



Galvanización en caliente.



w w w . g a l e s a . c o m

Índice

· Galesa. _____	3
· Presentación. _____	4
· Reseña histórica. _____	5
· Servicios a Clientes. _____	6
· La corrosión. _____	7
· Sistemas de protección del hierro. _____	8

1 Galvanizado en caliente general.

1.1 · Definición. _____	9
1.2 · Descripción del proceso. _____	9
1.3 · Características. _____	9
1.4 · Particularidades del galvanizado en caliente con centrifugado. _____	10
1.5 · Aspecto superficial del galvanizado en caliente general. _____	11
1.5.1. Influencia del Silicio y Fósforo. _____	12
1.6 · Decálogo de razones para galvanizar en caliente. _____	13
1.7 · Campos de aplicación. _____	15

2 Recomendaciones de diseño. Problemas técnicos.

2.1 · Drenaje en uniones soldadas de refuerzo. _____	18
2.2 · Soldadura, evitar poros y zonas de solape. _____	19
2.3 · Soldadura posterior al galvanizado. pintura de enmascaramiento y pintura rica en zinc. _____	20
2.4 · Guía de respuestas ante dudas o preguntas. _____	21

A lo largo de más de 40 años **GALESA** ha estado prestando sus servicios en el campo de los **recubrimientos metálicos** y en concreto en el campo de la **galvanización en caliente por inmersión en zinc fundido**.

Durante todo este tiempo GALESA ha pasado por diversas fases de crecimiento hasta llegar en la actualidad a disponer de un grupo especializado de **profesionales** y de unas instalaciones, dotadas de los **medios mecánicos y tecnológicos mas avanzados**, que le permiten abordar todo tipo de proyectos con la tranquilidad de poder atender a sus clientes con plenas garantías de **éxito, calidad y servicio**.

Todo ello no hubiera sido posible sin un equipo unido por objetivos comunes compartiendo una misma cultura. Una cultura que tiene como valores fundamentales, **RESPECTO, RESPONSABILIDAD e INNOVACIÓN**.

RESPECTO al personal de la empresa, a nuestros clientes, a nuestros proveedores y al entorno que nos rodea. Trabajamos con RESPONSABILIDAD, adquiriendo el compromiso firme de cumplimiento de los trabajos que nos encargan y aplicamos la INNOVACIÓN en la forma de trabajar, buscando continuamente una mayor eficiencia y eficacia en todos nuestros procesos.

En la actualidad GALESA sigue **aportando soluciones a multitud de problemas relacionados con la corrosión del hierro en todo el territorio nacional**. Nuestros técnicos colaboran continuamente en proyectos que abarcan un amplísimo abanico de sectores, ya sea para la construcción (estructuras para naves industriales o para edificios, armaduras para el hormigón, etc...), para la industria en general, para la señalización y seguridad en sectores tan dispares como el vial, el aéreo, ferroviario o marítimo, en las instalaciones para telefonía, iluminación, en los sectores energéticos como los hidráulicos, térmicos, eólicos o fotovoltaicos, etc. Igualmente en las instalaciones para la agricultura, como en los invernaderos, en las explotaciones ganaderas o en las modernas instalaciones transformadoras alimenticias, etc...

Frente a todo tipo de necesidades en los sectores antes mencionados, o en otros cualesquiera, y con el objetivo de resolver los problemas de seguridad estructural, de mantenimiento continuado y de apariencia estética derivados de la oxidación del hierro, GALESA aporta sus soluciones con la satisfacción del trabajo bien hecho, dedicando todos nuestros esfuerzos a dar pleno cumplimiento a la confianza depositada por nuestros clientes.

Presentación

Sin duda que una de las características históricas específicas que señalan el cambio al III Milenio es el aprovechamiento y desarrollo de **Energías alternativas o renovables** porque suponen, a nivel mundial, una mejor utilización de las materias primas necesarias para otros campos, como los hidrocarburos.

Entre las Energías renovables que empiezan a tomar importancia progresivamente mayor está la **energía Termosolar**. El sol es nuestro proveedor energético original, inagotable para nosotros y fuente de la que nacen todas las demás energías.

En la elección de opciones de producción de energías solares adquiere cada vez más importancia la ratio de aprovechamiento entre lo que nos ofrece el sol y lo que somos capaces de almacenar o producir, o sea el “**rendimiento energético**” que logramos conseguir, de forma que cada vez se estudia cómo hacer que “se pierda” menos energía.

Desde **GALESA** invitamos a una pequeña reflexión en torno al rendimiento, en este caso, de los materiales que se utilizan como estructura soporte de los ingenios o máquinas de aprovechamiento de la energía solar, o sea, las estructuras metálicas necesarias.

El hierro como la mayoría de los metales sufre **corrosión** espontánea y cuando el hierro se oxida y humedece pierde todas las características que le hacen tan útil.

Las **estructuras férreas** a la intemperie en presencia agentes medioambientales como la humedad, el salitre de las zonas costeras o la contaminación química, en combinación con el oxígeno sufren “corrosión” que obliga a mantenimientos costosos para evitarla o a gastos de reparación o sustitución de materiales, que por la corrosión se hacen inservibles.

Al igual que hubo tiempos en que la abundancia de petróleo permitía “derroches” innecesarios, cuando hablamos del hierro **podemos reflexionar en cómo hacer que no “se pierda” entre un 2% a 3 % del PIB de un país en gastos derivados de la corrosión del acero.**

Aquí es donde LA GALVANIZACIÓN EN CALIENTE oferta una respuesta importantísima: ES EL MÉTODO MÁS BARATO Y EFICAZ, A LARGO PLAZO, PARA RETRASAR LA CORROSIÓN DEL ACERO A LA INTEMPERIE.

Ningún otro sistema, como las pinturas o los aceros inoxidables, puede dar mejor rendimiento entre precio o coste y plazo de garantía frente a la corrosión.

De ello hablamos en estas páginas.



Reseña histórica.

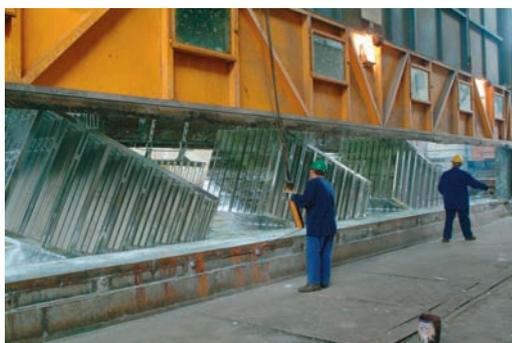
- 1948 - Antecesores de GALESA, la empresa "Hijos de F. Montesinos S.L.", se instala en Mislata (Valencia) con una caldera de 1,50 x 0,70 x 1 m. (longitud x anchura x profundidad), con 7 Tn de zinc fundido.
- 1966 - Constitución de la sociedad Galvanizadora Levantina S.A., "GALESA", absorbiendo a la anterior.
- 1968 - Puesta en marcha de la primera fábrica en Quart de Poblet (Valencia), junto a la carretera de Madrid, en un terreno de 6.000 m², con una caldera de 6,50 x 1,40 x 1,60 m., con 100 Tn de zinc fundido.
- 1975 - Cambio de nombre al actual de Galvanizadora Valenciana S.A., aunque se sigue utilizando el abreviado de GALESA.
- 1986 - Nueva caldera de 12,30 m x 1,60 m x 2,60 m. con 350 Tn de zinc fundido.
- 1997 - Certificado de Registro de Empresa y derecho de uso de la marca AENOR con el nº ER-0822/1997, según la norma UNE-EN/ISO 9002
- 2000 - Traslado al Polígono Industrial Castilla de Cheste (Valencia), en una superficie total de 34.000 m², con una caldera de 14,50 m x 2,20 m x 3,0 m. con 650 Tn de zinc fundido.
- 2003 - Adaptación a la Norma UNE-EN/ISO 9001: 2000 - SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.
- 2004 - Servicio de galvanizado a alta temperatura, con centrifugación, para piezas pequeñas.
- 2008.- Obtención del Certificado de Registro de Empresa y derecho de uso de la Marca AENOR, según las Normas:
 - OHSAS 18001:2007
 - SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
 - UNE-EN ISO 14001:2004
 - SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL



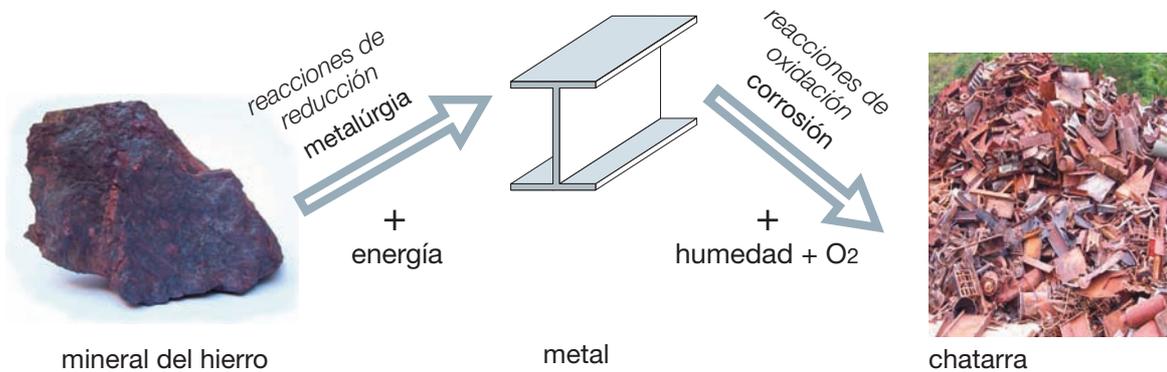
Servicios a Clientes

Galesa ofrece a sus clientes los siguientes servicios:

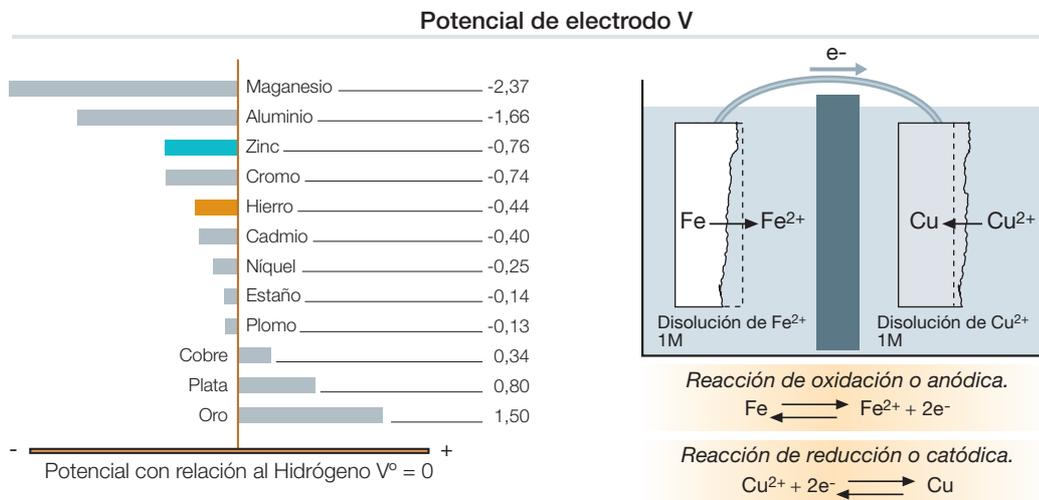
1. Galvanización en caliente por inmersión en zinc fundido.
Caldera de 14,50 m. de largo x 2,20 m. de ancho x 3,00 m. de profundidad.
Dimensiones aconsejables de las piezas: 13,50 m. x 2,00 m. x 2,50 m.
2. Posibilidad de **pasivado**, posterior al galvanizado, a petición del cliente.
3. **Metalizado a pistola** con proyección de zinc fundido, para piezas de grandes dimensiones.
4. Limpieza **por granallado** para la eliminación de pinturas, barnices y gruesas capas de óxido.
5. Caldera de alta temperatura para **galvanizado por centrifugación de piezas pequeñas** o roscadas.
6. **Suministro de toda clase de materiales para protección y señalización de carreteras:** bandas o guardarraíles, postes, viguetas, etc.
7. **Conferencia-Coloquio:** "El galvanizado como protección frente a la corrosión del hierro" en **sala de conferencias propia** (capacidad para 70 personas), con posterior visita a las instalaciones; una vez al mes, aproximadamente, o en fechas y lugares convenidos.
8. **Flota de camiones para recogida y entrega de materiales** previo acuerdo con el cliente.
9. **Servicio de asesoramiento técnico**, sin cargo, sobre todos los temas relacionados con la corrosión o protección de piezas de hierro.
10. Para mayor información consulte nuestra página web: <http://www.galesa.com>



La corrosión



- 1- La corrosión se define como el deterioro de un material metálico como resultado de las reacciones químicas de oxidación con el medio ambiente (aire-tierra-agua).
- 2- La corrosión se produce por la tendencia que tienen todos los materiales de ser solo estables en su menor nivel de energía, la que tienen en su estado natural. Por esto, cuanto más energía se necesite para obtener un metal, con mayor facilidad se producirá su corrosión.
- 3- La tendencia a oxidarse de los metales viene expresada en la siguiente lista o serie electroquímica de los metales.



- 4- En un extremo de la serie se encuentra el oro, plata y cobre con potenciales de electrodo positivo: no se oxidan fácilmente. (Metales Nobles)
- 5- En el centro de la tabla observamos al plomo, estaño, níquel y cadmio con potenciales negativos en aumento, pero menores que el hierro. Se oxidan más fácilmente que los metales nobles pero menos fácilmente que el hierro.
- 6- A partir del hierro vemos al cromo, zinc, aluminio y magnesio que en ese mismo orden tienen potenciales negativos crecientes lo que significa que se oxidan más fácilmente que el hierro y en ese mismo orden aumenta su facilidad para oxidarse.

La corrosión más grave es la que se produce en medio ambiente húmedo, pues el conjunto de dos metales distintos más humedad (con sales minerales) constituye una pila electroquímica de corrosión en la que uno de los metales, el de mayor potencial electroquímico negativo se oxida (ánodo), disolviéndose en la humedad (electrolito) y cediendo electrones al otro metal (cátodo).

La velocidad de corrosión depende de la temperatura, concentración de sales y otros factores, pero fundamentalmente de la diferencia de potencial de electrodo de los metales en contacto.

Si además de humedad se dan concentraciones significativas de agentes químicos agresivos, la corrosión puede constituir un grave o costoso problema de mantenimiento que haga dudar sobre la utilización de materiales féreos. Será muy importante conocer las formas más fáciles, económicas y duraderas de retrasar la corrosión.

Sistemas de protección del hierro

Recubrimientos

	a	b	c
	Orgánicos	Con metales más nobles	Con metales menos nobles
protección			
corrosión			
	<p>■ corrosión del hierro</p>	<p>■ corrosión del hierro</p>	<p>■ corrosión del zinc</p>
Aspectos positivos	<ul style="list-style-type: none"> · Película aislante, efecto pantalla o de protección física. · Permiten muchas opciones estéticas por la gran variedad de colores, texturas y acabados. 	<ul style="list-style-type: none"> · La barrera o pantalla es más dura frente a los golpes y roces. · Dichos metales tienen un efecto muy estético (dorado, niquelado...) · Tienen coeficientes de dilatación homogéneos con el hierro base. 	<ul style="list-style-type: none"> · La barrera física de protección es dura: metálica. Tiene coeficiente de dilatación homogéneo con el hierro. · En caso de rotura o porosidad de la capa superficial, la pila electroquímica se vuelve protectora: es el zinc el que hace de ánodo de sacrificio, mientras que el hierro hace de cátodo (se carga de electrones, lo contrario de oxidarse).
Aspectos negativos	<ul style="list-style-type: none"> · Poca resistencia a los golpes, roces y rayaduras, especialmente en las aristas. · Fácilmente alterables frente a las radiaciones. · Frente al calor tienen distinto coeficiente de dilatación respecto al hierro, de modo que la película se rompe y rápidamente comienza la oxidación. · En definitiva, en ambientes agresivos, la garantía de protección es corta. 	<ul style="list-style-type: none"> · En caso de rotura o porosidad de la capa protectora, se favorece y acelera la oxidación del hierro subyacente, por ser el hierro metal menos noble (riesgo de pila electroquímica corrosiva). · El recubrimiento suele ser muy delgado, lo que implica garantías de protección limitadas. · El coste del recubrimiento es muy alto (son metales caros). 	<ul style="list-style-type: none"> · Hay que elegir bien los recubrimientos galvanizados según las condiciones de uso de los materiales elegidos para no cometer errores por ejemplo usar materiales cincados electrolíticamente (de muy poco espesor de recubrimiento) en ambientes agresivos. La empresa que hace el cincado también es una empresa de "galvanizados" (término ambiguo).
	<p>· La garantía de protección es corta.</p>	<p>· El coste del recubrimiento es muy alto (son metales caros).</p>	<p>· Se garantizan muchos años de protección. (Ver página 10)</p>

1 Galvanizado en caliente general

según Norma UNE EN/ISO 1461



1.1 Definición.

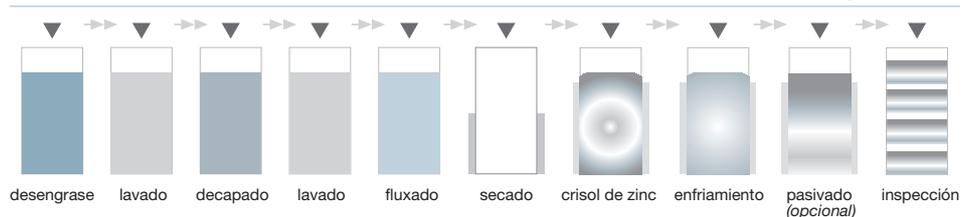
La galvanización es un procedimiento para recubrir piezas terminadas de hierro/acero mediante su inmersión en un crisol de zinc fundido a 450°C.

Tiene como principal objetivo evitar la oxidación y corrosión que la humedad y la contaminación ambiental pueden ocasionar sobre el hierro. Esta actividad representa aproximadamente el 50% del consumo de zinc en el mundo y desde hace más de 150 años se ha ido afianzando como el procedimiento más **fiable y económico** de protección del hierro contra la corrosión.

1.2 Descripción del proceso.

Las piezas que van a ser galvanizadas se limpian de grasas (desengrase) y óxidos (decapado), y se introducen en un baño de zinc fundido a 450°C, produciéndose durante la inmersión una reacción químico-metalúrgica entre el hierro y el zinc, con varias capas de aleación hierro-zinc y una capa exterior de zinc puro.

Secuencia esquemática del proceso de galvanizado.

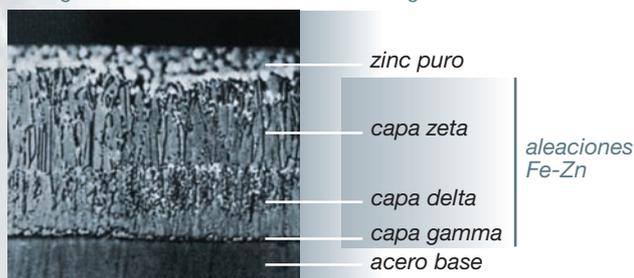


1.3 Características.

Se garantiza un espesor de zinc muy superior al cincado electrolítico y también al galvanizado en caliente por proceso continuo (Sistema Sendzimir).

El recubrimiento no es una mera deposición superficial de zinc sino que **constituye una verdadera aleación metalúrgica superficial** con 3 capas de aleaciones Fe-Zn y la cuarta más externa de zinc puro. Las aleaciones Fe-Zn aunque son frágiles son más duras que el acero base, lo que significa que resisten muy bien golpes o rozaduras sin desprenderse.

Micrografía de un recubrimiento de acero galvanizado en caliente.



La protección es total, llega incluso a los rincones y al interior de las zonas huecas ya que obligatoriamente ha de penetrar el zinc en el interior, pues en caso contrario, las piezas flotarían en el zinc fundido.

Esta es una de las razones para colaborar con nuestros técnicos, ya incluso en la fase de diseño, para conseguir el más adecuado, que nos garantice una buena calidad a un precio razonable.



Cuadro comparativo de espesores con los diferentes sistemas de galvanizado.

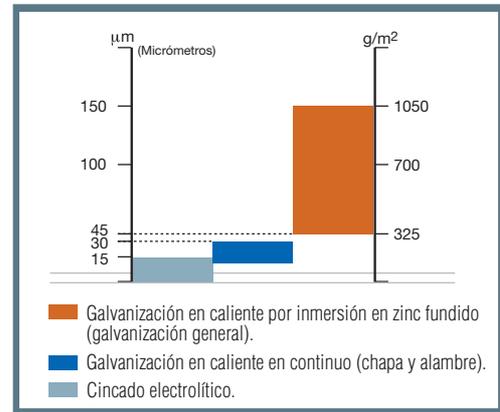


Tabla 1.3. A

Masas del recubrimiento. Según norma UNE-EN/ISO 1461

Espesor de la pieza	Valor local (mínimo)		Valor medio (mínimo)	
	masa	espesor	masa	espesor
	g/m²	µm	g/m²	µm
Acero 6 mm	505	70	610	85
Acero 3 mm hasta < 6 mm	395	55	505	70
Acero 1,5 mm hasta < 3 mm	325	45	395	55
Acero < 1,5 mm	250	35	325	45
Piezas moldeadas 6 mm	505	70	575	80
Piezas moldeadas < 6 mm	430	60	505	70

Tabla 1.3. B

Duración de los recubrimientos galvanizados. Según norma UNE-EN/ISO 14713

Categoría de corrosividad (Ambientes)	Velocidad de Corrosión del Zinc (µm/año)
C1 Interior: seco.	<0,1
C2 Interior: condensación ocasional. Exterior: rural en el interior del país.	0,1 a 0,7
C3 Interior: humedad elevada, aire ligeramente contaminado. Exterior: urbano en el interior del país o costero de baja salinidad.	0,7 a 2
C4 Interior: piscinas, plantas químicas, etc. Exterior: industrial en el interior del país o urbano costero.	2 a 4
C5 Exterior: industrial muy húmedo o costero de elevada salinidad.	4 a 8

Tabla 1.3. C

1.4 Particularidades del galvanizado en caliente con centrifugado.

Las piezas pequeñas se galvanizan colocándolas en unas cestas metálicas perforadas, que se introducen dentro de un crisol de zinc a temperaturas de hasta 560°C y a continuación se someten a una centrifugación para su escurrido final.

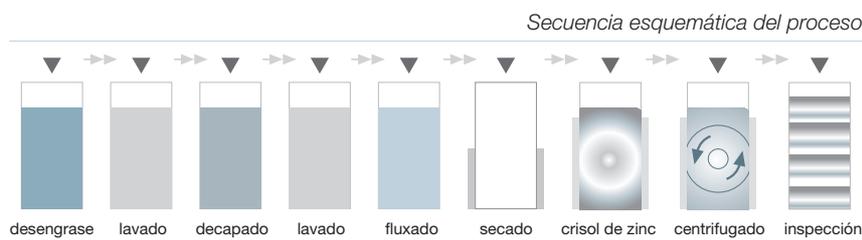
La temperatura, tiempo de inmersión y la velocidad y duración del centrifugado pueden ajustarse automáticamente y de forma individualizada para cada producto.

Diámetro espesor de la pieza	Valor local (mínimo)		Valor medio (mínimo)	
	masa	espesor	masa	espesor
	g/m²	µm	g/m²	µm
Piezas roscadas:				
20 mm Ø	325	45	395	55
6 mm hasta < 20 mm Ø	250	35	325	45
< 6 mm Ø	145	20	180	25
Otras piezas (incluyendo piezas moldeadas):				
Espesor 3 mm	325	45	395	55
Espesor < 3 mm	250	35	325	45

Tabla 1.4. A

1.4.1 Descripción del proceso

El proceso es similar al del galvanizado en caliente anteriormente descrito, para las piezas grandes o normales.



1.5 Aspecto superficial del galvanizado en caliente general.

La norma UNE-EN-ISO-1461, actualmente vigente, en el punto 6.1, al referirse al aspecto del galvanizado, dice textualmente: **“La presencia de zonas grises más o menos oscuras, o una cierta irregularidad superficial no debe constituir causa de rechazo.** Igualmente, las **manchas de almacenamiento húmedo, productos de corrosión blancos o de color oscuro,** constituidos principalmente por óxidos básicos de cinc, que se forman durante el almacenamiento en condiciones de humedad después de la galvanización, **no deben constituir motivo de rechazo,** a condición de que el espesor del recubrimiento subyacente permanezca por encima del valor mínimo especificado”.

Nota 1.- **“Rugosidad” y “aspecto liso” son nociones relativas.** La rugosidad de los recubrimientos que se obtiene sobre las **piezas galvanizadas después de su fabricación** no es la misma que la de los productos escurridos mecánicamente, tales como las chapas y los alambres galvanizados (en proceso continuo)”.

Nota 2.- **“No es posible formular una definición del aspecto y del acabado que tenga en cuenta todos los requisitos prácticos”.**



Por tanto, deben considerarse “normales”, es decir, que se atienen a lo especificado en la norma correspondiente, los materiales galvanizados en caliente que presentan:

- 1- Una cierta irregularidad superficial, debida al propio proceso del galvanizado.
- 2- Zonas grises mas o menos oscuras en toda o en parte de su superficie debidas al alto contenido de silicio en el acero base.
- 3- Manchas blancas u oscuras, lo que técnicamente se denomina corrosión blanca, debidas al ataque químico de la humedad o agua de lluvia retenida en materiales recién galvanizados.



1.5.1 Influencia del silicio y del fósforo.

El **aspecto gris oscuro** se debe a la **composición química** del acero base (en concreto al % de Silicio y % de Fósforo) y no indica mala calidad del galvanizado. Al contrario **estos materiales “feos” poseen mayor espesor de recubrimiento; y, por tanto, mayor protección frente a la corrosión.**

La *Tabla 1.5.1. B* muestra la influencia que tienen los contenidos de silicio y fósforo del acero base sobre la cinética de las reacciones zinc-hierro durante la galvanización en caliente (efecto Sandelin).

Las clases de acero 2 y 4 producen recubrimientos más gruesos y una superficie más rugosa y de color más o menos gris oscuro mate.

Como indicación general se puede decir que los productos siderúrgicos laminados en frío suelen ser bajos en Silicio (Clase 1) y, por tanto, dan acabados más lisos y brillantes. No obstante hay que tener en cuenta que el brillo se irá perdiendo, pues el zinc lo ponemos para que se oxide él y no el hierro. La ventaja es que los compuestos de oxidación del zinc son duros, compactos e impermeables y no hinchan ni manchan.



Clase de Acero	Silicio + Fósforo (%)	Características de Recubrimiento
1	Si + P < 0,03%	Reacción hierro-zinc normal. Recubrimiento plateado brillante de espesor normal.
2	0,03% < Si + P < 0,13%	Dominio Sandelin: elevada reactividad hierro-zinc. Recubrimiento grueso de color gris oscuro.
3	0,13% < Si + P < 0,28%	Dominio Sebisty: reacción hierro-zinc normal. Recubrimiento de espesor medio y aspecto plateado mate.
4	Si + P > 0,28%	Elevada reactividad hierro-zinc. Recubrimiento grueso de color gris oscuro.

Tabla 1.5.1. A

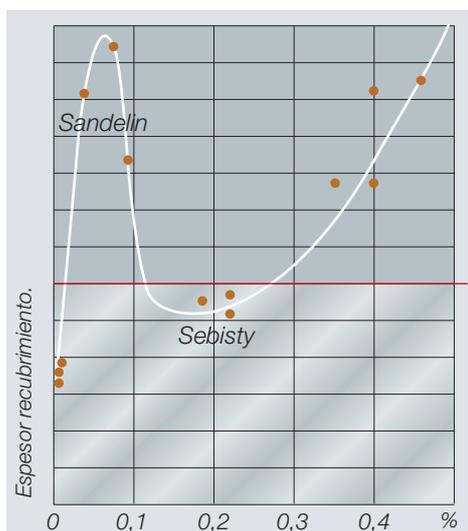


Tabla 1.5.1. B - Influencia del contenido en silicio y fósforo del acero sobre el espesor del recubrimiento galvanizado.

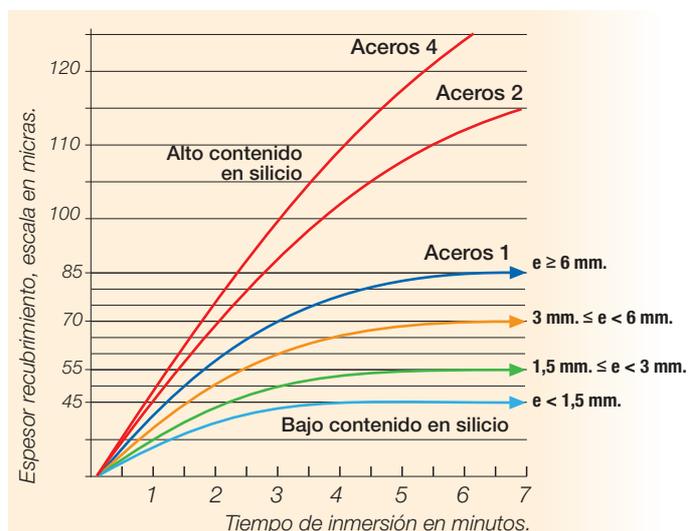


Tabla 1.5.1. C

1.6 Decálogo de razones para Galvanizar en caliente.

Dedicando sólo un minuto le invitamos al siguiente juego de preguntas/respuestas.

Observando las torres de tendido eléctrico, pórticos y postes de señalización así como guardarraíles o quitamiedos de carreteras, postes de la catenaria de RENFE, o cualquier otro material podríamos plantearnos las siguientes:

	Preguntas	Respuestas
1 ^a	¿Son de hierro?	Si
2 ^a	¿Son de acero inoxidable?	No
3 ^a	¿Están pintados?	No
4 ^a	¿Ha visto usted que tengan mantenimiento?	No
5 ^a	¿Muestran óxido de hierro?	No
6 ^a	¿Puede que los este viendo sin que el hierro se oxide desde hace 10, 20, 30 ó 40 años?	Si
7 ^a	¿A pesar de que algunos de ellos se encuentran en ambientes muy agresivos?	Si



La contestación Si a las preguntas 6^a y 7^a le indicará sin error que se trata de materiales galvanizados en caliente por inmersión en zinc fundido.

Al igual que las Empresas Eléctricas, el Ministerio de Obras Públicas o RENFE usted puede conocer las razones para beneficiarse de este milagro técnico que se llama Galvanizado en caliente según Norma UNE-EN-ISO 1461.

- 1 Larga duración.**
El galvanizador le garantiza micras según la Norma UNE-EN ISO 1461 (ver *Tabla 1.3. C*, página 10). Dividiendo micras garantizadas por velocidad de pérdida en micras/año (Ver tabla según Norma UNE-en ISO 14713) obtiene años de garantía. De todas formas puede salir a la calle: fácilmente encontrará farolas, postecillos de señales de tráfico, torres de tendido eléctrico, etc. que llevan 10-20-30 y más años a la intemperie sin problemas de oxidación.
- 2 Mantenimiento innecesario.**
Insistimos: Las construcciones de acero galvanizado, como las líneas de electrificación de los ferrocarriles o las líneas de transporte de energía, no necesitan normalmente mantenimiento alguno a lo largo de toda la vida en servicio de las mismas. En casos especiales se puede acudir al sistema Dúplex: Galvanizado + pintura. Se multiplican así los efectos protectores.
- 3 Economía.**
El razonable coste inicial de la galvanización unido a la elevada duración de los recubrimientos galvanizados, dan como resultado que este procedimiento sea el más económico de todos los conocidos para la protección a largo plazo de las construcciones férreas a la intemperie.
- 4 Versatilidad.**
La galvanización en caliente sirve para la protección de toda clase de piezas y artículos de acero ya que protegen tanto de la corrosión atmosférica como de la provocada por las aguas o el terreno. Igualmente se pueden proteger desde pequeñas piezas, como clavos y tornillos, hasta grandes elementos estructurales.



5 **Fiabilidad.**

Los recubrimientos galvanizados en caliente son uno de los pocos sistemas de protección del acero que están perfectamente especificados por las normas nacionales e internacionales. Las principales normas españolas y/o internacionales que afectan a estos recubrimientos son las siguientes:

UNE-EN ISO 1461: Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

UNE-EN 10.242:95: Accesorios roscados de fundición maleable para tuberías.

pr UNE 37-505: Recubrimientos galvanizados sobre tubos de acero. Especificaciones para recubrimientos aplicados en instalaciones no automáticas.

UNE 37-507: Recubrimientos galvanizados de tornillos y otros elementos de fijación.

UNE-EN ISO 14713: Protección frente a la corrosión de estructuras de hierro y acero. Recubrimientos de zinc y aluminio.

La medida del espesor de los recubrimientos puede realizarse con suma facilidad tanto en el taller como en obra mediante sencillos medidores magnéticos o electromagnéticos no destructivos.

6 **Tenacidad del recubrimiento.**

El galvanizado en caliente es una verdadera aleación metalúrgica superficial. Las aleaciones internas zinc-hierro son más duras que el acero base por lo que confieren al acero galvanizado una elevada resistencia a los golpes y a la abrasión propios del manejo, transporte, almacenamiento y montaje del material, mientras que la capa externa de zinc puro es más blanda y amortigua los golpes.

7 **Recubrimiento integral.**

Al tratarse de inmersión en zinc líquido quedará recubierta la totalidad de la superficie de las piezas tanto interior como exteriormente, siempre que hayan sido preparadas con un adecuado diseño que permita la entrada de zinc a todos los rincones y partes ocultas.

8 **Protección triple.**

Los recubrimientos galvanizados protegen al acero de tres maneras distintas:

1. Porque constituyen una **barrera metálica dura, unida metalúrgicamente al hierro base**.
2. Porque proporcionan protección catódica (**mientras haya zinc no se oxidará el hierro**) incluso a las pequeñas zonas que puedan quedar desnudas (bordes de cortes o taladros, arañazos, etc.)
3. Porque **los productos de oxidación del zinc** son compactos, homogéneos, duros, impermeables e inertes y **actúan de pasivantes** (frenan la velocidad de corrosión de la capa protectora).

9 **Fácil de soldar.**

Es cierto que soldar a posteriori piezas galvanizadas en caliente es engorroso, porque hay que adecuar y conocer bien la técnica operatoria y los parámetros adecuados de soldeo.

Es muy práctico conocer el efecto de las pinturas de enmascaramiento y la forma de proporcionar recubrimiento a la soldadura y zonas sin zinc. (ver punto 2.3 página 20)

10 **Fácil de pintar.**

Pintar el acero galvanizado se hace o bien por motivos decorativos de señalización, camuflaje, etc., o bien para aumentar la duración de la protección en ambientes muy agresivos. Es primordial conseguir una buena adherencia de las pinturas sobre el acero galvanizado. Al tratarse de superficies metálicas lisas es necesario "morder" dicha superficie para abrir poro.

Es importante no improvisar. Hay que aplicar una imprimación previa adecuada o utilizar pinturas específicas para material galvanizado.

1.7 Campos de aplicación.

1.- **Ingeniería civil:** Estructuras, puentes, escaleras exteriores (también de caracol) pasarelas, tubos de drenaje, pabellones y naves comerciales, industriales o deportivas, incluidas piscinas, o piezas sumergidas en agua de mar, cerramientos...



2.- **Armaduras para el hormigón:** Redondos lisos, corrugados, mallazos y ferrallas en zonas muy agresivas o de elevada salinidad. Los ensayos de adherencia realizados por el Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento sobre barras corrugadas de diámetros 8 -16 y 32 mm, demostraron que en las barras de 32 mm la adherencia más elevada corresponde a las galvanizadas. En las de diámetro 16 y 8 mm la adherencia de las galvanizadas es inferior a la de las barras en acero negro pero superior al mínimo exigido por las normas.



3.- **Materiales para calles y vías públicas:** Soportes de señalización vertical y de tráfico, barreras de seguridad o quitamiedos, columnas, báculos y pórticos de información.



4.- **Servicios de electricidad, gas, agua y telecomunicaciones:** Postes y torres eléctricas, subestaciones, estructuras para generación de energía solar o eólica, equipos para tratamiento de aguas incluso aguas residuales o marinas...



5.- **Agricultura, ganadería, pesca y horticultura:** Instalaciones cubiertas o al aire libre para ganados, silos, tanques, invernaderos, piscifactorías, equipos de riego, mataderos, etc...



6.- **Elementos de transporte por ferrocarril, carretera, naval o aéreo:** apoyos, soportes, tirantes y herrajes de catenarias, cabinas de señalización, marquesinas de andenes, infraestructuras para el metro...plataformas de camiones o remolques equipos y materiales para puertos y muelles, tubos de refrigeración de motores de barcos, anclas, cadenas, aparejos de pesca...equipamiento de aeropuertos, vallados, iluminación, pantallas antirruído...



7.- **Dispositivos de fijación:** tuercas, tornillos, arandelas, clavos, abrazaderas, accesorios de unión de tuberías...



8.- **Equipos industriales:** Equipos de muelles de carga y descarga, escaleras, andamiajes, depósitos, tanques, cisternas, cintas transportadoras, equipos de minas y canteras...



9.- **Materiales de arte y decoración:** Esculturas, monumentos, materiales para jardines y parques públicos, parques infantiles, postes publicitarios...



2 Recomendaciones del diseño de las piezas. Problemas técnicos

El contacto de los materiales féreos con el zinc fundido a 450°C puede originar deformaciones como efecto de la dilatación térmica.

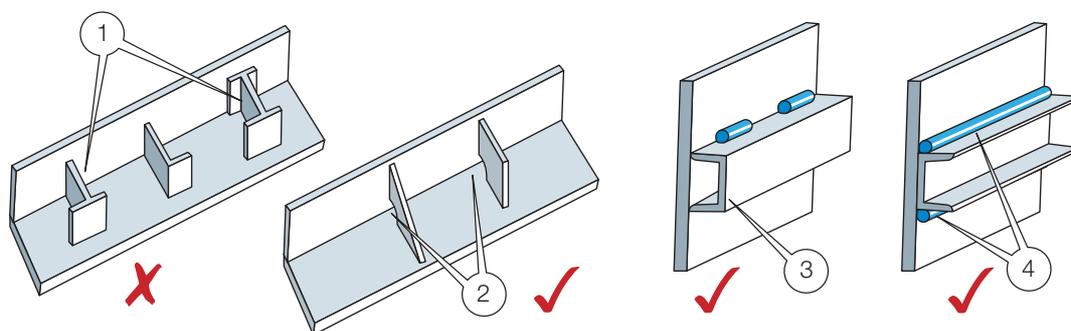
La deformación afecta en mayor o menor medida en función del espesor de los materiales, la distribución geométrica de las partes, el sistema y secuencia de las soldaduras, las tensiones residuales internas acumuladas en la construcción de las piezas, etc. En algunos casos es conveniente aplicar un tratamiento térmico antes de la galvanización.

La deformación puede, en casos extremos, anular la funcionalidad del material.

Es muy importante conocer este tema, consultando o teniendo en cuenta las algunas consideraciones.

2.1 Drenaje en uniones soldadas de refuerzo.

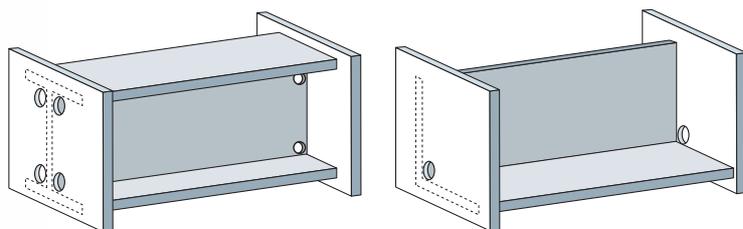
- Cuando se utilicen cartelas de refuerzo en vigas habrá que dejar escotado o taladrado el rincón de unión entre el alma y las alas.



1. Evitar rigidizadores de pequeña sección y los perfiles en T o en U.
2. Utilizar preferentemente rigidizadores simples.

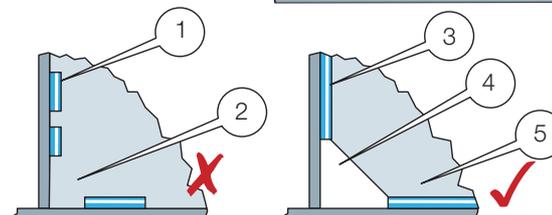
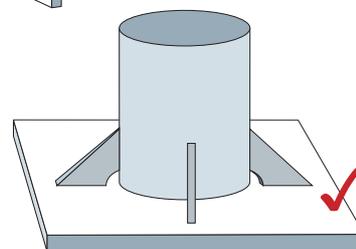
3. Con soldadura discontinua, evitar superficies de solape.
4. Utilizar preferentemente soldadura continua, lisa y libre de escoria y de proyecciones de soldaduras, cuando haya superficies de solape.

- Cuando se utilicen placas de asiento de perfiles abiertos hay que practicar los orificios adecuados lo más cerca posible de cada rincón de 3 caras.



- Practicar orificios de, al menos, 13 mm de diámetro en las placas de asiento de los perfiles, lo más cerca que se pueda de los ángulos interiores.

- Cuando se utilicen escuadras de unión entre tubos o perfiles huecos y las placas de base las escuadras deberán ir recortadas o taladradas de manera que queden libres las zonas de contacto entre ambas.



1. Evitar las soldaduras discontinuas en el rigidizador.
2. Evitar que el refuerzo llegue demasiado cerca del alma.
3. Utilizar preferentemente la soldadura continua.
4. Dejar una abertura grande para facilitar el acceso.
5. Situar preferentemente el refuerzo alejado del alma.

2.2 Soldadura, evitar poros y zonas de solape.

Al galvanizar piezas que tienen uniones con solape y soldadura discontinua (ver Fig. 2.2. A) se produce un efecto negativo muy significativo.

La soldadura discontinua permite que por las rendijas estrechas del contacto entre las placas entren líquidos del decapado llenando la zona de solape.

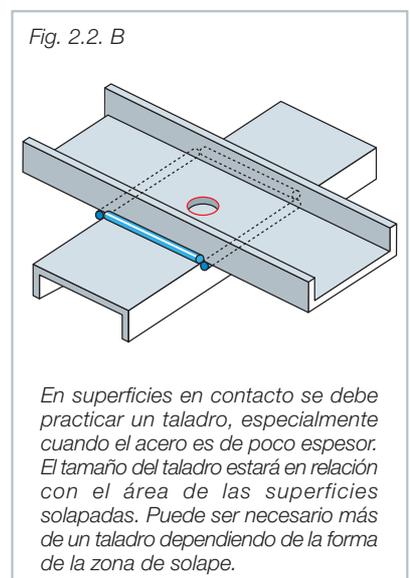
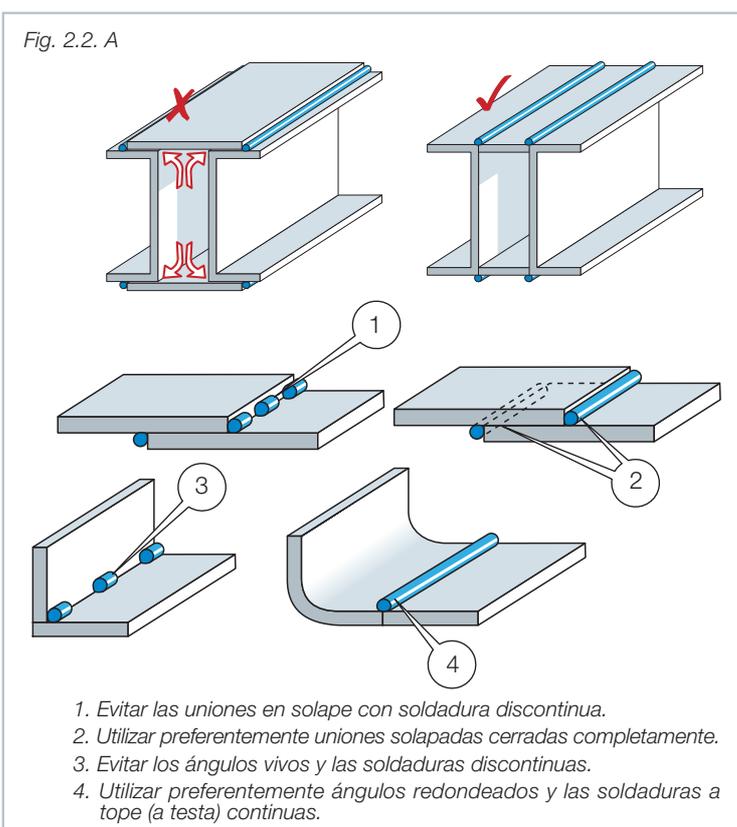
Estos líquidos al entrar en contacto con el zinc fundido saldrán expulsados violentamente en forma de gases de manera que se impide la entrada de zinc en toda la zona interna de contacto o solape. Es decir dicha zona interna no se galvaniza.

Por lluvia o humedad alta no es infrecuente que penetre agua en esas zonas de solape que no quedaron galvanizadas, de manera que al poco tiempo empiezan a “rezumar” óxido que mancha llamativamente todo el material, produciendo la impresión errónea de que las piezas galvanizadas “se están oxidando”.

El mismo efecto que el comentado se produce en cualquier soldadura cuando el soldador deja “poros”, en los que penetran los líquidos, pero no puede entrar el zinc. Se convierten en un punto del que salen líquidos negros o rojos de óxido del hierro que ensucian el material galvanizado.

No hay más remedio que limpiar lo manchado y sellar las rendijas o los poros.

La Fig. 2.2. B hace referencia al caso de solape de gran superficie entre placas unidas con soldadura continua o cerrada. Existe el peligro de que por algún poro entre líquido acuoso del decapado que rellene la zona interna de solape. Si las placas son finas se deformarán por la fuerza de la expansión de los gases producidos, produciendo incluso fisuras o rotura de las soldaduras. Es conveniente entonces practicar uno o más taladros en una de las dos caras para que los gases tengan salida. Como en el caso de los poros o rendijas estrechas habrá que, posteriormente al galvanizado, sellar esos taladros para impedir que entre agua o humedad a la zona interna no galvanizada.



2.3 Soldadura posterior al galvanizado,

pintura de enmascaramiento y pintura rica en zinc.

Cuando se hace ensamblado de piezas no mediante tornillos, sino mediante soldadura posterior al galvanizado, surge una dificultad: la soldadura de materiales ya galvanizados en caliente es engorrosa y complicada. Para ayudar a los soldadores podemos realizar el siguiente protocolo:

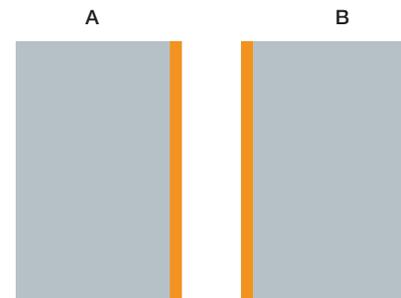
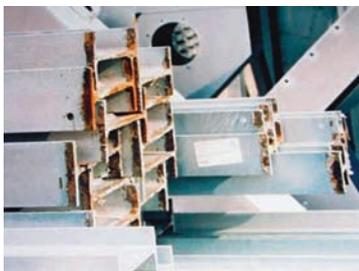
1º.- Pintar con pintura de enmascaramiento las zonas que sabemos que han de ser soldadas después de galvanizadas. Esa pintura **impide la toma de zinc en esa zona sobre la que irá el cordón de soldadura** (es suficiente una anchura de 2 ó 3 cm. a cada lado). La pintura debe aplicarla el taller que fabrica las piezas, para que cuando lleguen a la planta de galvanización esté debidamente adherida y resista todo el proceso de desengrase, decapado e inmersión en zinc fundido, sin que salte. Esta pintura queda carbonizada al entrar la pieza en el zinc fundido.

2º.- Con un cepillo metálico se eliminan los restos de pintura quemada y se limpia la superficie de ambas partes que van a ser soldadas.

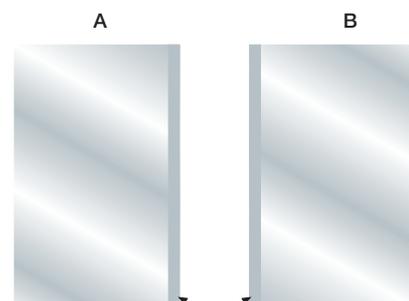
3º.- Se realiza la soldadura de manera totalmente normal.

4º.- Tanto sobre el cordón de soldadura realizada como sobre el resto de superficie que ha quedado sin zinc hay que aplicar un **proceso de reacondicionamiento o protección**. La Norma UNE-EN-ISO 1461 admite tres procedimientos posibles:

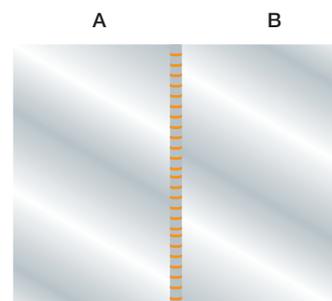
- . Proyección térmica de zinc o metalizado a pistola: (el mejor, pero muy caro y no siempre asequible)
- . **Pintura rica en zinc de calidad adecuada:** es el sistema más práctico.
- . Barritas de aleación de bajo punto de fusión.



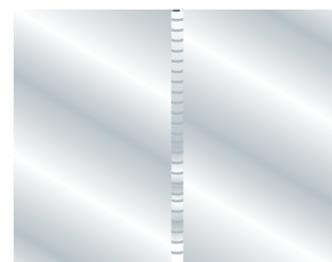
— Pintura de enmascaramiento.
Previa al galvanizado.



Galvanización. sin zinc



Soldadura normal.



Reacondicionamiento con pintura rica en zinc. Se puede **añadir (no sustituir) spray de zinc** para que quede más homogéneo el acabado.

2.4 Guía de respuestas ante dudas o preguntas.

Sobre manipulación del acero.

- Nunca maneje los materiales recién galvanizados con las manos desnudas.
- Utilice guantes de trabajo gruesos de buena calidad para su manipulación.
- Inspeccione el material para detectar rebabas cortantes o punzantes.
- Elimine las rebabas y pinchos con una lima de grano grueso.

Sobre operaciones de corte y soldadura.

- Capte el humo en el mismo puesto de soldadura.
- Ventile el taller adecuadamente.
- No inhale los humos que se producen al cortar o soldar.
- Consulte con el médico si se ha inhalado mucho humo de zinc.

En caso de incendio el recubrimiento galvanizado:

- No proteja al acero frente al fuego.
- No se quema por debajo de 900°C
- Por encima de esa temperatura se debe evitar aspirar los humos de óxido de zinc producidos.
- Por lo demás no constituye riesgo alguno para los bomberos.

Sobre diseño y fabricación.

- Pueden galvanizarse todas las clases de acero suave, algunos aceros poco aleados, las fundiciones de hierro y la fundición de acero.
- Pueden galvanizarse piezas con una gran variedad de formas, tamaños y pesos, pero conviene conocer o preguntar las **dimensiones del crisol del zinc**.
- Observe siempre las recomendaciones sobre la disposición de los **agujeros de respiración** en los perfiles y en los cuerpos huecos.
- Prevea una **holgura** adicional de 4 veces el espesor del recubrimiento galvanizado en la tornillería y en las partes roscadas.
- Prevea una **holgura** adicional de 1mm en las partes de las piezas que vayan a estar acopladas a otras y deban mantener su movilidad.
- No galvanice piezas soldadas con soldadura blanda, (p.e. de estaño) porque fallarán las uniones.
- No utilice durante la soldadura eléctrica por arco productos antisalpicaduras que contengan **silicona**, porque el recubrimiento galvanizado no se formará correctamente sobre las zonas en donde se hayan aplicado.
- Elimine mediante chorreado con granalla la arena de moldeo adherida a las piezas de fundición, porque el recubrimiento galvanizado no se forma sobre ella.
- Evite en lo posible las superficies **solapadas**. Si no fuera posible, tenga en cuenta las recomendaciones de diseño para facilitar la ventilación en estas zonas.
- Recuerde que el galvanizador debe colgar sus piezas para introducirlas en el baño de galvanización. Asegúrese de que se dispongan los necesarios **puntos de enganche**.
- No pretenda galvanizar construcciones que sean muy robustas en un plano y muy débiles en otros, ya que pueden sufrir **distorsiones**. Consulte previamente con el galvanizador.
- Evite las superficies grandes de chapa fina que no estén adecuadamente rigidizadas, porque es fácil que sufran **deformaciones**.
- Para el caso de piezas o estructuras complicadas y siempre que inicie la fabricación de materiales que deban ser galvanizados es muy aconsejable que se ponga en **contacto con nosotros**, mejor incluso en la fase del diseño. Cualquier corrección o detalle que en ese momento no tenga importancia para usted puede facilitar enormemente el proceso del galvanizado, con una mejor calidad o incluso con un precio más ajustado.