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin http://www.dguv.de/ifa/en/pra/ghs_spaltenmodell/index.jsp
Paso A/ Paso 1	COSHH Essentials. Gestión del riesgo químico	Inglés (UK)	Health and Safety Executive UK junto con TUC y CBI www.coshh-essentials.org.uk
Paso A/ Paso 1	EMKG (<i>Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe</i>). Para ayudar en la evaluación de riesgos	Alemán Inglés (Alemania)	BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/EMKG/EMKG.html
Paso A/ Paso 1	EMKG-EXPO-TOOL. Estimación de la exposición	Inglés (Alemania)	BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin http://www.reach-clp-helpdesk.de/en/Homepage.html
Paso A/ Paso 2	ETUC. Lista sindical de sustancias peligrosas preocupantes	Inglés (Europa)	European Trade Union Confederation (ETUC) https://www.etuc.org/sites/default/files/TUListREACH_1.pdf
Paso A, B, C, D/ Paso 1, 2, 3, 4, 5, 6	Guías técnicas alemanas de gestión de riesgos y sustitución	Inglés Alemán (Alemania)	BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin https://www.baua.de/EN/Service/Legislative-texts-and-technical-rules/Rules/TRGS/TRGS.html
Paso A/ Paso 1	GESTIS: base de datos de sustancias peligrosas	Inglés (Alemania)	IFA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung https://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-stoffdatenbank/index-2.jsp
Paso A/ Paso 1	GISBAU: web con información sobre sustancias peligrosas y su uso seguro en construcción	Alemán Inglés (Alemania)	Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft www.gisbau.de
Paso A/ Paso 2	Guía de evaluación de riesgos para la industria química	Inglés (Internacional)	ICCA – International Council of Chemical Associations https://www.icca-chem.org/wp-content/uploads/2015/08/Global-Product-Strategy-ICCA-Guideance-on-Chemical-Risk-Assessment.pdf
Paso A, B/ Paso 1, 4	IMDS (<i>International Material Data System</i>) para la industria del automóvil	Inglés (Internacional)	Hewlett-Packard Development Company https://www.mdssystem.com/imsdnt/startpage/index.jsp
Paso A/ Paso 1	INCHEM: información de sustancias. Organizaciones Intergubernamentales	Inglés (Internacional)	CCOHS – Canadian Centre for Occupational Health and Safety www.inchem.org
Paso A, B/ Paso 1, 4	NEPSI. Guía práctica para sílice	23 idiomas (Europa)	The European Network on Silica www.nepsi.eu
Paso A/ Paso 1	EU-OSHA (OIRA)	Inglés (Europa)	European Agency for Safety and Health at Work http://osha.europa.eu/en/practical-solutions/risk-assessment-tools
Paso A/ Paso 1	PRIo: herramienta online para establecer prioridades en la gestión de riesgos	Inglés (Suecia)	Kemi – Swedish Chemicals Agency http://www.kemi.se/en/Search/?q=prio+database
Paso A/ Paso 1	REACH: Guías	Inglés (Europa)	ECHA – European Chemicals Agency https://echa.europa.eu/es/
Paso A/ Paso 1	Riskofderm: herramienta para la evaluación de la exposición por vía dérmica	Inglés	Eurofins y otros (traducido y desarrollado por el INSST) http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Instituto/Noticias/Noticias_INSHT/2012/ficheros/Toolkit%20Riskofderm.pdf

Tabla 1 (parte II) ■ Herramientas y fuentes de información del Apéndice 2 del documento publicado del Estudio de la Comisión Europea “Minimising chemical risk to workers' health and safety through substitution” (2012).

PASOS DE LA ESTRATEGIA	PARA QUÉ SE USA	IDIOMA (PAÍS)	DESARROLLADOR/WEB
Paso A/ Paso 1	RISCTOX: base de datos de sustancias químicas	Español (España)	ISTAS — Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud www.istas.net/risctox/
Paso A/ Paso 2	SIN-list: lista de sustancias químicas de alto nivel de preocupación con criterios del REACH	Inglés (Internacional)	ChemSec — <i>The International Chemical Secretariat</i> www.chemsec.org/list
Paso A/ Paso 1	Stoffenmanager: herramienta online validada en Holanda para la evaluación de riesgos y estimación de la exposición	Holandés Inglés Español (Holanda)	Consorcio Arbo Unie / TNO / Beco www.stoffenmanager.nl
Paso A/ Paso 1	TOXNET: Web de bases de datos de toxicología de sustancias químicas	Inglés (USA)	<i>U.S. National Library of Medicine</i> www.toxnet.nlm.nih.gov
Paso B/ Paso 4	<i>Cleaner Solutions</i> : sustancias alternativas a disolventes empleados en la limpieza de superficies	Inglés (USA)	TURI — <i>Toxics Use Reduction Institute</i> http://www.cleanersolutions.org/
Paso B, C/ Paso 4, 5	CLEANTOOL: herramienta online con información de alternativas para la limpieza de metales	Alemán Inglés Español (Europa)	INRS, ISTAS, <i>Kooperationsstelle Hamburg</i> http://www.cleantool.org/reinigungssuche/?lang=es
Paso B/ Paso 4	CMR: web de sustitución de cancerígenos, mutágenos y reprotoxicos	Francés (Francia)	ANSES — <i>Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail</i> www.substitution-cmr.fr
Paso B/ Paso 4	<i>Design for the Environment</i> : alternativas más seguras de productos para el medio ambiente	Inglés (USA)	<i>U.S. Environmental Protection Agency (EPA)</i> http://www.epa.gov/dfe/
Paso B/ Paso 4	ESIG: Grupo Europeo de la industria de disolventes	17 idiomas (Internacional)	ESIG — <i>European Solvents Industry Group's</i> www.esig.org
Paso B/ Paso 4	<i>"Green" alternatives Wizard</i> : banco de datos con información sobre posibles alternativas para algunas sustancias, por ejemplo disolventes de laboratorio	Inglés (USA)	MIT — <i>Massachusetts Institute of Technology</i> http://ehs.mit.edu/greenchem/
Paso B/ Paso 4	<i>Forum Standing Committee Working Group "Substitution and Alternatives"</i> : estudios de casos	Inglés Español (Internacional)	IFCS — <i>Intergovernmental Forum on Chemical Safety</i> www.who.int/ifcs/documents/standingcommittee/substitution/en/index.html
Paso B/ Paso 4	SUBSPORT: portal web dedicado a la sustitución	Inglés Alemán Español (Europa)	<i>Kooperationsstelle Hamburg</i> https://www.subsport.eu/?lang=es
Paso B/ Paso 4	<i>Sustainable Design Guide</i> , de <i>Chemistry Innovation</i> : web de aplicación de principios de eco-diseño en innovación de productos y procesos	Inglés (UK)	<i>Technology Strategy Board</i> https://connect.innovateuk.org/web/sustainability-theme1/sustainable-design
Paso C/ Paso 5	<i>Pollution Prevention Options Assessment System (P2OASys)</i> : herramienta para comprobar si las alternativas pueden tener impactos negativos sobre la salud de los trabajadores o el medio ambiente.	Inglés (USA)	TURI — <i>Toxics Use Reduction Institute</i> http://www.turi.org/Our_Work/Research/Alternatives_Assessment/Chemical_Hazard_Comparison_Tools/P2OASys_Tool_to_Compare_Materials