



NTP 712: Sustitución de agentes químicos peligrosos (II): criterios y modelos prácticos

Substitution des agents chimiques dangereux: critères et modèles pratiques
Substitution of hazardous chemical agents: criteria and practical models

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones	
Válida		Complementa a la NTP 673	
ANÁLISIS			
Criterios legales		Criterios técnicos	
Derogados:	Vigentes: Si	Desfasados:	Operativos: Si

Redactora:

Núria Cavallé Oller
Ingeniero Químico

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Como continuación a la NTP 673, se muestran los criterios básicos para plantear la sustitución de sustancias peligrosas en función de sus riesgos específicos. Se desarrolla un modelo simplificado, el modelo de columnas alemán, principalmente dirigido a las pequeñas y medianas empresas, que realiza una comparación rápida de los riesgos de la sustancia y de su sustituto. Se citan otros modelos o ayudas existentes, de las más simples, como los códigos de producto, hasta modelos complejos que incorporan bases de datos de información sobre peligrosidad de agentes químicos y que permiten combinar las variables de proceso para encontrar o incluso diseñar sustitutos adecuados.

Introducción

La sustitución de los agentes químicos peligrosos es la medida preventiva prioritaria frente a los riesgos derivados de la presencia de agentes químicos en el trabajo, tal y como establece el Real Decreto 374/2001. La NTP 673 desarrolla los principios generales en los que se basa la sustitución y analiza los aspectos legales, tecnológicos y organizativos que rigen un proceso de sustitución, desde su planteamiento inicial hasta su efectiva implementación.

La sustitución de un agente químico implica resolver secuencialmente las siguientes cuestiones: a) la búsqueda de un sustituto técnicamente viable, b) la valoración de los riesgos de este sustituto y su comparación con los de la sustancia a sustituir, y c) la gestión de los cambios organizativos y técnicos que implica dicha sustitución. En la NTP 673 se exponía un *procedimiento exhaustivo*, estructurado en 9 etapas, para cubrir estos tres puntos.

En la presente NTP se exponen criterios de prioridad y se describen algunas *herramientas o modelos prácticos* que pueden constituir una ayuda para conseguir un mismo objetivo: la eficaz sustitución de un agente químico peligroso.

Criterios de prioridad en la sustitución de agentes químicos

Criterios legales

Las prioridades de sustitución de los agentes químicos peligrosos tienen que venir determinadas por la gravedad de sus efectos.

Sin embargo, no aparece ninguna priorización en la reglamentación sobre *prevención del riesgo químico* (Real Decreto 374/2001), la cual sí impone la sustitución de los agentes químicos como la primera medida técnica a adoptar y establece una prohibición de uso respecto a 4 sustancias: 2-naftilamina y sus sales, 4-aminodifenilo y sus sales, bendidina y sus sales y 4-nitrodifenilo, en determinadas condiciones de uso (concentración superior a 0.1 % en peso). La reglamentación específica sobre prevención de los riesgos derivados de agentes cancerígenos y mutágenos (Real Decreto 665/1997 y modificaciones) da un paso más, y destaca la sustitución de estos agentes como la medida técnica a adoptar "*siempre que sea técnicamente posible*", sin establecer criterios de prioridad entre ellos.

Por otra parte, las limitaciones a la *comercialización de determinadas sustancias y preparados* que contemplan las legislaciones europea y española constituyen también criterios para iniciar procesos de sustitución. En el ámbito español esta cuestión está regulada por el Real Decreto 1406/1989 y sus modificaciones, donde se fijan restricciones a la comercialización para 45 grupos de sustancias, entre ellas, mutagénicos, carcinogénicos y tóxicos para la reproducción de categorías 1 y 2.

También el proyecto del nuevo reglamento europeo REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals) fomenta el principio de sustitución. Hasta ahora, en el marco de la Unión Europea, las sustancias nuevas han seguido un protocolo riguroso para la determinación de su peligrosidad. No ha sido así para las sustancias existentes, no sujetas a los mismos ensayos. Sin duda esto ha sido una barrera para la sustitución de sustancias existentes por sustancias nuevas, puesto que la falta de información completa para las primeras generaba una situación de incertidumbre que impedía valorar si su sustitución era adecuada desde el punto de vista preventivo. Con la propuesta REACH se prevé evaluar las sustancias existentes también según un protocolo estandarizado.

En el ámbito medioambiental la reglamentación europea (y española) restringe el uso y las emisiones de determinadas sustancias y preparados. La Directiva Europea 2000/60/CE exige medidas contra la contaminación de las aguas por determinados contaminantes del medio acuático. Dichas medidas incluyen la reducción progresiva de los vertidos, emisiones y pérdidas. La lista de sustancias prioritarias se encuentra en la Decisión 2455/2001/CE, donde se relacionan 33 sustancias; entre ellas se identifican las sustancias prioritarias peligrosas, principalmente por su ecotoxicidad acuática y humana, persistencia en el medio o bioacumulación (antiguas lista negra y lista gris de la Directiva 76/464/CEE). En el ámbito de las emisiones aéreas, la Directiva 1999/13/CE (incorporada al derecho interno español por el Real Decreto 117/2003) limita las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs).

Criterios técnicos

Como se ha dicho, la legislación no establece claramente un orden que indique qué sustancias son prioritarias para su sustitución en el ámbito de la prevención de riesgos laborales. Desde el punto de vista técnico, y de acuerdo con sus efectos sobre la salud, sí pueden destacarse unos grupos de sustancias químicas para las que se considera muy necesaria la búsqueda de alternativas que eviten su uso:

1. Cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción
2. Sensibilizantes
3. Sustancias tóxicas y muy tóxicas (con inclusión de las neurotóxicas), persistentes y bioacumulativas en el medio ambiente y los seres vivos

4. Alteradores endocrinos

En la Tabla 1 se resumen esquemáticamente los criterios legales y técnicos para fijar las prioridades de sustitución de agentes químicos peligrosos.

Tabla 1
Criterios legales y técnicos para fijar prioridades en sustitución de agentes químicos

Agentes químicos peligrosos	Frasas R asociadas (*)	Normativa y Recomendaciones	sobre sustitución
		Referencia	Comentarios
0. General (todos)	Frasas R	<ul style="list-style-type: none"> RD 374/2001 y Guía Técnica del INSHT Límites de Exposición Profesional del INSHT (LEP) 	Establece el principio de sustitución de agentes químicos peligrosos, como medida prioritaria en la prevención del riesgo químico
1. Cancerígenos, Mutágenos, Tóxicos para la reproducción	R40; R45; R49; R68; R46 R60-64	<ul style="list-style-type: none"> RD 665/1997 y sus modificaciones (RD 1124/2000 y RD 349/2003) LEP (INSHT), tablas 2 y 3 	Se aplicará el principio de sustitución siempre, cuando sea técnicamente posible
2. Sensibilizantes	R42-43	<ul style="list-style-type: none"> LEP (INSHT), notación Sen 	Algunos irritantes (R36-38) pueden sensibilizar tras exposición prolongada
3. Tóxicos y muy tóxicos, persistentes y bioacumulativos	R23 -29; R31-33; R50 -59; R66-68 No hay frases R específicas para todos	<ul style="list-style-type: none"> LEP (INSHT) Legislación medioambiental: Directiva 2000/60/CE, Decisión 2455/2001/CE, RD 117/2003 (listado no exhaustivo) 	La legislación medioambiental limita las emisiones aéreas y los vertidos para determinadas sustancias contaminantes del medio
4. Alteradores endocrinos	No tienen frases R específicas	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia comunitaria en materia de alteradores endocrinos. COM (1999)706. Comisión de la Comunidades Europeas. COM (2001)262 final. Notación ae (alterador endocrino) en los LEP (INSHT) 	Los LEP (INSHT) no han sido establecidos para prevenir la alteración endocrina

(*) Deberán considerarse también las combinaciones de Frases R, que no se listan aquí

Modelos simplificados para la sustitución: Modelo de columnas

Los modelos simplificados permiten realizar una comparación de los riesgos entre sustancias y por lo tanto, ofrecer un juicio rápido sobre la conveniencia o no de proceder a la sustitución.

Se describe aquí el modelo de columnas, desarrollado por el BIA (Instituto alemán de las mutuas de profesionales). Su aplicabilidad se restringe a casos sencillos, y está dirigido principalmente a la pequeña y mediana empresa y al usuario no especializado. Consiste en comparar 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 una tabla de 5 columnas (Tabla 2) con los siguientes contenidos:

- Toxicidad aguda y toxicidad crónica
- Riesgo de incendio y explosión
- Exposición potencial a los peligros
- Riesgos asociados al proceso
- Riesgos para el medio ambiente

Condiciones de uso del modelo de columnas

La información necesaria para hacer uso de este modelo se obtiene de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y del conocimiento de las condiciones de uso de la sustancia o preparado. La información requerida se muestra en la Tabla 3.

El sustituto será apropiado siempre que no comporte un nivel de riesgo superior al del agente químico originalmente empleado en todas y cada una de las columnas. Sin embargo, en los casos en que la situación no sea tan clara (en algunas columnas el riesgo es menor o igual pero en otras resulta superior), se excede, de forma estricta, el ámbito de aplicación de esta metodología. Entonces es necesario determinar qué columnas tienen mayor o menor peso en el caso concreto bajo estudio y tomar una decisión de acuerdo con criterios técnicos documentados. El resultado será una evaluación compleja para valorar si las ventajas de proceder a la sustitución superan a los inconvenientes. El modelo de las columnas es un buen punto de partida para evaluaciones complejas o exhaustivas, que será objeto de una NTP posterior.

Tabla 2
Valoración del sustituto por el método de las columnas

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

Muy alto	<ul style="list-style-type: none"> Muy tóxico (R26, R27, R28) Puede producir gases muy tóxicos en contacto con ácidos (R32) 	<ul style="list-style-type: none"> Carcinógeno de categoría 1 o 2 (R45, R49) Mutágeno de categoría 1 o 2 (R46) Preparado que contiene más del 0,1% de sustancias cancerígenas o mutagénicas de las categorías 1 o 2 	<ul style="list-style-type: none"> Explosivo (R2, R3) Gas o líquido extremadamente inflamable (R12) Inflamable espontáneamente (R17) 	<ul style="list-style-type: none"> Gases Líquidos con presión de vapor superior a 250 hPa Sólidos que generan polvo Aerosoles 	<ul style="list-style-type: none"> Proceso abierto Posibilidad de contacto directo con la piel Aplicación en un área muy grande 	<ul style="list-style-type: none"> Símbolo N y alguna entre R50, R51, R53, R54, R55, R56, R57, R58 o R59
Alto	<ul style="list-style-type: none"> Tóxico (R23, R24, R25) Muy corrosivo (R35) Puede producir gases tóxicos en contacto con agua o ácidos (R29, R31) Sensibilizante de la piel (R43, vía dérmica) Sensibilizante del tracto respiratorio (R42) Preparado q que contiene más de 1% (en el caso de gases, 0,2%) de sensibilizantes dérmicos o respiratorios 	<ul style="list-style-type: none"> Toxico para la reproducción categoría 1 o 2 (R60, R61) 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%) Carcinógeno de categoría 3 (R40) Mutágeno de categoría 3 (R68) Bioacumulable (R33) Preparado que contiene más del 1 de sustancias tóxicas para la reproducción de categoría 3 	<ul style="list-style-type: none"> Fácilmente inflamable (R11) Produce gases extremadamente inflamables en contacto con agua (R1 5) Comburente (R7, R8, R9) R1, R4, R5, R6, R14, R16, R18, R19, R30, R44 	<ul style="list-style-type: none"> Líquidos con presión de vapor entre 50 y 250 hPa 		
Medio	<ul style="list-style-type: none"> Nocivo (R20, R21, R22) Se acumula en la leche materna (R64) Corrosivo (R34, pH ≤ 11,5, resp. ≥ 2). Puede causar lesiones oculares (R41) Asfixiantes simples 	<ul style="list-style-type: none"> Toxico para la reproducción categoría 3 (R62, R63) Preparado que contiene más del 5% (en el caso de gases, el 1 %) de sustancias tóxicas para la reproducción de categoría 3 	<ul style="list-style-type: none"> Inflamable (punto de inflamación 21-55°C) (R10) 	<ul style="list-style-type: none"> Líquidos con presión de vapor entre 10 y 50 hPa (excepto agua) 	<ul style="list-style-type: none"> Proceso cerrado , pero con posibilidad de exposición al llenar, tomar muestras o limpiar 	<ul style="list-style-type: none"> R52, R53 sin símbolo N
Bajo	<ul style="list-style-type: none"> Irritante (R36, R37, R38) Problemas dérmicos al trabajar en ambientes húmedos Daño pulmonar por ingestión (R65) Daña la piel (R66) Somnolencia o vértigo (R67) 	<ul style="list-style-type: none"> Sustancia sin frases R sobre toxicidad crónica 	<ul style="list-style-type: none"> Combustible (punto de inflamación entre 55 y 100 °C) 	<ul style="list-style-type: none"> Líquidos con una presión de vapor entre 2 y 10 hPa 		<ul style="list-style-type: none"> No peligroso para el medio ambiente
Despreciable	<ul style="list-style-type: none"> Agentes químicos no peligrosos para la salud 		<ul style="list-style-type: none"> Poco combustible (punto de inflamación superior a 100° C) 	<ul style="list-style-type: none"> Líquidos con una presión de vapor inferior a 2 hPa y agua Sólidos no pulverulentos 	<ul style="list-style-type: none"> Equipo estanco Equipo cerrado con extracción localizada en los puntos de emisión 	

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

2) En la versión original alemana esta columna contiene además de las frases R otro criterio de clasificación correspondiente a 4 clases de peligrosidad de las sustancias según el nivel de contaminación para las aguas. Fuera del ordenamiento jurídico alemán, en esta columna debe tomarse en consideración la legislación europea, que establece una lista de sustancias prioritarias (Directiva 2000/60/CE y Decisión 2455/2001/CE).

Tabla 3
Información necesaria para aplicar el modelo de columnas

Información	Fuente
Composición	Capítulo 2 de la FDS
Frases R	Capítulo 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

Por ejemplo, si un sustituto genera residuos peligrosos para el medio ambiente pero se dispone de un adecuado sistema de tratamiento y gestión de los mismos o las cantidades son pequeñas, siendo el resto de características más favorables que la de la sustancia actual, la sustitución podría ser viable.

Las columnas sobre toxicidad aguda y toxicidad crónica deben evaluarse conjuntamente. Si la sustancia o preparado tiene las frases R20, 21, 22, 23, 24 y 25 (toxicidad aguda) en combinación con la frase R48, sea individualmente (por ejemplo R48/20) o sea conjuntamente (por ejemplo R48/20/21, R48/20/21/22), entonces se clasificará en el nivel de riesgo superior, tratándose de toxicidad crónica.

Como se ha dicho, la entrada al modelo se realiza a través de las frases R de la sustancia o preparado. Hay que tener algunas precauciones cuando se consideran sustancias ya existentes y no incluidas en el anexo I del Real Decreto 363/1995 sobre la Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas. Estas sustancias pueden estar comercializándose con una subestimación de sus riesgos (en especial los efectos a largo plazo), debido a la inexistencia de información disponible, que obliga a clasificar de forma provisional. En este caso, el modelo de las columnas se aplicará teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Si no existe información disponible sobre efectos irritantes para la piel, las mucosas, la sustancia o preparado se clasificará al menos como de "bajo riesgo" en la columna correspondiente a toxicidad aguda (en términos de irritante, es decir, R 36/37/38).
2. Si no existe información disponible sobre las pruebas de toxicidad, la sustancia se clasificará al menos como de "alto riesgo" en la columna correspondiente a toxicidad aguda (en términos de sustancia o preparado tóxico R23/24/25).
3. Si no existe información disponible sobre mutagenicidad, la sustancia se clasificará al menos como de "alto riesgo" en la columna correspondiente a toxicidad crónica (en términos de "sustancia mutagénica de categoría 3", R68).
4. Si no existe información disponible sobre efectos sensibilizantes, la sustancia se clasificará al menos como de "alto riesgo" en la columna de toxicidad aguda (en términos de sensibilizante para la piel, R43).

A pesar de estas precauciones, es recomendable no proponer como sustitutos a sustancias que cumplan con alguna de las 4 características anteriores, es decir que no dispongan de información sobre los efectos mencionados.

El modelo de columnas en su versión inglesa puede descargarse en <http://www.hvbg.de/e/bia/praspalte/spaltmod.pdf>

Ventajas e inconvenientes

Este modelo no informa sobre alternativas de sustitución sino que se limita a la evaluación comparativa entre sustancia y sustituto (previamente identificado por el usuario). Las normas técnicas alemanas sobre sustancias químicas peligrosas, TRGS 440 y TRGS 600 (http://www.umwelt-online.de/recht/z_pdf/tec_reg/trgs440.pdf y http://www.umwelt-online.de/recht/t_regeln/tras/trgs600/ute.htm, respectivamente), proveen amplia información acerca de sustitutos, por lo que el BIA recomienda que el modelo de columnas se utilice conjuntamente con estas normas.

La valoración que realiza este modelo es simplificada y no tiene en cuenta todas las variables influyentes para decidir sobre la viabilidad de una sustitución. Por todo ello, su aplicación se restringe a casos sencillos que no impliquen grandes cambios en el proceso. Finalmente, al estar basado en las frases R no es aplicable a aquellas sustancias no clasificadas o no sujetas a clasificación (intermedios de reacción, residuos, etc), aunque contiene la descripción de los riesgos asociados a las frases R, por lo que puede hacerse una estimación si se dispone de otra información.

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.

Ejemplo de aplicación

Un producto utilizado en la industria del calzado está compuesto fundamentalmente por n-hexano. Se ha realizado un estudio para encontrar alternativas técnicamente viables para cambiar su formulación con el fin de reducir los riesgos que genera su utilización. Realizadas las pruebas experimentales pertinentes, se han identificado cuatro posibles sustitutos que ofrecen buenos resultados en cuanto a calidad de las piezas acabadas: nheptano, tolueno, acetato de etilo y acetato de propilo.

En todos los casos el proceso de aplicación del producto es el mismo y se realiza automáticamente en un sistema cerrado que se abre cada vez que se cambia la pieza. Se aplica el modelo de columnas para n-hexano y los 4 posibles sustitutos, obteniéndose el resultado que se muestra en la tabla 4.

Tabla 4
Sustitución de n-hexano en la industria del calzado

	Toxicidad	Riesgo de incendio y		Peligros asociados	Peligros para el
--	-----------	----------------------	--	--------------------	------------------

Nivel de riesgo	Aguda	Crónica	explosión	Exposición potencial	al proceso	medio ambiente
Muy alto						<ul style="list-style-type: none"> n-hexano (R51/53, N) n-heptano (R50/53, N)
Alto		<ul style="list-style-type: none"> n-hexano (R48/20) 	<ul style="list-style-type: none"> n-hexano (R11) n-heptano (R11) tolueno (R11) acetato de etilo (R11) acetato de propilo (R11) 	<ul style="list-style-type: none"> n-hexano (PV: 160 h Pa) acetato de etilo (PV: 100 h Pa) 		
Medio	<ul style="list-style-type: none"> tolueno (R20) 	<ul style="list-style-type: none"> n-hexano (R62) 		<ul style="list-style-type: none"> n-heptano (PV: 46 hPa) tolueno (PV: 29 hPa) acetato de propilo (PV: 33 hPa) 	<ul style="list-style-type: none"> n-hexano n-heptano tolueno acetato de etilo acetato de propilo 	
Bajo	<ul style="list-style-type: none"> n-heptano (R38) acetato de etilo (R36-66-67) acetato de propilo (R36-66-67) 	<ul style="list-style-type: none"> n-heptano tolueno acetato de etilo acetato de propilo 				<ul style="list-style-type: none"> tolueno acetato de etilo acetato de propilo
Despreciable						

Resultado

El n-hexano resulta, en cualquier caso, más peligroso que las demás sustancias, por lo que podría ser sustituido por cualquiera de ellas. La sustancia que ofrece una mejor valoración es el acetato de propilo, por ser menos tóxica, menos volátil y no clasificada como peligrosa para el medio ambiente en comparación con el n-hexano. También el acetato de etilo se muestra apto según el modelo de columnas, aunque es más volátil que el acetato de propilo. Por otra parte, el n-heptano, pese a mejorar las características de toxicidad y volatilidad, supone un alto riesgo para el medio ambiente, por lo que se descarta su uso. Finalmente el tolueno, mejora la situación inicial donde se usa n-hexano pero se muestra más tóxico que las otras alternativas estudiadas, por lo que se desaconseja su incorporación a este proceso.

Modelos simplificados para la sustitución: Códigos de producto

Los denominados *códigos de producto* son un etiquetado especial que algunos sectores han creado para poder comparar productos de distinta composición o características dentro de una misma familia (por ejemplo, pinturas, adhesivos, disolventes compuestos, etc). Estos códigos indican las propiedades del producto en distintos ámbitos: riesgo potencial de su manipulación, medidas preventivas, peligrosidad para el medio ambiente, características técnicas, etc.

Permiten comparar rápidamente las características técnicas y también los riesgos entre distintos productos, por lo que resultan útiles en la primera y segunda fase de un proceso de sustitución (búsqueda de alternativas y valoración comparativa de los riesgos, respectivamente). Constituyen un vehículo interesante para la comunicación del riesgo, por su inmediatez.

Naturalmente, los productos etiquetados con estos códigos deben cumplir de igual forma con la legislación vigente en materia de clasificación y etiquetado de sustancias y preparados, armonizada a nivel europeo, y que en el estado español se rige por el Real Decreto 363/1995, Real Decreto 255/2003 y sus sucesivas modificaciones y adaptaciones al progreso técnico.

A modo de ejemplo se citan algunos de los códigos de más amplio uso y aceptación en determinados sectores:

Código MAL: Puede considerarse el pionero de los códigos de producto. Goza de rango legal únicamente en Dinamarca y se utiliza para etiquetar pinturas, adhesivos, tintas y disolventes. Consta de 2 partes separadas por un guión. La primera puede tomar los valores 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5 e indica la toxicidad por vía inhalatoria, siendo 00 la menor y 5 la mayor. La segunda parte es un dígito del 1 al 6, correspondiente a las precauciones mínimas de seguridad para impedir el contacto con la piel, los ojos o la ingestión. Así, la comparación entre productos de una misma familia se realiza rápidamente. Por ejemplo, la sustitución de un producto con código 3-3 por otro con código 1-3 se consideraría beneficiosa a efectos de seguridad y salud. Puede consultarse más información en: <http://www.ic.dk/Wizard.aspx>

GISCODE: Se trata de un código alemán elaborado por la GISBAU (asociación de profesionales de la construcción) que se establece para cada producto o familia de productos mediante acuerdo entre las empresas usuarias, los sindicatos de trabajadores y las empresas productoras. Cubre básicamente los productos utilizados en el sector de la construcción, y en algunos sectores afines como el de la limpieza industrial. Tiene carácter voluntario. Está constituido por una o dos letras que indican de qué tipo de producto se trata (por ejemplo, RE para resinas epoxy) seguido de un dígito, de valor tanto más elevado cuanto más riesgo supone el producto para la seguridad y la salud. Por ello, dentro de un mismo grupo se identifican automáticamente los productos mejores desde el punto de vista preventivo.

Código 704 de la NFPA (Nacional Fire Protection Association, USA): Este código informa de forma muy visual sobre los peligros para la salud (color azul), peligro de incendio (color rojo), reactividad (color amarillo) e información sobre otros riesgos especiales (color blanco), situado todo ello dentro de un rombo con los 4 colores mencionados. En cada uno de los 4 sectores aparece un dígito que indica el nivel de peligro y toma valores del 1 (menor peligro) a 4 (mayor peligro). (Ver NTP 566 sobre señalización de recipientes y tuberías).

Otros: Existen numerosos etiquetados relativos a las emisiones de los productos y elementos constructivos para asegurar la calidad de aire interior: EMICODE, GuT, Toxproof, etc, así como etiquetados ecológicos que indican que la sustancia o producto cumple con una serie de requisitos adicionales a los exigidos legalmente (Blauer Engel, de Alemania, Nordic Swan en Escandinavia, etiquetado ecológico de la UE, etc). Estas etiquetas aportan una información adicional sobre las características del producto, que puede resultar interesante cuando se plantea la sustitución de un agente químico.

Aplicaciones informáticas

Las aplicaciones informáticas aportan la gran ventaja de integrar bases de datos de información sobre peligrosidad de los agentes químicos. Pueden ofrecer información cualitativa sobre posibles sustitutos, listado de productos alternativos, comparación de los riesgos de la sustancia y de sus posibles sustitutos y, finalmente, pueden asistir en el diseño de nuevos productos con criterios preventivos (por ejemplo, cuando el producto a sustituir es una mezcla de disolventes). Para ello realizan un análisis que incorpora variables intrínsecas de las sustancias o preparados (toxicología, peligros físico-químicos, ecotoxicidad, presión de vapor,...) y variables del proceso (temperatura, presión, encerramiento,...).

A continuación se citan algunas de estas aplicaciones con reseña de la página web donde pueden consultarse gratuitamente o bien solicitarse previo pago:

CATSUB: página donde se ofrecen numerosos ejemplos de sustituciones que han resultado exitosas. Actualmente está disponibles sólo en danés (<http://www.catsub.dk/index.asp>)

SUBTEC: Software para la sustitución de disolventes que se basa en los parámetros de solubilidad y en los valores límite de exposición para cada disolvente orgánico. Resulta especialmente útil para casos en los que la posibilidad de sustituir el proceso es inviable y deben utilizarse disolventes necesariamente.

SAGE Data Base (<http://sage.rti.org/>) y **CAGE Data Base** (<http://cage.rti.org/>): Se trata de dos programas inicialmente pensados para reducir los riesgos medioambientales, pero tienen en cuenta también la seguridad y salud, por lo que las soluciones propuestas son enteramente útiles para la prevención de riesgos laborales.

El programa SAGE (Solvents Alternative Guide) efectúa una serie de preguntas al usuario sobre las operaciones realizadas con el disolvente, centrado en gran parte en el desengrasado de piezas: naturaleza de la pieza a limpiar (dimensiones, tipo de sustrato), la naturaleza de la suciedad, el grado de limpieza exigido, las etapas siguientes en el proceso, etc. Propone distintas soluciones tomando en cuenta estos criterios. El programa CAGE funciona de igual forma para pinturas y revestimientos industriales.

PARIS II (Environmental Protection Agency): PARIS II (Program for Assisting the Replacement of Industrial Solvents) es un programa que permite "diseñar" nuevos disolventes mediante algoritmos que combinan las propiedades físico-químicas requeridas por el usuario y los límites que éste fija en cuanto a toxicidad y efectos para el medio ambiente. Además incluye diversas bases de datos sobre sustancias químicas.

Bibliografía

1. GÉRIN, M. SOLVANTS INDUSTRIELS.
Santé, Sécurité, Substitution.
Ed. Masson, Paris, 2002.
2. CCOO.
Riesgo tóxico: sustituir es posible.
Valencia. Gabinet de Salut Laboral CCOO. PV, 1992.
3. THE COLUMN MODEL.
Berufsgenossenschaftliches
Institut für Arbeitssicherheit BIA.
4. GOLDSCHMIDT G., FILSKOV P.
Sibstitution: a way to obtain protections against harmful substances at work.
Staub Reinhaltung der Luft 50 (1990) 403-40.
5. OLSEN E., OLSEN IB., WALLSTROM, E., RASMUSSEN, D.
The SUBTEC software package: a tool for risk assessment and risk reduction by substitution.
Occupational Hygiene, Vol.4 (3-6) páginas 333-353.
6. ISTAS
La prevención del riesgo químico en el lugar de trabajo.
Guía para la intervención

Legislación relacionada

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales. BOE nº 269, de 10 de noviembre.
- 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. BOE nº 104 de 1 de mayo de 2001.
- Real Decreto 665/1997 (modificado por Real Decreto 1124/2000 y Real Decreto 349/2003), de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE nº 124 de 24 de mayo.
- Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades. BOE de 7 de febrero.
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Diario Oficial nº L 327 de 22.12.2000.
- Decisión Nº 2455/2001 /CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2001 por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE. Diario Oficial nº L 331 de 15.12.2001.