



ATEG

4

Manejo y Fabricación con acero galvanizado

4.3 Galvanización en caliente más pintura = Sistema Dúplex

1. Definición

La galvanización en caliente es un procedimiento de protección frente a la corrosión de los materiales y artículos fabricados con hierro y acero, que consiste en la inmersión de los mismos en un baño de zinc fundido. De esta manera se forman sobre estos materiales recubrimientos protectores de zinc y aleaciones de zinc que están perfectamente adheridas al sustrato base mediante una unión metalúrgica.

Se conoce como sistema dúplex a la combinación de dos sistemas distintos de protección frente a la corrosión, que se complementan entre sí, como es el caso de los recubrimientos galvanizados y los revestimientos de pintura.

2. Campo de utilización

Los sistemas dúplex a base de una o varias capas de pintura sobre los recubrimientos galvanizados se utilizan generalmente en los casos en que es necesaria una protección frente a la corrosión muy eficaz. Los ejemplos más frecuentes se encuentran en la edificación, mobiliario urbano, el menaje de carreteras y en las industrias químicas y eléctricas. Las principales razones de especificar sistemas dúplex son las siguientes:

Larga duración de la protección

La duración que proporcionan estos sistemas dúplex es normalmente mucho más prolongada que la que podría calcularse por la suma de las duraciones previsibles de cada sistema individual por separado. Se puede decir que se produce un efecto sinérgico, que en forma matemática podríamos expresar mediante la siguiente fórmula:

$$DT = K (DZn + DP)$$

en donde:

DT = Duración total del sistema dúplex

DZn = Duración del recubrimiento galvanizado

DP = Duración de la pintura

K = Una constante

Se puede cuantificar el efecto sinérgico (valor de la constante K) entre 1,2 y 2,5, dependiendo del sistema de pintura y de las condiciones ambientales a las que esté expuesto el sistema.



ATEG

Razones estéticas

Los recubrimientos galvanizados tienen un aspecto plateado o gris metálico. Mediante la pintura pueden obtenerse toda clase de coloraciones.

Razones de señalización o de camuflaje

En muchas ocasiones es necesario utilizar determinados colores con fines de balizaje o identificación. En otros casos puede ser necesario conseguir un efecto de camuflaje. En todas estas situaciones la aplicación de pinturas permite conseguir los efectos deseados sin perjudicar, o incluso potenciando, la excelente resistencia a la corrosión de los recubrimientos galvanizados.

No existen prácticamente limitaciones al empleo de los sistemas dúplex (Fig. 2). En general es preferible aplicar la pintura en taller, en condiciones controladas y por parte de especialistas. De esta manera se evitan los problemas que pueden surgir si no se realiza una adecuada limpieza y/o preparación superficial cuando se aplican en obra en condiciones inadecuadas de humedad y/o temperatura.

3. Modo de protección

Los recubrimientos de pintura tienen normalmente poros y microgrietas que permiten el paso de la humedad. Si estos recubrimientos están aplicados directamente sobre la superficie del acero, el óxido de hierro que se forma inicialmente debajo de la capa de pintura tiende a agrandar estas grietas, por ser muy voluminoso y, por tanto, facilita la penetración de más humedad desde el exterior hasta la superficie del acero, con la consiguiente formación de nuevas cantidades de óxido. De esta manera se producen unas tensiones expansivas debajo de la película de pintura que llegan a levantarla. Sin embargo, cuando las pinturas se aplican sobre los recubrimientos galvanizados, aunque la humedad penetre igualmente a través de los poros y microgrietas de la película de pintura, en este caso se encontrará con el sustrato de zinc, dando lugar a productos de corrosión de este metal. Estos productos son insolubles, compactos y adherentes y taponan las mencionadas grietas, lo que tiene como consecuencia la prolongación de la duración de la película de pintura (Fig. 1). Como esta película de pintura protege a su vez al recubrimiento galvanizado de la acción corrosiva de la atmósfera y de los agentes químicos, puede decirse que existe una protección recíproca que beneficia a ambos sistemas de protección y que tiene como consecuencia que los sistemas dúplex tengan una duración superior a la que cabría esperar por la suma de las duraciones previsibles de cada sistema por separado.

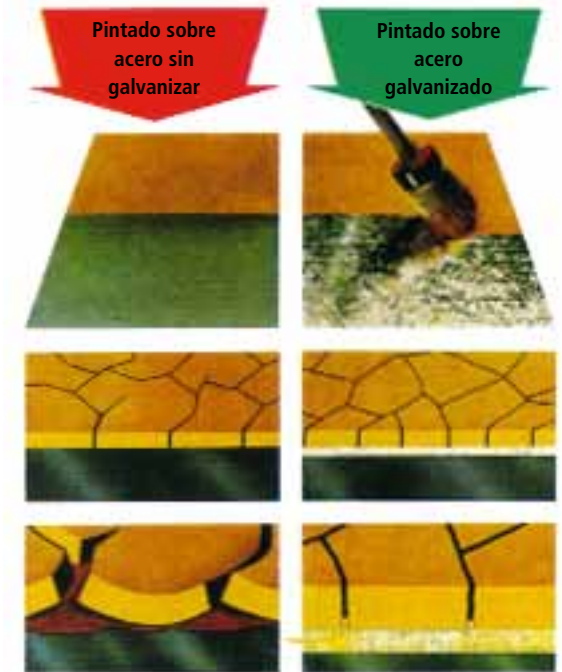


Fig.1: Comparación entre la protección proporcionada por un sistema dúplex y un sistema convencional.

4. Normas

La norma más extendida internacionalmente sobre la protección mediante pintura de las construcciones de acero es la UNE-EN ISO 12944 Partes 1-6: "Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores". Esta norma contempla los aspectos más relevantes a efectos de los resultados de la protección, como son el tipo de superficie y su preparación, el tipo de ambiente y los principales criterios en la selección de los sistemas de protección mediante pinturas. En la parte 5 de esta norma, se describen los sistemas de pintura más adecuados para el pintado del acero galvanizado.

5. Preparación superficial

El requisito esencial en la aplicación de un sistema de pintura sobre el acero galvanizado es la adecuada preparación superficial. Esta preparación variará según sea el grado de envejecimiento y el estado de la superficie galvanizada.

Superficies galvanizadas nuevas

Nada más extraer las piezas del baño de galvanización empiezan a reaccionar con el oxígeno del aire y a cubrirse con una película muy delgada (de unos pocos nanómetros de espesor) de óxido de zinc. Si las superficies recién galvanizadas estuvieran completamente limpias, en teoría podrían pintarse sin necesidad de preparación superficial alguna. En la práctica, sin embargo, rara vez se puede pintar inmediatamente después de la galvanización. Por otra parte, dado que incluso las superficies recién galvanizadas pueden estar contaminadas con cloruros que provienen de las sales de fluxado o con algo de grasa, lo más recomendable es limpiar las superficies con chorro de agua caliente o vapor de agua o mediante preparados de limpieza alcalinos adecuados (frotando bien con cepillo o estropajo) y posterior aclarado y secado.

Para asegurar el anclaje de las pinturas a las superficies galvanizadas y favorecer su adherencia a largo plazo, se recomienda alguno de los siguientes pretratamientos:

- a) Chorreado de barrido a baja presión (2,5 bar) con abrasivos muy finos.
- b) Fosfatado con algún producto comercial de reconocida eficacia y posterior lavado con agua.
- c) Aplicación de un "wash-primer" (a base de butil-polivinilo, ácido fosfórico y tetroxicromato de zinc), siguiendo las instrucciones del fabricante.

Superficies galvanizadas envejecidas

En el caso de las superficies galvanizadas expuestas durante algún tiempo a la intemperie, hay que eliminar perfectamente los productos de corrosión que puedan haberse formado sobre las mismas y que tendrán diferente volumen y naturaleza dependiendo del ambiente al que hayan estado expuestas. Con esta finalidad pueden emplearse también los sistemas de preparación superficial indicados anteriormente, aunque en estos casos con algo más de intensidad. El chorreado de barrido es especialmente recomendable en estos casos.

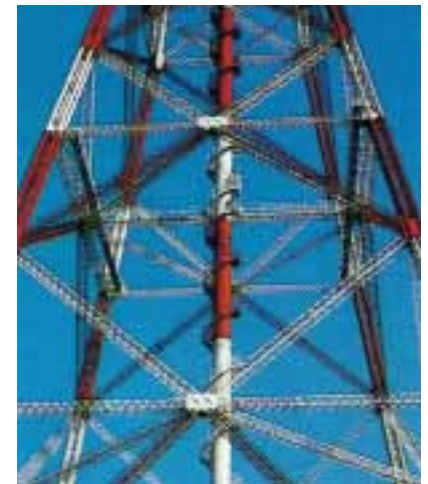


Fig. 2: Torre de transporte de electricidad protegida mediante un sistema dúplex. Está situada en Stade, Bajo Elba, y es la torre de este tipo más alta de Alemania (227 m).



ATEG

6. Tipos de pinturas

La composición de las pinturas tiene una gran influencia sobre las propiedades de los sistemas dúplex, en especial con relación a la adherencia del recubrimiento de pintura. Como regla general puede decirse que las pinturas de base termoplásticas, como las acrílicas, de PVC y PVC-acrílicas, son más compatibles con los diferentes estados superficiales de los recubrimientos de zinc que las pinturas de dos componentes a base de resinas epoxi o poliuretano. Estas últimas requieren una preparación superficial más cuidadosa, preferiblemente mediante chorreado de barrido, pero, en contrapartida, proporcionan una mayor protección. En la tabla 1 se muestran algunos sistemas de pintura que se han acreditado como apropiados para el pintado de los recubrimientos galvanizados obtenidos por procedimientos discontinuos tomados de la norma UNE-EN ISO 12944-5.

Sistema de Pintura					Categoría de agresividad de la Atmósfera (según ISO 9223:1992)					
Aglutinante	Capas Base		Capas Acabado		Espesor Total (µm)	C2 Baja	C3 Media	C4 Alta	C5-I Muy alta (Industrial)	C5-M Muy alta (Marina)
	N.º de Capas	Espesor por capa (µm)	N.º de Capas	Espesor Total (µm)						
Copolimeros de cloruro de vinilo	–	–	1	80	80	A	B			
	1	40	1	80	120	A	M			
	1	80	1	80	160		A	M	B	B
	1	80	2	160	240			A	M	M
Copolimeros de resinas acrílicas	–	–	1	80	80	A	B			
	1	40	1	80	120	A	M			
	1	80	1	80	160		A	M	B	B
	1	80	2	160	240			A	B	B
Resinas Epoxi o Poliuretano (*)	–	–	1	80	80	A	M			
	1	40	1	80	120		A	M	B	B
	1	80	1	80	160			A	B	M
	1	80	2	160	240			A	M	A
	1	80	2-3	240	320			A	M	A

A. Aplicación recomendada para condiciones de servicio severas de dentro de la categoría de corrosividad.

M. Aplicación recomendada para condiciones de servicio medianamente severas dentro de la categoría de corrosividad.

B. Aplicación recomendada para condiciones de servicio de baja severidad dentro de la categoría de corrosividad.

(*) Si la conservación del color o el brillo son factores importantes, es recomendable que la última capa sea de poliuretano alifático.

Tabla 1. Ejemplos de sistemas de pintura para el acero galvanizado. Resumen extraído de UNE-EN ISO 12944-5 (1998)