

INFORME ACTUALIZADO



La poliurea en el sector de la
construcción y el medio ambiente

1ª edición, Junio 2009

Una colaboración entre



Polyurea Development
Association Europe

y





Datos editoriales

1ª edición, junio 2009
Cierre de edición: mayo 2009

Copyright 2009

Deutsche Bauchemie e.V.
Mainzer Landstrasse 55
60329 Frankfurt am Main
Alemania
Telephone + 49 69 2556-1318
Telefax + 49 69 2556-1319
www.deutsche-bauchemie.de

149-SB-S-2011

Deutsche Bauchemie e.V. reserves all rights, especially the right of reproduction, distribution and translation.

Diseño
NEEDCOM GmbH, Sulzbach am Taunus
www.needcom.de

Editado por
Frotscher, Darmstadt
www.frotscher-druck.de

Fotografías cedidas por
BASF Construction Chemicals Europe AG
BASF SE
Bayer MaterialScience AG
Clariant Produkte (Deutschland) GmbH
DeNeeff Conchem, Belgium
DOW Deutschland Anlagengesellschaft mbH
Fa. Elmico, Norway
Huntsman (Europe) bvba
Terje Løchen, Norway (title photo)
J. MAYER H. Architects
Sika Deutschland GmbH

ISBN-No.: 978-3-935969-69-7

Responsible Care



Deutsche Bauchemie e.V. apoya el programa mundial Responsible Care Programme

ÍNDICE

PRÓLOGO	4
1 INTRODUCCIÓN	5
2 DEFINICIÓN DE POLIUREA	5
3 PRODUCCIÓN Y FORMULACIÓN	6
4 PROPIEDADES Y USO	7
4.1 Información General	7
4.2 Áreas de aplicación	8
4.2.1 Impermeabilización	8
4.2.2 Protección frente a la corrosión en puentes de acero	10
4.2.3 Protección del hormigón	11
4.2.4 Protección frente al agua	12
4.2.5 Reparación de tapas de alcantarilla, conductos de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales	12
4.2.6 Embalses de agua potable y piscinas	13
4.2.7 Aplicaciones decorativas	14
4.2.8 Revestimiento de madera flexible	14
4.3 Reacción al fuego	14
5 EVALUACIÓN DE LOS INGREDIENTES	15
5.1 Poliurea – Materias primas	15
5.2 Rellenos, pigmentos y retardantes al fuego	16
6 COMPORTAMIENTO EN EL MEDIO AMBIENTE	17
7 REGISTRO, EVALUACIÓN, AUTORIZACIÓN Y RESTRICCIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS (REACH)	18
8 TRANSPORTE	19
9 ALMACENAJE	20
10 TRATAMIENTO DE LA POLIUREA	21
11 RECUPERACIÓN Y RECICLAJE	22
12 ELIMINACIÓN	23
13 CONCLUSIONES	23
14 BIBLIOGRAFÍA	24
GLOSARIO	26



PRÓLOGO

La 1ª edición de este informe actualizado „La poliurea en el sector de la construcción y el medio ambiente“, fue preparado por el grupo de trabajo “Poliurea in the Construction Industry” de Deutsche Bauchemie, en colaboración con expertos de PDA Europe. Su objetivo es proporcionar información para todos sus miembros y usuarios profesionales.

Las siguientes personas han colaborado en la elaboración de este informe actualizado:

Dr. Werner Bertleff	BASF SE
Marc Broekaert	Huntsman (Europe) bvba
Dr. Christian Bruchertseifer	Dow Deutschland Anlagengesellschaft mbH
Dr. Mathias Dietz	Clariant Produkte (Deutschland) GmbH
Dr. Michael Hiller	BASF Construction Chemicals GmbH
Dr.-Ing. Inga Hohberg	Deutsche Bauchemie e.V.
Dr. Wolfgang Karl	MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG
Dr. Thomas Pusel	Sika Deutschland GmbH
Dipl.-Ing. Norbert Schröter	Deutsche Bauchemie e.V.
Karl-Heinrich Wührer	Bayer MaterialScience AG

Deutsche Bauchemie e.V. quisiera conocer su opinión y cualquier comentario que deseen hacer sobre este informe actualizado.

Deutsche Bauchemie e.V.

Deutsche Bauchemie, la asociación alemana de fabricantes de productos químicos para el sector de la construcción, está formada por más de 110 empresas. Con un volumen de ventas anual entorno a los 4 billones de euros, estas empresas cubren la mitad del volumen del mercado europeo y un tercio del mundial. El perfil de los miembros de Deutsche Bauchemie va desde distribuidores especializados de tamaño pequeño-mediano, hasta grandes multinacionales. El trabajo de la asociación lo desarrollan aproximadamente 40 departamentos, así como comités especiales, grupos de trabajo y grupos de proyecto. En la sede central de Frankfurt am Main trabajan unos 300 expertos de las empresas miembros de la asociación. En los comités especiales de “Los plásticos en la construcción de hormigón” y “La poliurea en el sector de la construcción”, los expertos de Deutsche Bauchemie tratan diferentes temas en particular: seguridad en la aplicación, seguridad ocupacional, protección del medio ambiente, y la durabilidad de los sistemas de protección de edificios, muchos de los cuales son altamente especializados, incluyendo productos con revestimiento de poliurea. Deutsche Bauchemie también contribuye en la creación e implementación de reglamentación técnica a nivel nacional y europeo.

Polyurea Development Association Europe (PDA Europe)

Polyurea Development Association Europe (PDA Europe) es la asociación oficial europea del sector de la poliurea y engloba la cadena completa, desde fabricantes de materias primas, formuladores, fabricantes de maquinaria y equipamiento, hasta usuarios en los diferentes sectores industriales. PDA Europe fue registrada en Bélgica en junio de 2007 como una organización internacional sin ánimo de lucro, y ayuda a crear criterios de uniformidad para el revestimiento con poliurea. Entre los miembros de PDA Europe se encuentran expertos de reconocido prestigio en el sector químico europeo, así como usuarios profesionales de poliurea, por lo que la asociación proporciona apoyo en lo que se refiere a la selección de productos, la calidad de los mismos y las diferentes posibilidades de aplicación. También ofrece información acerca de las mejores prácticas en el ámbito de protección y seguridad medioambiental, y mantiene un foro abierto para que sus miembros opinen sobre el desarrollo futuro del mercado de la poliurea. PDA Europe mantiene una estrecha colaboración con la PDA americana, fundada en 1999.

Para más información acerca de PDA Europe, visite el sitio web www.pda-europe.org

1 INTRODUCCIÓN

La tecnología de la poliurea se basa en una formulación química de dos componentes para revestimientos proyectados de secado rápido, desarrollada recientemente.

Los primeros productos de poliurea fueron desarrollados durante los años 80 en los Estados Unidos. Dichos productos se introdujeron en el mercado en 1987 y, desde entonces, el mercado ha crecido rápidamente. En 1990 se utilizaban menos de 5 toneladas en todo el mundo. En 2006 la cantidad (poliurea e híbridos poliuretano-poliurea) alcanzó las 35.000 toneladas (estudio de mercado en 2007 de la PDA).

La tecnología de la poliurea también se utiliza en Europa, aunque mayoritariamente se engloba dentro del término revestimientos de poliuretano. El continuo desarrollo en la aplicación de revestimientos proyectados refleja claramente el potencial de la tecnología de la poliurea.

Debido a que la poliurea todavía no ha sido incluida como un grupo independiente de producto y tecnología, sólo hay pocas referencias directas a este grupo de producto en la normativa existente. Sin embargo, hay numerosos objetos de referencia en los cuales los productos de poliurea han destacado desde un punto de vista técnico. La poliurea se ha venido utilizando con éxito durante muchos años, por ejemplo, en el campo de edificios industriales, la construcción y la ingeniería civil, la contención secundaria y la protección de superficies.

En este informe actualizado se describen, no solo las áreas típicas de aplicación, sino también las materias primas de la poliurea, el manejo de la poliurea, y su comportamiento frente al medio ambiente.

2 DEFINICIÓN DE POLIUREA

Las empresas miembros de Deutsche Bauchemie y PDA Europe utilizan las siguientes definiciones:

- **Poliurea (PUA)**

La reticulación se produce únicamente entre el isocianato y los componentes amino-terminados. Los hidroxilos añadidos a través de aditivos o colas de pigmento no deberían tener una influencia significativa en la reticulación. Los polímeros surgidos de la reacción entre la humedad y la poliurea no son tratados en este informe.

- **Poliuretano (PU)**

La reticulación tiene lugar únicamente a través del isocianato y los componentes hidroxilo-terminados.

- **Híbridos poliuretano-poliurea (híbridos PU-PUA)**

La reticulación se produce entre el isocianato y los componentes tanto amino como hidroxilo-terminados.

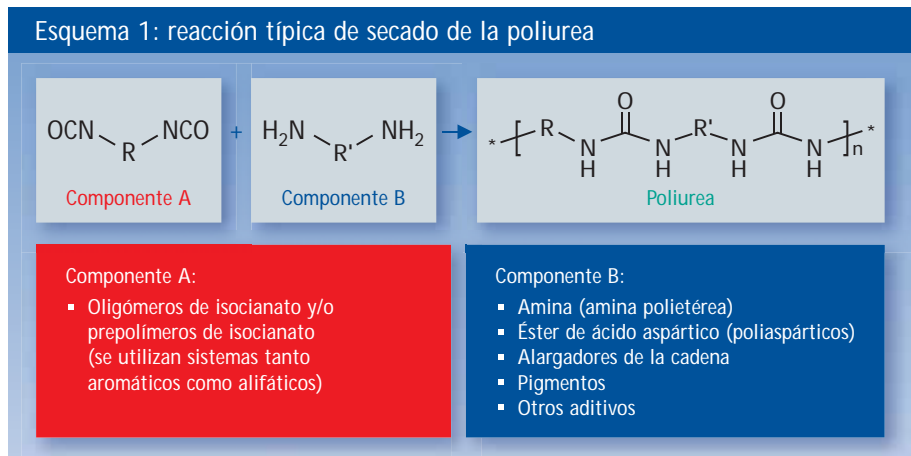


3 PRODUCCIÓN Y FORMULACIÓN

Los sistemas de poliurea son sistemas reactivos. Se secan (curan) a través de la reticulación de los grupos reactivos contenidos en los componentes.

Los polímeros de poliurea se producen a través de un sistema de 2 componentes. El componente A, un isocianato o prepolímero de isocianato, reacciona con el componente B, aminas multifuncionales o mezclas de aminas, para convertirse en poliurea. Los pigmentos, rellenos y otros aditivos se deben añadir a los componentes base.

La reacción típica de secado se muestra en el esquema 1.



En la práctica, suele haber confusión acerca de los componentes A y B. Mientras que la industria de revestimiento europea llama B al componente de isocianato (derivado de la química del poliuretano), en Estados Unidos y Asia llaman B al componente de mezcla de amina (de la química de resina epoxi).

El presente informe actualizado adopta las designaciones A y B establecidas en los Estados Unidos y países de Asia.

El componente A es la parte que contiene el isocianato, mientras que el componente B es la parte que contiene amina (ver III. 1).



4 PROPIEDADES Y USO

4.1 Información general

Los productos que contienen poliurea se caracterizan por su alto rendimiento, por lo que se utilizan en varias áreas de aplicación en todo el mundo.

La formulación y las características del rendimiento de los productos de poliurea se regulan dependiendo del área de aplicación. Suelen presentar las siguientes ventajas por lo que se refiere a las proyecciones con pistola:

- La PUA reacciona, se asienta y seca rápido – aquellas superficies revestidas pueden estar listas para la puesta en marcha o para más tratamiento en sólo unas horas.
- La PUA se puede usar dentro de un amplio rango de temperaturas y humedad (ventana de aplicación más grande).
- La PUA presenta una alta resistencia térmica, así como una buena flexibilidad en bajas temperaturas.
- La PUA tiene una resistencia mecánica y química fuera de serie.
- La PUA es estable a la hidrólisis e insensible al agua.
- La estabilidad de color es posible (en sistemas alifáticos).
- La PUA no contiene disolventes (100% sólidos).
- La PUA forma capas flexibles, sin juntas y elásticas.
- Debido a su rápida velocidad de reacción, incluso las superficies verticales se pueden revestir con cualquier grosor de capa en una pasada (sin costuras, impermeabilización tridimensional).
- La PUA se adhiere bien a todos los sustratos.
- La PUA no necesita de catalizadores, lo que se traduce en una mejora de la estabilidad a la hidrólisis.

Los sistemas manuales de aplicación de poliurea (en su mayoría poliaspárticos) comprenden la mayoría de las propiedades mencionadas anteriormente y son un complemento a los sistemas de proyección con pistola. Se utilizan como capa superior y/o capa de reparación. Las principales diferencias son su tiempo de reacción más lento, la posibilidad de ser aplicados a mano, y el uso puntual de disolventes.

Los sistemas de aplicación manual de PUA son muy similares a los productos de poliuretano en lo que se refiere a sus aplicaciones y propiedades. Este informe actualizado trata sobre productos que se pueden aplicar por proyección.





4.2 Áreas de aplicación

4.2.1 Impermeabilización

■ Techos

Los techos, particularmente los planos, ponen el listón alto a cualquier sistema de impermeabilización, en especial si la estructura del techo tiene muchas aperturas complicadas (p.e. aire acondicionado, claraboyas, chimeneas, etc.) En estos casos, el uso de un material impermeabilizante líquido que se adapte fácilmente al perfil del techo ofrece grandes ventajas y es una solución de confianza. Tras secarse, aparecerá una membrana sin juntas. Gracias a la rápida reacción, incluso capas más gruesas se pueden aplicar en superficies verticales.



Las membranas de poliurea para techo basadas en esta tecnología son de muy larga duración. Las propiedades más destacadas de los revestimientos con poliurea son su alta resistencia (incluso aunque aparezca el color amarillento por efecto de los rayos del sol) y su flexibilidad, incluso a bajas temperaturas, que asegura que cualquier movimiento en la estructura del techo sea compensado por el revestimiento.

En la presente ETAG 005, una "Directriz para la Aprobación Técnica Europea de Kits de Impermeabilización para Techos Aplicados con Líquido", los productos de poliurea son descritos temporalmente entre los poliuretanos (Apartado 6 "Especificaciones para kits que contienen poliuretano"). En cada país europeo existen normativas internas. Por ejemplo,

en Alemania, el revestimiento de techos con plásticos líquidos se rige por los requisitos de las normas DIN 18531 y DIN 4102, Apartados 1 y 7.

■ Bloques de hormigón

La impermeabilización de los bloques de hormigón y las franjas perimetrales en la calzada es una de las áreas clásicas de aplicación de capas líquidas proyectadas. El uso de sal para el deshielo de las carreteras en los meses de invierno incrementa el riesgo de penetración de cloruros en el hormigón. La composición más frecuente es:

- Substrato de hormigón: limpiado por arenado
- Imprimación de epoxi, mezclado con arena de cuarzo
- Capa de impermeabilizante, puenteante de fisuras (= membrana líquida proyectada)
- Capa de adherencia
- Asfaltado

Sólo existen unos pocos sistemas con la certificación ZTV-BEL-B 3 que se puedan utilizar en Alemania. En la actualidad, son sólo productos de poliuretano o híbridos de poliuretano. El asfalto se suele verter en el tablero sobre la capa de polímero líquido a una temperatura aproximada de 230 – 250°C. La poliurea posee la estabilidad térmica necesaria y, por lo tanto, se puede utilizar como capa impermeabilizante.



Los ejemplos en otros países demuestran que la poliurea ha sido utilizada con éxito para reparar otros elementos de hormigón en grandes puentes como bloques, pilotes y vigas. Un ejemplo claramente ilustrador es el Puente de San Mateo en San Francisco (California, USA).

En la Europa occidental, los sistemas de poliurea todavía no han ganado terreno en este campo de aplicación debido principalmente al alto precio del material.



■ Vías de ferrocarril

En la construcción de vías de ferrocarril, se hace una distinción entre las vías y la subestructura. Las capas/mantos intermedios (también elastómeros) son una parte de las vías, y también existe una construcción llamada vía en placa. Con este último sistema, que ha ido ganando terreno sistemáticamente desde los años 90, especialmente para los anchos de alta velocidad, las vías se atornillan al asfalto o al hormigón. En Alemania, la impermeabilización elástica del hormigón de las vías con capas líquidas no es una práctica muy común. Sin embargo, en climas húmedo-cálidos y/o marítimos, la acción de las sales y la humedad sobre el hormigón de las vías es importante. Así, en esas zonas se necesita una impermeabilización robusta y elástica para proteger y prevenir posibles daños a la construcción con el paso del tiempo. Como material impermeabilizante, la poliurea puede ser una solución de confianza para esta aplicación, ya que una membrana de poliurea no sólo impermeabiliza elásticamente el hormigón de la vía, sino que también ofrece propiedades fuera de serie por lo que se refiere a la resistencia a sales y humedad. Los plásticos líquidos no son significativos para la subestructura.

■ Impermeabilización de la base de los tramos de vía

Si la amortiguación de la vibración de las vías se produce sobre una base de balasto de piedra, las bases de balasto en los puentes y las líneas de hormigón deben ser protegidas frente a la abrasión del balasto y frente a la penetración de agua.

En los puentes de hormigón, después de la pulverización de la superficie de hormigón, se aplica una imprimación de epoxi antes de proyectar, aplicando una membrana de poliurea impermeabilizante de un grosor medio de 5 mm. Dicha membrana tendrá que soportar hasta 100 kPa de presión de agua, tener una fuerza adherente de, por lo menos, 1 MPa, y ser resistente a la sal, el aceite y la radiación solar. A bajas temperaturas, la elongación de la membrana debe superar el 100% para resistir el avance del agrietado estático y dinámico del hormigón. La resistencia a la temperatura oscila desde los -40°C hasta cargas puntuales de temperatura de 250°C . La resistencia a la abrasión hacia la base de balasto se comprueba de acuerdo con las normativas vigentes en el sector de la construcción de vías de ferrocarril. Un ejemplo de utilización de PUA en puentes de ferrocarril es la nueva Bothnia Line en el norte de Suecia.

■ Impermeabilización de túneles

Las ilustraciones 2a y 2b muestran la composición típica de la construcción de un túnel, una con membrana de aluminio impermeabilizante convencional, y la otra con una membrana impermeabilizante de PUA. En el túnel principal, la membrana impermeabilizante se sitúa detrás de la fundición interna de hormigón. En el túnel de servicio y en el área de evacuación de emergencia, la membrana impermeabilizante es la capa visible (no se utiliza fundición de hormigón). Existen diferentes requisitos para las distintas construcciones desde el punto de vista de comportamiento frente al fuego: para la construcción tipo "sándwich" con la membrana detrás de los elementos de hormigón,

III. 2: Construcción típica de un túnel

III. 2a: Túnel principal – sistema de capa de plástico convencional



III. 2b: Túnel principal – con membrana impermeabilizante de poliurea





con la norma EN 13501-1) que para las superficies impermeabilizantes de la capa visible (p.e. A1 o A2 de acuerdo con la norma EN 13501-1). Además, también pueden ser requisito las subclases de humo y goteo. La reglamentación nacional de las clases de reacción frente al fuego difiere de unos miembros de la Unión Europea a otros.

La principal ventaja al usar revestimientos de poliurea en una construcción tipo "sándwich" en el túnel principal es la buena adherencia a los textiles húmedos o al hormigón proyectado. Sin embargo, los aluminios impermeabilizantes convencionales requieren ensamblaje mecanizado o con adhesivos.

Los revestimientos de poliurea emiten relativamente bajas cantidades de monómeros reactivos durante la aplicación. Esto necesita ser verificado a través de más investigaciones, ya que los monómeros de isocianato en los aerosoles están prohibidos durante la aplicación en túneles largos (longitud aproximada > 5000 m, dependiendo de la capacidad de ventilación). El mayor reto en esos túneles tan largos es asegurar la cantidad de intercambio de aire necesaria.

■ Impermeabilización en contacto con el suelo y agua subterránea

Excepto para aplicaciones caras y específicas, la impermeabilización con poliurea proyectada en zonas en contacto con el suelo (impermeabilización subterránea) no se ha hecho popular en Europa. Pero, particularmente en Suiza, se han impermeabilizado galerías con cargas dinámicas, aunque en su mayoría usando sistemas híbridos de PU-PUA.

Fuera de Europa, por ejemplo, se conectaron dos islas para la construcción de un aeropuerto en Incheon, Korea. En este caso, la estructura de hormigón del metro y el ferrocarril fue impermeabilizada contra la presión del agua de mar desde el exterior con una imprimación de PU y revestimiento de poliurea.

Puntualmente se han protegido con revestimientos de PUA estructuras de puentes de hormigón en una zona de mareas. En esos casos, la aplicación rápida durante los intervalos entre mareas supuso una ventaja sustancial (p.e. el puente San Mateo en California, USA).

En ingeniería hidráulica y esclusas, los sistemas de poliurea o híbridos se utilizan sólo como revestimiento industrial en estructuras de acero prefabricadas. El uso de PUA para la protección del hormigón en este campo se desconoce a día de hoy.

4.2.2 Protección frente a la corrosión en puentes de acero

La poliurea es altamente efectiva en la protección del acero frente a la corrosión con el paso del tiempo. Hay numerosos ejemplos que lo demuestran, como los revestimientos en recipientes de acero y depósitos, abrevaderos, vigas de hierro, etc. En estos casos de uso exterior en puentes, aparecen ventajas sustanciales como los tiempos de reacción cortos, la aplicación rápida y la relativa insensibilidad a parámetros externos. Mientras tanto, existen un número de objetos de prueba y superficies reparadas que demuestran las ventajas de la utilización de poliurea para proteger el acero en los puentes.

Algunos ejemplos en los Estados Unidos también demuestran que la poliurea se puede usar con éxito para la reparación y la protección frente a la corrosión en estructuras de acero, incluyendo puentes. Dichas superficies se han revestido en el puente Golden Gate.

A pesar de la positiva experiencia que se ha extraído por todo el mundo, la tecnología con poliurea está ganando adeptos muy lentamente en Europa en este campo de aplicación.





4.2.3 Protección del hormigón

■ Suelo industrial y sellantes

Los suelos de plantas de producción, talleres, almacenes, etc. están sometidos a cargas pesadas. Las carretillas industriales pueden pesar toneladas y la contaminación con aceites, carburantes y productos químicos se cobran un alto peaje en los suelos. Los procedimientos de limpieza con vapor caliente y los productos de limpieza industrial agresivos también afectan a los suelos.

Gracias a su específico perfil de propiedades – alta elasticidad combinada con resistencia a la abrasión y una muy buena estabilidad térmica – los revestimientos con poliurea confieren una protección de confianza frente a esas cargas. Las propiedades de los revestimientos se pueden formular específicamente para cargas típicas, a través del uso selectivo de las materias primas apropiadas.

En el sector de los suelos industriales y los sellantes, los revestimientos con poliurea presentan dos ventajas destacables:

1. Su mayor tolerancia climática una vez aplicados y secados

Esto aumenta considerablemente el periodo del año en el que se pueden aplicar – desde principios de primavera a finales de otoño – y reduce las interrupciones causadas por las inclemencias meteorológicas (p.e. lluvia).

2. Su rápida aplicación y secado

Especialmente para los casos de rehabilitación, el tiempo de inactividad (p.e. de producción) contribuye a un considerable aumento de los costes finales. Debido a que se pueden aplicar con rapidez (p.e. con un equipo de proyección de 2 componentes) y secan igualmente deprisa (aplicación de revestimientos poliáspárticos por proyección), los tiempos de ejecución se ven considerablemente reducidos si los comparamos con los sistemas convencionales.

El porcentaje de revestimientos con poliurea en el sector de suelo industrial de capa gruesa en Europa es todavía relativamente pequeño comparado con los revestimientos de poliuretano o híbridos poliuretano-poliurea. Sin embargo, el uso de revestimientos con poliurea ha sufrido un incremento sustancial en los últimos años. Los supermercados son ejemplos concretos de esta área de aplicación donde el factor tiempo es crucial.

■ Suelos para instalaciones deportivas y parques infantiles

Debido al número de cargas referentes a la elasticidad así como a las cargas mecánicas, las pistas de atletismo en los estadios deportivos o los suelos en gimnasios y polideportivos se deben cubrir con revestimientos de la más alta calidad.

En esta área especial de aplicación, se utiliza un material de revestimiento de 2 componentes con poliurea basado en tecnología poliáspártica estable a la radiación solar para hacer revestimientos no desteñibles, con capa final resistente a la abrasión y con línea de colores.

■ Revestimientos para garajes y rampas

Las membranas de poliurea por sí solas o mezcladas con una capa protectora de desgaste pueden resistir las cargas químicas y mecánicas típicas de las superficies por las que rueda el tráfico de vehículos. Los revestimientos se distinguen por su alto nivel de elasticidad y una larga vida útil. La resistencia a la abrasión requerida se puede obtener formulando los requisitos específicos. Estos revestimientos también se pueden teñir permanentemente si añadimos pigmentos inorgánicos.





Empezando por Alemania, las membranas de poliurea se especificaron en Europa como membranas líquidas en sistemas de impermeabilización para superficies con tráfico de vehículos (OS 11, ver [45]) a principios de los 90. Mientras en Europa la membrana se protege frente a las cargas mecánicas con una capa de desgaste rellena de arena, en el oeste de Estados Unidos, dicha capa de desgaste, p.e. de arena, se ha empezado a integrar dentro del sistema de impermeabilización con poliurea. Desde un punto de vista mecánico, sin embargo, las formulaciones basadas en pre-polímeros aromáticos y alifáticos se hacen así para resultar más duras y resistentes que las membranas descritas en el OS 11.

■ Revestimientos para balcones y terrazas

En el campo de capas finales resistentes a la radiación solar, los poliuretanos de un sólo componente son frecuentes, aunque desde hace un tiempo han comenzado a aparecer las poliureas poliaspárticas. Además de sus estupendas prestaciones mecánicas y la resistencia a la radiación solar, también ofrecen la ventaja de un secado rápido. Más recientemente, se han testado revestimientos de PUA (manuales o con máquina) basados en isocianato aromático y alifático como revestimientos en terrazas y balcones (por ejemplo en Bélgica).

■ Revestimientos internos para torres de refrigeración

Los revestimientos internos para torres de refrigeración están sometidos a cargas muy fuertes, debido a la condensación de humedad y humos. Con el fin de conferir protección de larga duración a la estructura de hormigón, es necesario usar revestimientos altamente resistentes a los productos químicos. En Estados Unidos y Asia, la PUA ha mostrado grandes ventajas técnicas en la construcción de centrales eléctricas.

4.2.4 Protección frente al agua

La política del agua en Europa se rige por la directiva 2000/60/EC [34]. Sin embargo, la implementación de dicha directiva difiere de un país miembro de la UE a otro.

En Alemania, la Ley Federal Alemana sobre Recursos del Agua (WHG) establece que, cuando se produzca una fuga en un depósito de productos químicos, tanto el medio ambiente como el agua subterránea deben estar convenientemente protegidos a través de depósitos colectores o cubetas de goteo (áreas de contención). Debido a que, por un lado, el hormigón no es completamente resistente a muchos químicos líquidos cuando se usa en depósitos colectores y, por otro, los depósitos de hormigón se deben dimensionar y fabricar de manera especial para asegurar su estanqueidad y su inmunidad a las grietas, tanto los depósitos colectores como los suelos en instalaciones de almacenaje, relleno y manipulación de líquidos peligrosos deben estar efectiva y permanentemente protegidos frente a la penetración de estos líquidos. Los revestimientos con PUA puenteantes de grietas y resistentes a los productos químicos cumplen los requisitos para las mencionadas aplicaciones y pueden garantizar la deseada protección durante muchos años. También se pueden utilizar en aplicaciones al aire libre y con fuertes cargas mecánicas (p.e. con tráfico de vehículos directo).

4.2.5 Reparación de tapas de alcantarilla, conductos de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales

Una de las primeras aplicaciones de la poliurea data de cuando se utilizaba como material para la reparación de tapas de alcantarilla en los Estados Unidos. La condiciones de aplicación en obras como depósitos de sedimentación, sistemas de alcantarillado, colectores de grasa, etc. que suelen ofrecer altos niveles de humedad, plantean problemas difíciles de resolver. El hormigón de estas estructuras sufre mayor corrosión y daños que el de otras estructuras, debido al ataque de ácido sulfúrico biogénico.





Las ventajas al utilizar la poliurea para la reparación de estructuras de conductos son, no sólo su resistencia al ácido sulfúrico, sino su relativa insensibilidad a la alta humedad ambiental y su capacidad para ser aplicada con confianza a bajas temperaturas. Como norma, la poliurea se adhiere suficientemente, incluso al hormigón que no esté totalmente seco. Sin embargo, y particularmente cuando se use poliurea, el aplicador deberá tener especial cuidado durante el proceso. La superficie debe estar siempre correctamente preparada (las superficies de hormigón deben prepararse con agua a muy alta presión, granallado o perdigonado, la temperatura en el momento de la aplicación debe estar como mínimo 3°C por encima de la del punto de rocío y, si ese no fuera el caso, se debe usar equipo de calefacción). Con el sustrato preparado correctamente, la poliurea ha demostrado ser de confianza incluso sobre la fibra de vidrio o el poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP). Se han llevado a cabo y aplicado satisfactoriamente muchas técnicas innovadoras en este campo.

4.2.6 Embalses de agua potable y piscinas

El agua potable es la fuente de nutrición más importante del mundo y debe protegerse del consumo innecesario o la contaminación. Esto también se recoge en la legislación.

Cada vez se utilizan más los revestimientos con poliurea para forrar tuberías y embalses. La ventajosa combinación de resistencia frente a la abrasión y dureza, junto con la insensibilidad a la humedad después de aplicados, convierten a los revestimientos con poliurea en apropiados especialmente para la reparación de tuberías de distribución.

Los productos de poliurea en contacto con el agua potable deben cumplir requisitos especiales por lo que se refiere al comportamiento de sustancias peligrosas (tóxicas) en libertad. La directiva 98/83/EC – “calidad del agua apta para el consumo humano” regula la política del agua en Europa. Sin embargo, y como ya hemos visto en otros casos anteriormente, la implementación de dicha directiva difiere de un país miembro de la UE a otro.

Al no existir en la actualidad una regulación uniforme en Europa para los productos de construcción en contacto con el agua, dichos productos deben cumplir requisitos nacionales. En Alemania se incluye, entre otros, la Directiva para los Revestimientos de la Agencia Medioambiental Federal Alemana (UBA), disponible en inglés en la web de UBA (www.uba.de).

Como consecuencia de esta reglamentación, el uso de aminas aromáticas e isocianatos está altamente restringido en Alemania (los tests de migración de las aminas aromáticas son obligatorios). Por este motivo, las aminas alifáticas y los isocianatos se utilizan como materia prima para los productos de poliurea usados en zonas de agua potable.

■ Revestimientos para piscinas

La impermeabilización aplicada como un material líquido y que se adapte a la geometría de una piscina resulta particularmente económica y de confianza. Después de seca, se convierte en una membrana sin costuras.

Proteger la estructura de la piscina del agua y los desinfectantes no es el único requisito que deben cumplir los revestimientos para piscinas. Además, no deberían suponer un efecto negativo sobre el agua.

Debido al gran número de químicos que acaban en el agua de la piscina, (p.e. desinfectantes, cremas solares y aceites) así como la radiación solar, las capas finales de revestimiento destinadas al efecto deben someterse a requisitos muy estrictos.





4.2.7 Aplicaciones decorativas

■ Fachadas

Las poliureas alifáticas son fáciles de aplicar como revestimiento proyectado sin aire y no son propensas a desaparecer porque tiene una reacción rápida, lo que resulta en un menor número de burbujas por humedad y una superficie uniforme. Por ese motivo, las poliureas alifáticas en particular han demostrado ser apropiadas como revestimiento de superficies tridimensionales hechas de materiales de espuma, madera, hormigón o escayola. La amplia variedad de grosores de capa y las superficies resultantes fuertes mecánicamente hacen que la PUAs sea el material a elegir. No hay límite para la realización de las ideas artísticas de un arquitecto o un diseñador.

Las propiedades de resistencia frente al fuego de los productos de PUA se deben demostrar de acuerdo con las normativas válidas.

■ Diseño de parques temáticos

A menudo se utilizan materiales de construcción hechos de poliestireno o espuma de PU para la creación de paisajes y esculturas en parques temáticos o para exposiciones. Gracias a su rápido secado y a que muestran notables propiedades mecánicas, los sistemas de proyectado con poliurea aromática altamente reactiva se usan para proteger las estructuras básicas y reforzar la superficie. Los revestimientos de color estable son utilizados para decorar y sellar la superficie.

Un claro ejemplo de este tipo de aplicación es la "Ambiorix" de 10 metros de altura creada para el parque temático Land Van Ooit en Tongeren, Bélgica.

4.2.8 Revestimientos de madera flexible

Contra todo pronóstico, la poliurea es adecuada para el recubrimiento de materiales de madera debido a su alta flexibilidad y su buena permeabilidad de vapor de agua.

La moda arquitectónica de diseñar fachadas sin costuras ni juntas con libertad en cuanto a diseño y colores requiere de refuerzo y de materiales sin juntas que sólo se pueden elaborar con revestimientos elásticos proyectados y, en muchos casos, debido a la elevada elongación requerida, sólo con sistemas híbridos de PU-PUA.

La experiencia con estos sistemas se limita a solo unos pocos edificios (el Parasol en Sevilla, España, se está construyendo usando un sistema híbrido de PU/PUA) y, por el momento, no se dispone de experiencia sobre este tipo de aplicaciones.

4.3 Reacción al fuego

Las formulaciones de poliurea sin retardantes de llama adicionales se suelen asignar a la clase E de fuego europea o, cuando se utiliza como revestimiento de suelo, Efl de acuerdo con la norma EN 1350-1.

Se pueden lograr clases de fuego más altas añadiendo retardantes de llama.

Debido a que los sistemas de carpeta de PUA se pueden aplicar rápidamente, secan deprisa, desarrollan resistencia al bloque con rapidez, y se pueden aplicar en capas muy gruesas, cada vez se utilizan más para sistemas intumescentes.



5 EVALUACIÓN DE LOS INGREDIENTES

5.1 Poliurea – Materias primas

■ Polisocianatos

Los polisocianatos, los isocianatos poliméricos u oligoméricos y sus pre-polímeros son utilizados en el sector de la construcción en la actualidad.

Predominan los sistemas de poliurea basados en un diisocianato de difenilmetileno (pre-polímeros MDI u homólogos). Los pre-polímeros MDI que se utilizan contienen grupos de isocianato entre un 10 y 18% por norma.

Para la producción de las preparaciones usadas en el sector de la construcción, los fabricantes de materias primas utilizan en sus plantas industriales monómeros clasificados como perjudiciales a altamente tóxicos. En plantas de producción química diseñadas y equipadas para alta seguridad de procesos, estas materias primas se convierten en productos intermedios con un potencial dañino sensiblemente menor. Estos productos intermedios son suministrados a los formuladores para la producción de productos finales para el sector de la construcción.

Aunque el MDI está clasificado como perjudicial, no existe riesgo si se usa correctamente debido a su baja volatilidad (el valor TLV prácticamente nunca se alcanza a temperatura ambiente). Como resulta que la mayoría de aplicaciones con poliurea son proyectadas, el aerosol resultante que contiene isocianato debe ser tenido en cuenta al medir el TLV.

Los pre-polímeros de isocianato basados en el diisocianato de hexametileno (HDI) como principal ingrediente, etiquetados como no tóxicos y utilizados, por ejemplo, en revestimientos inalterables a la luz y resistentes a la intemperie para balcones o fachadas, contienen menos del 0.5% de este monómero.

Los pre-polímeros de isocianato basados en el diisocianato de tolueno (TDI) como principal ingrediente, los cuales también son etiquetados como no tóxicos y utilizados en revestimientos elásticos para p rquines, contienen menos de un 0.1% de este monómero, por ejemplo.

Como resultado, los usuarios del producto final reciben productos sintéticos prácticamente libres de sustancias críticas, y también se pueden aplicar manualmente.

Debido a que los sistemas de poliurea suelen aplicarse mediante proyectado, se deben tomar sistemáticamente una serie de medidas de seguridad selectivas, como vestimenta apropiada, protección del aparato respiratorio, ventilación, o uso de cabinas de proyección.

En casos aislados accidentales, con intenso o repetido contacto con la piel, los isocianatos aromáticos pueden causar asma alérgico.

Aquellas personas sensibles a los isocianatos no deberán trabajar con productos de construcción que contengan estas sustancias.

■ Aminas

Podemos encuadrar las aminas usadas en el sector de la construcción dentro de uno de los siguientes grupos de producto: aminas de polieteteraminas, aminas cicloalifáticas, y aminas aromáticas con impedimento estérico.

En el componente B se suelen usar mezclas de diferentes aminas, dependiendo de las propiedades que queramos conseguir del producto, y predominan las polieteteraminas. Estas tienen pesos moleculares de entre 400 y 5000; además, reaccionan excepcionalmente rápido con los grupos de isocianato. Dicha reactividad se mantiene prácticamente intacta incluso a temperaturas ambiente muy bajas, lo que hace que no se necesiten catalizadores.





Junto con las polieteraminas, los llamados alargadores de la cadena se utilizan como modificadores. Éstos son diaminas aromáticas con impedimento estérico o diaminas cicloalifáticas secundarias que intervienen en el proceso de reticulación.

Otro grupo donde predominan las diaminas cicloalifáticas secundarias son los ácidos ésteros aspárticos (poliaspárticos) que se utilizan principalmente en sistemas de aplicación manual.

Si se toman las medidas de seguridad adecuadas y se utiliza el material correctamente, estos materiales no representan ningún riesgo para la salud.

Polieteraminas

Son altamente alcalinas y pueden causar irritación de las membranas mucosas, incluso pueden llegar a quemar la piel. Dependiendo de la longitud de la cadena y del nivel de ramificación, su toxicidad varía desde prácticamente no tóxicas (lineales, cadena larga) a tóxicas (altamente ramificadas) cuando se tragan. Las polieteraminas no muestran propiedades mutagénicas y no se consideran sensibilizadoras de la piel.

La clasificación de peligro medioambiental no es uniforme e incluye tanto sustancias etiquetadas como medioambientalmente peligrosas, como otras sustancias que no necesitan dicha etiqueta debido a que sus efectos son insignificantes.

Aminas cicloalifáticas

Dependiendo de las respectivas estructuras, las propiedades de las aminas pueden variar. Generalmente son clasificadas como tóxicas o perjudiciales y algunas pueden causar quemaduras si se tragan. No irritan la piel por norma, pero pueden tener un efecto sensibilizador sobre la piel. Por lo que se refiere a su comportamiento en el medio ambiente, son consideradas tóxicas por los organismos del agua y pueden tener un efecto perjudicial en sistemas de agua con el paso del tiempo.

Aminas aromáticas con impedimento estérico

El potencial de irritación de esta clase de sustancias no está claramente definido. Los componentes no suelen irritar la piel, aunque algunos irritan los ojos. Ciertos miembros de este grupo de productos son dañinos sólo con una simple exposición, mientras que otros no son prácticamente tóxicos. Sin embargo, las aminas aromáticas pueden interrumpir el transporte de oxígeno en la sangre y se ha comprobado que tienen propiedades sensibilizadoras para la piel. La mayoría de las aminas con impedimento estérico están clasificadas como perjudiciales para el medio ambiente y convenientemente etiquetadas. Las empresas miembros de Deutsche Bauchemie sólo utilizan para revestimientos con poliurea aquellas aminas aromáticas clasificadas como no cancerígenas.

■ Diluyentes reactivos

Se utilizan puntualmente en los sistemas de poliurea para reducir la viscosidad del componente de isocianato y para la mejorar las propiedades de caudal de la capa proyectada. Debido a que están adheridas a la matriz del polímero, no contribuyen a las emisiones de COV (compuestos orgánicos volátiles).

5.2 Rellenos, pigmentos y retardantes al fuego

■ Rellenos y pigmentos

Los rellenos y los pigmentos se suelen añadir a los revestimientos pero, a resultas de que la viscosidad del sistema se debe mantener baja, la cantidad autorizada está limitada.

Los rellenos se utilizan normalmente para alterar las propiedades mecánicas y reducir los costes del revestimiento. Se usan rellenos inertes químicamente como las baritinas, el polvo de cuarzo y también los rellenos de refuerzo de silicio, incluyendo fibras de vidrio cortas.





Los pigmentos se añaden en forma de polvo, como colas preparadas o dispersas en aminas polietéreas, tanto para añadir color en general como para comprobar la proporción de mezcla correcta. Para la pigmentación se utilizan pigmentos orgánicos o inorgánicos. Debemos comprobar la idoneidad de los pigmentos o las colas de pigmento antes de usarlos, ya que podrían causar floculación o perturbar la química del sistema.

Los rellenos de pH casi neutro y los pigmentos son un requisito previo imprescindible para una larga vida útil de dichos sistemas de revestimiento. Tanto la alcalinidad como la acidez de los rellenos y pigmentos utilizados afectan el tiempo de duración del trabajo.

■ Retardantes al fuego

Los productos retardantes al fuego son generalmente el resultado de formulaciones desarrolladas específicamente, que se ajustan para cumplir los requisitos respectivos. Esto hace prácticamente imposible una comparación directa entre las diferentes clases de retardantes al fuego, aunque sí podemos hacer una evaluación "a grosso modo".

Los retardantes al fuego halogenados son altamente efectivos en su fase gas, asegurando así un efecto retardante en prácticamente cualquier tipo de sustrato. Los compuestos de halógeno también presentan inconvenientes porque liberan ácidos hidroháluros corrosivos, normalmente incrementan la densidad del humo y también porque forman productos de combustión tóxica.

Un retardante de llama halogenado utilizado en sistemas de poliurea es el tris(2-cloroisopropilo)fosfato (TCPP). Debido a que no está adherido a la matriz del polímero, puede contribuir a las emisiones COV. También se le conoce un efecto plastificante que, dependiendo de la cantidad añadida, puede tener una influencia negativa en las propiedades mecánicas. El TCPP también está clasificado como perjudicial.

Cada vez más, los usuarios finales exigen retardantes al fuego que sean estables a la migración y sin halógeno. En caso de producirse fuego, los retardantes al fuego halogen-free (sin halógeno) tienen la ventaja que los humos no contienen gases de tiro corrosivos.

Los retardantes al fuego sin halógeno que intervienen químicamente y/o físicamente son también muy eficientes. Pueden tener su base en el polifosfato amónico, por ejemplo.

6 COMPORTAMIENTO EN EL MEDIO AMBIENTE

Los organismos del agua clasifican como perjudiciales o tóxicas algunas de las sustancias utilizadas en la fabricación de poliurea. En Alemania, estas sustancias y sus formulaciones están incluidas en la clase 1 – 3 de peligro para el agua (WGK). En posteriores capítulos dedicados al transporte y al almacenaje se incluyen notas adicionales sobre este tema.

De acuerdo con lo estipulado en la Ley Federal Alemana de Agua (WHG) y la Ley Federal Alemana de Protección del Suelo (BBodSchG), cambios perjudiciales sobre el agua subterránea y/o el suelo se deben prevenir o reducir hasta el punto que no haya cambios negativos en el medio ambiente.

Los revestimientos de poliurea secos (curados) son prácticamente resistentes a agentes externos, p.e. biodegradación, y son prácticamente insolubles en el agua. Debido al elevado peso molecular de la poliurea y su baja solubilidad en el agua, se puede dar por sentado que la poliurea no acumulará organismos. En consecuencia, no presentan riesgo para el medio ambiente si se utilizan correctamente.



7 REGISTRO, EVALUACIÓN, AUTORIZACIÓN Y RESTRICCIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS (REACH)



La nueva Normativa Química Europea entró en vigor en todos los países de la UE el 1 de junio de 2007. Regula el registro, la evaluación y autorización de sustancias químicas con el objetivo de la fabricación segura y el uso de productos químicos. Con la llegada de esta normativa, se aplica en la UE una legislación nueva y uniforme sobre los productos químicos que debe ser implementada por las empresas interesadas.

La normativa REACH estipula que, a partir del 1 de junio de 2008, cualquier sustancia suelta o una sustancia utilizada en una preparación no se debe fabricar, importar o comercializar por una empresa en cantidades de más de 1 t/a si no ha sido registrada previamente. Sin embargo, también hay sustancias excluidas de registro obligatorio.

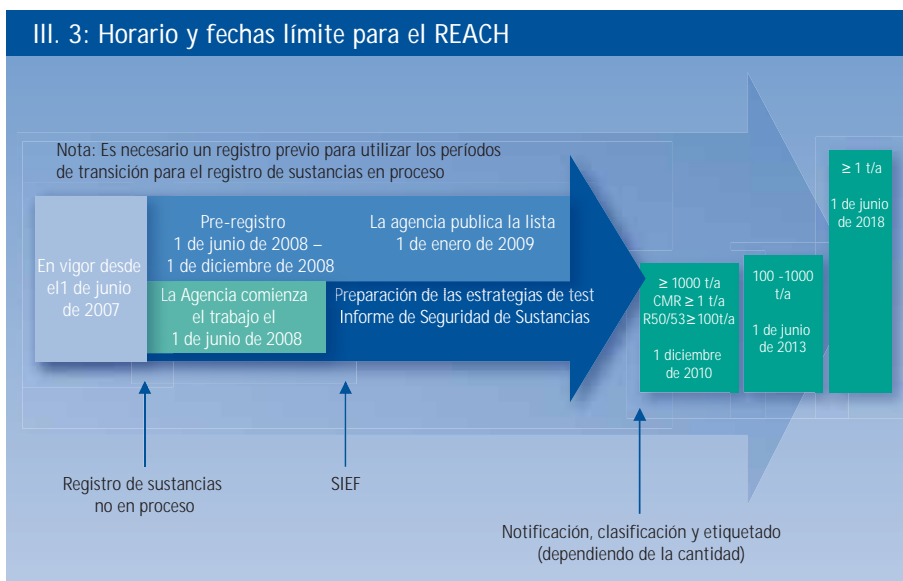
La normativa REACH permite períodos de transición para el registro. Con el fin de poderse beneficiar de estos períodos de transición, cada fabricante/importador debe hacer un registro previo de sus sustancias, en cuyo caso sólo las llamadas sustancias en proceso pueden ser pre-registradas. Suelen ser sustancias EINECS, es decir, todas las sustancias incluidas en el Inventario Europeo de Sustancias Químicas Comerciales Actuales.

Los períodos de transición hasta el registro se presentan en el siguiente croquis.

La UE ha puesto en marcha una Agencia Europea Especial para Sustancias Químicas, abreviado ECHA, con oficinas en Helsinki, para la implementación de la normativa REACH.

Por norma, los fabricantes de productos de poliurea pertenecen a un grupo de usuarios intermedios ya que normalmente, sólo formulan los productos. Con el fin de asegurar la producción de sus productos en el futuro, el usuario intermedio (formulador) debe confirmar que sus proveedores hayan pre-registrado y consecuentemente registrado aquellas sustancias/productos que les compra. La solicitud se debe incluir en la versión extendida del Manual de Seguridad. El proveedor de materias primas debe estar informado sobre cómo las utiliza el usuario intermedio (formulador). Esta información se utiliza para evaluar los posibles riesgos para los humanos y el medio ambiente y comunicada en una versión extendida del Manual de Seguridad. Al final, toda esta información beneficia al usuario final en la manipulación segura del producto final.

III. 3: Horario y fechas límite para el REACH





Deutsche Bauchemie ha contado con el soporte técnico de Oekopol a la hora de preparar una Directriz REACH, cuya primera edición se publicó en marzo de 2008 y también cuenta con una versión en inglés. La directriz, que va especialmente dirigida a los formuladores de productos químicos del sector de la construcción, explica brevemente las tareas y responsabilidades más importantes (disponible en: www.deutsche-bauchemie.de).

8 TRANSPORTE

Los productos que podrían resultar perjudiciales para los humanos o el medio ambiente al ser transportados, p.e. productos basados en disolventes, son designados como mercancías peligrosas y se dividen en nueve grupos diferentes.

Dependiendo del tipo de transporte, la manipulación de estos productos está sujeta a las provisiones de la ADR/RID o GGVSE (transporte terrestre), la IMDG/GGVSee (transporte marítimo) y la ICAO-TI/IATA-DGR (transporte aéreo). La información se puede encontrar en la versión extendida de los Safety Data Sheets (Manuales de Seguridad) en la sección 14. El fabricante es responsable de la clasificación.

Los documentos citados a continuación deben incluirse en el cargamento:

- Declaración de responsabilidad (confirmando que el envío ha sido preparado de acuerdo con normativas; se aplica a la IMSG/GGVSee)
- Tarjeta de Transporte de Emergencia (desde el 1.1.99: dirigida particularmente a conductores de mercancías peligrosas, comportamiento durante una emergencia = instrucciones por escrito; no se requiere desde la 2ª mitad de 2009)
- Albarán de mercancías peligrosas (indicando clasificación, cantidad, información acerca del emisor/receptor, acuerdos especiales – si se solicita, etc.)

Los pre-polímeros de diisocianato de difenilmetileno (MDI) comúnmente utilizados en los productos de poliurea no son considerados mercancía peligrosa para ningún tipo de transporte. El componente de amina que contiene aminas o sus mezclas es considerado, por norma, mercancía peligrosa de acuerdo a la legislación del transporte.

La clasificación como mercancía peligrosa también se puede aplicar cuando el producto contiene sustancias inflamables (clase 3) o sustancias peligrosas para el medio ambiente (clase 9).

La selección del embalaje adecuado está estipulada para el transporte de mercancías peligrosas. Se debe testar y aprobar el embalaje para el tipo de transporte respectivo, además de asegurar el más alto nivel de seguridad durante el almacenaje, manipulación y transporte. Las especificaciones de material de embalaje resultan de la clasificación de mercancías peligrosas. Para un rápido reconocimiento de una sustancia (p.e. para los bomberos), cada embalaje debe mostrar el número UN y la etiqueta de mercancía peligrosa para la clase respectiva.

Las normativas del transporte deben ser observadas cuando se utilice un coche como medio de transporte. En estos casos, se puede encontrar información a través de la directriz elaborada por VCI [42].

Las sustancias se deben clasificar desde el 1 de diciembre de 2010, y las preparaciones desde el 1 de junio de 2015, de acuerdo con la normativa europea sobre la implementación del Sistema Global Harmonizado (GHS). De aquí se puede extraer otra clasificación, ya que las características y símbolos de peligroso se definen de manera diferente en el GHS.



9 ALMACENAJE

De acuerdo con la "Ordenanza de Sustancias Peligrosas (GefStoffV)" alemana, tanto los polisocianatos como las aminas usadas en productos de poliurea para el sector de la construcción son considerados sustancias y preparaciones sujetas a etiquetaje obligatorio. A la hora de almacenar, hay que tener en cuenta lo siguiente:

a) Clasificación basada en el punto de inflamabilidad de acuerdo con la RL 67/548/EEC

Hace referencia al almacenaje de productos de limpieza basados en disolventes para maquinaria y equipos. Dependiendo del contenido de disolvente y el punto de inflamabilidad, los componentes de poliurea se pueden asignar a una clase peligrosa (altamente inflamable (F+, R12), fácilmente inflamable (F, R11) o inflamable (R10). En Alemania, dichos productos están sujetos a la "Ordenanza sobre Seguridad y Salud Industrial (BetRSichV)" [29]; los productos con un punto de inflamabilidad hasta e incluyendo 55°C se quedan por debajo de esta categoría. También aquellas sustancias con un punto de inflamabilidad por encima de 55°C requieren una evaluación de peligroso (p.e. comportamiento si el producto se acaba).

A resultas que, como norma, los sistemas de poliurea son mayoritariamente sin disolvente con un punto de inflamabilidad por encima de 100 °C, no están sujetos a la "Ordenanza sobre Seguridad y Salud Industrial (BetRSichV)". En Alemania, dicha ordenanza distingue entre el almacenaje que requiere de un permiso y el que no. El factor dominante para la asignación es la anteriormente mencionada clase peligrosa del product/mercancía, la cantidad a almacenar y el tipo de container usado para el almacenaje. Los requisitos sobre instalaciones para almacenar líquidos combustibles de las clases peligrosas se encuentran en las TRbF 20 (Regals Técnicas para Líquidos Combustibles, Almacenes) que en el futuro se convertirán en las Reglas Técnicas para la Seguridad Industrial (TRBetRSich).

b) Clases Peligrosas para el Agua (WGK) de acuerdo con la "Ley Federal del Agua (WHG)" alemana o la "Normativa Administrativa sobre la Clasificación de Sustancias Peligrosas para el Agua en Clases Peligrosas para el Agua (VwVwS)"

Las clases peligrosas para el agua son tomadas como base para la evaluación de cualquier efecto negativo sobre el medio ambiente en el caso que sustancias peligrosas fugasen del recinto de almacenaje. De acuerdo con la "Normativa Administrativa sobre la Clasificación de Sustancias Peligrosas para el Agua en Clases Peligrosas para el Agua (VwVwS)" alemana, los polisocianatos líquidos son normalmente asignados a la Clase Peligrosa para el Agua (WGK) 1 (bajo peligro para el agua). Las aminas utilizadas pueden ser asignadas a la Clase Peligrosa para el Agua 1 (bajo peligro para el agua), 2 (peligro para el agua) o, en casos particulares, incluso 3 (peligro severo para el agua). Las aminas aromáticas utilizadas son asignadas a la Clase Peligrosa para el Agua 2.

Los requisitos acerca del diseño y equipamiento de un recinto de almacenaje, tales como las dimensiones de las cámaras de retención dependen del tipo de recinto, la disponibilidad de capacidad de almacenaje y las clases peligrosas para el agua de la mercancía almacenada. Estos requisitos no son uniformes para toda Alemania, sino disgregados en normativas aprobadas por cada estado.

c) Otras clasificaciones de acuerdo con la "Ordenanza de Sustancias Peligrosas" alemana más allá de a) (símbolo de peligro)

Más allá de las reglas generales contempladas en la "Ordenanza de Sustancias Peligrosas", particularmente §24, no hay reglas especiales para el almacenaje de sistemas de poliurea.





Los componentes de isocianato reaccionan con el agua y liberan dióxido de carbono. Normalmente, la humedad sólo basta para provocar esta reacción. Después de abrir recipientes de isocianatos, dejarlos abiertos o cambiar los isocianatos a otros recipientes, la presión del gas formada puede aumentar en el recipiente e incluso causar que recipientes seguros y testados según UN se expandan y exploten en casos excepcionales, liberando sus contenidos. Una vez abiertos, los recipientes deben ser manipulados con especial cuidado.

10 TRATAMIENTO DE LA POLIUREA



El aspecto primordial durante la aplicación de la poliurea es la mezcla. Conseguiremos una mezcla minuciosa utilizando una cámara de mezcla con limpieza mecánica. La presión y temperatura de trabajo son vitales para obtener resultados de mezcla óptimos.

Una forma útil de identificar los recipientes es marcándolos con diferentes colores. El recipiente para el componente de isocianato debería marcarse en ROJO, mientras que el recipiente para el componente de amina AZUL. Esta regla para la identificación ha sido adoptada por la mayoría de fabricantes de maquinaria (marcan las bombas y los recipientes de almacenaje) ya que equivocarse con los componentes cuando hablamos de equipos de proyección de alta presión puede conducir a un daño severo.

La alta velocidad de reticulación de las poliureas y su corto tiempo de mezcla hace que aplicar a alta presión sea necesario. Cuando se calcule en la misma obra, el sistema se debería formular preferiblemente en base a una proporción de mezcla 1 : 1 (partes por volumen). La presión de trabajo varía entre 150 y 250 bar. La viscosidad de ambos componentes debería ser lo más parecida posible con una temperatura de trabajo idealmente por debajo de 100 mPa*s.



La viscosidad del componente B es de aproximadamente 900 mPa*s a 25 °C y desciende a temperatura de trabajo (hasta máx. 80 °C) por debajo de 100 mPa*s. Un contenido de NCO más bajo en el componente A conlleva reactividad más baja y viscosidad más alta, pero también mayor elasticidad del revestimiento. Un contenido de NCO más alto reduce la viscosidad, lo que aumenta la miscibilidad con el componente B (para aplicaciones proyectadas) pero aumenta la reactividad y desemboca en una mayor dureza de la superficie del revestimiento. Un mayor contenido del isómero 2,4'-MDI reduce el tiempo de reacción y conlleva una mejor nivelación, lo que hace aumentar la calidad de la superficie.

Algunas investigaciones han mostrado que las propiedades de la capa de poliurea difieren si se calcula a 65 °C, 70 °C y 80 °C mejoran con el incremento de la temperatura.

Las máquinas de proyección están equipadas para las siguientes posibilidades:

- Separar la regulación de temperatura de ambos componentes
- Fácil regulación de las proporciones de mezcla
- Fácil control de la producción
- Los parámetros de proceso se graban de forma clara

Los sistemas de poliurea se calculan con un índice de NCO ligeramente aumentado en un rango de entre el 1.05 - 1.10. Debido a que los grupos de NCO reaccionan con la humedad, la pérdida de grupos de isocianato durante el almacenaje y/o el trabajo queda compensada. Las propiedades de la capa de poliurea en una proporción de mezcla de 1 : 1 partes por volumen han sido testeadas usando un índice que varía de 0.90 a 1.15. Los valores muestran claramente que las propiedades más notables se alcanzan con un índice de 1.05 o superior. Por debajo de 1.05, los valores varían mucho y se hacen imposibles de controlar incluso a cambios de índice de tan sólo 0.02.



Medidas de seguridad, equipo personal de protección

La inhalación o el contacto con la piel pueden causar reacciones dañinas y/o alérgicas. A la hora de trabajar, debemos recordar:

- llevar puestos guantes de protección adecuados, gafas de seguridad y traje de protección
- usar protección para el aparato respiratorio
- trabajar sólo en espacios con buena ventilación

El trabajo debería ser efectuado únicamente por personal cualificado. Podrán encontrar más información útil en la versión extendida del Manual de Seguridad del producto.

Equipo personal de protección – ejemplo: proyección con pistola

- Protección del aparato respiratorio (con buena ventilación): filtro de partículas con capacidad de retención media para partículas sólidas y líquidas (p.e. EN 143 o 149, tipo P2 o FFP2). De no haber suficiente ventilación, un equipo de respiración con suministro de aire fresco será imprescindible.
- Protección de la piel – guantes de protección adecuados (según EN 374); para una exposición prolongada o contacto directo, índice de protección de clase 6 que corresponde a > 480 min. tiempo de permeación de acuerdo con EN 374); p.e. goma nitrílica de butadieno (0.4 mm), goma de cloropreno (0.5 mm), goma de butilo (0.7 mm) o similar.
- Calzado de protección cerrado y de caña alta, así como un traje de protección para que ninguna porción de la piel quede expuesta al aerosol.
- Protección personal para los ojos – gafas de seguridad con protección lateral según EN 166.

11 RECUPERACIÓN Y RECICLAJE

En base a nuestros conocimientos en la actualidad, no se esperan efectos perjudiciales para el medio ambiente derivados de la recuperación y el reciclaje de elementos constructivos a los que se añere la poliurea una vez seca.

Debido a que los sistemas de poliurea seca son elastómeros, no existe razón para creer que se liberen sustancias peligrosas o que el material reciclado tenga otros efectos negativos una vez prensado. Para el caso de aquellos productos de poliurea que contengan ingredientes considerados críticos (de acuerdo con la normativa REACH para la recuperación y el reciclaje), deben tenerse en cuenta las medidas descritas en los escenarios de exposición que aparecen en la versión extendida del Manual de Seguridad.

Cuando pulamos revestimientos viejos sobre una base de poliurea, se puede crear un polvo fino que pueda penetrar en los alveolos. La inhalación de dicho polvo fino se puede prevenir si utilizamos una máscara de protección respiratoria con filtro de partículas. También debemos prestar atención a las medidas de seguridad especificadas para la protección frente a mezclas de polvo potencialmente explosivo.

La generación de energía térmica por la combustión de productos de poliurea reciclada tiene sentido debido al alto contenido energético de los sistemas de poliurea.

12 ELIMINACIÓN



La eliminación o reciclaje de los embalajes se rige por diferentes normativas en los distintos países miembros de la Unión Europea.

En Alemania, por ejemplo, la "Ordenanza sobre Embalajes (VerpackV)" alemana regula la recogida de embalaje. Desde el mismo momento que la Ordenanza sobre Embalajes entró en vigor el 21 de junio de 1991 en Alemania, los fabricantes y distribuidores están obligados a recuperar los materiales de embalaje, particularmente:

- Materiales de embalaje para el transporte
- Materiales de embalaje comercial

Desde la enmienda de la "Ordenanza sobre el Embalaje (VerpackV)" alemana de fecha 27 de agosto de 1999, se regula la recogida de embalaje para mercancías que contenían sustancias peligrosas.

Con el fin de cumplir su obligación de take back (devolver) el embalaje, los fabricantes y distribuidores de sistemas de poliurea han firmado acuerdos con empresas de recogida y reciclaje. En Alemania, el embalaje que contenía productos con sustancias perjudiciales es recogido por empresas especializadas, como por ejemplo KBS o Interseroh a través de un canal de eliminación separado. Los usuarios de sistemas con poliurea deben reciclar por separado los distintos tipos de embalaje (lata, plástico, papel, etc.) for disposal. Para más información actualizada sobre este tema, particularmente para el sector de la construcción, se puede visitar el sitio web de Deutsche Bauchemie, (en alemán) www.deutsche-bauchemie.de en el campo „Temas" y después „Embalaje y Eliminación".

El requisito previo para recuperar dichos recipientes es que éstos deben estar completamente vacíos. Es decir, deben haber sido suficientemente apurados, hasta el punto que no caiga ni se salga ni gota.

Los productos con poliurea seca (curada) son tratados normalmente como vertido industrial, similar a los residuos domésticos. Los desechos que se producen en cada paso de la manipulación se deben recoger por separado y etiquetar con los correspondientes números de código de desecho. Tras coordinar el proceso con la empresa de eliminación, los materiales se recogen de los recipientes especificados. Los números de código de desecho se especifican en el Catálogo Europeo de Desechos (EWC).

13 CONCLUSIONES



Este informe actualizado establece un nexo entre las conocidas aplicaciones europeas e internacionales y el gran número de aplicaciones potenciales para la poliurea que se basan, por un lado y fundamentalmente en su secado rápido y de confianza bajo las más variadas condiciones climáticas, y por otro en sus propiedades de uso excepcionales y duraderas.

Debido a que la tecnología es aún joven, los sistemas de poliurea todavía no han sido incluidos en las principales normativas pese a que se los considera tanto o mejores que otros productos de plástico líquido. Los productos con poliurea, de hecho, se recogen en las secciones de análisis del rendimiento de las normativas europeas.

Deberían encontrar su sitio en las normativas de aplicación nacionales tan pronto como sea posible. Por contra, ya existen numerosas aplicaciones en la actualidad (ver sección 4.2) donde los clientes se decantan por los sistemas de poliurea atendiendo a motivos tanto técnicos como económicos.

14 BIBLIOGRAFÍA

■ General

- [1] Bertleff, Werner, Verbesserte Polyurea-Coatings, FAPU März/April 2008, S. 30 – 32 (German), FAPU March 2008, p. 30 – 32 (English)
- [2] Broekaert, Marc, Polyurea-Sprühsysteme für Betonschutz (Teil 1), FAPU Sept./Okt. 2003
- [3] Broekaert, Marc, Polyurea-Sprühsysteme für Betonschutz (Teil 2), FAPU Nov/Dec 2003
- [4] Broekaert, M., Polyurea Spray Coatings, the Technology and Latest Developments, Paint & Coatings Industry, October 2002
- [5] Broekaert, M., Polyurea Spray Applied Systems for Concrete Protection, Paint & Coatings Industry, September 2003, p. 70, also in Pitture E Vernici, vol. 79, no. 17, October 2003, p. 21
- [6] Broekaert, M., Coating Solutions for Concrete Applications, Concrete, vol. 41 no. 1, February 2007, p. 20
- [7] Case Study: Polyaspartic Coating Hits Home Run at Florida Baseball Stadium, Journal of Protective Coatings & Linings, April 2005, p. 17
- [8] Case Study, Polyurea Elastomer Helps Bring Rail Line up to Olympic Speed, Journal of Protective Coatings & Linings, July 2008, p. 75
- [9] Fallstudie: Ave Maria University singt Loblied auf Polyaspartic, FAPU Mai/Juni 2008, S. 31
- [10] Godinich, C., Polyurea: A Market Overview, European Coatings Journal, October 2000, p. 54
- [11] Griffin, Jeff, Polyurea Lining Offers Quick-Install, Spray-On Lining, Underground Construction, July 2006, p. 35
- [12] Guan, Shiwei William, 100 % Solids Polyurethane and Polyurea Coatings Technology, Coatings World, March 2003, p. 49
- [13] Henningsen, John, Polyurea: leading a revolution in coating technology, Paint & Coatings Industry, January 2002
- [14] Hower, Harold, Polyureas – What's in a Name?, Journal of Protective Coatings & Linings, December 2003, p. 31
- [15] Huffman, Lori R., Case Study: Polyurea and Geotextile Paired Up To Protect Waterway Trails, Protective Coatings Europe, November 2005, p. 9
- [16] Huffman, Lori R., Case Study: Out-of-the-Box Thinking Gets Round Tank Squared Away, Journal of Protective Coatings & Linings, April 2005, p. 8
- [17] Huffman, Lori R., Case Study: Polyurea Flooring Handles Traffic and Abuse at Plastics Plant, Journal of Protective Coatings & Linings, June 2005, p. 8
- [18] Ippoliti, Tony, Combating Corrosion with Coatings, Industrial WaterWorld, January 2009
- [19] Ippoliti, Tony, Polyurea Coatings Win Place in Water, Wastewater Facilities, WaterWorld, November 2002
- [20] Limas, Frank; Harris, Dave; Ishmael, Tripp; Polyurea elastomeric protects precast concrete on the San Mateo Bridge in San Francisco, Roads & Bridges, February 2002, Vol. 40, No: 2
- [21] Murphy, Bob, New Coating Systems Help Protect Aging Wastewater Infrastructure, WaterWorld, March 2004
- [22] Primeaux II, D.J., 100 % Solids Aliphatic Spray Polyurea Elastomer Systems, Journal of Elastomers and Plastics, Volume 24, October 1992, pp 323 – 336 (review article)
- [23] Primeaux II, D. J., Fast-Curing Polyurea Spray Elastomers Rapidly Spreading in Commercial Use, Urethanes Technology, October – November 2000, p. 37
- [24] Ryan, J.; Stanford, J. L., "Polyureas", in: "Comprehensive Polymer Science. The Synthesis, Characterization, Reaction & Application of Polymers", Sir G. Allen, J. C. Bevington, Eds., Pergamon Press, Oxford 1989, Vol. 5, p. 427 ff
- [25] Takas, Timothy P., 100 % solids aliphatic polyurea coatings for direct-to-metal applications, JCT CoatingsTech, May 2004
- [26] Thureau, Courtney T.; Conner, Mark D.; Novel Raw Materials Increase Pot Life, Ease of Applying Polyureas, Journal of Protective Coatings & Linings, February 2007, p. 17
- [27] Upfront: Portfolio, Topped off with polyureas, Journal of Architectural Coatings, April/May 2007, p. 6 (examples of decorative applications)
- [28] White, Liz, Polyurea needs to build Recognition in Europe, Urethanes Technology, vol. 24, no. 6, p. 26





■ Almacenaje

- [29] German Ordinance on Industrial Safety and Health (Betriebsicherheitsverordnung; BetrSichV); BGBl I S. 3777
- [30] German Hazardous substances Ordinance; (Gefahrstoffverordnung; GefStoffV) of 23 December 2004 (BGBl. I p. 3758) as amended by article 2 of the Ordinance of 23 December 2008
- [31] Commission Directive 67/548/EEC of 27. Juni 1967 on the approximation of the laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances (OJ Nr. L 196 p. 1), finally amended by directive 99/33/EG of European Parliament and of the Council of 16 May 1999 (OJ. L 199 p. 57), finally adopted by directive 2008/58/EG of commission of 21 August 2008 (OJ L 246 p. 1-191)
- [32] Commission Directive 1999/45/EC of European Parliament and of the Council of 31 May 1999 concerning the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the classification, packaging and labelling of dangerous preparations (OJ L 200 p. 1-68), finally amended by directive 2004/66/EC of the Commission of 26 April 2004 (OJ L168 p. 35)
- [33] Council directive 76/769 Restrictions on the marketing and use of dangerous substances and preparations – Since 1st June 2009 in Annex XVII of EG-regulation No. 1907/2006 (REACH)
- [34] Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy and e.g. "Wasserhaushaltsgesetz" (German "Federal Water Management Act" (WHG), edition 19th August 2002 (BGBl. I S. 3245), last revision through article 8, 22nd December 2008 (BGBl. I S. 2986)
- [35] German administrative regulation on the classification of substances hazardous to waters into Water Hazard Classes (VwVwS) (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Verwaltungsvorschrift für wassergefährdende Stoffe (VwVwS)) 27 July 2005

■ Transporte

- [36] Ordinance on the national and international carriage of dangerous goods by road, rail and inland waterways (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt; GGVSEB)
- [37] ADR – European agreement on the international carriage of dangerous goods by road
- [38] RID – International regulation on the international carriage of dangerous goods by rail
- [39] Ordinance on the carriage of dangerous goods by ship (Gefahrgutverordnung See – GGVSsee)
- [40] IMDG: International Maritime Dangerous Goods
- [41] ICAO-TI -Technical Instruction for the safe transport of dangerous goods by air of ICAO (International civil aviation organisation)
- [42] German association of chemical industry (VCI): German guidance for "Transport of dangerous goods in the car"; April 2008
- [43] Global Harmonised System of classification and Labeling of Chemicals (GHS)

■ Normativa general

- [44] German guideline for the hygienic Assessment of organic coatings in contact with drinking water (Beschichtungsleitlinie des UBA) – October 2008
- [45] DAfStb Guideline for protection and repair of concrete structures (DAfStb -Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen). October 2001
- [46] ETAG 005: Guideline for European technical approval of liquid applied roof waterproofing kits (European Organisation for Technical Approvals (EOTA)). Part 1: General; Edition March 2000; revision March 2004



GLOSARIO

La siguiente lista de definiciones no pretende ser completa. Las designaciones de productos químicos no están explicadas.

aditivo: sustancia que se añade a otras sustancias o productos en pequeñas cantidades con el fin de alterar sus propiedades de algún modo.

aerosol: Gas (generalmente aire), con partículas suspendidas, es decir, partículas sólidas (humo) o líquidas (neblina) distribuidas con precisión, en medidas que van desde 10^{-7} a 10^{-3} cm.

AGW: [Equivalente alemán del TLV] Límite de exposición en el trabajo. El AGW es la concentración media en el aire, medida en tiempo, de una sustancia peligrosa en el lugar de trabajo para un material particular o clase de materiales. Para determinar el valor se toma como norma 8 horas de exposición, 5 días a la semana. El valor límite de exposición en el trabajo se mide en mg/m^3 y ml/m^3 (ppm). El AGW se introdujo en Alemania el 1 de enero de 2005 con la nueva versión de la Ordenanza Alemana de Sustancias Peligrosas (GefStoffV). Sustituye a la MAK (Concentración Máxima en el Lugar de Trabajo) y la Directriz Técnica de la Concentración (TRK).

alergia: Reacción de las personas especialmente sensibles a ciertos alérgenos. La intensidad de la reacción es independiente a la concentración del alérgeno. Suelen verse afectados la piel, los ojos y el aparato respiratorio.

acuático/a: Que pertenece al agua; creado en el agua; encontrado en el agua, que vive en el agua.

aromáticas (sustancias): Clase de sustancias en química orgánica, p.e. el benceno y sus derivados así como compuestos de hidrocarburo en forma de anillo con un sistema de electrones típico de los compuestos aromáticos.

biodegradabilidad: Propiedad de las sustancias para degradarse en compuestos simples y naturales (p.e. agua, dióxido de carbono y biomasa) por el efecto de los microorganismos.

ecotoxicología: Estudio concerniente a la distribución y el efecto de las sustancias químicas sobre los animales y organismos vegetales cuando está involucrado el peligro directo o indirecto para el medio ambiente o los humanos.

sustancias inertes: Sustancias inertes químicas que, en circunstancias normales, no participan en reacciones químicas o bioquímicas.

hidrocarburos: Compuestos orgánicos que consisten en los elementos carbono e hidrógeno.

oligómeros: Compuestos que, justo al contrario que los polímeros, consisten en un pequeño número de monómeros.

ingesta oral: Ingesta de sustancias, partículas, etc. a través de la boca.

valor pH: El logaritmo decimal negativo de la concentración de iones hidronio presentes en un medio acuoso. pH 7 equivale a reacción neutra, los valores pH < 7 son ácidos y los valores pH > 7 son reacciones alcalinas.

polímeros: Sustancias resultantes de la polimerización, es decir, el proceso químico por el que muchas moléculas pequeñas de una o varias sustancias se agrupan, dando lugar a moléculas más grandes con nuevas propiedades.

autoevaluación: Origen de las clases peligrosas para el agua mediante un esquema de evaluación especial reconocido por las autoridades (en Alemania). A menos que se indique lo contrario, las clases peligrosas para el agua que aparecen en este informe actualizado son autoevaluaciones.

sensibilización: Acción repetitiva de una sustancia exogénica sobre un organismo que muestra una reacción específica si la sustancia vuelve a estar en contacto con el organismo. La sensibilización suele preceder a una alergia.

valor TLV: Valor de límite tóxico [MAK en alemán]. La máxima concentración de un material de trabajo como el gas, el vapor o partículas suspendidas en el aire en el lugar de trabajo.

toxicología: Estudio de los efectos adversos de las sustancias (venenos, toxinas) sobre organismos vivos. Estudio de venenos y antídotos. Estudio de alteraciones en sistemas vivos causadas por estas sustancias, es decir, los efectos venenosos.

viscosidad: Medición física que describe el grosor o la delgadez de los líquidos.

clases peligrosas para el agua: En Alemania, aquellas sustancias que están permanentemente sujetas a cambiar el estado físico, químico o biológico del agua se encuadran en las clases peligrosas para el agua (WGK) en cumplimiento del punto § 19g de la Ley Alemana sobre Recursos del Agua (WHG):

En base a métodos de prueba biológicos, un valor característico vendrá determinado por el potencial de sustancias y preparaciones que alteren negativamente las propiedades del agua:

WGK nwg: no peligrosa para el agua

WGK 1: de bajo peligro para el agua

WGK 2: peligrosa para el agua

WGK 3: severo peligro para el agua





Deutsche Bauchemie e. V.
Mainzer Landstrasse 55
60329 Frankfurt am Main
Alemania
Telephone + 49 69 2556 - 1318
Telefax + 49 69 2556 - 1319
www.deutsche-bauchemie.de

