
Manual para el Tratamiento de la Ósmosis



¿QUÉ ES LA ÓSMOSIS?

Introducción al concepto de ósmosis: presión osmótica	1
Ósmosis en las embarcaciones de vidrio	1
Fabricación del laminado de resina y fibra de vidrio	2
Formación de la ampolla osmótica	3

INSPECCIÓN Y DIAGNÓSTICO

Datos a tener en cuenta antes de la inspección	5
Inspección y diagnóstico	6
Toma de decisiones	9

PROCEDIMIENTOS DE PREPARACIÓN RECOMENDADOS

Introducción	11
Método de preparación P1	12
Método de preparación P2	13
Método de preparación P3	16
Lavado y secado del laminado	

ESQUEMAS DE PINTADO: PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO

Introducción	18
Esquema de prevención de la ósmosis	18
Esquema de tratamiento de la ósmosis	20

CONSIDERACIONES REFERENTES A LA APLICACIÓN DE LOS ESQUEMAS

Preparación para el pintado	22
Capa inicial de imprimación	22
Aplicación de las capas subsiguientes	23
Masilla epoxi	23
Capa de enlace de antiincrustante	24
Aplicación de antiincrustante	25

ANEXOS

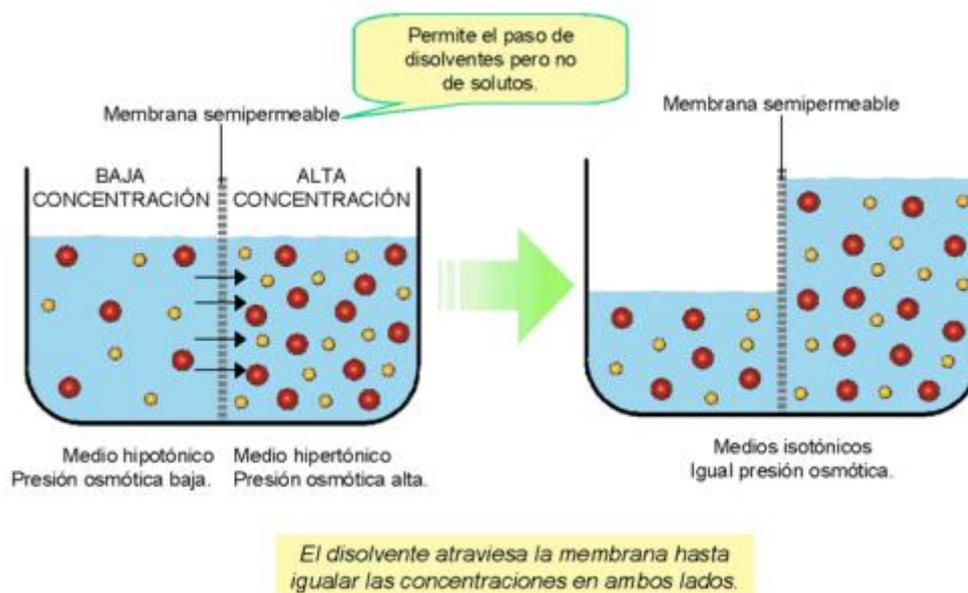
Algunos puntos a recordar	25
Glosario de términos de pintado	26
Higiene y Seguridad en el tratamiento de la ósmosis	29

¿QUÉ ES LA ÓSMOSIS?

Introducción al concepto de Ósmosis: presión osmótica

La presión osmótica es un fenómeno físico que se produce cuando disponemos de dos disoluciones con distinta concentración de sustancias separadas por una membrana semipermeable -esto es, membrana con una porosidad tal que únicamente pueden atravesarla las moléculas de agua (solvente), no el soluto-. La presión osmótica que se produce en estas circunstancias provoca el paso de agua (solvente) a

través de la membrana desde la disolución más diluida hacia la más concentrada y se detiene en el momento en que las concentraciones de ambas disoluciones se igualan (proceso de ósmosis).

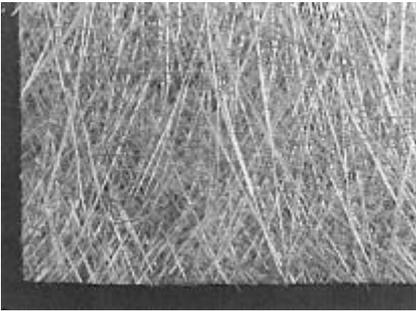


Ósmosis en las embarcaciones de fibra de vidrio

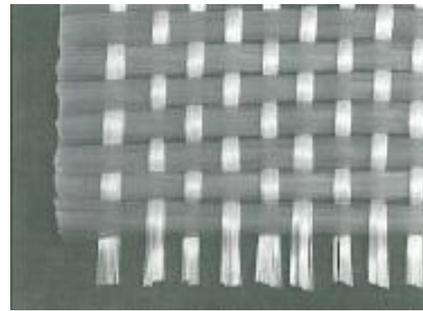
La ósmosis, *circulación de agua a través de una membrana semipermeable que separa dos disoluciones acuosas con diferente densidad* (o que ejercen un valor de presión osmótica diferente), es un fenómeno natural que se da habitualmente en la naturaleza (células animales y vegetales) e incluso la tecnología se sirve de ella para desalinizar agua (ósmosis inversa). De igual modo podemos encontrar este fenómeno en los cascos de fibra de vidrio. ¿Qué similitudes tiene la fibra de vidrio con las células? La respuesta es sencilla: el gelcoat se comporta como una membrana semipermeable, y a su vez existen dos disoluciones con diferente concentración: por un lado, el agua donde flota la embarcación (ya sea agua salada o dulce), y por el otro, huecos o burbujas de aire en el laminado en el que hay cierta cantidad de sustancias de orígenes diversos altamente higroscópicas, por lo que se convierten en la disolución "más concentrada". La presión osmótica produce un flujo de agua a través del gelcoat de fuera de la embarcación hacia dentro. Los huecos de aire

tienen una capacidad máxima; cuando el volumen de agua es superior a la capacidad de la burbuja, ésta se convierte en ampolla. Si sigue entrando agua en las ampollas, éstas finalmente revientan dando lugar a los característicos cráteres. En conclusión, podríamos definir la ósmosis en los cascos de fibra como *la degradación química dentro del laminado debido a la presencia de humedad, que da como último resultado el ampollamiento del gelcoat.*

El lector se preguntará quizás cuál es el origen de esas burbujas de aire presentes en el laminado y, lo que es más, el de esas sustancias químicas *altamente higroscópicas*, que aportan las condiciones necesarias y suficientes para que se desencadene el proceso de la ósmosis dando lugar a sus indeseables efectos. Para explicar su origen, debemos remitirnos a la fabricación del laminado de resina y fibra de vidrio.



Alfombra de hebras de fibra de vidrio



Mecha tejida

Fabricación del laminado de resina y fibra de vidrio

La construcción del laminado del casco parte de un molde impregnado con agentes desmoldeantes sobre o dentro del cual se aplican, capa a capa, diversas alfombras de fibra de vidrio impregnadas en resina de poliéster, soldándose unas con otras al curar dicha resina.

La alfombra de fibra de vidrio tiene una función estructural y de refuerzo de la misma manera que se arma hormigón con varillas de acero. Cada hebra tiene un diámetro inferior al de un pelo humano, y la tela está compuesta de múltiples hebras de cierta longitud dispuestas en todas direcciones, de manera que la alfombra es flexible, y además puede ser cortada en diferentes tamaños para ajustarse al molde. En aquellas zonas donde se requiera un refuerzo extra (zonas donde, por su diseño, se originan tensiones unidireccionales en el material) se aplica lo que se denominan *mechas tejidas*, formadas por hebras de fibra de vidrio dispuestas de una manera más ordenada y compacta.

En cuanto a las materias primas, ya hemos introducido la malla de fibra de vidrio. Sus filamentos se mantienen unidos mediante un aglutinador que se disuelve cuando se aplica la resina. La resina de poliéster (que cura mediante reacción con catalizador) puede ser ortoftálica o isoftálica. La experiencia confirma que la resina isoftálica de neopentilglicol provoca muchos menos casos de ósmosis, o al menos tarda más en aparecer. La posibilidad de escoger el tipo de resina *a priori* puede ahorrar mucho dinero y disgustos.

La alfombra de fibra se aplica sobre un revestimiento de poliéster fresco y a continuación se impregna hasta saturación con más resina. Este proceso se repite por cada capa de fibra de vidrio que se aplica (lo que se denomina "laminado"). Un operario experto y con buena voluntad impregnará debidamente cada una de las capas intentando compactar lo suficiente para

evitar la falta de material y la falta de cohesión produciendo burbujas de aire. Éstas son prácticamente inevitables, pero el trabajo de un buen profesional dará lugar a un casco con un mínimo de burbujas. En ocasiones, la producción en cadena o la inexperiencia lleva a procesos de trabajo más rápidos (se aplican varias capas de malla a la vez) con la desventaja de que la fibra queda pobre en resina y quedan muchas zonas con huecos de aire. También hay que tener en cuenta la problemática del curado en resinas que reaccionan mediante catalizador, pues la mezcla ha de cumplir con la proporción especificada por el fabricante, homogeneizar al máximo, así como respetar los tiempos de curado. Mientras más cuidadoso sea el operario en la aplicación de resina, más completo será el curado, minimizando la presencia de compuestos sin reaccionar que favorecen la formación de ampollas.

Opcionalmente, la resina puede contener pigmentos, cuya presencia afecta a la porosidad. Un laminado y gelcoat transparentes siempre será más impermeable que uno pigmentado. Además, permite visualizar algunos defectos en el casco más fácilmente.

NOTA: Desde hace algunos años, los astilleros también utilizan otro tipo de resinas como el viniléster o las resinas epoxi que son mucho más resistentes al agua aunque también más caras; pero la mayoría de embarcaciones que se encuentran en nuestros puertos han sido laminadas con poliéster, una resina un 80% más permeable que el epoxi al cabo de 5 años.

Formación de la ampolla osmótica

Con lo explicado hasta el momento estamos en condiciones de comprender cómo y por qué se forma la ampolla osmótica.

El casco está formado por una capa externa de gelcoat (resina especial que le confiere el aspecto visible) seguida por la capa de laminado (mucho más gruesa) que contiene la resina y las sucesivas capas de fibra.

El laminado contiene, en mayor o menor medida, una serie de huecos o intersticios en los que presumiblemente hay sustancias provenientes de la resina que no han acabado de reaccionar, así como trazas de aglutinante de la fibra de vidrio.

El gelcoat actúa como una membrana semi-permeable, lo que provoca el paso de agua del exterior al interior del casco. Cuando el agua penetra en las burbujas de aire, ésta disuelve las sustancias que se hallan en ellas produciendo una disolución muy concentrada y de alta densidad, ávida de agua tanto por presión osmótica como por ser de naturaleza higroscópica (p.e., glicoles). Cuando el hueco se ha llenado por completo y el proceso continúa, la presión hidráulica induce a la formación de ampollas y, finalmente, cuando éstas rompen, se producen los denominados *cráteres*. Cabe decir que no sólo la presencia de huecos en el laminado pueden producir líquido osmótico; el agua que penetra en el casco lentamente desencadena una serie de reacciones químicas de hidrólisis que, en última instancia, da lugar a burbujas pobres en resina que contienen productos de dichas reacciones los cuales retroalimentan de manera positiva la entrada de agua.

El tamaño de las ampollas oscila entre los 2 mm y los 10 cm. Podemos encontrar otro tipo de defectos en el casco como el mechado, con aspecto filamentososo, pues se trata de hebras de fibra de vidrio poco

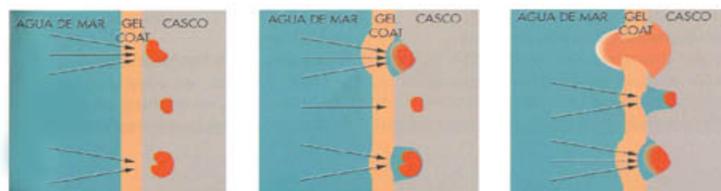
humectadas en resina que han absorbido agua y a consecuencia de ello se han hinchado favoreciendo de nuevo la entrada de humedad.

En cualquier caso, se trate de ampolla osmótica, mechado o incluso golpes o arañazos en el gelcoat, la consecuencia última será un casco cada vez más vulnerable a la penetración de humedad con su consiguiente degradación y debilitación del mismo.

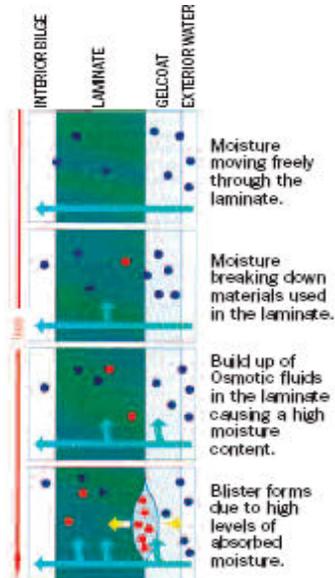
Este proceso no es precisamente rápido, en muchos casos se tarda años en visualizar ampollas, aunque hay factores que favorecen o retrasan su aparición.

En primer lugar, siguiendo un orden cronológico, el proceso depende de la naturaleza de la resina de poliéster utilizada en la fabricación (preferentemente escogemos la resina isoftálica). El proceso de laminado sería el siguiente factor, de suma importancia, pues mientras más compacto quede el casco, menos burbujas de aire se formarán. Por otro lado, se ha de tener en cuenta que pequeños golpes y rozaduras favorecen la entrada de agua en el casco de una manera más inmediata. El tipo de agua también influye en la aparición de ampollas. El agua dulce, al ser más baja en sales, produce un diferencial más elevado de presión osmótica por lo que el agua penetra más rápidamente. Las aguas cálidas actúan de manera similar.

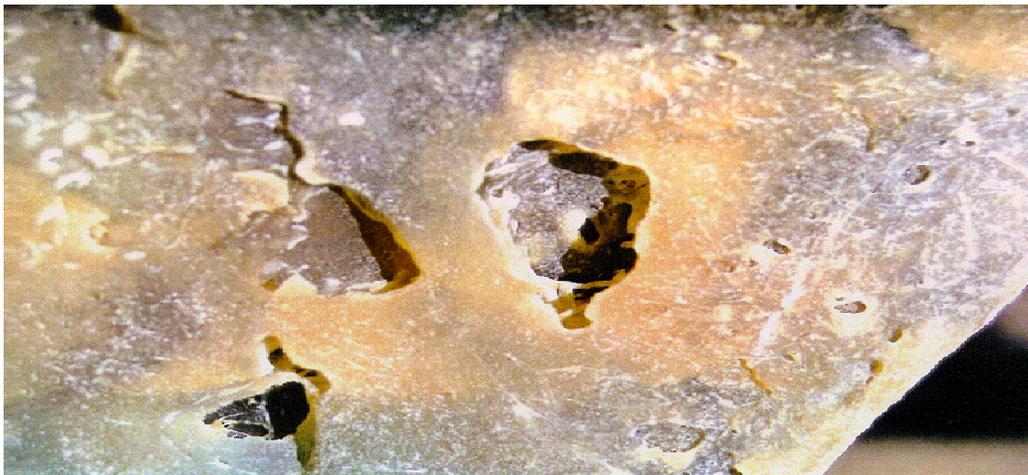
Está visto que, casi inevitablemente, tarde o temprano, un casco de fibra de vidrio tenderá a producir ampollas a menos que se haga un mantenimiento con tratamiento preventivo. Es preferible realizar este tipo de mantenimiento frente a un tratamiento reparador siempre que se esté a tiempo, pues la reparación una vez ha aparecido la ósmosis es muchísimo más costosa, tanto en tiempo como en trabajo y en dinero.



Penetración de agua a través del gelcoat hasta formar la ampolla osmótica



Formación de líquido osmótico producido por hidrólisis



Cavidades halladas en un laminado osmótico debajo del gelcoat demostrando la degradación provocada por la ósmosis



Consecuencia última que causa en el gelcoat la ampolla osmótica

INSPECCIÓN Y DIAGNÓSTICO

Datos a tener en cuenta antes de la inspección

No hemos de olvidar que el proceso de ósmosis en la fibra de vidrio es un proceso lento el cual da, como último resultado, el ampollamiento del gelcoat. Esto viene a decir que, en una inspección del casco, a pesar del hecho de que se encuentre “aparentemente” sano, no nos evidencia que realmente lo esté, pues el problema puede estar latente u oculto en capas profundas del laminado.

También es importante destacar que, una vez iniciado el problema de la ósmosis, el proceso desencadena toda una serie de reacciones de hidrólisis dentro del laminado las cuales son irreversibles. Entre los productos y subproductos más comunes de dichas reacciones podemos encontrar:

- **GLICOLES:**
Alcoholes de consistencia viscosa y olor dulzón caracterizados por su elevado punto de ebullición (cerca de 200°C), motivo que los hace difícilmente volátiles. Otra característica importante de los glicoles es la alta polaridad de las moléculas, lo que las hace perfectamente solubles en agua en cualquier proporción, por lo que se utilizan habitualmente en cosmética para retener la humedad.

- **ÁCIDO ACÉTICO:**
En el caso que nos ocupa, proviene de la hidrólisis del agente emulsionante utilizado en la fabricación de la malla de vidrio. Es fácilmente reconocible por su olor a vinagre.
- **AMINAS:**
Compuestos químicos orgánicos derivados del amoníaco. Aportan un pH altamente básico.

En consecuencia, un tratamiento preventivo de la ósmosis sólo será válido para aquellos cascos de los cuales tenemos la seguridad que están sanos. Si el proceso se ha iniciado, deberá

llevarse a cabo un tratamiento reparador, el cual tiene muy alto coste. Como el proceso de degradación puede ser bastante lento, la decisión que hay que tomar es en qué momento realizar la reparación: una vez detectado el problema o bien cuando éste se halle en un estado tan avanzado que el gasto esté plenamente justificado.

Inspección y Diagnóstico

La inspección debe realizarse de una manera progresiva, en primer lugar, examinando minuciosamente el estado del gelcoat mientras se realizan diversas medidas con un higrómetro. Para evaluar la presencia de ampollas así como de humedad, será necesario retirar la capa de antiincrustante, ya que éste podría enmascarar ciertos defectos así como aportar lecturas erróneas en el aparato. Si el gelcoat es transparente, será más fácil detectar anomalías, como la presencia de fibras blanquecinas que indicarían que la malla ha absorbido agua produciéndose un hinchamiento. Las grietas producidas por daños mecánicos también son una

muy probable entrada de humedad. Si el gelcoat ha sido lijado, es más fácil detectar irregularidades mojándolo ligeramente.

Si el examen visual es satisfactorio y se corrobora que el contenido de humedad del casco es relativamente bajo (tras un secado de 3-4 semanas), podemos considerar que la embarcación no está afectada, por lo que, en todo caso, nuestra única recomendación sería el tratamiento preventivo.



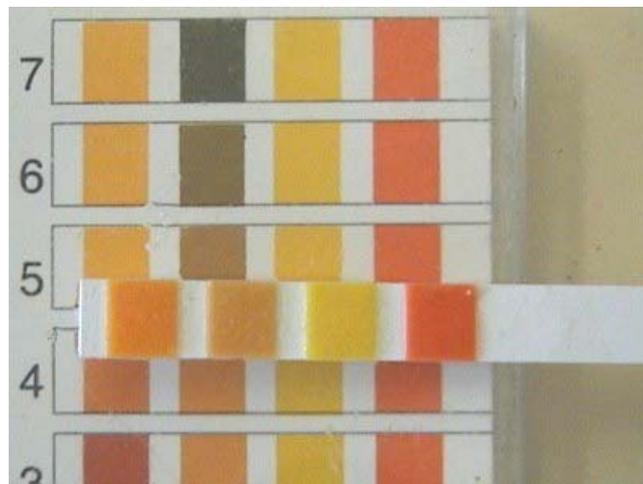
Casco con evidentes muestras de ósmosis

En el caso de que la superficie del casco no muestre evidencias de ósmosis pero las lecturas del higrómetro sean elevadas (valor superior a 15 en un Tramex Skipper Moisture meter en "Scale 2" o valor superior a 5 en Sovereign Marine Moisture Master en "Scale A"), deberemos descartar, en primer lugar, que no se trate de agua contenida en depósitos o sentina en el interior del casco. Si descartamos la presencia de humedad residual a pesar de las lecturas, ello nos induce a pensar que la humedad pudiera estar contenida en el casco a causa de filtraciones o por hallarse en disolución en el líquido osmótico, que es conductor de la electricidad por ser altamente polar. En este punto debiéramos avanzar un paso más en la inspección, eliminando pequeñas áreas de gelcoat donde haya algún indicio de ósmosis para examinar el laminado subyacente.

Las posibles ampollas que pudiéramos encontrar deben ser analizadas para así poder asegurar que se

trata realmente de ampollas osmóticas. Para ello, deberemos pincharlas y extraer parte del líquido que contienen, si es el caso, y realizar unas sencillas pruebas.

Tomando una pequeña muestra de líquido entre los dedos y frotando ligeramente, podemos determinar la presencia de glicoles si al tacto nos recuerda a un aceite. El olor dulzón y repulsivo es típico de esta sustancia. Como se ha comentado en el punto anterior, es habitual que estas ampollas huelan a ácido acético. También podemos utilizar una tira de papel indicador. El agua de mar es ligeramente alcalina (entre 7.5 y 8.2). Un pH de entre 3 y 5.5 nos indicaría la presencia de ácido y, si por el contrario, el pH se situara entre 7.5 y 8.2, también podríamos afirmar la existencia de ósmosis, pues se estaría detectando la presencia de ciertas aminas utilizadas como acelerantes de curado en la fórmula de la resina.



Determinación de pH mediante tiras reactivas



HIGRÓMETRO Tramex Skipper Plus

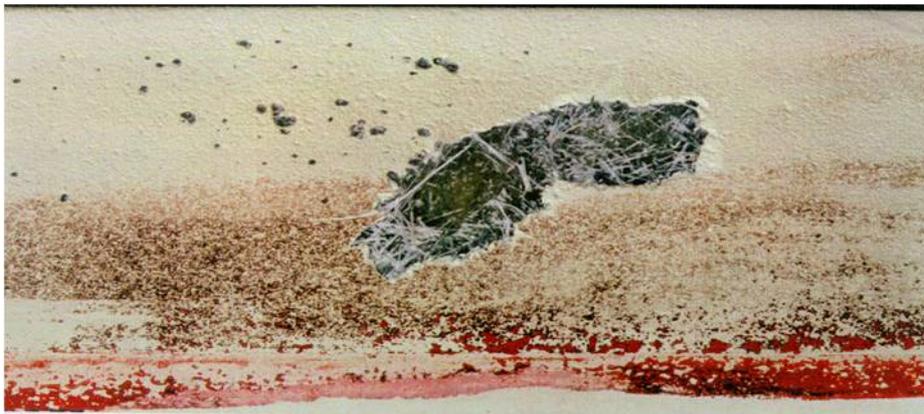


HIGRÓMETRO Sovereign Marine Moisture

Cuando la obra viva muestra signos evidentes de ósmosis debemos extraer una pequeña área de gelcoat para examinar el laminado subyacente. Para ellos utilizaremos un formón de carpintero. A menudo encontraremos que el laminado muestra defectos físicos que han favorecido la degradación del mismo. El más habitual es el laminado pobre en resina, el cual distinguiremos fácilmente al

observar huecos con manojos de fibras como se muestra en la imagen inferior.

El examen del laminado justo debajo del gelcoat sospechoso o con evidencias de ósmosis es indispensable, pues cabe decir que toda área de laminado deteriorado o pobre en resina deberá ser retirada y sustituida.



Laminado poco impregnado con resinas

Toma de decisiones

Una vez llevada a cabo la inspección y habiendo determinado la presencia o no de ósmosis, deberemos determinar las acciones a tomar.

En caso de haber concluido que el casco está sano, el único tratamiento recomendado es el de prevención, incluso en embarcaciones nuevas.

El esquema de tratamiento de la ósmosis ha de llevarse a cabo de inmediato en aquellos casos en que la degradación se halla en un estado avanzado, con múltiples cráteres en el gelcoat así como zonas en el laminado pobres en resina, con abundantes burbujas y/o fibras visibles e hinchadas.

La gran tesitura se nos presenta cuando tan sólo existen indicios de ósmosis localmente. Como ya se ha comentado, a pesar de tratarse de un proceso irreversible, éste puede ser extremadamente lento, por lo que una reparación tan costosa podría no estar justificada.

En este caso, es aconsejable estar alerta y realizar exámenes periódicos para determinar si el proceso progresa con cierta celeridad o bien se halla detenido o es especialmente lento. De esta manera nos aseguraremos de que la decisión que tomemos sea, cuanto menos, razonable.

En el presente dossier distinguiremos entre el tratamiento preventivo y el tratamiento de reparación dependiendo de si la embarcación está afectada o no, y de diferentes procesos de preparación de superficie en función del estado del gelcoat y del laminado además de los revestimientos que pueda haber sobre la superficie.

El esquema expuesto a continuación puede servir de orientación a la hora de decidir el tratamiento más adecuado en función de las observaciones extraídas de la inspección que se ha llevado a cabo.

INSPECCIÓN VISUAL DEL CASCO	ANÁLISIS	TRATAMIENTO RECOMENDADO
No hay indicios de defectos físicos	Lectura de humedad satisfactoria	Esquema de prevención con preparación P1 o P2
No hay indicios de defectos físicos	Lectura de humedad persistentemente alta	Ninguno: el esquema de prevención no asegura beneficios a largo plazo. (*) <i>Leer nota a pie de página</i>
Pequeñas ampollas secas en el gelcoat	Lectura de humedad satisfactoria	Esquema de prevención con preparación P1 o P2
Malla visible en el gelcoat o gelcoat cuarteado	Lectura de humedad inicialmente alta, pero que desciende durante las 3 ó 4 semanas siguientes	Esquema de prevención con preparación P2 ó P3
Malla visible en el gelcoat o gelcoat cuarteado	Lectura de humedad persistentemente alta	Esquema completo de reparación en el momento más conveniente, preferentemente a final de temporada, con preparación P2 ó P3
Ampollamiento localizado	Ampollas con líquido de naturaleza ácida o grasa (notar que la lectura de humedad no es relevante en esta situación)	Esquema completo de reparación en el momento más conveniente, preferentemente a final de temporada, con preparación P3
Ampollamiento grave en varias áreas	Ampollas con líquido de naturaleza ácida o grasa (notar que la lectura de humedad no es relevante en esta situación)	Esquema completo de reparación en el momento más conveniente, preferentemente a final de temporada, con preparación P3

(*)Lecturas altas de humedad indican que ya ha tenido lugar cierta degradación del laminado que no será reversible por secado, aunque el ampollamiento del gelcoat puede no desarrollarse en años. Los esquemas de prevención de la ósmosis no deben ser aplicados en estos casos, ya que es probable que sufran ampollamiento en uno o dos años. Un tratamiento completo puede llevarse a cabo, pero puede no ser apropiado en este estadio dado el coste que supone.

PROCEDIMIENTOS DE PREPARACIÓN RECOMENDADOS

Introducción

En el esquema de la página anterior, se comentan tres procedimientos de preparación de superficie (P1, P2 y P3). A continuación se indica en qué casos se aplican dichos procedimientos, que serán detallados en puntos sucesivos.

P1: Método de preparación para laminados sanos utilizando lijadoras orbitales o lijando manualmente, proporcionando un buen anclaje mecánico para la aplicación de los esquemas de prevención de la ósmosis.

Este método está recomendado especialmente para yates nuevos y para otras embarcaciones donde no ha sido aplicado antiincrustante.

Este método puede ser utilizado también para preparar superficies de HEMPEL'S HIGH PROTECT donde se ha excedido el tiempo de repintado.

P2: Método de preparación para laminados sanos usando chorreado húmedo, donde ha de ser aplicado un esquema de prevención de la ósmosis.

Este método es más agresivo que el P1, y a menudo eliminará el gelcoat de las zonas afectadas del laminado, indicando que puede ser necesaria una reparación completa.

Este método está particularmente recomendado para barcos que han estado en servicio durante una o más temporadas, y en los que el antiincrustante ya ha sido aplicado.

P3: Método de preparación cuando es necesaria una reparación completa de ósmosis.

Esta preparación requiere eliminar el gelcoat, lo cual principalmente ayuda a eliminar el glicol y la malla de refuerzo pobre en resina. El incremento de superficie también ayuda a favorecer un secado rápido después de los lavados con agua dulce.

El laminado puede ser preparado por chorreado seco o húmedo únicamente, o por eliminación de gelcoat con un "Gelcoat Peeler" seguida de un chorreado ligero.

Este método se utiliza generalmente en barcos antiguos donde ya ha tenido un cierto ampollamiento el gelcoat, o donde otros síntomas indican que se requiere un tratamiento de reparación.

Método de Preparación P1

El siguiente esquema trata de la preparación del gelcoat para la aplicación de un esquema de protección que se lleva a cabo con herramientas manuales.

MÉTODO DE PREPARACIÓN P1	
DESCRIPCIÓN:	<p>Gelcoat sin pintar, desengrasado y preparado manualmente para proveer de una adecuada adherencia mecánica de cara a la aplicación de un recubrimiento decorativo o protector.</p> <p>Este método es apropiado para la aplicación de HEMPEL'S HIGH PROTECT, esquema de prevención de ósmosis, y para esquemas de muy alta gama de acabado. También puede utilizarse para preparar HEMPEL'S HIGH PROTECT si no sido repintado dentro del intervalo máximo especificado.</p> <p>Este método no es apropiado cuando se requiere una reparación de la ósmosis, o cuando hay duda sobre las condiciones del laminado interior: en estos casos deberían ser utilizados los métodos de preparación P2 o P3.</p>
EQUIPAMIENTO:	<p>HEMPEL'S GLASSFIBRE DEGREASER 99611, trapos limpios de algodón, papel de lija de 80-180 y una lijadora orbital. Se deben utilizar guantes de goma durante el desengrasado.</p> <p>NOTA: Este trabajo debe llevarse a cabo en una zona bien ventilada.</p>
MÉTODO:	<p>Mojar un trapo limpio de algodón con HEMPEL'S GLASSFIBRE DEGREASER y aplicar a la superficie de gelcoat con movimientos circulares asegurándose que toda la superficie que va a ser pintada está totalmente desengrasada. Cambiar los trapos regularmente para evitar extender las contaminaciones. Repetir este proceso si es necesario.</p> <p>Después de desengrasar, lijar completamente la superficie utilizando un papel de lija de 80-180 en seco o húmedo, bien utilizando una lijadora orbital o bien lijando vigorosamente a mano con un movimiento circular. Asegurarse que toda la superficie que ha de ser pintada esté completamente lijada.</p> <p>Aclarar la superficie preparada con agua dulce para eliminar el polvo y restos de lija. Durante el aclarado, el agua debería de formar un film continuo en la superficie de gelcoat, confirmando así que toda la cera y la grasa han sido eliminadas. Si el agua forma gotas o la superficie es difícil de secar, indica que se necesita desengrasar más.</p>
ASPECTO:	<p>La superficie preparada deber parecer uniformemente mate, sin áreas brillantes. Una inspección minuciosa debe mostrar una superficie visiblemente rugosa por el papel de lija, y con un perfil claramente visible. Cualquier área brillante debería ser lijada de nuevo para proveerla de una adherencia mecánica adecuada de cara a la aplicación del esquema de pintado.</p>

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA SOBRE EL MÉTODO DE PREPARACIÓN P1:

- HEMPEL'S GLASSFIBRE DEGREASER es altamente inflamable, y debe ser utilizado únicamente en áreas bien ventiladas. No permitir fumar, soldar o la presencia de llama, y evitar usarlo en espacios cerrados.
- Este método está recomendado cuando se necesita una buena adherencia mecánica sobre el gelcoat (o sobre una capa existente de pintura en buenas condiciones). No es aconsejable cuando el laminado o la capa de pintura existente está en malas condiciones.
- Cuando sea posible, es recomendable utilizar una lijadora orbital para la abrasión de la superficie de gelcoat. Un amplio rango de herramientas mecánicas son válidas para este propósito, y están diseñadas específicamente para preparar superficies para pintar.
- Debería utilizarse papel de lija de 80-120 cuando se han de aplicar esquemas de prevención de ósmosis, con grados más finos (ej. 180) antes de la aplicación de esquemas de acabado; el uso de un papel más fino ayudará a disimular las marcas de lijado en acabados de alto brillo.
- Cualquier antiincrustante debe ser eliminado por el lijado húmedo, o por chorreado con arena en húmedo. No eliminar antiincrustantes por lijado en seco o por quemado ya que contienen materiales tóxicos.



Limpieza con agua dulce a presión

Método de Preparación P2

El siguiente esquema trata de la preparación del gelcoat para la aplicación de un esquema de protección utilizando un chorreado abrasivo húmedo con arena o granalla.

MÉTODO DE PREPARACIÓN P2

DESCRIPCIÓN:

Método de preparación recomendado para laminados que se sabe están en buenas condiciones y donde ha de ser aplicado el esquema HEMPEL de prevención de ósmosis.

Este método es a menudo utilizado cuando un barco ha estado en servicio durante uno o más años, y donde se intenta aplicar un esquema de prevención de la ósmosis después de la eliminación de la pintura existente, como por ejemplo el antiincrustante.

El chorreado húmedo es un método ideal de preparación en esta situación, ya que se elimina rápidamente la pintura del recubrimiento antiguo y provee de un buen anclaje para el nuevo esquema de protección. También tiende a eliminar gelcoat de las áreas donde el laminado está en pobres condiciones, indicando a menudo que es necesario un método más agresivo de preparación.

EQUIPAMIENTO:

Para obtener los mejores resultados, puede utilizarse un equipo de chorreado por aire comprimido con inyección de agua. Este equipo elimina rápidamente recubrimientos no deseados, y permite un buen control de la preparación de superficie.

Alternativamente, puede ser acoplado un equipo de limpieza de agua a alta presión a uno de chorreado con arena abrasiva absorbida desde un saco cercano. Este equipo puede trabajar muy bien pero puede ser generalmente más lento, y con menor control que el sistema anterior.

Puede utilizarse escoria negra de cobre o un granulado de carbonato de calcio preferiblemente a la arena u otros abrasivos, ya que éstos serán menos efectivos y pueden causar daños innecesarios. El carbonato de calcio ha demostrado ser un buen compromiso para la eliminación selectiva de recubrimientos, ya que es significativamente menos agresivo que la escoria de cobre. Como ventaja adicional, también es considerado más aceptable ambientalmente por los astilleros.

MÉTODO:

El desengrasado no suele ser necesario antes de un chorreado húmedo, pero debería ser llevado a cabo cuando las superficies están altamente contaminadas debido a derrames de fuel, aceite, etc.

El equipo de chorreado debería utilizarse cuidadosamente para eliminar pinturas, mientras se consiga la rugosidad requerida en toda la superficie del gelcoat. Si algún área de gelcoat es eliminada durante el proceso, el laminado debería ser investigado para determinar si es necesario un esquema completo de reparación.

ASPECTO:

La superficie preparada debería aparecer uniformemente mate, sin áreas brillantes. En una inspección completa, la superficie debería aparecer completamente rugosa y tener un perfil claramente visible.

Si el laminado es pobre en resina, algunas áreas del gelcoat pueden resultar eliminadas con este proceso; esto debe ser investigado como se detalla a continuación.

Cualquier área brillante debería chorrearse o lijarse de nuevo para proveer una adecuada adherencia mecánica de cara a la aplicación del esquema de pintado.

En la práctica, a menudo se encuentran dificultades para eliminar las manchas de color que causan los antiincrustantes antiguos y otras pinturas; sin embargo, esto suele ser aceptable siempre que el recubrimiento haya sido eliminado.

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA SOBRE EL MÉTODO DE PREPARACIÓN P2:

- Cuando sea posible, las fijaciones deberían ser eliminadas antes de la preparación.
- En el equipo de chorreado debería utilizarse solamente agua dulce, ya que los detergentes y los inhibidores de la corrosión son probables causas del fallo de los esquemas de pintado.
- Cuando ciertas áreas del gelcoat son eliminadas por el proceso de chorreado, el laminado debe ser examinado cuidadosamente para asegurar que ha sido conseguido un adecuado grado de preparación.
- Si el laminado aparece poco humectado por la resina, tiene olor a vinagre o contiene algún fluido, debe realizarse una reparación completa.



Proceso de eliminación del antiincrustante

Método de Preparación P3

El siguiente esquema trata de la preparación cuando es necesario un tratamiento completo de reparación de ósmosis.

MÉTODO DE PREPARACIÓN P3	
DESCRIPCIÓN:	<p>Método recomendado de preparación cuando es necesario un tratamiento completo de reparación de ósmosis.</p> <p>Esta preparación requiere una eliminación de al menos el 85% del gelcoat, lo cual principalmente ayuda a eliminar el glicol y la fibra de refuerzo mal humectada. El incremento de superficie también ayuda a promover un secaje más rápido después de los lavados con agua dulce.</p>
EQUIPAMIENTO:	<p>Para obtener óptimos resultados, debería utilizarse un aparato de chorreado por aire comprimido con inyección de agua. Éste eliminará rápidamente el gelcoat de las áreas donde el laminado tiene unas condiciones pobres y permitirá un buen grado de control sobre la preparación del laminado.</p> <p>Alternativamente, puede ser acoplado un equipo de lavado a alta presión al chorreado húmedo, con arena abrasiva. Este equipo puede trabajar muy bien, pero será generalmente más lento y será menos controlable que el proceso anterior.</p> <p>El método de chorreado seco puede ser utilizado también, aunque éstos tienden a ser más agresivos, y suelen ser menos controlables que los métodos húmedos anteriores.</p> <p>Es aconsejable utilizar un abrasivo de escoria de cobre negra preferentemente a arena u otros abrasivos, ya que éstos son menos efectivos y pueden causar daños innecesarios.</p> <p>Se recomienda utilizar "Gelcoat Peeler" para eliminar la mayor parte del gelcoat, pero debe ser seguido de un chorreado abrasivo suave. La peladora deja una superficie lisa y suave conservando el perfil original del casco, lo cual es una ventaja, aunque la rugosidad que aporta un chorreado es necesaria. Además, la peladora no saca a la luz las bolsas de humedad profundas, y el chorro sí lo hace, permitiendo además abrirlas para lixiviar con agua a presión los productos osmóticos que no pueden evaporarse por su elevada polaridad y aumentando la superficie para favorecer el secado posterior.</p>
MÉTODO:	<p>El área a ser tratada debería ser pelada y chorreada para eliminar toda la pintura, y al menos el 85% del gelcoat. Debería tomarse particular cuidado en eliminar todas las áreas del gelcoat pobremente adheridas junto con el laminado subyacente poco humectado, incluso aunque ello representa la eliminación de mayor porcentaje de gelcoat que el mínimo especificado.</p> <p>Normalmente podremos observar que lo mejor es situar la boquilla de chorreado a un ángulo de 45° de la superficie a reparar, ya que eliminará cualquier gelcoat pobremente adherido mucho más efectivo que si se mantiene a 90°.</p> <p>Siguiendo la preparación, la superficie del casco debe limpiarse repetidamente con agua dulce para eliminar cualquier glicol libre y compuestos ácidos en el laminado.</p>

ASPECTO:

La superficie preparada debería aparecer altamente rugosa con un perfil claramente visible.

No debe haber evidencias de restos de laminado poco humectado, o de gelcoat pobremente adherido.

Cualquier área que no aparezca como se describe debería volverse a chorrear para asegurar un adecuado estándar de preparación.

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA SOBRE EL MÉTODO DE PREPARACIÓN P3:

- Debe hacerse notar que el uso de arena en equipos de chorreado seco está prohibido en la mayoría de países europeos ya que puede suponer graves riesgos para la salud. Es también menos efectiva que la escoria de cobre para su uso en el tratamiento de la ósmosis.
- En equipos de chorreado debe utilizarse solamente agua dulce, ya que los detergentes o los inhibidores de la corrosión pueden ser probables causas de fallos del esquema de pintado.
- Cuando sea posible, las fijaciones deben ser quitadas antes de la preparación.
- En casos en que el laminado ha sido mal fabricado o se ha empezado a delaminar, es posible que el chorreo pueda perforar algún área del casco. Para obtener buenos resultados, estas áreas deben ser reparadas utilizando resinas epoxi estructurales reforzadas con malla de fibra de vidrio.
- Siguiendo la preparación, la superficie del casco debe lavarse repetidamente con agua dulce para eliminar cualquier glicol libre y los compuestos ácidos del laminado.

Lavado y secado del laminado

Como se ha comentado en diversas ocasiones, el glicol libre no se puede eliminar por evaporación y es primordial eliminarlo totalmente del laminado antes de proceder al pintado para evitar que resurja el problema después de realizar el tratamiento de reparación.

La única manera de eliminar el glicol y los ácidos que forman el líquido osmótico es mediante chorro de agua dulce a presión, preferiblemente caliente, y de manera reiterativa (se recomienda llevar a cabo este proceso cada día durante al menos 3 semanas).

El siguiente paso es el secado del casco (de manera natural) a cubierto o bien con un faldón de polietileno. Durante este periodo nos hemos de asegurar que las sentinas estén secas y el interior bien ventilado. Esto favorecerá la evaporación y a su vez evitaremos lecturas erróneas con el higrómetro.

El contenido de humedad debería ir disminuyendo día tras días (si se ha eliminado el líquido osmótico en su totalidad).

Opcionalmente, pueden utilizarse diversos métodos de secado para acelerar el proceso en su etapa final, aunque para realizar lecturas con el higrómetro deberíamos permitir la estabilización durante al menos 36 horas.

A continuación se indican los valores aceptables de humedad a partir de los cuales podemos considerar que la superficie está seca por lo que se puede iniciar la aplicación del recubrimiento:

TRAMEX SKIPPER MOISTURE METER EN SCALE 2	≤15
SOVEREIGN MARINE MOISTURE MASTER EN SCALE A	≤5

ESQUEMAS DE PINTADO: PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO

Introducción

Una vez se han determinado los diversos procedimientos a seguir y habiéndose detallado los

métodos de preparación, pasamos a explicar en qué consiste cada uno de los esquemas.

Esquema de Prevención de la Ósmosis

Es muy importante recordar que este esquema es únicamente válido para cascos sanos; este esquema no detendrá una ósmosis que ya ha empezado, pues se trata de un proceso irreversible.

La preparación de superficie previa corresponderá a alguno de los sistemas nombrados (P1, P2 ó P3), en función de la inspección y análisis del casco.



Embarcación durante el proceso de pintado

ETAPA	PRODUCTO	<u>con rodillo</u>				<u>con pistola airless</u>		
		INTERVALO DE REPINTADO (20°C)		ESPESOR DE PELÍCULA Y RENDIMIENTO TEÓRICO		INTERVALO DE REPINTADO (20°C)		ESPESOR DE PELÍCULA Y RENDIMIENTO TEÓRICO
		MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	
Método de preparación	Preparar el laminado de acuerdo con el cuadro de la pág. 10							
1: IMPRIMACIÓN INICIAL	<u>HIGH PROTECT 35651</u>	8h	24h	Espesor de película húmeda: 150μ Rendimiento: 6.7 m ² /L no se debe diluir	8h	16h	Espesor de película húmeda: 300μ Rendimiento: 3.3 m ² /L no se debe diluir	
2: SEGUNDA CAPA DE IMPRIMACIÓN	<u>HIGH PROTECT 35651</u>	8h	16h	Espesor de película húmeda: 150μ Rendimiento: 6.7 m ² /L no se debe diluir				
3: CAPA DE ENLACE DE ANTIINCRUSTANTE	<u>HEMPATEX ALUMINIUM 16300</u>	cuando esté seco	ninguno	Espesor de película húmeda: 100μ Espesor película seca: 40μ Rendimiento: 9 m ² /L	Normalmente entre 6 horas a 6 meses a 15°C		Espesor de película húmeda: 100μ Espesor película seca: 40μ Rendimiento: 9 m ² /L	
4: ANTIFOULING	(según elección)			10 m ² /L aproximadamente			10 m ² /L aproximadamente	

Esquema de Tratamiento de la Ósmosis

Este proceso es costoso, pero el único recomendado cuando se ha evidenciado la presencia de ósmosis y su desarrollo es tal, que la reparación está justificada.

La preparación de superficie previa corresponderá a los sistemas nombrados P2 ó P3, en función de la inspección y análisis del casco.



Mezcla de masilla epoxi

ETAPA	PRODUCTO	con rodillo			con pistola airless		
		INTERVALO DE REPINTADO (20°C)		ESPESOR DE PELÍCULA Y RENDIMIENTO TEÓRICO	INTERVALO DE REPINTADO (20°C)		ESPESOR DE PELÍCULA Y RENDIMIENTO TEÓRICO
		MÍN	MÁX		MÍN	MÁX	
Método de preparación	Preparar el laminado de acuerdo con el cuadro de la pág. 10						
1: IMPRIMACIÓN INICIAL	<u>HIGH PROTECT 35651</u>	8h	5 días	Esesor de película húmeda: 150µ Rendimiento: 6.7 m ² /L no se debe diluir	8h	5 días	Esesor de película húmeda: 300µ Rendimiento: 3.3 m ² /L no se debe diluir
2: MASILLADO Y LIJADO	<u>PROFILLER 35370</u>	8h	24h	Aplicar según necesidad. Siempre se recomienda lijar las masillas antes de repintar. No se debe diluir.	8h	24h	Aplicar según necesidad. Siempre se recomienda lijar las masillas antes de repintar. No se debe diluir.
3: SEGUNDA CAPA DE IMPRIMACIÓN	<u>HIGH PROTECT 35651</u>	8h	24h	Esesor de película húmeda: 150µ Rendimiento: 6.7 m ² /L no se debe diluir	8h	16h	Esesor de película húmeda: 300µ Rendimiento: 3.3 m ² /L no se debe diluir
4: TERCERA CAPA DE IMPRIMACIÓN	<u>HIGH PROTECT 35651</u>	8h	24h	Esesor de película húmeda: 150µ Rendimiento: 6.7 m ² /L no se debe diluir			
5: CUARTA CAPA DE IMPRIMACIÓN	<u>HIGH PROTECT 35651</u>	8h	24h	Esesor de película húmeda: 150µ Rendimiento: 6.7 m ² /L no se debe diluir			
6: CAPA DE ENLACE DE ANTIINCRUSTANTE	<u>HEMPATEX ALUMINIUM 16300</u>	cuando esté seco	ninguno	Esesor de película húmeda: 100µ Esesor película seca: 40µ Rendimiento: 9 m ² /L	Normalmente entre 6 horas a 6 meses a 15°C		Esesor de película húmeda: 100µ Esesor película seca: 40µ Rendimiento: 9 m ² /L
4: ANTIFOULING	(según elección)			10 m ² /L aproximadamente			10 m ² /L aproximadamente

CONSIDERACIONES REFERENTES A LA APLICACIÓN DE LOS ESQUEMAS

Preparación para el pintado

Antes de aplicar la imprimación, nos hemos de cerciorar de que la humedad relativa y la temperatura son las adecuadas para la aplicación de la pintura.

También hemos de disponer del material de trabajo (pintura, masilla, brochas, rodillos, etc.). La pintura ha de estar atemperada. También será necesaria una galga para controlar el espesor de película húmeda.

El material de seguridad e higiene como guantes, trapos, crema protectora, gafas y jabón ha de estar al alcance.

Es muy recomendable haber preparado un *timing* de trabajo a realizar para optimizar los recursos.

Capa inicial de imprimación

Se recomienda anotar la temperatura y la humedad de la zona de trabajo antes de empezar el trabajo.

Al aplicar HEMPEL'S HIGH PROTECT deben utilizarse guantes y gafas de seguridad, así como una crema protectora. También es necesaria una buena ventilación de la estancia.

La base y el catalizador reaccionan apropiadamente en proporción 3:2. Conviene realizar la mezcla de cantidades justas para evitar que el producto sobrepase el potlife, para lo cual habrá que utilizar un envase de tamaño apropiado. Homogeneizar con una espátula ancha y no diluir.

La pintura epoxi debe aplicarse mediante un rodillo de pelo corto especial procurando que ésta penetre en el laminado y humecte la superficie. Cambiar el rodillo en cuanto muestre signos de deterioro. Una brocha puede ayudar a alisar el acabado o para hacer penetrar la resina en los huecos o agujeros.

Es conveniente aplicar una capa extra de refuerzo en aquellas zonas donde el laminado sea pobre en resina (en el esquema de tratamiento básicamente).

A pesar de la dificultad de medir el grosor de capa en la primera capa de imprimación, debido a la absorción del laminado y a su aspecto posiblemente irregular, es conveniente tomar alguna medición de micraje utilizando un peine para asegurarnos de la correcta aplicación.

Un posible descolgamiento de la pintura indicaría que el grosor de capa es excesivo o que el producto estaba demasiado frío.

Una vez se ha aplicado una capa entera de imprimación, desechar el equipo así como restos de mezcla. Anotar de nuevo la temperatura y humedad así como la cantidad de producto consumido junto a los lotes de fabricación.

Quitarse la ropa de protección y lavarse manos, brazos y cara cuidadosamente. Nunca utilizar disolvente para este fin.

Aplicación de las capas subsiguientes

Cuando se ha de aplicar más de una capa de HEMPEL'S HIGH PROTECT, el repintado ha de llevarse a cabo dentro del intervalo indicado (que variará en función de la temperatura).

En caso de sobrepasarse, la superficie deberá ser convenientemente preparada mediante lijado para asegurar la correcta adherencia entre capas. Para ello se utilizará una lijadora orbital con papel de lija de grado 120, hasta obtener una superficie exenta de brillo y con

un perfil claramente visible. A continuación se utilizará un desengrasante tipo HEMPEL'S GLASSFIBRE DEGREASER con un trapo de algodón que se irá renovando regularmente para evitar extender la contaminación. Tras una hora, tiempo en que los disolventes ya se habrán evaporado, proceder a aplicar la siguiente capa.

Se recomienda alternar entre diferentes tonos de pintura para asegurar la completa cubrición de la superficie.

Masilla epoxi

Utilizaremos la masilla epoxi en aquellas situaciones en las que, ya sea por la eliminación del gelcoat o por defectos en la superficie, es necesario restaurar el perfil original del casco.

Puede comenzar a aplicarse tras 8 horas después de HEMPEL'S HIGH PROTECT.

En cuanto a seguridad e higiene, es importante utilizar un mono de trabajo, guantes de goma y gafas de seguridad, así como crema protectora en manos y antebrazos. Conviene que el lugar de trabajo tenga ventilación.

La masilla epoxi se mezcla en proporción 1:1, aconsejándose no manipular cantidades demasiado grandes cada vez para evitar no sólo que estropeemos masilla por sobrepasar el potlife, sino por el calor generado por la reacción. Tener en cuenta la consistencia viscosa de las masillas a la hora de mezclar, es importante que los dos componentes reaccionen en la proporción indicada, para lo cual conviene ajustar la cantidad y homogeneizar al máximo.

La llana de albañil es la herramienta más utilizada, aunque dependiendo de la zona a tratar e incluso del

profesional que lleve a cabo la tarea, pueden utilizarse otras más convenientes. Es importante ejercer presión para forzar que el producto penetre en los huecos. El masillado preciso evita la necesidad de un extenso lijado posterior.

Tras este proceso deberían anotarse la temperatura y humedad, así como los materiales consumidos con sus respectivos lotes y la hora de inicio y fin de la aplicación.

Las masillas han de ser lijadas antes de su repintado, pero si no están totalmente endurecidas, el proceso es muy costoso. En caso de no haber curado totalmente, la reacción puede acelerarse con la ayuda de una fuente de calor.

Notar que la masilla epoxi siempre se aplica entre capas de HIGH PROTECT (tipo *sandwich*) para proteger de la humedad y asegurar una óptima adherencia. También cabe decir que las masillas de poliéster utilizadas en carrocerías no son recomendables en inmersión por ser altamente absorbentes.

Tomar las mismas precauciones que en el punto *Capa inicial de imprimación* en lo que se refiere a la higiene tras la aplicación de productos epoxi.

	DESCRIPCIÓN	USO
HEMPEL'S PRO-FILLER 35370	masilla epoxi sin disolventes de baja densidad	para masillado general o masillado en grandes zonas. Fácil lijado.
HEMPADUR FILLER 35250	masilla epoxi sin disolventes	masillado para pequeñas zonas con gran capacidad de relleno.

Capa de enlace de antiincrustante

Los antiincrustantes son pinturas físicamente débiles, pues parte de su cometido es el de liberar aditivos biocidas de su composición al medio para evitar las incrustaciones de moluscos y otras especies marinas. Por otro lado, la unión entre un revestimiento bicomponente y el antifouling es muy delicada y crítica, por lo que se recomienda aplicar una capa puente con el fin de asegurar la adherencia.

El producto que HEMPEL dispone como capa de enlace en estos casos es el HEMPATEX ALUMINIUM 16300. Se trata de una pintura de clorocaucho con aluminio laminar. Notar que este producto también es monocomponente, por lo que deberemos tomar la siguiente precaución: aplicarla dentro del tiempo de "mordiente". Este momento es aquél, dentro del intervalo de repintado del epoxi, en que el HEMPEL'S HIGH PROTECT está pegajoso al tacto pero que no mancha. Este intervalo de tiempo también se denomina *tacking*.

Si transcurridos 10 minutos tras la aplicación de HEMPATEX ALUMINIUM 16300, éste no muestra signos de cuarteamiento, podemos asegurar que el momento de la aplicación ha sido el correcto.

En caso de haber sobrepasado el tiempo de repintado, será necesario lijar la imprimación epoxi y proceder como en el apartado *Aplicación de las capas subsiguientes*.

La aplicación de HEMPATEX ALUMINIUM 16300 se realiza a brocha y en una única capa. Se recomienda tomar las precauciones habituales en el manejo de pintura (guantes, crema protectora, gafas de protección, ventilación). Tener en cuenta que este producto contiene un 60% de disolvente.

Tras esta capa, el casco debe mantenerse en área cálida y seca durante al menos 24h para asegurar el completo curado de los diferentes productos aplicados.

Aplicación de antiincrustante

La aplicación del antiincrustante se realizará cuando la capa de enlace esté seca. Como se repinta la capa puente, no es necesaria ninguna preparación especial, un simple lavado es suficiente si han transcurrido varios días. Se recomiendan entre dos y tres capas de

antifouling atendiendo al tiempo mínimo de repintado (no máximo, no lo hay). Es importante no botar el barco hasta que la última capa de HEMPEL'S HIGHT PROTECT 35651 haya endurecido durante una semana a 20°C o dos semanas a 10°C.



Proceso de pintado finalizado

ANEXOS

Algunos puntos a recordar

A continuación se exponen algunos puntos importantes tratados en el manual que no debemos olvidar:

- La mejor definición de ósmosis en la fibra de vidrio es que consiste en la degradación del laminado debido a la presencia de humedad, la cual da como resultado último el ampollamiento del gelcoat.
- El ampollamiento es la última etapa del proceso de ósmosis, y puede tardar varios años en desarrollarse.
- Aunque la degradación por ósmosis es causada por la presencia de humedad, simplemente con eliminarla no resolveremos la situación, pues la ósmosis en la fibra de vidrio no es una reacción reversible.
- Utilizar un esquema de prevención de ósmosis cuando ésta ya ha avanzado no detendrá el proceso.
- Ello es debido a que todos los recubrimientos orgánicos (incluidos los epoxi) son algo permeables a la humedad, y permitirán la entrada de humedad en el laminado. Como las soluciones resultantes no pueden escapar, dan como último resultado el ampollamiento del esquema de protección.
- El diagnóstico de las condiciones del laminado no se debe basar en factores cuestionables como solamente las lecturas del higrómetro, y sólo deberían sacarse conclusiones después de una inspección y evaluación completa de todos los síntomas.
- Cuando hay que llevar a cabo un tratamiento de ósmosis, es esencial que se eliminen los productos de degradación del laminado antes del pintado:
 - La mejor manera de conseguirlo es lavando repetidamente el laminado con agua dulce (preferiblemente caliente) para eliminar los glicoles y otros productos de degradación.
 - Los métodos de preparación son también importantes; recuerde que eliminar el gelcoat no es suficiente para una buena preparación.
 - Recordar también que con calor o deshumidificación no eliminaremos el glicol, y será imposible secar el laminado satisfactoriamente mientras el glicol esté todavía presente.
- Las condiciones de aplicación son importantes cuando se aplica el esquema de pintado.
 - Muchos recubrimientos epoxi y masillas epoxi son propensos a exudar aminas, particularmente en condiciones de calor y humedad. Lavar siempre con agua dulce si se sospecha exudación de aminas.
 - Utilizando un exceso de catalizador no aceleramos el curado de la pintura o de la masilla, sino que ello puede causar fallos en el esquema de pintado.
 - Seguir siempre las recomendaciones del fabricante respecto a Higiene y Seguridad, las especificaciones de pintado y las condiciones de aplicación: si duda, pregunte.
- Recuerde que la Higiene y Seguridad son importantes, y es responsabilidad de cada uno: No deje la seguridad para los demás, ya que ellos podrían hacer lo mismo.

Glosario de términos de pintado

La sección que sigue es una selección de términos técnicos y abreviaciones que se utilizan normalmente en la industria de pinturas, y en el tratamiento de la ósmosis. Cuando es el caso, se dan referencias del número de página, diagramas, etc.

Abreviaciones

μ o μm

Abreviación utilizada comúnmente para definir micras cuando se especifica el espesor de película de pintura. Hay mil micras en un milímetro, y un millón de micras en un metro. Para convertir las micras en milésimas de pulgada, dividir el valor por 25.4.

DFT

Abreviación para **Dry Film Thickness** (espesor de película seca), normalmente expresado en micras o μm .

WFT

Abreviación para **Wet Film Thickness** (espesor de película húmeda), normalmente expresado en micras o μm .

Lista Alfabética

A

Amina (exudación de)

Formación de una fina película de carbonato de amina sobre la superficie de un recubrimiento o masilla epoxi, generalmente causada por una temperatura inadecuada de curado y/o una humedad alta. La exudación de amina debe eliminarse desengrasando o lavando con agua dulce antes del repintado.

Anclaje

Unión mecánica entre el substrato y la película de pintura.

B

Brea Epoxi

Pintura en la cual se combinan brea y resinas epoxi para formar el ligante. La brea epoxi es una buena barrera para la humedad y tiene buenas propiedades anticorrosivas, sin embargo, su uso está disminuyendo debido al riesgo carcinógeno asociado a los productos con brea.

C

Catalizador (Curing Agent)

Una parte de un producto de dos componentes, el cual reacciona con la Base para conseguir **su Curado, Reticulación, o Polimerización**.

Chorroado húmedo

Limpieza abrasiva de substratos mediante la proyección de abrasivo de finas partículas suspendidas en agua sobre la superficie. Este método se utiliza a menudo en el tratamiento de cascos de GRP con ósmosis, ya que es menos agresivo que el chorroado con arena.

CuarTEAMIENTO

Agrietamiento irregular de la película de pintura cuyo resultado es un efecto similar al aspecto del lecho seco de un río. Esto es normalmente debido a la aplicación de una pintura incompatible o un exceso de película aplicada. Puede ocurrir también cuando se aplican antiincrustantes prematuramente.

D

Dermatitis

Inflamación crónica e irritación de la piel, normalmente causada por el contacto repetido con un sensibilizador de la piel o un material irritante. La exposición a resinas epoxi y aceites de motor son causas comunes de dermatitis, pero puede ser causada por el contacto repetido con papel y madera. El uso de disolventes para la limpieza de las manos incrementa significativamente el riesgo de dermatitis.

E

Espesor de Película Húmeda (WFT)

Espesor de una película de pintura inmediatamente después de su aplicación, que se mide utilizando un "peine" o galga.

Espesor de Película Seca (DFT)

El espesor de película de pintura después del curado cuando todo el disolvente se ha evaporado. El espesor de pintura seca se mide normalmente en μm o micras, pero puede ser medido en *Mil* o *Thou*.

G

Galga de Película Húmeda

A veces conocido como peine de espesor de película húmeda, se utiliza para medir el espesor de película inmediatamente después de la aplicación, y antes que tenga lugar una evaporación significativa de disolvente. El espesor de pintura se mide normalmente en micras o μm .

Galga de Película Seca

Galga electrónica o magnética utilizada para determinar el espesor de película seca o del esquema. La determinación del DFT en sustratos de madera o plástico no es posible si no se saca una muestra para mirarla con un micrómetro o un microscopio.

Gelcoat

Capa de resina protectora de laminados de poliéster reforzados con fibra de vidrio. El gelcoat está generalmente coloreado, pero algunos astilleros utilizan gelcoat sin pigmentar para áreas en inmersión.

Glicoles

Son alcoholes viscosos de alto peso molecular, con dos grupos hidroxilo (-OH) en cada molécula. Los glicoles son higroscópicos, no se evaporan, y tienen un punto de ebullición de alrededor de 200°C. Se utilizan en anticongelantes, fluidos para frenos hidráulicos y en resinas para construcción de embarcaciones. Se encuentran a menudo como productos de degradación en laminados con ósmosis. Son altamente polares, muy solubles en agua, y conductores de la electricidad.

Granalla

Abrasivo utilizado en la preparación del sustrato para su pintado. El tamaño de la granalla está escalado con números bajos (gruesa) y números altos (fina). La granalla para el chorreado se debe seleccionar de acuerdo con el perfil deseado y la naturaleza de la superficie a chorrear.

High Build Coatings

Término utilizado para describir recubrimientos que tienen un alto espesor de película seca, normalmente por encima de 100 μ .

Higroscópico

Compuestos que atraen y absorben humedad de cualquier fuente. Como ejemplo, los catalizadores de las pinturas epoxi y de poliuretano, los cuales deben ser conservados en recipientes herméticamente cerrados. Algunos productos de degradación osmótica son higroscópicos, y se deben eliminar antes de secar el laminado.

M

Micra (μ o μm)

Una micra es una millonésima del metro o una milésima de milímetro. Es la unidad utilizada actualmente en la medida del espesor de película. Para convertirla en Thou o Mil, dividir la medida por 25.4.

O

Ósmosis (en la fibra de vidrio)

La degradación química del laminado de fibra de vidrio debido a la humedad, la cual provoca el ampollamiento del gelcoat.

P

Punto de rocío (Dew Point)

Temperatura de la superficie por debajo de la cual condensará la humedad, haciendo imposible el pintado. Actualmente se calcula el punto de rocío a partir de la humedad relativa. Para evitar el riesgo de condensación, la temperatura del sustrato debe estar siempre al menos 4°C por encima de la temperatura del punto de rocío.

R

Resina epoxi

Son duras, resistentes a los agentes químicos y al agua, formadas por polimerización de la epíclorhidrina y el bisfenol. Algunas de estas resinas son líquidas hasta que reaccionen químicamente con el endurecedor. Desafortunadamente, las resinas epoxi tienen una pobre resistencia a la luz ultravioleta, y se decoloran y calean en exposición atmosférica.

Retención de Disolvente

Si el disolvente no se ha evaporado antes que la pintura haya curado, puede quedarse atrapado dentro del esquema de pintado. La retención de disolvente está causada típicamente por un exceso de pintura y un repintado demasiado rápido, dando pinturas blandas y con poco brillo. Puede llevarnos a un fallo prematuro como el agrietamiento (splitting) o falta de adherencia.

S

Sobrecurado

Una condición causada por un exceso de curing agent en una pintura de dos componentes. El sobrecurado puede causar fragilidad en poliuretanos y exudación de aminas en las epoxi, pero **no** acelera la velocidad de curado.

Splitting

Defecto en el cual la capa de pintura falla debida a una pobre fuerza cohesiva, más que a una falta de adherencia. El splitting es causado por el disolvente retenido y/o subcurado de la película de pintura afectada

Subcurado

Una condición donde la pintura no cura adecuadamente debido a unas condiciones pobres de curado o una mezcla incorrecta. La película subcurada generalmente es blanda, y tiene pobres propiedades mecánicas y deficiente efecto barrera contra la humedad.

T

Traspase

Método de mezcla de dos líquidos pasando repetidamente entre dos contenedores. Este método sólo es recomendable para mezclar materiales de baja viscosidad, y no debe utilizarse para mezclar pinturas epoxi o masillas sin disolventes.

Higiene y Seguridad en el tratamiento de la ósmosis

El tratamiento de la ósmosis, como cualquier proceso industrial, conlleva algunos riesgos para los operarios, y otros trabajadores vecinos. Existe una clara responsabilidad legal y moral para minimizar estos riesgos, y tomar las precauciones que se requieran.

Uso seguro de las Pinturas Epoxi

Los recubrimientos epoxi son compuestos químicos, y como tales deben ser tratados con cuidado y respeto. **Todas** las pinturas epoxi pueden causar dermatitis y otras enfermedades cutáneas cuando son utilizadas en pinturas, masillas o adhesivos, y por ello se debe utilizar una protección adecuada.

La dermatitis es causada por el contacto repetido de la resina epoxi con la piel (particularmente con los catalizadores) y puede empezar como un sarpullido o irritación en las áreas expuestas. Las pinturas y masillas libres de disolventes suponen un gran riesgo ya que normalmente contienen resinas de pesos moleculares bajos, que son irritantes, y como son viscosos son difíciles de eliminar de la piel.

El hecho de no eliminar los restos de epoxi de la piel rápidamente y el uso de disolventes o detergentes agresivos para el lavado de las manos incrementará significativamente el riesgo de dermatitis. Podemos recordar que mientras las manos son relativamente inmunes a la irritación de la piel, la piel de otras áreas del cuerpo es mucho más sensible, y si se expone a materiales epoxi es probable que se irriten. Por ello, **nunca** tocarse la cara, boca ni ojos cuando se trabaja con epoxi, y **siempre** lavarse las manos **antes** de ir al lavabo.

Para evitar riesgos, utilizar guantes de goma y vestir mono durante la aplicación, y aplicar una crema barrera en las manos, antebrazos, y otras áreas expuestas del cuerpo. También deben utilizarse gafas de seguridad para protegerse de salpicaduras. Si se produce un sarpullido o irritación, debe pararse el uso de pintura epoxi hasta que los síntomas hayan sido examinados por un médico.

El polvo de las masillas epoxi puede suponer también un riesgo ya que el polvo puede contener material no curado y causar irritación en pieles sensibles. Es particularmente irritante para la frente, ojos y cuello, y en áreas donde el polvo se puede concentrar. Aquí también se recomienda el uso de una crema barrera en la cara, manos y cuello, y puede ser de ayuda vestir monos con puños elásticos. Mientras se lija debe llevarse protección respiratoria.

Medidas de Ventilación

Es necesaria una buena ventilación durante la aplicación de todas los productos epoxi, **incluyendo** las pinturas y masillas libres de disolventes. Aunque estos materiales no contienen disolventes, los catalizadores pueden contener aminas de bajo peso molecular que son volátiles, y pueden evaporarse causando irritación en la piel y vías respiratorias. La mayoría de las resinas epoxi están formuladas para minimizar estos problemas, pero pueden tener lugar ocasionalmente con lotes de algunas materias, y pueden causar problemas cuando la aplicación se lleva a cabo en un espacio cerrado, como una cubierta puesta alrededor de la embarcación que se está tratando de ósmosis.

Cuando se utilizan pinturas epoxi que contienen disolventes, pueden liberar vapores inflamables a la atmósfera, y pueden suponer riesgos para la salud, fuego y explosiones si no se dispone de una adecuada extracción. Podemos hacer notar que la mayoría de las epoxi (con disolventes) contienen alcoholes como disolventes, y puede provocar embriaguez si se inhalan los vapores.

Para minimizar estos riesgos, se recomienda instalar una extracción adecuada.

Higiene Personal y Notas de Seguridad

A parte de la información específica del empleo seguro de las epoxi, se debe seguir el siguiente apartado de Higiene personal y Notas de seguridad para evitar otros riesgos asociados con la pintura, y su aplicación. Por favor, lea esto antes de empezar a trabajar:

- . Proteger **siempre** los ojos cuando se mezclan o utilizan pinturas o disolventes.
 - . Trabajar **siempre** en condiciones de buena ventilación. Si no es posible, es **esencial** utilizar protección respiratoria.
 - . **Nunca** trabajar solo o aislado cuando se llevan a cabo operaciones potencialmente peligrosas, o cuando se trabaja en zonas peligrosas, y pueda necesitar ayuda en caso de emergencia.
 - . Proteger **siempre** las manos cuando se mezclen o utilicen pinturas o disolvente. Los guantes de goma ofrecen la mejor protección, pero si le parece difícil trabajar con ellos, puede utilizar guantes médicos de látex. También es recomendable utilizar una crema barrera como protección adicional.
 - . Tener cuidado **siempre** cuando abra un bote de pintura, ya que puede estar bajo presión (en especial los catalizadores de poliuretanos y pinturas que contienen aluminio). Si un bote está bajo presión, cubrir con un trapo antes de abrir para evitar salpicaduras.
 - . **Nunca** tocarse la boca, ojos u otras áreas sensibles cuando se llevan guantes o sin lavarse las manos. Está especialmente recomendado lavarse las manos **antes** de ir al lavabo.
 - . **Nunca** utilizar disolventes para lavarse las manos y la piel, ya que tienen un efecto "desengrasante" agresivo, eliminando rápidamente las grasas naturales. Esto aumenta significativamente el riesgo de dermatitis y otras enfermedades cutáneas, y hace la piel progresivamente más áspera y difícil de limpiar.
 - . Para eliminar la pintura de las manos, limpiar bien con agua tibia y alguno de los muchos productos profesionales de limpieza de las manos. También es recomendable que se utilice una crema para las manos después de la limpieza para mantener la piel en buenas condiciones.
 - . Es preferible trabajar sin anillos ni relojes, ya que pueden retener materiales irritantes, incrementando el riesgo de dermatitis u otras enfermedades cutáneas.
 - . Utilizar **siempre** monos de trabajo cuando se mezcla o aplica pintura. Las ropas de trabajo hechas de fibras naturales son las mejores, ya que tienden a disipar el sudor mejor que las sintéticas. Puños y tobillos elásticos son recomendables cuando se lija para evitar el contacto con el polvo irritante.
 - . **Nunca** poner un trapo mojado o contaminado de disolvente en los bolsillos del mono de trabajo; ello puede causar serias enfermedades cutáneas, y supone un riesgo de incendio.
 - . Los monos de trabajo contaminados deben eliminarse inmediatamente por las mismas razones.
 - . Utilizar **siempre** protección respiratoria cuando se lija o raspa pintura, para evitar la inhalación de polvo perjudicial.
 - . **Los antiincrustantes no pueden ser nunca chorreados en seco o decapados a la llama** ya que están formulados con compuestos tóxicos.
 - . **Nunca** comer ni fumar mientras se trabaja con pintura.
 - . Lavarse las manos, y enjuagar la boca con agua antes de comer, beber o fumar. Los monos de trabajo se deben quitar antes de comer.
 - . Todo equipo protector debe lavarse regularmente con agua y jabón; ello eliminará los materiales irritantes y bacterias.
- Esta información es sólo un breve resumen de los requerimientos de condiciones de trabajo seguras durante los tratamientos de ósmosis, y no intenta ser exhaustivo.** Si tiene alguna duda a cerca de Higiene y Seguridad, no dude en contactar con Hempel, y/o su inspector local de Higiene y Seguridad, el cual estará a su disposición para darle consejos útiles.