

Preparación de superficies de acero

ACERO SIN PINTAR

Antes de pintar una superficie de acero, debe precederse a una minuciosa preparación de la misma, consistente en:

- Eliminar contaminantes: óxido y otros subproductos de corrosión, sales y polucionantes atmosféricos, grasas, suciedad, etc.
- Subsanan defectos de construcción: cantos vivos, grietas, exfoliaciones, cordones irregulares de soldadura, etc. (Fig. 1)
- Eliminar la cascarilla de laminación o calamina (Fig. 2)

Esta limpieza tiene por finalidad conseguir un contacto lo más íntimo posible entre el acero y el recubrimiento, asegurando la adherencia entre ambos e impidiendo la formación de corrosiones prematuras.

— Para la eliminación de las **sales solubles**, principalmente cloruros y sulfatos de hierro (subproductos de corrosión en ambientes marinos e industriales), que son higroscópicas y pueden inducir la aparición posterior de ampollas, debe procederse a un lavado con agua dulce, preferiblemente a presión.

— **Aceite, grasa y suciedad** en general, requieren un lavado con detergentes como nuestro HEMPEL'S NAVI WASH 9933 y posterior aclarado con agua dulce.

— Los **cantos vivos, cordones de soldadura** y otros defectos, deben redondearse o eliminarse por procedimientos mecánicos (muela de esmeril, disco abrasivo, etc.)

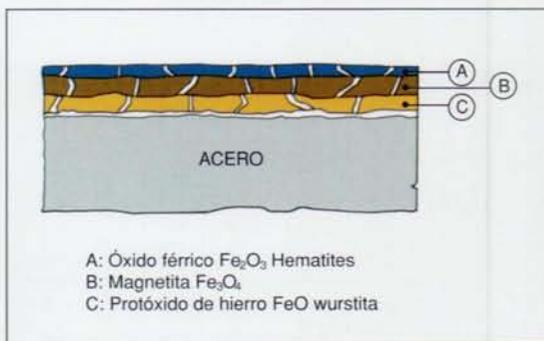
— El **óxido** puede eliminarse mediante cepillado, rasqueteado o picado manual o mecánico, o mejor aún, por chorreado abrasivo.

— La **calamina** sólo puede eliminarse por chorreado abrasivo.

Otros métodos de preparación, tales como limpieza con ácidos, fosfatado, pasivado, etc., son sólo practicables en el tratamiento de objetos relativamente pequeños, en taller o en cadena (electrodomésticos, automóviles, etc.). Aquí sólo trataremos de grandes superficies de acero a la intemperie.



Fig. 2. CALAMINA Aspecto.



A: Óxido férrico Fe_2O_3 Hematites
B: Magnetita Fe_3O_4
C: Protóxido de hierro FeO wurstita

Composición.

La CALAMINA es una película de color negro azulado, dura y bien adherida al acero, que está formada por varias capas de distintos óxidos de hierro y que se forma espontáneamente durante el proceso de laminación en caliente. (El acero laminado en frío no presenta cascarilla de laminación o calamina.)

Al tener un coeficiente de dilatación distinto al del acero, la calamina se resquebraja al enfriarse las planchas y perfiles a la salida del tren de laminación, dejando penetrar humedad, oxígeno y polucionantes que inducen la corrosión del acero, proceso que se ve acelerado por la naturaleza catódica de la calamina con respecto al metal.

Las planchas y perfiles nuevos presentan la calamina en estado prácticamente intacto aunque el proceso de corrosión del acero subyacente va provocando la rotura y desconchamiento gradual de la calamina (a diferente velocidad, según la agresividad del ambiente), hasta su completa desaparición. Es preciso eliminar completamente la calamina por chorreado abrasivo ya que su presencia provocaría una mala adherencia del recubrimiento y la aparición prematura de puntos de corrosión (Fig. 3).



Fig. 3. Corrosiones prematuras debidas a la presencia de fragmentos de CALAMINA.

ACERO RECUBIERTO

El **acero previamente pintado** puede presentar los mismos contaminantes que el acero nuevo, excepto la calamina, que había sido eliminada anteriormente, o se ha caído con el tiempo, arrastrando consigo fragmentos de pintura. En los pintados de mantenimiento suelen encontrarse superficies sucias de diferentes contaminantes, con zonas corroídas y con zonas recubiertas de pintura en buen o mal estado. La pintura en buen estado sólo debe limpiarse superficialmente, mientras que si está en mal estado debe eliminarse como si de un contaminante se tratara.

ACERO

Preparación de superficies - contaminantes

Contaminante	Acero nuevo	Acero recubierto	MÉTODO
Calamina	+	—	Chorreado abrasivo
Óxido	+	+	Métodos mecánicos Chorreado abrasivo
Aceite y grasa	+	+	Detergentes/emulsionantes Posterior aclarado
Sales	+	+	Agua dulce abundante
Pintura vieja en mal estado	—	+	Rasqueteado Cepillado Chorreado abrasivo Decapantes
Polvo	+	+	Soplado/cepillado/aspiración

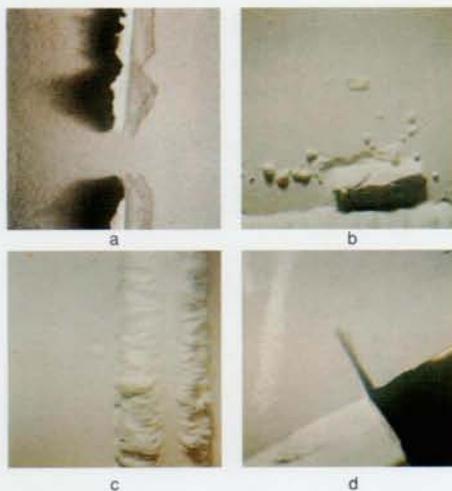


Fig. 1. Defectos a reparar antes de chorrear.
a) Exfoliaciones del acero.
b) Pegotes y proyecciones de soldadura
c) Cordones de soldadura.
d) Cortes en el acero.



Grados de limpieza: Normas ISO 8501-1 - SIS 055900

Los grados de limpieza a obtener vienen definidos por una serie de normas, la más divulgada de las cuales es la norma SIS 055900 del SWEDISH STANDARDS INSTITUTION, que ha sido recientemente transformada en norma ISO 8501-1 : 1988, en las que los grados de preparación están en función del estado inicial del acero a pintar. Estas normas contemplan solamente acero más o menos envejecido, pero que nunca ha sido pintado.

Estados iniciales definidos por ambas normas:

- A - Superficie de acero completamente recubierto con cascarilla de laminación o calamina y con trazas de óxido. (El grado A es normalmente el que presenta el acero poco tiempo después de su laminación en caliente.)
- B - Superficie de acero que ha iniciado su corrosión y de la que ha empezado a desprenderse la cascarilla de laminación. (El grado B es normalmente el estado de una superficie de acero laminado en caliente después de haber permanecido expuesta a la intemperie, sin protección, en una atmósfera medianamente corrosiva, durante 2 ó 3 meses.)
- C - Superficie de acero de la que la corrosión ha hecho saltar la totalidad de la cascarilla de laminación, pero que todavía no presenta picaduras detectables a simple vista. (El grado C es normalmente el estado de una superficie de acero que ha sido expuesta a la intemperie, sin protección, en una atmósfera medianamente corrosiva, durante 1 año, aproximadamente.)
- D - Superficie de acero de la que se ha desprendido la totalidad de la cascarilla de laminación y en la que se observan picaduras a simple vista. (El grado D corresponde al estado de una superficie de acero después de su exposición a la intemperie, sin protección, en una atmósfera medianamente corrosiva durante unos 3 años.)

GRADOS DE PREPARACIÓN: A partir de cada uno de los estados iniciales se definen varios grados de preparación, denominados con las siglas St, Sa o FI.

St = Rascado, cepillado, picado, etc., por medios manuales o mecánicos.

Sa = Chorreado abrasivo.

FI = Limpieza a la llama (flameado). (Sólo incluido en la ISO 8501-1).

El estado inicial A sólo admite preparación por chorreado abrasivo (Sa), único método que permite eliminar la calamina.

En lo sucesivo sólo se considerarán los grados St y Sa, ya que el flameado se utiliza muy poco en la práctica.

Los grados más usualmente recomendados son los siguientes:

Norma sueca	Descripción	Equivalencia con otras normas	
UNE-EN ISO 8501-2002 SIS 055900 Sa3	Eliminar la totalidad del óxido visible, cascarilla de laminación, pintura vieja y cualquier materia extraña. Limpieza por chorreado hasta metal blanco . El chorro se pasa sobre la superficie durante el tiempo necesario para eliminar la totalidad de la cascarilla de laminación, herrumbre y materias extrañas. Finalmente, la superficie se limpia con un aspirador, aire comprimido limpio y seco o con un cepillo limpio, para eliminar los residuos de polvo de abrasivo. Debe entonces quedar con un color metálico uniforme.	SSPC-SP-5	Chorreado a metal blanco.
		BS 4232:	Primera calidad.
IUNE-EN ISO 8501-2002 SIS 055900 Sa2½	Chorreado abrasivo hasta metal casi blanco , a fin de conseguir que por lo menos el 95% de cada porción de la superficie total quede libre de cualquier residuo visible. Chorreado muy cuidadoso. El chorro se mantiene sobre la superficie el tiempo necesario para asegurar que la cascarilla de laminación, herrumbre y materias extrañas son eliminados de tal forma que cualquier residuo aparezca sólo como ligeras sombras o manchas en la superficie. Finalmente, se elimina el polvo de abrasivo con un aspirador, con aire comprimido limpio y seco o con un cepillo limpio.	SSPC-SP-10	Chorreado a metal casi blanco.
		BS 4232:	Segunda calidad.
IUNE-EN ISO 8501-2002 SIS 055900 Sa2	Chorreado hasta que al menos los 2/3 de cualquier porción de la superficie total estén libres de todo residuo visible. Chorreado cuidadoso. El chorro se pasa sobre la superficie durante el tiempo suficiente para eliminar la casi totalidad de cascarilla de laminación, herrumbre y materias extrañas. Finalmente, se elimina el polvo de abrasivo con un aspirador, con aire comprimido limpio y seco o con un cepillo limpio. La superficie debe quedar de color grisáceo.	SSPC-SP-6	Chorreado comercial.
		BS 4232:	Tercera calidad.
UNE-EN ISO 8501-2002 SIS 055900 St3	Rascado con rasquetas de metal duro y cepillado con cepillo de alambre, muy cuidadoso. El rascado y cepillado deben realizarse en primer lugar en una dirección y después en sentido perpendicular. Una vez eliminado el polvo, la superficie debe mostrar un pronunciado aspecto metálico.	SSPC-SP-3	Limpieza mecánica.
		BS 4232:	No tiene equivalente.
UNE-EN ISO 8501-2002 SIS 055900 St2	Rascado cuidadoso con rasqueta de metal duro y cepillado con cepillo de alambre. El rascado y cepillado deben realizarse en primer lugar en una dirección y después en sentido perpendicular. Una vez eliminado el polvo, la superficie debe mostrar aspecto metálico.	SSPC-SP-3	Limpieza mecánica.
		BS 4232:	No tiene equivalente.

Existe también el grado Sa1, que corresponde a un chorreado ligero o soplado con abrasivo, pero en la práctica se usa muy poco.

HEMPEL



Patrones fotográficos

Patrones orientativos. Los únicos oficialmente válidos son los que figuran en las normas ISO 8501-1 - SIS 055900



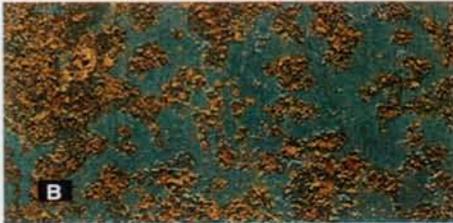
A



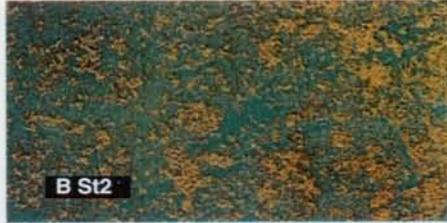
A Sa2 1/2



A Sa3



B



B St2



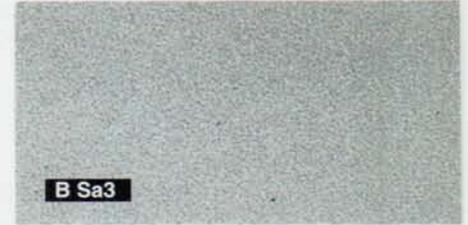
B St3



B Sa2



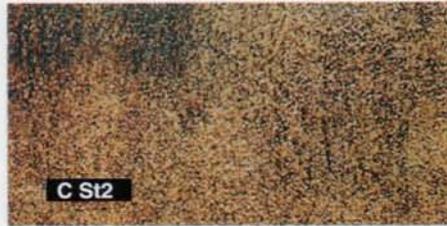
B Sa2 1/2



B Sa3



C



C St2



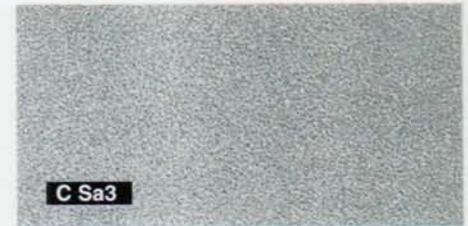
C St3



C Sa2



C Sa2 1/2



C Sa3



D



D St2



D St3



D Sa2



D Sa2 1/2



D Sa3



La rugosidad y el abrasivo

Rugosidad superficial

Cuando se chorrea una superficie de acero, no sólo se limpia sino que además se le confiere una cierta rugosidad superficial, lo cual ayuda a conseguir un buen anclaje de la pintura, especificándose para según qué tipos de recubrimientos unos valores mínimos de rugosidad (Fig. 4).

Se define como rugosidad la distancia media existente entre los picos y los valles de un perfil, y es un parámetro muy difícil de medir en campo, dado que no se dispone de aparatos suficientemente perfeccionados para ello.

Los instrumentos más utilizados en obra son el Rugotest n.º 3 (Fig. 5) y el Keane-Tator, que se basan en una comparación visual y táctil entre unas superficies patrón y aquélla cuya rugosidad se pretende medir.

Los parámetros de definición de una rugosidad son fundamentalmente dos, que conviene no confundir:

R_a= **Rugosidad media**, que es la distancia entre el eje del perfil y la línea imaginaria que dividiría por la mitad la suma de las superficies de los picos y los valles.

R_z= **Rugosidad máxima**, promedio entre los 5 picos más altos y los 5 valles más profundos. Aproximadamente $R_z = 6 \times R_a$.

La rugosidad aumenta la superficie real a pintar ya que ésta deja de ser plana para tomar un perfil anfractuoso. Si la pintura a aplicar es delgada y de secado rápido, se distribuye siguiendo, de una forma aproximada, el perfil a la rugosidad, produciéndose un incremento de consumo debido al aumento de superficie a cubrir. Si por el contrario, la pintura es de capa gruesa, y se nivela por encima de los picos de rugosidad, se produce también un consumo extra debido a la pintura que se emplea en rellenar el <volumen muerto> provocado por la rugosidad.

Rugosidad media en micras (R _a)	Aumento de la superficie en %	Volumen muerto en l/100 m ²
5	6	0,2
10	10	0,7
15	14	1,2
20	18	1,7
25	22	2,2

A la hora efectuar cálculos de consumo, deben realizarse las correcciones necesarias de acuerdo con los datos de la tabla. Si se trata de una pintura de capa fina, se incrementará la superficie total en el porcentaje indicado en la columna central, y en caso de un recubrimiento de capa gruesa, se sumará al consumo calculado la cifra correspondiente de la columna de la derecha, que da el aumento de consumo por cada 100 m² de superficie.

Tipos de abrasivos

El abrasivo es el material utilizado en la limpieza por chorreado, siendo uno de los elementos más importantes del proceso. Debe seleccionarse cuidadosamente, atendiendo al estado inicial de la superficie, grado de limpieza a alcanzar, rugosidad a obtener, etc.

El abrasivo debe estar limpio de polvo y sales solubles, debe ser suficientemente duro y su forma y tamaño de partícula son definitorios, junto con la presión de proyección, de la rugosidad que se obtenga.

Los abrasivos más utilizados son (Fig. 6):

- | | |
|---------------------|---|
| a) ARENA DE SILICE | Para chorro abierto sin recuperación de abrasivo. Partícula angular que produce alta rugosidad. La escoria deja superficies más oscuras que la arena. |
| b) ESCORIA DE COBRE | |
| GRANALLA DE ACERO | Para chorro en máquina de circuito cerrado, con recuperación de abrasivo. La esférica produce rugosidad baja y perfil más redondeado. |
| c) ESFERICA | |
| d) ANGULAR | |

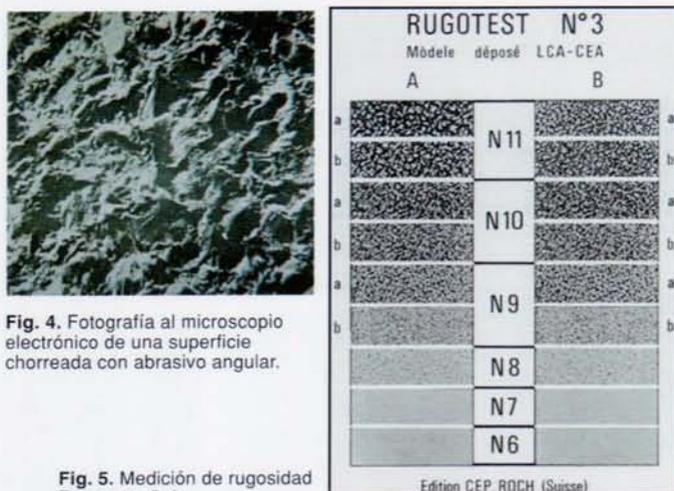


Fig. 4. Fotografía al microscopio electrónico de una superficie chorreada con abrasivo angular.

Fig. 5. Medición de rugosidad Rugotest n.º 3.

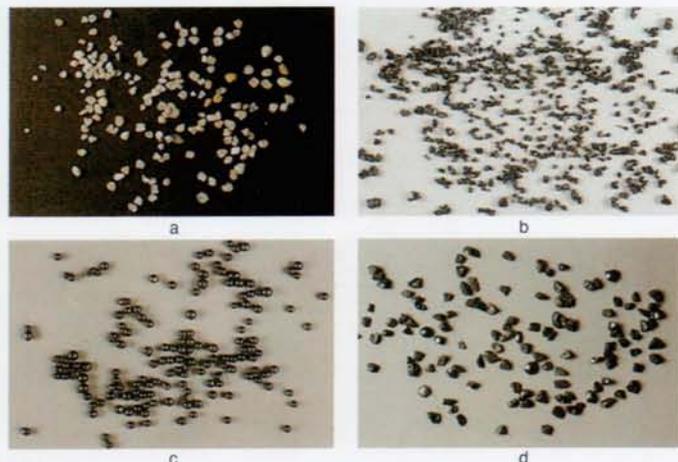
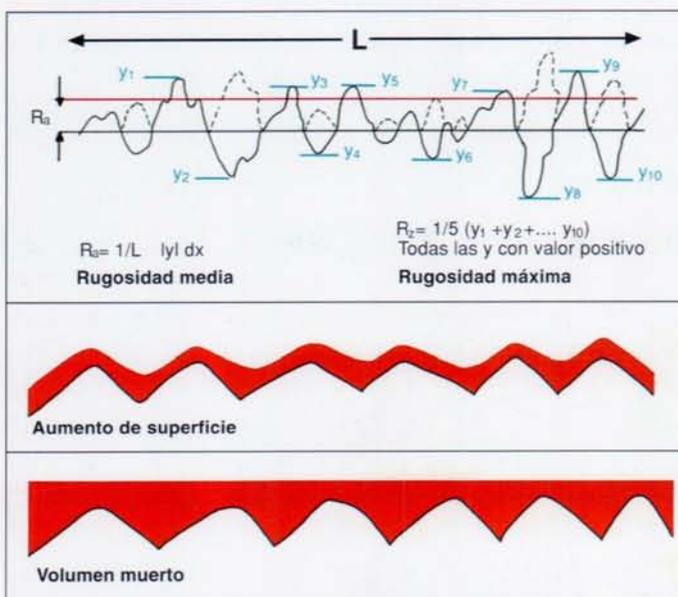


Fig. 6.