

Alambre Galvanizado

Índice

1. Introducción

2. Teoría de Galvanizado

- a) Introducción
- b) Que es Galvanizado?
- c) Denominación de Galvanizado
- d) Función o propósito del galvanizado

3. Procesos de Galvanización

- a. Relevado de esfuerzos
- b. Decapado
- c. Flux (fundente)
- d. Galvanizado
- e. Enfriamiento

Índice

4. Equipos requeridos para galvanizar
(tipos de galvanizado en caliente)
 - a. Vía húmeda
 - b. Vía Seca
 - c. Charcoal
 - d. Grava australiana
 - e. Electromagnético
 - f. Enfriamiento por Nitrógeno
5. Especificaciones o normas para galvanizado
6. Pruebas en alambres galvanizados
7. Defectos en alambres galvanizados

Introducción

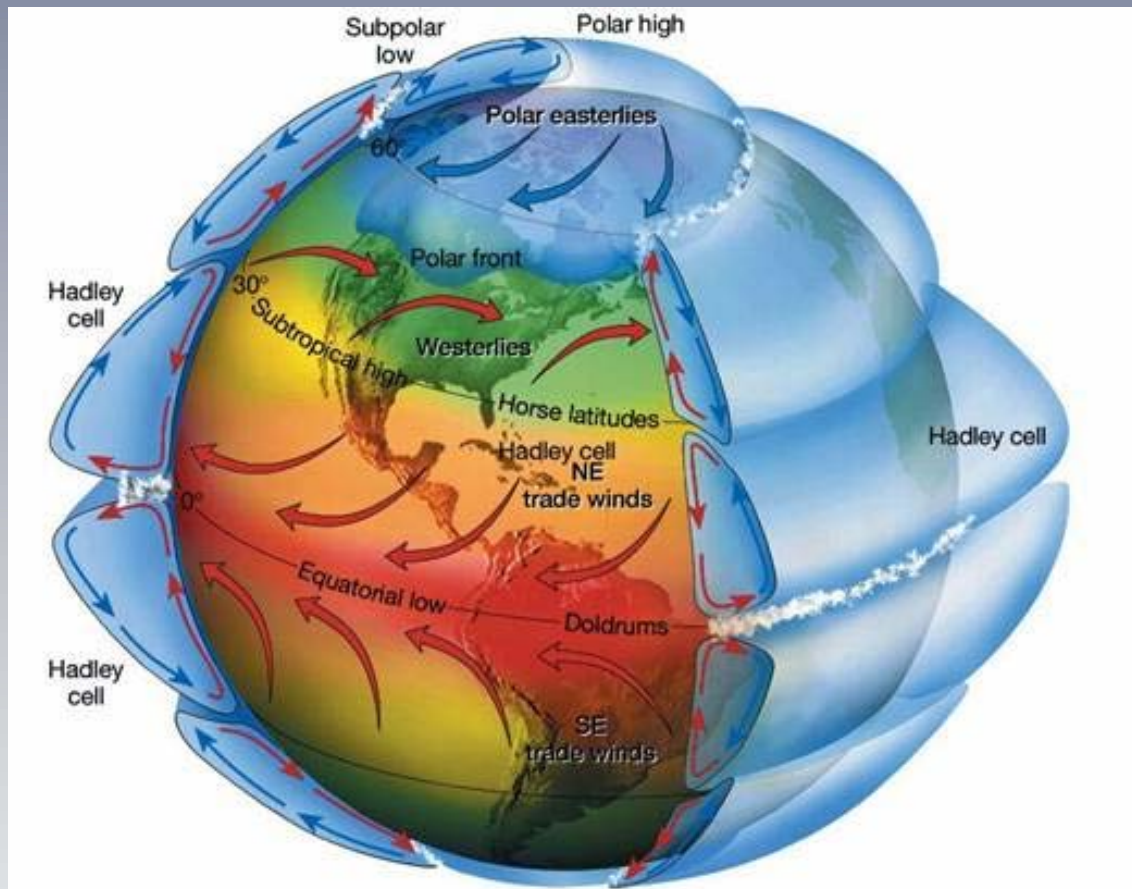
- Corrosión:
 - La corrosión de metales se define como el ataque del metal por acción química o electroquímica.
 - La oxidación en los metales se ve favorecida por:
 - Impurezas del metal mismo
 - Contacto con otros metales (par galvánico)
 - Presencia de humedad
 - Presencia de oxígeno
 - Presencia de dióxido de carbono (CO₂)
 - Otros gases que, cuando se disuelven en la humedad atmosférica, forman óxidos.

Par Galvánico

- Se llama **par galvánico** al formado por dos partes distintas de una superficie metálica o de dos metales distintos, que en contacto con un electrolito (generalmente agua), tienen una diferencia de potencial, por lo que se forma una pila galvánica en la que el ánodo (potencial más negativo) se corroe mientras que el cátodo (potencial menos negativo) no sufre corrosión (sufre reducción, es decir recibe electrones). El flujo de corriente es del ánodo al cátodo (en el electrolito por medio de iones y en el metal por medio de electrones). Al formarse el par galvánico el ánodo se polariza positivamente (a potencial menos negativo) y el cátodo se polariza negativamente (a potencial más negativo).
- A mayor diferencia de carga mas rápida es la corrosión del material más electronegativo.

Presencia de humedad

- La corrosión atmosférica varía en todo el mundo de acuerdo a la composición y humedad del medio ambiente. El dióxido de azufre causa mas corrosión en un año que la mayoría de las atmosfera salina



Presencia de oxígeno

- La oxidación es el proceso que origina y conduce a la corrosión, tendencia que tienen los metales.
- Originalmente, el término oxidación se asignó a la combinación del oxígeno con otros elementos químicos.
- Ejemplo de oxidación por contacto ambiental:
 - $2\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeO}$
 - $\text{C} + \text{O} \rightarrow \text{CO}_2$



Que es galvanizado?

El galvanizado es el proceso por el cual se puede cubrir un metal con otro en este caso es zinc en hierro.

La función del galvanizado es proteger la superficie del metal sobre el cual se realiza el proceso. El galvanizado más consiste en depositar una capa de zinc (Zn) sobre Hierro (Fe); ya que, al ser el zinc más oxidable, menos noble, que el hierro y generar un óxido estable, protege al hierro de la oxidación al exponerse al oxígeno del aire.

Denominación de galvanizado

Se denomina galvanización o galvanizado debido al trabajo de:

- **Luigi Galvani** (Bologna, Italia, 9 de Septiembre de 1737, 4 de Diciembre de 1798)
- Medico, Fisiólogo y físico italiano.
- Sus estudios permitieron descifrar la naturaleza eléctrica del impulso nervioso
- Los recubrimientos con zinc, se originaron con **Melouin** en Francia (1742) el cual describió en una presentación ante la Academia Real Francesa, un método de tratamiento que consistía en sumergir el acero en zinc-fundido

Función o propósito del galvanizado

- Es recubrir un metal (en este caso acero) para inhibir la oxidación y del metal mas noble ante el contacto con el oxígeno del medio ambiente y evitar la corrosión de este.
- El zinc funge como un ánodo de sacrificio para protección del acero.

Proceso de galvanizado

- Relevado de esfuerzos
 - El relevado de esfuerzos se define como el calentamiento y permanencia de un metal a una cierta temperatura, generalmente abajo del rango de transformación (200-450°C) con el único propósito de relevar los esfuerzos internos generados durante el trefilado del alambre.
 - La energía mecánica consumida durante el trefilado causa calentamiento en el material. Esfuerzos residuales de tensión en la superficie y de compresión en el centro son generados y para disminuirlos es necesario este proceso.

Proceso de galvanizado

- Decapado:
 - Dado que el zinc fundido no puede atacar al metal a través de la grasa o cascarilla de hierro, es necesario antes de su inmersión en el baño de zinc, el alambre a recubrir sea sometido a un proceso de limpieza mediante ácido que puede ser:
 - Ácido Sulfúrico (H_2SO_4)
 - Ácido Clorhídrico (HCl)
- Las concentraciones de estos ácidos son determinadas por el fabricante del recubrimiento galvanizado.

Proceso de galvanizado

- Flux
 - El flux es esencial para preparar el acero en la superficie en la aleación Hierro-Zinc y que esta reacción se de uniformemente.
 - Como en el caso del decapado, el flux también tiene su importancia ya que sin este fundente no se podría generar la adherencia del zinc al acero.
 - Existen dos formas de aplicar el flux:
 - **Vía húmeda**, la cual el alambre decapado y enjuagado se somete al baño de zinc a través de una capa de flux que flota en la superficie.
 - **Vía seca**, el alambre recubierto por el flux se somete a un proceso de secado, sumergiéndola a continuación en el baño de zinc.

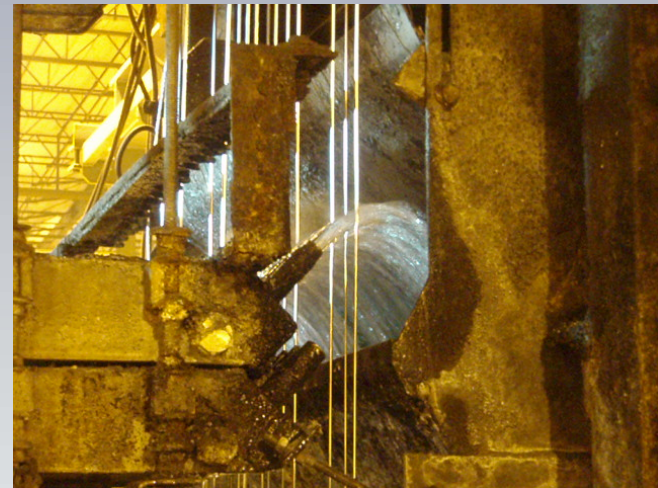
Proceso de galvanizado

- Galvanizado en Caliente:
 - Consiste en sumergir una pieza (Alambre) de superficie químicamente limpia en un baño de zinc fundido, que reacciona con el hierro y forma un recubrimiento.



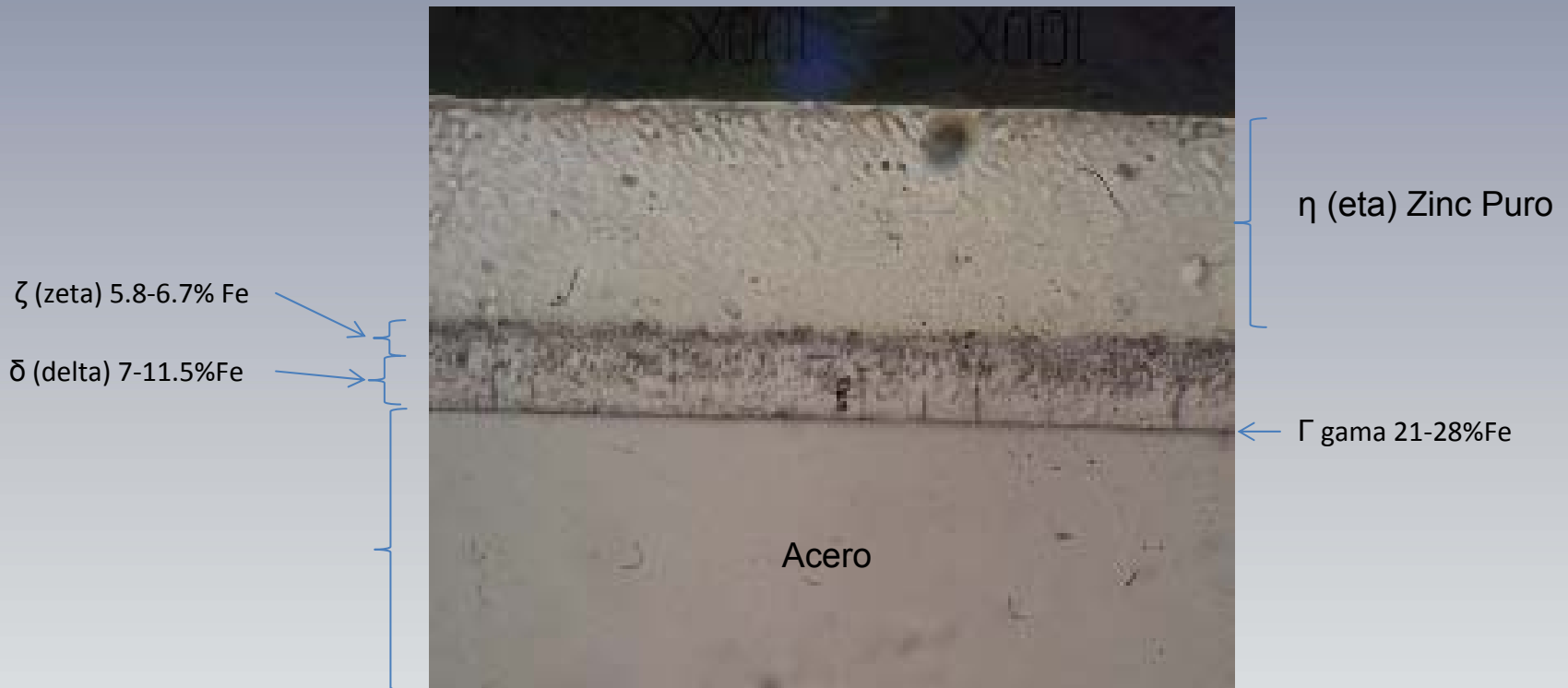
Proceso de galvanizado

- Enfriamiento:
 - La presencia de enfriamiento inmediatamente después del proceso de galvanizado es esencial y no afecta el peso de la cubierta de zinc, la aleación Hierro zinc crecerá adecuadamente.



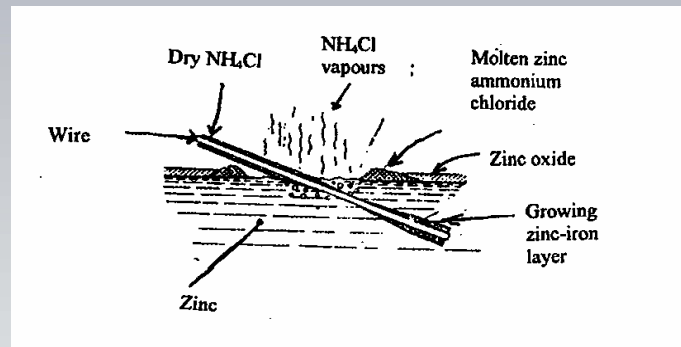
Proceso de Galvanizado

- Fases de intermetalico generado en un buen proceso de galvanizado



Galvanizado en Caliente

- Vía Húmeda
 - Por este medio hay que pasar el alambre a través de una cubierta de Flux que flota sobre el propio zinc fundido.
 - Principales funciones de la cubierta de Flux:
 - Limpiar superficie de alambre para que el zinc reaccione con el acero
 - Escurrir el alambre al momento de la salida del zinc liquido.
 - Precalentar las piezas y evitar su deformación



Galvanizado en Caliente

– Principales ventajas de vía húmeda:

- Disminución de riesgos de salpicaduras, cuando se sumergen en el baño de zinc
- Escurrir el alambre al momento de la salida del zinc líquido para garantizar cubiertas delgadas
- Reducir oxidación de la superficie del zinc fundido.

– Principales desventajas de este método:

- Generación de vapores de Cloruro de Amonio (NH_4Cl)
- Bajas cubiertas de zinc
- Grumos en la superficie por la heterogeneidad de la capa de flux.

Galvanizado en Caliente

- Vía Seca:
 - Por este medio hay que pasar el alambre a través de una cubierta de Flux y posteriormente pasarlo por un secador a cierta temperatura que garantice el secado profundo del flux para posteriormente pasarlo por el zinc fundido.

Galvanizado en Caliente

– Principales ventajas de vía seca:

- Disminución de motas en la superficie del alambre, dependiente de la tensión.
- Cubiertas mas altas.
- Menor generación de vapores.
- Reducir oxidación de la superficie del zinc fundido.

– Principales desventajas de este método:

- Si el Flux no esta bien seco puede generar explosiones a la entrada del zinc.

Galvanizado en Caliente

- Charcoal
 - Carbón (grueso, fino) + aceite (cebo, aceite), Flux



Galvanizado en Caliente

– Principales ventajas de Charcoal:

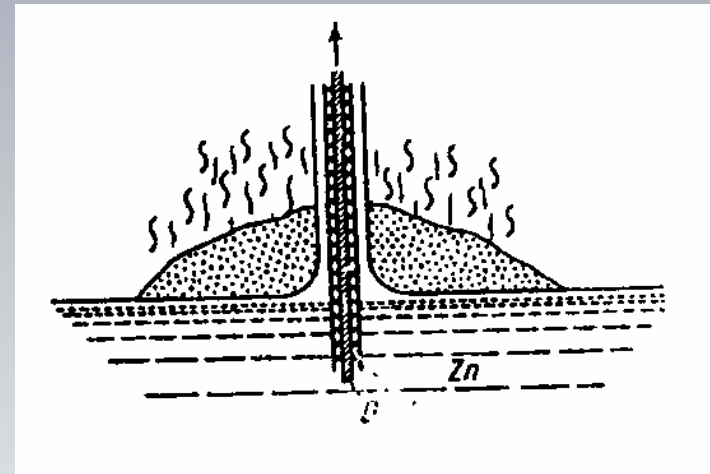
- Disminución de motas en la superficie del alambre, dependiente de la tensión.
- Cubiertas altas.
- Reducir oxidación de la superficie del zinc fundido.

– Principales desventajas de Charcoal:

- Alto consumo de carbón.
- Preparación mezcla
- Confinación de carbón

Galvanizado en Caliente

- Grava Australiana
 - Este proceso se clasifica por utilizar grava de rio la cual se le insufla H_2S en una caja en su parte inferior y posteriormente se insufla gas natural en la parte superior para evitar que se fugue este acido



Galvanizado en Caliente

- Principales ventajas de grava australiana:
 - Cubiertas altas.
 - Material sin grumos
 - Reducir oxidación de la superficie del zinc fundido.
- Principales desventajas de grava australiana:
 - La exposición humana al Acido sulfhídrico de tan solo 500ppm después de 1 minuto bloquea el sistema respiratorio y posteriormente llega al bloqueo total hasta llegar a un paro cardiaco.

Galvanizado en Caliente

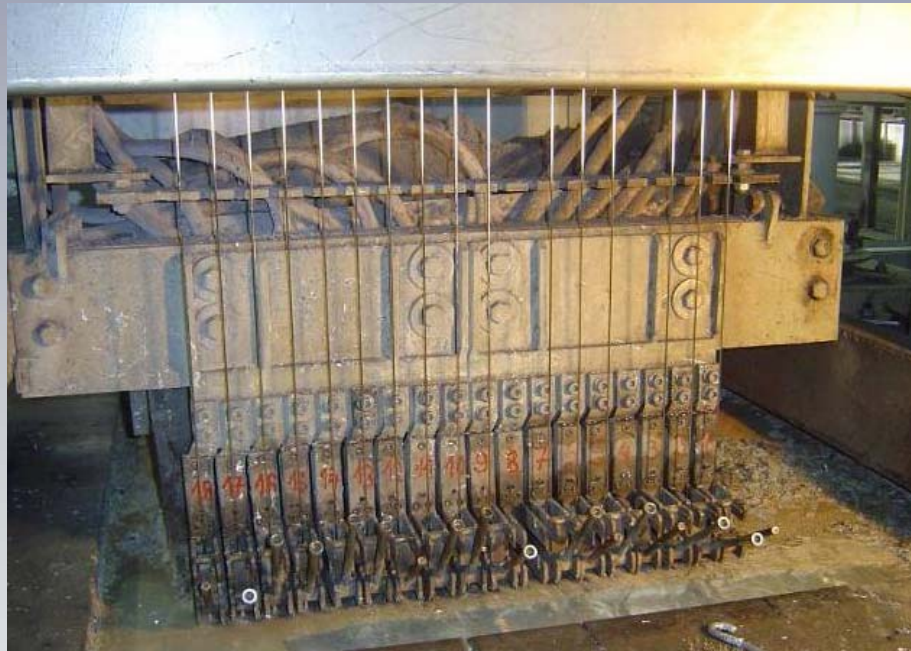
- Galvanizado electromagnético
 - Este proceso se describe mediante 2 imanes de cierta capacidad por diámetro de alambre al cual se le pasa corriente la cual retira el zinc de exceso en la superficie del alambre

Galvanizado en Caliente

- Principales ventajas de electrogalvanizado:
 - Material sin grumos
 - Reducir oxidación de la superficie del zinc fundido.
- Principales desventajas de electrogalvanizado:
 - Cubiertas Bajas de zinc.
 - Consumo de energía mayor.

Galvanizado en Caliente

- Galvanizado por N_2
 - Este proceso de galvanización en caliente se caracteriza por su enfriamiento por N_2 a la salida del zinc liquido



Galvanizado en Caliente

- Principales ventajas de N_2 :
 - Cubiertas necesarias que se requieran.
 - Material sin grumos
 - Reducir oxidación de la superficie del zinc fundido.
 - Exactitud en cubiertas de zinc por automatización
- Principales desventajas de N_2 :
 - Boquillas intercambiables por rango de diámetro
 - Costo mayor por el consumo de N_2 .

Especificaciones y/o normas para alambres galvanizados

- Las normas a continuación mencionadas señalan características críticas de fabricación y pruebas para los alambres galvanizados como son:
 - Cubierta de Zinc.
 - Adherencia de zinc al acero.
 - Homogeneidad de la cubierta de zinc.
 - Clases de cubierta de zinc.

Especificaciones y/o normas para alambres galvanizados

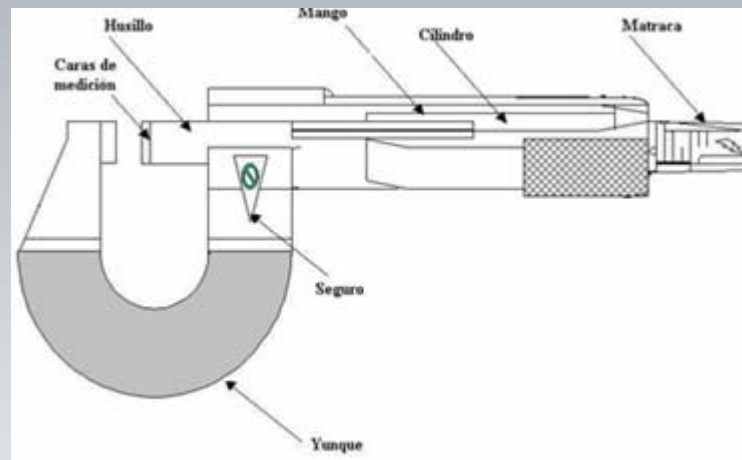
- **ASTM A90**
 - STANDARD TEST METHOD FOR WEIGHT (MASS) OF COATING ON IRON AND STEEL ARTICLES WITH ZINC OR ZINC-ALLOY COATINGS
- **ASTM A11**
 - STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC COATING (GALVANIZED) "IRON" TELEPHONE AND TELEGRAPH LINE WIRE
- **ASTM A239**
 - STANDARD PRACTICE FOR LOADING THE THINNEST SPOT IN A ZINC (GALVANIZED) COATING ON IRON OR STEEL ARTICLES
- **ASTM A326**
 - STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATING (GALVANIZED) HIGH TENSILE STEEL TELEPHONE AND TELEGRAPH LINE WIRE
- **ASTM A363**
 - STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED (GALVANIZED) STEEL OVERHEAD GROUND WIRE STRAND
- **ASTM A411**
 - STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC COATED (GALVANIZED) LOW-CARBON STEEL ARMOR WIRE
- **ASTM A475**
 - STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED STEEL WIRE STRAND
- **ASTM A586**
 - STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED PARALLEL AND HELICAL STEEL WIRE STRUCTURAL STRAND
- **ASTM A640**
 - STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED STEEL STRAND FOR MESSENGER SUPPORT OF FIGURE 8 CABLE
- **ASTM A641**
 - STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED (GALVANIZED) CARBON STEEL WIRE
- **ASTM B498**
 - STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED (GALVANIZED) STEEL CORE WIRE FOR ELECTRICAL USE IN OVERHEAD ELECTRICAL CONDUCTORS

Pruebas de en alambre Galvanizado

- Diámetro
- Adherencia de Zinc (Wrap test)
- Cubierta de Zinc

Pruebas para alambre galvanizado (Diámetro)

- El alambre debe ser medido usando un micrómetro con una exactitud mínima de 0.0001 in. (0.002 mm) para todos los diámetros (ASTM A 1007)
- El diámetro debe ser determinado de dos mediciones en dos direcciones perpendiculares en la misma sección y en el mismo plano diametral, conforme a los siguientes puntos. Se toma cada una de las muestras previamente cortadas y se colocan entre las caras de medición del micrómetro, recargándola ligeramente contra la cara izquierda del instrumento conocido como yunque.
- Con la otra mano se acerca lentamente el husillo hacia la muestra girando el cilindro hacia la derecha y cuando llega la cara de medición a la muestra se termina de girar con la matraca (ver Esquema Micrómetro).
- Habiendo apretado al torque de la matraca se toma la lectura en el micrómetro ya sea digital o mecánico.
- Se libera el alambre abriendo lentamente el cilindro del micrómetro. Se gira el alambre 90° sin retirarlo de entre las caras de medición y regresa a punto.



Pruebas para alambre galvanizado (Envolvimiento Wrap Test)

- La muestra se tiene que enrollar sobre un radio especificado, cada vuelta que se realice debe estar muy cerca de la otra (Ver figura).
- El número de vueltas que tiene que lograr debe ser sobre especificación. (A menos que no se especifique algo el número de vueltas debe ser 5).
- La velocidad del envolvimiento no debe exceder las 15 vueltas por minuto.
- La prueba se considera satisfactoria si no presenta fractura o cualquier tipo de grieta transversal o longitudinal, y en caso de ser galvanizado que no presente desprendimiento de zinc al pasar la yema de los dedos por la superficie del alambre, esto después de haber cumplido con las vueltas especificadas.
- Si la muestra fractura en la primer vuelta, se puede repetir la prueba, ya que pudo fallar por algún doblez o el radio mandril no es el correcto.
- Referencia, ASTM – 370 A4.7 Wrap test.



Pruebas para alambre galvanizado (Cubierta de Zinc oz/ft²)

Determinación de la cubierta de Zinc en alambres galvanizados (API 9^a Anexo B inciso B.4, para el método gravimétrico ISO 2232:1990(E)) e ISO 1460:1992(E)) Sección 3).

- Se pesa la muestra con zinc (aproximación a diezmilésimas de gr) (12" de longitud) y se anota el peso identificado como W1
- Se le quita la cubierta de zinc con una solución de hexametilenotetramine mas ácido clorhídrico disuelto en agua destilada, se enjuaga con agua y se seca la muestra (En caso de ser necesario se cepilla la muestra para remover cualquier sustancia suelta, la cual puede estar adherida a la superficie, sumergir en alcohol y secar rápidamente.
- Se vuelve a pesar y se anota el peso identificado como W2, aplicando las siguientes fórmulas:

Donde:

$$C = \left[\frac{W_1 - W_2}{W_2} \right] \times (D) \times (M) \quad \frac{oz}{ft^2} = \left[\frac{W_1 - W_2}{W_2} \right] \times (163) \times \phi_{neg}$$

- C= Peso de la cubierta en oz/ft²
- W₁= Peso del alambre con Zinc (gr.) peso original
- W₂= Peso del alambre sin Zinc (gr.) peso del alambre negro
- D = Diámetro del alambre negro (in)
- M = Factor 163 constante.

Pruebas para alambre galvanizado (Cubierta de Zinc gr/ft²)

Determinación de la cubierta de Zinc en alambres galvanizados (API 9^a Anexo B inciso B.4, para el método gravimétrico ISO 2232:1990(E)) e ISO 1460:1992(E)) Sección 3).

- Se pesa la muestra con zinc (aproximación a diezmilésimas de gr) (12" de longitud) y se anota el peso identificado como W1
- Se le quita la cubierta de zinc con una solución de hexametilenotetramine mas ácido clorhídrico disuelto en agua destilada, **(Ver Preparación del reactivo inciso 4.2.36)** se enjuaga con agua y se seca la muestra (En caso de ser necesario se cepilla la muestra para remover cualquier sustancia suelta, la cual puede estar adherida a la superficie, sumergir en alcohol y secar rápidamente.
- Se vuelve a pesar y se anota el peso identificado como W2, aplicando las siguientes fórmulas:

• Donde:

$$C = \left[\frac{W_1 - W_2}{W_2} \right] \times (D) \times (M) \qquad \frac{gr}{m^2} = \left[\frac{W_1 - W_2}{\phi^2} \right] \times (1.96 \times 10^3)$$

- C= Peso de la cubierta en gr/m²
- W₁= Peso del alambre con Zinc (gr) peso original
- W₂= Peso del alambre sin Zinc (gr) peso del alambre negro
- D = Diámetro del alambre negro (mm)
- A = Diámetro al cuadrado DxD
- M = Factor 1.96 x 10³ si el diámetro es en mm o 4.97 x 10⁴ si el diámetro es en pulgadas (in).

Defectos en alambres galvanizados

- Motas
- Grumos
- Capa corrugada
- Raspadura
- Desprendimiento de zinc
- Anillos
- Parones
- Galvanizado Inadecuado

Defectos en alambres galvanizados

- Motas



Defectos en alambres galvanizados

- Grumos



Defectos en alambres galvanizados

- Capa corrugada



Defectos en alambres galvanizados

- Raspadura



Defectos en alambres galvanizados

- Raspadura



Defectos en alambres galvanizados

- Desprendimiento de Zinc



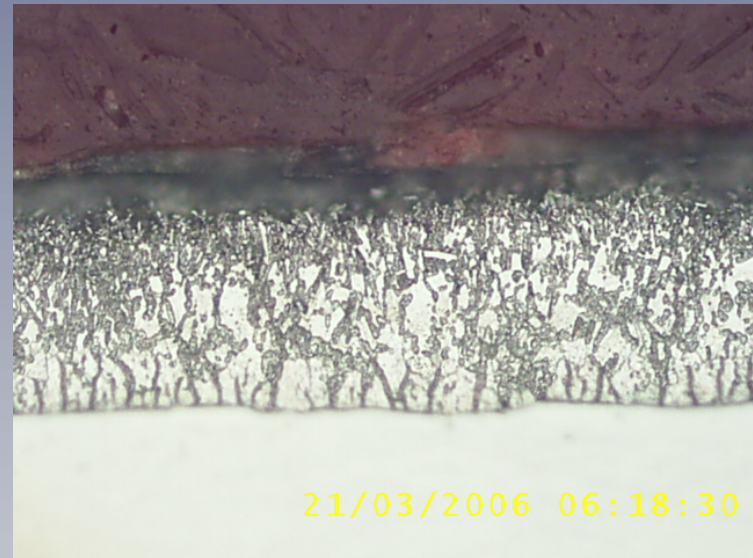
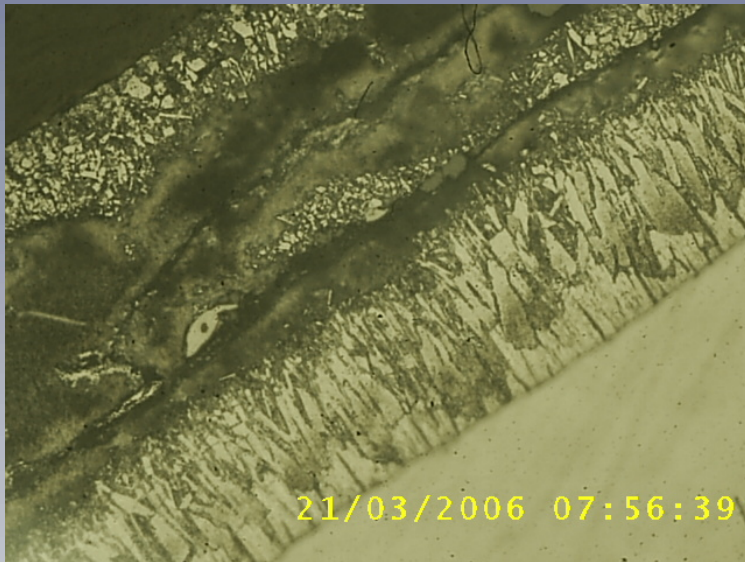
Defectos en alambres galvanizados

- Parones



Defectos en alambres galvanizados

- Mal galvanizado (intermetalico inadecuado)



Gracias