

RECUBRIMIENTOS NANO VpCI



ÍNDICE

1.- Introducción.

2.- El inhibidor de corrosión en fase vapor VpCI.

- 2.1.- Clasificación. (pág 4)
- 2.2.- Mecanismo de actuación. (pág 4)
- 2.3.- Aspectos relativos a su funcionamiento. (pág 5)
 - 2.3.1.- La temperatura. (pág 6)
 - 2.3.2.- Naturaleza del film adsorbido. (pág 7)

3.- Recubrimientos tradicionales vs recubrimientos VpCI-Nano.

4.- Selección del recubrimiento adecuado.

- 4.1.- Recubrimientos permanentes. (pág 11)
- 4.2.- Recubrimientos temporales. (pág 13)

5.- Preparadores de superficie.

- 5.1.- Eliminadores de óxido. (pág 14)
- 5.2.- Convertidores de óxido. (pág 16)

6.- Eliminadores de pinturas.

1.- INTRODUCCIÓN.

La corrosión atmosférica de los metales es actualmente responsable de un apreciable porcentaje del daño global que se produce por este fenómeno en las instalaciones constituidas por este tipo de materiales, originando, por esta causa, una alteración de la durabilidad, así como, una alteración en la operatividad de las mismas, Para poder disminuir este efecto existen dos métodos clásicos el uso de aleaciones especiales o el uso de recubrimientos sobre los metales expuestos.

En la presente presentación se recopilan aquellos recubrimientos con inhibidores de corrosión en fase vapor de aplicación más relevante, y que han permitido resolver numerosos problemas que no disponían de una solución cómoda, así como a mejorar y sustituir algunos sistemas de tratamiento de difícil aplicación y eliminación.



2.- EL INHIBIDOR DE CORROSIÓN EN FASE VAPOR VpCI

2.1.- Clasificación

Este tipo de inhibidores se encuentra clasificados como de capa electrolítica secundarios.

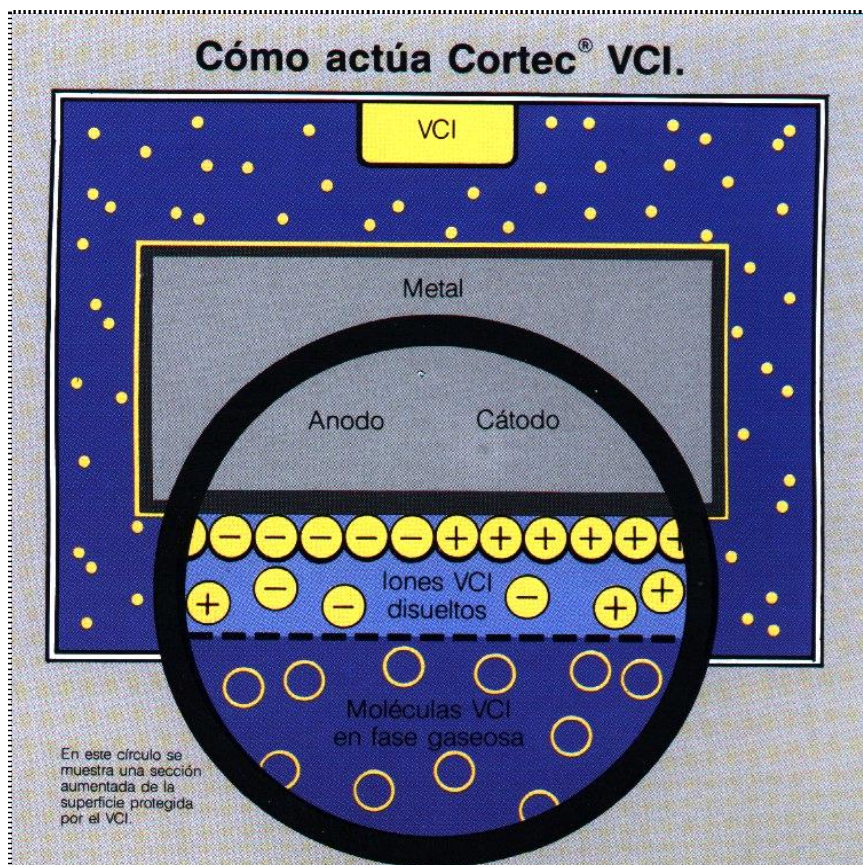
De capa electrolítica: porque disminuyen los procesos físicos y químicos en la capa de electrolito que se adhiere a la interfase de agua sobre el metal mediante sustancias que se encuentran disueltas en la propia capa.

Secundarios: ya que no se encuentran a priori las sustancias inhibidoras en la capa de electrolito, si no que se generan en ésta mediante un proceso químico, variando, además, la migración de componentes de las reacciones de los electrodos.

Físicamente, son sólidos cristalinos cuya fase vapor es controlada por la estructura cristalina del compuesto y el carácter de la cadena de átomos de la molécula. El vapor protector se expande dentro de un recinto cerrado hasta que el equilibrio determinado por su presión vapor es alcanzado (esta presión vapor oscila entre 10^{-3} a 10^{-5} mm Hg).

2.2.- Mecanismo de actuación.

En general, el dispositivo portador del VpCI desprende vapor en el interior del espacio cerrado a proteger, este vapor se deposita sobre la superficie metálica adsorbiéndose sobre la misma y formando una capa monomolecular sobre las áreas anódica y catódica por lo que se trata de un inhibidor mixto; cualquier factor que de lugar a una alteración de la capa de inhibidor formada no representará problemática alguna debido a que el film se renueva automáticamente manteniendo una protección continua mientras exista producto en el portador.



Esquema que muestra de un modo gráfico el mecanismo de actuación de las moléculas de VpCI sobre la superficie metálica. Se detalla la ordenación a modo de capa monomolecular, en la cual, se disponen cada una de las moléculas de VpCI que han condensado sobre la superficie.

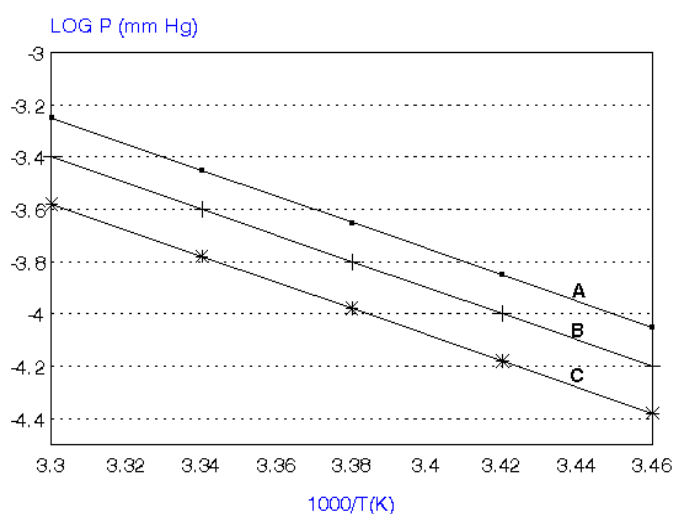
2.3.-Aspectos relativos al funcionamiento del inhibidor VpCI.

Se distinguen dos aspectos fundamentales, desde el punto de vista práctico, que influyen en la posterior funcionalidad del inhibidor y que dependen del diseño inicial de la molécula de inhibidor como son, la temperatura y la naturaleza de la capa adsorbida.

2.3.1.- La Temperatura:

La relación entre la presión vapor y la temperatura externa en los inhibidores en fase vapor presenta la siguiente dependencia:

Dependencia de la presión vapor de saturación de inhibidores de corrosión frente a la temperatura.



Compuesto A: Nitrato de Diciclohexilamonio

Compuesto B: Benzoato de Ciclohexilamonio

Compuesto C: Nitrato de Diisopropilamonio

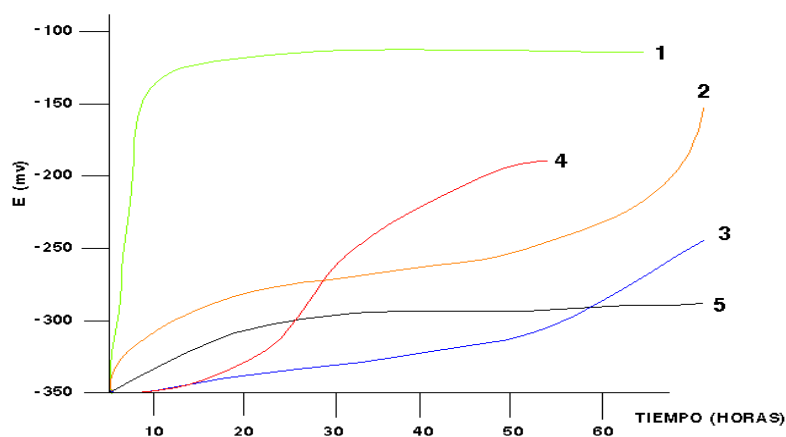
Considerando que la presión vapor de los VpCl cumplen satisfactoriamente una relación lineal entre $-\text{LOG P}$ vs $1/T$, el aumento en la temperatura atmosférica nos proporciona una mayor presión vapor en cada compuesto, lo que implica una mayor concentración de inhibidor en la fase vapor. La principal ventaja que se obtiene es que de existir un aumento de temperatura (que de igual manera provoca un aumento en los fenómenos de corrosión) este tipo de compuestos permiten contar de igual manera con una mayor cantidad de inhibidor en fase vapor para hacer frente al proceso corrosivo.

2.3.2.-Naturaleza del film adsorbido.

El vapor generado por los VpCI forma una capa hidrófoba la cual se mide por un aumento del ángulo de contacto con el agua que aumenta con el tiempo de exposición al inhibidor tras limpiar el exceso de este con un solvente. Se establece que tras siete días de exposición el ángulo de contacto se incrementa alrededor de un 170-200% sobre el valor de origen. El incremento tras tres meses es moderado llegando a valores sobre el 275% para el acero, 137% para el cobre y el magnesio y un 120% para el cinc.

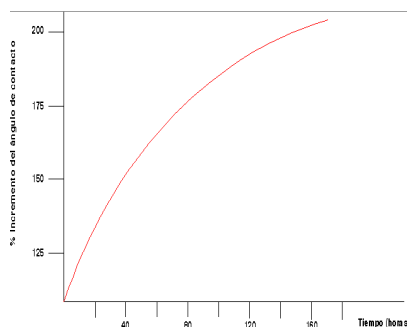
La mejor protección ocurre cuando en la capa adsorbida se encuentran presentes tanto la amina como el ácido del compuesto ya que se produce una separación de la molécula haciendo que funcionen como inhibidor anódico y catódico.

Dependencia del ángulo de contacto con el tiempo en cromato de ciclohexilamina sobre acero dulce.



- 1: Morfolina
- 2: Carbonato de morfolina.
- 3: Diciclohexilamina
- 4: Ciclohexilamina
- 5: Nitrito de diciclohexilamina

Efecto de la duración de exposición en electrodo de acero de diferentes VpCI sobre el potencial.

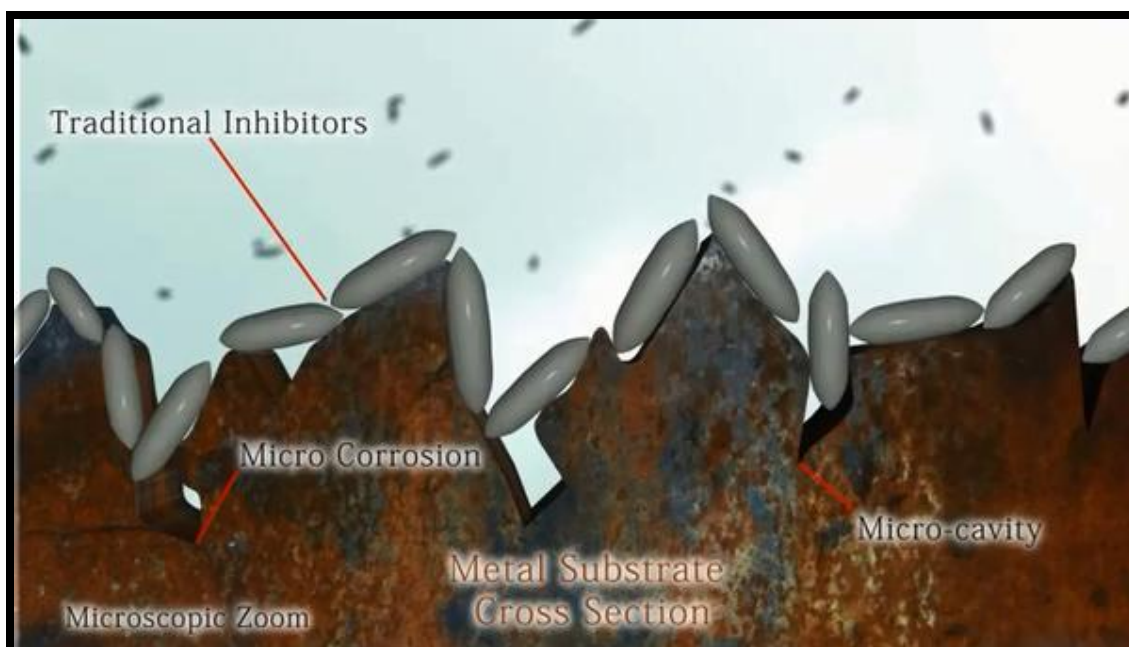


Los estudios experimentales confirman que la adsorción del VpCI sobre la superficie provoca una protección frente a la corrosión que se consolida con el tiempo, Cuando un electrodo de acero es expuesto a los vapores del inhibidor volátil, el potencial de electrodo alcanza valores considerables.

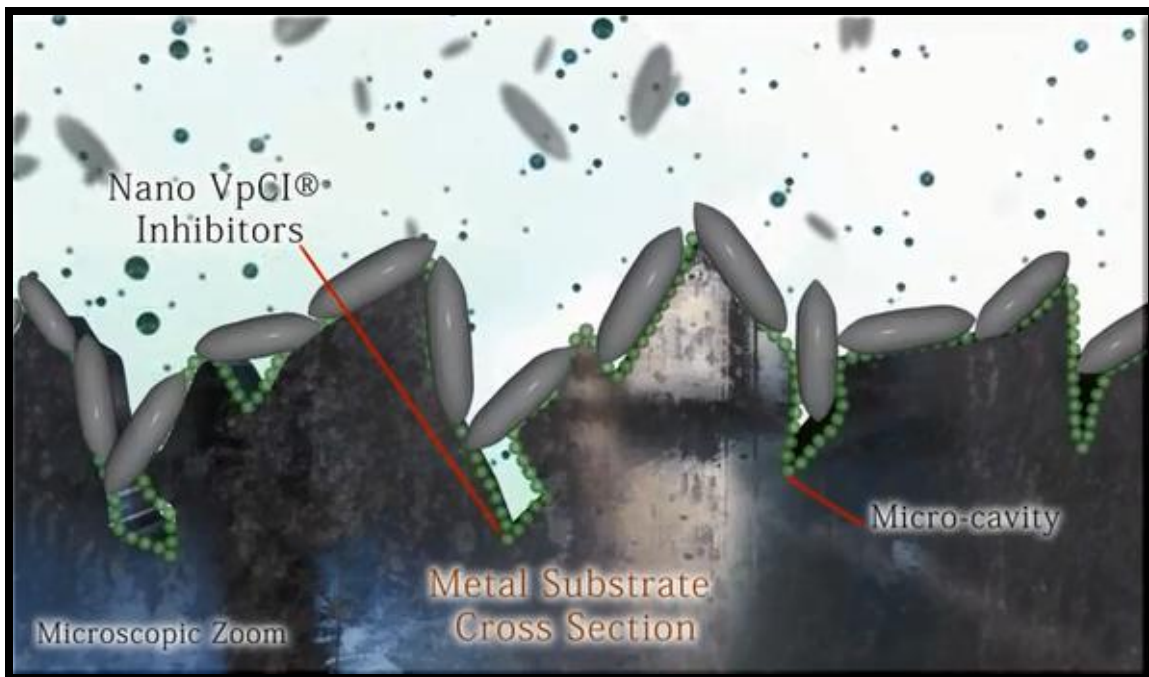
3.-RECUBRIMIENTOS TRADICIONALES VS RECUBRIMIENTOS VpCI NANO.

La incorporación de inhibidores de corrosión VpCI nano a los recubrimientos, otorga una protección muy superior a los sistemas mediante inhibidores de la corrosión convencionales debido a que se elimina la problemática derivada del grado de porosidad sobre la superficie metálica causada por estos últimos; esto es posible dada la existencia de un film monomolecular formado sobre todos y cada uno de los lugares de acceso imposible para cualquier recubrimiento.

Esto se comprende muy bien si nos fijamos en las dos imágenes más abajo, la primera se trata de un recubrimiento convencional, con todos los componentes y tamaños de los mismos dentro del recubrimiento; en esta imagen vemos como existen zonas de la superficie del metal dónde, simplemente por tamaño de partícula o por capacidad de penetración, es imposible acceder. Son estos puntos los inicios de la corrosión al no encontrarse adecuadamente protegidos.



La siguiente imagen nos muestra este mismo recubrimiento más la acción de los inhibidores de corrosión en fase vapor, podemos observar cómo la capacidad de formar un film aislante entre el metal y el medio externo con una facilidad de penetración extrema, nos proporciona una barrera añadida que, a la postre, nos permite aumentar la durabilidad de un recubrimiento aplicado con el mismo espesor o igualarla esta durabilidad con espesores menores.



4.- SELECCIÓN DEL RECUBRIMIENTO ADECUADO.

Previo a la selección del recubrimiento o sistema de recubrimientos adecuados para llevar a cabo la función que se precisa, es necesario valorar los siguientes aspectos:

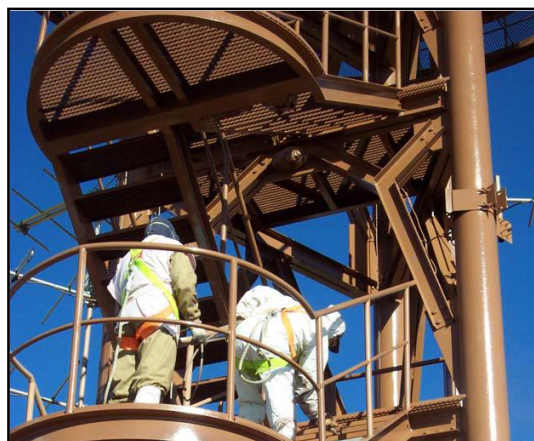
- Tipo de protección necesaria (temporal o de alta duración).
- Tipo de metal a proteger.
- Tipo de exposición (interna, externa, sumergida, etc.)
- Forma de aplicación.
- Parámetros de la aplicación.
- Coste.

Seguidamente pasaremos revista a varios de los recubrimientos existentes en función del tipo de protección requerida (temporal o permanente) y luego en base a esta división se detallan los demás parámetros a tener en consideración.

4.1- Recubrimientos permanentes.

Los recubrimientos permanentes con inhibidores de la corrosión en fase vapor, proporcionan un aumento considerable de la resistencia a los ataques corrosivos de los recubrimientos convencionales.

El uso de este tipo de sistemas de pintura eleva la vida útil de las instalaciones protegidas, disminuyendo el mantenimiento.



Imprimaciones monocomponentes

| | VpCI®-373 Sistema 1K | VpCI®-375 | VpCI®-386 | VpCI®-396 | CorrVerter® | EcoShield® 386 | EcoPrimer™ | CorrBarrier |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Tipo de sistema | Agua | Agua | Agua | Solvente | Agua | Agua | Agua | Agua |
| Resina | Acrilica | Acrilica | Acrilica | Uretano | PVC | Acrilica | Acrilica/Alquídica | PVC |
| Durabilidad exterior | Pobre | Muy buena | Muy buena | Muy buena | Pobre | Muy buena | Pobre | Muy buena |
| Resistencia química | Pobre | Aceptable | Aceptable | Buena | Muy buena | Aceptable | Buena | Muy buena |
| Directo al metal (DTM) | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Niebla salina | 72 hrs | 750 hrs+ | 168 hrs | 750 hrs+ | 500 hrs | 1000 hrs | 200 hrs | 500 hrs |
| Brillo | 15-25 | 30-50 | 80+ | 30-50 | 15-25 | 80+ | 15-25 | 15-25 |
| VOC | 0.6 lbs/gal (72 g/l) | 0.7 lbs/gal (84 g/l) | 0.6 lbs/gal (72 g/l) | 3.1 lbs/gal (371 g/l) | 0.1 lbs/gal (12 g/l) | 0.61 lbs/gal (68 g/l) | 0.1 lbs/gal (12 g/l) | 0.2 lbs/gal (24 g/l) |
| Sólidos | 30.90% | 39% | 31% | 56.20% | 34.50% | 31% | 41.70% | 44.30% |
| DFT Recomendado | 0.5-1.0 mils (12.5-25 µm) | 1.5-3.0 mils (37.5-75 µm) | 1.5-3.0 mils (37.5-75 µm) | 2.0-3.0 mils (50-75 µm) | 3.0-5.0 mils (75-125 µm) | 1.5-3.0 mils (37.5-75 µm) | 1.5-4.0 mils (37.5-100 µm) | 2.0-3.0 mils (50-75 µm) |
| Secado al tacto | 20 min | 20 min | 30 min | 2-3 hrs | 2-3 hrs | 30 min | 20-30 min | 20-30 min |

Top Coat monocomponente

| | EcoShield® 386 | VpCI®-280 | VpCI®-371 | VpCI®-375 | VpCI®-380 | VpCI®-381 | VpCI®-383 | VpCI®-386 | VpCI®-387 | VpCI®-390 | VpCI®-392 | VpCI®-398 |
|------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Tipo de sistema | Agua | Solvente | Solvente | Agua | Agua | Agua | Agua | Agua | Agua | Agua | Agua | Solvente |
| Resina | Acrilica | Alquídica | Silicona | Acrilica | Ejuno-polimera | Uretano/Acrilico | Acrilica | Acrilica | Acrilica | Alquídica | Uretano | Sulfonata |
| Durabilidad exterior | Muy buena | Muy buena | Muy buena | Muy buena | Muy buena | Muy buena | Buena | Muy buena | Muy buena | Muy buena | Muy buena | Muy buena |
| Resistencia química | Aceptable | Pobre | Buena | Aceptable | Buena | Muy buena | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Aceptable | Buena | Muy buena |
| Directo al metal (DTM) | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Niebla salina | 1000 hrs | 336 hrs | 600 hrs | 750 hrs+ | 100 hrs+ | 1000 hrs+ | 168 hrs | 168 hrs | 500 hrs | 500 hrs | 200 hrs+ | 2000 hrs+ |
| Brillo | 80+ | 80+ | 80+ | 30-50 | 80+ | 80+ | 80+ | 80+ | 80+ | 80+ | 80+ | 15-25 |
| VOC | 0.61 lbs/gal (68 g/l) | 2.8 lbs/gal (336 g/l) | 3.3 lbs/gal (395 g/l) | 0.7 lbs/gal (84 g/l) | 1.6 lbs/gal (192 g/l) | 0.29 lbs/gal (35 g/l) | 0.6 lbs/gal (72 g/l) | 0.6 lbs/gal (72 g/l) | 0.8 lbs/gal (95 g/l) | 1.12 lbs/gal (134 g/l) | 1.1 lbs/gal (132 g/l) | 2.6 lbs/gal (312 g/l) |
| Sólidos | 31% | 54-57% | 37.10% | 39% | 33.90% | 33.70% | 12% | 31% | 30.90% | 26.20% | 34.10% | 64.90% |
| DFT Recomendado | 1.5-3.0 mils (37.5-75 µm) | 1.0-3.0 mils (25-75 µm) | 1.0-2.0 mils (25-50 µm) | 1.5-3.0 mils (37.5-75 µm) | 3.0-5.0 mils (75-125 µm) | 1.5-3.0 mils (37.5-75 µm) | 4-12 mils (10-30 µm) | 1.5-3.0 mils (37.5-75 µm) | 3.0-5.0 mils (75-125 µm) | 1.5-2.0 mils (37.5-50 µm) | 1.0-2.0 mils (25-50 µm) | 4.0-5.0 mils (100-125 µm) |
| Seco al tacto | 30 min | 30 min | 20 min | 20 min | 30 min | 20-30 min | 30 min | 30 min | 1 hr | 1-2 hrs | 30-40 min | 4-6 hrs |

Imprimación de dos componentes

| | VpCI®-395 |
|------------------------|---------------------------|
| Tipo de Sistema | Agua |
| Resina | Epoxy |
| Durabilidad exterior | Pobre |
| Resistencia química | Excelente |
| Directo al Metal (DTM) | Sí |
| Niebla salina | 1000 hrs+ |
| Brillo | 15-25 |
| VOC | 0.2 lb/gal (24 g/l) |
| Sólidos | 48.60% |
| DFT Recomendado | 1.5-3.0 mils (37.5-75 µm) |
| Vida útil | 2-3 horas |
| Seco al tacto | 20-30 min |

Top Coat de dos componentes

| | VpCI-382 | VpCI-384 | VpCI-2026 |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Tipo de sistema | Agua | Solvente | 100% Sólidos |
| Resina | Uretano | Uretano | Novolac Epoxy |
| Durabilidad exterior | Muy buena | Muy buena | Muy buena |
| Resistencia química | Muy buena | Muy buena | Excelente |
| Directo al metal (DTM) | No | No | Si |
| Niebla salina | 1000 hrs+ | 500 hrs+ | 500 hrs+ |
| Brillo | 80+ | 80+ | 80+ |
| VOC | 0.02 lbs/gal (2.4 g/l) | 3.5 lbs/gal (419 g/l) | 0.1 lbs/gal (12 g/l) |
| Sólidos | 67.90% | 50-55% | 100% |
| DFT Recomendado | 1.5-3.0 mils (37.5-75um) | 1.5-3.0 mils (37.5-75um) | 11.0-13.0 mils (275-325 um) |
| Vida útil | 2-3 horas | 2-3 horas | 20-25 minutos |
| Seco al tacto | 2.5-3 hrs | 1.5-2 hrs | 30 min |

4.2- Recubrimientos temporales.

Los recubrimientos temporales con inhibidores de la corrosión en fase vapor, proporcionan una excepcional protección multimetal y resistencia a medios salinos. Estos recubrimientos temporales reemplazan en muchos casos los productos basados en aceites, Son una excelente elección para protecciones temporales bajo techo para más de 5 años y protecciones medias (entre 6 y 24 meses) a la intemperie.

Estos recubrimientos son seguros y fáciles de utilizar curando con películas blandas o duras, Son eficientes en atmósferas de SO₂ y H₂S. Los productos aportan un recubrimiento ceroso translucido fácilmente removible con bajo VOC, Este tipo de productos se remueven muy fácilmente con el limpiador VpCI-414. Los productos protegen metales como el aluminio, acero, aleaciones de cobre, estaño, etc.

Las aplicaciones típicas son:

- Equipos en parada.
- Envíos marítimos.
- Almacenamiento.
- Protección de equipos en proceso
- Reparaciones y mantenimiento.



| | VpCI®-368 | VpCI®-369 | VpCI®-372 | VpCI®-388 | VpCI®-389 | VpCI®-391 | CorShield® |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Tipo de sistema | Solvente | Aceite | Agua | Agua | Agua | Agua | Agua |
| Durabilidad exterior | Muy buena | Buena | Buena | Buena | Muy buena | Muy buena | Buena |
| Niebla salina | 1500 hrs | 3500+ hrs | 168 hrs | 100 hrs | 600 hrs | 250+ hrs | 100 hrs |
| VOC | 2.9 lbs/gal (347 g/l) | 0.0 lbs/gal (0 g/l) | 0.2 lbs/gal (24 g/l) | 0.2 lbs/gal (24 g/l) | 0.1 lbs/gal (12 g/l) | 0.4 lbs/gal (48 g/l) | 0.0 lbs/gal (0 g/l) |
| Sólidos | 52.30% | 99% | 33% | 26.70% | 37.10% | 34.40% | 10-20% |
| DFT Recomendado | 2.0-3.0 mils (50-75 um) | 1.0-3.0 mils (25-75 um) | 2.0-10.0 mils (50-250 um) | 2.0-3.0 mils (50-75 um) | 1.0-2.0 mils (25-50 um) | 1.0-3.0 mils (25-75 um) | 0.5-1.0 mils (12.5-25 um) |
| Seco al tacto | 30 min | Na | 1-2 hrs | 20-30 min | 10-60 min | 30-60 min | 30 min |
| Eliminación | VpCI®-414 | VpCI®-414 | VpCI®-414 | VpCI®-414 | VpCI®-414 | VpCI®-414 | VpCI®-414 |

5.- PREPARADORES DE SUPERFICIE.

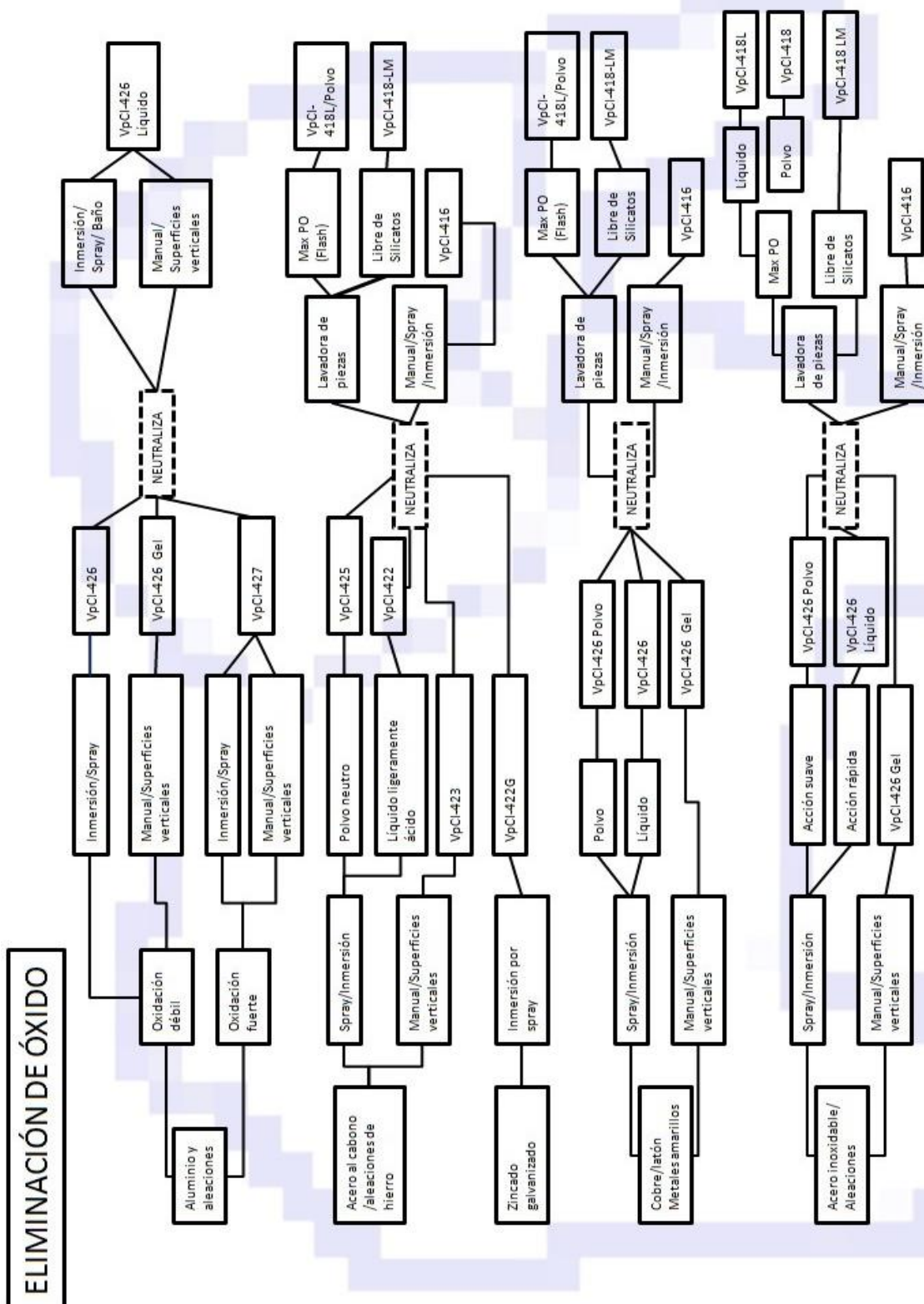
A continuación detallaremos dos de los sistemas alternativos que se pueden usar para preparar la superficie del metal a ser pintado, en ningún caso son sustitutos de los medios físicos usados para conseguir un grado de preparación elevado de la superficie, se trata de una alternativa en aquellos casos en los que el uso de estos sea imposible.

5.1- Eliminadores de óxido.

Este tipo de productos son usados en aquellos casos en los que necesitemos recuperar piezas que, generalmente, no van recubiertas de forma permanente, por ejemplo mecanizados.

En estos casos se dispone de eliminadores de herrumbre para los diferentes metales existentes, siendo en todos los casos respetuosos con el medioambiente y no produciendo daños en el metal, especialmente reseñable es el caso del acero al carbono, los eliminadores usados no producen fragilización por hidrógeno.

Seguidamente se muestran en diagrama de bloques los diferentes pasos a llevar a cabo en a utilización de este tipo de eliminadores, así y como, la selección recomendada según el material a recuperar.



Nota: En algunos casos puede ser necesario limpiar la suciedad de las partes antes de eliminar el óxido. Contactar el Dpto. Técnico para más información.

PARA TERMINOLOGÍA Y ABREVIATURAS ACUDIR A PÁGINA 20

5.2- Convertidores de óxido.

En muchas ocasiones nos encontramos ante un material oxidado en el que no podemos realizar una adecuada preparación de superficie, por falta de medios o por imposibilidad de acceder adecuadamente.

En estos casos se puede hacer uso de convertidores de óxido, los problemas de este tipo de productos a la hora de sustituir a los medios de preparación por arenado, siempre fueron:

- Su peligrosidad al tener en su composición ácido fosfórico y ácido tánico.
- Base solvente, inflamables a partir de 40°C.
- Solamente pueden ser cubiertos con una pintura base solvente, lo cual nos obliga de nuevo a usar componentes dañinos.
- La resistencia a la corrosión, los valores de cámara de niebla salina en estos casos van desde 24 a 100 horas, este es un dato especialmente relevante.
- No son válidos para ambientes con vapores de HCl, H₂S, CO₂, SO₂.

Sin embargo disponemos de un convertidor a base de quelantes que subsana todas estas problemáticas, se denomina Corverter y presenta las siguientes características:

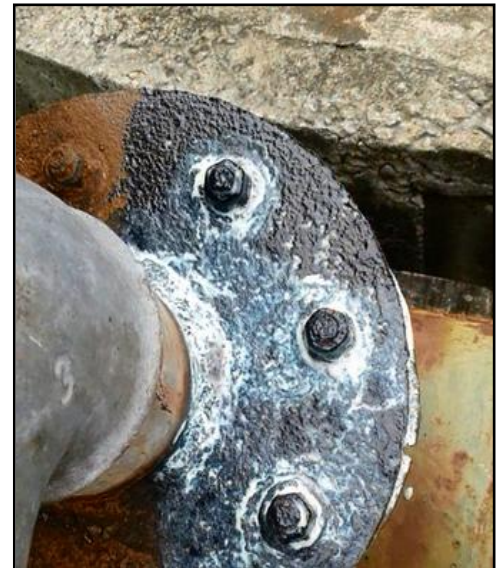
- Base agua, no inflamable.
- Bajo VOC.
- No contiene ácido fosfórico y/o tánico.
- Puede ser recubierto con pinturas base agua o base solvente.
- Funcional en ambientes con vapores de HCl, H₂S, CO₂, SO₂.
- Excelente resistencia a la corrosión, proporciona 1000 h de cámara de niebla salina.

Aplicación del
Corrverter:

Estado inicial:



1º.- Eliminación del óxido suelto mediante medios mecánicos y aplicación del Corrverter. Seguidamente observamos la evolución al transformar el óxido, obteniendo un acabado oscuro.



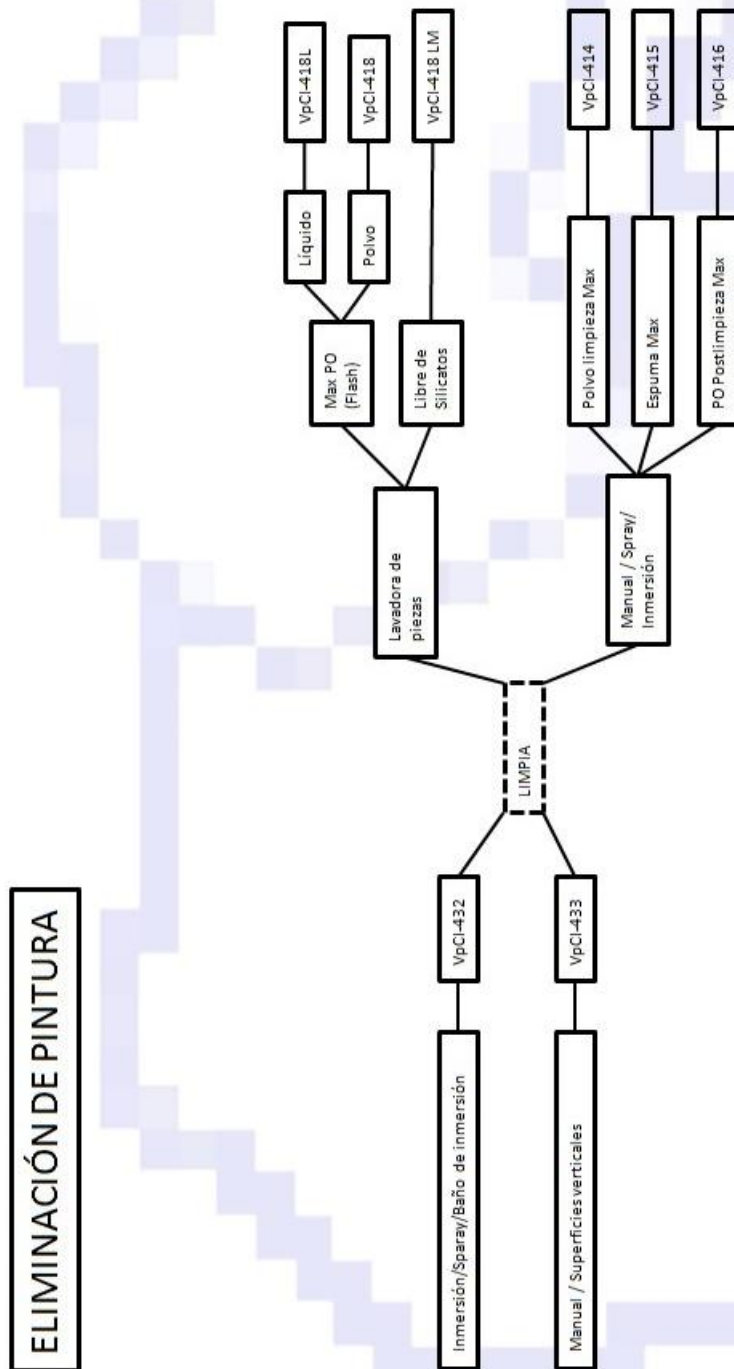
2º Tras dejar el producto entre 12 y 24 horas curando se realiza la aplicación del recubrimiento(s) final deseado(s).

6.- ELIMINADORES DE PINTURAS.

En el caso de querer eliminar pinturas ya existentes para poder realizar una protección adecuada desde un punto inicial y no poder optar por sistemas físicos (cepillado, arenado, etc), existen producto decapantes para tal fin.

En este caso es importante destacar la necesidad de seguridad al realizar estas operaciones, por lo que es recomendable el uso de materiales lo más inocuos posible, en este aspecto los eliminadores de pintura Cortec no contienen cloruro de metileno, solventes clorados, metano, tolueno, acetona, etc.

Existen dos versiones, una líquida, para realizar la eliminación de la pintura por inmersión (VpCI-432) y otra tipo gel, para superficies verticales (VpCI-433). Seguidamente se muestra en diagrama de bloques los pasos del proceso.



PARA TERMINOLOGÍA Y ABREVIATURAS ACUDIR A PÁGINA 20

EXPLICACIÓN DE LA TERMINOLOGÍA Y ABREVIATURAS.

Flash: Protección contra la oxidación durante el periodo inmediatamente posterior a la limpieza (cuando se observa el “*flash rust*”). Los productos que previenen la aparición de *flash rust* están diseñados para proteger una pieza durante más de una semana, permitiendo así suficiente tiempo para aplicar otra forma de PO.

Max: Máximo.

Manual: Aplicación de los productos manualmente. Esto concierne a las botellas de spray, aplicación por brocha, u otros métodos.

Inmersión: Un proceso en el que las piezas se sumergen totalmente para limpiar o aplicar un preventivo de oxidación.

Neutraliza: Proceso de creación de un pH próximo a 7 en la superficie de la pieza metálica. Para productos ácidos, los productos alcalinos están acostumbrados a neutralizar. Para los productos alcalinos, se suelen emplear productos ácidos.

Limpieza Max: Productos que tienen la gran habilidad de eliminar la suciedad más profunda de la superficie metálica.

PO Post Limpieza Max: Productos que poseen una mayor prevención de oxidación tras la limpieza.

Interior: Se refiere a los productos que ofrecen protección cuando no están en contacto con agua corriente u otros elementos externos.

Exterior: Se refiere a los productos que ofrecen protección cuando están expuestos a las condiciones externas.

Mezcla: Combina el poder de la limpieza con la prevención de oxidación post-limpieza. Una opción excelente cuando ambas propiedades son igual de importantes.

Espuma Max: Producto que se adhiere a superficies verticales y superiores por un largo periodo de tiempo.