

## 2. Procesos de Recubrimiento y Tratamiento de Superficies

GalvInfoNote

2.8

### Mejorando la Uniformidad de la Apariencia

Rev 1 Mar-08

#### Introducción

La superficie de la plancha de acero recubierta de zinc o aleación de zinc puede ser tratada utilizando uno o más métodos. **Este artículo trata de un tratamiento mecánico de superficie utilizado para mejorar la uniformidad de la apariencia.** Otros tratamientos son utilizados con fines diferentes, a saber:

- Tratamientos para mejorar la conformabilidad (ver *GalvInfoNote 2.9*)
- Impartir resistencia a la corrosión durante el almacenamiento (ver *GalvInfoNote 2.10*)
- Preparar el galvanizado para el pintado en campo (ver *GalvInfoNote 2.11*)
- Pre-tratamientos para la plancha con recubrimiento metálico (ver *GalvInfoNote 2.12*)
- Tratamientos para la resistencia al manipuleo y a las marcas dactilares (ver *GalvInfoNote 2.13*)

A pesar de que la mayoría de los tratamientos mencionados son llevados a cabo directamente en la línea de inmersión en caliente después que se ha aplicado el recubrimiento metálico, algunos también pueden ser llevados a cabo separadamente en líneas de proceso e instalaciones, o en el campo.

#### Uniformidad de Superficie Mejorada

Tanto si se trata de un recubrimiento galvanizado, *galvanneal*, de aluminio y zinc, o aluminio, muchos usos finales requieren una superficie que sea más topográficamente uniforme que la que se obtiene directamente de las líneas de recubrimiento por inmersión en caliente. Esto es para que la superficie subyacente no se muestre a través de los recubrimientos de pintura utilizados para tales aplicaciones en los que la apariencia es muy importante como los paneles exteriores del cuerpo de los automóviles, algunas partes de aplicaciones, y paneles de construcción prepintados. El método utilizado con mayor frecuencia para hacer la superficie más uniforme es conocido como “pasada de temple”, “enrollado de temple” o “pasada de piel” y se realiza en un laminador de temple o en un laminador de piel. La Figura 1 muestra una banda pasando a través de los rollos de trabajo de un alto laminador independiente de 4 temple.



Fig. 1 Laminador de Temple

(Fuente de la foto: Blair Steel Strip Company)

La Figura 2, presenta un esquema de un laminador alto de 4 temples localizado en una línea de recubrimiento continuo. Tanto los laminadores de temple de línea como los independientes consisten por lo general en dos rodillos de apoyo y dos rodillos de trabajo. Los rodillos de trabajo contactan las dos superficies de la plancha con hasta varios cientos de toneladas de fuerza. Esta carga combinada con la plancha sometida a alta tensión que los rodillos tensores de entrada y salida le imprimen, en parte, el rodillo de trabajo imprime el acabado de la superficie del acero. Dependiendo de la carga empleada, la plancha se extiende en longitud (y reduce en espesor) tanto como un 2%, aunque en muchos casos varía en el rango entre 0.5 y 1.0%.

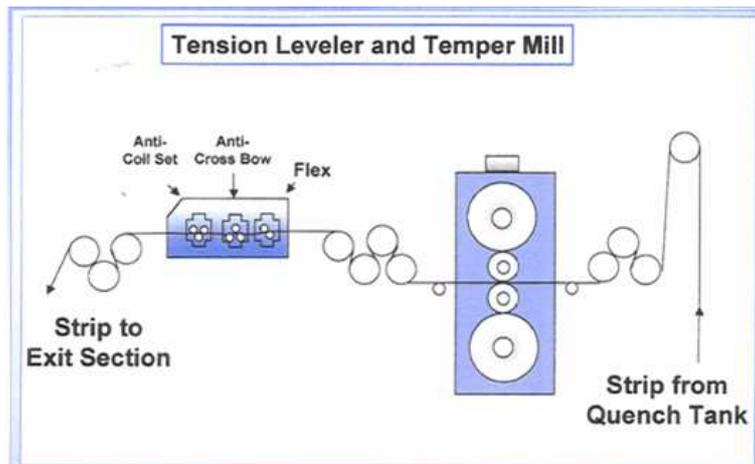


Fig. 2 Esquema de un laminador de temple 4-high en línea

Con la plancha de acero recubierta, el laminado de temple es generalmente realizado con rodillos de trabajo que tienen un alto acabado superficial. El acabado del rodillo es impartido parcialmente a la superficie de la plancha, y tiene el efecto de reducir el brillo metálico de los recubrimientos brillantes por inmersión en caliente a una apariencia mate uniforme. Con los recubrimientos de aleación de zinc y hierro (*galvanneal*), el cambio en la apariencia de la superficie no es tan obvio. Sea que el producto sea *galvanneal* o recubierto de zinc, para los usos finales automotrices, la fuente primaria del laminado de temple es asegurarse de que la superficie esté conforme al requerimiento de superficie similar al que se presenta en la Figura 3.

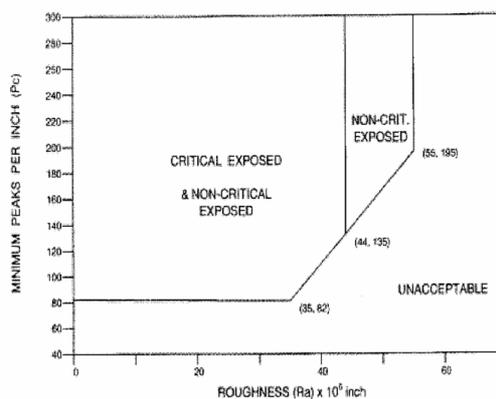


Fig. 3 Parámetros de acabado superficial especificados para automóviles

Esta figura es un cuadro de rugosidad superficial promedio (Ra) versus picos por pulgadas (ppi). La pasada de temple utiliza rodillos de trabajo con el grado de rugosidad superficial apropiada y la carga del laminador asegura que el acabado impartido a la plancha tenga un Ra y un ppi que caigan en la región superior izquierda. Esto garantiza la correcta "distinción de imagen" (DOI) en el panel de automóvil en el pintado final. Las planchas con ppi demasiado bajo y/o Ra demasiado alta darán como resultado una apariencia de pintado inapropiada.

En el caso de los recubrimientos galvanizados producidos con zinc libre de hierro, la superficie es bastante plana después del recubrimiento y el pasado por temple utilizando un laminador de carga moderada basta para producir una superficie mate con una rugosidad controlada, si hubiera, evidencia de brillo de zinc o lustre metálico. Es difícil aplanar los galvanizados que son producidos con grandes floreos por las depresiones límite de los mismos. Para una discusión más detallada de los floreos, ver *GalvInfoNote 2.6*. Hoy en día, la mayoría de los productos galvanizados producidos utilizan zinc libre de plomo.

Como un asunto de interés, el enrollado de temple de la plancha recubierta es llevado a cabo en "húmedo" con una pequeña cantidad de agua esparcida sobre la plancha a medida que ésta ingresa al rodillo de trabajo. Esto es para lavar las pequeñas hojuelas de zinc o zinc-hierro que los rodillos de trabajo desgastan de la superficie de la plancha para evitar que se re-enrollen en la superficie como "recogido de zinc". La plancha en movimiento es secada inmediatamente a medida que sale del laminador de temple.

Ya que la mayoría de los rodillos de temple de planchas recubierta se realizan en un marco de laminador que se encuentra localizado en la línea de recubrimiento (aunque pueda ser realizado en un laminador independiente), es importante que la lisura o planitud de la plancha no se vea adversamente afectada por la operación. Obtener una buena planitud de la plancha es parte del control operacional ejercido durante el enrollado de temple. Dado que una plancha usualmente se extiende entre 0.5 y 1.0%, su espesor se reduce de la misma manera. Para alcanzar un espesor óptimo final de plancha, la asignación para el enrollado de temple debe, por lo tanto, ser realizada cuando se calcule el valor determinado de espesor de plancha laminado en frío requerido.

### **Eliminando los Óxidos del Estiramiento**

La pequeña cantidad de trabajo en frío impartida al acero por el enrollado de temple para alisar el acabado de la superficie tiene el beneficio adicional de eliminar el fenómeno de límite de fluencia exhibido por el acero de bajo carbón (de no ser enrollado en temple, el nivelado de la plancha también logra esto). El punto de límite de fluencia superior es el pico de la curva tracción-esfuerzo mostrada en Fig. 4, a la izquierda, cerca del YS. Para muchos usos finales es importante suprimir este pico porque, de no hacerlo, la plancha mostrará un comportamiento de rendimiento discontinuo debido a la elongación del límite de fluencia (YPE), y exhibirá líneas de Luder cuando se moldee por estiramiento, o flautas cuando se doble. El punto de límite de fluencia superior e YPE se asocian con elementos intersticiales tales como el carbón y el nitrógeno en el acero. La elongación de límite de fluencia es una deformación que ocurre ante la carga constante.

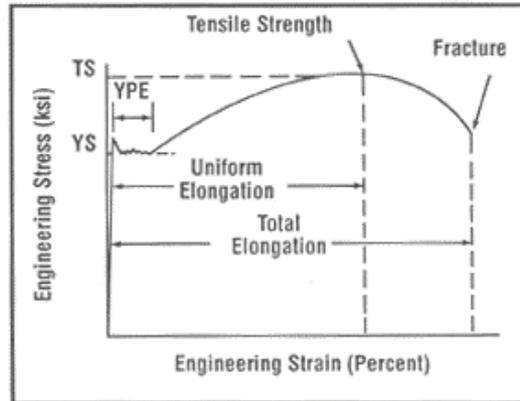


Fig. 4 Curva esfuerzo-tracción con fenómeno de límite de fluencia - (Fuente: *Auto/Steel Partnership*)

La pequeña cantidad de trabajo en frío impartido a la plancha durante el enrollado (o nivelado) de temple suprime el fenómeno de límite de fluencia, tal como se evidencia en la forma de la curva de esfuerzo-tensión en la Fig. 5 (a). Con el comportamiento del rendimiento discontinuo, el acero puede ser formado sin preocuparse de líneas de Luder o las que ocurren cuando el acero es moldeado a formas cilíndricas o arcos. Los pequeños cambios resultantes en las propiedades mecánicas generalmente no son dañinos a las operaciones de conformado subsecuentes o a las propiedades de la pieza final. El pasado de temple pesado podría impartir demasiado trabajo en frío a la plancha y desvirtuar la conformabilidad. Los recubrimientos de zinc libres de plomo ayudan a minimizar el trabajo en frío no deseado ya que sólo son necesarias cargas moderadas de laminado de temple para alcanzar la suavidad necesaria. Un recubrimiento más rugoso y floreado podría requerir cargas tan altas de enrollado que las características de las propiedades mecánicas, conformabilidad y planitud podrían verse adversamente afectadas.

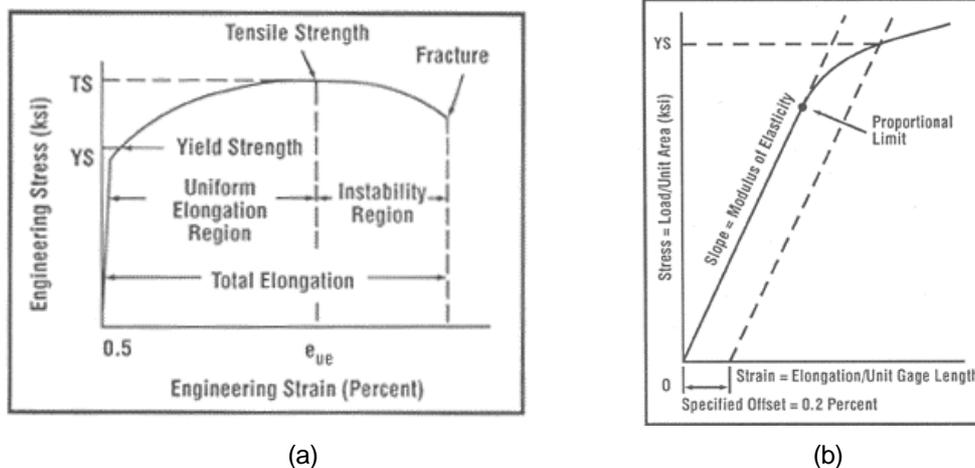


Fig. 5 Curva esfuerzo-tensión sin fenómeno de límite de fluencia (a), y 0.2% de YS compensación (b)  
(Fuente: *Auto/Steel Partnership*)

Para las curvas de esfuerzo-tracción de la Fig. 5, la resistencia a tracción no puede medirse más como un límite de fluencia distinto, así que la convención más popular es medirla en el esfuerzo compensación de 0.2%. Con este método, mostrado en la Fig. 5 (b), el YP es definido como el punto en el que una línea, el esfuerzo compensación de 0.2%, y dibujado paralelamente a la línea módulo de elasticidad inclinada, cruce la parte redondeada plástica de la curva esfuerzo-tensión. El valor obtenido por este método puede, de hecho, ser ligeramente menor al límite de fluencia superior de la Fig. 4. Sin embargo, siempre se debe recordar, que con

el tiempo, el límite de fluencia regresará. El acero debe ser consumido dentro de un periodo razonable para evitar que esto suceda.

El rendimiento discontinuo no ocurre en aceros fabricados y estabilizados con aceros de ultra-bajo carbono. La ausencia completa de solutos de carbono y nitrógeno en estos aceros remueve el límite de fluencia. Las curvas de esfuerzo-tensión son las mismas que aquéllas en la Fig. 5 sin el enrollado o nivelado de temple y no son sujetas a las líneas de esfuerzo.

### **Superficies Lisas No-Mates en las Planchas Recubiertas**

Mientras que la discusión anterior se enfocaba en el uso de los rodillos de trabajo de un alto laminador de temple, algunas planchas recubiertas no-automotrices son pasadas por temple utilizando rodillos de trabajo de base lisa. Estos rodillos imparten a la plancha una apariencia suave y de brillo no-mate que tiene un valor muy bajo de rugosidad promedio (Ra). Tal apariencia se prefiere para algunos usos finales.

### **Resumen**

Cuando se requiere, que el acabado superficial de las planchas de acero recubiertas sean controladas muy detalladamente para proveer una apariencia lisa y uniforme para usos finales muy importantes. El uso de equipo en línea para alcanzar esto permite que sea hecho no sólo a voluntad, sino también con resultados consistentes. También se pueden ser lograr ciertas mejoras en las propiedades mecánicas.

*Copyright*® 2008 – ILZRO

---

#### **Renuncia de responsabilidad:**

Los artículos, reportes de investigación y datos técnicos se proveen únicamente con fines informativos. Aunque quienes los publican intentan proveer información precisa y actual, la Organización Internacional de Investigación del Zinc y el Plomo no garantiza los resultados de la investigación o información reportada en esta comunicación y renuncia a cualquier responsabilidad por daños que surjan de confiar en los resultados de las investigaciones u otra información contenida en esta comunicación, incluyendo, sin limitación, daños incidentales o consecuencias.