

Enero 2008

TÍTULO

Pinturas y barnices

Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores

Parte 5: Sistemas de pintura protectores

(ISO 12944-5:2007)

Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 5: Protective paint systems (ISO 12944-5:2007).

Peintures et vernis. Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture. Partie 5: Systèmes de peinture (ISO 12944-5:2007).

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 12944-5:2007, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 12944-5:2007.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN ISO 12944-5:1999.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 48 *Pinturas y Barnices* cuya Secretaría desempeña ASEFAPI.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 4264:2008

© AENOR 2008
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

34 Páginas

Grupo 21

Versión en español

Pinturas y barnices
Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores
Parte 5: Sistemas de pintura protectores
(ISO 12944-5:2007)

Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 5: Protective paint systems (ISO 12944-5:2007).

Peintures et vernis. Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture. Partie 5: Systèmes de peinture (ISO 12944-5:2007).

Beschichtungsstoffe. Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme. Teil 5: Beschichtungssysteme (ISO 12944-5:2007).

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2007-06-24.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
CENTRO DE GESTIÓN: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

PRÓLOGO

El texto de la Norma EN ISO 12944-5:2007 ha sido elaborado por el Comité Técnico ISO/TC 35 *Pinturas y barnices* en colaboración con el Comité Técnico CEN/TC 139 *Pinturas y barnices*, cuya Secretaría está desempeñada por DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de marzo de 2008, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de marzo de 2008.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN ISO 12944-5:1998.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional ISO 12944-5:2007 ha sido aprobado por CEN como Norma Europea EN 12944:2007 sin ninguna modificación.

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	6
INTRODUCCIÓN	7
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	7
2 NORMAS PARA CONSULTA	7
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES	8
4 TIPOS DE PINTURA	10
4.1 Generalidades	10
4.2 Recubrimientos reversibles	10
4.3 Recubrimientos irreversibles	11
4.4 Propiedades generales de los distintos tipos genéricos de pinturas	13
5 SISTEMAS DE PINTURA	13
5.1 Clasificación de los ambientes y de las superficies a pintar.....	13
5.2 Tipo de imprimación.....	14
5.3 Sistemas de pintura de bajo contenido en COV	15
5.4 Espesores de película seca	15
5.5 Durabilidad.....	16
5.6 Aplicación en taller o a pie de obra	16
6 TABLAS DE SISTEMAS DE PINTURA PROTECTORES	17
6.1 Leyendo las tablas	17
6.2 Parámetros que influyen en la durabilidad	18
6.3 Designación de los sistemas de pintura enumerados.....	18
6.4 Guía para la selección del sistema de pintura apropiado	18
ANEXO A (Informativo) SISTEMAS DE PINTURA	19
ANEXO B (Informativo) IMPRIMACIONES DE PREFABRICACIÓN	29
ANEXO C (Informativo) PROPIEDADES GENERALES	31
ANEXO D (Informativo) COMPUESTO ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)	32
BIBLIOGRAFÍA	34

PRÓLOGO

ISO (la Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

Las normas internacionales se redactan de acuerdo con las reglas establecidas en la Parte 2 de las Directivas ISO/IEC.

La tarea principal de los comités técnicos es preparar normas internacionales. Los proyectos de normas internacionales adoptados por los comités técnicos se envían a los organismos miembros para su votación. La publicación como norma internacional requiere la aprobación por al menos el 75% de los organismos miembros con derecho a voto.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de esta norma internacional puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente.

La Norma Internacional ISO 12944-5 fue preparada por el Comité Técnico ISO/TC 35 *Pinturas y barnices*, Subcomité SC 14, *Sistemas de pintura anti-corrosión para estructuras de acero*.

Esta segunda edición anula y revisa a la primera (Norma ISO 12944-5:1998), la cual ha sido objeto de revisión técnica. La revisión incluye una reducción en el número de sistemas de pintura y el número de tablas. Estos cambios han supuesto algunos cambios en la numeración de los sistemas en las tablas.

La Norma ISO 12944 consta de las siguientes partes, con el título general de *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores*.

- *Parte 1: Introducción general.*
- *Parte 2: Clasificación de ambientes.*
- *Parte 3: Consideraciones sobre el diseño.*
- *Parte 4: Tipos y preparación de superficies.*
- *Parte 5: Sistemas de pintura protectores.*
- *Parte 6: Ensayos de comportamiento en laboratorio.*
- *Parte 7: Ejecución y supervisión de trabajos de pintado.*
- *Parte 8: Desarrollo de especificaciones para trabajos nuevos y mantenimiento.*

INTRODUCCIÓN

El acero no protegido expuesto a la atmósfera, al agua o enterrado está sujeto a corrosión, que puede conducir al deterioro del mismo. Por tanto, para evitar el daño provocado por la corrosión, las estructuras de acero suelen estar protegidas para resistir los agentes corrosivos durante la vida en servicio requerida para la estructura.

Existen diferentes maneras de proteger las estructuras de acero de la corrosión. La Norma ISO 12944 trata, en varias partes, sobre la protección mediante sistemas de pintura y recubrimientos, y tiene en cuenta todos los factores que son importantes para obtener una protección adecuada frente a la corrosión. Son posibles otras medidas de protección, pero se requiere el acuerdo entre las partes interesadas.

Con el fin de asegurar una protección efectiva de las estructuras de acero frente a la corrosión, es necesario que propietarios de tales estructuras, los maestros de obra, los consultores, las empresas que realizan trabajos de protección frente a la corrosión, los inspectores de recubrimientos protectores y los fabricantes de materiales de recubrimiento dispongan de información concisa sobre el estado del arte en materia de protección frente a la corrosión mediante sistemas de pintura. Tal información debe ser lo más completa posible, sin ambigüedades y fácilmente comprensible, para evitar dificultades y malos entendidos entre las partes relacionadas con la realización práctica de los trabajos de protección.

La Norma Internacional ISO 12944 pretende dar esta información como una serie de instrucciones. Está dirigida a aquellos que poseen cierto conocimiento técnico. También asume que el usuario de la Norma ISO 12944 está familiarizado con las otras normas internacionales correspondientes, en particular aquellas relativas a la preparación de superficies, así como con la reglamentación nacional correspondiente.

Aunque la Norma ISO 12944 no trata cuestiones económicas ni contractuales, se presta atención al hecho de que, debido a las considerables implicaciones derivadas de una protección inadecuada frente a la corrosión, no cumplir con los requisitos y recomendaciones dados en esta norma podría conducir a serias consecuencias económicas.

La Norma ISO 12944-1 define el objeto y campo de aplicación global de todas las demás partes de la Norma ISO 12944. Proporciona algunos términos y definiciones básicos, y una introducción general al resto de las partes de la Norma ISO 12944. Así mismo, incluye una exposición general sobre la salud, la higiene y la protección del medio ambiente, y líneas directrices para la utilización de la Norma ISO 12944 en el marco de un proyecto dado.

Esta parte de la Norma ISO 12944 proporciona algunos términos y definiciones relativos a los sistemas de pintura, junto con una guía para la selección de distintos tipos de sistemas de pintura protectores.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 12944 describe los tipos de pintura y sistemas de pintura utilizados comúnmente para la protección de las estructuras de acero frente a la corrosión. Proporciona, además, una guía para la selección de sistemas de pintura aplicables a diferentes ambientes (véase la Norma ISO 12944-2) y diferentes grados de preparación superficial (véase la Norma ISO 12944-4) y el grado de durabilidad previstos (véase la Norma ISO 12944-1). La durabilidad de los sistemas de pintura se clasifican en términos de baja, media y alta.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 2808 *Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película.*

ISO 3549 *Pigmentos a base de polvo de cinc para pinturas. Especificaciones y métodos de ensayo.*

ISO 4628-1 *Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Parte 1: Introducción general y sistema de designación.*

ISO 4628-2 *Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Parte 2: Evaluación del grado de ampollamiento.*

ISO 4628-3 *Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Parte 3: Evaluación del grado de oxidación.*

ISO 4628-4 *Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Parte 4: Evaluación del grado de agrietamiento.*

ISO 4628-5 *Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Parte 5: Evaluación del grado de descamación.*

ISO 4628-6 *Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Parte 6: Evaluación del grado de enyesado por el método de la cinta.*

ISO 8501-1 *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de decapados totalmente de recubrimientos anteriores.*

ISO 8501-3 *Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 3: Grados de preparación de soldaduras, bordes y otras áreas con imperfecciones en la superficie.*

ISO 12944-1 *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general.*

ISO 12944-2 *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 2: Clasificación de medios ambiente.*

ISO 12944-4:1998 *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 4: Tipos y preparación de superficies.*

ISO 12944-6 *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 6: Ensayos de comportamiento en laboratorio.*

ISO 19840 *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Medición y criterios de aceptación del espesor de la película seca en superficies rugosas.*

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de esta norma, se aplican los términos y definiciones dados en la Norma ISO 12944-1, así como los siguientes:

3.1 alto espesor:

Propiedad de un material de recubrimiento que permite la aplicación de una capa de espesor mayor de lo que usualmente se considera como normal para este tipo de recubrimiento.

NOTA Para los propósitos de esta parte de la Norma ISO 12944, esto significa $\geq 80 \mu\text{m}$ de espesor de película seca.

3.2 contenido en sólidos elevado:

Propiedad de un material de recubrimiento que contiene un volumen de sólidos superior a lo normal para este tipo de material de recubrimiento.

3.3 compatibilidad:

<para productos dentro de un sistema de pintura> Capacidad de dos o más productos para ser usados juntos y satisfactoriamente en un sistema de pintura sin provocar efectos no deseados.

3.4 compatibilidad:

<entre un producto y el sustrato> Capacidad de un producto para ser aplicado a un sustrato sin provocar efectos no deseados.

3.5 capa de imprimación:

La primera capa de un sistema de pintura.

NOTA Las capas de imprimación proporcionan una buena adherencia en metales suficientemente rugosos, y limpios y/o en recubrimientos viejos y limpios, asegurando una base firme y que confiere adherencia a las capas siguientes. Normalmente, proporcionan también protección frente a la corrosión durante el intervalo de aplicación de recubrimientos posteriores y durante la totalidad de la vida en servicio del sistema de pintura.

3.6 capa intermedia:

Cualquier capa entre la capa de imprimación y la última capa/capa de acabado.

NOTA En el idioma inglés el término "undercoat" se emplea a veces como sinónimo, normalmente para una capa aplicada directamente antes de la(s) capa(s) de acabado.

3.7 capa(s) de acabado:

Última(s) capa(s) de un sistema de pintura, cuyo objeto es proteger del ambiente a las capas inferiores, contribuir a la protección frente a la corrosión ofrecida por el sistema y aportar el color requerido.

3.8 capa de anclaje:

Capa diseñada para mejorar la adherencia entre capas y/o evitar ciertos defectos durante la aplicación.

3.9 capa en franja:

Capa aplicada adicionalmente para asegurar una cobertura uniforme de las áreas críticas y de difícil acceso, tales como los bordes, las soldaduras, etc.

3.10 espesor de película seca, EPS:

Espesor de un recubrimiento que permanece sobre la superficie cuando el recubrimiento se ha endurecido/curado.

3.11 espesor nominal de película seca, ENPS:

Espesor de película seca especificado para cada capa o para el sistema de pintura completo.

3.12 espesor máximo de película seca:

Espesor de película seca máximo aceptable, por encima del cual podría perjudicarse la función de la pintura o del sistema de pintura.

3.13 imprimación:

Pintura que ha sido formulada para su utilización como capa de imprimación sobre superficies preparadas.

3.14 imprimación de prefabricación:

Pintura de secado rápido que se aplica sobre el acero preparado por chorreado, para ofrecer una protección temporal durante la fabricación, permitiendo mientras tanto que el acero pueda ser soldado y cortado.

NOTA En muchos idiomas el término "imprimación de prefabricación" no tiene el mismo significado que en inglés.

3.15 vida de la mezcla:

Tiempo máximo, a cualquier temperatura particular, durante el cual puede utilizarse un material de recubrimiento suministrado en forma de componentes individuales, después de que estos hayan sido mezclados.

3.16 tiempo de vida:

Tiempo durante el cual un material de recubrimiento permanecerá en buenas condiciones, una vez almacenado en sus envases originales sellados en condiciones normales de almacenamiento.

NOTA La expresión "condiciones normales de almacenamiento" hacen referencia, normalmente, a almacenamientos entre +5 °C y +30 °C.

3.17 compuesto orgánico volátil, COV:

Cualquier líquido y/o sólido orgánico que se evapora espontáneamente a la temperatura y presión atmosférica predominantes con las que se encuentra en contacto.

4 TIPOS DE PINTURA**4.1 Generalidades**

Muchos sistemas de pintura son ampliamente usados para la protección de las estructuras de acero frente a la corrosión.

En las tablas A.1 hasta la A.8 del anexo A, de naturaleza informativa, se muestran varios ejemplos de sistemas de pintura anticorrosión, en función de la categoría de la corrosión. Los sistemas han sido incluidos debido a los buenos resultados obtenidos con anterioridad, sin embargo el listado **NO** pretende ser exhaustivo y otros sistemas similares se encuentran también disponibles.

Además, continuamente se desarrollan nuevas tecnologías, a menudo impulsadas por la legislación de los gobiernos, y éstas deberían siempre ser consideradas cuando sean apropiadas y cuando su rendimiento ha sido validado por:

- a) los buenos resultados de dichas tecnologías, y/o
- b) los resultados de los ensayos, que al menos han de ser acordes con la Norma ISO 12944-6.

NOTA 1 La información dada en los apartados 4.2, 4.3 y 4.4 concierne solamente a las propiedades físicas y químicas de las pinturas, y no al modo en que son utilizadas. Los límites dados para las temperaturas de secado y curado sólo son indicativos. Se pueden esperar variaciones para cada tipo de pintura, dependiendo de su formulación.

Para los fines de la aplicación, las pinturas pueden ser clasificadas como pinturas en base disolvente, pinturas en base agua o pinturas sin disolvente. Primero se encuentran divididas en dos categorías principales en función del modo en que se secan y curan (véanse los apartados 4.2 y 4.3) y a continuación se subdividen en función del tipo genérico y del mecanismo de curado (véanse los apartados desde el 4.3.2 hasta el 4.3.5).

NOTA 2 Las principales propiedades físicas y mecánicas se resumen en el anexo C.

4.2 Recubrimientos reversibles

La película seca por evaporación de los disolventes, sin ningún otro cambio en la forma, es decir, el proceso es reversible y la película puede disolverse de nuevo en sus disolventes originales en cualquier momento.

Ejemplos de ligantes típicos en este tipo de material de recubrimiento son:

- clorocauchos (CR);
- copolímeros de cloruro de vinilo (también conocido como PVC);
- polímeros acrílicos (AY).

El tiempo de secado dependerá, entre otros factores, de la circulación de aire circundante y de la temperatura. El secado puede tener lugar hasta 0 °C, aunque a bajas temperaturas es mucho más lento.

4.3 Recubrimientos irreversibles

4.3.1 Consideraciones generales

La película se seca inicialmente mediante la evaporación del disolvente (siempre que se encuentre presente un disolvente) seguida por una reacción química o por coalescencia (en algunos tipos de pinturas en base agua). El proceso es irreversible, lo que significa que la película no puede ser disuelta en su disolvente original o, en el caso de recubrimientos sin disolvente, en el disolvente que normalmente se usa para este tipo genérico de pintura.

4.3.2 Pinturas de secado al aire (curado oxidativo)

En este tipo de pintura la película se endurece/se forma por evaporación de los disolventes, seguida por la reacción del ligante con el oxígeno de la atmósfera.

Ligantes típicos son:

- alquídicos;
- alquídicos uretanados;
- ésteres epoxídicos.

El tiempo de secado dependerá, entre otros factores, de la circulación de aire circundante y de la temperatura. El secado puede tener lugar hasta 0 °C, aunque a bajas temperaturas es mucho más lento.

4.3.3 Pinturas en base agua (un solo componente)

En estas pinturas el ligante se encuentra disperso en agua. La película endurece por evaporación del agua y la coalescencia del ligante disperso para formar la película.

El proceso es irreversible, es decir, el tipo de recubrimiento no es redispersable en agua tras el secado.

Ligantes típicos dispersables en agua son:

- polímeros acrílicos (AY);
- polímeros vinílicos (PVC);
- resinas de poliuretano (PUR).

El tiempo de secado dependerá, entre otros factores, de la circulación de aire circundante y de la temperatura. El secado puede tener lugar hasta +3 °C, aunque a bajas temperaturas es mucho más lento. La humedad alta (mayor del 80% de HR) también dificulta el proceso de secado.

4.3.4 Pinturas de curado químico

4.3.4.1 Consideraciones generales

En general, este tipo de pinturas consta de un componente base y un agente de curado. La mezcla de la base y el agente de curado tiene una vida de mezcla limitada (véase el apartado 3.15).

La película se forma por la evaporación de los disolventes, si están presentes, y se cura por una reacción química entre la base y el agente de curado.

Los tipos descritos a continuación son los más comúnmente usados.

NOTA El componente base y/o el agente de curado pueden estar pigmentados.

4.3.4.2 Pinturas epoxídicas de dos componentes

4.3.4.2.1 Componente base

Los ligantes en el componente base son polímeros que tienen grupos epoxi, que reaccionan con el agente de curado apropiado.

Ligantes típicos son:

- epoxídicos;
- epoxi vinílicos/epoxi acrílicos;
- combinaciones epoxídicas (por ejemplo, resinas de hidrocarburos epoxidados).

Las formulaciones pueden ser en base disolvente, en base agua o exentos de disolventes.

La mayoría de las resinas epoxídicas se enyesan cuando se exponen a la luz del sol. Si se requiere la retención del color o del brillo, la capa de acabado debería ser un poliuretano alifático (véase el apartado 4.3.4.3), u otra de secado físico apropiado (véase el apartado 4.2) o en base agua (véase el apartado 4.3.3).

4.3.4.2.2 Agente de curado

Las poliaminoaminas (poliaminas), poliaminoamidas (poliamidas) o los aductos de éstas son las más utilizadas.

Las poliamidas son más apropiadas para imprimaciones, debido a sus buenas propiedades humectantes. Las resinas curadas de poliaminas son, generalmente, más resistentes a los productos químicos.

El tiempo de secado dependerá, entre otros factores, de la circulación de aire circundante y de la temperatura. El secado puede tener lugar hasta +5 °C, e inferior para productos especiales.

4.3.4.3 Pinturas de poliuretano de dos componentes

4.3.4.3.1 Componente base

Los ligantes son polímeros con grupos hidroxilos libres, que reaccionan con los agentes de curados isocianados apropiados.

Ligantes típicos son:

- poliésteres;
- acrílicos;
- epoxídicos;
- poliéteres;
- resinas fluoradas;
- combinaciones de poliuretanos (por ejemplo, resinas de hidrocarburos con poliuretano) (PURC).

4.3.4.3.2 Agente de curado

Los poliisocianatos aromáticos o alifáticos son los más utilizados.

Los productos curados con poliisocianatos alifáticos (PUR alifáticos) tienen excelentes propiedades de retención del brillo y del color, si se combinan con un componente base apropiado.

Los productos curados con poliisocianatos aromáticos (PUR aromáticos) proporcionan un secado más rápido, pero son mucho menos adecuados para la exposición exterior, debido a su tendencia a enyesarse y a decolorarse más rápidamente.

El tiempo de secado dependerá, entre otras cosas, de la circulación del aire circundante y de la temperatura. La reacción de curado puede tener lugar hasta 0 °C, o menos, pero la humedad relativa debería ser mantenida, preferiblemente, dentro de los límites recomendados por el fabricante de la pintura, para asegurar recubrimientos sin burbujas ni poros.

4.3.5 Pinturas de curado por humedad

Las película se seca/se forma por evaporación de los disolventes. El curado químico se produce por reacción con la humedad del aire.

Los ligantes típicos son:

- poliuretano (1 componente);
- silicato de etilo (2 componentes);
- silicato de etilo (1 componente).

El tiempo de secado dependerá, entre otras cosas, de la circulación del aire circundante y de la temperatura. La reacción de curado puede tener lugar hasta 0 °C, o menor, siempre que el aire contenga humedad. A menos humedad relativa, el curado es más lento.

Es importante cumplir con las instrucciones del fabricante, en cuanto los límites de humedad relativa y espesores de película seca y húmeda, con objeto de evitar la formación de burbujas, poros u otros defectos del recubrimiento.

4.4 Propiedades generales de los distintos tipos genéricos de pinturas

El anexo C aporta información más detallada. Este anexo está destinado, solamente, a facilitar la selección, pero cuando sea utilizado debería hacerse junto con las tablas A.1 hasta la A. 8 del anexo A, la información suministrada por los fabricantes y los datos obtenidos por la experiencia previa en otros proyectos.

5 SISTEMAS DE PINTURA

5.1 Clasificación de los ambientes y de las superficies a pintar

5.1.1 Clasificación de los ambientes

De acuerdo con la Norma ISO 12944-2, los ambientes se clasifican en las siguientes categorías:

Seis categorías de corrosividad atmosférica:

- C1 muy baja;
- C2 baja;
- C3 media;
- C4 alta;
- C5-I muy alta (industrial);
- C5-M muy alta (marina).

Tres categorías para agua y suelo

- Im1 inmersión en agua dulce;
- Im2 inmersión en agua de mar o salobre;
- Im3 enterrada en el suelo.

5.1.2 Superficies a pintar

5.1.2.1 Nuevas estructuras

En las nuevas estructuras se encuentran sustratos de acero de baja aleación con grados de oxidación A, B y C tal como se define en la Norma ISO 8501-1, así como acero galvanizado y acero metalizado (véase la Norma ISO 12944-1). La posible preparación de los diferentes sustratos se describe en la Norma ISO 12944-4. El sustrato y el grado de preparación recomendado para cada grado de corrosividad se indica en la cabecera de las tablas A.1 hasta la A.8 en esta parte la Norma ISO 12944. Los sistemas de pintura que se muestran en el anexo A son los **ejemplos típicos** de sistemas que se emplean en los medios definidos en la Norma ISO 12944-2 cuando se aplican en superficies de acero con grado los grados de oxidación desde A hasta el C, tal como se define en la Norma ISO 8501-1, o en aceros galvanizados por inmersión en caliente o aceros metalizados. Donde el acero se ha deteriorado hasta el extremo que se ha producido corrosión por picadura (grado de oxidación D según la Norma ISO 8501-1), se debe incrementar el espesor de película seca, o el número de capas, para compensar el incremento de rugosidad en la superficie, y se debería consultar al fabricante de la pintura sobre recomendaciones.

En principio, no se requiere protección frente a la corrosión para la categoría de corrosividad C1. Si, por razones estéticas, es necesario pintar, se puede elegir un sistema para una categoría de corrosividad C2 (con baja durabilidad).

Si un elemento de acero sin proteger destinado para una categoría de corrosividad C1 se transporta, se almacena temporalmente o se ensambla en una situación expuesta (por ejemplo, un ambiente de costa C4/C5, la corrosión comenzará debido a los contaminantes/sales transportados por el aire y continuará incluso cuando el elemento se transporte a su localización final de categoría C1. Para evitar este problema, el elemento debería estar bien protegido durante los almacenamientos o bien haber sido recubierto con una capa de imprimación adecuada. El espesor de película seca debería ser apropiado para el tiempo de almacenamiento esperado y la severidad del ambiente de almacenamiento.

5.1.2.2 Mantenimiento

Para llevar a cabo el mantenimiento de las superficies previamente recubiertas, se debe comprobar el estado en que se encuentran el recubrimiento y las superficies existentes, usando para ellos métodos apropiados, por ejemplo, las Normas ISO 4628, partes 1 a la 6, a fin de determinar si debería realizarse un repintado completo o parcial. El tipo de preparación de la superficie y del sistema de pintura protector debe ser el especificado para cada caso. Deberían considerarse las recomendaciones del fabricante de pintura. Para comprobar las recomendaciones del fabricante o la compatibilidad con el sistema de pintura anterior, se pueden preparar áreas de ensayo.

5.2 Tipo de imprimación

Las tablas A.1 a A.8 que se encuentran en el anexo A, proporcionan información sobre el tipo de imprimación que se ha de emplear. Para los fines de esta parte de la Norma ISO 12944, se definen dos categorías principales de imprimación en función del tipo de pigmento que contienen.

- Imprimaciones ricas en zinc, Zn (R), son aquellas cuyo contenido en pigmento de polvo de zinc en la porción de materia no volátil de la pintura es mayor o igual del 80% en masa.
- Otras imprimaciones (Misc.), son aquellas que contienen pigmento de fosfato de zinc u otro pigmento anticorrosivo y aquellos en los que el contenido en pigmento de polvo de zinc en la porción de materia no volátil de la pintura es inferior al 80% en masa. El cromato de zinc, el minio y los plumbatos de calcio no se emplean habitualmente por motivos de seguridad y salud.

Véase el anexo B para las imprimaciones de prefabricación.

El pigmento de polvo zinc debe ser acorde a la Norma ISO 3549.

NOTA 1 Un método para la determinación del contenido en pigmento de polvo de zinc en la porción de materia no volátil se describe en la Norma ASTM D 2371.

NOTA 2 El valor de 80% en masa de la película seca para el polvo de zinc en imprimaciones ricas en zinc Zn (R), es la base para la durabilidad dada en las tablas para el sistema de pintura. Algunos países tienen normas nacionales con un contenido mínimo en polvo de zinc para las imprimaciones ricas en zinc Zn (R) superior al 80%.

5.3 Sistemas de pintura de bajo contenido en COV

Los ejemplos que se detallan en el anexo A incluyen sistemas de pintura con bajo contenido en COV, dirigidos a satisfacer los requisitos a baja emisión de disolventes.

Para cada categoría de corrosividad, se indica en tablas separadas si las pinturas de los sistemas de pintura que aparecen en la lista se encuentran disponibles como productos en base agua, y se encuentran disponibles como de 1 ó 2 componentes. Algunos de los sistemas de pintura de la lista pueden incluir, bien pinturas de alto contenido en sólidos o en base agua para la imprimación y las capas de acabado, o bien una combinación de pinturas de alto contenido en sólidos y en base agua. Véase el anexo D para más información relativa a los COVs.

5.4 Espesores de película seca

Las definiciones de espesor de película seca (EPS), del espesor nominal de película seca (ENPS) y del máximo espesor de película seca se dan en los apartados 3.10, 3.11 y 3.12 respectivamente.

Los espesores de película indicados en las tablas A.1 hasta la A.8 son espesores de película seca. Los espesores de película seca son, generalmente, verificados en todo el sistema de pintura completo. Donde se considere oportuno, el espesor de película seca de la capa de imprimación o de otras partes del sistema de pintura puede medirse de forma separada.

NOTA En función de la calibración del instrumento, del método de medida y del espesor de película, la rugosidad de la superficie de acero tendrá un grado diferente de influencia sobre el resultado de la medida.

Los métodos y el procedimiento para verificar los espesores de película seca en superficies rugosas deben estar conformes con la Norma ISO 19840, y para superficies lisas y superficies galvanizadas en acuerdo con la Norma ISO 2808, a no ser que se acuerden otros entre las partes interesadas.

A no ser que se acuerde otra cosa, se deben aplicar los siguientes criterios de aceptación, como se indica en la Norma ISO 19840.

- la media aritmética de todos los espesores de película seca debe ser mayor o igual que el espesor nominal de película seca (ENPS);
- todos los espesores individuales de película seca deben ser iguales o mayores que el 80% que el ENPS;
- los espesores individuales de película seca entre el 80% del ENPS y el ENPS son aceptables, asegurando que el número de estas medidas es menor que el 20% del número total de medidas individuales tomadas;
- todos los espesores de película seca individuales deben ser menores o iguales que el espesor máximo de película seca especificado.

Se debe tener cuidado para conseguir el espesor nominal de película seca y evitar áreas de espesor excesivo. Se recomienda que el espesor máximo de película seca (valores individuales) no sea mayor que tres veces el espesor nominal de película seca. En los casos donde el espesor de película seca es mayor que el espesor máximo de película seca, se debe encontrar un acuerdo entre los expertos de las partes interesadas. En algunos productos o sistemas, existe un espesor máximo de película seca crítico. La información dada en las fichas de datos técnicos del fabricante de la pintura se debe aplicar para estos productos o sistemas.

El número de capas y los espesores de película seca citados en el anexo A están basados en una aplicación mediante pulverización sin aire. La aplicación mediante rodillo, brocha o equipo de pulverización convencional producirá espesores de película más bajos, y serán necesarias más capas para producir el mismo espesor de película seca para el sistema. Si se necesita más información, se debe consultar al fabricante.

5.5 Durabilidad

Las definiciones de durabilidad y de los intervalos de durabilidad se dan en la Norma ISO 12944-1.

La durabilidad de un sistema de pintura protector depende de varios parámetros, tales como:

- el tipo de sistema de pintura;
- el diseño de la estructura;
- la condición del sustrato antes de la preparación;
- el grado de preparación de la superficie;
- la calidad de la preparación de la superficie;
- las condiciones de cualquier junta, borde o soldadura antes de la preparación;
- la calidad de la aplicación;
- las condiciones durante la aplicación;
- las condiciones de exposición después de la aplicación.

Las condiciones de un recubrimiento de pintura existente se pueden evaluar mediante el uso de las Normas ISO 4628-1, ISO 4628-2, ISO 4628-3, ISO 4628-4, ISO 4628-5 e ISO 4628-6, y la efectividad de la preparación de la superficie se puede evaluar usando las Normas ISO 8501-1 e ISO 8501-3.

En las tablas del anexo A, se ha asumido que el primer mantenimiento general de la pintura en lo relativo a la protección contra la corrosión, sea llevado a cabo una vez que el recubrimiento alcanza un deterioro del grado Ri 3, según se define en la Norma ISO 4628-3. Tomando como base esta condición previa, la durabilidad ha sido indicada en esta parte de la Norma ISO 12944 en función de tres intervalos.

- a) baja (L) de 2 a 5 años;
- b) media (M) de 5 a 15 años;
- c) alta (H) más de 15 años.

El grado de durabilidad no es un "periodo de garantía". La durabilidad es una consideración técnica que puede ayudar al propietario a establecer un programa de mantenimiento. Un periodo de garantía es el objeto de uno de los apartados del contrato y no está cubierto por el campo de aplicación de esta parte de la Norma ISO 12944. No existen reglas que relacionen los dos periodos de tiempo. Véase el apartado 6.2. El periodo de garantía es, habitualmente, más corto que el intervalo de durabilidad.

Los sistemas de pintura clasificados entre 5 y 15 años de durabilidad se clasifican como "medios". Es esencial que los usuarios estén advertidos de la alta extensión del intervalo de durabilidad medio y tengan esto en cuenta cuando desarrollen las especificaciones.

El mantenimiento se requiere a menudo a intervalos de tiempo más frecuentes debido a la pérdida gradual del color, al enyesamiento, a la contaminación, al desgaste y a daños mecánicos, o por razones estéticas o de otra índole.

5.6 Aplicación en taller o a pie de obra

Para asegurar el mejor comportamiento de un sistema de pintura, la mayoría de las capas del sistema, o si es posible, todo el sistema completo, debería aplicarse, preferiblemente, en taller. Las ventajas y desventajas de la aplicación en taller son las siguientes:

Ventajas

- a) Mejor control de la aplicación
- b) Temperatura controlada
- c) Humedad relativa controlada
- d) Facilidad de las reparaciones
- e) Mayor rendimiento
- f) Mejor control de la polución y residuos

Desventajas

- a) Posible limitación del tamaño de los componentes de la construcción
- b) Posibles daños debidos a la manipulación, el transporte y el montaje
- c) Se podría exceder el tiempo máximo de repintado
- d) Posible contaminación de la última capa

Tras la finalización de la fabricación a pie de obra, cualquier daño debe ser reparado de acuerdo con la especificación.

NOTA Los lugares donde se han llevado a cabo reparaciones siempre permanecerán más o menos visibles. Esta es una razón por la que es mejor aplicar una capa de acabado sobre toda la superficie a pie de obra, cuando los aspectos estéticos son importantes.

La aplicación a pie de obra del sistema de recubrimiento estará fuertemente influenciada por las condiciones meteorológicas diarias, que tendrán también cierta influencia en el tiempo de vida esperado.

Si van a pintarse conexiones para apoyos precargados, deben emplearse sistemas de pintura que no conduzcan a una disminución inaceptable de la fuerza de la precarga. Los sistemas de pintura seleccionados y/o las precauciones tomadas para tales conexiones, dependerán del tipo de estructura y de la manipulación, del ensamblaje y del transporte posterior.

6 TABLAS DE SISTEMAS DE PINTURA PROTECTORES

6.1 Leyendo las tablas

Las tablas dadas en el anexo A son **ejemplos** de sistemas de pintura para diferentes ambientes. El sombreado usado en las filas alternas sólo es para facilitar la lectura. El sombreado gris-oscuro en las columnas de "Durabilidad esperada" indica la durabilidad previsible para ese tipo de sistema. Las pinturas usadas para todos estos sistemas deben ser adecuados para la mayor resistencia a la corrosión en las categorías de corrosividad o inmersión dadas. El técnico responsable de la especificación debe asegurar que la documentación, o una declaración del fabricante de pintura, es conforme con la validez o la durabilidad del sistema de pintura que va a ser usado en las categorías de corrosividad e inmersión. Si es solicitado, la validez o la durabilidad del sistema de pintura debe ser demostrada por la experiencia y/o métodos de ensayo de comportamiento en laboratorio de acuerdo con la Norma ISO 12944-6 o cualquier otro acordado.

Los sistemas han sido relacionados en las tablas usando dos principios diferentes:

- a) En las tablas A.1, A. 7 y A.8 se hace referencia a sistemas para más de una categoría de corrosividad (la tabla A.1 se nombrará a partir de ahora como "tabla compendio"). Estos sistemas han sido clasificados de acuerdo con el ligante utilizado en la capa de acabado. Esta clasificación es más conveniente cuando las características de aptitud a la función de la capa de acabado van a ser usadas para la selección del sistema y para la comparación de la durabilidad global de los sistemas de pintura para más de una categoría de corrosividad, cuando la categoría de corrosividad no es conocida con exactitud.
- b) En las tablas A.2, A.3, A.4, A.5 y A.6 (nombradas a partir de ahora como "tablas individuales") se dan sistemas para un solo grado de corrosividad (considerando C5-I y C5-M como una sola categoría). Estos sistemas han sido clasificados de acuerdo con el tipo de capa de imprimación. Esta clasificación es conveniente para los usuarios que conozcan exactamente la categoría de corrosividad del ambiente al que estará expuesta la estructura.

NOTA Los sistemas de pintura enumerados han sido elegidos como "sistemas típicos". Esto ha conducido, necesariamente, a que algunos sistemas enumerados no sean típicos o estén disponibles en algunos países. Se ha concluido, sin embargo, que no es posible dar una visión de conjunto, ni pueden ser cubiertas todas las opciones.

Si un técnico responsable de la especificación se propone hacer uso de los sistemas de pintura descritos en las tablas, es conveniente que decida primero si utilizará los sistemas de pintura de las tablas compendio o de las tablas individuales, ya que la numeración del sistema es diferente en los dos tipos de tabla.

6.2 Parámetros que influyen en la durabilidad

En la práctica, algunos sistemas han demostrado su durabilidad más allá de 15 años, y algunos de esos casos han demostrado historiales de más de 25 años. En general, el incremento del espesor total de película seca y del número de capas aumentará la durabilidad de un sistema de pintura. Además, la elección de un sistema diseñado para una categoría de corrosividad "mayor" a la prevista proveerá mayor durabilidad cuando dicho sistema se use en un ambiente de menor corrosividad.

La categoría C5-I cubre, en general, las atmósferas que podrían encontrarse en diversas localizaciones industriales. Es conveniente tener especial cuidado cuando se redacten las especificaciones para equipos o elementos de acero que puedan sufrir vertidos químicos, goteo de tuberías o fuerte contaminación atmosférica.

Durante su tiempo de vida especificado (véase el apartado 3.16), las pinturas pueden usarse sin que su envejecimiento tenga ninguna influencia durante su aplicación o en el rendimiento del recubrimiento resultante.

6.3 Designación de los sistemas de pintura enumerados

Un sistema de pintura que aparezca en las tablas A.1 a A.8 se designa por su número de sistema, dado en la columna de la izquierda de cada tabla. La designación debe darse de la siguiente forma (ejemplo tomado de la tabla A.2 para el sistema de pintura N° A2.08): **ISO 12944-5/A2.08**.

En los casos en que capas con diferentes ligantes aparezcan bajo un mismo número de sistema de pintura, la designación debe incluir los ligantes empleados en la(s) imprimación(ciones) y los empleados en la(s) siguiente(s) capa(s) y debe darse de la siguiente forma (ejemplo tomado de la tabla A.2 para el sistema de pintura N° A2.06): **ISO 12944-5/A2.06-EP/PUR**.

Si un sistema de pintura no puede situarse en ninguno de los sistemas relacionados en las tablas A.1 a A.8, la información completa respecto a la preparación de la superficie, tipo genérico, número de capas, espesor nominal de película seca, etc., debe proporcionarse del mismo modo que se indica en las tablas.

6.4 Guía para la selección del sistema de pintura apropiado

- Determinar la categoría de corrosividad del ambiente (macroclima) donde se localizará la estructura (véase la Norma ISO 12944-2).
- Establecer cuales son las condiciones especiales (microclima) existentes que pueden generar una categoría de corrosividad mayor (véase la Norma ISO 12944-2).
- Buscar en el anexo A la tabla correspondiente. Las tablas A.2 a A.5 citan propuestas para diferentes tipos de sistemas de pintura genéricos para las categorías de corrosividad C.2 a C.5, mientras que la tabla A.1 cita un resumen de los contenidos de las tablas A.2 a A.5.
- Identificar en la tabla el sistema de pintura con la durabilidad requerida.
- Seleccionar el óptimo, teniendo en cuenta el método de preparación de la superficie que se empleará.
- Consultar con el fabricante de pintura para confirmar la selección y determinar que sistema(s) de pintura comercialmente disponible(s) corresponde(n) al sistema de pintura seleccionado.

ANEXO A (Informativo)

SISTEMAS DE PINTURA

Los sistemas de pintura dados en las tablas A.1 a A.8 son sólo **ejemplos**. Otros sistemas de pintura que tengan el mismo rendimiento son posibles. Si se emplean los ejemplos, se debe asegurar que el sistema de pintura elegido cumple con la durabilidad indicada cuando la ejecución del pintado tenga lugar como se ha especificado. Véase también el apartado 5.5.

Algunas líneas se han sombreado para mejorar la lectura

Sustrato: Acero al carbono de baja aleación																					
Preparación de la superficie: Para Sa 2½, sólo de grados de oxidación A, B o C (Véase la Norma ISO 8501-1)																					
Nº Sistema	Capa(s) de imprimación			Capa(s) siguiente(s)		Sistema de pintura		Durabilidad esperada (véase el apartado 5.5 y la Norma ISO 12944-1)						Sistema de pintura correspondiente en la tabla							
	Ligante ^d	Tipo de imprimación ^a	No. de capas	ENPS ^b µm	Ligante	No. de capas	ENPS ^b µm	C2		C3		C4		C5-I		C5-M		A.5 (M)	A.5 (M)		
		L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	A.2			A.3	A.4
A1.20	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60°	EP, PUR	3-4	240												A.4	A.5 (I)	
A1.21	EP	Misc.	1-2	80	EP, PUR	3-5	280												A4.15	A5M.05	
A1.22	EP, PUR	Misc.	1	150	EP, PUR	2	300												A4.09		
A1.23	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60°	EP, PUR	3-4	320													A5I03	A5M.01
A1.24	EP, PUR	Misc.	1	80	EP, PUR	3-4	320													A5I05	A5M.06
A1.25	EP, PUR	Misc.	1	250	EP, PUR	2	500													A5I02	A5M.02
A1.26	EP, PUR	Misc.	1	400	-	1	400														A5M.04
A1.27	EPC	Misc.	1	100	EPC	3	300														A5M.03
A1.28	EP, PUR	Zn (R)	1	60°	EPC	3-4	400														A5M.08

^a Zn (R) = imprimación rica en Zinc. Véase el apartado 5.2.
Misc = Imprimaciones con varios tipos de pigmentos anticorrosivos.

^b ENPS = Espesor nominal de película seca. Véase el apartado 5.4 para más información.

^c Se recomienda que la compatibilidad sea comprobada con el fabricante de pintura.

^d Se recomienda que con las imprimaciones ESI, una de las capas siguientes se emplee como capa de anclaje.

^e Es posible trabajar con un ENPS de 40 µm a 80 µm, siempre que la imprimación rica en zinc elegida sea adecuada para ese ENPS.

Ligantes para la capa(s) de imprimación	Pinturas (líquidas)			Ligantes para la capa(s) de acabado	Pinturas (líquidas)		
	Nº de componentes		Posibilidad de base de agua		Nº de componentes		Posibilidad de base de agua
	1 componente	2 componentes			1 componente	2 componentes	
AK = Alquídico	X		X	AK = Alquídico	X		X
CR = Clorocaucho	X			CR = Clorocaucho	X		
AY = Acrílico	X		X	AY = Acrílico	X		X
PVC = Cloruro de polivinilo	X			PVC = Cloruro de polivinilo	X		
EP = Epoxidico		X	X	EP = Epoxidico		X	X
ESI = Etilsilicato	X		X	PUR = Poliuretano alifático	X		X
PUR = Poliuretano, aromático o alifático	X		X	EPC = Combinación de epoxis			X

Tabla A.2 – Sistemas de pintura para acero al carbono de baja aleación para categoría de corrosividad C2

Sustrato: Acero al carbono de baja aleación										
Preparación de la superficie: Para Sa 2½, sólo de grados de oxidación A, B o C (Véase la Norma ISO 8501-1)										
No. Sistema	Capa(s) de imprimación				Capa(s) siguiente(s)	Sistema de pintura		Durabilidad esperada		
	Ligante	Tipo de imprimación ^a	Nº de capas	ENPS ^b µm	Ligante	Nº de capas	ENPS ^b µm	Baja	Media	Alta
A.2.01	AK	Misc.	1	40	AK	2	80			
A2.02	AK	Misc.	1-2	80	AK	2-3	120			
A2.03	AK	Misc.	1-2	80	AK, AY, PVC, CR ^c	2-4	160			
A2.04	AK	Misc.	1-2	100	—	1-2	100			
A2.05	AY, PVC, CR	Misc.	1-2	80	AY, PVC, CR ^c	2-4	160			
A2.06	EP	Misc.	1-2	80	EP, PUR	2-3	120			
A2.07	EP	Misc.	1-2	80	EP, PUR	2-4	160			
A2.08	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	—	1	60			

Ligantes para la capa(s) de imprimación	Tipo	Posibilidad de base agua	Ligantes para la(s) siguiente(s) capa(s)	Tipo	Posibilidad de base agua
AK = Alquídico	1 componente	X	AK = Alquídico	1 componente	X
CR = Clorocaucho	1 componente		CR = Clorocaucho	1 componente	
AY = Acrílico	1 componente	X	AY = Acrílico	1 componente	X
PVC = Cloruro de polivinilo	1 componente		PVC = Cloruro de polivinilo	1 componente	
EP = Epoxídico	2 componentes	X	EP = Epoxídico	2 componentes	X
ESI = Etilsilicato	1 ó 2 componentes	X	PUR = Poliuretano alifático	1 ó 2 componentes	X
PUR = Poliuretano, aromático o alifático	1 ó 2 componentes	X			

^a Zn (R) = imprimación rica en Zinc. Véase el apartado 5.2. Misc = Imprimaciones con varios tipos de pigmentos anticorrosivos.

^b ENPS = Espesor nominal de película seca. Véase el apartado 5.4 para más información.

^c Se recomienda que la compatibilidad sea comprobada con el fabricante de pintura.

^d Se recomienda que con las imprimaciones ESI, una de las capas siguientes se emplee como capa de anclaje.

^e Es posible trabajar con un ENPS de 40 µm a 80 µm, siempre que la imprimación rica en zinc elegida sea adecuada para ese ENPS.

Tabla A.3 – Sistemas de pintura para acero al carbono de baja aleación para categoría de corrosividad C3

Sustrato: Acero al carbono de baja aleación											
Preparación de la superficie: Para Sa 2½, sólo de grados de oxidación A, B o C (Véase la Norma ISO 8501-1)											
No. Sistema	Capa(s) de imprimación				Capa(s) siguiente(s)		Sistema de pintura		Durabilidad esperada		
	Ligante	Tipo de imprimación ^a	Nº de capas	ENPS ^b µm	Ligante	Nº de capas	ENPS ^b µm	Baja	Media	Alta	
A3.01	AK	Misc.	1-2	80	AK	2-3	120				
A3.02	AK	Misc.	1-2	80	AK	2-4	160				
A3.03	AK	Misc.	1-2	80	AK	3-5	200				
A3.04	AK	Misc.	1-2	80	AY, PVC, CR ^c	3-5	200				
A3.05	AY, PVC, CR ^c	Misc.	1-2	80	AY, PVC, CR ^c	2-4	160				
A3.06	AY, PVC, CR ^c	Misc.	1-2	80	AY, PVC, CR ^c	3-5	200				
A3.07	EP	Misc.	1	80	EP, PUR	2-3	120				
A3.08	EP	Misc.	1	80	EP, PUR	2-4	160				
A3.09	EP	Misc.	1	80	EP, PUR	3-5	200				
A3.10	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	–	1	60				
A3.11	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	EP, PUR	2	160				
A3.12	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	AY, PVC, CR ^c	2-3	160				
A3.13	EP, PUR	Zn (R)	1	60 ^e	AY, PVC, CR ^c	3	200				

Ligantes para la capa(s) de imprimación	Tipo	Posibilidad de base agua	Ligantes para la(s) siguiente(s) capa(s)	Tipo	Posibilidad de base agua
AK = Alquídico	1 componente	X	AK = Alquídico	1 componente	X
CR = Clorocaucho	1 componente		CR = Clorocaucho	1 componente	
AY = Acrílico	1 componente	X	AY = Acrílico	1 componente	X
PVC = Cloruro de polivinilo	1 componente		PVC = Cloruro de polivinilo	1 componente	
EP = Epoxídico	2 componentes	X	EP = Epoxídico	2 componentes	X
ESI = Etilsilicato	1 ó 2 componentes	X	PUR = Poliuretano alifático	1 ó 2 componentes	X
PUR = Poliuretano, aromático o alifático	1 ó 2 componentes	X			

^a Zn (R) = imprimación rica en Zinc. Véase el apartado 5.2. Misc = Imprimaciones con varios tipos de pigmentos anticorrosivos.

^b ENPS = Espesor nominal de película seca. Véase el apartado 5.4 para más información.

^c Se recomienda que la compatibilidad sea comprobada con el fabricante de pintura.

^d Se recomienda que con las imprimaciones ESI, una de las capas siguientes se emplee como capa de anclaje.

^e Es posible trabajar con un ENPS de 40 µm a 80 µm, siempre que la imprimación rica en zinc elegida sea adecuada para ese ENPS.

Tabla A.4 – Sistemas de pintura para acero al carbono de baja aleación para categoría de corrosividad C4

Sustrato: Acero al carbono de baja aleación											
Preparación de la superficie: Para Sa 2½, sólo de grados de oxidación A, B o C (Véase la Norma ISO 8501-1)											
No. Sistema	Capa(s) de imprimación				Capa(s) siguiente(s)		Sistema de pintura		Durabilidad esperada		
	Ligante	Tipo de imprimación ^a	Nº de capas	ENPS ^b µm	Ligante	Nº de capas	ENPS ^b µm	Baja	Media	Alta	
A4.01	AK	Misc.	1-2	80	AK	3-5	200				
A4.02	AK	Misc.	1-2	80	AY, CR, PVC ^c	3-5	200				
A4.03	AK	Misc.	1-2	80	AY, CR, PVC ^c	3-5	240				
A4.04	AY, CR, PVC	Misc.	1-2	80	AY, CR, PVC ^c	3-5	200				
A4.05	AY, CR, PVC	Misc.	1-2	80	AY, CR, PVC ^c	3-5	240				
A4.06	EP	Misc.	1-2	160	AY, CR, PVC ^c	2-3	200				
A4.07	EP	Misc.	1-2	160	AY, CR, PVC ^c	2-3	280				
A4.08	EP	Misc.	1	80	EP, PUR	2-3	240				
A4.09	EP	Misc.	1	80	EP, PUR	2-3	280				
A4.10	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	AY, CR, PVC ^c	2-3	160				
A4.11	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	AY, CR, PVC ^c	2-4	200				
A4.12	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	AY, CR, PVC ^c	3-4	240				
A4.13	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	EP, PUR	2-3	160				
A4.14	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	EP, PUR	2-3	200				
A4.15	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	EP, PUR	3-4	240				
A4.16	ESI	Zn (R)	1	60 ^e	–	1	60				

Ligantes para la capa(s) de imprimación	Tipo	Posibilidad de base agua	Ligantes para la(s) siguiente(s) capa(s)	Tipo	Posibilidad de base agua
AK = Alquídico	1 componente	X	AK = Alquídico	1 componente	X
CR = Clorocaucho	1 componente		CR = Clorocaucho	1 componente	
AY = Acrílico	1 componente	X	AY = Acrílico	1 componente	X
PVC = Cloruro de polivinilo	1 componente		PVC = Cloruro de polivinilo	1 componente	
EP = Epoxídico	2 componentes	X	EP = Epoxídico	2 componentes	X
ESI = Etilsilicato	1 ó 2 componentes	X	PUR = Poliuretano alifático	1 ó 2 componentes	X
PUR = Poliuretano, aromático o alifático	1 ó 2 componentes	X			

^a Zn (R) = imprimación rica en Zinc. Véase el apartado 5.2. Misc = Imprimaciones con varios tipos de pigmentos anticorrosivos.

^b ENPS = Espesor nominal de película seca. Véase el apartado 5.4 para más información.

^c Se recomienda que la compatibilidad sea comprobada con el fabricante de pintura.

^d Se recomienda que con las imprimaciones ESI, una de las capas siguientes se emplee como capa de anclaje.

^e Es posible trabajar con un ENPS de 40 µm a 80 µm, siempre que la imprimación rica en zinc elegida sea adecuada para ese ENPS.

Tabla A.5 – Sistemas de pintura para acero al carbono de baja aleación para categorías de corrosividad C5-I y C5-M

Sustrato: Acero al carbono de baja aleación										
Preparación de la superficie: Para Sa 2½, sólo de grados de oxidación A, B o C (Véase la Norma ISO 8501-1)										
No. Sistema	Capa(s) de imprimación				Capa(s) siguiente(s)	Sistema de pintura		Durabilidad esperada		
	Ligante	Tipo de imprimación ^a	Nº de capas	ENPS ^b µm	Ligante	Nº de capas	ENPS ^b µm	Baja	Media	Alta
C5-I										
A5I.01	EP, PUR	Misc.	1-2	120	AY, CR, PVC ^c	3-4	200			
A5I.02	EP, PUR	Misc.	1	80	EP, PUR	3-4	320			
A5I.03	EP, PUR	Misc.	1	150	EP, PUR	2	300			
A5I.04	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	EP, PUR	3-4	240			
A5I.05	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	EP, PUR	3-5	320			
A5I.06	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	AY, CR, PVC ^c	4-5	320			
C5-M										
A5M.01	EP, PUR	Misc.	1	150	EP, PUR	2	300			
A5M.02	EP, PUR	Misc.	1	80	EP, PUR	3-4	320			
A5M.03	EP, PUR	Misc.	1	400	–	1	400			
A5M.04	EP, PUR	Misc.	1	250	EP, PUR	2	500			
A5M.05	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	EP, PUR	4	240			
A5M.06	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	EP, PUR	4-5	320			
A5M.07	EP, PUR, ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^e	EPC	3-4	400			
A5M.08	EPC	Misc.	1	100	EPC	3	300			

Ligantes para la capa(s) de imprimación	Tipo	Posibilidad de base agua	Ligantes para la(s) siguiente(s) capa(s)	Tipo	Posibilidad de base agua
EP = Epoxídico	2 componentes	X	EP = Epoxídico	2 componentes	X
EPC = Combinación de epoxis	2 componentes		EPC = Combinación de epoxis	2 componentes	
ESI = Etilsilicato	1 ó 2 componentes	X	PUR = Poliuretano alifático	1 ó 2 componentes	X
PUR = Poliuretano, aromático o alifático	1 ó 2 componentes	X	CR = Clorocaucho	1 componente	
			AY = Acrílico	1 componente	X
			PVC = Cloruro de polivinilo	1 componente	

^a Zn (R) = imprimación rica en Zinc. Véase el apartado 5.2. Misc = Imprimaciones con varios tipos de pigmentos anticorrosivos.

^b ENPS = Espesor nominal de película seca. Véase el apartado 5.4 para más información.

^c Se recomienda que la compatibilidad sea comprobada con el fabricante de pintura.

^d Se recomienda que con las imprimaciones ESI, una de las capas siguientes se emplee como capa de anclaje.

^e Es posible trabajar con un ENPS de 40 µm a 80 µm, siempre que la imprimación rica en zinc elegida sea adecuada para ese ENPS.

Tabla A.6 – Sistemas de pintura para acero al carbono de baja aleación para categorías de inmersión Im1, Im2 e Im3

Sustrato: Acero al carbono de baja aleación										
Preparación de la superficie: Para Sa 2½, sólo de grados de oxidación A, B o C (Véase la Norma ISO 8501-1)										
No se recomiendan los sistemas de baja durabilidad y por lo tanto no se muestran ejemplos de ellos										
No. Sistema	Capa(s) de imprimación				Capa(s) siguiente(s)	Sistema de pintura		Durabilidad esperada		
	Ligante	Tipo de imprimación ^a	Nº de capas	ENPS ^b µm	Ligante	Nº de capas	ENPS ^b µm	Baja	Media	Alta
A6.01	EP	Zn (R)	1	60 ^c	EP, PUR	3-5	360			
A6.02	EP	Zn (R)	1	60 ^c	EP, PURC	3-5	540			
A6.03	EP	Misc.	1	80	EP, PUR	2-4	380			
A6.04	EP	Misc.	1	80	EPGF, EP, PUR	3	500			
A6.05	EP	Misc.	1	80	EP	2	330			
A6.06	EP	Misc.	1	800	–	–	800			
A6.07	ESI ^d	Zn (R)	1	60 ^c	EP, EPGF	3	450			
A6.08	EP	Misc.	1	80	EPGF	3	800			
A6.09	EP, PUR	Misc.	–	–	–	1-3	400			
A6.10	EP, PUR	Misc.	–	–	–	1-3	600			

Ligantes para la capa(s) de imprimación	Tipo	Posibilidad de base agua ^f	Ligantes para la(s) siguiente(s) capa(s)	Tipo	Posibilidad de base agua ^f
EP = Epoxídico	2 componentes	X	EP = Epoxídico	2 componentes	X
ESI = Etilsilicato	1 ó 2 componentes	X	EPGF = Escama de vidrio epoxi	2 componentes	
PURC = Combinación de poliuretanas	2 componentes		PURC = Combinación de poliuretanas	2 componentes	
PUR = Poliuretano, aromático o alifático	1 ó 2 componentes	X	PUR = Poliuretano, aromático o alifático	1 ó 2 componentes	X

^a Zn (R) = imprimación rica en Zinc. Véase el apartado 5.2. Misc = Imprimaciones con varios tipos de pigmentos anticorrosivos.

^b ENPS = Espesor nominal de película seca. Véase el apartado 5.4 para más información.

^d Se recomienda que con las imprimaciones ESI, una de las capas siguientes se emplee como capa de anclaje.

^e Es posible trabajar con un ENPS de 40 µm a 80 µm, siempre que la imprimación rica en zinc elegida sea adecuada para ese ENPS.

^f Los productos en base agua no son generalmente adecuados para inmersión.

Tabla A.7 – Sistemas de pintura para aceros galvanizados por inmersión en caliente para categorías de corrosividad C2 a C5-I y C5-M

Sustrato: Acero galvanizado por inmersión en caliente.																						
La Norma ISO 12944-4 ofrece algunos ejemplos de preparación de la superficie. El tipo de preparación superficial depende del tipo de sistema de pintura, y debería ser declarada por el fabricante de la pintura.																						
Nº Sistema	Capa(s) de imprimación			Capa(s) siguiente(s)	Sistema de pintura		Durabilidad esperada ^g (véase el apartado 5.5 y la Norma ISO 12944-1)															
	Ligante	Nº de capas	ENPS ^b µm		Ligante	Nº de capas	ENPS ^b µm	C2			C3			C4			C5-I			C5-M		
				L				M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
A7.01	–	–	–	PVC	1	80																
A7.02	PVC	1	40	PVC	2	120																
A7.03	PVC	1	80	PVC	2	160																
A7.04	PVC	1	80	PVC	3	240																
A7.05	–	–	–	AY	1	80																
A7.06	AY	1	40	AY	2	120																
A7.07	AY	1	80	AY	2	160																
A7.08	AY	1	80	AY	3	240																
A7.09	–	–	–	EP, PUR	1	80																
A7.10	EP, PUR	1	60	EP, PUR	2	120																
A7.11	EP, PUR	1	80	EP, PUR	2	160																
A7.12	EP, PUR	1	80	EP, PUR	3	240																
A7.13	EP, PUR	1	80	EP, PUR	3	320																

Ligante	Nº de componentes	Posibilidad de base agua	Ligantes para la(s) siguiente(s) capa(s)	Nº de componentes	Posibilidad de base agua
AY = Acrílico	1 componente	X	AY = Acrílico	1 componente	X
PVC = Cloruro de polivinilo	1 componente		PVC = Cloruro de polivinilo	1 componente	
EP = Epoxídico	2 componentes	X	EP = Epoxídico	2 componentes	X
PUR = Poliuretano, aromático o alifático	1 ó 2 componentes	X	PUR = Poliuretano, aromático o alifático	1 ó 2 componentes	X

^b ENPS = Espesor nominal de película seca. Véase el apartado 5.4 para más información.

^g La durabilidad en este caso esta relacionada con la adherencia del sistema de pintura al sustrato de acero galvanizado por inmersión en caliente.

Tabla A.8 – Sistemas de pintura para aceros metalizado por pulverización térmica para categorías de corrosividad C4, C5-I, C5-M e Im1 a Im3

Sustrato: Acero metalizado por pulverización térmica (zinc, aluminio y aleaciones de zinc/aluminio).																				
Preparación de la superficie: Véase la Norma ISO 12944-4:1998, Capítulo 13.																				
Se recomienda que el sellado o aplicación de la primera capa del sistema de pintura sea llevado a cabo antes de 4 h.																				
Si se emplean, los sellantes deberían ser compatibles con las siguientes capas del sistema de pintura.																				
Nº Sistema	Capa(s) de imprimación			Capa(s) siguiente(s)	Sistema de pintura		Durabilidad esperada ^g (véase el apartado 5.5 y la Norma ISO 12944-1)													
	Ligante	Nº de capas	ENPS ^b µm	Ligante	Nº de capas	ENPS ^b µm	C4			C5-I			C5-M			Im1 a Im3				
							L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H		
A8.01	EP, PUR	1	NA ^h	EP, PUR	2	160														
A8.02	EP, PUR	1	NA ^h	EP, PUR	3	240														
A8.03	EP	1	NA ^h	EP, EPC	3	450														
A8.04	EP, PUR	1	NA ^h	EP, EPC	3	320														

Ligantes para la capa(s) de imprimación	Nº de componentes	Posibilidad de base agua ^f	Ligantes para la(s) siguiente(s) capa(s)	Nº de componentes	Posibilidad de base agua ^f
EP = Epoxídico	2 componentes	X	EP = Epoxídico	2 componentes	X
EPC = Combinación de epoxis	2 componentes		EPC = Combinación de epoxis	2 componentes	
PUR = Poliuretano aromático	1 ó 2 componentes	X	PUR = Poliuretano aromático	1 ó 2 componentes	X

^b NDFT = Espesor nominal de película seca. Véase el apartado 5.4 para más información.

^f Los productos en base agua generalmente no son adecuados para la inmersión.

^g La durabilidad en este caso esta relacionada con la adherencia del sistema de pintura al sustrato proyectado térmicamente.

^h NA = No aplicable. El espesor de película seca de la capa sellante no contribuirá significativamente al espesor de película seca total del sistema.

ANEXO B (Informativo)

IMPRIMACIONES DE PREFABRICACIÓN

Las imprimaciones de prefabricación se aplican como películas finas al acero recientemente preparado por chorreado abrasivo, para proporcionar una protección temporal frente a la corrosión durante el periodo de fabricación, transporte, montaje y almacenamiento de la estructura de acero. La imprimación de prefabricación es entonces recubierta con un sistema de pintura final que incluye, normalmente, una capa de imprimación posterior. La compatibilidad de diversos tipos genéricos de imprimaciones de prefabricación con imprimaciones de varios sistemas de pintura se indican en la tabla B.1 y la idoneidad de la propia imprimación de prefabricación en varias condiciones de exposición cuando se usa en un sistema de pintura relacionado, se muestra en la tabla B.2

Las imprimaciones de prefabricación deberían tener las siguientes propiedades:

- a) Deberían ser adecuadas para la aplicación por pulverización para producir un recubrimiento uniforme de, normalmente, 15 μm a 30 μm de espesor de película seca.
- b) Deberían secar muy rápidamente. La aplicación de la imprimación se lleva normalmente a cabo en línea con una unidad automática de chorreado abrasivo, que puede estar tratando productos a una velocidad de 1 m a 3 m por minuto.
- c) Las propiedades mecánicas de la capa obtenida deberían ser adecuadas para permitir técnicas de manipulación normal, incluyendo trenes de rodillos, grúas magnéticas, etc.
- d) La capa obtenida debería proporcionar protección por un tiempo limitado.
- e) Los procedimientos de fabricación normal, tales como la soldadura o el corte con llama no se deberían impedir significativamente por la capa obtenida. Las imprimaciones de prefabricación generalmente están certificadas en lo referente a la calidad del corte y del soldeo y a la seguridad e higiene.
- f) Los vapores emitidos por la imprimación durante las operaciones de soldadura o corte no deberían exceder los límites apropiados de exposición ocupacional.
- g) La superficie recubierta debería requerir un mínimo de preparación superficial antes de la aplicación de los sistemas de pintura, siempre que la superficie esté en buenas condiciones. La preparación superficial requerida se tendrá que determinar antes de que comience el siguiente pintado.
- h) La superficie recubierta debería ser apropiada para el repintado con el sistema de pintura previsto. La capa no se debería considerar (normalmente) como una capa de imprimación.

NOTA 1 Normalmente, la imprimación de prefabricación no es una parte del sistema de pintura. Puede ser necesaria su eliminación.

NOTA 2 Para recomendaciones sobre la limpieza y la preparación, véase la Norma ISO 12944-4.

NOTA 3 Para más información, véase la Norma EN 10238.

Tabla B.1 – Compatibilidad de las imprimaciones de prefabricación con sistemas de pintura

Imprimación de prefabricación		Compatibilidad del tipo genérico de la imprimación de prefabricación con la imprimación del sistema de pintura						
Tipo de ligante	Pigmento anticorrosivo	Alquídica	CR	Vinílica/PVC	Acrílica	Epoxídica ^a	Poliuretano	Silicato de Zinc
Alquídico	Misceláneo	√	NC	NC	√	NC	NC	NC
Butiral – polivinilo	Misceláneo	√	√	√	√	NC	NC	NC
Epoxídico	Misceláneo	√	√	√	√	√	√	NC
Epoxídico	Polvo de Zinc	NC	√	√	√	√	√	NC
Silicato	Polvo de Zinc	NC	√	√	√	√	√	√ ^b
Acrílica (en base agua)	Misceláneo	NC	√	NC	√	NC	√	NC

NOTA Las formulaciones de pintura varían. Se recomienda comprobar la idoneidad con el fabricante de pintura.

√ = Compatible, en principio

NC = No compatible, en principio

^a Incluyendo combinaciones de epoxis, por ejemplo, resinas de hidrocarburo.

^b Se requiere un chorreado suave.

Tabla B.2 – Idoneidad de las imprimaciones de prefabricación en condiciones de exposición diversas con un sistema de pintura relacionado

Imprimación de prefabricación		Idoneidad a las condiciones de exposición						
Tipo de ligante	Pigmento anticorrosivo	C2	C3	C4	C5-I	C5-M	Inmersión	
							Sin protección catódica	Con protección catódica
Alquídico	Misceláneo	√	√	√	NS	NS	NS	NS
Butiral – polivinilo	Misceláneo	√	√	√	NS	NS	NS	NS
Epoxídico	Misceláneo	√	√	√	√	√	√	NS
Epoxídico	Polvo de Zinc	√	√	√	√	√	√	NS
Silicato	Polvo de Zinc	√	√	√	√	√	√	√
Acrílica (en base agua)	Misceláneo	√	√	√	NS	NS	NS	NS

NOTA Las formulaciones de pintura varían. Se recomienda comprobar la idoneidad con el fabricante de pintura.

√ = Compatible, en principio.

NS = No compatible, en principio.

ANEXO C (Informativo)

PROPIEDADES GENERALES

Tabla C.1 – Propiedades generales de los distintos tipos genéricos de pintura

Idoneidad ■ Buena ▲ Limitada ● Pobre — No relevante	Policloruro de vinilo	Clorocaucho	Acrílico	Alquídico	Poliuretano, aromático	Poliuretano, alifático	Etil silicato de zinc	Epoxídico	Combina epoxi
	(PVC)	(CR)	(AY)	(AK)	(PUR, aromático)	(PUR, alifático)	(ESI)	(EP)	(EPC)
Retención del brillo	▲	▲	▲	▲	●	■	—	●	●
Retención del color	▲	▲	■	▲	●	■	—	●	●
Resistencia a los productos químicos:									
Inmersión en agua	▲	■	▲	●	▲	●	▲	■	■
Lluvia/condensación	■	■	■	▲	■	▲	■	■	■
Disolventes	●	●	●	▲	■	▲	■	■	▲
Disolventes (salpicaduras)	●	●	●	■	■	■	■	■	■
Ácidos	▲	■	▲	▲	■	▲	●	▲	■
Ácidos (salpicaduras)	■	■	▲	▲	■	■	●	■	■
Álcalis	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	■	■
Álcalis (salpicaduras)	■	■	▲	▲	■	■	●	■	■
Resistencia al calor seco:									
Hasta 70 °C	●	●	▲	■	■	■	■	■	■
De 70 °C a 120 °C	—	—	▲	■	■	■	■	■	▲
De 120 °C a 150 °C	—	—	▲	●	▲	●	■	▲	▲
> 150 °C pero ≤ 400 °C	—	—	—	—	—	—	■	—	—
Propiedades físicas:									
Resistencia a la abrasión	●	●	●	▲	■	▲	■	■	▲
Resistencia al impacto	▲	▲	▲	▲	■	▲	▲	■	▲
Flexibilidad	■	■	■	▲	▲	■	●	▲	▲
Dureza	▲	▲	▲	■	■	▲	■	■	■

NOTA La información proporcionada en la tabla C.1 ha sido elaborada a partir de una amplia muestra representativa de fuentes y se ha previsto como una indicación general de las propiedades de los diferentes tipos genéricos de pinturas disponibles. Pueden producirse variaciones dentro de los grupos de resinas, y algunos productos se formulan especialmente para proporcionar una resistencia excepcional a ciertos productos o condiciones. Siempre se ha de consultar al fabricante de pintura cuando cualquier pintura dada se elige para una aplicación particular.

ANEXO D (Informativo)

COMPUESTO ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)

Un COV es cualquier compuesto orgánico volátil, presente en un volumen específico de pintura o producto relacionado, que se evapora a la atmósfera bajo unas condiciones específicas durante y después de la aplicación. El contenido en COV se expresa en g/litro.

NOTA En Europa, un compuesto orgánico se considera que es un COV si, a una temperatura de 293,15 K, presenta una presión de vapor de 0,01 kPa o superior. Para los EEUU, las condiciones no se han especificado, pero aquellos compuestos orgánicos que se relacionan con COVs se identifican como tales.

Los COVs se consideran contaminantes del aire y la mayoría de ellos participan en reacciones foto-químicas. Por esta razón, los fabricantes se han visto obligados a reducir la cantidad de COVs en las pinturas hasta niveles aceptables para minimizar la contaminación atmosférica.

Los técnicos responsables y los usuarios de los sistemas de recubrimiento deberían estar advertidos de esto y del hecho que las emisiones de COV se encuentran limitadas por la legislación en muchos lugares del mundo hoy en día. Se les emplaza a solicitar información acerca de las reglas actuales del país donde el sistema de recubrimiento se empleará.

Si se encuentran vigentes reglamentaciones sobre COV, normalmente se referirán a la emisión total de COV del lugar de trabajo y/o el nivel de COV en la pintura.

La emisión de COVs desde el recubrimiento al medio ambiente puede reducirse principalmente de dos modos:

- a) Mediante la elección de un sistema de recubrimiento adecuado (selección de productos con bajo contenido en COV).
- b) En sistemas de recubrimiento aplicados en espacios confinados (talleres), pasando la salida de aire de ventilación del taller a través de filtros especiales que absorban los COVs o a través de incineradores que oxiden los COVs a dióxido de carbono y agua.

La reducción de COV mediante la selección de productos adecuados es normalmente la única opción práctica/económica, y hay básicamente tres posibles productos: un producto en base disolvente con alta concentración en sólidos, un producto sin disolvente o un producto en base agua. También es posible usar una combinación de los tres.

Cuando se selecciona un sistema de recubrimiento basado en productos con alta concentración en sólidos o un producto exento de disolvente, se debería tener especial cuidado en la aplicación de los productos, dado que puede ser difícil aplicar el espesor nominal de película seca especificado en el anexo A. Estas pinturas suelen tener que ser aplicadas mediante pulverización con un espesor de película seca superior al recomendado para asegurar que forman una película continua y homogénea.

Aunque se puede alcanzar un espesor de película seca equivalente con pocas capas, esto podría no proporcionar el mismo nivel de protección dado que el número de capas aplicada influye en el nivel de protección – mayor número de capas implica mayor protección. Por lo tanto es recomendable que, para compensar el menor número de capas, el espesor total de película seca se incremente cuando se utiliza un producto con alto contenido en sólidos o exento de disolvente.

Cuando se selecciona un sistema de recubrimiento basado en productos en base agua, el éxito en la aplicación dependerá principalmente en las condiciones climáticas y de ventilación, normalmente en mayor medida que en los productos en base disolvente (véanse también los apartados 4.2, 4.3.2 y 4.3.3).

La tabla D.1 indica el contenido en COV para diferentes grupos genéricos de pintura y su posible reducción.

Tabla D.1 – Contenido en COV en diferentes tipos genéricos de pinturas

Tipo genérico de pintura	Intervalo típico de COV g/litro	¿Alternativas en base agua disponibles?	¿Alternativas con alto contenido en sólidos disponibles?	¿Alternativas exentas de disolventes disponibles?^a
Copolímero de policloruro de vinilo	> 500	SI	NO	NO
Clorocaucho	> 500	NO	NO	NO
Acrílico	> 500	SI	NO	NO
Alquídico	330 a 500	SI	SI	NO
Poliuretano (aromático)	0 a 500	SI	SI	SI
Poliuretano (alifático)	0 a 500	SI	SI	SI
Epoxídico	0 a 700	SI	SI	SI
Silicato de Zinc	350 a 650	SI	SI	NO
^a 100% en contenido en sólidos/sin contenido en volátiles.				

NOTA 2 Las pinturas en base agua también pueden contener COVs. El nivel típico se encontrará entre los 0 g/litro y los 120 g/litro.

Los sistemas en base agua son adecuados para la mayoría de las categorías de corrosividad atmosférica, especialmente en las capas de acabado. Para inmersión, las pinturas con alto contenido en sólidos y/o exentas de disolventes son generalmente más adecuadas.

Un caso especial es el interior de edificios que necesiten ser reparados o redecorados. Estas actividades de pintura en el interior son un buen ejemplo para el uso de sistemas de recubrimiento en base agua o de capas finales en base agua, dado que es relativamente fácil alcanzar los requisitos de temperatura y ventilación necesarios. El contenido en COV bajo, o nulo, asegura beneficios medioambientales y reduce los riesgos para la seguridad y la salud durante la operación de pintado. Cuando se usen recubrimientos en base agua para tales operaciones, la aplicación de pintura normalmente puede realizarse sin afectar a otras actividades en la vecindad.

Durante un trabajo de nueva construcción, se podría recomendar emplear sistemas de pintura de mayor resistencia mecánica, para minimizar el daño durante el transporte y montaje. En estos casos sin embargo es recomendable que la capa de acabado del sistema de pinturas en estas estructuras sea del tipo base agua o que sea compatible con un tipo base agua (para los posteriores trabajos de reparación y mantenimiento).

En este contexto, el término compatible significa que la pintura puede ser recubierta posteriormente con una capa final en base agua con una preparación superficial mínima (únicamente la eliminación de los contaminantes). Se debería dar por supuesto que, dependiendo de las condiciones de exposición esperadas, se podrían considerar otras alternativas adecuadas, como pinturas con alto contenido en sólidos o exentas de disolventes.

NOTA 3 El desprendimiento lento, por ejemplo de agentes coalescentes desde ciertas pinturas en base agua puede, en ciertos casos, tener efecto en espacios confinados.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ASTM D 2371 *Standard Test Method for Pigment Content of Solvent-Reducible Paints.*
- [2] EN 10238 *Productos de acero de construcción granallados y prepintados por tratamiento automático.*

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A SIMOGA 2010, S.L.