

**CURSO DE VERANO DE EL ESCORIAL
RIESGO TÓXICO, PROTECCIÓN AMBIENTAL, SALUD
LABORAL Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

LAS POTENCIALIDADES DE LA SUSTITUCIÓN

Madrid, Julio 2001

Luis Adolfo González Escandón
ASEPEYO

TABLA DE CONTENIDOS

1. LOS DATOS	3
2. LA ACCIÓN DE GOBIERNO	4
3. PRINCIPIO DE SUSTITUCIÓN	5
4. LA SUSTITUCIÓN EN EL MEDIO LABORAL	6
5. EL PROCEDIMIENTO DE SUSTITUCIÓN	8
6. LA EVALUACIÓN DE RIESGOS	11
7. EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICABLE A UNA SUSTITUCIÓN	14
8. NORMATIVA APLICABLE	17

1.- LOS DATOS

De acuerdo con un informe emitido en 1.999 por la OIT (Organización Internacional del Trabajo), con sede en Ginebra, en el mundo ocurren cada año 250 millones de accidentes laborales y 160 millones de enfermedades laborales o relacionadas con el trabajo cuya reparación consume recursos equivalentes al 4% del producto mundial bruto.

En la Unión Europea, donde reside el 6% de población mundial, la situación no es muy distinta. A pesar de tratarse de una zona rica y desarrollada, los 150 millones de trabajadores que constituyen el activo de esta sociedad, que produce el 20% del total mundial, sufren 6.000 muertes anuales y 6 millones y medio de accidentes, de una duración superior a tres días. No existen datos europeos armonizados sobre enfermedades profesionales. Los problemas de seguridad y salud por patologías específicas afectan cada año al 10% de sus trabajadores.

Los costes correspondientes a estos accidentes se han valorado en decenas de billones de pesetas y representan un porcentaje nada despreciable del producto interior bruto de la Unión Europea.

Por otra parte, de acuerdo con la última encuesta de condiciones de trabajo realizada por la Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo, con sede en Dublín, el absentismo por problemas de salud en el trabajo afecta cada año al 23% de los trabajadores europeos.

Y según el Estudio Piloto publicado el año pasado por la Agencia Europea sobre El Estado de la Seguridad y Salud en la Unión Europea, la exposición a sustancias químicas durante el trabajo afecta al 14% de los trabajadores europeos. Se considera una preocupación general la manipulación y uso de nuevos agentes químicos y se estima que no se puede garantizar, con las medidas preventivas actuales, el uso seguro de algunos agentes químicos nuevos sobre los que no se conoce lo suficiente sobre sus efectos fisiológicos, se citan concretamente pesticidas y desinfectantes fríos.

Dentro de la Unión Europea, la Europa del Sur- Grecia, Portugal y España- pasa por ser la más problemática, donde se producen relativamente más accidentes de trabajo pero, en el caso de España, menos enfermedades profesionales. Es decir trabajamos en un medio laboral poco seguro pero posiblemente el más saludable y sano de la Unión Europea si nos atenemos a las estadísticas.

Una de las prioridades en las agendas de la Unión Europea, hasta el año 2005, es la de mejorar la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a la utilización de los agentes químicos.

2.- LA ACCIÓN DE GOBIERNO

La protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a los agentes químicos se garantiza en Europa por una doble vía, como ocurre con otros aspectos. Por un lado mediante la acción reguladora que controla la comercialización de sustancias y productos, incluye la normativa sobre notificación de sustancias nuevas, la normativa sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y productos peligrosos, así como la normativa que impone prohibiciones y limitaciones a su comercialización, y protege de igual manera a todos los consumidores. Por otro lado mediante las disposiciones que regulan la utilización de estos agentes en los lugares de trabajo, incluye la normativa general sobre agentes químicos, RD 374/2001, y la normativa específica para ciertos agentes o grupos de agentes, como agentes cancerígenos.

Además las directivas y políticas europeas medioambientales producen beneficios añadidos sobre la seguridad y salud de los trabajadores. Así en febrero de este mismo año, la Comisión presentó en el Libro Blanco una nueva estrategia en materia de sustancias y preparados químicos que tiene por objeto proporcionar un nivel elevado de protección de la salud humana y el medio ambiente al tiempo que se garantiza el buen funcionamiento del mercado interior y la competitividad de la industria química, para alcanzar el objetivo de sostenibilidad.

La Comisión desea introducir un único marco normativo, así como un único registro -REACH-, para todas las sustancias y preparados químicos (comercializados antes o después de septiembre de 1981, con el fin de poner fin al doble sistema de registro actualmente vigente para las "sustancias existentes" -ELINCS- y las "sustancias nuevas" -EINECS-), mejorar el conocimiento de los peligros de los productos comercializados, fomentar la sustitución de las sustancias peligrosas por otras que lo sean menos, siempre que sea posible, e introducir incentivos y penalizaciones adecuados para que se respeten las distintas condiciones legales exigidas.

Esta estrategia, cuyo objetivo consiste en abrir la vía a una utilización sostenible de las sustancias químicas, se basa en los elementos siguientes:

- Registro en una base de datos central de los datos básicos proporcionados por las empresas para unas 30 000 sustancias producidas en cantidades superiores a 1 tonelada (sobre las 100 000 "sustancias existentes" declaradas en 1981). Afortunadamente, la exposición a la mayoría de los productos químicos (solo unos 1.500 productos representan más del 95% de toda la producción mundial) es más bien limitada, puesto que en general se utilizan en cantidades muy pequeñas.

- Controles estrictos para las 1.400 sustancias (>1 ton/año) más peligrosas: carcinogénicas, mutagénicas o tóxicas (CMR) para la reproducción (categorías 1 y 2) y contaminantes orgánicos persistentes (POP).
- Investigación adicional para las sustancias persistentes, bioacumulables y tóxicas (PBT) y las sustancias muy persistentes y muy bioacumulables (VPVB), que no sean POP, para permitir que la Comisión decida más adelante qué tratamiento debe darse a estas sustancias.

En otro ámbito, el Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas, regulará la producción, importación, exportación, utilización y prohibición de los doce contaminantes más dañinos (la docena sucia de Estocolmo), lo que supone «un primer paso en el control de los productos químicos más peligrosos que existen».

Según este nuevo tratado internacional, dentro de un plazo determinado los países firmantes y no firmantes deberán eliminar, o en su caso limitar, doce de las más peligrosas sustancias contaminantes, denominadas COPs, entre las que se encuentran ocho pesticidas, dos productos industriales y dos subproductos que surgen de la incineración de basuras y materiales plásticos, la dioxina y el furano.

Además de las 100.000 sustancias químicas existentes en el comercio, miles de sustancias de origen natural entran en contacto con los seres humanos por diferentes medios: los alimentos, los productos de consumo y el medio ambiente, el aire y el agua.

3.- EL PRINCIPIO DE SUSTITUCIÓN

Las directrices que orientan el futuro del riesgo tóxico siguen dos líneas de acción, las dos conducen a la sustitución. Una de ellas propugna la obligatoriedad de la sustitución de los productos más peligrosos, existen diferentes listas que relacionan estos productos. La otra, más restrictiva, aduciendo el "principio de precaución" contempla la prohibición *sine die* de aquellos productos cuya peligrosidad ofrezca dudas, lo que llevaría irremisiblemente a una sustitución en plazo breve.

La innovación constituye, hoy, el motor de muchas industrias, también de la industria química. Ello provoca una búsqueda permanente de nuevos productos que respondan a las nuevas exigencias. Una reglamentación que obligue a sustituir los productos más peligrosos se encontraría en esta línea de innovación pero debería de tener en cuenta algunas exigencias:

- La sustitución solo se debe considerar necesaria si la sustancia presenta un riesgo inaceptable, a pesar de las medidas de control adoptadas, y únicamente en el campo específico en que presenta peligro.

- El riesgo de una sustancia debe compararse con el riesgo de la sustituta durante todo su ciclo de vida. La sustitución basada solamente en las características intrínsecas de peligrosidad puede resultar una mala decisión.

La inversión de la carga de prueba

Una " inversión de la carga de prueba " significa que las sustancias sospechosas de presentar un peligro se retiran del mercado hasta que se demuestre que no presentan ningún peligro. Este principio tan restrictivo no lo acepta la industria química. Una inversión completa de la carga de prueba tendría un impacto negativo sobre la competitividad de esta industria y reduciría significativamente las ventajas que presentan sus actividades y productos para el conjunto de la sociedad.

El principio de precaución

Las mayores evidencias de alteración hormonal de origen químico se han obtenido en estudios sobre animales. Sin embargo, la magnitud del problema es sobrecogedora. Esperar a disponer de certezas incontestables en poblaciones humanas es sencillamente suicida.

Se debe aplicar el principio de precaución y prohibir los tóxicos conocidos, optando por la sustitución, exigiendo su identificación y etiquetado, reduciendo el número de sustancias químicas utilizadas y fabricando y comercializando sólo aquellas de las que estemos seguros que no provocan daños a la salud ni al medio ambiente.

Consultas realizadas recientemente en la Unión Europea sobre necesidades y prioridades futuras en materia de Política Social apuntan, en lo que se refiere al riesgo químico tres líneas de acción: 1) Evaluación de riesgos, 2) Sustitución de sustancias peligrosas y 3) Efectos cancerígenos.

Para fomentar la práctica de la sustitución, la Agencia Europea de Seguridad y Salud, ha puesto en marcha una página en Internet sobre Buenas Prácticas, cuya finalidad es permitir el intercambio de experiencias afortunadas en la sustitución de sustancias peligrosas. Se puede encontrar un buen número de ejemplos de sustituciones positivas para la seguridad y salud de los trabajadores así como para el medio ambiente, recogidas de diferentes países.

4.- LA SUSTITUCIÓN EN EL MEDIO LABORAL

La sustitución de las sustancias peligrosas utilizadas por otras menos peligrosas es una de las maneras más eficaces de eliminar o de reducir la exposición a sustancias tóxicas o que presentan otras características peligrosas.

La sustitución en el medio laboral se ha venido realizando desde hace bastantes años. En los años 70, las limitaciones impuestas al benceno propiciaron la utilización de disolventes menos peligrosos como tolueno y xileno. La sustitución y eliminación del amianto, la utilización de fibras supuestamente menos peligrosas. La sustitución de pigmentos metálicos en pinturas, con contenido en plomo, cadmio y cromo por pigmentos orgánicos. Mas recientemente la utilización de pinturas hidrosolubles e hidrodiluibles en lugar de pinturas en base solvente, un proceso paralelo se siguió con las tintas. Los procesos de aplicación de la pintura también han cambiado, aplicación en polvo y a alta presión sin aire, para reducir la exposición de los trabajadores al tiempo que se aprovecha mejor la pintura.

La sustitución como principio preventivo general queda recogido en la LPRL, art. 15º. Como medida específica para el riesgo tóxico se recoge en el art. 5º del RD 374/01 sobre agentes químicos y en el art. 4º del RD 665/97 sobre agentes cancerígenos. En estas normas se propone la sustitución de sustancias como un medio para eliminar o reducir los riesgos que entrañan la utilización de agentes químicos peligrosos, una medida preventiva alternativa, pero preferida a otras, en los supuestos de que algún agente químico rebase los valores límites.

Otros métodos de reducción del riesgo tóxico incluyen procesos en circuito cerrado, el aislamiento o confinamiento, ventilación por extracción localizada, modificación del proceso o del equipo, buenas prácticas de limpieza, controles organizativos y equipo de protección personal. Todos estos métodos reducen o eliminan el riesgo de daño interrumpiendo el camino de la exposición entre el material peligroso y el trabajador. La sustitución es la única medida que puede eliminar el peligro en la fuente de riesgo, de ahí su valor preventivo.

Antes de decidir sustituir un producto químico, ya que la sustitución responsable de sustancias requiere consideración no solamente hacia las características peligrosas de la sustancia sino también hacia el medio ambiente, debe valorarse el efecto de la sustitución sobre el nivel de riesgo en todos los momentos de la vida de la sustancia y para todos los sujetos a proteger. Se debe conocer los riesgos del producto químico para la seguridad y salud de los trabajadores, para el ambiente y los riesgos para los equipos de trabajo u otros recursos. Si los riesgos son serios, entonces deben considerarse los productos alternativos y sus riesgos también deben ser conocidos.

La técnica de sustitución implica varias etapas que pasan por:

- Si se trata de una sustancia pura, conocer el nombre químico (nombre IUPAC) o el número CEE, es posible que sólo se disponga del nombre común o de su denominación comercial.
- Conocer la toxicidad de los constituyentes peligrosos del producto (aquellos que están presentes en >1% del peso total, >0,1% si se trata de una sustancia cancerígena). La hoja de datos de seguridad, aprobada por la Directiva 91/155/CEE, proporciona esta información.

- Determinar qué productos químicos alternativos existen en el mercado. Deben tenerse en cuenta los requisitos técnicos o características exigibles para la aplicación concreta. Al comparar productos químicos, es absolutamente esencial: 1) tener presente cómo se va a utilizar el producto, 2) consultar en las bases de datos la toxicidad del producto, y 3) recabar el consejo de un experto.
- Comparar los riesgos para la salud y los de incendios, explosión y los derivados de su reactividad, al menos, ya que deben evaluarse todos ellos de acuerdo al RD 374/01, de cada uno de las sustancias químicas del producto para averiguar cuál es el menos peligroso. Es esta una tarea compleja ya que es posible que algunas alternativas mejoren uno de los riesgos pero empeoren otros. Por ejemplo, en la sustitución de pinturas con disolvente por pinturas hidrodiluíbles o hidrosolubles se reducen los riesgos debidos al disolvente pero aumentan los debidos a la presencia de derivados del glicol y de las aminas.
- Si un producto químico está asociado inequívocamente con la aparición de cánceres, mutaciones (modificaciones de las células), defectos de nacimiento y alteraciones reproductoras, debe ser sustituido inmediatamente por un producto químico que no presente esos riesgos. Así lo exige el art. 4º del RD 665/1997.

Respecto a muchos productos químicos, no se tienen pruebas definitivas de su toxicidad porque no se han evaluado suficientemente o porque no se ha registrado toda la información que existe sobre sus efectos a la salud. Así pues, es importante consultar cada año más o menos la bibliografía actual sobre los productos químicos empleados en el trabajo. Se debe utilizar siempre la última edición disponible de un manual sobre sustancias tóxicas y de las hojas de datos de seguridad. El Registro Internacional de Productos Químicos Potencialmente Tóxicos (RIPQPT), División del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Ginebra, Suiza, publica un boletín dos veces al año en el que figura un resumen de las últimas novedades recogidas en docenas de países sobre toxicidad y legislación respecto de productos químicos concretos.

5.- EL PROCEDIMIENTO DE SUSTITUCIÓN

Se debe extremar el cuidado para asegurar que un peligro no será intercambiado por otro, que podría incluso ser un peligro más serio. La selección de un sustituto puede ser un proceso muy complejo. En organizaciones grandes el proceso de selección puede implicar a un comité con representantes de ingeniería, compras, servicio de prevención, mantenimiento, investigación y desarrollo, gestión del medio ambiente y los mandos y trabajadores que trabajan directamente con el producto. En organizaciones más pequeñas, pocas personas o una sola debe realizar estas funciones y previsiblemente necesitará ayuda externa.

Las consideraciones más importantes a tener en cuenta cuando se valoran los posibles sustitutos y su justificación, tanto técnica como preventiva, son:

Adecuación a la aplicación. El material debe cumplir las especificaciones técnicas (p.e., solubilidad, viscosidad, tiempo de secado, ...) para el trabajo o el proceso.

Compatibilidad. El sustituto no debe interferir o reaccionar con el proceso, con otros materiales o el equipo.

Medidas de control existentes. Los métodos de control existentes pueden no controlar adecuadamente al sustituto (p.e., un sustituto menos tóxico puede evaporarse más rápidamente y el sistema existente de ventilación podría no capturar adecuadamente los vapores).

Eliminación de residuos. El sistema actual de eliminación deberá adecuarse a los requisitos técnicos y regulaciones para la eliminación del residuo nuevo.

Evaluación del riesgo. Se debe hacer una evaluación de riesgo para decidir la conveniencia de sustituir un producto químico o material.

Para realizar una comparación en detalle con los posibles sustitutos, hay que acudir a la información que figura en las fichas de datos de seguridad de los diferentes productos. Si la información de la hoja de datos de seguridad del producto no es adecuada, hay fuentes de bases de datos que proporcionan información de las características químicas, físicas y toxicológicas de sustancias puras y de productos químicos compuestos.

Las hojas de datos de seguridad contendrán, en general, la información necesaria para poder establecer estas comparaciones. Las siguientes características sirven para este fin:

Presión de vapor. La presión de vapor es un indicador de la facilidad de evaporación de un producto químico en el aire. La exposición por inhalación es la ruta primaria de la exposición para muchos productos; por lo tanto, la concentración del vapor en el aire influye, en gran parte, sobre el nivel potencial de exposición. Si un disolvente no es muy volátil (no se evapora fácilmente), el potencial para la exposición por inhalación será bajo. A mayor volatilidad mayor exposición.

Valores límites. No se deben utilizar los valores límites, como por ejemplo los VLA del INSHT o los TLV de ACGIH, para establecer comparaciones de la peligrosidad relativa entre sustancias. La lista de los TLV indica claramente que no son un índice relativo de toxicidad.

Efectos sobre la salud a corto plazo. Comparar los parámetros de toxicidad de varios productos químicos permite conocer sus toxicidades a corto plazo (es decir, los efectos que se producen rápidamente). Los ejemplos de los datos agudos de la toxicidad incluyen LD50s y LC50s (las dosis o las concentraciones mortales que matan al 50% de animales de la población expuesta al producto químico). Es importante recordar que la toxicidad puede variar ampliamente según la especie animal. Además, los efectos biológicos o los efectos de salud adversos causados por exposiciones a corto plazo a altas concentraciones de un producto químico pueden no ser iguales que los que resultan de exposiciones a largo plazo a niveles

mas bajos. Por ejemplo, dos hidrocarburos aromáticas, benceno y tolueno, tienen características tóxicas agudas similares pero solamente el benceno causa cáncer para exposiciones crónicas o a largo plazo.

Efectos de salud a largo plazo. Los efectos de salud a largo plazo tales como enfermedades crónicas del pulmón pueden ser más significativos a efectos comparativos que los efectos de salud a corto plazo.

Toxicidad a través de la piel. Debe examinarse el potencial para la irritación directa y la sensibilización alérgica de la piel. Se debe considerar que, además de la respiración en productos químicos, los gases y vapores se pueden absorber también a través de piel aunque exista o no contacto. Esta ruta de la exposición puede contribuir sensiblemente a la dosis total de productos químicos en el cuerpo.

Sensibilización del sistema respiratorio. Si la exposición al producto químico por inhalación puede causar reacciones de sensibilización, como un ataque de asma, esto puede requerir la aplicación de métodos de control de la exposición y prácticas especiales en el lugar de trabajo.

Efectos cancerígenos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción. Si existe suficiente evidencia de que un compuesto podría causar cáncer o efectos reproductores en seres humanos, se necesitan medidas especiales.

Peligros físicos. El fuego y las explosiones son a veces los peligros más grandes de un material. Las características que deben ser examinadas incluyen la presión del vapor, las temperaturas de inflamación y de autoignición, los límites de inflamabilidad y la reactividad. Aunque la sustitución es el método más eficaz de reducir riesgos, no siempre es práctica. Se debe hacer una evaluación muy cuidadosa antes de cualquier plan de sustitución para asegurarse de que el químico nuevo, alternativo no plantea un mayor peligro que el producto actualmente usado.

El Instituto Británico de Seguridad y Salud recomienda un método de siete pasos al considerar la sustitución de una sustancia peligrosa. Estos pasos incluyen:

1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos. Este paso implica identificar las características peligrosas de las sustancias o del proceso actual. Se define un peligro como "el potencial que tiene una sustancia o un proceso de dañar a alguien o al medio ambiente". A continuación se evaluarán los riesgos al utilizar, almacenar o eliminar la sustancia. El riesgo es "lo probable que resulte el daño".

2. Identificación de alternativas. Investigue una amplia gama de opciones. Compare toda la información de la evaluación de riesgos según se ha mencionado previamente. Compare los diversos estados de un producto químico (p.e., en forma granular se crea menos polvo que en forma de polvo). También

considere si la tarea es necesaria o no (p.e., si es necesario limpiar la pieza). Si se trata de un fabricante, puede necesitar seleccionar otras opciones según las necesidades de sus clientes, además de las de sus propios empleados.

3. Valorar globalmente las alternativas. Es importante que se haya recopilado toda la información disponible antes de este paso de modo que se pueda hacer una comparación realista de las ventajas e inconvenientes. Se debe considerar también la forma en que los trabajadores lo utilizan y cómo probablemente van a estar expuestos. Elegir un producto químico alternativo puede requerir cambios en:

- La manera en que se hace el trabajo,
- La clase de equipo que se necesita para ser compatible con el producto sustituto,
- El sistema de ventilación que será necesario,
- El método de eliminación de residuos , y
- La normativa que se tiene que aplicar.

4. Comparar los riesgos de las alternativas. En este paso, se comparan las alternativas de sustitución una a una, y con la sustancia o proceso actualmente utilizado. Realmente es difícil comparar los riesgos de un producto químico que sea muy inflamable con uno que sea muy tóxico. Se recomienda pensar en los daños en términos simples por ejemplo: ¿el sustituto puede explotar o puede ser tóxico para las personas que trabajan con él, o podría afectar a otras personas en el área?. Recuerde considerar cómo y dónde será utilizado el sustituto.

5. Decidir la sustitución. Este paso es el más difícil. Un cambio en un paso de un proceso puede afectar a muchos otros. Se debe consultar con los trabajadores que manejarán el producto directamente para recoger información. Una buena idea puede ser introducir el sustituto en un ensayo piloto o pequeña cantidad al principio.

6. Introducir el sustituto. Planear el cambio de material o proceso cuidadosamente. Se debe entrenar y educar a los trabajadores implicados.

7. Evaluar el cambio. Controle para ver si la sustitución ha producido los resultados previstos. Se puede vigilar la salud de los trabajadores y vigilar el nivel de contaminantes en el aire para comprobar si satisfacen los requisitos legales.

6.- LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

La justificación desde el punto de vista de seguridad y salud se sustenta, como todas las decisiones sobre riesgos hoy en día, en la evaluación de riesgos. El riesgo es la probabilidad de que, mediante exposición a un agente químico peligroso, cause daño a una persona u otro efecto nocivo.

Los métodos tradicionales de evaluación de riesgos siguen la pauta de determinar la probabilidad de ocurrencia de los sucesos que tienen consecuencias indeseables, y la de los posibles daños en cada caso. Estas probabilidades se valoran para llegar a una evaluación cuantitativa del riesgo implicado. Si existen varios riesgos, se identifican todos los escenarios probables, y se estima la probabilidad del posible daño para cada uno.

A efectos prácticos, puesto que los datos disponibles son escasos para realizar una evaluación cuantitativa de riesgos y las evaluaciones consumen mucho tiempo, se utiliza una matriz de análisis con diferentes niveles de Probabilidad (Exposición) y de Consecuencias (Peligrosidad). El grado de riesgo resultante está basado en la combinación de las circunstancias de la exposición, por un lado, y de las características peligrosas inherentes, por otro.

Estimar el riesgo implica determinar y asignar niveles de exposición y niveles de peligrosidad de un modo cualitativo, teniendo en cuenta las medidas preventivas adoptadas, para llegar a un valor cualitativo del riesgo para cada célula de la matriz de riesgo. El grado de peligrosidad se obtiene a partir de la información obtenida de varias fuentes, entre ellas el proveedor y la ficha de datos de seguridad. El grado de exposición, por otra parte, es una variable que depende del tipo de receptor, humano o ambiental, del riesgo; de las cantidades y de la frecuencia de los materiales peligrosos manejados; de la naturaleza del proceso de fabricación; de las medidas de prevención adoptadas y de los valores límites establecidos.

Las dos figuras muestran dos ejemplos de posibles matrices de análisis de la combinación Probabilidad-Consecuencias o Peligro-Exposición.

El grado de peligrosidad de los agentes químicos, una vez que se dispone de la información toxicológica, puede hacerse atendiendo exclusivamente a la gravedad inherente de sus efectos tóxicos. Para ello se pueden ordenar los efectos tóxicos o agruparlos en diferentes niveles.

GRADO DE RIESGO

CONSECUENCIAS	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Medio	Medio	Alto	Muy alto
	Medio	Bajo	Medio	Medio	Alto
	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto
		Bajo	Medio	Alto	Muy alto

PROBABILIDAD

		Probabilidad				
		A	B	C	D	E
Consecuencias	1	1	2	4	7	11
	2	3	5	8	12	16
	3	6	9	13	17	20
	4	10	14	18	21	23
	5	15	19	22	24	25

Figuras. Dos ejemplos de matriz de riesgos

En la tabla que aparece a continuación se ofrece una agrupación a modo de tentativa, no existen referencias en la bibliografía sobre este asunto. A no ser un

criterio de la Chemical Manufacturers Association -CMA-, basado en la clasificación de la peligrosidad de los productos a efectos de su transporte y que se incluye también en otra tabla, en el ejemplo posterior.

CARACTERÍSTICA PELIGROSA	NIVEL PELIGRO
Cancerígeno, mutágeno o tóxico reproducción	Muy alto
Radiactivo	Muy alto
Muy tóxico T+	Muy alto
Altamente inflamable	Alto
Asfixiante	Alto
Tóxico T	Alto
Inflamable u oxidante	Medio
Sensibilizante o alérgeno	Medio
Nocivo	Medio
Combustible	Bajo
Corrosivo	Bajo
Irritante	Bajo

Las valoraciones de los niveles de exposición son relativamente fáciles de obtener mediante evaluaciones higiénicas, aunque tienen un coste importante, cuando se dispone de valores límites y de metodología de evaluación. Muchas sustancias peligrosas no pueden evaluarse en sentido estricto.

En cualquier caso, el resultado podría ajustarse teniendo en cuenta los criterios establecidos en la norma UNE-EN 689. En la siguiente tabla se indica dicho ajuste.

INDICE DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE EXPOSICIÓN
$I > 1$	Muy alto
$0,5 < I \leq 1$	Alto
$0,25 < I \leq 0,5$	Medio
$I \leq 0,25$	Bajo

7.- EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS EN UNA SUSTITUCIÓN

En el proceso de pintura convencional el disolvente utilizado es peligroso para los receptores humanos y ambientales. En la pintura de este ejemplo, el disolvente usado era xileno, clasificado como material peligroso debido a sus efectos agudos y crónicos conocidos sobre la salud humana y a su potencial de riesgo de incendios, debido a su alta inflamabilidad. El grado de inflamabilidad para los xilenos es considerado como serio o grave, según NFPA, mientras que el grado de reactividad es bajo. El grado de peligro para los líquidos inflamables

es 5, según el criterio CMA, que corresponde a un grado de peligrosidad "alto", como se observa en la tabla.

En el proceso de pintura, por lo tanto, el grado de peligrosidad del disolvente se estima "alto" dondequiera que se utilice el xileno, al igual que otras dos alternativas estudiadas basadas también en la utilización de disolvente. Sin embargo, en el caso de la alternativa que implicaba el uso de recubrimiento con polvo (que es relativamente mucho menos dañosa), el grado de peligrosidad se estableció ser "bajo".

Grado de peligro según la clasificación DOT/UN

PRIORIDAD	CARACTERÍSTICA PELIGROSA	NIVEL PELIGRO
1	Radiactivo	Muy alto
2	Muy tóxico	Muy alto
3	Gas muy inflamable	Muy alto
4	Gas inflamable	Muy alto
5	Líquido inflamable	Alto
6	Oxidante	Alto
7	Sólido inflamable	Alto
8	Líquido corrosivo	Alto
9	Tóxico	Medio
10	Sólido corrosivo	Medio
11	Irritante	Medio
12	Líquido combustible \geq 50 litros	Medio
13	Otros-B	Bajo
14	Otros-A	Bajo
15	Líquido combustible $<$ 50 litros	Bajo
16	Otros-E	Bajo

En el estudio de la pintura, el riesgo se evalúa para cada tipo de peligro y para cada etapa de su ciclo de vida, usando la matriz de Peligro-Exposición. Las alternativas estudiadas, después de descartar inicialmente otras dos que suponían un cambio del disolvente, fueron las siguientes:

- *Alternativa 0.* Pintura con disolvente y eliminación de la pintura y del disolvente.
- *Alternativa 1.* Pintura con recubrimiento de polvo.
- *Alternativa 2.* Reciclaje "in situ" del disolvente y eliminación del residuo de pintura.
- *Alternativa 3.* Reciclaje "in situ" del disolvente y reciclaje externo del residuo de pintura.

La evaluación se hace para cada etapa (aplicación, transporte, eliminación del residuo o reciclaje), considerando primero el tipo de efluente y después el sujeto

a proteger (personas, ecosistemas, aire y agua). Véase la tabla siguiente y la de más abajo. En cada caso se considera o evalúa el efecto mas importante.

FASES CICLO VIDA	EMISIONES AL AIRE	RESIDUO SÓLIDO
Aplicación	SI	-
Transporte	-	SI
Eliminación	-	SI
Reciclaje	SI	-

Por ejemplo, usando un grado de peligrosidad del disolvente "alto" (según lo discutido anteriormente), se obtiene para las emisiones al aire, durante la aplicación de la pintura, un grado de riesgo "medio". Esto resulta de hacer un promedio de los dos resultados:

- 1) Efectos para la salud. Nivel de peligro "alto"/nivel de exposición "medio" para la salud humana (efectos crónicos) durante la aplicación de la pintura, el resultado es "medio", y
- 2) Efectos sobre la calidad del aire. Nivel de peligro "alto"/nivel de exposición "bajo" para la calidad del aire ambiente, el resultado es también medio.

FASES CICLO VIDA	EFFECTOS SALUD	EFFECTOS ECOSISTEMA	CALIDAD AIRE	CALIDAD AGUA
Aplicación	SI	-	SI	SI
Transporte	-	SI	-	-
Eliminación	SI	-	-	-
Reciclaje	SI	-	SI	SI

El promedio de dos grados medios es un "medio" para las emisiones al aire y la pintura con xileno. La etapa de reciclaje no se aplica a esta alternativa porque el residuo se elimina fuera, mientras que en las etapas de transporte y de eliminación no consideran los efectos de las emisiones al aire.

Actuando similarmente se obtienen en cada caso los promedios correspondientes, para llegar por un grado de riesgo total para cada alternativa. Los resultados de las tres alternativas, además de la actual, se reflejan en la tabla que se acompaña.

Grado del Riesgo de las diferentes alternativas **Ejemplo pintura**

	EMISIONES AL AIRE	RESIDUO SÓLIDO
Alternativa 0	Medio	Alto
Alternativa 1	0	Bajo
Alternativa 2	Medio	Alto
Alternativa 3	Medio	Medio

Como puede comprobarse, la alternativa 1, es decir, pintura por recubrimiento de polvo, es la mejor opción para la salud y medio ambiente. El resto de alternativas implican riesgos mas altos, incluida la situación actual.

8.- NORMATIVA APLICABLE

Algunas de las normas citadas:

- **Cancerígenos**
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.

Directiva 90/394/CEE, de 28 de junio, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Modificado por:

REAL DECRETO 1124/2000, de 16 de Junio, por el que se modifica el 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.

- **Contaminantes químicos**
Directiva 2000/39/CE de la Comisión, de 8 de junio de 2000, por la que se establece una primera lista de valores límite de exposición profesional indicativos en aplicación de la Directiva 98/24/CE del Consejo relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (Texto pertinente a efectos del EEE)

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

UNE-EN 689 “Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para comparación con los valores límite y estrategia de la medición”

Cloruro de vinilo

ORDEN DE 9 DE ABRIL DE 1986 por el que se aprueba el Reglamento para la Prevención de Riesgos y Protección de la Salud por la presencia

de cloruro de vinilo monómero en el ambiente de trabajo. BOE de 6 de mayo de 1986.

- *Amianto*

CONVENIO 162 DE LA OIT, sobre utilización del asbesto en condiciones de seguridad

ORDEN DE 31 DE OCTUBRE DE 1984 por la que se aprueba el Reglamento sobre Trabajos con Riesgo de Amianto

ORDEN DE 7 DE ENERO DE 1987 por la que se establecen normas complementarias del Reglamento sobre Trabajos con Riesgo de Amianto

RESOLUCIÓN DE 8 DE SEPTIEMBRE DE 1987, de la Dirección General de Trabajo, sobre tramitación de solicitudes de homologación de laboratorios especializados en la determinación de fibras de amianto

ORDEN DE 22 DE DICIEMBRE DE 1987 por la que se aprueba el Modelo de Libro Registro de Datos correspondientes al Reglamento sobre Trabajo con Riesgo de Amianto

Directiva 83/477/CEE del Consejo, de 19 de septiembre de 1983, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo (segunda Directiva particular con arreglo al artículo 8 de la Directiva 80/1107/CEE)

Directiva 87/217/CEE del Consejo de 19 de marzo de 1987 sobre la prevención y la reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto

RESOLUCIÓN DE 20 DE FEBRERO DE 1989 de la Dirección General de Trabajo, por la que se regula la remisión de fichas de seguimiento ambiental y médico para el control de exposición al amianto

REAL DECRETO 108/1991 de 1 de febrero de 1991 sobre Prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto.

ORDEN DE 26 DE JULIO DE 1993, por la que se modifican los arts. 2., 3. y 13 de la O.M. 31 octubre 1984, por la que se aprueba el Reglamento sobre Trabajos con Riesgo de Amianto, y el art. 2. de la O.M. 7 enero 1987, por la que se establecen normas complementarias del citado Reglamento, trasponiéndose a la legislación española la Directiva del Consejo 91/382/CEE, de 25 junio.

LEY PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:

18/19

Artículo 15. Principios de la acción preventiva

El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el artículo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar
- Combatir los riesgos en su origen
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud
- Tener en cuenta la evolución de la técnica
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro**
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

RD 374/01 AGENTES QUÍMICOS

Artículo 5. Medidas específicas de prevención y protección

El empresario garantizará la eliminación o reducción al mínimo del riesgo que entrañe un agente químico peligroso para la salud y seguridad de los trabajadores durante el trabajo. Para ello, el empresario deberá, preferentemente, **evitar el uso de dicho agente sustituyéndolo por otro** o por un proceso químico que, con arreglo a sus condiciones de uso, no sea peligroso o lo sea en menor grado.

Cuando la naturaleza de la actividad no permita la eliminación del riesgo por sustitución, el empresario garantizará la reducción al mínimo de dicho riesgo aplicando medidas de prevención y protección que sean coherentes con la evaluación de los riesgos

RD 665/1997. AGENTES CANCERÍGENOS

Artículo 4. **Sustitución de agentes cancerígenos**

En la medida en que sea técnicamente posible, el empresario evitará la utilización en el trabajo de agentes cancerígenos, en particular mediante su sustitución por una sustancia, un preparado o un procedimiento que,

en condiciones normales de utilización, no sea peligroso o lo sea en menor grado para la salud o la seguridad de los trabajadores