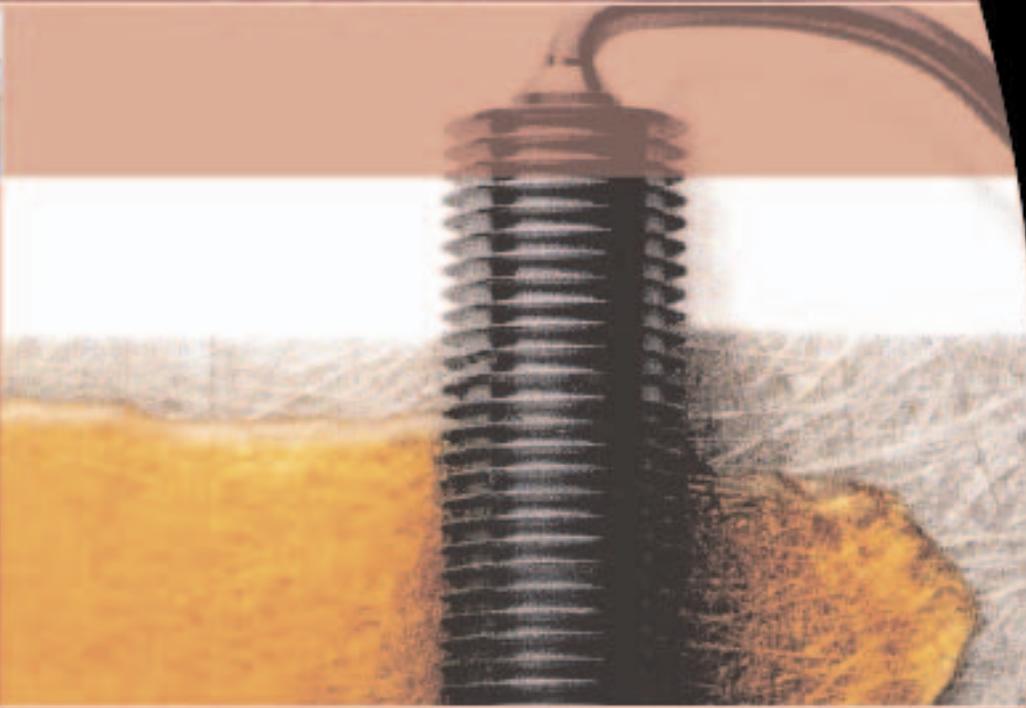


**DERAKANE®**  
EPOXY VINYL ESTER



COMPOSITE POLYMERS

CONSEJOS PARA LA FABRICACIÓN

**ASHLAND**

### Tabla de Contenido

<b>Prólogo</b> .....	<b>2</b>
 <b>SECCIÓN 1</b>	
<b>Selección de Refuerzos, Iniciadores y Aditivos para el Control del Curado</b> .....	<b>3</b>
Tipos de Refuerzos .....	3
Almacenamiento de Fibras de Vidrio .....	4
Iniciadores .....	5
Sustitutos de MEKP Antiespumantes .....	6
Promotores, Aceleradores, Retardadores del Tiempo de Gel .....	7
Nombres Comerciales y Proveedores de Materiales .....	9
 <b>SECCIÓN 2</b>	
<b>Otros Aditivos</b> .....	<b>10</b>
Surfactantes y Antiespumantes .....	10
Aditivos Tixotrópicos .....	10
Desmoldantes .....	12
Materiales de Protección Ultravioleta .....	13
Recubrimientos Finales de Cera .....	13
 <b>SECCIÓN 3</b>	
<b>Contacto con los Alimentos y Cumplimiento de las Normas de la FDA y el USDA</b> .....	<b>15</b>
Las Resinas están en Condiciones de Cumplir con las Normas .....	15
Fabricación para Cumplir con el FDA y el USDA .....	15
 <b>SECCIÓN 4</b>	
<b>Guía de Formulación</b> .....	<b>16</b>
Preparación de una Mezcla Madre de Resina .....	16
Factores de Conversión .....	16
Medición de Pequeñas Cantidades de Químicos .....	17
 <b>SECTION 5</b>	
<b>Formulaciones del Tiempo de Gel</b> .....	<b>18</b>
 <b>SECCIÓN 6</b>	
<b>Vida útil de las Resinas</b> .....	<b>19</b>
Factores que Afectan la Vida útil de una Resina .....	19
Efecto de los Compuestos de Antimonio .....	19
 <b>SECCIÓN 7</b>	
<b>Guía de Localización y Solución de Problemas</b> .....	<b>20</b>
Gel demasiado Lento .....	20
La Resina no se Endurece Después de Volverse Gel .....	20
La Resina se Gela Demasiado Rápido .....	20
El Tiempo de Gel de la Resina Cambia .....	21
La Resina Genera Demasiada Exotermia .....	21
La Resina Hace Espuma .....	21

## SECCIÓN 8

<b>Fabricación de un Laminado y Aplicación de Forros de PRFV</b> .....	<b>22</b>
Fabricación de un Laminado de Prueba .....	22
Guía de Fabricación de un Laminado .....	24
Guía para la Fabricación de un Forro Conductivo .....	26
Poscurado .....	27
Enlace Secundario .....	27
Aplicación de un Parche de Prueba .....	28
Fabricación de un Forro Laminado .....	28
Recubrimiento de una Superficie de Metal .....	28
Recubrimiento de una Superficie de PRFV .....	30
Recubrimiento de una Superficie de Concreto .....	30
Fijación de las Resinas Epoxi – Viniléster para el Concreto .....	31
Abrasión .....	31

## SECCIÓN 9

<b>Inspección de un Laminado</b> .....	<b>32</b>
Verificación de un Curado Completo .....	32
Reconocimiento de los Defecto del PRFV .....	32-35

## SECCIÓN 10

<b>Otras Técnicas de Procesamiento</b> .....	<b>36</b>
Aplicaciones de Laminación por Aspersión .....	36
Filament Winding .....	37
Pultrusión .....	39
Resin Transfer Molding .....	40

## SECCIÓN 11

<b>Información Sobre Seguridad Industrial</b> .....	<b>42</b>
Hojas de Datos de Seguridad .....	42
Resinas Base y Diluciones de Estireno .....	42
Propiedades Físicas .....	42
Datos Sobre Peligro de Incendio y Explosión .....	43
En Caso de Incendio .....	43
Datos de Reactividad .....	44
Primeros Auxilios .....	44
Protección del Personal .....	45
Derrames .....	45
Información Sobre el Medio Ambiente y Eliminación de Desechos .....	45
Datos Sobre Peligro y Seguridad .....	46

## SECCIÓN 12

<b>Almacenamiento de la Resina</b> .....	<b>47</b>
Temperaturas de Almacenamiento .....	47
Vida útil de la Resina .....	47
Cambio de Lugar del Inventario .....	47
Ventilación de la Resina .....	47
Almacenamiento a Granel .....	48
Almacenamiento de la Resina Promovida .....	49
Administración del Producto .....	49



### Prólogo

El presente catálogo tiene el propósito de proporcionar información práctica que ayudará a los fabricantes a escoger la combinación más efectiva de resinas epoxi-viniléster de DERAKANE y DERAKANE MOMENTUM™ y refuerzos para muchas aplicaciones de uso final.

La excelente resistencia química y a la corrosión asociada a la extraordinaria resistencia al calor y dureza han hecho de las resinas DERAKANE el material de elección para una gran variedad de aplicaciones de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Todas las técnicas de fabricación convencionales se usan con las resinas DERAKANE para producir estructuras de PRFV que tengan una combinación ventajosa de fuerza, dureza y resistencia a la corrosión. Las resinas DERAKANE proporcionan estructuras acabadas que requieren poco mantenimiento durante una vida útil prolongada.

En vista de que la industria de PRFV tiene una variedad de necesidades tan grande, nuestros comentarios y sugerencias son generales.

*IMPORTANTE: Los fabricantes deberían determinar la idoneidad respecto a cualquier producto, aditivo, proceso, fórmula, rango o uso final mediante su propia pericia o pruebas. No se hace garantía alguna, sea explícita o implícita, en cuanto a los consejos para la fabricación que contiene este catálogo.*

Toda esta información se basa en una amplia experiencia y se ofrece de buena fe, pero Ashland no puede aceptar responsabilidad alguna por los procesos o acciones que no se realicen bajo su control directo. Es responsabilidad del fabricante usar prácticas seguras de operación y eliminación que cumplan con todas las leyes y disposiciones aplicables en su país.

Su representante de ventas de Ashland o nuestro sitio Web en [www.derakane.com](http://www.derakane.com) le pueden proporcionar más información sobre nuestra familia de resinas DERAKANE y DERAKANE MOMENTUM. Si necesita más información, contacte a [derakane@ashland.com](mailto:derakane@ashland.com).

#### Servicio al Cliente

América del Norte: 1.614.790.4191  
Europa: +34 93 206 5120  
América Latina: +55 11 4136 1900  
Asia: +86 512 5787 6290

#### Servicio Técnico

1.614.790.4399

*Nota: Existen peligros potenciales en la manipulación, almacenamiento y uso de resinas DERAKANE y los diversos materiales que se usan en la preparación de formulaciones de resinas. Antes de trabajar con cualquier material, asegúrese de preguntar al proveedor las recomendaciones apropiadas de seguridad y almacenamiento y observe todas las medidas preventivas y recomendaciones para una manipulación segura. Las Secciones 7, 8, 11 y 12 de este catálogo ofrecen pautas generales y su representante de ventas de Ashland le proporcionará hojas de datos de seguridad.*

## Selección de Refuerzos, Iniciadores y Aditivos para el Control del Curado

Las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE han demostrado ser la mejor elección de la industria de PRFV por la calidad y confiabilidad en la fabricación de estructuras y equipos resistentes a la corrosión. Sin embargo, para obtener consistentemente productos finales de alta calidad, los otros materiales que se usan en la fabricación deben ser seleccionados con cuidado, formulados con exactitud y usados por trabajadores que tengan una capacitación adecuada y que estén familiarizados con las técnicas especiales de PRFV.

Esta sección es un guía básica para la selección de refuerzos, iniciadores, promotores, aceleradores y retardadores del tiempo de gel.

Nota: Los nombres y sitios Web de los proveedores nacionales de los tipos de productos que se analizan más adelante se encuentran al final de esta sección (Página 8).

### TIPOS DE REFUERZO QUE SE USAN CON MÁS FRECUENCIA EN CONTRUCCIONES DE PRFV

Con más frecuencia se usan siete tipos de refuerzo con las resinas de DERAKANE

- Velo de superficie
- Chopped strand
- Mat
- Woven roving
- Mat biaxial
- Strand continuo
- Mat unidireccional

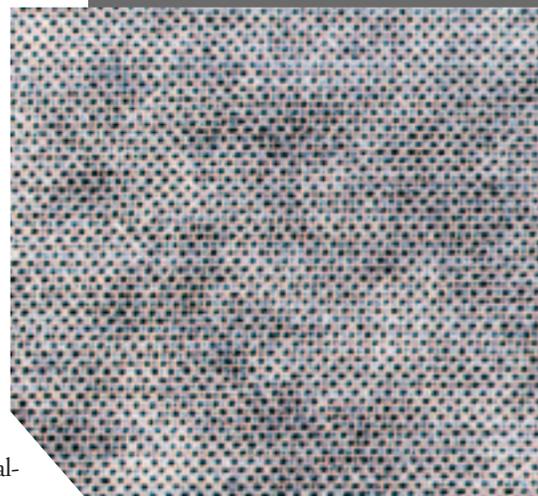
Por lo general, la fabricación de un laminado de PRFV comienza por las capas interiores (la superficie que va a estar en contacto con los materiales corrosivos). Usualmente, las primeras capas de laminado se conocen como barrera química. La función principal del barrera química consiste en proporcionar protección anticorrosiva. Un velo de superficie saturado con resina catalizada forma la base para las siguientes capas. El barrera química, generalmente, está compuesto por un velo de superficie y dos capas de mat, que también están saturadas con la resina catalizada.

La resina proporciona la resistencia química de un compuesto de fibra de vidrio; los velos de superficie se usan para ayudar a controlar el espesor de la capa enriquecida con resina y hacer resistente a la parte más crítica de la barrera anticorrosiva.

La superficie interior, que tiene normalmente de 0.25 a 0.51 milímetros de espesor, contiene cerca de 90% de resina y 10% de material de velo.

Por lo general, se usa el vidrio de monofilamento o las fibras de poliéster como materiales de velo de superficie. Están disponibles diversos tipos de velo de superficie. Los que se usan con mayor frecuencia están hechos de vidrio "C" o de homopolímero Dacron 106. Los materiales de velo hechos de vidrio "A" y otras fibras de poliéster se usan con menor frecuencia, pero están ganando aceptación en la industria.

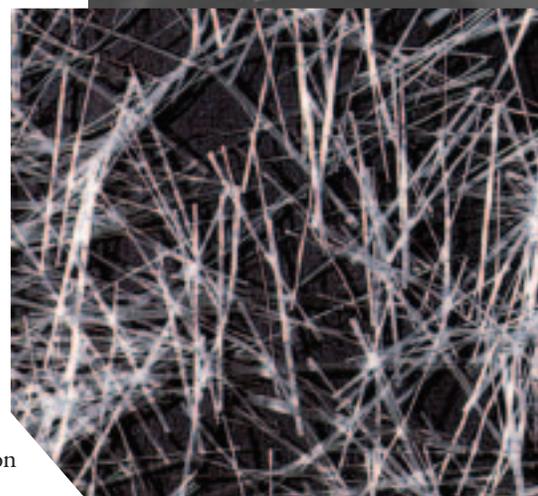
El refuerzo de mat está compuesto de una matriz afiltrado de chopped strand "E" o fibras de vidrio "ECR", de 0.5" a 2.0" pulgadas de longitud, y apenas se mantienen juntas mediante una resina aglutinante soluble en estireno. El mat "ECR" está hecho de fibras de vidrio de tipo "E" más resistentes a la corrosión. Cuando estos mats se han humedecido con la resina, se moldean con más facilidad.



Velo Nexus<sup>®</sup> (Homopolímero Dacron<sup>1</sup>)

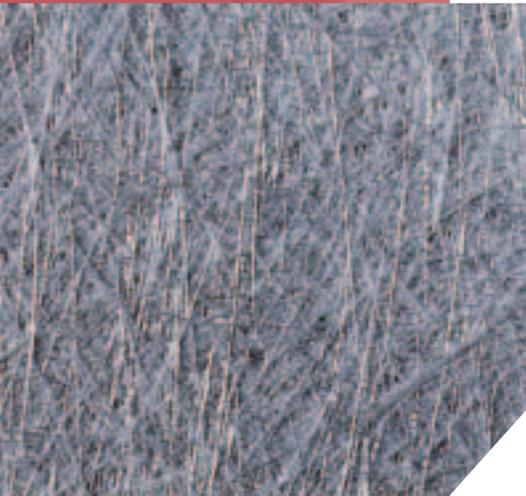


Vidrio "C"

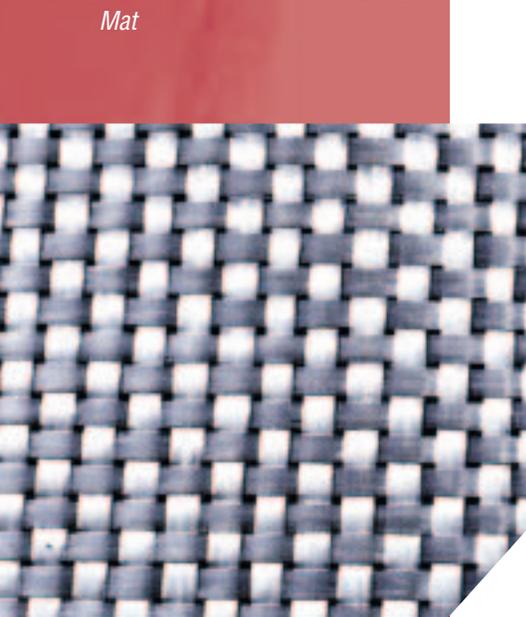


Chopped strand

<sup>1</sup> E. I. DuPont de Nemours & Co.



Mat



Woven roving



Roving continuo

Por lo general, se usan dos mats con el velo de superficie para formar la barrera química, proporcionando casi 2.0 milímetros de protección anticorrosiva adicional. Los mats también se usan en la capa estructural entre las capas de woven roving o como el único refuerzo para la pared estructural.

Las capas de mat en el laminado acabado están compuestas de casi 70% de resina y 30% de vidrio. Los haces de fibras pequeños y el alto contenido de resina ayudan a producir laminados con una excelente resistencia química.

Los mats de Saint-Gobain Vetrotex<sup>2</sup> M113 y OC<sup>2</sup> 723A y MPM<sup>3</sup> han proporcionado resultados consistentemente adecuados con las resinas de DERAKANE.

Otros mats también pueden funcionar, pero deberían evaluarse a profundidad para conocer la calidad del laminado.

El woven roving es una estructura gruesa y pesada hecha de filamentos de fibra de vidrio largos y continuos. Por lo general, el woven roving se usa en capas alternas con mats en la capa estructural de los laminados y forma la estructura primaria de muchas embarcaciones grandes laminadas por rodillo. En la laminación por rodillo, los laminados que se obtienen son aproximadamente de 40 a 50% de vidrio en general. En la laminación por rodillo con las resinas de DERAKANE, Hybon<sup>3</sup> y Saint-Gobain Vetrotex 324, el roving ha proporcionado los resultados más consistentes. Otros rovings también pueden funcionar, pero deberían evaluarse a profundidad para conocer la calidad del laminado.

El roving continuo viene en diversas densidades y acabados de tamaños para aplicaciones en filament winding y pultrusión. El rollo se usa como un sustituto para el mat en la barrera anticorrosiva y la pared estructural. Los laminados que se obtienen son aproximadamente de 30 a 40% de vidrio en general. El roving de buena calidad con el tamaño compatible de resina epoxi-viniléster está disponible en Owens Corning, PPG y Saint-Gobain Vetrotex.

### ALMACENAMIENTO DE FIBRAS DE VIDRIO

Los productos de fibras de vidrio deben almacenarse con cuidado para que permanezcan limpios y no absorban agua. El vidrio que está sucio o ha absorbido agua no debería usarse, ya que la presencia de suciedad o humedad podría inhibir la compatibilidad de la resina/fibra de vidrio, dando como resultado un laminado de baja calidad.

### INICIADORES, PROMOTORES, ACELERADORES, RETARDADORES

Los iniciadores son materiales que inician la reacción química que hace que la resina se cure. Los promotores y aceleradores se usan para acelerar y mejorar el curado. Los retardadores se usan para extender el tiempo de gel.

Dos tipos de iniciadores se usan con las resinas de DERAKANE: Uno que necesita naftenato de cobalto y otro que no. El peróxido de metiletilcetona (MEKP) y el hidroperóxido de cumeno (CHP) se usan, por lo general, con promotores, comúnmente, naftenato de cobalto (CoNap), y aceleradores, comúnmente, dimetilnilina (DMA). El CHP promovido con CoNap puede usarse con resinas de curado rápido (como por ejemplo, la serie de DERAKANE 470) para reducir la temperatura exotérmica (elevación del calor). El peróxido de benzoilo (BPO) sólo necesita DMA y se usa en la producción de PRFV en la que deben evitarse los metales pesados.

<sup>2</sup> St. Gobain Vetrotex

<sup>3</sup> PPG Industries Ohio, Inc.

Puede lograrse un rango amplio de vida útil al variar las cantidades de iniciadores, promotores y aceleradores dentro de los límites recomendados. *Para asegurar el curado completo de la resina, es esencial usar las cantidades recomendadas de estos componentes* **Usar muy poco podría dar como resultado un curado incompleto de la resina, usar demasiado podría dar como resultado la disminución de las propiedades del laminado.**

Para curar las resinas de DERAKANE se necesitan menor cantidad de iniciadores y aceleradores que para curar las resinas poliéster debido a la estructura molecular eficiente de las resinas de DERAKANE.

Como ya se ha mencionado, es esencial usar los rangos correctos de activadores. Asimismo, se necesita una mezcla completa para obtener resultados óptimos, y es importante mezclar los activadores en la resina en la secuencia apropiada.

*NOTA: El promotor nunca debe mezclarse directamente con un catalizador de peróxido (como por ejemplo, MEKP). Esta mezcla podría producir una reacción violenta, dando como resultado un incendio o una explosión.*

Por ejemplo, el procedimiento estándar consiste en mezclar bien el CoNap y la DMA con la resina antes de añadir el MEKP.

## INICIADORES

### MEKP - Peróxido de Metiletilcetona

El MEKP se vende como una solución de oxígeno activo al 9% de MEKP y es un plastificante. Diferentes marcas se comportan de manera muy diferente al usarlas con las resinas de DERAKANE. Esta reactividad variable resulta de las diferencias sutiles en el contenido de monómero y dímero de diversos peróxidos. Las siguientes marcas han demostrado una reactividad consistente y han proporcionado un curado rápido de la resina al usarlas con las resinas de DERAKANE.

- Hi Point<sup>4</sup> 90
- Luperox<sup>5</sup> DHD 9
- Norox<sup>6</sup> MEKP 925 H

Otras marcas también pueden funcionar, pero deberían evaluarse a profundidad antes de usarlas realmente.

El MEKP debería almacenarse en un contenedor bien sellado para evitar la contaminación con agua. El agua en el catalizador afectará negativamente el curado de la resina. Se puede verificar si el MEKP presenta un contenido excesivo de agua mezclando pequeñas cantidades con partes iguales de estireno. La turbidez en la mezcla indica exceso de agua.

Para resultados óptimos, es importante mantener la proporción recomendado de MEKP:CoNap en el sistema de curado. Se necesita una proporción mínima de 3:1 (MEKP: CoNap). Una proporción máxima de 10:1 también ha demostrado ser satisfactorio.

*Nota: Se recomienda un mínimo de 0.2% de CoNap (6% de cobalto) para todas las resinas estándares de DERAKANE, excepto la 470. Las resinas DERAKANE MOMENTUM™ también pueden funcionar con niveles bajos de cobalto*

El usar proporciones fuera del rango de 3:1 a 10:1 puede producir un laminado de curado deficiente con un nivel bajo de dureza Barcol y una protección anticorrosiva inadecuada. Los rangos pueden ser menos críticos usando dimetilnilina o dimetilacetoacetamida como acelerador.

<sup>4</sup> Crompton Corporation  
<sup>5</sup> Elf Atochem America

<sup>6</sup> Norac Company, Inc.

**BPO – Peróxido de Benzoilo**

El catalizador BPO está disponible en forma de polvo, emulsión y pasta para curar todas las resinas de DERAKANE. Las pastas y emulsiones son más fáciles de usar que los polvos. Cadox<sup>7</sup> 40E ha demostrado ser satisfactorio. Este producto contiene 40% de BPO activo. Están disponibles otras marcas de BPO a diferentes concentraciones, que producirán resultados satisfactorios después de realizar los ajustes apropiados en las cantidades en la formulación.

Las soluciones de BPO tienden a asentarse y deberían mezclarse bien inmediatamente antes de usarlas para asegurar la uniformidad.

Para las aplicaciones a temperatura ambiente, el BPO se acelera con dimetilnilina. El procedimiento estándar consiste en mezclar bien la dimetilnilina con la resina antes de añadir la solución de BPO.

Debido a que los polvos y pastas de BPO tienden a asentarse en la parte inferior de las soluciones de la resina, asegúrese de que el agitador usado disperse de manera uniforme el BPO en toda la resina. Para resultados óptimos, el ratio debería ser de 10 a 20 partes (de preferencia, de 10 a 15 partes) de BPO activo a una parte de dimetilnilina. Los ratios fuera de ese rango pueden ocasionar que la resina no se vuelva gel. La resina puede volverse gel pero no curarse o quizá nunca llegue a desarrollarse un alto grado de curado de la resina, incluso con el poscurado.

La dietilnilina es un acelerador menos activo que la dimetilnilina y puede usarse cuando se requieren tiempos de gel más prolongados. Los rangos óptimos van desde 4 a 12 partes de BPO activo a una parte de dietilnilina.

**CHP – Hidroperóxido de Cumeno**

El uso de CHP con resinas de tipo DERAKANE 470 da como resultado temperaturas exotérmicas más bajas y menor contracción y deformación. En climas fríos, en efecto, puede usarse una pequeña cantidad de dimetilnilina para acelerar el curado. El CHP es un peróxido activo en un 80 a 90% y un cumeno en un 20%, y el material de este rango se ha usado en la formulación.

Los procedimientos de mezcla son similares a los que se usan con los sistemas de MEKP y CoNap.

Las siguientes marcas de CHP han demostrado una reactividad consistente al usarlas para catalizar la resina de DERAKANE 470: Luperox CU90, Norox CHP, Superox<sup>8</sup> 727 y Trigonox<sup>9</sup> K-90. Otras marcas también pueden funcionar, pero deberían evaluarse a profundidad antes de usarlas.

**SUBSTITUTOS DE MEKP ANTIESPUMANTES**

El Trigonox 239A (239A), CHP-5 y Norox CHM-50 están disponibles para usarlos con las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE. Estos sistemas pueden eliminar la espuma que aparece con las resinas epoxi-viniléster catalizadas con los sistemas catalizados de MEKP/naftenato de cobalto. Otra ventaja de estos sistemas es que cuando se usan para catalizar las resinas de tipo DERAKANE 411, las temperaturas exotérmicas máximas se reducen a 40° hasta 50°F (22° hasta 27°C), teniendo como base una masa de 50g, en comparación con los sistemas catalizadores de MEKP/naftenato de cobalto equivalentes.

*NOTA: Las temperaturas exotérmicas máximas para DERAKANE 470 y otras resinas se reducen sólo a casi 20°F (11°C).*

<sup>7</sup> Akzo Nobel Chemicals B.V.  
<sup>8</sup> Norac Inc.

El Trigonox 239A, CHP-5 y Norox CHM-50 proporcionan un curado tan rápido y completo como el MEKP con las resinas de DERAKANE a temperaturas ambiente y funcionan con sistemas normales promotores/aceleradores. Las formulaciones típicas del tiempo de gel para el 239A, CHP-5 y CHM-50 son similares a las que se muestran para el MEKP con diferentes resinas de DERAKANE y deberían usarse como pautas para el desarrollo de la formulación. Cuando se usa el 239A, CHP-5 o CHM-50, la adición de 0.1 de peso% de CoNap (6% cobalto) por encima de los niveles de CoNap recomendados en las tablas de formulación debería proporcionar tiempos de gel comparables con los tiempos para el MEKP.

## PROMOTOR

### CoNap – Naftenato de Cobalto

El promotor CoNap es un líquido color púrpura oscuro que se vende en soluciones de 6%, 12% y 21% de cobalto activo en un disolvente.

La solución al 6% se ha usado en la formulación con resinas epoxi-viniléster de DERAKANE. Diferentes marcas han demostrado una pequeña diferencia en la reactividad con las resinas de DERAKANE.

## ACELERADORES

### N,N-Dimetilanilina (DMA)

### N,N-Dietilanilina (DEA) y

### N,N-Dimetilacetacetamida (DMAA)

La N,N-Dimetilanilina y la N,N-Dietilanilina son aminas que se usan en pequeñas cantidades para acelerar los curados de tipo MEK, BPO, 239A, CHP y CHP-5. La N,N-Dimetilacetacetamida también puede usarse para acelerar los curados con MEK, CHP, 239A y CHP-5.

*NOTA: La DMAA no funciona con BPO. Las resinas formuladas con la DEA o DMAA presentan un menor cambio en el tiempo de gel que con la DMA.*

La formulación se ha realizado con un 100% de DMA y DEA activa, y un 80% de DMAA activa.

## RETARDADOR DE TIEMPO DE GEL

### 2,4-Pentandiona (Acetilacetona)

El retardador 2,4-Pentandiona (2,4-P) puede incorporarse a los sistemas de MEKP, CHP, 239A o CHP-5 y CoNap a un nivel de 0.05 a 0.30 para retardar la gelificación de las resinas de DERAKANE.

El tiempo de gel puede extenderse hasta diez veces sin efectos adversos en el curado final o la resistencia a la corrosión del laminado. Este material puede formularse en revestimientos muy gruesos para proporcionar un tiempo de vida en el recipiente prolongado o puede usarse para la fabricación cuando se necesitan tiempos de gel muy largos.

La Tabla 1.1 y la Tabla 1.2 muestran cómo puede prolongarse el tiempo de gel al añadir 2,4-P. Se observan efectos similares con todas las resinas de DERAKANE. La Tabla 1.1 muestra que la cantidad de tiempo depende mucho de la temperatura y los niveles del peróxido/promotor que se use.

*Advertencia: El tiempo de gel no se retardará al añadir 2,4-P cuando se cataliza un curado de resina viniléster con BPO usando DMA como acelerador. También, en muchos sistemas de poliéster, el 2,4-Pentandiona puede actuar como acelerador. El catecolbutilo terciario (TBC) en el rango de 0.01 a 0.03% puede usarse para retardar el tiempo de gel de los sistemas de BPO/DMA.*



**Tabla 1.1 – Tiempos de Gel con Retardo para la Resina de DERAKANE 411-45\***

MEKP WT%	CoNap (6%) WT%	DMA WT%	2,4-P WT%	TYPICAL GEL TIME @77°F (25°C) (MINUTES)	TYPICAL PEAK TIME (MINUTES)
1.00	0.25	0.00	0.00	21	37
1.00	0.25	0.00	0.05	23	39
1.00	0.25	0.00	0.10	60	74
1.00	0.25	0.00	0.20	180	191
1.00	0.25	0.00	0.30	265	280
1.00	0.20	0.10	0.00	15	20
1.00	0.20	0.10	0.05	28	43
1.00	0.20	0.10	0.10	72	103
1.00	0.20	0.10	0.20	171	233
1.00	0.20	0.10	0.30	225	317
2.00	0.20	0.10	0.00	13	17
2.00	0.20	0.10	0.10	65	76
1.00	0.30	0.10	0.00	13	17
1.00	0.30	0.10	0.10	29	38
1.00	0.20	0.20	0.00	10	12
1.00	0.20	0.20	0.10	29	69

\* Resultados típicos; no deberían interpretarse como garantías o especificaciones.

### Nota de seguridad

Ashland Composite Polymers no fabrica o comercializa peróxidos, promotores, aceleradores y retardadores que se usan con las resinas de DERAKANE. Los datos técnicos y la información sobre manipulación y almacenamiento seguros deberían obtenerse de los fabricantes de MEKP, BPO, CHP, 239A, CHP-5, CoNap, DMA, DEA, DMAA y 2,4-P.

El peróxido de MEKP es peligroso especialmente para los ojos. Los trabajadores deberían usar gafas en todo momento al manipular, medir y mezclar el catalizador. El MEKP puede quemar la piel. Se debe usar ropa de protección adecuada para minimizar el contacto. Para evitar una reacción violenta, los promotores nunca deberían mezclarse directamente con un peróxido como el MEKP.

El acelerador DMA es un veneno al contacto. Para evitar la absorción a través de la piel, los trabajadores deberían usar ropa de protección, así como protección ocular al manipular, medir y mezclar este material.

**Tabla 1.2 – Tiempos de Gel con Retardo para la Resina de DERAKANE 470-36\***

CHP WT%	CoNap (6%) WT%	DMA WT%	2,4-P WT%	TYPICAL GEL TIME @77°F (25°C) (MINUTES)	TYPICAL PEAK TIME (MINUTES)
1.50	0.20	0.10	0.00	29	40
1.50	0.20	0.10	0.05	43	59
1.50	0.20	0.10	0.10	63	90
1.50	0.20	0.10	0.15	100	131
2.00	0.20	0.10	0.00	30	44
2.00	0.20	0.10	0.10	56	102
1.50	0.20	0.20	0.00	32	42
1.50	0.20	0.20	0.10	56	76
1.50	0.30	0.10	0.00	24	34
1.50	0.30	0.10	0.10	48	67

\* Resultados típicos; no deberían interpretarse como garantías o especificaciones.

## Nombres Comerciales y Proveedores de Materiales

Nombre comercial	Tipo	Fabricante	Sitio Web
<b>VELOS DE SUPERFICIE</b> Nexus® Avelle® APC M524-ECR25A Freudenberg T-1777	Polyester Polyester "C" Glass "C" Glass	PFG XAMAX Industries, Inc. Owens Corning Freudenberg	precisionfabric.com xamax.com owenscorning.com nonwovens.group.com
<b>MATS</b> M113 Advantex® M723A MPM-5	"E" Glass "ECR" Glass "E" Glass	Saint-Gobain Vetrotex Owens Corning PPG Industries	sgva.com/index.html owenscorning.com ppg.com
<b>WOVEN ROVING</b> 318, 322, 324, 326 HYBON® Woven Roving Knytex® Woven Roving		Saint-Gobain Vetrotex PPG Industries Owens Corning	sgva.com/index.html ppg.com owenscorning.com
<b>ROVING CONTINUO</b> HYBON® 2000 Series Advantex® Type 30 R099® 625 & 673		PPG Industries Owens Corning Saint-Gobain Vetrotex	ppg.com owenscorning.com sgva.com/index.html
<b>ROLLO</b> HYBON® 6700 OC® Multi-End Rovings 255, 292, 298, & 299		PPG Industries Owens Corning Saint-Gobain Vetrotex	ppg.com owenscorning.com sgva.com/index.html
<b>INICIADORES</b> HiPoint® 90 Luperox® DHD 9 Norox® MEKP 925H Cadox® L-50a Cadox® 40E Cadox® 40ES Cadox® BTW 55 Luperox® AFR 400 Benox® L-40LV CHP Luperox® CU90 Norox® CHP Trigonox® K-90	MEKP MEKP MEKP MEKP BPO BPO BPO BPO BPO BPO CHP CHP CHP CHP	Crompton Corporation ATOFINA NORAC, Inc. Akzo Nobel Akzo Nobel Akzo Nobel Akzo Nobel ATOFINA NORAC, Inc. Crompton Corporation ATOFINA NORAC, Inc. Akzo Nobel	cromptoncorp.com atofina.com norac.com akzonobel.com akzonobel.com akzonobel.com akzonobel.com atofina.com norac.com cromptoncorp.com atofina.com norac.com akzonobel.com
<b>INICIADORES – SUSTITUTOS ANTIESPUMANTES DEL MEKP</b> Trigonox® 239A CHP-5 Norox® CHM-50		Akzo Nobel Crompton Corporation NORAC, Inc.	akzonobel.com cromptoncorp.com norac.com
<b>PROMOTORES</b> 6% Naftenato de Cobalto  6% Octoato de Cobalto		Servo Coating Additives OM Group Servo Coating Additives OM Group	servousa.com omgi.com servousa.com omgi.com
<b>ACELERADORES</b> N,N-Dimetilanilina  N,N-Dietilanilina N,N-Dimetilacetacetamida	DMA  DEA DMAA	Eastman Chemicals Sigma-Aldrich Sigma-Aldrich Sigma-Aldrich	eastman.com sigmaaldrich.com sigmaaldrich.com sigmaaldrich.com
<b>RETARDADOR DEL TIEMPO DE GEL</b> 2,4-Pentanodiona	2,4-P	Ashland Sigma-Aldrich	ashland.com sigmaaldrich.com

Los productos que figuran en esta tabla son marcas registradas o marcas de las compañías correspondientes.

## Otros Aditivos

### SURFACTANTES Y ANTIESPUMANTES

Las burbujas de aire en un laminado reducen su fuerza y pueden afectar seriamente sus propiedades de resistencia a la corrosión. Las burbujas de aire en el forro<sup>1</sup> anticorrosivo pueden ser más dañinas que las que están en la capa estructural. Deberían seguirse siempre las siguientes prácticas para disminuir las burbujas de aire:

1. Evitar las mezclas violentas que mezclan el aire en la resina. Sin embargo, asegúrese de que el catalizador se mezcle bien con la resina.
2. Primero, aplicar la resina a las matrices, luego aplicar el vidrio y extenderlo en la resina. Las burbujas de aire son un problema inevitable cuando se aplica la resina al vidrio "seco".
3. Pasar el rodillo al laminado desde el centro hasta los bordes. Hacerlo de manera firme, pero no demasiado fuerte. La presión excesiva podría fracturar las burbujas existentes y hacer que sea más difícil eliminarlas.
4. Eliminar todas las burbujas de una capa antes de empezar con la siguiente.
5. Limpiar cuidadosamente los rodillos entre uso y uso.

La adición de algunos surfactantes y antiespumantes puede mejorar la impregnación del vidrio y la liberación de burbujas de aire de las resinas DERAKANE. Uno de los surfactantes más efectivos evaluados es BYK<sup>2</sup> A515. Cuando dicho surfactante se agrega a la resina DERAKANE a un nivel de 0.15%, reduce significativamente la tensión de la superficie de la resina, mejorando de esta manera la impregnación del vidrio y la eliminación de las burbujas de aire.

El antiespumante BYK A555 a un nivel de 0.15% hace que las burbujas de aire atrapadas se revienten fácilmente por sí solas. El antiespumante y el surfactante a 0.15% no reducen la resistencia a la corrosión de los laminados curados debidamente.

Otro antiespumante muy utilizado es el SAG 47<sup>3</sup>, compuesto antiespumante a base de silicón. La cantidad máxima sugerida de SAG 47 para las resinas DERAKANE es de 0.05 % en peso.

Foamkill<sup>4</sup> 8R y 8G, utilizados en el rango de 0.05 a 0.06 % en peso, son otros agentes desgasificadores efectivos.

*Aviso: Foamkill 8G cumple con los requisitos de la FDA para uso en aplicaciones de PRFV con un nivel de uso que varía de 0.05 a 0.06 % en peso BYK A515, BYK A555, SAG 47 y Foamkill 8R no se encuentran en la lista de aditivos que cumplen con los requisitos de la FDA.*

La compatibilidad entre las resinas de DERAKANE y las fibras de vidrio se puede mejorar agregando a la resina 2,4-Pentanodiona a niveles de hasta 0.05%. En esos niveles bajos, es poco probable que 2,4-P afecte significativamente el tiempo de gel de los sistemas de resinas con un mínimo de 0.3% de CoNap (cobalto al 6%).

### ADITIVOS TIXOTRÓPICOS

Cuando se fabrican ciertas estructuras con las resinas de DERAKANE, puede ser conveniente controlar el flujo de resina o el residuo líquido agregando un material tixotrópico, usualmente un complemento espesante. Los aditivos más eficientes y efectivos que se pueden utilizar con las resinas de DERAKANE son Cab-0-Sil<sup>5</sup> -TS-720 y Aerosil<sup>6</sup> 202. (Ver Tabla 2.1.)

<sup>1</sup> Corrosion liner-Veil-Mat-Mat = 100 mils

<sup>2</sup> BYK-Chemie USA

<sup>3</sup> Sigma-Aldrich

<sup>4</sup> Crucible Chemical

<sup>5</sup> Cabot Corporation

<sup>6</sup> Degussa Corporation

Este catálogo contiene consejos y sugerencias; sin embargo, no brinda garantía alguna, sea explícita o implícita. Se recomienda a los fabricantes que determinen la idoneidad de cualquier producto, aditivo, proceso, fórmula, proporción o uso final mediante su propia pericia o pruebas.

En aplicaciones estructurales, el nivel de los aditivos tixotrópicos debería ser lo más bajo posible para maximizar la resistencia del laminado. Asimismo, debido a que los aditivos tixotrópicos reducen la resistencia a la corrosión frente a algunos químicos, nunca se deberían utilizar en forros resistentes a la corrosión. Cuando se utilizan materiales tixotrópicos, es necesario mojarlos de manera uniforme para obtener resultados óptimos, y se debería utilizar un mezclador muy eficaz y de alta velocidad, como un Disolvente Cowles<sup>7</sup>, o su equivalente, para la mezcla.

Los fabricantes de PRFV deberían contactarse con los fabricantes de aditivos para pedir recomendaciones sobre la manipulación y el almacenamiento seguros de los aditivos tixotrópicos.

**Tabla 2.1 – Efecto del aditivo tixotrópico Cabot Cab-O-Sil TS-720\***

(Se obtienen resultados comparables con Aerosil 202 de Degussa.)

Producto	Porcentaje de Aditivo	Viscosidad, mPa.s (cP) 3 RPM	Tixotrópico 30 RPM	Índice
DERAKANE 411-45	0	560	660	0.85
	1	2400	1400	1.71
	2	5600	2320	2.41
	3	11,200	3760	2.98
DERAKANE MOMENTUM™ 411-350	0	350	380	0.92
	1	2000	1400	1.82
	2	12,000	3500	3.43
	3	19,000	4500	4.22
DERAKANE 441-400	0	400	400	0.91
	1	2700	1000	2.71
	2	6000	1700	3.53
	3	18,500	4400	4.21
DERAKANE 470-36	0	160	200	0.80
	1	2000	880	2.27
	2	5500	1450	3.79
	3	16,000	3400	4.71
DERAKANE MOMENTUM 470-300	0	300	320	0.94
	1	2500	1100	2.27
	2	5800	1650	3.51
	3	18,000	3990	4.51
DERAKANE 510A-40	0	280	300	0.93
	1	4000	1550	2.58
	2	11,500	3500	3.29
	3	32,500	7700	4.22
DERAKANE MOMENTUM 510C-350	0	320	350	0.91
	1	4150	1750	2.37
	2	10,000	3050	3.28
	3	24,500	5500	4.46
DERAKANE 8084	0	400	450	0.89
	1	1820	1040	1.75
	2	5410	1970	2.75
	3	13,200	3610	3.66

\* Resultados típicos; no se deben interpretar como garantías o especificaciones.

<sup>7</sup> Cowles Division, Morehouse Industries, Inc.

## DESMOLDANTES

La cera o las películas de PVA (alcohol polivinílico), Mylar<sup>1</sup>, o el celofán se pueden utilizar como desmoldantes para facilitar que se retiren las partes fabricadas de los moldes o matrices de metal, madera, cartón o plástico. Es importante verificar las características de desmoldado de cualquier desmoldante antes de utilizarlo en la producción.

### Cera

Las ceras de parafina de base fuerte y las ceras de carnauba se utilizan con éxito como desmoldantes en la fabricación de partes con las resinas de DERAKANE. Muchas marcas proporcionan excelentes resultados, incluyendo:

- Meguiars<sup>2</sup> Mirror Glaze
- Trewax<sup>3</sup>
- Johnson's<sup>4</sup> Traffic Wax
- TR<sup>5</sup> Mold Release

En general, los distribuidores locales de fibra de vidrio pueden brindar estos productos. Las ceras a base de acrílicos no se han aceptado para utilizarlas como desmoldantes porque tienden a inhibir el curado. El uso de algunos desmoldantes a base de silicona ha demostrado que inhibe el curado del laminado de la resina de DERAKANE.

Los resultados óptimos se obtienen aplicando la cera al molde o matriz con un paño limpio, y luego puliendo la superficie de forma vigorosa para obtener una película fuerte, brillante y ultra fina. Se debería aplicar varias capas de cera antes de utilizar el molde, y luego una sola capa de cera después de cada desmoldado.

El exceso de cera que queda en la superficie del molde puede inhibir el curado de la resina, dando como resultado un barrera química oscura. Aunque la superficie que está debajo de la cera puede estar completamente curada, la superficie empañada puede dar un nivel bajo de Barcol. (Ver la Sección 9, "Inspección de un Laminado.") Si esto sucede, retire lijando de 0.05 a 0.08 milímetros de la capa de cera aproximadamente, y luego verifique nuevamente la superficie utilizando el probador de Dureza Barcol que se describe en la página 32. Si se desea obtener una superficie altamente brillante, recubra la superficie de cera pulida del molde con una película de PVA.

### Películas de PVA (Alcohol Polivinílico)

Cuando se aplican adecuadamente las películas de alcohol polivinílico, se puede obtener un desmoldado excelente de las partes fabricadas con resinas de DERAKANE. Las películas de PVA se pueden asperjar o pintar sobre moldes de metal pulidos o encerados. Después de la aplicación, se debe secar bien la película ya que cualquier residuo de humedad podría inhibir el curado de las resinas de DERAKANE que se curan con sistemas de catalizadores MEKP o CHP. Debido a que las películas de PVA son hidrófilas, podría ser necesario (en atmósferas de gran humedad) secarlas a la fuerza con lámparas de calor.

### Películas de Mylar y Celofán

Las películas de Mylar y celofán de 1 a 6 pulgadas de ancho y de 0.03 a 0.05 milímetros de espesor han dado buenos resultados al ser utilizadas sobre las matrices como desmoldante. Las películas de Mylar de 0.03 a 0.05 milímetros de espesor poseen excelentes características de desmoldado y se utilizan en la parte superior de las mesas de trabajo para la producción de partes y planchas lisas.

<sup>1</sup> E. I. DuPont de Nemours & Co., Inc.

<sup>2</sup> Mirror Bright Polish Company

<sup>3</sup> Trewax Company

<sup>4</sup> S. C. Johnson and Sons, Inc.

<sup>5</sup> T. R. Industries

## PROTECCIÓN ULTRAVIOLETA

Las partes de PRFV fabricadas con resinas de poliéster o viniléster pueden presentar desgaste y decoloración en la superficie después de una exposición prolongada a la radiación ultravioleta. Se pueden reducir o eliminar estos efectos si:

- Se incorporan absorbentes UV a las resinas
- Se pigmentan las capas externas de la resina
- Se pinta la superficie con pinturas epoxi-poliámidas
- Se incorporan complementos

Los absorbentes UV no siempre proporcionan protección efectiva para un uso a largo plazo y también inhiben el curado de la resina. Dos de estos absorbentes que se pueden utilizar sin que inhiban la resina son:

- Cyasorb<sup>6</sup> UV-24
- Tinuvin<sup>7</sup> 326

Estos productos se incorporan a la capa externa a un nivel de 0.1 a 0.3%.

Los fabricantes que desean formular una capa de gel pigmentada deben contactarse con el fabricante de pigmentos.

*RECORDATORIO: Muchos inspectores necesitan que el equipo se revise de manera visual antes de aplicar los recubrimientos finales pigmentados. No pinte ni pigmente a menos que se lo hayan solicitado.*

Si el equipo se acaba varios días o semanas antes de la inspección, se puede evitar el desbastado del exterior antes del recubrimiento final utilizando un recubrimiento de epoxi-poliámida. La única preparación de la superficie que se necesita es retirar la suciedad, el polvo, el aceite, la grasa y la cera con un disolvente desengrasante y trapos limpios.

La pintura epoxi-poliámida se mezcla y aplica según las instrucciones del fabricante, asegurándose de que las temperaturas del aire y de la superficie estén por encima de 50°F (10°C) durante toda la aplicación y el curado. El recubrimiento no debería aplicarse cuando el clima es húmedo o cuando va a llover.

Las pinturas epoxi-poliámidas que aparecen en la Tabla 2.2 se han utilizado con éxito en equipos fabricados con las resinas de DERAKANE.

Para equipos no pigmentados, se ha demostrado que un velo de superficie hecho con fibras de poliéster impide que la fibra se empañe. El velo Nexus<sup>8</sup>, de tipo 100-10, ha dado resultados consistentes.

## INHIBICIÓN DE AIRE Y RECUBRIMIENTOS FINALES DE CERA

El oxígeno en el aire puede inhibir el curado completo de una superficie expuesta de PRFV. Si se produce la inhibición en la superficie, tendremos como resultado una disminución de la resistencia química y/o fallas prematuras. Para resolver este problema se usan varias técnicas, implicando todas la prevención o reducción del contacto con el aire en la superficie que se cura.

Un recubrimiento final de cera/resina actúa como una película para proteger la superficie del contacto con el aire. Se aplica una capa (0.05 a 0.08 milímetros) de resina que contenga una pequeña cantidad (0.4%) de cera de parafina con un punto de fusión de 120°F (49°C). Durante el proceso de polimerización, la cera sube a la superficie y forma una película delgada de cera.

Los recubrimientos finales de cera se deberían utilizar como la capa final de todos los estratos secundarios y en todas las reparaciones de zonas expuestas a un ambiente corrosivo.

*Precaución: Los recubrimientos finales de cera no se deberían utilizar entre las capas del laminado ya que podrían interferir con la adhesión de una capa con la otra.*

<sup>6</sup> American Cyanamid

<sup>7</sup> Geigy Chemical

<sup>8</sup> Precision Fabrics



La pequeña cantidad de parafina se incorpora fácilmente al sistema preparando una mezcla madre de 10% de cera en estireno caliente (140°F {60°C}). Remítase a la Tabla 2.3. Las mezclas de cera con estireno también se pueden adquirir en distribuidores de PRFV. Agregue suficiente mezcla de cera con estireno a la resina para proporcionar un sistema de recubrimiento final de cera que contenga casi 0.4% de parafina (entre 3 a 5% de mezcla de cera con estireno). Luego, la resina se debería catalizar para brindar una vida útil de 5 a 20 minutos, según sea necesario. Se sugiere utilizar un sistema de gel más rápido.

Debido a que las resinas epoxi-viniléster del tipo DERAKANE 470 producen dichas temperaturas exotérmicas altas al momento del curado, puede no ser necesario un recubrimiento final de cera para impedir la inhibición de aire en el curado de la resina. Para determinar si el laminado está curado lo suficiente en la superficie, se debería realizar una “prueba de limpieza con acetona”. Si la superficie de la resina curada pasa la “prueba de limpieza con acetona”, ya no se necesitará un recubrimiento final de cera.

*Aviso: Los usos mencionados anteriormente están sujetos a las prácticas de fabricación apropiadas y a cualquier limitación que impongan las disposiciones gubernamentales. Todas las disposiciones aplicables se deben consultar para tener conocimiento de todos los detalles.*

**Tabla 2.2 – Pinturas epoxi-poliámidas utilizadas comúnmente en recubrimientos finales**

Fabricante	Designación	Color	Espesor de la Película Húmeda
Ameron	Amerlock® 400	Gris Claro	0.20 milímetros (220 microns)
Carboline	Carboguard® 890EF	Gris Claro	0.23 milímetros (225 microns)
PPG	95-245 Rapid Recoat Pitt-Guard	Gris Claro	0.23 milímetros (225 microns)
DuPont	DuPont® 25P	Gris Claro	0.23 milímetros (225 microns)

Los productos mencionados anteriormente son marcas registradas de las compañías correspondientes.

**Tabla 2.3 - Recubrimientos finales típicos\***

Formulación	Formulación	1 Galón
<b>Parte A</b>		
Parafina Derretida**	80 g (88 cc)	16 g (18 cc)
Estireno	720 g (800 cc)	144 g (160 cc)
El estireno calentado a una temperatura de 140°F (60°C) se agrega a la parafina derretida con una temperatura de por lo menos 140°F (60°C) en un contenedor limpio agitando vigorosamente para formar una suspensión. Antes de trabajar con este material, los operadores deben asegurarse de haber entendido los posibles peligros relacionados con la manipulación del estireno y de haber tomado las precauciones apropiadas antes de trabajar con dicho material.		
<b>Parte B</b>		
RESINA DERAKANE	5 galones	1 galón
Agregue la Parte A a la Parte B agitando vigorosamente y catalice con un catalizador, promotor y acelerador apropiado para obtener un tiempo de endurecimiento en el recipiente de 5 a 20 minutos.		

\* Formulación del punto de inicio

\*\* Parafina (Temperatura de fusión aproximada de 120°F [49°C]), Exxon o un equivalente.

## Contacto con los Alimentos y Cumplimiento de las normas de la FDA y el USDA

### CONTACTO CON LOS ALIMENTOS

Cuando las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE 411, 411C y 441-400 se formulan y se curan de manera adecuada, cumplen con la Ley sobre Alimentos, Medicamentos y Cosméticos de Estados Unidos de América, en su versión enmendada, así como las disposiciones de la FDA (21 CFR 177.2420) aplicables. Estas resinas pueden usarse como artículos o componentes de artículos destinados para el uso repetido en contacto con los alimentos, con sujeción a determinadas limitaciones descritas en esta disposición.

*NOTA: Es responsabilidad del cliente o usuario probar el laminado o revestimiento acabado para determinar si cumple con la disposición 21 CFR 177.2420 y todas las demás disposiciones apropiadas*

Las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE 411, 411C y 441-400 son aceptables desde el punto de vista químico en áreas de procesamiento o almacenamiento para contacto con productos de carne de res o aves que se preparan bajo inspección federal y se usan a temperaturas por debajo de 250°F (121°C). El Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América (USDA) ha dado su aceptación. Los niveles del catalizador no deberían exceder los niveles establecidos en las disposiciones de la FDA en 21 CFR 177.2420.

*Nota: La resina de DERAKANE 411 está disponible con diferentes niveles de estireno. La obtención de un curado completo apropiado (usando los niveles del catalizador recomendados, etc.), junto con una atención esmerada a las técnicas de posfabricación de cinco pasos que se señalan anteriormente, mejorarán la capacidad de los fabricantes para cumplir con las disposiciones.*

### FABRICACIÓN PARA CUMPLIR CON LA FDA Y EL USDA

Prestar atención al siguiente procedimiento le ayudará a cumplir con las disposiciones de la FDA:

1. Usar una formulación de catalizador que producirá un laminado de resina con estireno residual bajo después de un curado a temperatura ambiente. La disposición de la FDA 21CFR 177.2420 enumera los siguientes iniciadores, promotores y aceleradores aprobados: MEKP, CHP, BPO, CoNap, DMA y DEA.
2. Limpiar bien la parte para eliminar cualquier polvo o suciedad antes del poscurado.
3. Poscurar durante dos horas con calor seco a 200°F (93°C) o durante 4 horas a 180°F (82°C). El propósito es reducir el estireno residual al rango de 0.01 a 0.2%.
4. Después del poscurado, tratar a vapor la parte o remojarla en agua caliente durante 8 a 16 horas a 160°F (71°C) o a una temperatura más alta. Se recomienda que sólo se use agua caliente en embarcaciones de acero forradas con PRFV. Esto debería eliminar todo el estireno residual de la superficie del laminado.
5. Lavar bien la parte con detergente y enjuagarla con cuidado antes de usarla.

### Guía de Formulación

#### PREPARACIÓN DE UNA MEZCLA MADRE DE RESINA

Una técnica exitosa para obtener características de curado consistentes consiste en preparar una mezcla madre que contenga la resina CoNap y dimetilnilina (de ser necesario) en una cantidad apropiada para su operación. Las mezclas madre de 5 a 55 galones son comunes. La mezcla madre contiene promotores y aceleradores. No contiene iniciadores. Una mezcla madre preparada adecuadamente tendrá una vida útil de varias semanas.

Un técnico confiable designado debería preparar con cuidado las mezclas madre, las cuales deberían examinarse con frecuencia para observar las características de curado y uniformidad. El método de mezcla madre asegura que se utilice cada vez el ratio apropiado de promotores y aceleradores. Las mezclas madre también dan libertad a los operadores para determinar la cantidad de catalizador requerido y el tiempo necesario para un trabajo específico. Esto los ayuda a compensar los cambios en la temperatura y otras condiciones ambientales.

Una mezcla madre se prepara mezclando por completo el CoNap y la dimetilnilina en la resina de DERAKANE. Los mezcladores de aire comprimido a alta velocidad, como por ejemplo, el Lightnin,<sup>1</sup> brindan resultados satisfactorios. Es probable que los mezcladores Bunghole con hélices pequeñas no brinden una mezcla adecuada.

Use la Tabla 4.1 para determinar qué cantidad de promotor y acelerador se debería añadir para preparar una mezcla madre.

<sup>1</sup>Compañía de Equipos de Mezcla

**Tabla 4.1 – Factores de conversión<sup>2</sup>**

Peso%	CC/LB	CC/GAL	Fluido OZ/ 5 GAL	FLUIDO OZ/CILINDRO (205 KG/450 LB)	CC/CILINDRO (450 LB)
.10	0.4	3.6	0.6	6.3	186
.20	0.8	7.2	1.2	12.6	371
.25	1.0	9.0	1.5	15.7	464
.30	1.2	10.7	1.8	18.8	557
.40	1.7	14.3	2.4	25.1	743
.50	2.1	17.9	3.0	31.4	929
.60	2.5	21.5	3.6	37.7	1114
1.00	4.1	35.8	6.1	62.8	1857
1.25	5.2	44.7	7.6	78.5	2322
1.50	6.2	53.7	9.1	94.1	2766
2.00	8.3	71.6	12.1	125.6	3715

(Cuadro basado en la densidad de la resina = 1.04; densidad del aditivo = 1.10)

<sup>2</sup> Los fabricantes deberían confirmar mediante sus propias pruebas.

## NOTA DE SEGURIDAD

Se deben tomar precauciones de seguridad adecuadas en todas estas operaciones. Siempre se debe usar gafas y ropa de protección que sean adecuadas para manipular resinas, promotores, aceleradores e iniciadores. Deben observarse las prácticas de administración apropiadas para minimizar la contaminación del área de trabajo. Debe mantenerse una ventilación adecuada para cumplir con las normas del gobierno. Los contenedores desechables deban usarse cada vez que sea posible para la mezcla. Los contenedores usados y los residuos de resina deben desecharse apropiadamente de acuerdo con las disposiciones gubernamentales. Ver la Sección 12, “Almacenamiento de la Resina.”

Para cada mezcla, el operador puede variar la cantidad de MEKP (dentro de los límites prescritos) para obtener el tiempo de gel deseado. (Un tiempo de gel típico es de 25 a 30 minutos.) Para pequeños trabajos, la cantidad de mezcla típica es alrededor de un cuarto de resina. La cantidad correcta de MEKP debería medirse con cuidado y mezclarse bien con la resina. El tiempo de mezcla mínimo es de 30 segundos, incluyendo el tiempo para raspar los lados y la parte inferior del contenedor de la mezcla. El operador debe tener cuidado para minimizar el aire que entra durante la mezcla.

## MEDICIÓN DE PEQUEÑAS CANTIDADES DE QUÍMICOS

Las cantidades de iniciadores, promotores y aceleradores que se deben usar en el curado de las resinas de DERAKANE deberían medirse con exactitud. Las medidas se obtienen con instrumentos, como por ejemplo, jeringas desechables, cilindros graduados o botellas comprimibles de plástico con vertedores graduados. Los tiempos de gel reales pueden variar como resultado de variaciones sutiles en los agentes de curado y resinas; pequeñas variaciones al medir pequeñas cantidades de reactivos; la cantidad de la mezcla de resina; y los parámetros ambientales, como por ejemplo, la temperatura, la humedad, el espesor del laminado y el tipo de molde.



### Formulaciones del Tiempo de Gel

#### TIEMPOS DE GEL Y TEMPERATURAS

Mediante el uso de iniciadores de radicales libres se polimerizan las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE. Debido a que muchas variables afectan el curado de las resinas, el sistema de catalizadores debe ajustarse para cada aplicación individual.

Los criterios de selección para el sistema de catalizadores son:

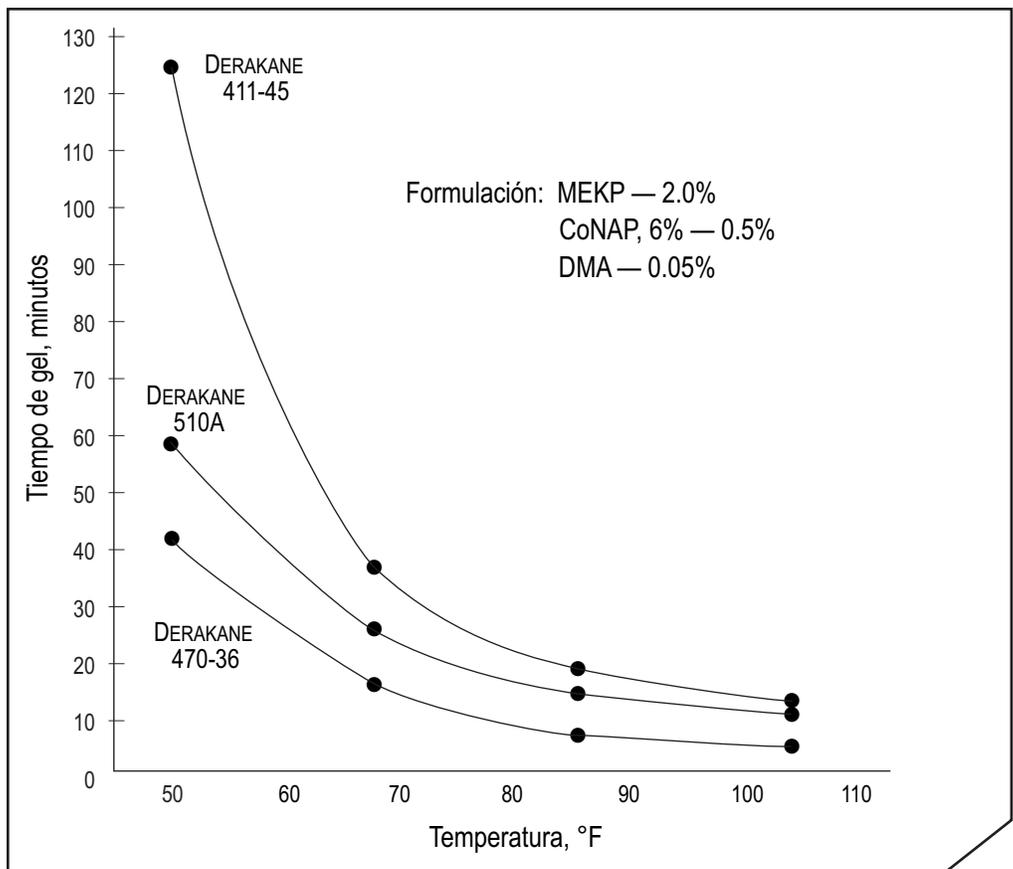
- Tiempo de gel deseado
- Temperatura de trabajo
- Efecto del molde como un disipador térmico
- Efecto del poscurado

La Figura 5.1 muestra el efecto de diferentes temperaturas en los tiempos de gel típicos de las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE.

#### FORMULACIONES DEL TIEMPO DE GEL TÍPICOS PARA LAS RESINAS EPOXI-VINILÉSTER DE DERAKANE

Las propiedades de reactividad y del material para la familia de resinas de DERAKANE y de DERAKANE MOMENTUM™ pueden encontrarse en [www.derakane.com](http://www.derakane.com).

**Figura 5.1**  
**Tiempos de gel típicos contra temperatura para las resinas de DERAKANE\***



\* Resultados típicos; no deberían interpretarse como garantías o especificaciones.

Este catálogo contiene consejos y sugerencias; sin embargo, no brinda garantía alguna, sea explícita o implícita. Se recomienda a los fabricantes que determinen la idoneidad de cualquier producto, aditivo, proceso, fórmula, proporción o uso final mediante su propia pericia o pruebas.

## Vida útil de las Resinas

### FACTORES QUE AFECTAN LA VIDA ÚTIL DE UNA RESINA

Para una unión exitosa con las fibras de vidrio, una resina debería usarse lo antes posible después de mezclarla con el catalizador y otros aditivos. El tiempo de endurecimiento en el recipiente que sugiere el fabricante se refiere a la cantidad de tiempo después de que la resina se ha mezclado adecuada y minuciosamente con los iniciadores, promotores y aceleradores antes de que endurezca en el recipiente. Los tiempos de endurecimiento en el recipiente que señalan los fabricantes de resinas están determinados por las pruebas de laboratorio con pequeñas mezclas de casi 100 gramos en condiciones controladas de temperatura y humedad, y las condiciones de campo o de la fábrica casi nunca coinciden con las condiciones de laboratorio. Los cambios en la temperatura ambiental y humedad, por ejemplo, pueden afectar el tiempo de endurecimiento en el recipiente. Sin embargo, el tiempo de endurecimiento en el recipiente de una resina puede ajustarse variando las cantidades de otros materiales en la mezcla teniendo en cuenta las condiciones reales de la fábrica. Tales ajustes ayudan a determinar la vida útil, que es el período después de la catálisis y antes de la gelificación cuando una resina puede aplicarse exitosamente a las fibras de vidrio. En la práctica, la vida útil de una resina es muy importante para el fabricante. Las prácticas y condiciones de campo y de la fábrica pueden prolongar o reducir la vida útil.

Condiciones que prolongan la vida útil:

- Temperaturas más frías
- Resina fría
- Disipadores térmicos grandes (moldes de acero)
- Humedad alta
- Vientos frescos
- Adición de complementos

Condiciones que reducen la vida útil:

- Temperaturas altas
- Resina tibia
- Disipadores térmicos aislados (moldes de madera)
- Laminados gruesos
- Luz solar directa

### EFFECTO DE LOS COMPUESTOS DE ANTIMONIO EN TIEMPOS DE GEL DE RESINAS RETARDADORAS DE FUEGO

Los compuestos de antimonio pueden añadirse directamente a la resina y dispersarse usando un equipo de mezcla normal. La resina que se mezcla con el antimonio debería agitarse con frecuencia para mantener los materiales bien mezclados. Para minimizar el efecto del Nyacol<sup>1</sup> APE-15401 en el tiempo de gel de las resinas de DERAKANE, añada el compuesto de antimonio inmediatamente antes de usarlo. Si se deja durante toda la noche, la resina con un promotor de cobalto y un APE-1540 añadido puede experimentar un cambio significativo en el tiempo de gel, y es probable que no se cure apropiadamente. El APE-3040 ha demostrado tener menos impacto en el tiempo de gel y en el cambio del tiempo de gel en las formulaciones de resinas. El trióxido de antimonio que se añade a las resinas que contienen un promotor de cobalto también puede afectar los tiempos de gel de la resina, pero cualquier efecto evidente se producirá a una tasa mucho menor que con el APE-1540.

<sup>1</sup> Nyacol Nano Technologies, Inc.

### Guía de Localización y Solución de Problemas

**Tabla 7.1 - Solución de Problemas de Resinas Curadas a Temperatura Ambiente**

Problema	Peróxido	
	MEKP o CHP	BPO
<p><b>La resina se gela demasiado lento o no se gela</b></p>	<p>Revisar las concentraciones. No se necesita menos de 1.0% de MEKP o CHP. No se necesita menos de 0.15% de CoNap (6%) a menos que la temperatura ambiente sea mayor de 85°F (29°C).</p> <p>Revisar otros aditivos. Algunos pigmentos y aditivos retardadores en la reacción al fuego retardan la gelificación y deben añadirse justo antes de usarse.</p> <p>Revisar la secuencia de adición. El CoNap es difícil de mezclar y necesita una buena agitación. La resina tiene un color morado a rosado después de añadir el CoNap y se vuelve oscura al añadir el peróxido. La DMA no afecta el color. El 2,4-P casi elimina el cambio de color.</p>	<p>Revisar los aditivos. Se necesita DMA (DMAA no es un sustituto). Se necesita BPO.</p> <p>El BPO no es 100% activo. Ajustar la formulación para proporcionar la cantidad necesaria de peróxido activo.</p> <p>Verificar las temperaturas de la resina, la fábrica y el molde. Ajustar la formulación a la temperatura.</p> <p>El BPO necesita una buena agitación.</p> <p>Revisar otros aditivos. Algunos pigmentos y retardadores en la reacción al fuego pueden hacer más lenta la gelificación. Añadirlos justo antes de usarlos o aumentar la concentración del catalizador/promotor.</p>
<p><b>La resina no se endurece después de volverse gel</b></p>	<p>Revisar los niveles de peróxido y CoNap. Si el molde o la resina están fríos, se necesita DMA. Para lograr un tiempo de gel similar con DMA, reducir el nivel de peróxido o añadir 2,4-P.</p> <p>Si el clima es caliente, los encargados de realizar las formulaciones a menudo reducen demasiado los niveles de peróxido para obtener un buen curado. Usar un 1.0% como mínimo.</p> <p>Verificar para ver si el problema se encuentra en la superficie. Usar un recubrimiento final de cera.</p> <p>Verificar los accesorios. El bronce, zinc y cobre inhiben el curado.</p>	<p>La proporción de BPO activo a DMA o DEA es crítico. De preferencia, el nivel de BPO debe ser entre 10 a 20 veces el nivel de DMA (de preferencia de 10 a 15 veces) o entre 4 a 12 veces el nivel de DEA. El nivel de peróxido mínimo absoluto es 0.75% pero debería ser 1%, de ser posible.</p> <p>Verificar para ver si el problema se encuentra sólo en la superficie. De ser así, se recomienda un recubrimiento final de cera.</p> <p>Revisar otros aditivos. Algunos pigmentos y retardadores en la reacción al fuego pueden hacer más lenta la gelificación. Añadirlos justo antes de usarlos o aumentar la concentración de catalizador/promotor.</p>
<p><b>La resina se gela demasiado rápido</b></p>	<p>Revisar el cronograma de promoción. Verificar la temperatura de la resina.</p> <p>Disminuir o eliminar la DMA.</p> <p>Añadir 2,4-P.</p> <p>Disminuir el nivel de CoNap a 0.1% como mínimo.</p>	<p>Disminuir el nivel de BPO o DMA.</p> <p>Recordar observar la proporción de BPO/DMA.</p>

Este catálogo contiene consejos y sugerencias; sin embargo, no brinda garantía alguna, sea explícita o implícita. Se recomienda a los fabricantes que determinen la idoneidad de cualquier producto, aditivo, proceso, fórmula, proporción o uso final mediante su propia pericia o pruebas.

## Solución de Problemas de Resinas Curadas a Temperatura Ambiente

Problema	Peróxido	
	MEKP o CHP	BPO
<b>El tiempo de gel de la resina cambia después de reposar durante la noche</b>	<p>Si el recipiente de la resina se deja abierto, la resina puede absorber grandes cantidades de agua incluso en edificios con aire acondicionado. Los altos niveles de agua prolongarán ampliamente los tiempos de gel y pueden impedir que la resina se cure de manera apropiada. Esta situación es frecuente especialmente en los meses de verano húmedos y calurosos. El aumentar la cantidad de promotor, acelerador y catalizador puede ayudar a superar los efectos del agua.</p> <p>Si se añadió Nyacol APE-1540 a una resina retardadora en la reacción al fuego, el material Nyacol ha absorbido el CoNap a tal medida que no hay suficiente CoNap libre para promover la reacción de gel. Añadir más CoNap y, de ser necesario, acelerador para hacer que la resina recupere su tiempo de gel inicial.</p>	<p>Añadir más DMA y posiblemente BPO. Recordar mantener el ratio final de BPO a DMA correcto. Ver la causa en el punto MEKP o CHP de esta sección.</p>
<b>La resina genera demasiada exotermia en el curado</b>	<p>Disminuir o eliminar la DMA.</p> <p>Ajustar el peróxido a 1.0% como mínimo. Hacer laminaciones más delgadas y permitir que se realice la exotermia antes de continuar.</p> <p>Usar CHP con la resina de DERAKANE 470.</p>	<p>El BPO/DMA es un sistema caliente. Aplicar menos capas y dejar que se realice la exotermia antes de continuar. Añadir hasta 0.03% L TBC</p>
<b>La resina hace espuma dando como resultado que el aire quede atrapado en el laminado</b>	<p>Usar 239A y CHP-5 para todas las resinas de DERAKANE. Para un mayor control con la resina de DERAKANE 470, usar CHP.</p>	

## Fabricación de un Laminado y Aplicación de Forros de PRFV

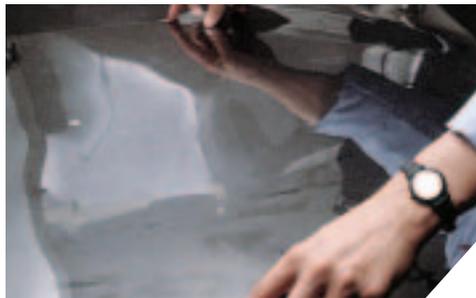
### FABRICACIÓN DE UN LAMINADO DE PRUEBA

Este pequeño ensayo fotográfico ilustra los principales pasos que se usan con frecuencia en la fabricación de laminados de PRFV. En las páginas 24 a 26 se proporciona una guía más detallada, paso por paso, para elaborar un laminado de PRFV.

En un ensayo fotográfico no se podían mostrar tres factores importantes: 1) una formulación de materiales precisa y exacta; 2) las variables implicadas en la elaboración de un laminado para cumplir con los requisitos particulares de especificación; y 3) la pericia, habilidades y arte del trabajador que elabora el laminado. En otras secciones de este catálogo se proporciona información detallada para ayudar a los fabricantes a fabricar laminados de PRFV de calidad con las resinas de DERAKANE. Creemos que estas instrucciones pueden ayudar a los trabajadores de PRFV a formular los materiales de manera adecuada y a controlar las variables implicadas en el cumplimiento de los requisitos de especificación. Sin embargo, sólo la experiencia de los trabajadores y la atención a los detalles pueden proporcionar la destreza.

Póngase usted mismo, su experiencia y sus manos en estas fotos; luego recuerde que lo que se está mostrando sólo es una parte del cuadro completo.

#### Paso 1: Cubrir la mesa de trabajo con una plancha de desmoldeado



Después de haber formulado una mezcla de resina y organizado el área de trabajo y las herramientas, colocar una plancha de desmoldeado de poliéster Mylar<sup>1</sup> sobre la superficie del molde.

#### Paso 2: Esparcir la base de resina



Verter la resina catalizada de DERAKANE sobre la plancha de desmoldeado y esparcirla de manera uniforme con un rodillo.

#### Paso 3: Aplicar el velo de superficie



Colocar el velo de superficie de vidrio con mucho cuidado sobre la resina húmeda; y extenderlo sobre la resina usando un rodillo acanalado

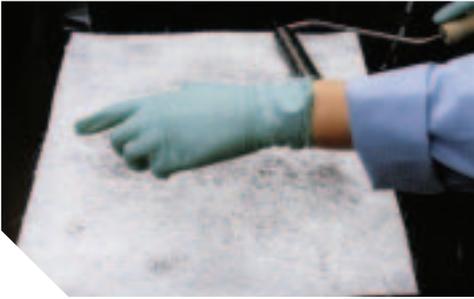
#### Paso 4: Agregar más resina



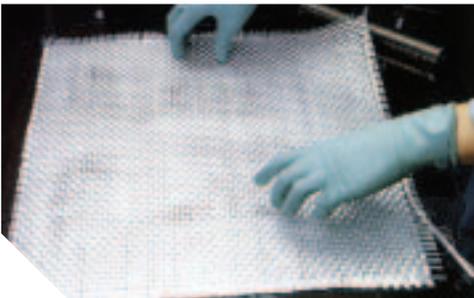
Aplicar más resina catalizada y extenderla nuevamente.

Este catálogo contiene consejos y sugerencias; sin embargo, no brinda garantía alguna, sea explícita o implícita. Se recomienda a los fabricantes que determinen la idoneidad de cualquier producto, aditivo, proceso, fórmula, proporción o uso final mediante su propia pericia o pruebas.

<sup>1</sup> E. I. DuPont de Nemours & Co., Inc.

**Paso 5: Aplicar una capa de mat**

Ahora colocar y extender la primera capa de mat.

**Paso 7: Aplicar el woven roving**

Esparcir un poco más de resina sobre la segunda capa de mat y aplicar una capa de woven roving.

**Paso 9: Agregar una capa final de mat**

Ahora agregar una capa final de mat, añadir la resina catalizada y volver a extender.

**Paso 6: Agregar más resina y colocar otro mat**

Esparcir la resina catalizada sobre la primera capa de mat; luego, aplicar una segunda capa de mat y extenderla sobre la resina.

**Paso 8: Rodillar roving para impregnar la resina**

Extender el woven roving con mucho cuidado sobre la resina con un rodillo acanalado.

**Paso 10: Terminar con un recubrimiento final de cera**

Finalmente, recubrir la superficie con un recubrimiento final de cera protectora. Dejar que la resina se vuelva gel y se cure. Ahora, el laminado está listo para ser usado. (Para una explicación más detallada, remitirse a la guía de fabricación que figura a continuación).



## GUÍA DE FABRICACIÓN DE UN LAMINADO

El siguiente esquema es una guía para el uso de resinas epoxi-viniléster de DERAKANE en la producción de laminados típicos de PRFV mediante laminación por rodillo.

### A. Consideraciones de seguridad

1. Estar informado sobre los procedimientos y medidas de seguridad y manipulación y eliminación adecuada de resinas, vidrios, iniciadores, promotores y aceleradores.
2. Usar ropa de protección adecuada, limpia y que cubra el cuerpo, guantes y gafas para productos químicos.
3. Tener cuidado para evitar el contacto innecesario con la resina, iniciadores y otros químicos que se usan junto con el uso normal de las resinas de DERAKANE.
4. Una buena ventilación general debería ser satisfactoria para la mayoría de condiciones. Sin embargo, puede ser necesario un tubo de escape local donde exista poca circulación de aire, como por ejemplo, en áreas pequeñas. Se puede necesitar equipos respiratorios, ya sea un pirador con filtro o un equipo de respiración autónomo, cuando exista la posibilidad de una exposición a niveles que sobrepasen la concentración máxima.
5. Mantenerse usted mismo y su área de trabajo lo más limpios posible.
6. Durante la laminación por rodillo, mantener los laminados en un área lejos de llamas y chispas al aire libre.
7. Cuando esté lijando, usar un respirador.
8. Estar consciente de que los laminados gruesos pueden experimentar una reacción exotérmica (calentarse y emitir olores nocivos).
9. Eliminar los desechos de forma adecuada.

### B. Planificar lo que necesita para el trabajo

1. Reunir las herramientas adecuadas: Mezcladores, brochas, rodillos, disolventes y herramientas de limpieza.
2. Reunir los materiales de fabricación adecuados: Resina, vidrio, catalizadores, etc.
3. Asegurarse de que el equipo de seguridad apropiado esté disponible y listo para usarse: Gafas de seguridad, guantes limpios, extintores, etc.

### C. Asegurarse de que el área de trabajo sea conveniente para una operación segura

1. Tener un área de trabajo limpia y bien iluminada.
2. Tener ventilación adecuada.

### D. Preparar la superficie del molde

1. Preparar la superficie del molde para el desmoldeado del laminado de la siguiente manera:
  - Cubrirlo con una plancha de Mylar (de 0.08 a 0.10 milímetros) y colocarle cinta adhesiva en los bordes, o
  - Echar cera sobre la superficie del molde y pulirla cuidadosamente.
2. La plancha de Mylar no debería tener arrugas y debería extenderse bien más allá de los bordes del laminado. Asimismo, si se usa cera, el área encerada debería extenderse bien más allá de los bordes del laminado.

### E. Cortar la fibra de vidrio

1. Cortar los tejidos de vidrio más largos que el tamaño del laminado deseado para permitir el recorte. Por ejemplo, si prepara un laminado acabado de 12" x 12" pulgadas, debería cortar un mate de 14" x 14" pulgadas.
2. La secuencia para aplicar capas de vidrio, desde la base hasta la superficie, es:
 

a. una capa de velo de superficie	}	barrera química
b. dos capas de mat		
c. una capa de woven roving	}	capa estructural
d. una capa de mat capa estructural		

(Repetir c y d según sea necesario para lograr el grosor deseado y siempre terminar con un mat.)

*Nota: Algunas especificaciones pueden requerir un velo de superficie adicional en el lado exterior del laminado (atmósfera).*

**F. Fabricar un laminado de un 1/4" de pulgada (6.4 milímetros)**

En este caso, se usan los siguientes símbolos para indicar la secuencia de aplicación:

V = velo de superficie anticorrosivo estándar de 0.25 milímetros

M = mat de 1.5 oz/pie cuadrado

R = vidrio de woven roving

La secuencia VMRRMRM producirá un laminado de 1/4" de espesor aproximadamente con un barrera química en un lado. El lado que está junto al Mylar tendrá una superficie brillante y dura y debería tener un valor de Barcol elevado cuando se cure. Este laminado de 1/4" debería tener casi un 40% de vidrio en peso y presentar las siguientes propiedades físicas:

- resistencia a la flexión: 28,000 psi (ASTM D790)
- resistencia a la tracción: 20,000 psi (ASTM D639)

**G. Medir y mezclar la resina**

1. La cantidad de resina que se utilice dependerá del tamaño de la parte. Un laminado de prueba de 12" x 12" pulgadas necesitará alrededor de tres mezclas de resina de 200 gramos o una mezcla de 600 gramos.
2. La proporción de catalizador y aceleradores para usarse con una resina epoxi-viniléster de DERAKANE se determina según las condiciones de la fábrica, como por ejemplo, la temperatura y humedad y el tiempo necesario para hacer la laminación por rodillo.
3. La siguiente formulación dará un tiempo de vida en el recipiente de 15 a 20 minutos a 70°F (21°C). Las tres mezclas de resina pueden acelerarse con un promotor CoNap y DMA al mismo tiempo, pero el catalizador MEKP debería agregarse sólo inmediatamente antes de elaborar el laminado. Usar gafas de seguridad, ropa y guantes de protección para medir y mezclar las resinas, promotores y el catalizador.
  - a. Medir la resina DERAKANE.....200 g
  - b. Medir y agregar el promotor CoNap (6%).....0.6 cc
  - c. Medir y agregar la DMA (100%).....0.2 cc
  - d. Mezclar bien
  - e. Medir y agregar el MEKP (60%).....2.0 cc
  - f. Mezclar bien y raspar los lados y la parte inferior del tanque de mezcla mientras esté mezclando. (Esta mezcla final debería tomar aproximadamente 60 segundos.)

**H. Ventilar la resina**

Dejar la resina para que se ventile durante varios minutos.

**I. Aplicar la resina**

Aplicar una capa fina de resina con una brocha de cerdas pequeñas o con un rodillo acanalado sobre un área cuadrada de 14" pulgadas de Mylar. Es importante aplicar primero la resina; luego, extender el vidrio sobre la resina. Esto disminuirá la posibilidad de retener burbujas de aire y asegurará que el vidrio se sature de abajo hacia arriba.

**J. Aplicar la primera capa de velo de superficie**

1. Mientras aplica el velo de superficie, la resina goteará a través del vidrio. Quizá tenga que aplicar más resina para humedecer el velo de superficie por completo. Esta resina adicional ayudará a humedecer la siguiente capa. Cuando el velo de superficie pierde su apariencia fibrosa, quiere decir que el vidrio está bien húmedo.
2. Usar un rodillo acanalado para laminación para trabajar la resina en el vidrio y solucionar el problema de las burbujas de aire. El pasar el rodillo también comprime el vidrio y elimina el exceso de resina. Pasar el rodillo desde el centro del laminado hacia los bordes. Pasar el rodillo de manera firme, pero no muy fuerte.

*Nota: La técnica adecuada es un arte. Tendrá que desarrollar la habilidad de pasar el rodillo para producir partes de PRFV que proporcionen un rendimiento óptimo.*



**K. Aplicar más capas**

Se deben considerar los siguientes puntos:

1. Un velo de superficie con resina saturada tiene casi un 90% de resina en peso.
2. Es más difícil saturar un mat con resina que un velo de superficie; y necesitará mucho más resina. Los mats tienen alrededor de 75% de resina en peso.
3. A menudo, el woven roving tiene entre 40 a 60% de resina en peso. Cuando se satura con la resina, se hace más difícil mantenerlo en su lugar.
4. En todas las capas, siempre debería extenderse el refuerzo de vidrio sobre la resina; la resina no debería extenderse sobre el vidrio.
5. Conforme se va acabando cada capa, catalizar una mezcla fresca de resina acelerada. Asegurarse de mantener el rodillo en el disolvente, limpiarlo frecuentemente y secarlo antes de cada uso.

**L. Aplicar un recubrimiento final de resina**

Cuando se hayan aplicado y extendido todas las capas, aplicar un recubrimiento final de resina para cubrir el vidrio por completo y sellar el laminado. Este recubrimiento final debería contener una pequeña cantidad de cera para impedir el contacto con el aire, lo que podría inhibir el curado.

**M. Limpiar a profundidad**

Limpiar las herramientas y el área de trabajo y limpiarse usted mismo con cuidado y de forma segura. Eliminar todos los desechos de manera adecuada.

**N. Darle tiempo al laminado para que se vuelva gel y se enfríe**

Dejar que el laminado se vuelva gel, que pase por el proceso exotérmico y se enfríe antes de retirarlo de la mesa de trabajo.

*Nota: Para un alto grado de curado, poscurar el laminado durante 2 horas en un horno a 200°F (93°C). Dejar colocada la plancha de desmoldeado de Mylar. Retirar la plancha de desmoldeado antes del poscurado puede producir una superficie brillante, pero el acabado puede tener una ligera apariencia de piel de naranja*

**GUÍA PARA LA FABRICACIÓN DE UN FORRO CONDUCTIVO**

El propósito de un sistema de forro conductivo en un tanque o tubo de PRFV consiste en proporcionar un camino mediante el cual se pueda conectar a tierra la posible concentración de una carga estática potencialmente peligrosa. Este proceso de conexión a tierra evitará la posible formación de un arco eléctrico cuando esté presente la concentración de una carga.

1. Una formulación de resina que contenga 25% en peso de grafito se aplica junto con 0.5 oz/sq yd de velo de carbón. El polvo de grafito #635<sup>1</sup> que fabrica Dixon Ticonderoga Co. ha demostrado ofrecer resultados consistentes con las resinas de DERAKANE. Si se usa un grafito diferente, se recomienda realizar pruebas para asegurarse de no afectar el curado de la resina.
2. La formulación de la resina que contiene grafito sólo debería usarse en la capa de velo del carbón; luego se aplica un velo Nexus<sup>2</sup> o de vidrio C y un forro resistente a la corrosión común con la resina que no contiene grafito.
3. No se recomienda el uso de grafito en el forro resistente a la corrosión normal y en la parte estructural ya que el grafito tiene un ligero efecto perjudicial en la fuerza del enlace secundario. Si el grafito debe usarse en todo el equipo de PRFV, deben incrementarse todas las áreas recubiertas. La carga elevada de grafito en la formulación de la resina tendrá algunos efectos perjudiciales en las propiedades de resistencia a la corrosión del laminado de la resina curada.
4. Se recomienda que las cintas metálicas, como por ejemplo, Monel<sup>3</sup>, se coloquen dentro de la capa de la resina que contiene grafito en las áreas que están al lado de los bordes y que esas cintas metálicas Monel se sujeten a los bordes. Luego, los bordes deberían conectarse a tierra adecuadamente. No se recomienda el uso de cobre, latón, zinc y cintas metálicas galvanizadas ya que se ha descubierto que impiden que las resinas de DERAKANE se curen de manera apropiada.

<sup>1</sup> Dixon Ticonderoga Co.

<sup>2</sup> Precision Fabrics

<sup>3</sup> INCO Alloys

## POSCURADO

### Para una temperatura de uso por debajo de 100°C / 210°F:

Un poscurado puede prolongar la vida útil si la temperatura de operación está dentro de los 20°C / 40°F de la temperatura máxima de la presente guía CR para el uso. Esto significa que un poscurado puede ser beneficioso para las aplicaciones con disolventes con una temperatura límite de 25 a 40°C (80 a 100°F).

### Para una temperatura de uso por debajo de 100°C / 210°F:

El poscurado en el uso puede ser suficiente siempre que se alcancen los valores específicos mínimos de dureza Barcol de la resina antes de empezar.

### Para uso en soluciones salinas puras y neutras:

En general, es posible que no se necesite el poscurado siempre que se alcancen los valores específicos mínimos de dureza Barcol de la resina y no se muestre sensibilidad a la acetona antes de empezar.

Cuando se use un sistema de curado con BPO/Amina, se recomienda mucho el poscurado, el cual debería realizarse dentro de las dos semanas de la elaboración.

Las condiciones de poscurado según se detalla en DIN (Instituto Alemán de Normalización) 18820 pueden usarse para:

- Resinas 411, 441, 510A/C y 8084: 80°C/180°F
- Resinas 470 y 510N: 100°C/210°F
- Esta norma recomienda 1 hora por mm de espesor del laminado (entre 5 y 15 horas).

## ENLACE SECUNDARIO

El enlace secundario puede ser una preocupación en muchas aplicaciones de PRFV. Esto es particularmente cierto en el caso de la resina epoxi-viniléster de DERAKANE 470 debido a su alto grado de reactividad.

Para conseguir una buena unión secundaria con la resina de DERAKANE 470, es necesario preparar adecuadamente la superficie. Toda la superficie debe lijarse de manera uniforme dando por lo menos un patrón de fijación de 0.05 a 0.08 milímetros. Esto puede lograrse desbastando la superficie con un disco de lija de #16 o #24. Al usar el disco de lija, es necesario verificar la escobilla periódicamente para asegurarse de que no se acumule la fibra de vidrio ni la resina. Si esto ocurre, se perjudicará la formación apropiado y la consecuente formación de una buena unión secundaria.

Después de haber preparado de manera adecuada la superficie, ésta debe mantenerse limpia y seca hasta que se pueda comenzar el laminado. El polvo, la humedad o los rastros de aceite que están en contacto con la superficie pueden actuar como desmoldeadores o inhibir el curado e impedir una buena unión secundaria. El laminado debería realizarse dentro de un par de horas de la preparación de la superficie.

Agregar el surfactante BYK<sup>4</sup> A515, a 0.1 % en peso, a las resinas de DERAKANE puede mejorar la adhesión de las resinas a los laminados primarios. Las propiedades del surfactante BYK A515 reducen la tensión de la superficie de las resinas epoxi-viniléster, permitiendo, de este modo, que las resinas fluyan con mayor facilidad en las cavidades de la superficie del laminado. Para las paredes estructurales en tinas y bañeras, se ha demostrado que el BYK A515, a un nivel de 0.2 % en peso, en laminados de resinas de DERAKANE, mejora la adhesión de las resinas al reverso liso de las planchas poliacrílicas

*NOTA: No es necesaria la limpieza con disolvente de una superficie primaria antes de comenzar el laminado secundario. De hecho, puede producir una unión secundaria deficiente.*

La limpieza con disolvente se realiza generalmente para eliminar el polvo acumulado durante el lijado. Si se utiliza un trapo mojado con disolvente para limpiar la superficie primaria, es probable que se hayan recogido contaminantes que podrían actuar como desmoldeadores y esto impediría una buena unión secundaria. Es suficiente quitar el polvo con un paño seco.

<sup>4</sup> BYK-Chemie USA



## APLICACIÓN DE UN PARCHE DE PRUEBA

Es una buena práctica aplicar un parche de prueba para verificar la solidez de la superficie preparada antes de aplicar el laminado. Para hacer esto, primero imprima un área de 12" x 12" pulgadas con 0.08 a .13 milímetros de resina catalizada de DERAKANE 8084 y deje que se cure hasta que la sienta seca. Luego, aplique cuatro capas de mat de fibra de vidrio de 1.5-oz de 3" x 8" pulgadas, colocando un pedazo de película Mylar debajo de un extremo para evitar la unión y déjela curar. Después de que el parche de prueba se cure, sáquelo colocando un destornillador debajo de la película Mylar.

Si el parche de prueba es bueno (saca el vidrio del laminado primario), imprima el resto de la superficie, déjela curar y comience la laminación. Si el parche de prueba se separa de forma limpia y rápida del mat, lave la superficie con agua caliente para eliminar los contaminantes, luego púlala con una lija #3 y déjela secar. Cuando la superficie esté completamente seca, imprima un área de 12" x 12" del mat con la resina epoxi D.E.R. 331 y con el endurecedor D.E.H. 58. Cuando el área imprimada esté curada, aplique otro parche de prueba según se describe anteriormente. Si el parche de prueba es bueno, imprima el resto de la superficie como se describió y comience el laminado después de lijar. Si, una vez más, el parche de prueba se separa de forma limpia y fácil, es probable que la superficie esté demasiado contaminada como para aceptar una unión secundaria.

## FABRICACIÓN DE UN FORRO DE LAMINADO

Las resinas reforzadas de DERAKANE se pueden usar para recubrir las estructuras y equipos de concreto, PRFV y acero, como por ejemplo, tanques, tuberías, pozos, agujeros, pisos y alcantarillas para proporcionar una resistencia óptima a los químicos. Los forros de resinas epoxi-viniléster de DERAKANE son menos permeables a la humedad que los forros de poliéster. La preparación adecuada de la superficie es esencial para recubrir con laminado cualquier superficie. Usar los procedimientos que se ilustran en el siguiente ensayo fotográfico proporcionará una superficie adecuada para la mayoría de las aplicaciones. Después de preparar la superficie, se debería aplicar un parche de prueba para verificar que esté listo para el forro.

## RECUBRIMIENTO DE UNA SUPERFICIE DE METAL

### Paso 1: Limpiar y arenar



Limpiar a vapor o lavar el metal con 1% de trifosfato de sodio para eliminar la grasa, el aceite o cualquier otro contaminante. Cuando la superficie esté seca, decapar con abrasivo hasta obtener un acabado brillante. No limpiar la superficie con disolvente; pasar la brocha o (de preferencia) aspirar el polvo abrasivo. La superficie decapada con abrasivo debería tener un patrón de fijación de 0.05 a 0.08 milímetros. Llenar los agujeros, rajaduras, huecos y otras irregularidades con una lechada de resina catalizada. Las esquinas exteriores deberían tener un radio mínimo de 1/8" pulgadas y las esquinas interiores deberían llenarse hasta un radio de 1" pulgadas. Colocar de forma horizontal los bordes de PRFV mediante el desbastado. Dejar que se cure la lechada de resina; luego, lijar suavemente y retirar el polvo.

### Paso 2: Imprimir la superficie



Recubrir con la brocha el metal limpio con 0.05 a 0.08 milímetros de resina catalizada de DERAKANE 8084 para proporcionar fijación al forro. Cuando sienta seco este recubrimiento de imprimación (a menudo después de 6 a 8 horas a 70°F [20°C]), verificar la superficie con un parche de prueba como se explicó en "Unión Secundaria" en la página 27. Si se retrasa la aplicación del forro, cubrir la superficie imprimada para protegerla de la contaminación. Si la demora dura más de tres días, se tendrá que decapar de manera suave la superficie nuevamente.

**Paso 3: Aplicar el mat**

Cortar dos capas de 1.5 onzas de mat y dos capas de velo de superficie para poder aplicar todo el espesor del forro en un laminado por rodillo, teniendo en cuenta las uniones alternas con por lo menos 2" pulgadas de recubrimiento. Aplicar la resina catalizada de DERAKANE en la superficie imprimada con una brocha o rodillo; luego, colocar un mat sobre la resina y extender con un rodillo acanalado hasta eliminar todas las burbujas de aire. Repetir hasta haber aplicado dos capas de mat sin burbujas.

**Paso 5: Inspeccionar y reparar el forro**

Antes del recubrimiento final, inspeccionar el forro buscando defectos como vacíos, vidrio seco o fibras expuestas. El probador de chispas de 20,000 voltios que se muestra anteriormente es una herramienta eficaz para esta inspección. Los defectos deberían eliminarse del sustrato descubierto mediante desbastado. Luego, el área baja debería cubrirse con dos capas de mat y dos capas de velo sintético con la resina de DERAKANE. El vidrio debería recubrir el área circundante por lo menos en dos pulgadas y hacer que el laminado tenga su espesor original.

**Paso 4: Aplicar el velo de superficie**

Siguiendo la misma secuencia de operaciones, aplicar dos capas de velo de superficie con la resina de DEKARANE. El forro debería tener ahora 1/8" pulgadas de espesor.

NOTA: Si se deja curar cualquier capa de mat o velo de superficie durante toda la noche, se debe limpiar con trapos limpios y secos para eliminar cualquier contaminante antes de aplicar la siguiente capa. Si una capa o un recubrimiento se deja curar por más de 72 horas a 70°F (20°C), se las debe decapar con una lija o arenado antes de poder aplicar la siguiente capa.

**Paso 6: Aplicar el recubrimiento final**

Después de que el laminado haya pasado la inspección, aplicar un recubrimiento final de cera/resina para evitar la inhibición de aire. (Ver "Inhibición de aire y recubrimientos de cera" en la página 13.)

### RECUBRIMIENTO DE UNA SUPERFICIE DE PRFV

#### Paso 1: Lijar o decapar con abrasivo la superficie

Decapar la superficie hasta que esté expuesto el PRFV sólido. La superficie de PRFV no debe tener polvo, grasa u otras sustancias extrañas. No limpiar la superficie con disolventes; pasar la brocha o (de preferencia) aspirar el polvo abrasivo. La superficie expuesta debería tener un patrón de fijación de 0.05 o 0.08 milímetros. Debería restaurarse cualquier parte de la estructura retirada durante la preparación de la superficie antes de aplicar un forro.

#### Paso 2: Imprimir la superficie

Inmediatamente después de haber eliminado el polvo, aplicar de 0.05 a 0.08 milímetros de resina catalizada de DERAKANE 8084 con una brocha o un rodillo para proporcionar fijación al forro.

#### Pasos 3 y 4: Aplicar el laminado

Aplicar el laminado en dos fases:

- A. Aplicar dos capas de 1.5 onzas de mat y resina catalizada. Se debería dejar curar hasta que se sienta seco antes de aplicar la segunda fase.
- B. Aplicar una capa de 1.5 onzas de mat y resina catalizada; y dos capas de velo de superficie. Las uniones en la segunda fase deberían colocarse de tal manera que no estén sobre las uniones de la primera fase.

#### Pasos 5 y 6: Inspeccionar, reparar y recubrir

Seguir los procedimientos indicados para recubrir los metales con laminado

### RECUBRIMIENTO DE UNA SUPERFICIE DE CONCRETO

#### Paso 1: Lijar o decapar con abrasivo la superficie

El concreto no debe tener polvo, grasa ni otras sustancias extrañas. Lijar o arenar hasta mostrar una limpieza total.

#### Paso 2: Imprimir la superficie

Aplicar 0.05 a 0.08 milímetros de resina catalizada de DERAKANE 8084 con una brocha o rodillo para proporcionar fijación al forro.

#### Pasos 3 y 4: Aplicar el laminado

Aplicar tres capas de mat y dos capas de velo de superficie, siguiendo los procedimientos indicados para recubrir los metales con laminado.

#### Pasos 5 y 6: Inspeccionar, reparar y recubrir

Seguir los procedimientos indicados para recubrir los metales con laminado.

### SEGURIDAD, PLANIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL ÁREA DE TRABAJO

Los comentarios sobre seguridad, planificación y mantenimiento del área de trabajo que aparecen en la “Guía para la fabricación del laminado” en las páginas 24 a 26 también se aplican al recubrimiento con laminado.

## FIJACIÓN DE LAS RESINAS EPOXI-VINILÉSTER PARA EL CONCRETO

Para las temperaturas de uso de hasta 180°F (82°C), la resina epoxi-viniléster de DERAKANE 8084 puede usarse en una mezcla de masilla para producir fijaciones en paredes de tanques de concreto. Para colocar las fijaciones, se hacen dos agujeros de dos pulgadas de diámetro y de dos pulgadas de profundidad en el concreto sobre los centros de dos pies. Estos agujeros se rellenan con masilla de resina catalizada de DERAKANE 8084, dejando la superficie de la fijación a ras de la superficie de la pared de concreto.

## ABRASIÓN

Las corrientes del proceso de flujo rápido que contienen partículas sólidas pueden ser muy abrasivas para la superficie de los equipos de PRFV, como por ejemplo, los tanques, tubos y conductos. Las partículas que tienen menos de 100 mesh (150 micrones) de tamaño no representan una amenaza abrasiva importante, mientras que las velocidades de líquidos menores de 6 pies/segundo no son un problema para los sistemas estándares de PRFV.<sup>1</sup> Sin embargo, cuando los flujos y las partículas sean demasiado grandes, se debe tomar medidas para resistir el efecto abrasivo. Una práctica es hacer que el barrera química tenga el doble de espesor normal para que dure más. Otra alternativa, posiblemente más costosa y de uso eficaz, consiste en incorporar material fuerte, generalmente resistente a la corrosión, en la parte del velo de un barrera química o en todo el barrera química normal. Algunos materiales que se usan en general para esta aplicación son el sílice, el silicio, el carburo y la alúmina. La Tabla 8.1 muestra la habilidad de las diferentes resinas y los aditivos resistentes a la abrasión para resistir el deterioro de la superficie.

**Tabla 8.1 – Prueba de abrasión de taber para las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE<sup>2</sup>**

Descripción del laminado	Índice de deterioro
RESINA DERAKANE 411	388
RESINA DERAKANE 470	520
RESINA DERAKANE 8084	250
RESINA DERAKANE 411 10% de sílice fino	70
RESINA DERAKANE 411 50% Fine Silica	38
DERAKANE 411 Resin 66% de sílice fino	38
RESINA DERAKANE 411 20% de carburo de silicio	25
RESINA DERAKANE 411 40% de carburo de silicio	10
RESINA DERAKANE 411 50% de carburo de silicio	10

<sup>1</sup> Mallinson, John H., Compuestos de Plástico Resistentes a la Corrosión para el Diseño de Planta Química, Marcel Dekker, Inc., Nueva York, Nueva York, 1988.

<sup>2</sup> CS-17 Muela Abrasiva, carga de 1000 gramos

### Inspección de un Laminado

#### VERIFICACIÓN DE UN CURADO COMPLETO

Los valores de la dureza Barcol se usan para indicar que el curado de la resina ha sido completo en laminados de PRFV. Para probar la dureza Barcol, use el Probador Barcol #934.1\* para tomar las lecturas de ambas superficies, tanto interna como externa, de la parte (10 a 12 lecturas en total). No acepte las lecturas más altas y más bajas, y promedie los valores restantes para obtener el valor de la dureza Barcol.

#### Puntos clave

- Calibrar el Probador Barcol con discos de dureza tanto alta como baja y verificarlo frecuentemente.
- Usar el Probador Barcol a temperatura ambiente (alrededor de 77°F [25°C]).
- Cuando use el probador, manténgalo nivelado. Asegurarse de que la aguja esté perpendicular a la superficie del laminado.
- Limpiar o reemplazar las agujas Barcol con frecuencia.
- Asegurarse de tomar las medidas en uniones secundarias, como por ejemplo, bordes y conexiones internas. Los valores en estos puntos son críticos.
- Los laminados con complementos de vidrio de dureza alta pueden proporcionar anormalmente valores Barcol altos cuando la aguja toca el vidrio.
- El contacto con un velo sintético puede producir una caída de 2 a 3 puntos.
- Las proporciones de catalizadores inadecuados pueden producir lecturas Barcol bajas.
- Una mezcla con catalizadores incompleta puede producir lecturas muy variables.
- La cera residual espesa en la superficie producirá lecturas Barcol bajas. Lijar suavemente de 0.03 a 0.05 milímetros de cera y volver a probar.

#### RECONOCIMIENTO DE LOS DEFECTOS DEL PRFV

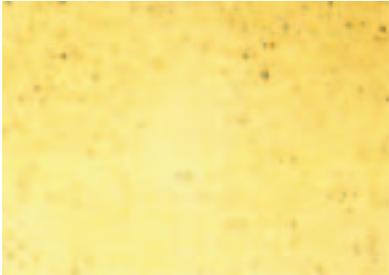
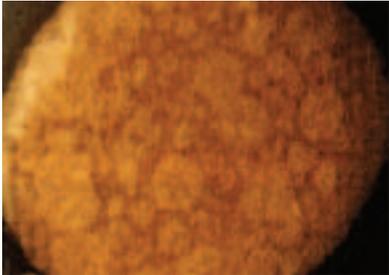
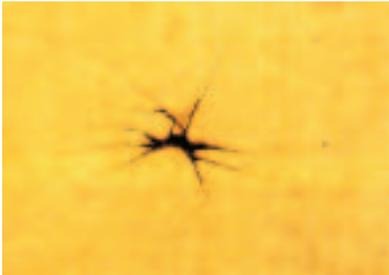
La mayoría de inspecciones de PRFV, además de verificar la dureza, son visuales, debido a que la prueba física es por lo general destructiva. Sin embargo, los defectos pueden identificarse al observar la construcción acabada. La lista de defectos que se encuentra en las páginas 33 a 35 puede usarse para ayudar a identificar los problemas y corregir las técnicas de fabricación.

**Tabla 9.1 – Dureza barcol típica probada**

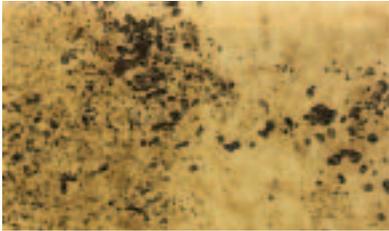
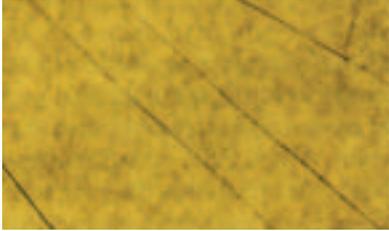
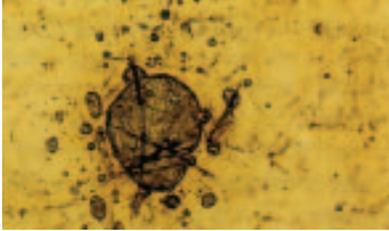
Curado Típico a TA**	Valores de Dureza		
	Curado Típico a la en 24 Horas	Valores Mínimos Fuerza	Típicos Aceptables
RESINA DERA KANE 411	20-30	35	30
RESINA DERA KANE 411-400	20-30	35	30
RESINA DERA KANE 470	30-40	45	40
RESINA DERA KANE 510	20-30	40	35
RESINA DERA KANE 8084	15-25	30	25

\* Producto de Barber-Coleman Company  
 \*\*TA = Temperatura ambiente

Este catálogo contiene consejos y sugerencias; sin embargo, no brinda garantía alguna, sea explícita o implícita. Se recomienda a los fabricantes que determinen la idoneidad de cualquier producto, aditivo, proceso, fórmula, proporción o uso final mediante su propia pericia o pruebas.

Defecto	Naturaleza	Posible Causa
<p><b>Burbujas de Aire, Vacíos</b></p> 	<p>Aire retenido en las capas y entre éstas; vacíos esféricos no interconectados.</p>	<p>Acción de batido durante la mezcla. Superficie pobre o sucia. Burbujas de aire no se han extendido durante la laminación por rodillo.</p>
<p><b>Ampollas</b></p> 	<p>Elevaciones redondas, algunas veces definidas claramente, en la superficie del laminado semejantes a ampollas.</p>	<p>Curado demasiado rápido. Humedad en la resina, complemento o vidrio.</p>
<p><b>Rajaduras por Impacto</b></p> 	<p>Separación del material en todo el espesor y visible en las superficies.</p>	<p>Impacto, refuerzo insuficiente o alta concentración de resina en una sola área.</p>
<p><b>Grietas</b></p> 	<p>Patrón de rajaduras finas en la superficie o debajo de ella.</p>	<p>Área aislada enriquecida con resina. Impacto. Uso intermitente que produce diferencias de temperatura, oscilación mojado/seco y contracción de la resina.</p>

Defecto	Naturaleza	Posible Causa
<p><b>Delaminación</b></p> 	<p>Separación de capas.</p>	<p>Saturación deficiente del vidrio. Superficie sucia. Contenido de vidrio demasiado alto. Faltó retirar el revestimiento para la inhibición de aire antes de añadir la capa.</p>
<p><b>Ojo de Pescado</b></p> 	<p>Masa globular pequeña que no se ha mezclado con el material circundante. Particularmente evidente en materiales transparentes o translúcidos.</p>	<p>Superficie sucia, material extraño que cae en la resina.</p>
<p><b>Manchas Secas</b></p> 	<p>Área de refuerzo que no se mojó con la resina. Usualmente en el filo del laminado.</p>	<p>No se usó suficiente resina. Se aplica principalmente en operaciones de moldeado.</p>
<p><b>Granos</b></p> 	<p>Elevación pequeña similar a un grano en forma cónica o puntiaguda en la superficie. Por lo general, enriquecida con resina.</p>	<p>Burbuja pequeña o resina hundida. Trabajo en el área después de que la resina ha empezado a curarse.</p>

Defecto	Naturaleza	Posible causa
<p><b>Hoyo o Agujero</b></p> 	<p>Cráter pequeño de forma regular o irregular en la superficie, por lo general con casi el mismo ancho y profundidad.</p>	<p>Burbujas de aire que emergen a la superficie, que se curan antes de alisarlas.</p>
<p><b>Bolsa de Resina</b></p> 	<p>Acumulación aparente por exceso de resina en una pequeña área localizada.</p>	<p>Laminación por rodillo inadecuada (el vidrio se separa y el vacío se llena con resina).</p>
<p><b>Arañazo</b></p> 	<p>Marca, ranura, surco o canal superficial.</p>	<p>Manipulación o almacenamiento inadecuados.</p>
<p><b>Agujeros de Gusano</b></p> 	<p>Vacío elongado en la superficie o cubierto por una película delgada de resina curada.</p>	<p>Por lo general, se encuentran en tubos de diámetro pequeño donde el curado es desde afuera y avanza hacia la matriz.</p>
<p><b>Arrugas</b></p> 	<p>Pliegue o imperfección similar a una arruga en la superficie en una o más capas del refuerzo moldeado.</p>	<p>Laminación por rodillo inadecuada. Curado demasiado rápido. Uso de resina envejecida. Doblado de la película protectora sobre el molde.</p>

### Otras Técnicas de Procesamiento

Como señalamos en las Secciones 1 y 2, el PRFV está hecho con material de refuerzo, como por ejemplo, fibras de vidrio o carbón, con resinas y aditivos. El material de refuerzo proporciona resistencia y estructura, mientras que la resina mantiene las fibras en su lugar y las protege de la corrosión y abrasión.

El fabricante aplica los materiales de resina y fibra en capas mediante una de las diversas técnicas de fabricación. Este proceso de “hacer capas” brinda al fabricante la libertad de moldear formas complicadas.

En la actualidad, los fabricantes disponen de sofisticación técnica para personalizar el diseño y construir piezas de equipos adaptadas a las exigentes consideraciones de diseño. La técnica de fabricación que usted seleccione depende de factores, como por ejemplo, el tamaño, forma y complejidad del equipo; requisitos de funcionamiento y apariencia; volumen; y costo. Esta sección describe los métodos de fabricación que se usan con mayor frecuencia con los sistemas de resina viniléster.

#### FORMULACIÓN PARA APLICACIONES DE LAMINACIÓN POR ASPERSIÓN

##### Sistema de una parte

Para aplicaciones de laminación por aspersión y pistola de aspersión, los aceleradores y promotores se añaden directamente a un cilindro de 55 galones y se mezclan por completo con la resina con un mezclador bunghole accionado por aire comprimido. Los agitadores de tipo hélice desmontable proporcionan buenos resultados. Se necesita como mínimo 25 minutos de mezcla para asegurar la homogeneidad. Los porcentajes típicos de promotores y aceleradores para las resinas de DERAKANE 411-45 se señalan más adelante.

Posteriormente, este sistema puede catalizarse con 1 a 2% de MEKP (9% de oxígeno activo) con una pistola de catalizador de tipo inyección y tendrá un tiempo de vida en el recipiente de 10 a 20 minutos. No debería haber humedad ni aceite en el conducto de aire ni en el conducto del catalizador. El operador debería dejar pasar una pequeña cantidad de resina por la pistola para verificar el tiempo de gel antes de fabricar las partes.

Product	Percentage <sup>1</sup>	Oz per 55-gal drum <sup>1</sup>
Naftenato de Cobalto 6%	0.3	18.8
Dimetilanilina	0.1	6.3

<sup>1</sup> Los fabricantes deberían confirmar a través de sus propias pruebas.

*Nota: Tiene una vida útil de varias semanas*

##### Sistema de Dos Partes

Una técnica alternativa consiste en trabajar con un sistema de dos partes usando partes iguales de resina prepromovida y resina catalizada. En un recipiente, se añaden cantidades dobles de promotor de CoNap y dimetilanilina a la resina; en el segundo recipiente, se mezcla una cantidad doble de peróxido con la resina. Mezclar los componentes de ambos recipientes proporciona la cantidad apropiada de promotor y catalizador.

Este catálogo contiene consejos y sugerencias; sin embargo, no brinda garantía alguna, sea explícita o implícita. Se recomienda a los fabricantes que determinen la idoneidad de cualquier producto, aditivo, proceso, fórmula, proporción o uso final mediante su propia pericia o pruebas.



Producto	Porcentaje	Oz por Cilindro de 55 Galones
<b>Parte A, Cilindro</b> RESINA DERAKANE 411-45 Dimetilalanilina 100% <i>Nota: Tiene una vida útil de varias semanas.</i>	0.1-0.3	6.3-18.8
Producto (activo)	Porcentaje (activo)	Oz por Cilindro de 55 Galones
<b>Parte B, Cilindro</b> RESINA DERAKANE 411-45 Peróxido de Benzoilo	2.0-4.0	126-252

*Nota: Mezclar sólo lo que va a usarse en un período de 4 horas. Por favor, siga las recomendaciones del proveedor para el uso, mantenimiento, limpieza profunda, etc. de pistolas de aspersión y otros equipos.*

## FILAMENT WINDING

El filament winding es un proceso en el que rovings continuos se impregnan en un baño de resina, luego se enrollan (usualmente en un patrón helicoidal) en un molde giratorio denominado matriz. Los velos de vidrio y mats se usan con frecuencia en la superficie interna del tubo de filament-wound para proporcionar un forro enriquecido con resina y resistente a la corrosión.

- Resinas** – Las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE se formulan para obtener una viscosidad óptima del filament winding. Por lo general, el filament winding necesita una formulación de resina con una viscosidad entre 300 y 2,000 cP. Si la viscosidad es demasiado baja, la resina se puede filtrar a través de las fibras después de la aplicación, dejando el laminado seco, especialmente en la superficie interna. Si la viscosidad de la resina es muy alta, las fibras difícilmente se impregnarán.
- Vidrio** – El roving continuo es el refuerzo primario usado para el filament winding. Los pesos (rendimientos) disponibles de rovings continuos varían desde 113 yd/lb (rendimiento/libra) hasta 675 yd/lb. Se ha descubierto que los siguientes rovings continuos son satisfactorios para el uso con resinas epoxi-viniléster de DERAKANE.
  - Serie Hybon<sup>1</sup> 2000
  - Tipo 30
  - R099 625 & 673

**Tabla 10.1 – Viscosidades de resinas epoxi-viniléster de DERAKANE para filament winding**

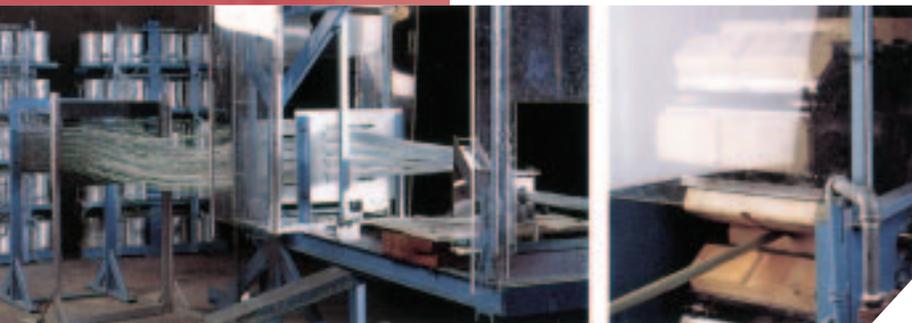
Producto	Viscosidad Típica <sup>2</sup> (cP @ 77°F [25°C])
RESINA DERAKANE MOMENTUM™ 411-350	370
RESINA DERAKANE 411-45	500
RESINA DERAKANE 441-400	430
RESINA DERAKANE MOMENTUM 510C-350	380
RESINA DERAKANE 510N	275
RESINA DERAKANE 510A	400
RESINA DERAKANE MOMENTUM 470-300	325
RESINA DERAKANE 470-36	240
RESINA DERAKANE 8084	360

<sup>1</sup> PPG Industries, Ohio  
<sup>2</sup> Not a sales specification.

Este catálogo contiene consejos y sugerencias; sin embargo, no brinda garantía alguna, sea explícita o implícita. Se recomienda a los fabricantes que determinen la idoneidad de cualquier producto, aditivo, proceso, fórmula, proporción o uso final mediante su propia pericia o pruebas.



Por lo general, los rovings de mayor rendimiento se impregnan con mayor facilidad, pero se requiere que más filamentos alcancen el contenido de vidrio deseado. Los rovings continuos se engoman para reducir el daño en el vidrio durante la fabricación. Los proveedores de vidrio también añaden agentes adherentes para mejorar la compatibilidad y la adhesión de la resina al vidrio.



Los velos de superficie y mats que se usan en la superficie interna del tubo de filament wound para proporcionar un forro enriquecido con resina para una mejor resistencia química se aplican generalmente a la matriz a mano. Esta técnica es similar a la laminación por rodillo en una superficie plana. Primero, la resina se aplica a la superficie de la matriz; luego, se aplica el velo de vidrio o mat y se impregna con la resina. Aplicar el forro, por lo general, requiere que dos personas desenrollen el velo o mat sobre la matriz en un patrón helicoidal.

**3. Iniciadores de Peróxido** – Los iniciadores de peróxido a temperatura elevada se usan cuando el equipo de fabricación es capaz de aplicar calor al laminado no curado. Muchos peróxidos están disponibles comercialmente para el uso en el curado a temperatura elevada de resinas viniléster.

Por lo general, los iniciadores de peróxido son escogidos por su habilidad para proporcionar la mejor combinación de tiempo de ciclo rápido y calidad del laminado. La temperatura de activación del peróxido es un indicador de cuán rápido catalizará a la resina. La Tabla 10.2 proporciona temperaturas de vida media de 10 horas para cuatro de los iniciadores de peróxido que se usan comúnmente con las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE. Lo ideal sería que los peróxidos con una temperatura menor de vida media de 10 horas proporcionaran tiempos de gel más cortos a cualquier temperatura de resina determinada.

Mediante el uso de diferentes sistemas de catalizadores, el fabricante puede lograr un amplio rango de tiempos de gel sobre un amplio rango de temperaturas. Además, ciertas mezclas de peróxidos pueden ofrecer ventajas, como por ejemplo, la reducción de la temperatura exotérmica máxima u otras propiedades especiales.

**4. Curado a Temperatura Ambiente** – Las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE también pueden formularse para un curado a temperatura ambiente. Los sistemas de catalizadores recomendados para estas formulaciones son esencialmente los mismos que los que se usan para la laminación por rodillo. La 2,4-Pentanediona puede usarse en combinación con un sistema promovido con cobalto para prolongar el tiempo de endurecimiento en el recipiente a temperatura ambiente. (Ver la Sección 1 para más información.)

**5. Desmoldantes Internos** – Desmoldantes internos pueden usarse (por lo general, a un nivel de uso de 0.5 por ciento) junto con superficies enceradas en aplicaciones especializadas de moldeo (temperatura elevada) y filament winding. Una marca que funciona bien con las resinas de DERAKANE es el desmoldante Zelec<sup>3</sup> UN.

**Tabla 10.2 – Temperaturas de vida media de 10 horas de cuatro iniciadores de peróxido**

a) Perkadox 16N (bis(ciclohexilo de 4-ter-butilo) (peroxidicarbonato)	Temperatura de vida media de 10 horas = 109°F (43°C)
b) Peróxido de dibenzoilo (BPO)	Temperatura de vida media de 10 horas = 162°F (72°C)
c) Perbenzoato de ter-butilo (TBPB)	Temperatura de vida media de 10 horas = 223°F (106°C)
d) Hidroperóxido de cumeno (CHP)	Temperatura de vida media de 10 horas = 318°F (159°C)

<sup>3</sup> E. I. DuPont de Nemours & Co., Inc.

## PULTRUSIÓN

La pultrusión es un proceso que se usa para producir partes de secciones transversales constantes. Es un proceso continuo en el que diversos refuerzos primero pasan por un baño de impregnación de resina y, luego, por un molde calentado en el que se deja curar la resina, y una sierra colocada hacia abajo del dispositivo de tracción corta la parte a la longitud deseada.

**1. Resinas** – El uso de resinas epoxi-viniléster de DERAKANE ayuda a asegurar la producción de partes de pultrusión de alta calidad. El componente primario de las formulaciones que se usan para la pultrusión es la misma resina. Las resinas de DERAKANE son muy apropiadas para este proceso, debido a que proporcionan excelentes propiedades mecánicas, firmeza, resistencia térmica y resistencia química. Las siguientes resinas de DERAKANE se usan para la pultrusión:

- DERAKANE MOMENTUM™ 411-350
- DERAKANE 411-45
- DERAKANE 441-400
- DERAKANE 470-36
- DERAKANE MOMENTUM 470-300
- DERAKANE MOMENTUM 510C-350
- DERAKANE MOMENTUM 640-900
- DERAKANE 8084

Las formulaciones de pultrusión también incluyen iniciadores, complementos, aditivos para desmoldeado interno y, algunas veces, aditivos y pigmentos retardadores en la reacción al fuego. Una formulación típica de pultrusión tendrá una viscosidad de 700 y 5,000 cP. La viscosidad apropiada depende principalmente del tipo de refuerzo que se use en el laminado. Cuando se usa un mat o velo de vidrio, se necesitará una mezcla de mayor viscosidad para evitar un residuo líquido de exceso de resina.

**2. Complementos** – Los complementos se usan comúnmente en las formulaciones de pultrusión. Los que se usan con mayor frecuencia son las arcillas de bentonita, como por ejemplo, el silicato de aluminio o el carbonato de calcio. El nivel del complemento que se debe usar depende mucho de la viscosidad de la mezcla deseada. Los complementos no sólo hacen que todo el sistema sea más económico, sino también ayudan en la producción de partes que experimentan altas temperaturas exotérmicas en el molde. Para las aplicaciones de resistencia a la corrosión, el efecto del complemento sobre la resistencia a la corrosión del laminado debería describirse bien antes de hacer las recomendaciones específicas.

**3. Sistema de catalizadores** – Diversos sistemas de catalizadores se usan con las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE para la pultrusión. A menudo, dos o más iniciadores se usarán juntos en una formulación. Por lo general, un catalizador que se activa a baja temperatura se usa para iniciar una reacción temprana en el molde con un catalizador a elevada temperatura para garantizar un curado completo.

Pueden usarse muchos peróxidos diferentes, dependiendo de la resina, la geometría de la parte y los parámetros del equipo. Los iniciadores típicos que se usan para la pultrusión son Perkadox<sup>4</sup> 16N, peroctoato de tert-butilo, peróxido de benzoilo y perbenzoato de tert-butilo. (Para las formulaciones específicas de inicio, remítase a [www.derakane.com](http://www.derakane.com).)

**4. Desmoldeado interno** – Se necesita un desmoldeado interno para la pultrusión. Estos aditivos se usan en concentraciones comprendidas entre 0.5 a 1.5 partes por partes por cien de resina. Los desmoldeadores comerciales que funcionan bien con las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE incluyen los siguientes:

- Molgard<sup>5</sup>
- Ortholeum<sup>6</sup> 162
- NT PS 125<sup>7</sup>

<sup>4</sup> Akzo Nobel Polymer Chemicals, LLC  
<sup>5</sup> Whittaker Corporation

<sup>6</sup> E. I. DuPont de Nemours & Co., Inc.  
<sup>7</sup> Axel Plastics Research Lab., Inc.



- 5. Refuerzo** – El refuerzo que se usa con más frecuencia para la pultrusión es el roving continuo, generalmente, un roving más pesado (rendimiento mayor de 250). Un roving de buena calidad con tamaños compatibles con la resina epoxi-viniléster está disponible en Owens Corning, PPG y Saint-Gobain Vetrotex.

El tipo de mat de vidrio que se usa con más frecuencia en la pultrusión es el strand mat continuo. Estos mats se cortan fácilmente a la anchura deseada y pueden tomar la forma de partes complicadas. El poliéster perforado y otros velos sintéticos se usan para producir una superficie enriquecida con resina en partes de pultrusión.

- 6. Fijación de la temperatura del molde** – En la producción de partes de alta calidad, la fijación de la temperatura del molde es decisiva. La elección del catalizador, nivel del catalizador, nivel del refuerzo y tipo de resina afectará la fijación de la temperatura del molde adecuada. Al tratar un nuevo sistema, es mejor comenzar con una fijación de temperatura del molde relativamente baja y gradualmente aumentar la temperatura para encontrar las condiciones de operación óptimas.

Para producir partes gruesas, es posible que sea necesario usar un precalentador de radiofrecuencia (RF). El precalentador de radiofrecuencia se usa para calentar el interior de la parte antes de que la parte ingrese al molde. El precalentamiento aumenta la velocidad de línea y ayuda a evitar rajaduras internas de la parte.

## RESIN TRANSFER MOLDING

El resín transfer molding (RTM) es un proceso que usa un aparato de bombeo mecánico para transferir el catalizador y la resina desde los tanques de retención, por medio de un dispositivo de mezcla, hacia un molde cerrado que contiene material de refuerzo.

- 1. Resina** – Las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE están disponibles en viscosidades apropiadas para el resín transfer molding. El RTM necesita una resina de baja viscosidad para permitir un llenado rápido de la herramienta (molde), presiones de bombeo bajas y una buena impregnación del refuerzo. Las resinas con viscosidades menores de 205 cP son mejores en general. Las siguientes resinas epoxi-viniléster de DERAKANE se han usado exitosamente en el RTM:

- DERAKANE 411-45
- DERAKANE MOMENTUM™ 411-350
- DERAKANE MOMENTUM 510C-350
- DERAKANE 470-36
- DERAKANE 8084

- 2. Refuerzos** – Se pueden usar muchos tipos de refuerzos en el proceso de RTM; el más común es el strand mat continuo, como por ejemplo, el OC M8608.<sup>8</sup> El strand mat continuo está disponible en varios pesos diferentes. A menudo, un mat direccional cosido se usa para proporcionar propiedades mecánicas específicas en una dirección determinada.

Los mats que se pueden formar previamente también están disponibles. Un aglutinante termoplástico en estos mats permite que el refuerzo se caliente y, luego, tome la forma deseada en otra operación. Las preformas permiten que el refuerzo quepa rápidamente en el molde. Esto trae como resultado tiempos de ciclo más rápidos, debido a que elimina la necesidad de colocar las fibras en la prensa de producción, lo cual demanda tiempo.

- 3. Catalyst formulations** – Both elevated-temperature and room-temperature catalyst formulations can be used in the RTM process. To be suitable for this process, the catalyst must be a pumpable liquid. Elevated-temperature initiators and resins are placed in separate tanks and mixed before being pumped into a heated mold.

<sup>8</sup> Owens Corning

Las formulaciones de catalizadores a temperatura ambiente son similares en su composición a las formulaciones que se usan en la laminación por rodillo, excepto que la resina se divide generalmente en dos corrientes para mezclarse en cantidades iguales. La mitad de la resina se mezcla con un catalizador de peróxido, y la otra mitad se mezcla con el promotor y acelerador. Las dos corrientes se bombean por medio del mezclador al molde calentado o al molde a temperatura ambiente.

Las formulaciones de catalizadores similares a las usadas a temperatura ambiente también pueden usarse a temperaturas intermedias (entre 100°F [38°C] y 180°F [82°C]) para mejorar el tiempo de ciclo. Estos sistemas pueden ser muy útiles para obtener tiempos de ciclo rápidos a temperaturas relativamente bajas. La formulación de catalizadores y la temperatura del molde deben ajustarse para garantizar un curado completo.

4. **Desmoldeadores** – Se pueden usar desmoldeadores internos o externos en el RTM. Una técnica común consiste en mantener el retiro de partes fácil mediante el uso de un desmoldeador interno y, ocasionalmente, aplicar un revestimiento de desmoldeador externo, según sea necesario. Los siguientes desmoldeadores han funcionado bien con las resinas de DERAKANE:

- Kantsik<sup>9</sup> FX9
- INT<sup>10</sup> EQ-6
- Zelec<sup>11</sup> UN

El uso de algunos desmoldantes a base de silicona ha demostrado que inhibe el curado de las resinas de DERAKANE.

*NOTA: Usar un desmoldeador externo con sistemas de catalizadores a temperatura ambiente. Los tiempos de gel de los sistemas de catalizadores a temperatura ambiente aumentan enormemente debido a la presencia de desmoldeadores internos, incluyendo los que se mencionan previamente*

5. **Equipo** – El equipo de RTM incluye un dispositivo de medición y bombeo para la formulación de la resina. En general, este dispositivo está compuesto por dos bombas de pistón de desplazamiento positivo, que proporcionan el mismo ratio de cada componente para cada inyección. El RTM también necesita moldes diseñados para garantizar una total desgasificación y una impregnación completa del refuerzo.



También se necesita un mecanismo de sujeción para mantener el molde cerrado durante la inyección y el curado de la resina. También puede lograrse la sujeción usando moldes flexibles, prensas mecánicas o prensas hidráulicas. Para aplicaciones de volumen de producción alta, puede usarse una prensa automática para lograr tiempos de ciclo más cortos.

6. **Herramientas** – Las herramientas para el RTM pueden fabricarse de diversos tipos de materiales diferentes, cuyos costos y duración varían mucho.

Las herramientas de compuestos o resinas epóxicas son económicas y fáciles de obtener. Las herramientas de resinas epóxicas son una excelente opción para hacer partes de prototipos o para la producción de volumen bajo. Sin embargo, tienen una vida limitada y sólo pueden calentarse a temperaturas moderadas.

Las herramientas de aluminio o acero deben usarse para los procesos que requieren presiones altas, temperaturas altas y una producción de volumen alto. Las herramientas de metal pueden diseñarse para calentar en agua, vapor o aceite caliente. Las herramientas de aluminio cuestan menos que las herramientas de acero, pero también duran menos.

<sup>9</sup> Specialty Products Co.

<sup>10</sup> Axel Plastics Research Labs., Inc.

<sup>11</sup> E.I. DuPont de Nemours & Co., Inc.

## Información Sobre Seguridad Industrial

### HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD

La información proporcionada en las hojas de datos de seguridad sólo se aplica a las resinas de DERAKANE y DERAKANE MOMENTUM™ pero no a otros productos que se usan en la formulación, incluyendo iniciadores, promotores, aceleradores, disolventes y otros aditivos. Los procedimientos específicos de seguridad y manipulación de estos aditivos deben solicitarse al fabricante del producto. Cuando se usan varios materiales combinados, los encargados de preparar las formulaciones deben seguir los procedimientos de seguridad y manipulación más estrictos aplicables a los productos que se están utilizando.

Las hojas de datos de seguridad de las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE y DERAKANE MOMENTUM están disponibles en Ashland para ayudar a los usuarios de las resinas DERAKANE a satisfacer sus propias necesidades de manipulación y a cumplir con los requisitos de la OSHA y otras entidades gubernamentales. Los siguientes comentarios se refieren a todos los productos de resinas de DERAKANE y constituyen pautas generales para la manipulación segura de estas resinas. Deben consultarse las hojas de datos de seguridad para el producto específico de resina de DERAKANE si necesita más información detallada sobre manipulación y peligro para salud antes de usar el producto.

*ADVERTENCIA: No mezclar los promotores directamente con el peróxido ya que podría ocurrir una rápida descomposición o explosión.*

### RESINAS BASE Y DILUCIONES DE ESTIRENO

Las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE están hechas de metacrilatos de resina epoxi. Las resinas base por sí solas no representan ningún problema importante de manipulación o seguridad. Sin embargo, estas resinas base se diluyen con monómero de estireno. Debido a su contenido de monómero de estireno y al reciente enfoque en los temas de seguridad con respecto al monómero de estireno, puede ser conveniente revisar los niveles de exposición y los procedimientos recomendados para la manipulación de resinas de DERAKANE en sus instalaciones. (En la Sección 12 de este catálogo, se proporcionan los procedimientos recomendados para el almacenamiento de las resinas de DERAKANE.)

### PROPIEDADES FÍSICAS

La anotación “a base de estireno” aparece al lado de varias de las propiedades físicas que se incluyen en la Tabla 11.1. Esto significa que el valor reportado se aplica al mismo estireno, no a la resina, y, por lo tanto, representa “el peor de los casos.”

El punto de ebullición del estireno es menor que la temperatura exotérmica a la que con frecuencia se llega durante la polimerización de la resina. Por este motivo, se deberían programar secuencias de laminado secundario para que la temperatura exotérmica se produzca casi al mismo tiempo en toda la resina o después de que haya terminado la temperatura exotérmica en el laminado primario.

**Tabla 11.1 – Datos sobre la Propiedad Líquida para la resina epoxi-viniléster típica<sup>1</sup>**

Punto de ebullición	294°F (146°C) (a base de estireno)
Presión del vapor	7 mm Hg @ 68°F (20°C) (a base de estireno)
Densidad del vapor	3.6 (a base de estireno)
Solubilidad en el agua	Insoluble
Gravedad específica	1.02 - 1.22
Apariencia	Líquido viscoso amarillo a ámbar
Olor	Olor a estireno acre

<sup>1</sup> No debe considerarse como una especificación.

El vapor de estireno puro es más pesado que el aire; por lo tanto, si la ventilación es deficiente, es probable que el vapor desarrollado no se mezcle por completo con el aire. Esto puede producir una condición en la que los gases de estireno pueden estar más concentrados a nivel del piso que en el techo. Es importante recordar este punto al diseñar sistemas de ventilación de salida locales o generales para las fábricas de PRFV.

Se ha señalado que el umbral de olor para el estireno es menor de 1 ppm. Por este motivo, incluso las piezas curadas de PRFV pueden conservar todavía un ligero olor a estireno.

## DATOS SOBRE PELIGRO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

Las resinas de DERAKANE se clasifican como materiales inflamables según NFPA 30. Manténgalas lejos del calor, fuego y equipos que produzcan chispas.

Las características de quemado de la resina líquida son comparables con las del estireno. Se exige la etiqueta roja INFLAMABLE en los cilindros, debido a que las resinas tienen un punto de inflamación por debajo de 100°F (38°C). Manténgalas lejos de todas las fuentes de ignición. No se debe fumar en las áreas de trabajo o almacenamiento. Se debe tomar precaución sobre la ubicación de equipos que se encienden usando fuego, como por ejemplo, calentadores de agua, estufas, etc.

El punto de inflamación es la temperatura mínima a la que el material desprende un vapor en cantidad suficiente para encenderse en el aire, como se ha probado con uno de los métodos aprobados. Debido a que el punto de inflamación es menor de 80°F (27°C), las concentraciones inflamables de vapores pueden estar presentes cuando se están usando las resinas líquidas de DERAKANE en la fábrica de PRFV.

**Tabla 11.2 – Punto de Inflamación y Límites de Inflamabilidad en el Aire**

Punto de inflamación	74-84°F (23-29°C)
Límites de inflamabilidad en el aire	
Límite inferior	1.1% (en base a estireno)
Límite superior	6.1% (en base a estireno)

El límite inferior de inflamabilidad es la concentración mínima de un vapor en el aire que se quemará al exponerse a una fuente de ignición. Por el contrario, el límite superior de inflamabilidad es la máxima concentración de un vapor que se quemará al exponerse a una fuente de ignición. Estos límites son específicos para una temperatura determinada y, en general, se dan para 77°F (25°C). Es importante evitar la formación de mezclas explosivas o combustibles y tomar precauciones para evitar la ignición de cualquiera de dichas mezclas formadas. Las áreas de manipulación de resinas deberían estar bien ventiladas y los motores deben ser a prueba de explosiones o estar completamente cerrados. Todos los equipos, cilindros, camiones tanque y conductos en tubos flexibles deben conectarse a tierra para que la descarga de electricidad estática sea segura.

## EN CASO DE INCENDIO

Los incendios que involucren a las resinas de DERAKANE pueden extinguirse de manera segura con espuma, polvo químico seco o dióxido de carbono. El agua normalmente no es un agente extintor efectivo para el uso con estas resinas insolubles en agua. El uso de espuma requiere precaución si en el incendio están involucrados motores, placas térmicas, ventiladores u otro tipo de equipos eléctricos. Cuando estas resinas se queman, pueden desprender productos derivados tóxicos, como por ejemplo, monóxido de carbono. Por esta razón, se debe evitar respirar los gases, humo y vapores que se desprenden en un incendio con resinas. Si existe una posibilidad de gran exposición a estos productos derivados tóxicos, se puede necesitar un equipo de respiración autónomo de presión positiva o un aparato equivalente.

Se debería tener más cuidado en casos de incendios en los que estén presentes otros cilindros de resinas en el área. Cuando los cilindros se exponen al calor o llamas, se puede desarrollar una reacción exotérmica, acompañada posiblemente por una descomposición peligrosa del producto. Los gases generados por la descomposición pueden incluir monóxido de carbono. La descomposición de resinas bromadas puede liberar bromuro de hidrógeno.



### DATOS DE REACTIVIDAD

Las resinas de DERAKANE son reactivas y pueden polimerizarse incluso sin la adición de peróxidos. La polimerización que se inicia sin peróxidos es, por lo general, resultado de la disminución del inhibidor y la reacción se realiza lentamente. Sin embargo, la exposición a una temperatura alta, luz solar o ciertas sustancias químicas puede dar como resultado una polimerización rápida con una generación de calor significativa. Cuando esto sucede, se pueden formar gases de la descomposición, como por ejemplo, monóxido de carbono. Es mejor almacenar los cilindros de resinas de DERAKANE en lugares cerrados o sin luz solar directa. Sin embargo, cuando se está usando el material en un trabajo de campo, esto no siempre es posible. Por ese motivo, los cilindros se pintan de blanco para limitar la cantidad de calor que absorberán.

### PRIMEROS AUXILIOS

#### Contacto ocular

Los vapores de estireno, si están presentes en concentraciones lo suficientemente altas en el aire, pueden causar lágrimas e irritación ocular. Si los ojos se irritan, se necesita mejorar la ventilación. Los trabajadores deben proteger sus ojos de las salpicaduras usando gafas químicas. Si accidentalmente se salpica resina a los ojos, es importante que la persona se eche agua a baja presión de manera continua durante 15 minutos por lo menos. Se debe notificar de inmediato al personal médico. Incluya en la descripción del accidente otros componentes de la mezcla (peróxidos, promotores y complementos), puesto que esta información puede afectar el tratamiento que el médico recomiende.

#### Contacto dérmico

Si la resina entra en contacto con la piel, lávese de inmediato con jabón (de ser posible) y agua, no disolventes. Un contacto prolongado o repetido con la piel puede producir una irritación localizada, incluso una quemadura. Asimismo, la naturaleza pegajosa de la resina hace que sea muy difícil lavar la piel expuesta para retirarla. Usar ropa de protección que cubra el cuerpo y guantes impermeables puede ayudar a minimizar el contacto directo de la piel con la resina.

#### Inhalación

La inhalación de vapores de estireno es la principal preocupación para la salud de las vías respiratorias con respecto al uso de las resinas de DERAKANE. La exposición a concentraciones altas de vapores puede producir efectos en el sistema nervioso central (anestesia o narcosis) y puede producir una irritación de las vías respiratorias superiores.

En marzo de 1989, el límite de exposición permitido (PEL) efectivo de la OSHA para el estireno fue de 50 ppm como un promedio ponderado de tiempo (TWA) de 8 horas. Además, existe un límite de exposición a corto plazo (STEL) de 100 ppm como un TWA de 15 minutos.

Si una persona es afectada de manera desfavorable por vapores de estireno, se la debe llevar al aire fresco, debe descansar y mantenerse caliente. Si la persona no respira, se le debe proporcionar respiración boca a boca. Se debe buscar atención médica de inmediato.

#### Ingestión

Si accidentalmente se ingiere las resinas de DERAKANE, se debe buscar atención médica de inmediato. El médico debe tratar la condición según los síntomas y no debe inducir el vómito.

## PROTECCIÓN DEL PERSONAL

Debería minimizarse el contacto humano con resinas, iniciadores y otros modificadores. El uso de gafas químicas, ropa limpia que cubra el cuerpo y guantes impermeables reducirán el contacto potencial con la piel y ojos. Se debería aplicar cualquier procedimiento de ingeniería adecuado y tener una ventilación apropiada en el área de trabajo para mantener las concentraciones de vapor de monómero de estireno por debajo de los niveles pertinentes que establece el gobierno. Una buena ventilación general debería ser satisfactoria para la mayoría de condiciones. Sin embargo, se puede necesitar conductos de escape local cuando las emisiones de vapor sean altas y exista poca circulación de aire, particularmente, en áreas reducidas.

Si se necesita protección respiratoria, se puede usar respiradores con filtro con cartuchos de vapor orgánico para concentraciones de estireno hasta un máximo recomendado de 500 ppm. La vida útil de estos cartuchos depende de la concentración de vapor, el ritmo respiratorio del usuario y la humedad relativa, entre otros factores, y debería determinarse para cada ambiente de trabajo. Los cartuchos deberían reemplazarse si la persona que usa el respirador percibe el olor a estireno. Si existe una posibilidad de gran exposición al estireno, se puede necesitar un equipo de respiración autónomo de presión positiva o un aparato equivalente.

Las resinas de DERAKANE curadas, las que están completamente polimerizadas, están consideradas como sustancias toxicológicamente inertes y que no representan ningún peligro en la manipulación. Sin embargo, las resinas acabadas pueden representar un peligro para la salud al ser inhaladas de polvos generados durante el desbastado o trabajo a máquina, especialmente si contienen vidrio, polvo de sílice, asbesto o metales en polvo.

## DERRAMES

Los derrames pequeños de la resina de DERAKANE pueden manejarse echando arena u otro material absorbente sobre el derrame y recogiénolo con una pala en un contenedor. El residuo debería retirarse del piso con agua caliente y jabón. Los derrames más grandes deberían detenerse con un dique y el exceso de resina debería recolectarse en contenedores. El residuo también debería retirarse con agua caliente y jabón.

*PRECAUCIÓN: No deberían usarse disolventes para la limpieza final ya que su uso podría ocasionar peligros innecesarios por inhalación de vapor y posible ignición.*

Sólo el personal capacitado debería participar en la limpieza, el mismo que debería protegerse adecuadamente para evitar el contacto dérmico y ocular y la aspiración de vapores. Ver el punto "Protección del Personal" señalado anteriormente. Antes de comenzar cualquier limpieza, debería revisarse con cuidado el área donde se produjo el derrame y se debería eliminar cualquier posible fuente de ignición.

## INFORMACIÓN SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y ELIMINACIÓN DE DESECHOS

Cualquier práctica de eliminación de desechos debe cumplir con todas las leyes y disposiciones federales, estatales, provinciales y locales. Los requisitos estatales, provinciales y locales para la eliminación de desechos pueden ser más restrictivos o diferentes de las leyes y disposiciones federales. La opción preferida para el manejo de desechos en el caso de las resinas de DERAKANE no usadas, no contaminadas, no formuladas y no alteradas consiste en enviarlas a un reciclador, recuperador o incinerador permitido o autorizado. Se recomiendan las mismas opciones para el manejo de desechos para el material usado o contaminado, a pesar de que se necesita una evaluación adicional. Las resinas de DERAKANE que están completamente polimerizadas se consideran inertes en términos toxicológicos y ecológicos y deberían eliminarse de manera adecuada.



Las resinas de DERAKANE pueden eliminarse quemándolas en un incinerador adecuado. Las resinas bromadas (DERAKANE 510A, 510N, y 510C-350) deben quemarse en un incinerador equipado con un depurador halógeno.

Las disposiciones actuales permiten que las resinas curadas se desechen en un relleno sanitario aprobado según las normas federales, estatales y locales. Ésta es otra área en la que están emergiendo disposiciones. Las disposiciones que pueden tener un impacto en la eliminación de desechos de resina curada incluyen la Ley de Recuperación y Conservación de Recursos (RCRA), Propuesta 65 de California y la Norma 1162. Conforme se vayan definiendo en lo sucesivo estas normas, Ashland estará trabajando con los fabricantes y distribuidores para mantenerlos informados.

*NOTA: Se deben cumplir con todas las disposiciones federales, estatales y locales en la eliminación de cualquier desecho.*

### DATOS SOBRE PELIGRO Y SEGURIDAD

En marzo de 1987, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) decidió volver a clasificar al estireno, cambiando su categoría de 1982 de “no clasificable como cancerígeno para seres humanos” al Grupo 2B de “posible cancerígeno para seres humanos.” Esta decisión se basó en nuevos criterios de evaluación y no reflejó la generación de ninguna información nueva sobre carcinogenicidad desde la clasificación previa de cinco años atrás. De hecho, no se ha identificado ningún estudio sobre exposición de animales que demuestre de manera concluyente que el estireno es cancerígeno.

## Almacenamiento de la Resina

### TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO

Las temperaturas de almacenamiento para las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE deberían mantenerse por debajo de 77°F (25°C) para una vida útil máxima. Las resinas de DERAKANE deberían mantenerse lejos de todas las fuentes de calor que podrían crear puntos calientes localizados.

Las resinas de DERAKANE deberían usarse dentro del período de vida útil indicado. Ashland no puede aceptar ningún reclamo por la resina de DERAKANE que se ha almacenado más allá del tiempo de almacenamiento máximo. La vida útil de las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE se basa en la fecha en que se fabricó la resina.

### VIDA ÚTIL DE LA RESINA

Las resinas de DERAKANE proporcionan un rendimiento superior en las aplicaciones de plástico reforzado. Esto se debe, en parte, a su alto grado de reactividad. Sin embargo, un efecto secundario de la alta reactividad es de alguna manera una vida útil limitada. La garantía de vida útil para cada resina se indica en el cilindro.

Las resinas de DERAKANE deberían usarse dentro del período de vida útil indicado. Ashland no puede aceptar ningún reclamo por la resina de DERAKANE que se ha almacenado más allá del tiempo de almacenamiento máximo. La vida útil de las resinas epoxi-viniléster de DERAKANE se basa en la fecha en que se fabricó la resina.

### CAMBIO DE LUGAR DEL INVENTARIO

Para minimizar los problemas potenciales de la vida útil, debería mantener el inventario de resinas de DERAKANE teniendo como base que las salidas sean en el orden de fabricación, es decir, siempre use primero su resina más antigua.

### VENTILACIÓN DE LA RESINA

Debido a que los inhibidores en las resinas de DERAKANE funcionan reaccionando con el oxígeno para evitar una reticulación prematura, el suministro periódico de oxígeno disuelto prolongará la vida útil de la resina. Esta operación debería realizarse sólo en áreas bien ventiladas sin fuentes de ignición ya que pueden formarse mezclas de vapor inflamable en el proceso.

El método recomendado para suministrar oxígeno disuelto consiste en agitar la resina en los cilindros, habiendo retirado tanto las tapas de ventilación como el tapón, usando un mezclador de cilindro accionado por aire comprimido. Otro método posible consiste en suministrar pequeñas cantidades de aire seco y limpio a los cilindros mediante un sifón invertido.

*ADVERTENCIA: El sifón invertido no debería contener ninguna aleación de zinc o cobre puesto que esas materiales podrían cambiar la reactividad de la resina.*

*ADVERTENCIA: Las resinas de DERAKANE MOMENTUM™ no necesitan ventilación periódica para mantener su vida útil. Estas resinas no deberían volverse a ventilar.*

Para una mayor seguridad, puede usarse una mezcla de 2:1 por volumen de nitrógeno y aire para

Tabla 12.1 – Vida útil de la resina

Resina	Vida útil a 77°F [25°C]
DERAKANE 411-45	6
DERAKANE 411-350	7
DERAKANE 411-350PA	6
DERAKANE MOMENTUM™ 411-350	12
DERAKANE 411-700PAT	3
DERAKANE 441-400	9
DERAKANE MOMENTUM 640-900	6
DERAKANE 470-36	3
DERAKANE 470-300	4
DERAKANE MOMENTUM 470-300	10
DERAKANE 470HT-400	7
DERAKANE 510A-40	4
DERAKANE 510C-350	4
DERAKANE 510C-350FR	4
DERAKANE MOMENTUM 510C-350	12
DERAKANE 510N	4
DERAKANE 8084	6
DERAKANE 8090	3
Productos experimentales	3

impedir que el gas se salga del cilindro durante el suministro de aire por debajo de los límites de inflamabilidad del estireno/gas. Tanto el cilindro como el tubo para el suministro de aire deberían conectarse a tierra.

También puede suministrarse oxígeno abriendo el tapón y la tapa de ventilación en la parte frontal sobre la resina. Después de haber terminado esto, se debería cerrar herméticamente el cilindro y luego hacer que ruede para mezclar el aire con la resina.

Cualquier paso para prolongar la vida útil de las resinas de DERAKANE debe seguirse antes de que la resina empiece a volverse gel. Si la resina comenzó a volverse gel, debería eliminarse de acuerdo con los procedimientos de eliminación de desechos aprobados, debido a que las partículas que se volvieron gel no se curarán adecuadamente y los productos acabados hechos con la resina podrían tener una resistencia química deficiente.

### ALMACENAMIENTO A GRANEL

Las resinas de DERAKANE con frecuencia se almacenan en tanques de almacenamiento a granel. Un sistema de almacenamiento a granel diseñado adecuadamente debería hacer lo siguiente:

- Eliminar los peligros de inflamabilidad
- Proteger la resina de temperaturas extremas
- Evitar la contaminación
- Retardar la polimerización en tubos que no se usan con frecuencia

Los siguientes procedimientos deben seguirse con cuidado para garantizar un almacenamiento a granel adecuado de las resinas de DERAKANE:

1. Mantener la temperatura de la resina por debajo de 77°F (25°C) en un tanque con conexión eléctrica a tierra. (Se recomienda una supervisión continua de la temperatura de la resina a granel.)
2. Hacer circular periódicamente la resina en el tanque de almacenamiento y tubos del proceso para evitar la formación de polímeros en las secciones estancadas.
3. Mantener ventilada la resina de manera adecuada haciendo circular el contenido del tanque de almacenamiento para asegurar que la resina rote completamente. Esto puede controlarse con el Paso 2.
4. Usar materiales adecuados para contener, transferir y almacenar la resina. Los materiales adecuados podrían ser, por ejemplo, acero dulce, hierro negro o acero inoxidable 304. No debería usarse aleaciones que contengan cobre y zinc; pueden afectar de manera adversa la reactividad de la resina. También deberían evitarse las partes de caucho debido a que el monómero de estireno es un excelente disolvente para la mayoría de cauchos con excepción del fluoro elastómero de Viton.<sup>1</sup>
5. Verificar el tiempo de gel de la resina periódicamente para asegurar continuamente la alta calidad de la resina.
6. Usar la resina dentro del período de vida útil sugerido.

<sup>1</sup> E. I. DuPont de Nemours & Co., Inc.

## ALMACENAMIENTO DE LA RESINA PROMOVIDA

La resina de DERAKANE que el cliente ha promovido con el naftenato de cobalto o dimetilnilina o que ha modificado con otros aditivos puede tener una vida útil sustancialmente más corta que las resinas de DERAKANE no modificadas. Debido a la posibilidad de disminución de la vida útil, la formulación de la resina necesaria para la fabricación debería retrasarse hasta poco antes de usarla para garantizar las propiedades consistentes. La resina formulada debería usarse lo más rápido posible para evitar que surjan problemas.

Debido a que los aditivos pueden tener un efecto desestabilizador en las resinas de DERAKANE, el tiempo de almacenamiento señalado no se aplica a las resinas cuya condición “tal como fue recibida” se ha modificado.

## ADMINISTRACIÓN DEL PRODUCTO

Ashland anima a sus clientes y usuarios potenciales de los productos de Ashland a revisar sus aplicaciones de dichos productos desde el punto de vista de la calidad ambiental y salud humana. Para ayudar a asegurar que los productos de Ashland no se usen de maneras en las que no estén destinadas o probadas, el personal de Ashland ayudará a los clientes a tratar las consideraciones ecológicas y de seguridad del producto. Su representante de ventas de Ashland puede coordinar los contactos adecuados. El material publicado sobre los productos de Ashland, incluyendo las Hojas de Datos de Seguridad, debería consultarse antes de usar los productos de Ashland. Este material puede solicitarse al representante de ventas de Ashland, visitando [www.derakane.com](http://www.derakane.com) o enviando una solicitud por correo electrónico a [derakane@ashland.com](mailto:derakane@ashland.com).



## Índice de Temas

Aceleradores	4, 7, 9	Iniciadores	4, 5, 9
Aditivos tixotrópicos	10, 11	Iniciadores antiespumantes	6, 9
Administración del producto	49	Inspección de laminados	32-35
Agentes antiespumantes	10	Límites de la exposición (protección personal)	45
Almacenamiento a granel	48	Localización y solución de problemas	20, 21
Almacenamiento de fibras de vidrio	4	Marcas	9
Almacenamiento de la resina promovida	49	Mezclas madre	16
Aplicación de PRV		Proveedores del material	9
Recubrimiento	28-30	Pinturas	13
– para el metal	28	Pinturas epoxi-poliámidas	13
– para PRFV	30	Poscurado	27
– para el concreto	30	Preparación de un laminado	22
Aplicación de un parche de prueba	28	Preparación de un laminado de prueba	22, 23
Aspersión	36	Primeros auxilios	44
Catalizadores	(ver Iniciadores)	Prolongación de la vida útil de la resina	47
Cambio de lugar de inventarios	47	Promotores	7, 9
Compuestos de antimonio	19	Propiedades físicas de las resinas líquidas	42
Construcción de un laminado	22-26	Protección personal	45
Contacto con los alimentos	15	Protección ultravioleta	13
Cumplimiento de las normas de la FDA/USDA	15	Pultrusion	39
Defectos	32-35	Reactividad de las resinas	18, 19, 44
Derrames	45	Recubrimientos conductivos	26
Desmoldantes	12	Recubrimientos finales de cera	13, 14
Desmoldeados internos	38, 39, 41	Refuerzo para la pultrusión	40
Eliminación de desechos	45	Refuerzos usados en PRFV	3, 4, 9, 37, 40
Equipo para resin transfer molding (RTM)	41	Resin Transfer Molding (RTM)	40
Estireno, clasificación como cancerígeno	46	Resistencia a la abrasión	31
Factores de conversión	16	Retardadores (tiempo de gel)	7, 9
Fijación para el concreto	31	Seguridad	8, 17, 42, 46
Filament winding	37, 38	Surfactantes	10
Formulación para laminación por aspersión	36-37	Temperaturas de almacenamiento	47
Guía para preparar un laminado	24-26	Tiempos de gel y temperaturas	18
Herramientas para RTM	41	Tipos de fibras de vidrio	3, 4, 9
Hojas de Datos de Seguridad del Material	42	Unión secundaria (Enlace)	27
Información ambiental	45	Ventilación de la resina	47, 48
Inhibición de aire	13	Verificación de un curado completo	32
		Vida útil de las resinas	47









## ASHLAND®

Administración Ambiental • Excelencia Operativa • Soluciones Innovadoras • Equipo Global



Cuidado Responsable\*

Ashland está comprometido con el desarrollo continuo de soluciones tecnológicas y de servicios que promueven la protección de la salud, seguridad y medio ambiente en todo el mundo.

**Ashland  
Composite Polymers**  
5200 Blazer Parkway  
Dublin, OH 43017

™ Marca, Ashland Inc.  
SM Marca de servicio, Ashland Inc.  
© Derechos de Autor 2006,  
Ashland Inc.



Impreso en Estados Unidos de América

**Servicio al cliente**  
**Norteamérica:** 1.614.790.4191  
**Europa:** +34 93 206 5120  
**Latinoamérica:** +55 11 4136 1900  
**Asia:** +86 512 5787 6290

© Marca Registrada, Ashland Inc.  
En Canadá, Ashland Canada, Inc.  
Una división de Ashland Inc.  
Usuario registrado de la Marca  
Salvo por lo que se indica de  
otro modo en las listas de productos

**Servicio técnico**  
**Teléfono:** 1.614.790.4399  
**Correo electrónico:** [derakane@ashland.com](mailto:derakane@ashland.com)  
**Web:** [www.derakane.com](http://www.derakane.com)

\* Cuidado Responsable y el logotipo de Cuidado Responsable son marcas de servicio registradas del Consejo Americano de Química, de la Asociación Canadiense de Productores de Químicos y de otras entidades en otros países.

Boletín No. 2898-2