

## Guía de Manipulación de las Resinas de Poliéster Insaturado (UPR) y Vinil Ester

The European UP/VE Resin Association



## Introducción

Al utilizar las resinas de poliéster no saturado (RPI) para la producción de piezas compuestas, estas resinas contienen estireno como monómero más importante. El estireno está clasificado como una sustancia peligrosa, por ello se deben seguir ciertas precauciones de seguridad.

La exposición ocupacional al estireno está estrictamente regulada en cada país. En la mayoría de los países se ha establecido una Concentración máxima permitida (CMA) o un Valor umbral límite (VUL) que establece la concentración máxima en la atmósfera del lugar de trabajo, a la que un trabajador puede estar expuesto, calculada como la concentración media durante un período laboral de 8 horas.

El nuevo reglamento REACH pone la responsabilidad del trabajo seguro con estireno en manos de los fabricantes de estireno y sus usuarios intermedios. Por lo tanto, es importante para la industria de los compuestos cumplir con el nuevo marco legislativo. Aparte de eso, un ambiente de trabajo bien controlado conduce a una mayor calidad de los productos y a una mejor posición competitiva.

Esta hoja informativa ofrece una selección de posibles medidas que pueden adoptarse en un taller sobre poliéster con el fin de controlar la exposición de los trabajadores y mejorar el entorno laboral. Algunas medidas también conducen a una reducción de las emisiones de estireno al medio ambiente.

La selección es una recopilación de textos de la serie completa de las Guías de seguridad sobre la manipulación del producto, que pueden encontrarse en

<http://www.upresins.org/safe-handling-guides>

**Para empezar: conozca o identifique los riesgos. Lea todas las instrucciones de seguridad, escritas en las Hojas de Datos de Seguridad y los escenarios de exposición. En caso de duda, pregunte a su proveedor.**

El uso de resinas de poliéster no saturado a base de estireno se asocia con varios riesgos específicos:

### Inflamabilidad

El punto de inflamación del estireno es 32°C, que categoriza las Resinas de poliéster no saturado como líquidos inflamables. Por lo tanto, manténgalas alejadas de las llamas y otras posibles fuentes de ignición. Debe haber disponibles extintores y también se requieren instalaciones eléctricas a prueba de explosión donde almacenar y utilizar las resinas. Asegúrese de que sus operadores reciben una formación completa regularmente en el manejo del equipo de extinción de incendios.

### Electricidad estática

La electricidad estática puede generarse al manejar materiales con baja conductividad eléctrica. Las resinas de poliéster no saturado y las fibras de vidrio pertenecen a esta categoría. Garantice una puesta a tierra adecuada donde los líquidos o gases inflamables estén presentes y evite las condiciones que podrían causar descarga de electricidad estática.

### Exposición ocupacional al estireno y otros compuestos orgánicos volátiles.

En la mayoría de los países se ha establecido una Concentración máxima permitida (CMA) o un Valor umbral límite (VUL) que establece la concentración máxima media permitida en la atmósfera del lugar de trabajo durante un período laboral de 8 horas. Junto a la MAC o el TLV se establece un Límite de exposición de corta duración (STEL) que ofrece la máxima exposición durante un período de 15 minutos. Generalmente el valor STEL es 2 o 3 veces la CMA media ponderada de 8 horas o el valor umbral límite (VUL). La exposición al estireno debería reducirse al mínimo cuando sea posible mediante el uso de una ventilación adecuada en el taller.

## Manejo seguro de los materiales constituyentes

Los materiales constituyentes como peróxidos orgánicos, rellenos, y fibras de vidrio, tienen distintas consideraciones de seguridad. Para un uso seguro, consulte siempre la Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS) para más información de seguridad específica o pregunte a nuestro proveedor.

### Peróxidos orgánicos (iniciadores de polimerización)

Los peróxidos orgánicos son sensibles al calor y por lo tanto térmicamente inestables. Manéjelos con precaución. Respete la máxima temperatura de almacenamiento y otros consejos de almacenamiento como se indica en la Hoja de Datos de Seguridad (HDS) del producto. Evite cualquier posible contaminación con polvo, óxido y partículas de metal. Mantenga siempre los contenedores cerrados y siga estrictamente las reglas de almacenamiento.

### Aceleradores y promotores

Los aceleradores y promotores, como compuestos de cobalto, aminas terciarias, etc, deben manejarse con cuidado. Una vez más, consulte la HDS para obtener información sobre seguridad. Los aceleradores y promotores pueden reaccionar violentamente con los peróxidos orgánicos, por lo tanto mantenga estos productos alejados del contacto directo con peróxidos orgánicos.

### Disolventes de limpieza

La acetona se utiliza normalmente en los talleres de compuestos debido a sus excelentes propiedades de limpieza. La acetona es un disolvente volátil, así que supone un riesgo de incendio importante donde se manipule y almacene. El cloruro de metileno se clasifica como posible carcinógeno, por lo que se recomienda evitar su uso. Actualmente hay alternativas a la acetona disponibles, como productos de limpieza a base de agua o ésteres volátiles dibásicos. Siempre que sea posible, cambie a estas soluciones de limpieza alternativas modernas.

### Rellenos

La mayoría de los rellenos utilizados en la industria de los compuestos se consideran como materiales inertes, y pueden ser tratados como residuos inertes. Pero consulte siempre la HDS para comprobar el tipo específico de relleno para posibles restricciones.

### Fibra de vidrio

La fibra de vidrio puede ser irritante para la piel, por lo que se recomienda llevar protección respiratoria y para la piel adecuada al manejar las fibras de vidrio o tejido.

### Polvo compuesto

El polvo compuesto puede generarse durante las operaciones de taladrado, serrado y cortado. El polvo consta de partículas con un tamaño muy por debajo de tres micrones. Estas partículas de polvo muy fino pueden causar lesiones pulmonares por inhalación. Utilice siempre un equipo de extracción de polvo adecuado.

## Exposición ocupacional al estireno

Proceso	% de pérdida de estireno
<b>Proceso de molde abierto</b>	
Proyección de gelcoat	10-14
Proyección simultánea, resina con emisión de estireno estándar	7-10
Gelcoat, brocha	6-8
Enrollamiento de filamentos	5-7
Laminado manual, resina con emisión de estireno estándar	4-6
Proyección simultánea, resina de baja emisión de estireno (LSE)/de bajo contenido de estireno (LSC)	4-6
Capa final, proyectado	4-5
Capa final, brocha	3-4
Laminado manual, resina, resina de baja emisión de estireno (LSE)/de bajo contenido de estireno (LSC)	3-4
Pultrusión	1-3
Hormigón de polímero, etc.	1-3
<b>Proceso de molde abierto</b>	
Laminado continuo	1-2
Fabricación de compuestos de moldeo SMC/BMC	1-2
Proceso de compuestos de moldeo SMC/BMC	1-2
Procesos de molde cerrado (RTM/RTM Ligero Infusión)	<1

Cuando se utilizan resinas de poliéster no saturado (PI) los trabajadores están expuestos vapores de monómero de estireno. El nivel de exposición ocupacional permitido está regido, en la mayoría de los países europeos, por niveles máximos de exposición permitidos. El nivel de exposición al estireno depende en gran medida de la resina utilizada y la técnica de procesado.

Las diferentes técnicas de aplicación tienen un efecto significativo en la cantidad de estireno que se evapora de la superficie de la resina. Como guía, la siguiente tabla indica el porcentaje típico de pérdida de estireno en las distintas técnicas de procesado.

Es imprescindible realizar evaluaciones periódicas de los niveles de estireno en los lugares de trabajo. Hay un boletín informativo aparte en las series de guías de seguridad sobre la manipulación del producto que describe el equipo comercialmente disponible para medir y monitorizar las concentraciones de estireno.

## Control de los niveles de exposición

Hay muchas maneras de mantener bajos los niveles de exposición. Algunas están relacionadas con la elección correcta de las materias primas, otras con el proceso o el equipo utilizado, y otras con la atención y el cuidado del operario.

### Mayor limpieza en el procesado

Un buen mantenimiento de las instalaciones puede ayudar significativamente a la hora de mantener la exposición al estireno en niveles bajos. También tiene un efecto muy positivo en términos de seguridad y costes operativos. Utilice resinas LSE (de baja emisión de estireno) siempre que sea posible y utilice siempre una resina con el menor contenido de estireno posible.

### Evite la presencia de cubos y baldes de resina/gelcoat abiertos

El almacenaje de resina y gelcoat debe realizarse siempre en una sala independiente y bien ventilada. Evite el exceso de proyección y vertidos durante la proyección/laminado. Cualquier vertido debe limpiarse tan pronto como sea posible. Evite la presencia de contenedores de residuos abiertos y asegúrese de que todos los restos del proceso de laminado y paños y papel impregnados de resina contaminada se depositen siempre en un contenedor cerrado.

### Controle la temperatura del taller

Una temperatura demasiado alta en el taller aumentará la evaporación de estireno y, por tanto, los niveles de exposición y emisión.

### Utilice protección personal cuando sea necesario

Se debe llevar protección respiratoria cuando el nivel de exposición sobrepase las concentraciones máximas permitidas.

Aunque la exposición al estireno se produce principalmente por inhalación, debe evitarse el contacto excesivo de las resinas con la piel, mediante el uso permanente de ropa de protección y guantes protectores.

### Cambie a proceso de molde cerrado siempre que sea posible

Utilice técnicas de aplicación con dosificación no atomizada de resinas, como la alimentación con rodillo, o utilice un equipo de proyección con boquillas controladoras de fluido. La proyección robotizada es adecuada para volúmenes suficientemente grandes.

Cuando sea posible incorporar moldes cerrados, merece la pena realizar la inversión. No sólo conseguirá reducir sustancialmente las emisiones de estireno sino que también obtendrá una mejor consistencia en los productos acabados. Las técnicas de molde cerrado incluyen el moldeo por transferencia de resina (RTM), la inyección de resina (moldes macho y hembra), o infusión de resina (una película flexible forma el molde macho).

## Resinas de baja emisión de estireno y bajo contenido de estireno

Las resinas de baja emisión de estireno (LSE) se producen añadiendo supresores de vapor a la formulación de la resina. Estos aditivos forman una película en la superficie de la resina una vez que el molde se deja reposar. Los aditivos LSE son esencialmente sólo eficaces durante la fase estática del proceso.

Otra manera de reducir la emisión de estireno de las resinas de poliéster no saturado es reducir el contenido de estireno de la resina. Las resinas de bajo contenido de estireno (LSC) son el resultado.

Reducir la emisión de estireno mediante la reducción del contenido de estireno es más eficaz en la fase de laminado. Si se añaden supresores de vapor a una resina de bajo contenido de estireno, se podrá conseguir una mayor reducción de la emisión de estireno.

Debido a su naturaleza química, las resinas a base de DCPD (Diciclopentadieno) tienen un contenido de estireno inherentemente inferior.

Las resinas LSE y LSC tienen una gran influencia en la emisión de estireno. Pueden reducir la emisión total en un 30 a 50%, dependiendo del proceso de aplicación utilizado. La combinación de ambas tecnologías (LSC + LSE) puede reducir aún más las emisiones en un 10 a 20%.

## Ventilación en el lugar de trabajo

Un lugar de trabajo bien diseñado y estructurado contribuye a una mayor calidad, menores costes y un mejor ambiente de trabajo. En particular, preste atención a los siguientes aspectos:

**Mantenga el taller cerrado. Un sistema de ventilación bien diseñado sólo será eficaz cuando las corrientes de aire no son perturbadas por las ventanas o puertas abiertas. Abrir las puertas en verano para bajar la temperatura se traduce a menudo en una mayor exposición al estireno.**

Durante el trabajo con resinas de poliéster, la masa del vapor de estireno se genera lo más cerca de la operación de moldeo. Sería preferible eliminarla del aire lo más cerca posible de su fuente. Esto garantiza una ventilación más eficaz del taller y significa que el vapor de estireno puede eliminarse a concentraciones relativamente altas con un bajo volumen de desplazamiento de aire. Si se permite que el vapor de estireno se disemine a través del taller, aumentará la capacidad de ventilación requerida para eliminarlo.

### Ventilación general del taller

Cuando se aplica la ventilación general en el taller (también llamada ventilación diluida), el volumen total del aire es sustituido varias veces por hora. Este principio de ventilación es relativamente simple y aporta un alto grado de flexibilidad en el movimiento de los materiales y productos en el taller. La ventilación general del taller no es siempre suficiente; especialmente para los moldes grandes como barcos y silos.

### Ventilación local

Un método más eficaz que la ventilación general del taller es la ventilación local. Consiste en eliminar el vapor de estireno a través de campanas de ventilación, instaladas lo más cerca posible del lugar donde se genera el estireno.

### Ventilación por zona

La ventilación por zona combina la ventilación general con la ventilación local. En este caso, se ventila parte del taller en general o los compartimentos de tal manera que el estireno es eliminado antes de ser diluido en el aire de todo el taller.

Las cabinas de proyección son un buen ejemplo del uso de la ventilación por zona. Una cabina de proyección es un compartimento, más o menos separado del resto del taller. La corriente de aire puede ser mejor controlada y es necesario menos aire para eliminar el vapor de estireno.

## Técnicas para la reducción del estireno

La técnica de reducción más eficaz es prevenir el escape de estireno en el lugar de trabajo y posteriormente en el atmósfera. El uso de resinas de baja emisión de estireno y de bajo contenido de estireno ayudarán a este respecto en las aplicaciones en moldes. Reduce el nivel de VOC emitido, en comparación con las resinas convencionales. Aún más eficaz es el uso de técnicas de moldes cerrados, como la infusión al vacío, moldeo por transferencia de resina o RTM y moldeo a presión en frío/caliente.

Existen una serie de técnicas de reducción cuando sea necesario controlar la emisión de estireno.

### Incineración

La incineración a alta temperatura o incineración catalítica (a temperatura inferior) proporciona una eficacia alta de aproximadamente un 99% con reciclado de energía. Para resultar rentable. El proceso debe emplear sólo carburante como combustible contaminante y no requiere ningún aporte adicional de combustible (excepto para la puesta en marcha o durante interrupciones cortas). Los oxidantes catalíticos tienen la ventaja de temperaturas operativas más bajas y una mayor eficiencia de destrucción que los oxidantes térmicos, y por lo tanto unos costes de funcionamiento menores. Sin embargo, el coste del catalizador supone habitualmente mayores costes de capital. Los sistemas mini-catalizadores pueden utilizarse donde los índices de flujo de aire sean bajos o donde las emisiones sean intermitentes.

### Oxidantes térmicos directos

Los oxidantes térmicos regenerativos ofrecen una buena eficiencia de destrucción (96-98%) con un 90% de recuperación del calor mediante lechos de cerámica o grava. Pueden funcionar autotérmicamente, sin mediante un disolvente adicional, a aproximadamente una recuperación de solvente de 1 g/m<sup>3</sup>. A concentraciones de admisión por debajo de este nivel se requieren fuentes adicionales de energía, como gas natural o electricidad, para mantener el oxidante a la temperatura máxima.

### Sistemas de biofiltración

La biofiltración es la oxidación bacteriana de materia orgánica y da lugar a la conversión de materia orgánica, como la incineración, los gases a base de carbón y el vapor de agua. Los biofiltros son buenos para eliminar las concentraciones bajas de vapores de disolventes pero sufren una menor eficiencia de destrucción y control de procesos. Algunos disolventes son destruidos fácilmente por los microorganismos de los filtros pero las moléculas de mayor tamaño, como el estireno, necesitan tiempos de resistencia más largos para que se produzca la destrucción que requieren sistemas más grandes con una zona más extensa.

### Adsorción y absorción en los intermedios sacrificiales

Estas dos tecnologías son similares con la excepción de los medios y ambos sufren desventajas similares. La adsorción se produce normalmente en un filtro de carbón mientras que la absorción lo hace en un líquido. Cuando se satura con disolvente los medios son eliminados y enviados a una ubicación externa para su regeneración o eliminación.

### Sistemas de concentración

Los sistemas de concentración son probablemente la mejor técnica para la reducción de bajas emisiones de VOC de niveles de escape generalmente encontrados en la industria GRP Hay dos tipos de concentración sistemas, ruedas giratorias y lecho fluido. Ambos eliminan los vapores de disolventes del aire de admisión por adsorción en zeolitos o adsorbentes poliméricos y los desorben en una corriente de aire caliente que es una fracción del nivel del flujo de aire original.



#### The European UP/VE Resin Association

(a Cefic Sector Group)  
Avenue E. van Niewenhuyse 4,  
1160 Brussels, Belgium  
T +32 2 676 72 62  
F +32 2 676 74 47  
www.upresins.org



#### European Composites Industry Association (EuCIA)

c/o European Plastics Converters,  
Avenue de Cortenberg 71,  
1000 Brussels, Belgium  
T. +32 2 739 63 89  
F. +32 2 732 42 18

Esta publicación está diseñada exclusivamente como guía y, aunque la información que contiene se ofrece de buena fe y está basada en la mejor información actualmente disponible, el usuario asume la responsabilidad de cualquier riesgo derivado de su uso. La información contenida en este documento se ofrece de buena fe y, aunque es precisa y cierta, según los conocimientos de los autores, no se ofrece ninguna representación ni garantía de que dicha información sea completa y no se asume responsabilidad alguna frente a cualquier daño que resulte del uso de la información contenida en la publicación.

Versión actualizada por última vez 1 junio 2011