

# Especificaciones y ensayos de fierro galvanizado

por

FRANCISCO CRUZ

---

Hasta hace poco tiempo atrás, la Empresa de los Ferrocarriles del Estado había tenido serias dificultades en lo que se refería a las calidades del fierro galvanizado para techos adquiridos y sus métodos de control. La Sección Pruebas de la Empresa, después de una serie de estudios y ensayos prácticos, tomando como base las experiencias del Departamento de Comercio de E.U., estableció la Especificación N.º 9 actualmente en vigencia y que se puede leer al final, además haremos una descripción ligera de los métodos recomendados para galvanizar y de los ensayos que actualmente se practican con este material; tampoco juzgamos inútil hacer una ligera descripción sobre la naturaleza de la corrosión.

## A) Corrosión.

El proceso parece que en parte es electrolítico en su naturaleza, ya que el fierro y acero no se corroe en aire seco, siendo condición esencial la presencia de humedad y aún según otra teoría también debe existir presente bióxido de carbono. La acción de la atmósfera se puede evitar por dos medios distintos; primero excluyendo mecánicamente la humedad y otros agentes corrosivos y segundo, usando capas protectoras de sustancias que por su naturaleza química sean atacadas con preferencia al fierro o acero.

Para conseguir este fin se han adoptado una serie de procedimientos y materiales diversos, a saber;

- 1) Baños protectores metálicos.
- 2) Capas protectoras en las que el propio fierro se transforma en la superficie en un compuesto menos atacable.
- 3) Capas de compuestos orgánicos que incluyen pinturas, barnices, etc. Los baños metálicos comprenden todos los metales comunes y aleaciones que pueden aplicarse directamente sobre el acero, o sea el zinc, aluminio, que son electro posi-

tivos del hierro y el estaño, plomo y aleaciones del plomo, cobre, níquel, cobalto, bronce, latón y plata que son sus electro negativos.

En el caso de los compuestos del hierro, la superficie se convierte en óxido u otro cuerpo, dándosele después a la pieza un baño de aceite.

Es indudable que de todos los sistemas, el mejor es el del zinc, el metal más común electro positivo del hierro, o sea, que tiene una mayor afinidad con el oxígeno del aire y, por consiguiente hemos concretado nuestros ensayos a materiales protegidos en esta forma.

Como la indica la Especificación de la Empresa, se admiten por ésta, cuatro diferentes sistemas de galvanización, indicándose además los casos en que cada cual debe usarse y el mínimo de zinc por decímetro cuadrado de superficie expuesta, que debe tener la capa protectora.

#### B) Micro-estructura.

En general, todos los metales que se usan para proteger el hierro o acero, dan una capa de estructura sumamente simple, pues la aleación formada es tan pequeña que no se nota ninguna alteración en la micro-estructura de la capa protectora resultante.

Con el zinc, sin embargo, el caso es bien diferente, especialmente cuando se aplica en caliente. El zinc se combina con el hierro en tal grado que la capa resultante, da una estructura sumamente compleja, variando también apreciablemente sus cualidades.

En ciertos baños o capas, algunos constituyentes de la micro-estructura, actualmente aceleran el ataque al metal que se ha tratado de proteger.

#### C) Micro-estructura teórica del baño de zinc.

El diagrama de la constitución de la aleación hierro-zinc, modificado por Raydt y Tammann (fig. N.º 1) muestra cuatro campos diversos susceptibles de formarse sobre una base de hierro, estos son;

- 1) Uno exterior *m* de zinc conteniendo un pequeño porcentaje de hierro en solución (más o menos 0,7%);
- 2) Uno mixto o doble *m*, compuesto de un campo principal similar al N.º 1 en el cual se encuentran partículas de *n* (aleación de FeZn7 con algo de Zinc).
- 3) Una capa compuesta enteramente de una solución de *n*.
- 4) Un campo doble de dos compuestos químicos definidos, FeZn7 y FeZn3, variando sus proporciones desde FeZn7 por un lado hasta FeZn3 por el otro.

#### D) Acción de las micro-estructuras del baño protector,

Las capas protectoras metálicas conservan el material en diferentes formas,

ya sea por protección mecánica contra la humedad y otros agentes corrosivos, o porque siendo la solubilidad mayor que la del metal básico, lo protegen de la corrosión de origen químico y, como ya lo hemos dicho, de todos los metales comunes usados, el zinc es el único que goza de esta propiedad.

Existen diversas teorías sobre el efecto electrolítico de los diferentes campos de la aleación fierro-zinc en la galvanización por inmersión; y atacando los diferentes campos referidos por el ácido (etching) se ha constatado que son electro negativos respecto del zinc, esto es, conservan la misma relación hacia el zinc que el fierro.

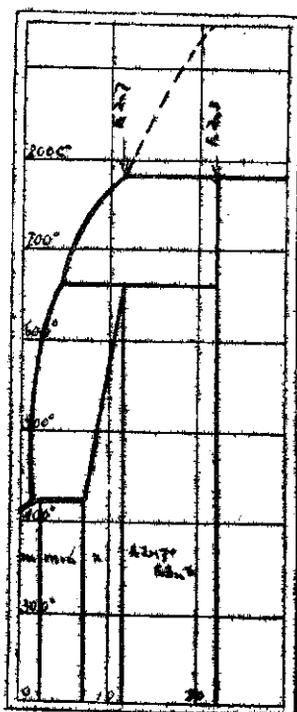


Fig. n.º 1.

Guertler ha sostenido que el campo más cercano al fierro  $FeZn_3$ , es también más electro negativo al zinc que el fierro; de aquí que el fierro sería electro positivo a este campo. En consecuencia, al exponerse a la corrosión y destruidos los campos exteriores, el campo interior aceleraría la corrosión del fierro.

E) Preparación de la superficie por proteger.

El método más común para limpiar las planchas o piezas que se van a galvanizar es el de su inmersión en ácido sulfúrico por ser el más rápido y eficiente.

En general se sumergen las piezas por 5 a 30 minutos en una solución de  $H_2SO_4$  hasta de 15% por peso y a una temperatura de 25 a 60 grados centígrados. De los medios mecánicos de limpieza, el de chorro de arena es el más universal, pero tiene la desventaja de que la fuerza del impacto en la superficie la endurece poco a poco, lo cual en secciones delgadas es bastante perjudicial.

#### F) Métodos de ensaye.

De los varios métodos de ensaye para planchas o artículos galvanizados, se han practicado en el laboratorio los siguientes:

- a) La prueba de Preece
- b) » » » ácido clorhídrico-antimonio
- c) » » » acetato básico de plomo
- d) » » » chorro de agua salada pulverizada, que es talvez el más interesante.

La prueba de Preece se hace sumergiendo por períodos de un minuto la muestra limpiada cuidadosamente, en una solución de sulfato de cobre, se lava en seguida en agua corriente y frota con hilachas entre cada sumergida, siendo la aparición de cobre brillante adherido indicación del término de la prueba. La solución se prepara disolviendo 36 partes de sulfato de cobre comercial en 100 partes de agua y se agrega después óxido de cobre para neutralizar cualquier ácido libre. Esta solución se diluye en agua hasta que la gravedad específica llega a 1.186 a 18° C y deberá usarse aproximadamente a la misma temperatura.

La prueba de ácido clorhídrico-antimonio para determinar la cantidad de zinc en el metal galvanizado, se practicó como sigue:

Se prepararon varias muestras (Doce en este caso) con 4 plg<sup>2</sup> de área, se pesaron cuidadosamente, sumergiéndolas después en 100 cm<sup>3</sup> de ácido clorhídrico (gr. especif. 1.2) más 5 cm<sup>3</sup> de una solución hecha disolviendo 20 gr. de trióxido de antimonio en 1000 cm<sup>3</sup> de ácido clorhídrico concentrado. Sumergidas las muestras por un minuto se lavaron en agua corriente, secándolas para pesarlas. La pérdida de peso representa el peso del baño de zinc que se redujo después a gramos por decímetro cuadrado.

La prueba más importante es indudablemente la cuarta, o sea la del chorro de agua salada pulverizada. Se ensayaron con este sistema diversas clases de capas protectoras, pero se dedicó especial atención a las de zinc.

Se dispone para esta prueba un estanque de loza o porcelana con tapa de vidrio y soportes también de vidrio para las muestras.

El estanque está inclinado (fig. N.º 2) para que las gotas de solución que se juntan en la tapa corran hacia abajo en vez de caer en las muestras.

Se prepara una solución al 20% por peso de cloruro de sodio comercial (20 gr. de sal, 80 cm<sup>3</sup> de agua o 2 lbs. de sal y 1 galón de agua), debiendo contarse además con una presión de aire de 6 a 7 lbs. por plg<sup>2</sup> para pulverizar finamente la solución.

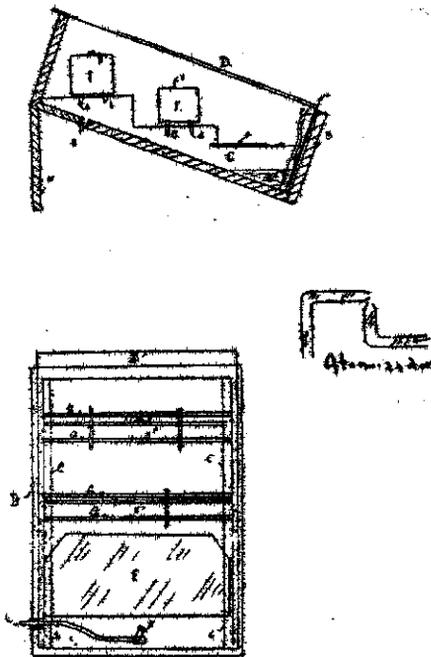


Fig. N.º 2

El aire comprimido pasa a través de lana de vidrio y después por un estanque de agua para eliminar el aceite y polvo saturándolo al mismo tiempo con vapor de agua que impide la concentración de la solución salina y su cristalización en el atomizador.

Una plancha pantalla impide también que el chorro dé directamente sobre las muestras.

Estas se lavan con gasolina y éter de petróleo para eliminar la grasa y se colocan en el estanque en posición vertical sobre las barras de vidrio.

Cada 24 horas se sacan, lavan con agua frotándola con una escobilla no muy dura y después de secarlas con cuidado, se verá si presenta indicios de óxido rojo o amarillo de hierro.

Los primeros indicios de corrosión indican el término de la prueba, pero se siguió adelante en varias ocasiones para estudiar el aumento de la corrosión por una mayor exposición y la duración del material.

G) Valor comparativo de los diferentes métodos.

El método del ácido clorhídrico y del acetato básico de plomo son pruebas que dan la cantidad de material de la capa protectora el método de Preece muestra los puntos débiles de la galvanización o recubrimiento y en forma general el grueso de la capa. El método de acetato de plomo puede dar también los puntos débiles pero por sus diversos inconvenientes ha sido eliminado por la A. S. T. M. y no se usó en nuestras experiencias.

El método ácido clorhídrico-cloruro de antimonio ha sido el que mejores resultados ha dado para eliminar el baño de zinc tanto por su rapidez como por prestarse para tratar todas clases y formas de galvanizaciones.

A continuación se dan los resultados obtenidos por este sistema con 4 pedazos de 1 plg<sup>2</sup> de hierro galvanizado en 4 inmersiones de un minuto c/u.

INMERSION	A	B	C	D
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
1.º	0.3371	0.4102	0.3966	0.8380
2.ª	0.0490	0.0158	0.0171	0.0477
3.º	0.0017	0.0017	0.0017	0.0040
4.ª	0.0010	0.0010	0.0010	0.0007

El 4.º valor puede atribuirse al fierro disuelto en el último baño.

El resultado siguiente nos indicaría que el método ácido puede ser más exacto para zinc electrolítico que el sistema acetato básico de plomo; la prueba se hizo pesando previamente la cantidad de zinc depositado en las planchas y atacándolas después.

SISTEMA USADO	PESO DE LA CAPA		CANTIDAD ENCONTRADA
	DEPOSITA	Gr. RECOGIDO	%
Acetato de plomo. . . . .	0.2888	0.2537	88
	0.1694	0.1572	93
HCL. y cloruro de an- timonio . . . . .	0.2141	0.2157	1007
	0.1965	0.1992	1004

La prueba del chorro de agua, salada, se aplicó a gran número de muestras, apesar de lo cual no ha sido posible llegar a resultados definitivos respecto a la duración de la capa protectora cantidad de zinc extraído y espesor de las capas ensayadas.

A pesar de sus limitaciones este sistema es el más conveniente para probar las piezas galvanizadas que deberán estar expuestas a atmósferas salinas.

Aunque no se ha podido determinar exactamente su duración por lo general las muestras que han mostrado puntos o focos de oxidación en menos de 24 horas se han considerado de mala calidad aceptándose como buena aquellas que soportan la prueba por 4 ó 6 días Especialmente para nuestras estaciones o galpones de la frontera, no es posible tolerar menos de 4 días mientras que para aquellas del Norte y en el interior se puede aceptar muestras que se deterioran al 3er. días.

Siendo las capas protectoras electro negativas aceleradoras de la corrosión del fierro en los puntos expuestos el que la capa sea pareja tiene más importancia que su espesor. En este sentido la prueba del agua salada es inmejorable pues mostrará dentro de 3 a 10 horas todos los puntos débiles de la plancha o pieza.

Los ensayos aquí descritos han influido directamente en el mejoramiento de la calidad del fierro galvanizado nacional ya que la Empresa por medio de sus contratos permanentes con fábricas del país está en situación de mostrar en forma práctica a los industriales los defectos de sus productos y forma de corregirlos.

Las pruebas antedichas, a pesar de ser de laboratorio, pueden hacerse fácilmente por los fabricantes y esta idea es la que nos ha animado a hacer un resumen del trabajo hecho.

Santiago, Julio 5 de 1924.