



359557

PATENTE DE INVENCION

Ref: Case No. R.55368.

Memoria Descriptiva

sobre:

"Procedimiento de electrodeposición de cromo sobre chapas de acero laminado plano".

=====

Solicitante UNITED STATES STEEL CORPORATION, entidad norteamericana, residente en 525 William Penn Place, Pittsburgh, Estado de Pensilvania, EE.UU. de A.

=====

Este invento se refiere a un procedimiento de bajo costo, de una sola etapa, perfeccionado, para la producción de chapa para botes de conservas resistente a la oxidación y a la corrosión, brillante, que comprende una base de acero laminado plano, una capa elec

POOR QUALITY



trodepositada de cromo metálico de un grosor submicrométrico superpuesta y adherida a la base y una película de óxido con contenido en cromo, protectora e incolora, superpuesta y adherida a la capa de cromo.

5. Desde hace tiempo se ha producido acero laminado plano con una capa superpuesta de estaño, aplicada ó bien por inmersión en caliente ó, en años recientes, por electrodeposición. La capa de estaño sirve de recubrimiento protector resistente a la corrosión y tiene un valor particular cuando el acero así revestido se emplea en la manufactura de latas y botes para alimentos y bebidas y otros recipientes que exijan una superficie resistente a la corrosión. La capa de estaño facilita también la soldadura de la costura lateral empleada normalmente en la manufactura de tales artículos.
- 10.
- 15.

Con fechas mas recientes, tales recipientes se han producido mediante soldadura ó aglutinamiento adhesivo de la costura lateral, permitiendo de este modo la eliminación de la capa de estaño necesaria para una soldadura eficaz.

20. La eliminación de la costosa capa de estaño supone, como es lógico, una ventaja considerable desde el punto de vista económico.

25. La chapa de acero laminado plano sin estaño, cuando se emplea para la manufactura de envases, debe ir provista de un recubrimiento protector, como es el esmalte, laca y similares, para evitar la reacción química perjudicial entre el contenido corrosivo de los envases y el cuerpo metálico del mismo. Tales recubrimientos protectores suelen tener con la mayor frecuencia una variedad de composiciones, específicas en naturaleza y función, relativas al uso al que el re-
- 30.



- recipiente recubierto se destine, y con preferencia suelen ser aplicados a la chapa del recipiente por el fabricante del envase, en lugar de hacerlo el fabricante del acero. Puesto que el acero laminado plano sin recubrir es susceptible de oxidarse en el curso de los períodos prolongados de transporte y almacenamiento, y puesto que el óxido es contrario a la apariencia brillante y limpia del acero y perjudica además la adherencia de las capas protectoras aplicadas ulteriormente, es esencial evitar la oxidación y enviar el acero al fabricante de recipientes en estado apropiado para la aplicación y retención de las capas protectoras necesarias, aún después de haber transcurrido considerables períodos de almacenamiento en condiciones de humedad. Además, puesto que los recubrimientos suelen ser en general transparentes, cualquier tratamiento que dé el fabricante del acero a dicho acero no debe perjudicar la apariencia metálica brillante deseada del artículo acabado.
- 5.
- 10.
- 15.

- Además, es necesario que la chapa o el material metálico suministrado al fabricante de envases sea de una naturaleza tal que resista la deslaminación del esmalte ó laca aplicados ulteriormente durante la fabricación, y que la chapa resista también la acción corrosiva del contenido del envase en los lugares con defectos en el esmalte ó laca ó la rotura, corte ú otros defectos producidos durante la fabricación del recipiente.
- 20.
- 25.

- Aún más, cuando se trata de recipientes con una costura lateral solapada unida de un modo adhesivo, el fabricante del recipiente exige que dicha unión tenga una resistencia mínima al descascarillado (separación) de 446,25 kg/m de ancho de costura para una chapa de acero de 24,94 a
- 30.

26 MAR 1953

- 4 -



27,21 kg de peso de una resma de 500 láminas de 431,8 mm x 558,8 mm (aproximadamente 152 a 177 micras de espesor).

Normalmente, el acero laminado plano, limpio y lubricado (chapa negra) no satisface todos los requisitos anteriores.

5.

En fechas mas recientes, se han hecho disponibles aceros sin estaño para la fabricación de recipientes, cuyos aceros proporcionan, en la superficie del acero laminado plano, bien una delgada capa de cromo metálico depositado electrolíticamente (por ejemplo, patente norteamericana de Uchida et al número 3.113.845), bien una película de óxido con contenido en plomo (por ejemplo, patente norteamericana de Kitamura número 2.998.361), ó bien ambas capas (por ejemplo, patente norteamericana de Yonezaki et al número 3.292.100).

10.

15.

No obstante, los procedimientos de electrodeposición son costosos de por si y, para que resulten convenientes en la producción de chapa para la manufactura de recipientes, es necesario que tales tratamientos electrolíticos supongan un aumento insignificante al costo de producción de la chapa negra sin tratar.

20.

Específicamente, dichos procedimientos electrolíticos, para que tengan una utilidad y valor comerciales máximos, deben reunir los requisitos económicos que siguen:

25.

1. El costo de los productos químicos del baño electrolítico debe ser bajo;

2. La concentración de los productos químicos del baño debe ser baja con el fin de evitar la pérdida económica debida a pérdidas por escurridura elevadas a las velocidades necesarias para la producción en cadena, v.g., 152 a 304 me-

30.

26 MAYO 1969



- 5 -

tros por minuto ó superiores;

3. El tiempo del tratamiento en el baño debe ser bajo, con el fin de reducir a un número económicamente posible los depósitos necesarios para el tratamiento;

5. 4. El consumo de energía debe ser bajo;

5. La preparación de la composición del baño no debe ser complicada, así como su control y mantenimiento;

10. 6. Los procedimientos deben tener una puesta en práctica suficientemente flexible, de forma que solo se hagan pequeños cambios en las condiciones del procedimiento para producir una amplia gama de productos con características óptimas para aplicaciones de usos múltiples; y

15. 7. El procedimiento en general debe ser susceptible de un control fácil y exacto para asegurar una calidad óptima en el producto sin necesidad de pruebas excesivas de calidad anteriores ó posteriores a la fabricación.

20. Las técnicas anteriores a este invento, como las citadas anteriormente, no proporcionan procedimientos que reúnan todos los atributos deseables anteriores y que proporcionen también productos con todas las características de propiedades deseables arriba mencionadas. Por ejemplo, aunque la patente norteamericana número 3.296.100 describe la producción de artículos que comprenden una base de acero, como chapa de acero laminado plano provista de una capa delgada intermedia de cromo metálico y una película superpuesta de óxido de plomo, por un procedimiento que emplea una

25. baja concentración (10-50 g/l) de ácido crómico mas un catalizador radicalar de ácido sulfúrico, se indica en dicha patente que es necesario un tratamiento previo del baño por

30. electrolisis para suministrar una cierta proporción de ion



- crómico en la solución del baño. La patente norteamericana número 3.113.845 describe la producción de una capa de cromo metálico sobre acero, como puede ser una chapa para botes de conservas, por medio de un baño electrolítico en el que el contenido en ácido crómico, como suele ocurrir en la mayoría de baños de cromado anteriores a este invento, es relativamente elevada, 100-250 g/l. Aunque esta última patente describe también la disposición a voluntad sobre los artículos de acero cromado de una capa adicional de óxido de cromo superpuesta al cromo con el fin de mejorar la fuerza anticorrosiva del artículo y realzar su resistencia a la oxidación durante el almacenamiento, tal mejora de producto se consigue sólomente por medio de un tratamiento por separado ó auxiliar en un baño de dicromato sódico ó una solución diluida (1 %) de ácido crómico. Tales operaciones adicionales supone una pérdida de tiempo y resultan costosos, considerando especialmente la necesidad de tener que realizar lavados entre los tratamientos, mantenimiento de la pureza del baño, etc.
5. que el contenido en ácido crómico, como suele ocurrir en la mayoría de baños de cromado anteriores a este invento, es relativamente elevada, 100-250 g/l. Aunque esta última patente describe también la disposición a voluntad sobre los artículos de acero cromado de una capa adicional de óxido de cromo superpuesta al cromo con el fin de mejorar la fuerza anticorrosiva del artículo y realzar su resistencia a la oxidación durante el almacenamiento, tal mejora de producto se consigue sólomente por medio de un tratamiento por separado ó auxiliar en un baño de dicromato sódico ó una solución diluida (1 %) de ácido crómico. Tales operaciones adicionales supone una pérdida de tiempo y resultan costosos, considerando especialmente la necesidad de tener que realizar lavados entre los tratamientos, mantenimiento de la pureza del baño, etc.
10. de cromo superpuesta al cromo con el fin de mejorar la fuerza anticorrosiva del artículo y realzar su resistencia a la oxidación durante el almacenamiento, tal mejora de producto se consigue sólomente por medio de un tratamiento por separado ó auxiliar en un baño de dicromato sódico ó una solución diluida (1 %) de ácido crómico. Tales operaciones adicionales supone una pérdida de tiempo y resultan costosos, considerando especialmente la necesidad de tener que realizar lavados entre los tratamientos, mantenimiento de la pureza del baño, etc.
15. Tales operaciones adicionales supone una pérdida de tiempo y resultan costosos, considerando especialmente la necesidad de tener que realizar lavados entre los tratamientos, mantenimiento de la pureza del baño, etc.
20. La patente norteamericana número 2.998.361, describe la producción de películas de óxido de cromo hidratado sólomente, promoviéndose la formación de tales películas por el empleo de ácidos sulfónicos aromáticos y sulfonatos, en un baño electroquímico que contiene ácido crómico.
25. La deposición de cromo, en capas delgadas sobre chapas para botes de conservas, se ha realizado también en baños electroquímicos que contienen, como promotor ó catalizador de la deposición de cromo metálico, ácido fosfórico, ácido bórico y ácido oxálico (patente norteamericana número 3.032.487). La necesidad de tener que elegir el baño que
30. La necesidad de tener que elegir el baño que

26 MAR 1951

contiene ácido oxálico hasta que la oxidación de este último compuesto se completa es una indicación adicional de que el procedimiento resulta costoso en tiempo y dinero lo cual perjudica al valor comercial de los procedimientos anteriores a este invento.

5.

Por consiguiente, este invento tiene por objeto proporcionar un nuevo procedimiento de bajo costo, perfeccionado, para la electrodeposición de capas de cromo delgadas pero eficaces sobre chapas para botes de conservas y, en la misma operación, proporcionar una película de óxido de cromo hidratado protectora y promotora de la adherencia de la laca, superpuesta al cromo metálico.

10.

Otro de los objetos del invento es proporcionar un procedimiento para el control de las características de tales películas de óxido de cromo hidratado de forma que se obtenga las propiedades protectoras necesarias de un modo uniforme y consistente y se evite el empleo de las indeseables películas de color.

15.

Otra finalidad del invento es proporcionar dichos procedimientos de forma que se pueda variar fácil y económicamente el peso (espesor) de la capa de cromo metálico depositada, de acuerdo con las exigencias de los distintos productos y aplicaciones finales, al par que se mantiene los necesarios atributos de la película de óxido de cromo hidratado superpuesta.

20.

25.

Otro fin más del invento es proporcionar productos mejorados, a bajo costo, con características deseables reproducibles de un modo uniforme, según el procedimiento del invento.

30.

En consonancia con los objetos citados, una forma pre



- ferente de realización del invento comprende la electrodeposición, a partir de un electrolito que ejerce una acción solubilizante química sobre los óxidos de cromo hidratados depositados electroquímicamente por dicho electrolito, de
5. una capa de cromo metálico y una película de óxido de cromo hidratado, en un artículo de acero en movimiento, que forma el cátodo, sometido a una corriente eléctrica de por lo menos  $53,5 \text{ amp}/\text{dm}^2$ , preferiblemente  $85,6 \text{ amp}/\text{dm}^2$  de superficie catódica, sometiendo después a tratamiento el artículo
10. así recubierto con el mismo electrolito solubilizante del óxido, bien en ausencia de una corriente eléctrica ó en presencia de una corriente que tenga un valor máximo de aproximadamente  $21,4 \text{ amp}/\text{dm}^2$ , preferiblemente unos  $13,3 \text{ amp}/\text{dm}^2$  de superficie catódica del artículo, por lo que se produce sobre el artículo una película de óxido hidratado incolora superpuesta y adherida a la capa de cromo y que contiene aproximadamente de  $5,55$  a  $16,65 \text{ mg}$  de cromo trivalente por  $\text{m}^2$  de superficie del artículo.

- Los objetos anteriores y otras finalidades del invento se comprenderán con mayor facilidad tomando como referencia la descripción que sigue.
- 20.

- El presente invento proporciona un procedimiento y un baño electroquímico acuoso mediante cuyo uso y en una operación de bajo costo, controlable, conveniente y simple,
25. se obtiene un producto de acero laminado plano tratado superficialmente, idóneo para la manufactura de recipientes, con una capa de cromo metálico y una película de óxido con contenido en cromo superpuesta, depositadas sobre el mismo.

- Se ha averiguado, por medio de pruebas estáticas realizadas con banda de acero inmóvil, que cuando se trata el
- 30.



- acero, como un cátodo, en un electrolito de cromado, v.g., en una solución acuosa de bajo costo y fácil preparación que contiene de 40 a 100 gramos por litro de trióxido de cromo (ácido crómico),  $\text{CrO}_3$ , junto con un promotor y catalizador de la deposición de cromo, como es el ácido sulfúrico, v.g., en una cantidad de 0,9 g/l de iones sulfato ( $\text{SO}_4$ )<sup>=</sup>, bajo la influencia de una corriente de 21,4 a 53,5 amp/dm<sup>2</sup> durante 0,2 a 1 segundo, y si la banda se retira del electrolito prácticamente en el mismo instante de cortarse la corriente, ó mientras continúa el paso de corriente, el acero cromado se recubre con una película de óxido hidratado gelatinosa de peso (espesor) y color variable, susceptibles también de fácil ruptura y disrupción mecánica.
- 5.
- 10.
15. Por otro lado, se ha averiguado que, si se trata el acero en las mismas condiciones pero se le deja en el electrolito durante un período superior a 0,5 segundos, por ejemplo 4 segundos aproximadamente, después de haberse cortado el flujo de corriente, no había presente película de óxido hidratado y el artículo revestido exhibía una superficie de cromo metálico brillante. No obstante, las pruebas adicionales demostraron que la superficie metálica ofrecía poca resistencia al óxido, una adherencia deficiente a las lacas ó esmaltes empleados en la industria de fabricación de recipientes, de forma que tal producto exigiría un tratamiento adicional ulterior a la electrodeposición con el fin de que reuniera las propiedades necesarias exigidas por la industria de fabricación de envases.
- 20.
- 25.
30. Se descubrió además, que si se dejaba el artículo en el electrolito durante un cierto período de tiempo, pero no



superior a 0,5 segundos después de la interrupción de la corriente, se obtenía un artículo con una apariencia brillante y una mejor resistencia a la oxidación y mejor adherencia del esmalte, si se comparaba con el artículo dejado en el electrolito sin corriente un período de tiempo más largo.

5. Se llegó a la conclusión que el electrolito producía un efecto solubilizante químico pronunciado sobre la película de óxido de cromo hidratado depositada a partir del electrolito bajo la influencia de la corriente de electrodeposición y que se podía controlar el grosor, color y resistencia de la película de óxido a la abrasión mecánica mediante un equilibrio apropiado de los procesos químico y electromecánicos inversos.
10. Asimismo se llegó a la conclusión, por los resultados obtenidos en las pruebas estáticas arriba citadas, que sería difícil ó imposible producir banda de acero cromada brillante con tales electrolitos en una cadena de electrodeposición continua del tipo empleado con anterioridad a este invento en la electrodeposición de estaño ó cromo, v. g., aquella en la que la banda de acero se saca del electrolito mientras fluye la corriente de electrodeposición de un cilindro conductor rotativo a la banda, y, además, que el paso subsiguiente de la banda a través de rodillos ulteriores dislocaría y estropearía la película de óxido en forma de gel.
15. Estas últimas conclusiones se confirmaron en una serie de experimentos realizados sobre una banda de acero en movimiento, utilizando un dispositivo de electrodeposición de paso múltiple, y el mismo tipo de electrolito (50 g/l de
- 20.
- 25.

30.



CrO<sub>3</sub>), que el indicado en la tabla 1, en el que se llevaron a cabo los experimentos 680-1 a 6 con una concentración de ión sulfato de 0,9 g/l y los experimentos 680-14 a 18 con una concentración de ión sulfato de 1,8 g/l. Todos los experimentos se realizaron a una velocidad de cadena de producción de 61 metros por minuto.

T A B L A 1

Densidad de corriente, amps/dm<sup>2</sup>

| <u>Prueba No.</u> | <u>1er. paso</u> | <u>2do. paso</u> | <u>Apariencia</u>            |
|-------------------|------------------|------------------|------------------------------|
| 680-1             | 53,5             | 0                | incolora                     |
| 680-2             | 74,9             | 0                | incolora                     |
| 680-3             | 0                | 53,5             | ambar                        |
| 680-4             | 0                | 74,9             | marrón                       |
| 680-5             | 53,5             | 53,5             | púrpura oscuro               |
| 680-6             | 74,9             | 74,9             | púrpura oscuro               |
| 680-14            | 53,5             | 0                | incolora                     |
| 680-15            | 74,9             | 0                | incolora                     |
| 680-16            | 0                | 53,5             | incolora                     |
| 680-17            | 0                | 74,9             | incolora                     |
| 680-18            | 53,5             | 53,5             | incolora                     |
| 680-19            | 74,9             | 74,9             | incolora, pero resquebrajada |

Se verá, particularmente por los resultados de los experimentos 680-1 a 6, que cuando no fluía corriente en el segundo paso, la muestra resultaba incolora, v.g., las muestras exhibían la apariencia metálica brillante del cromo, mientras que, cuando se dejaba la corriente en el segundo paso, las muestras tomaban un color que oscilaban entre el



ambar y el púrpura oscuro. Estos colores son atribuibles a gruesas películas de óxido de cromo hidratado formadas bajo la influencia de las densidades de corriente de electrodeposición relativamente elevadas.

5. Por otro lado, en aquellas muestras en la que se interrompió la corriente en la última pasada, aún cuando eran brillantes, tenían un depósito de óxido discontinuo manchado y resquebrajado, con una apariencia indeseable.
- Estos efectos eran menos pronunciados en las series
10. 680-14 a 19, debido, según se cree, a la mayor acidez del electrolito ( $1,8 \text{ g/l SO}_4^{=}$ ) y a la tendencia que tenía la solución mas ácida de disolver el óxido hidratado. Por consiguiente, es preferible emplear una concentración de catalizador mínima de aproximadamente la última cantidad.
15. Los experimentos de la tabla 1 ilustran la importancia que tiene la densidad de corriente en el último paso de la producción de banda de acero cromada. No obstante, deberá haber presente en el electrolito el catalizador idóneo, de otro modo la manipulación de la densidad de corriente en
20. el último paso puede resultar ineficaz. Así, se averiguó que, en general, si un artículo de acero como puede ser una banda ó lámina plana, que se mueva a una velocidad superior a 61 metros por minuto y hasta 305 metros por minuto ó superior se trata catódicamente con una densidad de corriente
25. eficaz para depositar cromo metálico, v.g.,  $26,75 \text{ amps/cm}^2$ , y especialmente una densidad superior a  $53,5 \text{ amps/cm}^2$  para mayores velocidades de la cadena de producción, y si se elige la densidad de corriente idónea en el paso final del artículo a través del electrolito, se puede obtener acero cromado resistente a la oxidación y corrosión cuando el electro
- 30.



lito contiene aproximadamente de 40 a 100 g/l de  $\text{CrO}_3$ , junto con un material que proporcione radicales de sulfato en una cantidad de aproximadamente de 1,8 a 3,6 g/l de ión sulfato, ó de aproximadamente 0,75 a 3,6 g/l de ión sulfato junto con un material que proporcione aproximadamente de 0,3 a 2,0 g/l de ión fluoruro.

5. Es esencial, por razones económicas, que el material que proporciona el cromo en el electrolito sea de bajo costo y se encuentre presente en la menor cantidad que sea compatible con los buenos resultados técnicos. El baño de electrolito comprendido por el invento, contiene, según se citó anteriormente, ácido crómico como componente con contenido en cromo, facilmente disponible, y de bajo costo, y en una concentración relativamente baja. Se ha averiguado que 40 g/l de  $\text{CrO}_3$  es la cantidad mínima útil en los baños empleados en el presente invento porque por debajo de dicha cantidad no se puede obtener un cromado brillante por el procedimiento del invento, y, además, se produce una gruesa capa de color oscuro de óxido de cromo hidratado.

10. La economía del proceso de elaboración se hace cada vez menor a medida que aumenta la concentración de  $\text{CrO}_3$  por encima de 100 g/l de electrolito y adicionalmente, la eficacia de la electrodeposición es menor a los valores mas elevados, y además, se hace imposible obtener películas de óxido de cromo hidratado suficientemente gruesas con soluciones de  $\text{CrO}_3$  mas concentradas.

15. La producción de un cromado brillante es un criterio importante para la elección del catalizador a emplear, puesto que la cantidad y naturaleza del catalizador afecta la disolución de película de óxido de cromo hidratado por el

20. 30.

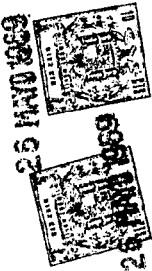


- electrolito. En general, a una concentración constante de  $\text{CrO}_3$ , una mayor cantidad de catalizador da por resultado una mayor velocidad de disolución de película de óxido, y una cantidad demasiado grande de catalizador dará por resultado la eliminación de toda ó la mayor parte de la película de óxido, con pérdida de sus ventajas inherentes. Una cantidad demasiado pequeña de catalizador dará por resultado un producto con una película de óxido demasiado gruesa que produce un indeseable color oscuro y que, además es susceptible de resquebrajamiento y manchas por la acción mecánica de los rodillos sobre el artículo recubierto en movimiento y también por la acción del electrolito fluído a medida que la banda se mueve a través de los mismos a velocidad elevada. Los citados límites del catalizador se eligen de modo que se eviten tales propiedades indeseables en el producto, habiéndose de comprender que la cantidad de catalizador empleado habrá de hallarse en los mayores valores de la escala cuando haya presente ácido crómico en los valores bajos de su escala, y viceversa, En los sistemas de catalizadores mezclados la concentración de los dos componentes no es simplemente aditiva, sino que es conveniente que, cuando el componente de sulfato se encuentre en los valores bajos de su escala, el componente de fluoruro esté presente en los valores elevados de su escala.
5. Se pueden emplear otros materiales de sulfato ionizables, v.g., aquellos que, en solución acuosa proporcionen el radical sulfato,  $\text{SO}_4^=$ , como son el sulfato crómico, ácidos sulfónicos aromáticos y sulfonatos, y otros materiales que proporcionen ión fluoruro, tales como los fluoruros complejos, como son los silicofluoruros y similares.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- Se ha descubierto que se facilita la obtención de las propiedades necesarias para la chapa de acero laminado plano cromado para la fabricación de recipientes, como son los botes y latas para alimentos y bebidas y similares cuando la capa de cromo electrodepositada va superpuesta por una película adherente de óxido de cromo hidratado de una escala particular de espesores, v.g., lo suficientemente gruesa para proporcionar resistencia a la oxidación y corrosión y realzar la adherencia de las lacas y esmaltes utilizados en la fabricación de botes, pero no tan gruesa que produzca un color indeseable en la chapa cromada ni tan gruesa que perjudique la adherencia de la laca y esmalte, ó que de por resultado la disrupción mecánica de la película.
- 5.
- 10.
15. Se ha descubierto además que la magnitud de la densidad de corriente aplicada al artículo de acero, como cátodo, en la última pasada del artículo a través del electrolito tiene una importancia crítica para la consecución de una película de óxido de las características deseadas. Así, se
20. realizaron una serie adicional de pruebas sobre banda en movimiento, empleando un electrolito acuoso que contenía 50 g/l de  $\text{CrO}_3$  y 0,9 g/l de ácido sulfúrico concentrado (junto con varias cantidades de ácido fluorhídrico), una velocidad de cadena de producción de 152,4 metros por minuto,
25. una densidad de corriente en el primer paso de electrodeposición de  $74,9 \text{ amps/dm}^2$  y una densidad de corriente variable en el segundo paso, con los resultados indicados en la tabla 2.

~16-134



T A B L A 2

Espeor de la película

| Densidad de corriente en el máximo peso, amps/cm <sup>2</sup> | 0,6 ml/l de HF al 48% Experimentos Nos. 8 a 12 | 0,9 ml/l de HF al 48% Experimentos |
|---|--|------------------------------------|
| 0   | 6,66   | 5,55                               |
| 5,35  | 8,88   | 7,77                               |
| 8,02  | 8,88   | 7,77                               |
| 10,70   | 9,99   | 8,88                               |
| 21,40   | 9,99   | 12,22                              |

de óxido. mg Cr<sup>3+</sup>/m<sup>2</sup>

| HF al        | 1,4 ml/l de HF al 48% Experimentos nos. 19 a 23 | 1,4 ml/l de HF al 48% Experimentos nos. 24 a 28 | Apariencia                                 |
|--------------|---|---|--|
| Nos. 13 a 17 | 8,88  | 7,77  | Incoloro                                   |
|              | 7,77  | 7,77  | Incoloro                                   |
|              | 7,77  | 7,77  | Incoloro                                   |
|              | 8,88  | 8,88  | Magreventis oscuro (algunos marrón oscuro) |
|              | 13,33   | 9,99  |  |

T A B L A 2

| Densidad de corriente en el último paso, amps/dm <sup>2</sup> | <u>Espesor de la película</u>   |  | <u>de ó</u>              |
|---|---|--|--------------------------|
|   | <u>0,6 ml/l de HF al</u><br><u>48 %</u><br><u>Experimentos Nos.8 a 12</u> | <u>0,9 ml/l de</u><br><u>48 %</u><br><u>Experimentos</u> | <u>HF</u><br><u>Nos.</u> |
| 0   | 6,66  | 5,55   |                          |
| 5,35  | 8,88  | 7,77   |                          |
| 8,02  | 8,88  | 7,77   |                          |
| 10,70   | 9,99  | 8,88   |                          |
| 21,40   | 9,99  | 12,22  |                          |

-16- Bi



L.A 2

alícuila de óxido, mg Cr<sup>+3</sup>/m<sup>2</sup>

| <u>l/1 de<br/>48 %<br/>mentos</u> | <u>HF al<br/>Nos. 13 al 17</u> | <u>1,4 ml/1 de HF al<br/>48 %<br/>Experimentos Nos. 19 al 23</u> | <u>1,4 ml/1 de HF al<br/>48 %<br/>Experimentos Nos.<br/>24 al 28</u> | <u>Apariencia</u>             |
|-----------------------------------|--------------------------------|--|--|-------------------------------|
| 5,55                              |                                | 8,88   | 7,77   | Incoloro                      |
| 7,77                              |                                | 7,77   | 7,77   | Incoloro                      |
| 7,77                              |                                | 7,77   | 7,77   | Incoloro                      |
| 8,88                              |                                | 8,88   | 8,88   | Ligeramente<br>oscura (amber) |
| 12,22                             |                                | 13,33  | 9,99   | Marrón oscuro                 |

- 1726



Según se verá por los datos de la tabla 2, el aumento progresivo en la densidad de corriente del último paso de 0 a 21,4 amps/dm<sup>2</sup> produce un aumento en el espesor de la película de óxido de cromo hidratado en el artículo acabado.

5. Mientras que el artículo permaneció brillante, v.g., la película era incolora hasta una densidad de corriente en el último paso de 8,02 amps/dm<sup>2</sup> (espesor del óxido de 7,77-8,88) se obtuvo un ligero oscurecimiento del artículo con una densidad de corriente de 10,7 amps/dm<sup>2</sup> (espesor del óxido de 8,88 a 9,99) y la muestra se volvió de un color marrón oscuro a una densidad de corriente de 21,4 amps/dm<sup>2</sup> (un espesor de óxido de 9,99 a 13,33).

- Puesto que se desconoce la composición, y por consiguiente la densidad de los óxidos de cromo hidratados formada sobre un artículo de acero durante la electrodeposición del cromo, y puesto que los pequeños espesores de película no se pueden determinar actualmente por medios físicos directos, el espesor de las películas puede expresarse sólo de un modo indirecto. A los fines de la presente memoria descriptiva y reivindicaciones adjuntas, la cantidad de óxido de cromo hidratado está determinada y expresada como la cantidad de contenido en cromo trivalente de la película por cada m<sup>2</sup> de superficie del artículo. Esta determinación se realiza como sigue:

25. La película de óxido en la superficie metálica se disuelve con una solución acuosa caliente (aproximadamente 90°C) que comprende 25 ml de hidróxido de sodio 1N y 2 ml de peróxido de hidrógeno al 30 %. Al cabo de 15 minutos, se separa la solución depositándola en un vaso de boca ancha y se calienta hasta ebullición para descomponer el exceso de peróxido.



- do. Después se enfría, se neutraliza al tornasol con 1 a 3  $H_2SO_4$ , y se añaden 5 ml de solución de ácido sulfúrico-fosfórico (200 ml de  $H_2SO_4$ , 500 ml de agua destilada y 300 ml de  $H_3PO_4$  al 85 %). Se añaden 2 ml de solución de nitrato de plata al 20 %, después 5 ml de solución fresca de persulfato amónico al 30 % y después se añade una gota de solución de permanganato potásico 0,1 N. Luego se calienta la solución hasta ebullición durante 10 minutos después de la descomposición del exceso de persulfato. Después se enfría la solución a la temperatura ambiente, se añaden 3 ml de solución al 0,25 % de difenilcarbazona (0,25 g de difenilcarbazona en 95 ml de acetona mas 5 ml de ácido acético glacial) y se diluye la solución hasta alcanzar 100 ml.

- La absorbencia de la solución se mide al cabo de dos minutos a 560  $m\mu$  en una célula de un centímetro de un espectrofotómetro "Bausch y Lomb 20" ó su equivalente, calibrada contra una curva standard que se prepara midiendo de un modo similar la absorbencia de una solución de cromo standard. Esta última solución contiene 0,01 mg de Cr/ml preparada disolviendo  $K_2Cr_2O_7$  en agua destilada.

- Es conveniente que el procedimiento de electrodeposición de cromo del tipo comprendido en la presente sea susceptible de llevarse a la práctica en las cadenas de producción de electrodeposición de estaño existentes con sólo una ligera modificación mínima de la cadena de producción. El procedimiento de este invento puede ser empleado para la producción de chapa de acero para botes de conserva que posea las propiedades necesarias. Hemos averiguado que la chapa de acero que tiene una capa de cromo continua electrodepositada de un peso de aproximadamente 16,65 mg por  $m^2$  de superficie



- del artículo (aproximadamente un espesor de  $2,5 \mu$ ) reúne los requisitos mínimos de propiedades para los fines de manufactura de botes y latas, y que los pesos de cromo comprendidos entre 33,3 y 44,4 mg por  $m^2$  de superficie reúnen las exigencias más rígidas. Si el peso de la capa de cromo es inferior a aproximadamente 16,65 mg por  $m^2$  de superficie, se obtiene una protección insuficiente de la base de acero para que el artículo pudiera reunir las exigencias de propiedades de la industria de fabricación de envases.
- 5.
10. Las capas de cromo de los pesos mínimos citados, y de hasta unos 222 mg por  $m^2$  de superficie ó más pueden producirse según el invento, con el empleo de 3 a 8 pasadas verticales de electrodeposición del tipo empleado en las modernas cadenas de producción de electrodeposición de estaño, y a
15. velocidades de la cadena de producción de hasta 304,8 m/minuto. No obstante, hemos descubierto también que no se consigue ventaja alguna ó esta es muy pequeña con pesos de la capa de cromo superiores a unos 111 mg por  $m^2$  a 133,2 mg por  $m^2$  (un espesor de aproximadamente  $6,35 \mu$ ) respecto a la protección
20. dada a la base de acero. Puesto que las capas más gruesas de cromo suponen un aumento en el costo de los artículos cromados, nosotros restringimos normalmente el recubrimiento máximo de cromo a unos pesos de la última magnitud y, preferiblemente de unos 66,6 a unos 88,8 mg por  $m^2$ .
25. El porcentaje de eficacia del cromado es también un factor económico de importancia en estos procedimientos de electrodeposición del cromo, y el procedimiento del invento proporciona excelentes eficacias del cromado, del orden de aproximadamente un 18 a un 25 % ó aún mayores. Se ha descubierto que las mayores eficacias se consiguen cuando la tem-
- 30.



peratura del electrolito se mantiene dentro de los límites de aproximadamente 29,4 ó 32,1 a unos 48,9°C. obteniéndose resultados algo mejores cuando se mantiene la temperatura en el lado bajo de estos límites.

5. Hemos descubierto además que el peso (mg de  $Cr^{+++}$ /m<sup>2</sup>) de la película de óxido hidratado es de importancia crítica respecto a las propiedades que se deseen obtener en el producto, y que los límites de peso son relativamente estrechos, estando comprendidos entre 5,55 mg de  $Cr^{+++}$  por m<sup>2</sup> en el lado bajo y aproximadamente 22,2, preferentemente 16,65 mg de  $Cr^{+++}$  por m<sup>2</sup> en el lado alto de la escala. Con valores de peso inferiores a 5,55, la película de óxido tiene un espesor insuficiente para poder contribuir a dar la necesaria resistencia al óxido y corrosión y para promover convenientemente la adherencia de la laca. Por otro lado, si el valor de peso excede sustancialmente de 16,65, la película de óxido toma color y, además, se perjudica la adherencia de la laca y el producto se ve expuesto al resquebrajamiento mecánico de la delicada película de óxido durante la producción y manejo después del cromado del artículo.
- 10.
- 15.
- 20.

- Una producción económica de banda de acero cromada brillante implica el empleo de elevadas velocidades de la cadena de producción, v.g., de por lo menos 152,4 m/minuto y preferiblemente de 243,8 a 304,8 metros por minuto ó superiores. Se ha averiguado que, a estas velocidades de producción, se necesitan densidades de la corriente de electrodeposición relativamente elevadas, v.g., de por lo menos 53,5 amps/dm<sup>2</sup>, y con velocidades de 243,8 metros por minuto ó mayores, se necesitan densidades de corriente de por lo menos 64,2 a 74,9 amps/dm<sup>2</sup>, y que se necesitan densidades de corriente
- 25.
- 30.



aún mas elevadas, v.g., 85,6 amps/dm<sup>2</sup> para obtener las mejores eficacias de la electrodeposición.

Se pueden obtener productos con las características descritas anteriormente mediante la práctica del procedimiento del invento, en el que las condiciones del proceso de elaboración pueden resumirse del modo que sigue:

| <u>Parámetro del proceso de elaboración</u>                               | <u>Valor</u>  |
|---|---|
| 1. Electrolito  |   |
| a. ácido crómico, g/l   | En términos generales<br>40 a 100, preferiblemente,<br>50 a 60  |
| b. catalizador  |   |
| (1) catalizador de sulfato solo   |   |
| ión sulfato, g/l  | 1,8 a 3,6   |
| (2) Catalizador mezclado  |   |
| ión sulfato, g/l  | 0,75 a 3,6  |
| ión fluoruro  | 0,3 a 2,0   |
| c. temperatura, °C  | 32,1 - 48,9   |
| 2. Velocidad de la cadena de producción m/min.                            | en términos generales,<br>al menos 60,9/91,4<br><br>preferiblemente, al menos<br>243,8.                           |
| 3. Densidad de corriente, amps/dm <sup>2</sup><br>de superficie de cátodo |   |
| a. pasadas de electrodeposición   | en términos generales,<br>al menos 53,5 preferiblemente,<br>al menos 85,6   |
| b. pasada de salida ó pasada de "óxido"                                   | en términos generales,<br>0 a menos de 21,4<br><br>preferentemente, 0 a 13,3<br><br>especialmente, 5,35 a<br>10,7 |



Además de las condiciones anteriores del proceso de elaboración, el artículo de acero sometido a tratamiento, que puede ser por ejemplo, acero al carbono de reducción simple ó doble, laminado en frío, v.g., de 24,94 a 40,82 kg de peso por caja base (caja que contiene 112 chapas de 355,6 x 508 mm con una superficie igual a 20,23 m<sup>2</sup>) se limpia preferentemente mediante un tratamiento alcalino electrolítico normal, se aclara al chorro y se decapa electrolíticamente, v.g., en solución de ácido sulfúrico al 4 %, y se aclara luego, antes de ser sometido al procedimiento del invento.

Después de la aplicación del tratamiento del invento, es conveniente aclarar el producto con agua, secarlo al chorro de aire caliente, y lubricarlo electrostáticamente antes de ser enrollado ó cortado.

Los tres ejemplos que siguen de la tabla 3 sirven para ilustrar los principios generales del procedimiento del invento. Las pasadas del tratamiento anteriores a la última pasada se denominan "pasadas de electrodeposición" y la última pasada se denomina "pasada de óxido". En cada uno de estos tres experimentos, la base de acero tenía un peso de 27,21 kg de caja base y era un acero de bajo contenido en carbono, de doble reducción, laminado en frío, que se había sometido al tratamiento previo a la electrodeposición arriba descrito. Se aplicó la corriente eléctrica a la banda de acero a través de ánodos conductores.

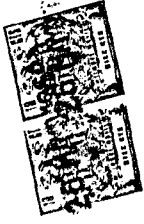


T A B L A 3

| <u>Parámetro del proceso de elaboración</u>  | <u>Ejemplo 1</u> | <u>Ejemplo 2</u> | <u>Ejemplo 3</u> |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Acido crómico, g/l   | 50               | 50               | 50               |
| Acido sulfúrico concentrado, ml/l  | 1,0              | 0,5              | 1,0              |
| Acido fluorhídrico (48 %), ml/l.   | -                | 1,4              | 2,0              |
| Velocidad de la cadena de producción, m/min.   | 67,05            | 97,53            | 67,05            |
| Densidad de corriente catódica en las pasadas de electrodeposición, amps/dm <sup>2</sup> | 53,5             | 53,5             | 53,5             |
| Tiempo del tratamiento, t <sub>1</sub> , en las pasadas de electrodeposición, segundos   | 0,72             | 0,5              | 0,72             |
| Densidad de corriente catódica en la pasada de óxido, amps/dm <sup>2</sup>               | 21,4             | 22,68            | 22,68            |
| Temperatura de la solución, °C   | 40,9             | 42,6             | 47,0             |

Los productos elaborados mediante la utilización de los procedimientos de la tabla 3, incluyendo los pesos de las capas de cromo metálico y las películas de óxido de cromo hidratado producidas, junto con el comportamiento de estos productos cuando se someten a prueba respecto a las exigencias de propiedades para la fabricación de envases según ciertos procedimientos de experimentación (descritos mas adelante), se indican en la tabla 4 a continuación.

-24- Sin



T A B L A 4

| Ejemplo | Cr, mg/m <sup>2</sup>  |                           | Término medio de resistencia al desprendimiento, kg/cm <sup>2</sup> |
|---------|------------------------|---------------------------|---|
|         | Término medio de metal | Término medio de óxido. 1 |   |
| 1       | 108,78                 | 6,66                      | 1,863   |
| 2       | 64,38                  | 7,77                      | 1,771   |
| 3       | 75,48                  | 7,77                      | 1,564   |

| Adherencia en el proceso del esmalte. | Prueba del ácido cítrico, anchura, mm | Prueba de oxidación en almacenamiento (60 días) 3 | Prueba de almacenamiento en humedad (30 días) 3 | Apariencia después de la aplicación de la laca y esmalte |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| 0                                     | 0,1                                   | 0   | 0   | Sin oscuramiento   |
| 1                                     | 0,1                                   | 0   | 1   | Sin oscuramiento   |
| C                                     | 0,1                                   | 0   | 1   | Sin oscuramiento   |

- 1 Oxido determinado como mg Cr<sup>+++</sup>/m<sup>2</sup> de superficie del artículo.
- 2 0 = Sin desprendimiento de esmalte; 10 = total desaparición del esmalte
- 3 0 = Sin oxidación; 10 = oxidación completa.

T A B L A 4

| <u>Ejemplo</u> | <u>Cr, mg/m<sup>2</sup></u>   |  | <u>Término medio de resistencia al desprendimiento, kg/mm.</u> | <u>Adh. en so. mal.</u> |
|----------------|-------------------------------|--|--|-------------------------|
|                | <u>Término medio de metal</u> | <u>Término medio de óxido.<sup>1</sup></u> |  |                         |
| 1              | 108,78                        | 6,66                                       | 1,853'   |                         |
| 2              | 64,38                         | 7,77                                       | 1,771  |                         |
| 3              | 75,48                         | 7,77                                       | 1,564  |                         |

- <sup>1</sup> Oxido determinado como mg Cr<sup>+++</sup>/m<sup>2</sup> de superficie del artículo. o
- <sup>2</sup> 0 = Sin desprendimiento de esmalte; 10 = total desaparición del
- <sup>3</sup> 0 = Sin oxidación; 10 = oxidación completa.

-24- Bis



| <u>resis</u><br><u>idi-</u> | <u>Adherencia</u><br><u>en el proce</u><br><u>so del es-</u><br><u>malte.</u> | <u>Prueba del</u><br><u>ácido cí-</u><br><u>trico, an-</u><br><u>chura, mm</u> | <u>Prueba de oxi</u><br><u>dación en al-</u><br><u>macenamiento</u><br><u>(60 días) 3</u> | <u>Prueba de alma-</u><br><u>cenamiento en</u><br><u>humedad</u><br><u>(30 días). 3</u> | <u>Apariencia después</u><br><u>de la aplicación</u><br><u>de la laca y estu-</u><br><u>fado</u> |
|-----------------------------|---|--|---|---|--|
|                             | 0   | 0,1  | 0   | 0   | Sin oscurecimiento   |
|                             | 1   | 0,1  | 0   | 1   | Sin oscurecimiento   |
|                             | C   | 0,1  | 0   | 1   | Sin oscurecimiento   |

artículo  
ción del esmalte



Por los datos de la tabla 4 se verá que se produjeron una capa de cromo metálico y una película de óxido de cromo hidratado superpuesta en cada uno de los tres procesos de elaboración del invento que sirven como ejemplo, comprendiendo la capa de cromo metálico de 64,38 a 108,78 mg/m<sup>2</sup> de cromo, y la película de óxido tenía de 6,66 a 7,77 mg Cr<sup>+++</sup>/m<sup>2</sup> de superficie del artículo.

Los productos de los citados ejemplos del procedimiento del invento se sometieron a prueba para determinar su conformidad con las características necesarias del producto, según se ha descrito anteriormente, para ser utilizado en la manufactura de recipientes ó envases para productos alimenticios y bebidas, realizándose los procedimientos de las pruebas según se indica a continuación, exponiéndose los resultados obtenidos en la tabla 4 anterior.

Prueba de la resistencia adhesiva al desprendimiento

Esta prueba se emplea para medir el efecto de la superficie de la chapa de acero en la resistencia de latas ó botes de acero sin estaño con costura lateral unida a solape.

Según esta prueba, unas muestras de chapas planas (101,6 x 152,4 mm) de la chapa de acero tratada se recubrieron por inmersión con una laca que había de ser utilizada como recubrimiento protector en las latas ó botes manufacturados y para la que se determinó la adherencia a la chapa para botes.

Dichas chapas recubiertas de laca se secaron al aire por espacio de 10 minutos a la temperatura ambiente y después se endurecieron en estufa a 212°C durante 30 minutos.

Después se cortaron las chapas en tiras de 19 mm de ancho. Tres nódulos de nylon 11 se pegaron por calor a una de



las tiras recubiertas de laca de cada uno de los aceros tratados sometidos a experimentación, cerca de un extremo de las mismas y se separaron equidistantemente a través del ancho de la tira. Se colocó otra tira sobre la primera y se envolvieron ambas en hoja de aluminio, se sujetaron entre platos (260°C) (Suplementados con calzos para mantener una capa adhesiva de 76  $\mu$  entre las tiras unidas sometidas a experimentación), se elevó la presión a 562,4 kg/cm<sup>2</sup> y se mantuvo a esa presión durante tres segundos. Se quitaron las muestras y se dejaron enfriar a la temperatura ambiente.

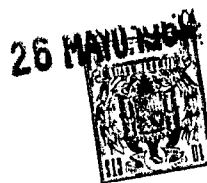
Se determinó la resistencia de la unión adhesiva resultante por medio de un dispositivo normal de pruebas de tensión provisto de un mandril especial de desprendimiento 180° y se hizo funcionar a una velocidad de 50,8 mm por minuto.

Según se indica en los datos de la tabla 4, las pruebas realizadas con los productos de los ejemplos 1 a 3, empleando diversos adhesivos de calidad para la manufactura de botes y latas de nuestra propiedad, demostraron que las muestras poseían resistencias al desprendimiento de aproximadamente 30,84 a 32,20 kg/19,05 mm de anchura de muestra -- muy por encima de los 11,33 kg/25,4 mm que es el mínimo requisito para aceros de tales espesores.

Prueba del agua salada acelerada

25. (Adherencia en el proceso del esmalte)

Esta prueba se emplea para medir el grado de adherencia de las lacas de recubrimiento de envases y esmaltes a la chapa de acero. Se emplearon muestras de chapa, de 101,6 x 152,4 mm, provistas de un recubrimiento por inmersión de una laca fenólica de oro (No. 1457 "Gold Lacker", fabricada por



la Interchemical Corporation, de Clifton, New Jersey), reducida para dar un peso de recubrimiento, después del estufado, de 1,8 a 2,2 mg/25,4 mm de área superficial de chapa.

5. Las chapas se secaron al aire durante 10 minutos y después se endurecieron en estufa durante 10 minutos a 210°C.

Después se colocaron los paneles en una solución acuosa que consistía en cloruro de sodio, 30 g/l, y peróxido de hidrógeno al 30 %, 10 ml/l, y se mantuvieron en la misma a una temperatura de 65,5 °C, por espacio de 1 y 2 horas. Después se sacaron las muestras, se aclararon en agua fría, se secaron con papel secante e inmediatamente se sometieron a la "prueba de la cinta adhesiva", en la que se aplica cinta adhesiva sensible a la presión a la muestra y después se quita rápidamente de un tirón.

15. Según se verá por los datos de la tabla 4, cuando se sometieron las muestras indicadas en dicha tabla a esta prueba, demostraron no sufrir pérdida alguna de laca ó solamente una pérdida muy pequeña.

#### Prueba del Acido Cítrico

20. Esta prueba se emplea para medir la resistencia de la chapa de acero tratada a la acción de desgaste de una laca ó esmalte superpuesta de recubrimiento de envases por el contenido corrosivo de los envases, y simula las condiciones de desgaste que pueden encontrarse en rayaduras, roturas ó agujeros en la laca en botes ó latas de bebidas carbónicas.

25. Se prepararon chapas y se estufaron de igual modo que para la prueba del agua salada acelerada. Se cortaron muestras de 50,8 x 101,6 mm de la chapa y se cortó la laca con una cuchilla, haciendo rayas de una anchura de 0,1 mm extendidas (1) en la dirección de laminación del acero, (2)

30.



- en sentido transversal a la dirección de laminación, y (3) en sentido diagonal a la dirección de laminación. Después se colocaron las muestras con la línea de corte boca arriba, en una bandeja esmaltada que contenía una solución de ácido cítrico al 3 %, y se dejaron por espacio de 96 horas a una temperatura de 23,8 a 26,6°C. Después se sacaron las muestras, se secaron con papel secante, y se midió la anchura total de las rayas de corte con una lupa de siete aumentos que tenía una escala de 0,1 mm en su campo.
- 5.
10. El aumento de anchura de la raya del arañazo en mas de 0,2 mm se considera como un desgaste excesivamente grave. Por los datos de la tabla 4, se verá que en ningún caso la anchura de las rayas de arañazos en las muestras aumentaron notablemente.
15. Prueba de la resistencia a la oxidación en almacenamiento  
Una chapa para bote aceptable no deberá presentar muestras de oxidación después de un mes de almacenamiento con una humedad relativa del 85 % a 29,4°C. La prueba presente es mas severa y por consiguiente es una medida estricta de un tratamiento superficial para inhibir la oxidación durante el transporte y almacenamiento antes de la aplicación de laca.
20. Según esta prueba, se trataron muestras de chapa de 101,6 x 177,8 mm de los aceros tratados en una fila compacta, y la fila se colocó en un desecador con escala mantenido a la temperatura ambiente y una humedad relativa del 100 % por espacio de 60 días.
25. Según se indica en la tabla 4, no se observó oxidación, aún en estas condiciones tan severas, en ninguno de los casos de los tres productos que sirven de ejemplo.



Prueba de la resistencia a la oxidación en almacenaje  
húmedo

Esta es una prueba de oxidación aún mas severa que la prueba de la resistencia a la oxidación en almacenamiento, y representa condiciones que muy rara vez habrían darse, si es que se dan, en las condiciones reales de servicio. Según esta prueba, se colocaron chapas sin recubrir de laca de los aceros tratados, en forma de chapas de 101,6 x 152,4 mm a un ángulo de  $15^{\circ}$ , en bastidores de plástico ranurados, con separaciones de 12,7 mm entre chapas. Los bastidores se colocaron en una cabina de humedad, hermética a una temperatura de  $37,6^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa del 85 % por espacio de 30 días.

Observando los datos de la tabla 4 se puede ver que no se presentó oxidación en el caso del producto del ejemplo 1, y que solo se produjo una oxidación muy ligera en los productos de los procedimientos 2 y 3.

Para obtener una determinación de su apariencia, se recubrieron las muestras con un esmalte fenólico epoxi transparente, se secaron al aire durante 10 minutos, después se estufaron durante 15 minutos a  $212^{\circ}\text{C}$ . El peso de la película de esmalte después del estufado fué de 1,8 a 2,2 mg/6,45  $\text{cm}^2$  de superficie de muestra. Después se clasificaron los paneles por su grado de decoloración.

Según es evidente por los datos de la tabla 4, ninguno de los productos de los ejemplos, que tenían pesos de óxido de 6,66 a 7,77 mg  $\text{Cr}^{+++}/\text{m}^2$  mostraron decoloración alguna.

Se llevaron a cabo los procedimientos de los ejemplos 1 a 3 de las tablas 3 y 4, y se manufacturaron los productos de dichos ejemplos, en una cadena de producción continua pi-



- loto. Además, se realizaron experimentos a escala industrial, empleando las condiciones de los procesos de elaboración dentro de los límites del invento indicados anteriormente y fuera de dichos límites. Estas pruebas adicionales ilustran además los límites necesarios y críticos de los parámetros de los procedimientos del invento. En cada caso, los tratamientos previos a la electrodeposición, según se ha descrito anteriormente, se aplicaron al artículo de acero antes de ser sometido al proceso de recubrimiento del invento.
- 5.
10. De este modo, la tabla 5 expone una serie de 32 pruebas, (8 rollos) llevados a cabo en una cadena de producción de electrodeposición de estaño a escala industrial modificada, en la que se utilizaron dos depósitos verticales de electrodeposición de 1,52 m de profundidad, que consistían cada uno en un primer paso ó distancia de recorrido descendente ó un segundo paso ó distancia de recorrido ascendente, separados por un divisor extendido en sentido vertical. Los depósitos se recubrieron interiormente con cloruro de polivinilo y se dotó a cada uno de rodillos de inmersión protegidos y rodillos de retención. Los electrodos tenían un conductor de 25,4 mm de espesor de aleación de plata al 1 %. La longitud efectiva de cada electrodo en los tres primeros pasos de "electrodeposición" (Zona 1) era de 584 mm, y la longitud efectiva del electrodo en el último paso de "óxido" (Zona 2) era de 1,52 m.
- 15.
- 20.
- 25.





Pr

| Superior      |               | Inferior      |               | Eficacia de electrosepección, |      | Apariencia     |                          |
|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|------|----------------|--------------------------|
| E             | U             | E             | U             | T                             | B    | Parte superior | Parte inferior           |
| Termino medio | Termino medio | Termino medio | Termino medio |                               |      |                |                          |
| 9,99          | 3,33          | 2,22          | 3,33          | 4,6                           | 2,3  | Incolora       | Incolora                 |
| 15,54         | 2,22          | 2,22          | 3,33          | 3,5                           | 2,5  | "              | "                        |
| 69,93         | 5,55          | 4,44          | 7,77          | 18,5                          | 20,0 | "              | "                        |
| 62,58         | 5,55          | 3,33          | 5,55          | 15,3                          | 15,0 | "              | "                        |
| 39,64         | 5,55          | 5,55          | 5,55          | 17,9                          | 16,2 | "              | "                        |
| 57,72         | 5,55          | 5,55          | 5,55          | 17,0                          | 18,2 | "              | "                        |
| 63,27         | 5,55          | 5,55          | 5,55          | 19,2                          | 20,4 | "              | "                        |
| 71,04         | 4,44          | 4,44          | 7,77          | 9,9                           | 9,9  | "              | Ligero resquebrajamiento |
| 25,53         | 7,77          | 5,55          | 9,99          | 9,7                           | 7,9  | "              | Incolora                 |
| 19,98         | 6,66          | 8,88          | 8,88          | 9,7                           | 5,7  | "              | "                        |
| 14,43         | 7,77          | 8,88          | 8,88          | 10,1                          | 7,9  | "              | "                        |
| 19,98         | 7,77          | 8,88          | 8,88          | 10,1                          | 7,9  | "              | "                        |
| 55,25         | 6,66          | 7,77          | 7,77          | 17,6                          | 15,6 | "              | "                        |
| 55,25         | 6,66          | 7,77          | 7,77          | 17,4                          | 15,3 | "              | "                        |
| 60,60         | 5,55          | 8,88          | 8,88          | 16,3                          | 14,8 | "              | "                        |
| 65,49         | 6,66          | 7,77          | 7,77          | 16,3                          | 14,8 | "              | "                        |
| 66,60         | 7,77          | 8,88          | 8,88          | 18,2                          | 15,0 | "              | "                        |
| 63,27         | 7,77          | 8,88          | 8,88          | 17,6                          | 15,6 | "              | "                        |
| 62,16         | 5,55          | 8,88          | 8,88          | 17,4                          | 15,3 | "              | "                        |
| 62,16         | 5,55          | 8,88          | 8,88          | 16,3                          | 14,8 | "              | "                        |
| 62,49         | 6,66          | 7,77          | 7,77          | 18,2                          | 15,0 | "              | "                        |
| 94,67         | 7,77          | 8,88          | 8,88          | 19,2                          | 19,6 | "              | "                        |
| 67,71         | 7,77          | 8,88          | 8,88          | 18,6                          | 17,1 | "              | "                        |
| 112,11        | 8,88          | 7,77          | 7,77          | 18,6                          | 17,1 | "              | "                        |
| 105,45        | 8,88          | 8,88          | 8,88          | 17,6                          | 16,7 | "              | "                        |
| 97,69         | 8,88          | 8,88          | 8,88          | 17,3                          | 16,3 | "              | "                        |
| 95,46         | 8,88          | 8,88          | 8,88          | 21,1                          | 17,3 | "              | "                        |
| 92,24         | 8,88          | 8,88          | 8,88          | 22,3                          | 19,6 | "              | "                        |
| 92,24         | 38,85         | 31,08         | 33,33         | 21,1                          | 17,3 | "              | "                        |
| 98,79         | 38,85         | 31,08         | 33,33         | 22,3                          | 19,6 | "              | "                        |
| 98,79         | 38,85         | 31,08         | 33,33         | 21,1                          | 17,3 | "              | "                        |
| 102,12        | 38,85         | 31,08         | 33,33         | 22,3                          | 19,6 | "              | "                        |
| 108,78        | 6,66          | 6,66          | 6,66          | 21,9                          | 19,6 | "              | "                        |
| 115,44        | 6,66          | 6,66          | 6,66          | 21,5                          | 19,0 | "              | "                        |
| 108,78        | 7,77          | 6,66          | 6,66          | 20,9                          | 19,6 | "              | "                        |
| 105,45        | 7,77          | 5,55          | 5,55          | 25,7                          | 20,9 | "              | "                        |
| 105,45        | 7,77          | 5,55          | 5,55          | 20,5                          | 19,2 | "              | "                        |
| 108,78        | 7,77          | 5,55          | 5,55          | 20,5                          | 18,9 | "              | "                        |
| 105,45        | 7,77          | 5,55          | 5,55          | 19,5                          | 18,4 | "              | "                        |
| 108,78        | 7,77          | 5,55          | 5,55          | 18,7                          | 21,3 | "              | "                        |
| 105,45        | 7,77          | 5,55          | 5,55          |                               |      |                |                          |

ión (metros por minuto) x 60 segundos/minuto.

: producción (metros/min) x 60 seg./min.

POOR QUALITY

T A B L A 5

| No. de rollo | Velocidad de cadena de producción m/min. | Densidad de corriente, amps/dm <sup>2</sup> . |        | (1) Tiempo en segundos |      | (2) Culombio/dm <sup>2</sup> |        |       | Parte superior |        |      | Temperatura mec |     |
|--------------|--|---|--------|------------------------|------|------------------------------|--------|-------|----------------|--------|------|-----------------|-----|
|              |  | Zona 1  | Zona 2 | T1                     | T2   | Zona 1                       | Zona 2 | TOTAL | E (4)          | C (5)  | E    |                 |     |
| 2A           | 255                                      | 57,78   | 0      | 0,41                   | 0,35 | 23,64                        | 0      | 23,64 | 0              | 0      | 18,  | 87              | 64  |
| 2B           | "  | "   | 0      | "                      | "    | "                            | 0      | "     | 0              | 0      | 23,  | 31              | 7   |
| 2C           | 150                                      | 53,93   | 0      | 0,69                   | 0,60 | 37,23                        | 0      | 27,24 | 59,94          | 61,05  | 71,  | 04              | 64  |
| 2D           | "  | "   | 5,35   | "                      | "    | "                            | 3,21   | 40,44 | 35,52          | 55,50  | 69,  | 93              | 52  |
| 2E           | "  | "   | 8,02   | "                      | "    | "                            | 4,70   | 41,94 | 54,39          | 59,94  | 73,  | 26              | 62  |
| 2F           | "  | "   | 10,7   | "                      | "    | "                            | 6,31   | 43,55 | 51,05          | 55,50  | 69,  | 93              | 58  |
| 2G           | "  | "   | 21,4   | "                      | "    | 40,01                        | 12,62  | 52,64 | 58,83          | 61,05  | 81,  | 03              | 66  |
| 4A           | 252                                      | 67,41   | 0      | 0,41                   | 0,35 | 27,60                        | 0      | 27,60 | 21,09          | 23,31  | 33,  | 30              | 25  |
| 4B           | 258                                      | "   | 5,35   | 0,40                   | "    | 26,96                        | 1,82   | 28,78 | 21,09          | 22,20  | 31,  | 08              | 24  |
| 4C           | "  | "   | 8,02   | "                      | "    | "                            | 2,78   | 29,74 | 22,2           | 19,98  | 31,  | 08              | 24  |
| 4D           | "  | "   | 10,7   | "                      | "    | "                            | 3,74   | 30,71 | 23,31          | 22,20  | 32,  | 19              | 25  |
| 4E           | "  | "   | 21,4   | "                      | "    | "                            | 7,49   | 34,45 | 23,31          | 21,09  | 32,  | 19              | 25  |
| 5A           | 153                                      | 67,41   | 0      | 0,68                   | 0,59 | 45,79                        | 0      | 45,79 | 76,59          | 71,04  | 77,  | 70              | 75  |
| 5B           | "  | "   | 5,35   | "                      | "    | "                            | 3,10   | 48,89 | 72,15          | 71,04  | 78,  | 81              | 74  |
| 5C           | "  | "   | 8,02   | "                      | "    | "                            | 4,70   | 50,50 | 68,82          | 67,71  | 73,  | 26              | 69  |
| 5D           | "  | "   | 10,7   | "                      | "    | "                            | 6,31   | 52,11 | 68,82          | 66,60  | 73,  | 26              | 69  |
| 5E           | 151,5                                    | "   | 21,4   | "                      | "    | "                            | 12,62  | 58,42 | 79,92          | 76,59  | 77,  | 70              | 77  |
| 6A           | 204                                      | 67,41   | 0      | 0,91                   | 0,79 | 61,31                        | 0      | 61,31 | 103,23         | 114,33 | 116, | 55              | 109 |
| 6B           | "  | "   | 5,35   | "                      | "    | "                            | 4,17   | 65,48 | 98,79          | 109,89 | 111, | 00              | 106 |
| 6C           | "  | "   | 8,02   | "                      | "    | "                            | 6,31   | 67,62 | 97,68          | 96,57  | 109, | 89              | 101 |
| 6D           | "  | "   | 10,7   | "                      | "    | "                            | 8,45   | 69,76 | 94,35          | 94,35  | 103, | 78              | 98  |
| 6E           | "  | "   | 21,4   | "                      | "    | "                            | 16,90  | 78,21 | 112,11         | 122,10 | 130, | 98              | 120 |
| 7A           | 117                                      | 67,41   | 0      | 0,88                   | 0,77 | 59,27                        | 0      | 59,28 | 118,77         | 125,43 | 125, | 43              | 123 |
| 7B           | "  | "   | 5,35   | "                      | "    | "                            | 4,06   | 63,34 | 116,55         | 125,43 | 122, | 10              | 120 |
| 7C           | "  | "   | 8,02   | "                      | "    | "                            | 6,20   | 65,48 | 112,11         | 123,21 | 122, | 10              | 118 |
| 7D           | "  | "   | 10,7   | "                      | "    | "                            | 8,23   | 67,51 | 106,56         | 123,21 | 117, | 66              | 115 |
| 7E           | "  | "   | 21,4   | "                      | "    | "                            | 16,47  | 75,75 | 139,86         | 157,62 | 129, | 87              | 142 |
| 8A           | 153                                      | 67,41   | 0      | 0,68                   | 0,59 | 45,79                        | 0      | 45,79 | 82,14          | 86,58  | 93,  | 24              | 87  |
| 8B           | "  | "   | 5,35   | "                      | "    | "                            | 3,10   | 48,89 | 82,14          | 83,25  | 92,  | 13              | 85  |
| 8C           | "  | "   | 8,02   | "                      | "    | "                            | 4,70   | 50,50 | 82,14          | 85,47  | 96,  | 57              | 87  |
| 8D           | "  | "   | 10,7   | "                      | "    | "                            | 6,31   | 52,11 | 79,92          | 82,14  | 88,  | 80              | 83  |
| 8E           | "  | "   | 21,4   | "                      | "    | "                            | 12,62  | 58,42 | 78,81          | 72,15  | 87,  | 69              | 79  |

- (1) Longitud de la zona 1 = 599 mm por electrodo x 3 electrodos = a 1797 mm  
 Tiempo de residencia, t<sub>1</sub> de la tira en la zona 1 = 5,75 ÷ velocidad de la tira
- Longitud de la zona 2 igual a 1524 mm (longitud del electrodo simple.  
 Tiempo de permanencia, t<sub>2</sub>, de la tira en la zona 2 = 1524 mm. ÷ velocidad de la tira
- (2) amps/dm<sup>2</sup> x segundo = columbios/dm<sup>2</sup>
- (3) determinado como Mg Cr<sup>+++</sup>/m<sup>2</sup> de superficie del artículo
- (4) E = al borde de la tira
- (5) C = al centro de la tira

31-174



T A B L A 5

| (2)                |       | Cromo, mg/cm <sup>2</sup> |        |       |       |               |        |        |        |               |                |       |                |  |
|--------------------|-------|---------------------------|--------|-------|-------|---------------|--------|--------|--------|---------------|----------------|-------|----------------|--|
| mg/cm <sup>2</sup> |       | Parte superior            |        |       | Metal |               |        |        |        |               | Parte inferior |       | Parte superior |  |
| Zona 2             | TOTAL | E (4)                     | C (5)  | E     |       | Término medio | E      | C      | E      | Término medio | E              | C     | E              |  |
| 0                  | 23,64 | 0                         | 0      | 18,23 | 87    | 6,66          | 0      | 0      | 9,99   | 3,33          | 3,33           | 3,33  | 2,             |  |
| 0                  | "     | 0                         | 0      | 23,   | 31    | 7,77          | 0      | 0      | 15,54  | 5,55          | 2,22           | 3,33  | 2,             |  |
| 0                  | 27,24 | 59,94                     | 61,05  | 71,   | 04    | 64,38         | 69,93  | 68,82  | 69,93  | 69,93         | 5,55           | 6,66  | 4,             |  |
| 3,21               | 40,44 | 35,52                     | 55,50  | 69,   | 93    | 53,28         | 49,95  | 46,62  | 58,83  | 52,17         | 5,55           | 6,66  | 2,             |  |
| 4,70               | 41,94 | 54,39                     | 59,94  | 73,   | 26    | 62,16         | 55,50  | 54,39  | 64,38  | 57,72         | 5,55           | 5,55  | 5,             |  |
| 6,31               | 43,55 | 51,03                     | 55,50  | 69,   | 93    | 58,83         | 61,05  | 61,05  | 67,71  | 63,27         | 5,55           | 5,55  | 5,             |  |
| 12,62              | 52,64 | 58,83                     | 61,05  | 81,   | 03    | 66,60         | 61,05  | 81,03  | 71,04  | 71,04         | 4,44           | 5,55  | 5,             |  |
| 0                  | 27,60 | 21,09                     | 23,31  | 33,   | 30    | 25,53         | 33,30  | 7,77   | 36,63  | 25,53         | 7,77           | 8,88  | 6,             |  |
| 1,82               | 28,78 | 21,09                     | 22,20  | 31,   | 08    | 24,42         | 18,87  | 6,66   | 34,41  | 19,98         | 6,66           | 8,88  | 8,             |  |
| 2,78               | 29,74 | 22,20                     | 19,98  | 31,   | 08    | 24,42         | 14,43  | 1,11   | 28,86  | 14,43         | 7,77           | 8,88  | 8,             |  |
| 3,74               | 30,71 | 23,31                     | 22,20  | 32,   | 19    | 25,53         | 22,20  | 5,55   | 33,30  | 19,98         | 7,77           | 7,77  | 8,             |  |
| 7,49               | 34,45 | 23,31                     | 21,09  | 32,   | 19    | 25,53         | 24,42  | 5,55   | 29,97  | 19,98         | 6,66           | 7,77  | 8,             |  |
| 0                  | 45,79 | 76,59                     | 71,04  | 77,   | 70    | 75,48         | 66,60  | 66,60  | 65,49  | 66,60         | 5,55           | 8,88  | 7,             |  |
| 3,10               | 48,89 | 72,15                     | 71,04  | 78,   | 81    | 74,37         | 67,71  | 61,05  | 66,60  | 65,49         | 6,66           | 7,77  | 8,             |  |
| 4,70               | 50,50 | 68,82                     | 67,71  | 73,   | 26    | 69,93         | 62,16  | 62,16  | 63,27  | 62,16         | 5,55           | 7,77  | 8,             |  |
| 6,31               | 52,11 | 68,82                     | 66,60  | 73,   | 26    | 69,93         | 59,94  | 59,94  | 65,49  | 62,16         | 6,66           | 7,77  | 9,             |  |
| 12,62              | 58,42 | 79,92                     | 76,59  | 77,   | 70    | 77,70         | 61,05  | 59,94  | 67,71  | 63,27         | 7,77           | 6,66  | 9,             |  |
| 0                  | 61,31 | 103,23                    | 114,33 | 116,  | 55    | 109,89        | 103,23 | 102,12 | 112,11 | 105,45        | 8,88           | 7,77  | 13,            |  |
| 4,17               | 65,48 | 98,79                     | 109,89 | 111,  | 00    | 106,56        | 98,79  | 93,24  | 101,01 | 97,69         | 8,88           | 6,66  | 11,            |  |
| 6,31               | 67,62 | 97,68                     | 96,57  | 109,  | 89    | 101,01        | 96,57  | 91,02  | 99,90  | 95,46         | 8,88           | 6,66  | 11,            |  |
| 8,45               | 69,76 | 94,35                     | 94,35  | 103,  | 78    | 98,79         | 93,24  | 88,88  | 98,79  | 93,24         | 8,88           | 6,66  | 9,             |  |
| 16,90              | 78,21 | 112,11                    | 122,10 | 130,  | 98    | 120,99        | 101,01 | 92,13  | 102,12 | 98,79         | 38,85          | 31,08 | 33,            |  |
| 0                  | 59,28 | 118,77                    | 125,43 | 125,  | 43    | 123,21        | 109,89 | 102,12 | 115,44 | 108,78        | 6,66           | 6,66  | 6,             |  |
| 4,06               | 63,34 | 116,55                    | 125,43 | 122,  | 10    | 120,99        | 108,78 | 101,01 | 115,44 | 108,78        | 7,77           | 6,66  | 6,             |  |
| 6,20               | 65,48 | 112,11                    | 123,21 | 122,  | 10    | 118,77        | 108,78 | 98,79  | 109,89 | 105,45        | 7,77           | 5,55  | 7,             |  |
| 8,23               | 67,51 | 106,56                    | 123,21 | 117,  | 66    | 115,44        | 107,67 | 99,90  | 119,88 | 108,78        | 7,77           | 5,55  | 7,             |  |
| 16,47              | 75,75 | 139,86                    | 157,62 | 129,  | 87    | 142,08        | 115,44 | 109,89 | 120,99 | 115,44        | 38,85          | 66,66 | 14,            |  |
| 0                  | 45,79 | 82,14                     | 86,58  | 93,   | 24    | 87,69         | 84,36  | 76,59  | 84,36  | 82,14         | 7,77           | 6,66  | 7,             |  |
| 3,10               | 48,89 | 82,14                     | 83,25  | 92,   | 13    | 85,47         | 82,14  | 76,59  | 83,25  | 81,03         | 7,77           | 5,55  | 6,             |  |
| 4,70               | 50,50 | 82,14                     | 85,47  | 96,   | 57    | 87,69         | 81,03  | 76,48  | 86,58  | 81,03         | 7,77           | 5,55  | 6,             |  |
| 6,31               | 52,11 | 79,92                     | 82,14  | 88,   | 80    | 83,25         | 81,03  | 75,48  | 81,03  | 78,81         | 8,88           | 4,44  | 7,             |  |
| 12,62              | 58,42 | 78,81                     | 72,15  | 87,   | 69    | 79,92         | 81,03  | 92,13  | 101,01 | 91,02         | 9,99           | 7,77  | 8,             |  |

trodo x 3 electrodos = a  
 la zona 1 = 5,75 + velocidad  
 longitud del electrodo simp  
 n la zona 2 = 1524 mm. + ve  
 cie del artículo

1797 mm.  
 de la cadena de producción (metros por minuto) x 60 segun  
 le.  
 locidad de la cadena de producción (metros/min) x 60 seg./



| Cromo, mg/m <sup>2</sup> | Origo (3)      |       |       |               |                |       |       |               | Eficacia de electrodeposición, |      | Parte  |
|--------------------------|----------------|-------|-------|---------------|----------------|-------|-------|---------------|--------------------------------|------|--|
|                          | Parte superior |       |       |               | Parte inferior |       |       |               | %                              |      |  |
| Término medio            | L              | O     | E     | Término medio | L              | O     | E     | Término medio | T                              | B    |  |
| 3,33                     | 3,33           | 3,33  | 2,22  | 3,33          | 3,33           | 3,33  | 2,22  | 3,33          | 4,6                            | 2,3  | In   |
| 5,55                     | 2,22           | 3,33  | 2,22  | 2,22          | 4,44           | 3,33  | 2,22  | 3,33          | 3,5                            | 2,5  |  |
| 69,93                    | 5,55           | 6,66  | 4,44  | 5,55          | 5,55           | 7,77  | 4,44  | 5,55          | 18,5                           | 20,0 | Ligero y<br>jamiento<br>In   |
| 52,17                    | 5,55           | 6,66  | 5,55  | 5,55          | 5,55           | 7,77  | 4,44  | 5,55          | 15,3                           | 15,0 |  |
| 57,72                    | 5,55           | 5,55  | 5,55  | 5,55          | 6,66           | 6,66  | 4,44  | 5,55          | 17,9                           | 16,2 |  |
| 63,27                    | 5,55           | 5,55  | 5,55  | 5,55          | 5,55           | 6,66  | 4,44  | 5,55          | 17,0                           | 18,2 |  |
| 71,04                    | 4,44           | 5,55  | 5,55  | 5,55          | 4,44           | 7,77  | 6,66  | 6,66          | 19,2                           | 20,4 |  |
| 25,53                    | 7,77           | 8,88  | 6,66  | 7,77          | 6,66           | 8,88  | 5,55  | 6,66          | 9,9                            | 9,9  |  |
| 19,98                    | 6,66           | 8,88  | 8,88  | 7,77          | 5,55           | 8,88  | 9,99  | 7,77          | 9,7                            | 7,9  |  |
| 14,43                    | 7,77           | 8,88  | 8,88  | 8,88          | 6,66           | 4,44  | 9,99  | 6,66          | 9,7                            | 5,7  |  |
| 19,98                    | 7,77           | 7,77  | 8,88  | 7,77          | 5,55           | 6,66  | 8,88  | 7,77          | 10,1                           | 7,9  |  |
| 19,98                    | 6,66           | 7,77  | 8,88  | 7,77          | 5,55           | 5,55  | 8,88  | 6,66          | 10,1                           | 7,9  |  |
| 66,60                    | 5,55           | 8,88  | 7,77  | 7,77          | 6,66           | 6,66  | 7,77  | 6,66          | 17,6                           | 15,6 | Resquet<br>produ<br>Ligero y<br>jamiento<br>Resquebr<br>muy lige<br>Inc<br>Resquebr<br>oscuro<br>Inc |
| 65,49                    | 6,66           | 7,77  | 8,88  | 7,77          | 6,66           | 7,77  | 8,88  | 7,77          | 17,4                           | 15,3 |  |
| 62,16                    | 5,55           | 7,77  | 8,88  | 7,77          | 6,66           | 7,77  | 8,88  | 7,77          | 16,3                           | 14,8 |  |
| 62,16                    | 6,66           | 7,77  | 9,99  | 7,77          | 6,66           | 7,77  | 9,99  | 7,77          | 16,3                           | 14,8 |  |
| 63,27                    | 7,77           | 6,66  | 9,99  | 7,77          | 8,88           | 6,66  | 8,88  | 7,77          | 18,2                           | 15,0 |  |
| 105,45                   | 8,88           | 7,77  | 13,32 | 9,99          | 7,77           | 7,77  | 11,10 | 8,88          | 19,2                           | 19,6 |  |
| 97,69                    | 8,88           | 6,66  | 11,10 | 8,88          | 9,99           | 6,66  | 11,10 | 8,88          | 18,6                           | 17,1 |  |
| 95,46                    | 8,88           | 6,66  | 11,10 | 8,88          | 9,99           | 6,66  | 11,10 | 8,88          | 17,6                           | 16,7 |  |
| 93,24                    | 8,88           | 6,66  | 9,99  | 8,88          | 9,99           | 6,66  | 9,99  | 8,88          | 17,3                           | 16,3 |  |
| 98,79                    | 38,85          | 31,08 | 33,33 | 34,41         | 23,31          | 12,21 | 15,54 | 16,65         | 21,1                           | 17,3 |  |
| 108,78                   | 6,66           | 6,66  | 6,66  | 6,66          | 8,88           | 6,66  | 8,88  | 7,77          | 22,3                           | 19,6 |  |
| 108,78                   | 7,77           | 6,66  | 6,66  | 6,66          | 7,77           | 5,55  | 7,77  | 6,66          | 21,9                           | 19,6 |  |
| 105,45                   | 7,77           | 5,55  | 7,77  | 6,66          | 8,88           | 5,55  | 7,77  | 7,77          | 21,5                           | 19,0 |  |
| 108,78                   | 7,77           | 5,55  | 7,77  | 6,66          | 8,88           | 6,66  | 8,88  | 7,77          | 20,9                           | 19,6 |  |
| 115,44                   | 38,85          | 66,66 | 14,43 | 39,96         | 16,65          | 12,21 | 15,54 | 14,43         | 25,7                           | 20,9 |  |
| 82,14                    | 7,77           | 6,66  | 7,77  | 7,77          | 8,88           | 7,77  | 8,88  | 8,88          | 20,5                           | 19,2 |  |
| 81,03                    | 7,77           | 5,55  | 6,66  | 6,66          | 8,88           | 5,65  | 7,77  | 7,77          | 20,0                           | 18,9 |  |
| 81,03                    | 7,77           | 5,55  | 6,66  | 6,66          | 8,88           | 5,55  | 7,77  | 7,77          | 20,5                           | 18,9 |  |
| 78,81                    | 8,88           | 4,44  | 7,77  | 6,66          | 8,88           | 6,66  | 7,77  | 7,77          | 19,5                           | 18,4 |  |
| 91,02                    | 9,99           | 7,77  | 8,88  | 8,88          | 14,43          | 8,88  | 15,54 | 13,32         | 18,7                           | 21,3 |  |

ros por minuto) x 60 segundos/minuto.

ón (metros/min) x 60 seg./min.



| Eficacia de electrodeposición,<br>% |      | Apariencia  |                          |
|-------------------------------------|------|---|--------------------------|
| T                                   | B    | Parte superior  | Parte inferior           |
| 4,6                                 | 2,3  | Incolora  | Incolora                 |
| 3,5                                 | 2,5  | "   | "                        |
| 18,5                                | 20,0 | "   | "                        |
| 15,3                                | 15,0 | "   | "                        |
| 17,9                                | 16,2 | "   | "                        |
| 17,0                                | 18,2 | "   | "                        |
| 19,2                                | 20,4 | "   | Ligero resquebrajamiento |
| 9,9                                 | 9,9  | "   | Incolora                 |
| 9,7                                 | 7,9  | "   | "                        |
| 9,7                                 | 5,7  | "   | "                        |
| 10,1                                | 7,9  | "   | "                        |
| 10,1                                | 7,9  | "   | "                        |
| 17,6                                | 15,6 | "   | "                        |
| 17,4                                | 15,3 | "   | "                        |
| 16,3                                | 14,8 | "   | "                        |
| 16,3                                | 14,8 | "   | "                        |
| 18,2                                | 15,0 | Ligero resquebrajamiento                                    | "                        |
| 19,2                                | 19,6 | Incolora  | "                        |
| 18,6                                | 17,1 | "   | "                        |
| 17,6                                | 16,7 | "   | "                        |
| 17,3                                | 16,3 | "   | "                        |
| 21,1                                | 17,3 | Resquebrajamientos oscuros y manchas producidas por el arco | "                        |
| 22,3                                | 19,6 | Ligero resquebrajamiento                                    | Incolora                 |
| 21,9                                | 19,6 | "   | "                        |
| 21,5                                | 19,0 | Resquebrajamiento muy ligero                                | "                        |
| 20,9                                | 19,6 | Incolora  | "                        |
| 25,7                                | 20,9 | Resquebrajamiento oscuro                                    | "                        |
| 20,5                                | 19,2 | Incolora  | Incolora                 |
| 20,0                                | 18,9 | "   | "                        |
| 20,5                                | 18,9 | "   | "                        |
| 19,5                                | 18,4 | "   | "                        |
| 18,7                                | 21,3 | Ligero resquebrajamiento                                    | "                        |

POOR  
QUALITY



Según se verá por la tabla 5, la velocidad de la cadena de producción se varió de 115,8 a 262,1 m/minuto, la densidad de corriente de la zona 1 era inicialmente 53,5 amps/dm<sup>2</sup> nominales (realmente 53,9 a 57,7 amps/dm<sup>2</sup>) y esta se elevó después a 67,4 amps/dm<sup>2</sup> (el máximo disponible con la configuración de electrodo utilizada y el equipo eléctrico existente). Para cada rollo, la densidad de corriente de la zona 2 (paso de óxido) se varió de 0 a 21,4 amps/dm<sup>2</sup>.

A excepción del rollo 7 (pruebas 7A-7E), experimentó a la velocidad relativamente baja de 118,8 m por minuto, los pocos productos que mostraron un recubrimiento de óxido visible (ligeramente coloreado) (Nos. 2G, 5E, 6E y 8E) se manufacturaron por un procedimiento en que la densidad de corriente de la zona 2 era de 21,4 amps/dm<sup>2</sup>, con lo que se ilustra claramente la necesidad de tener que evitar los amperajes mas elevados en el paso de "Oxido".

Además, los productos de las pruebas Nos. 2A y 2B, en las que la velocidad de la cadena de producción era de 259 metros por minuto y la densidad de corriente en la zona 1 era solamente 57,7 amps/dm<sup>2</sup>, exhibieron una capa de cromo delgada e incompleta (término medio por debajo de 11,1 mg/m<sup>2</sup>), y una delgada película de óxido (término medio 2,22-3,33 mg Cr<sup>+++</sup> por m<sup>2</sup>).

Aún mas, las pruebas números 4A-4E, realizadas a una velocidad de cadena de producción de 256 metros por minuto y una densidad de corriente en la zona 1 de 67,4 amps/dm<sup>2</sup>, aunque dieron por resultados productos que tenían una capa de cromo continua y sustancial y una excelente película de óxido, mostraron poseer una eficacia de electrodeposición deficiente (aproximadamente 8-10 %) y un peso de la capa de



cromo relativamente bajo. Resulta claro que se necesitan densidades de corriente mas elevadas en la zona 1 para obtener los mejores resultados desde el punto de vista económico del procedimiento del invento cuando se emplean velocidades de la cadena de producción superiores a 243,6 metros por minuto.

5. Los resultados de las pruebas de propiedades, según se ha descrito anteriormente, en los productos de la tabla 5, se exponen en la tabla 6



T A B L A 6

| Rollo No. | Cr, mg/9,29 dm <sup>2</sup> (1) |      |       |     | Termino medio de resistencia al desprendimiento kg/19,5mm |       | Adherencia en el proceso del esmalte (2) |   | Prueba del ácido cítrico, anchura, mm. |     |
|-----------|---------------------------------|------|-------|-----|---|-------|--|---|--|-----|
|           | Metal                           |      | Oxido |     | T   | B     | T  | B | T                                      | B   |
|           | T                               | B    | T     | B   |   |       |  |   |  |     |
| 2A        | 0,6                             | 0,3  | 0,3   | 0,3 | 24,75   | 23,40 | 10                                       | 8 | 2,3                                    | 2,5 |
| 2B        | 0,7                             | 0,5  | 0,2   | 0,3 | 21,60   | 20,70 | 8  | 7 | 2,6                                    | 2,2 |
| 2C        | 5,8                             | 6,3  | 0,5   | 0,5 | 25,20   | 23,85 | 1  | 0 | 0,1                                    | 0,1 |
| 2D        | 4,8                             | 4,7  | 0,5   | 0,5 | 26,55   | 23,40 | 0  | 1 | "                                      | "   |
| 2E        | 5,6                             | 5,2  | 0,5   | 0,5 | 26,10   | 20,70 | 1  | 1 | "                                      | "   |
| 2F        | 5,3                             | 5,7  | 0,5   | 0,5 | 25,20   | 22,50 | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 2G        | 6,0                             | 6,4  | 0,5   | 0,6 | 24,75   | 23,40 | 0  | 1 | "                                      | "   |
| 4A        | 2,3                             | 2,3  | 0,7   | 0,6 | 24,75   | 21,15 | 0  | 4 | 0,1                                    | 1,1 |
| 4B        | 2,2                             | 1,8  | 0,7   | 0,7 | 21,15   | 20,70 | 1  | 5 | 0,1                                    | 1,1 |
| 4C        | 2,2                             | 1,3  | 0,8   | 0,9 | 20,25   | 22,05 | 1  | 4 | 0,1                                    | 0,9 |
| 4D        | 2,3                             | 1,8  | 0,7   | 0,8 | 22,50   | 19,80 | 1  | 5 | 0,1                                    | 1,0 |
| 4E        | 2,3                             | 1,8  | 0,7   | 0,6 | 22,50   | 22,05 | 1  | 5 | 0,1                                    | 0,6 |
| 5A        | 6,8                             | 6,0  | 0,7   | 0,6 | 23,85   | 22,50 | 0  | 0 | 0,1                                    | 0,1 |
| 5B        | 6,7                             | 5,9  | 0,7   | 0,7 | 21,15   | 20,25 | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 5C        | 6,3                             | 5,6  | 0,7   | 0,7 | 22,50   | 21,60 | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 5D        | 6,3                             | 5,6  | 0,7   | 0,7 | 23,40   | 22,05 | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 5E        | 7,0                             | 5,7  | 0,7   | 0,7 | 19,80   | 21,60 | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 6A        | 9,9                             | 9,5  | 0,9   | 0,8 | 24,75   | 22,95 | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 6B        | 9,6                             | 8,8  | 0,8   | 0,8 | 25,65   | 22,05 | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 6C        | 9,1                             | 8,6  | 0,8   | 0,8 | 25,20   | 21,15 | 1  | 0 | "                                      | "   |
| 6D        | 8,9                             | 8,4  | 0,8   | 0,8 | 22,05   | 20,70 | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 6E        | 10,9                            | 8,9  | 3,1   | 1,5 | 22,50   | 18,90 | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 7A        | 11,1                            | 9,8  | 0,6   | 0,7 | -   | -     | 1  | 0 | "                                      | "   |
| 7B        | 10,9                            | 9,8  | 0,6   | 0,6 |   |       | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 7C        | 10,7                            | 9,5  | 0,6   | 0,7 |   |       | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 7D        | 10,4                            | 9,8  | 0,6   | 0,7 |   |       | 1  | 0 | "                                      | "   |
| 7E        | 12,8                            | 10,4 | 3,6   | 1,3 |   |       | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 8A        | 7,9                             | 7,4  | 0,7   | 0,8 |   |       | 0  | 0 | 0,1                                    | 0,1 |
| 8B        | 7,7                             | 7,3  | 0,6   | 0,7 |   |       | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 8C        | 7,9                             | 7,3  | 0,6   | 0,7 |   |       | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 8D        | 7,5                             | 7,1  | 0,6   | 0,7 |   |       | 0  | 0 | "                                      | "   |
| 8E        | 7,2                             | 8,2  | 0,8   | 1,2 |   |       | 0  | 0 | "                                      | "   |

(1) Oxido determinado como Mg Cr<sup>+++</sup>/9,29 dm<sup>2</sup> de superficie del artículo

(2) 0 = sin desprendimiento del esmalte  
10 = desaparición total del esmalte

(3) 0 = sin oxidación  
10 = gran oxidación

(4) grado al \_\_\_ día.

(5) grado al \_\_\_ día.



Por la tabla 6, se verá que, a excepción de los productos 2A y 2B y, en un menor grado, los productos 4A-E, los productos de la tabla 5 dieron buenos resultados en cada una de las condiciones de prueba a las que se habían sometido.

5. Los productos de 2A y 2B, con una capa de cromo delgada discontinua, y un óxido de cromo hidratado que contenía sólo 0,2 a 0,3 mg  $\text{Cr}^{+++}/9,29 \text{ dm}^2$  resultaron totalmente insatisfactorios respecto a la adherencia del esmalte y ataque en la prueba del ácido cítrico. Resulta evidente que se necesita un recubrimiento mas grueso de cromo continuo con una película de óxido hidratado de un espesor superior a 0,3 mg  $\text{Cr}^{+++}/9,29 \text{ dm}^2$ .

10. Los productos 4A-4E en la parte inferior de la tira, donde la capa de cromo llegó a ser tan solo 1,3 mg/9,29  $\text{dm}^2$ , dieron unos resultados relativamente deficientes tanto en la adherencia del esmalte como en las pruebas del ácido cítrico.

15. Otros de los productos de la tabla 5 dieron buenos resultados en las pruebas de la tabla 6, y por los datos de esta tabla 6 se puede ver con claridad que se necesita una capa de cromo de por lo menos 1,5 mg/9,29  $\text{dm}^2$  aproximadamente, junto con una película de óxido de cromo hidratado que contenga al menos 0,5 mg  $\text{Cr}^{+++}/9,29 \text{ dm}^2$  aproximadamente.

20. Se puede ver también por los resultados de la tabla 6 que se obtienen generalmente resistencias al desprendimiento menores cuando se emplean densidades de corriente en la zona 2 mas elevadas, y que se observó la menor resistencia al desprendimiento medida (19,05 kg en el producto 6E que la observada con un mayor peso de película de óxido (1,5 mg  $\text{Cr}^{+++}/9,29 \text{ dm}^2$ ) -- lo que indica de nuevo que se deben evitar las películas de óxido excesivamente gruesas (v.g., superiores a
- 25.
- 30.



1,5 mg Cr<sup>+++</sup>/9,29 dm<sup>2</sup>) por esta última razón.

- Se exploró el efecto producido por la velocidad de la cadena de producción y la densidad de corriente en la zona 1 (a una densidad de corriente en la zona 2 constante de 10,7 amps/dm<sup>2</sup>) en una serie adicional de pruebas, indicadas en la tabla 7, y en la que los pases de electrodeposición (zona 1) se dotaron de electrodos mas cortos (de una longitud de 420 mm) para permitir la aplicación en la fila en movimiento de densidades de corrientes mas elevadas en la zona 1.
- 5.
- 10.

T A B L A 7

| No. de rollo | Velocidad en la cadena de producción, metros por minuto | Densidad de corriente, amps/9,29 dm <sup>2</sup> | Tiempo (1) en segundos |       | Culombios/9,29 dm <sup>2</sup> |        | Cromo, mg/9,29 dm <sup>2</sup> |      |                |      |             |     | Eficacia de electrodeposición, % |      |      |
|--------------|---|--|------------------------|-------|--------------------------------|--------|--------------------------------|------|----------------|------|-------------|-----|----------------------------------|------|------|
|              |   |  | T1                     | T2    | Zona 1                         | Zona 2 | Metal Superior                 |      | Metal Inferior |      | Metal Medio |     |                                  |      |      |
|              |   |  | Zona 1                 |       | Zona 2                         |        | TOTAL                          |      | E              |      | O           |     |                                  | S    |      |
| 1A           | 147   | 800  | 0,508                  | 0,612 | 406                            | 61     | 467                            | 7,0  | 9,0            | 9,9  | 0,5         | 0,6 | 0,6                              | 21,3 | 27,0 |
| 1B           | 207   | "  | 0,360                  | 0,434 | 288                            | 43     | 331                            | 5,4  | 5,7            | 6,0  | 0,5         | 0,6 | 0,6                              | 20,8 | 23,2 |
| 1C           | 300   | "  | 0,249                  | 0,300 | 199                            | 30     | 229                            | 3,2  | 3,4            | 3,4  | 0,6         | 0,6 | 0,6                              | 17,9 | 19,0 |
| 2A           | 153   | 994  | 0,488                  | 0,588 | 485                            | 59     | 544                            | 11,9 | 11,7           | 11,6 | 0,8         | 0,9 | 0,6                              | 27,2 | 26,5 |
| 2B           | 240   | "  | 0,311                  | 0,385 | 309                            | 39     | 348                            | 6,4  | 6,5            | 6,6  | 0,8         | 0,8 | 0,6                              | 22,9 | 23,6 |
| 2C           | 300   | "  | 0,249                  | 0,300 | 248                            | 30     | 278                            | 4,7  | 5,5            | 5,2  | 1,0         | 0,9 | 0,7                              | 21,1 | 23,3 |
| 3A           | 150   | 800  | 0,498                  | 0,600 | 398                            | 60     | 458                            | 7,1  | 7,8            | 8,1  | 0,4         | 0,5 | 0,5                              | 19,8 | 22,5 |
| 3B           | 237   | "  | 0,315                  | 0,380 | 252                            | 38     | 290                            | 4,6  | 4,8            | 4,6  | 0,5         | 0,5 | 0,5                              | 20,2 | 20,2 |
| 3C           | 300   | "  | 0,249                  | 0,300 | 199                            | 30     | 229                            | 3,1  | 3,7            | 3,6  | 0,5         | 0,5 | 0,5                              | 17,3 | 20,1 |
| 4A           | 147   | 994  | 0,508                  | 0,613 | 505                            | 61     | 566                            | 9,9  | 10,6           | 10,4 | 0,7         | 0,6 | 0,6                              | 21,8 | 22,8 |
| 4B           | 243   | "  | 0,307                  | 0,371 | 305                            | 37     | 342                            | 4,7  | 4,9            | 4,9  | 0,8         | 0,7 | 0,7                              | 21,2 | 22,0 |
| 4C           | 300   | "  | 0,249                  | 0,300 | 247                            | 30     | 277                            | 4,7  | 4,9            | 4,9  | 0,8         | 0,7 | 0,7                              | 21,2 | 22,0 |
| 5A           | 150   | 875  | 0,498                  | 0,600 | 435                            | 60     | 495                            | 8,7  | 9,5            | 9,2  | 0,7         | 0,7 | 0,7                              | 22,2 | 23,5 |
| 5B           | 240   | "  | 0,311                  | 0,375 | 272                            | 38     | 310                            | 5,2  | 5,5            | 5,5  | 0,5         | 0,6 | 0,6                              | 21,2 | 22,4 |
| 5C           | 300   | "  | 0,249                  | 0,300 | 218                            | 30     | 248                            | 4,0  | 4,5            | 4,3  | 0,6         | 0,6 | 0,6                              | 20,4 | 21,9 |
| 5D           | 150   | 500  | 0,498                  | 0,600 | 249                            | 60     | 309                            | 3,4  | 3,8            | 4,0  | 0,5         | 0,5 | 0,5                              | 15,2 | 17,8 |
| 5E           | 240   | "  | 0,311                  | 0,375 | 156                            | 38     | 194                            | 0    | 1,0            | 2,2  | 0,3         | 0,3 | 0,3                              | 0    | 15,7 |

(1) Longitud de la zona 1 = 420 mm por electrodo x 3 electrodos = a 1260mm.

Tiempo de permanencia de la tira en la zona 1 = 1,26 metros + velocidad

Longitud de la zona 2 = 1,52 metros (electrodo simple)

Tiempo de permanencia de la tira en la zona 2 = 1,52 metros + velocidad

(2) Borde izquierdo de la tira.

de cadena de producción (metros por minuto) x 60 seg./minuto.

de la cadena de producción x 60

-37-C

| Ciclo          |                | Ciclo          |                | Eficiencia de elec-<br>trorrefracción,<br>% | Apariencia     |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|---|----------------|----------------|
| Parte superior | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior |   | Parte superior | Parte inferior |
| 0,6            | 0,6            | 21,3           | 27,0           | Incolora                                    | Incolora       | "              |
| 0,5            | 0,6            | 20,8           | 22,2           | "   | "              | "              |
| 0,5            | 0,6            | 17,9           | 19,0           | "   | "              | "              |
| 0,4            | 0,8            | 27,2           | 26,5           | "   | "              | "              |
| 0,6            | 0,6            | 22,9           | 23,6           | "   | "              | "              |
| 0,6            | 0,7            | 21,1           | 23,3           | "   | "              | "              |
| 0,4            | 0,5            | 19,8           | 22,6           | "   | "              | "              |
| 0,5            | 0,5            | 20,2           | 20,2           | "   | "              | "              |
| 0,5            | 0,5            | 17,3           | 20,1           | "   | "              | "              |
| 0,6            | 0,6            | 21,8           | 22,8           | "   | "              | "              |
| 0,7            | 0,7            | 21,2           | 22,0           | "   | "              | "              |
| 0,7            | 0,7            | 22,2           | 23,5           | "   | "              | "              |
| 0,6            | 0,6            | 21,2           | 22,4           | "   | "              | "              |
| 0,6            | 0,6            | 20,4           | 21,9           | "   | "              | "              |
| 0,5            | 0,5            | 15,2           | 17,8           | "   | "              | "              |
| 0,3            | 0,3            | 0              | 15,7           | "   | "              | "              |

ros por minuto) x 60 seg./minuto.

T A B L A 7

| No. de rollo | Velocidad en la cadena de producción, metros por minuto | Densidad de corriente, amps/9,29 dm <sup>2</sup> |        | Tiempo (1) en segundos |       | Culombios/9,29 dm <sup>2</sup> |        |       | Parte E(2) | supe C |
|--------------|---|--|--------|------------------------|-------|--------------------------------|--------|-------|------------|--------|
|              |   | Zona 1   | Zona 2 | T1                     | T2    | Zona 1                         | Zona 2 | TOTAL |            |        |
| 1A           | 147   | 800  | 100    | 0,508                  | 0,612 | 406                            | 61     | 467   | 8,2        | 7,     |
| 1B           | 207   | "  | "      | 0,360                  | 0,434 | 288                            | 43     | 331   | 5,6        | 5,     |
| 1C           | 300   | "  | "      | 0,249                  | 0,300 | 199                            | 30     | 229   | 3,9        | 3,     |
| 2A           | 153   | 994  | "      | 0,488                  | 0,588 | 485                            | 59     | 544   | 10,6       | 11,    |
| 2B           | 240   | "  | "      | 0,311                  | 0,385 | 309                            | 39     | 348   | 6,3        | 6,     |
| 2C           | 300   | "  | "      | 0,249                  | 0,300 | 248                            | 30     | 278   | 4,8        | 4,     |
| 3A           | 150   | 800  | "      | 0,498                  | 0,600 | 398                            | 60     | 458   | 7,6        | 7,     |
| 3B           | 237   | "  | "      | 0,315                  | 0,380 | 252                            | 38     | 290   | 4,7        | 4,     |
| 3C           | 300   | "  | "      | 0,249                  | 0,300 | 199                            | 30     | 229   | 3,5        | 3,     |
| 4A           | 147   | 994  | "      | 0,508                  | 0,613 | 505                            | 61     | 566   | 10,3       | 9,     |
| 4B           | 243   | "  | "      | 0,307                  | 0,371 | 305                            | 37     | 342   | -          | -      |
| 4C           | 300   | "  | "      | 0,249                  | 0,300 | 247                            | 30     | 277   | 4,7        | 4,     |
| 5A           | 150   | 875  | "      | 0,498                  | 0,600 | 435                            | 60     | 495   | 9,3        | 8,     |
| 5B           | 240   | "  | "      | 0,311                  | 0,375 | 272                            | 38     | 310   | 5,3        | 5,     |
| 5C           | 300   | "  | "      | 0,249                  | 0,300 | 218                            | 30     | 248   | 4,3        | 4,     |
| 5D           | 150   | 500  | "      | 0,498                  | 0,600 | 249                            | 60     | 309   | 3,6        | 3,     |
| 5E           | 240   | "  | "      | 0,311                  | 0,375 | 156                            | 38     | 194   | 0          | 0      |

- (1) Longitud de la zona 1 = 420 mm por electrodo x 3 electrodos = a 1260mm.  
 Tiempo de permanencia de la tira en la zona 1 = 1,26 metros + velocidad de  
 Longitud de la zona 2 = 1,52 metros (electrodo simple)  
 Tiempo de permanencia de la tira en la zona 2 = 1,52 metros + velocidad de
- (2) Borde izquierdo de la tira.

T A B L A 7

| Culombios/9,29<br>cm <sup>2</sup> |        |       | Cromo, mg/9,29 cm <sup>2</sup> |                |      |                |                |     |     |     |
|-----------------------------------|--------|-------|--------------------------------|----------------|------|----------------|----------------|-----|-----|-----|
|                                   |        |       | Metal                          |                |      |                | Oxido          |     |     |     |
| Zona 1                            | Zona 2 | TOTAL | Parte superior                 | Parte inferior |      | Parte superior | Parte inferior |     |     |     |
|                                   |        |       | E(2)                           | C              | E    | C              | E              | C   | E   | C   |
| 406                               | 61     | 467   | 8,2                            | 7,8            | 9,0  | 9,9            | 0,5            | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| 288                               | 43     | 331   | 5,6                            | 5,4            | 5,7  | 6,0            | 0,5            | 0,5 | 0,6 | 0,6 |
| 199                               | 30     | 229   | 3,9                            | 3,2            | 3,4  | 3,4            | 0,6            | 0,5 | 0,6 | 0,6 |
| 485                               | 59     | 544   | 10,6                           | 11,9           | 11,7 | 11,6           | 0,8            | 0,4 | 0,9 | 0,6 |
| 309                               | 39     | 348   | 6,3                            | 6,4            | 6,5  | 6,6            | 0,8            | 0,5 | 0,8 | 0,6 |
| 248                               | 30     | 278   | 4,8                            | 4,7            | 5,5  | 5,2            | 1,0            | 0,6 | 0,9 | 0,7 |
| 398                               | 60     | 458   | 7,6                            | 7,1            | 7,8  | 8,1            | 0,4            | 0,4 | 0,5 | 0,5 |
| 252                               | 38     | 290   | 4,7                            | 4,6            | 4,8  | 4,6            | 0,5            |     | 0,5 |     |
| 199                               | 30     | 229   | 3,5                            | 3,1            | 3,7  | 3,6            | 0,5            |     | 0,5 |     |
| 505                               | 61     | 566   | 10,3                           | 9,9            | 10,6 | 10,4           | 0,7            |     | 0,6 |     |
| 305                               | 37     | 342   | -                              | -              | -    | -              | -              |     | -   |     |
| 247                               | 30     | 277   | 4,7                            | 4,7            | 4,9  | 4,9            | 0,8            |     | 0,7 |     |
| 435                               | 60     | 495   | 9,3                            | 8,7            | 9,5  | 9,2            | 0,7            |     | 0,7 |     |
| 272                               | 38     | 310   | 5,3                            | 5,2            | 5,5  | 5,5            | 0,5            |     | 0,6 |     |
| 218                               | 30     | 248   | 4,3                            | 4,0            | 4,5  | 4,3            | 0,6            |     | 0,6 |     |
| 249                               | 60     | 309   | 3,6                            | 3,4            | 3,8  | 4,0            | 0,5            |     | 0,5 |     |
| 156                               | 38     | 194   | 0                              | 0              | 1,0  | 2,2            | 0,3            |     | 0,3 |     |

x 3 electrodos = a 1260mm

1 = 1,26 metros + velocidad  
do simple)

2 = 1,52 metros + velocidad

de cadena de producción (metros por minuto) x .60 seg./mi

de la cadena de producción x 60

| dm <sup>2</sup> |     |                |     | Eficacia de elec-<br>trodeposición,<br>% |      | Apariencia     |                |
|-----------------|-----|----------------|-----|--|------|----------------|----------------|
| Código          |     |                |     |  |      |                |                |
| Parte superior  |     | Parte inferior |     |  |      | Parte superior | Parte inferior |
| E               | O   | S              | J   |  |      | Incolora       | Incolora       |
| 0,5             | 0,6 | 0,6            | 0,6 | 21,3                                     | 27,0 |                |                |
| 0,5             | 0,5 | 0,6            | 0,6 | 20,8                                     | 23,2 | "              | "              |
| 0,6             | 0,5 | 0,6            | 0,6 | 17,9                                     | 19,0 | "              | "              |
| 0,8             | 0,4 | 0,9            | 0,6 | 27,2                                     | 26,5 | "              | "              |
| 0,8             | 0,5 | 0,8            | 0,6 | 22,9                                     | 23,6 | "              | "              |
| 1,0             | 0,6 | 0,9            | 0,7 | 21,1                                     | 23,3 | "              | "              |
| 0,4             | 0,4 | 0,5            | 0,5 | 19,8                                     | 22,6 | "              | "              |
| 0,5             |     | 0,7            |     | 20,2                                     | 20,2 | "              | "              |
| 0,5             |     | 0,5            |     | 17,3                                     | 20,1 | "              | "              |
| 0,7             |     | 0,6            |     | 21,8                                     | 22,8 | "              | "              |
| 0,8             |     | 0,7            |     | 21,2                                     | 22,0 | "              | "              |
| 0,7             |     | 0,7            |     | 22,2                                     | 23,5 | "              | "              |
| 0,5             |     | 0,6            |     | 21,2                                     | 22,4 | "              | "              |
| 0,6             |     | 0,6            |     | 20,4                                     | 21,9 | "              | "              |
| 0,5             |     | 0,5            |     | 15,2                                     | 17,8 | "              | "              |
| 0,3             |     | 0,3            |     | 0  | 15,7 | "              | "              |

(metros por minuto) x 60 seg./minuto.

ón x 60

**POOR  
QUALITY**

-37- C

| Eficacia de electrodeposición,<br>% |      | Apariencia     |                |
|-------------------------------------|------|----------------|----------------|
|                                     |      | Parte superior | Parte inferior |
| 21,3                                | 27,0 | Incolora       | Incolora       |
| 20,8                                | 23,2 | "              | "              |
| 17,9                                | 19,0 | "              | "              |
| 27,2                                | 26,5 | "              | "              |
| 22,9                                | 23,6 | "              | "              |
| 21,1                                | 23,3 | "              | "              |
| 19,8                                | 22,6 | "              | "              |
| 20,2                                | 20,2 | "              | "              |
| 17,3                                | 20,1 | "              | "              |
| 21,8                                | 22,8 | "              | "              |
| -                                   | -    | -              | -              |
| 21,2                                | 22,0 | "              | "              |
| 22,2                                | 23,5 | "              | "              |
| 21,2                                | 22,4 | "              | "              |
| 20,4                                | 21,9 | "              | "              |
| 15,2                                | 17,8 | "              | "              |
| 0                                   | 15,7 | "              | "              |

minuto.

POOR  
QUALITY



Por los datos de la tabla 7 se puede ver que, con el empleo de una densidad de corriente en la zona 2 de 100 amps/9,29 dm<sup>2</sup>, se pueden obtener buenos productos, con relación al peso adecuado de capa cromo y película de cromo incolora

5. de un peso sustancial dentro de una amplia gama de velocidades de la cadena de producción de 150 a 300 metros por minuto excepto cuando se aplica una densidad de corriente en la zona 1 de 500 amps/9,29 dm<sup>2</sup> en el acero por espacio de tiempo mas corto, como la correspondiente a una velocidad de la

10. cadena de producción de aproximadamente 240 metros por minuto. En este último caso (prueba 5E) se obtuvo una capa de cromo discontinua, delgada, (1,0 mg/9,29 dm<sup>2</sup> ó menos), junto con 0,3 mg Cr<sup>+++</sup>/9,29 dm<sup>2</sup> en la película de óxido.

La tabla 8, que expone los resultados de las pruebas

15. de propiedades en los productos de la tabla 7, demuestra que estos productos dieron buenos resultados a excepción de que, una vez mas, el producto 5E dió resultados inaceptables en todas las condiciones de la prueba, v.g., una baja resistencia al desprendimiento (10,8 kg), una baja adherencia del esmalte y una elevada corrosión en la prueba del ácido cítrico.

20.

-39- Bui



T A B L A 8

| No. de rollo | Gr. mg/9,29 cm <sup>2</sup> (término medio) (1) |                | Oxido          |                | Resistencia al desmoronamiento por término medio, Kg/mm. | en Fe mm | Adherencia del proceso del esmalte (1 hora) (2) |   |   |                |    |   | Prueba del ácido cítrico, anchura, mm. |                                |     |
|--------------|---|----------------|----------------|----------------|--|----------|---|---|---|----------------|----|---|--|--------------------------------|-----|
|              | Parte superior                                  | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior |  |          | Parte superior                                  |   |   | Parte inferior |    |   | Parte superior (Término medio)         | Parte inferior (Término medio) |     |
|              |   |                |                |                |  |          | F   | C | E | F              | C  | E |  |                                |     |
| 1A           | 8,0   | 9,5            | 0,6            | 0,6            | 1,15   | 1        | 1   | 1 | 1 | 1              | 0  | 0 | 0                                      | 0,1                            | 0,1 |
| 1B           | 5,5   | 5,9            | 0,5            | 0,6            | 1,23   | 1        | 1   | 0 | 1 | 1              | 0  | 1 | 1                                      | "                              | "   |
| 1C           | 3,6   | 3,4            | 0,6            | 0,6            | 1,20   | 0        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 2A           | 11,3  | 11,7           | 0,6            | 0,8            | 1,25   | 1        | 1   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 2B           | 6,4   | 6,6            | 0,7            | 0,7            | 1,27   | 1        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 2C           | 4,8   | 5,4            | 0,8            | 0,8            | 1,18   | 1        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 3A           | 7,4   | 8,0            | 0,4            | 0,5            | 1,23   | 0        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 3B           | 4,7   | 4,7            | 0,5            | 0,5            | 1,18   | 0        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 3C           | 3,3   | 3,7            | 0,5            | 0,5            | 1,25   | 0        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 4A           | 10,1  | 10,5           | 0,7            | 0,6            | 1,18   | 0        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 4B           | 4,7   | 4,9            | 0,8            | 0,7            | 1,20   | 0        | 1   | 0 | 1 | 1              | 1  | 1 | 0                                      | "                              | "   |
| 4C           | 4,7   | 4,9            | 0,8            | 0,7            | 1,20   | 0        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 5A           | 9,0   | 9,4            | 0,7            | 0,7            | 0,99   | 0        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 5B           | 5,3   | 5,5            | 0,5            | 0,6            | 0,99   | 0        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 5C           | 4,2   | 4,4            | 0,6            | 0,6            | 1,08   | 0        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 5D           | 3,5   | 3,9            | 0,5            | 0,5            | 1,03   | 0        | 0   | 0 | 0 | 0              | 0  | 0 | 0                                      | "                              | "   |
| 5E           | 0   | 1,6            | 0,3            | 0,3            | 0,56   | 0        | 10  | 0 | 7 | 6              | 10 | 5 | 3,9                                    | 3,9                            | 2,5 |

(1) Oxido determinado como Kg Cr<sup>+++</sup>/9,29 dm<sup>2</sup>

(2) 0 = sin desprendimiento de esmalte; 10 = desaparición de todo el esmalte

(3) 0 = sin oxidación; 10 = gran oxidación

(4) Grado al \_\_\_ día

(5) Grado al \_\_\_ día

T A B L A 8

| No. de rolo | Cr, mg/9,29 dm <sup>2</sup> (término medio) (1) |                |                |                | Resistencia al desprendimiento por término medio, Kg/cm. |                                |
|-------------|---|----------------|----------------|----------------|--|--------------------------------|
|             | Metal   |                | Oxido          |                | Parte superior (Término medio)                           | Parte inferior (Término medio) |
|             | Parte superior                                  | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior |  |                                |
| 1A          | 8,0   | 9,5            | 0,6            | 0,6            |  | 1,15                           |
| 1B          | 5,5   | 5,9            | 0,5            | 0,6            |  | 1,23                           |
| 1C          | 3,6   | 3,4            | 0,6            | 0,6            |  | 1,20                           |
| 2A          | 11,3  | 11,7           | 0,6            | 0,8            |  | 1,25                           |
| 2B          | 6,4   | 6,6            | 0,7            | 0,7            |  | 1,27                           |
| 2C          | 4,8   | 5,4            | 0,8            | 0,8            |  | 1,18                           |
| 3A          | 7,4   | 8,0            | 0,4            | 0,5            |  | 1,23                           |
| 3B          | 4,7   | 4,7            | 0,5            | 0,5            |  | 1,18                           |
| 3C          | 3,3   | 3,7            | 0,5            | 0,5            |  | 1,25                           |
| 4A          | 10,1  | 10,5           | 0,7            | 0,6            |  | 1,18                           |
| 4B          | -   | -              | -              | -              |  | -                              |
| 4C          | 4,7   | 4,9            | 0,8            | 0,7            |  | 1,20                           |
| 5A          | 9,0   | 9,4            | 0,7            | 0,7            |  | 0,99                           |
| 5B          | 5,3   | 5,5            | 0,5            | 0,6            |  | 0,99                           |
| 5C          | 4,2   | 4,4            | 0,6            | 0,6            |  | 1,08                           |
| 5D          | 3,5   | 3,9            | 0,5            | 0,5            |  | 1,03                           |
| 5E          | 0   | 1,6            | 0,3            | 0,3            |  | 0,56                           |

(1) Oxido determinado como Mg Cr<sup>+++</sup>/9,29 dm<sup>2</sup>

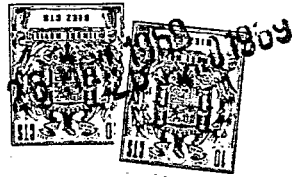
(2) 0 = sin desprendimiento de esmalte; 10 = desaparición de to

(3) 0 = sin oxidación; 10 = gran oxidación

(4) Grado al \_\_\_\_ día

(5) Grado al \_\_\_\_ día

-34- Bis



8

| despr<br>érmino               | en         | Adherencia del proceso del esmalte<br>(1 hora) (2) |    |   |                |    |   | Prueba del ácido cítrico, an-<br>chura, mm. |                                   |
|-------------------------------|------------|--|----|---|----------------|----|---|---|-----------------------------------|
|                               |            | Parte superior                                     |    |   | Parte inferior |    |   | Parte superior<br>(Término medio)           | Parte inferior<br>(Término medio) |
| arte in<br>ior (Te<br>o médic | fe<br>rmi. | E  | C  | E | E              | C  | E |   |                                   |
|                               |            | 1  | 1  | 1 | 1              | 0  | 0 | 0,1   | 0,1                               |
|                               |            | 1  | 1  | 0 | 1              | 1  | 2 | "   | "                                 |
|                               |            | 0  | 0  | 1 | 0              | 1  | 1 | "   | "                                 |
|                               |            | 1  | 0  | 0 | 2              | 0  | 0 | "   | "                                 |
|                               |            | 1  | 0  | 0 | 1              | 1  | 1 | "   | "                                 |
|                               |            | 1  | 0  | 0 | 0              | 1  | 1 | "   | "                                 |
|                               |            | 0  | 0  | 0 | 0              | 0  | 1 | "   | "                                 |
|                               |            | 0  | 1  | 0 | 0              | 1  | 2 | "   | "                                 |
|                               |            | 0  | 0  | 0 | 0              | 1  | 2 | "   | "                                 |
|                               |            | 0  | 1  | 0 | 1              | 0  | 0 | "   | "                                 |
|                               |            | 0  | 0  | 0 | 1              | 0  | 0 | "   | "                                 |
|                               |            | 0  | 0  | 0 | 0              | 0  | 0 | "   | "                                 |
|                               |            | 0  | 0  | 0 | 0              | 0  | 0 | "   | "                                 |
|                               |            | 0  | 0  | 1 | 0              | 0  | 0 | "   | "                                 |
|                               |            | 0  | 0  | 0 | 0              | 0  | 0 | "   | "                                 |
|                               |            | 0  | 0  | 0 | 0              | 0  | 0 | "   | "                                 |
|                               |            | 6  | 10 | 7 | 6              | 10 | 5 | 3,9   | 2,5                               |

de to do el esmalte



En la tabla 9 se expone otra serie adicional de pruebas realizadas a escala industrial, en las que se emplearon velocidades de la cadena de producción de 90 a casi 300 (294) metros por minuto, junto con un cierto número de diferentes densidades de corriente en las zonas 1 y 2.

5.

T A B L A 9

| No. de rollo | Velocidad de cañona de producción, metros por minuto | Densidad de corriente, amp/9,29 dm <sup>2</sup> |                | Tiempo en segundos (1) |                | Culombios/9,29 dm <sup>2</sup> |                | Crecimiento, mg / |               |       |          |       |          |      |      |      |      |      |      |
|--------------|--|---|----------------|------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------|---------------|-------|----------|-------|----------|------|------|------|------|------|------|
|              |  | Zona 1  |                | Zona 2                 |                | Zona 1                         | Zona 2         | Parte superior    |               |       |          |       |          |      |      |      |      |      |      |
|              |  | Parte superior                                  | Parte inferior | Parte superior         | Parte inferior | Parte superior                 | Parte inferior | M                 | C             | Medio | Superior | Medio | Inferior |      |      |      |      |      |      |
| 3A           | 90   | 800   | 800            | 104                    | 104            | 0,83                           | 1,0            | 662               | 662           | 104   | 104      | 14,1  | 13,0     | 13,8 | 13,6 | 17,0 | 17,9 | 15,5 | 17,1 |
| 3B           | 90   | 500   | 500            | 104                    | 104            | 0,53                           | "              | 428               | 428           | "     | "        | 14,0  | 13,1     | 13,5 | 13,5 | 17,6 | 15,9 | 15,6 | 15,7 |
| 3C           | "  | "   | "              | "                      | "              | 0,55(2)                        | "              | 290               | 290           | "     | "        | 6,9   | 6,3      | 6,6  | 6,6  | 7,1  | 6,8  | 10,2 | 9,4  |
| 3D           | "  | 800   | 800            | "                      | "              | 0,55(2)                        | "              | 444               | 444           | "     | "        | 13,2  | 13,0     | 13,5 | 13,2 | 15,0 | 17,4 | 16,8 | 16,7 |
| 3E           | "  | "   | "              | "                      | "              | 0,27(3)                        | "              | 222               | 222           | "     | "        | 4,7   | 4,8      | 4,7  | 4,7  | 6,9  | 7,6  | 6,5  | 7,0  |
| 4H           | 240  | 800   | 800            | 104                    | 104            | 0,312                          | 0,375          | Término medio     | Término medio |       |          | 4,9   | 5,0      | 4,7  | 4,9  | 5,3  | 4,7  | 6,1  | 5,4  |
| 4T           | "  | "   | "              | "                      | "              | 0,312                          | "              | 250               | 250           | 39    | 39       | 4,5   | 4,9      | 4,4  | 4,5  | 4,8  | 4,3  | 4,3  | 4,5  |
| 5H           | 237  | "   | "              | "                      | "              | 0,315                          | 0,380          | 252               | 252           | 40    | 40       | 4,5   | 5,0      | 4,6  | 4,5  | 4,5  | 4,8  | 4,6  | 4,5  |
| 5T           | "  | "   | "              | "                      | "              | 0,320                          | 0,364          | 252               | 252           | "     | "        | 4,4   | 4,4      | 4,4  | 4,5  | 5,1  | 4,7  | 4,5  | 4,5  |
| 6A           | 234  | "   | "              | "                      | "              | 0,320                          | 0,364          | 256               | 256           | "     | "        | 4,7   | 4,4      | 4,5  | 4,5  | 5,1  | 4,7  | 4,5  | 4,5  |
| 6B           | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 4,4   | 4,3      | 4,0  | 4,2  | 4,9  | 5,0  | 4,7  | 4,9  |
| 6C           | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 4,5   | 4,2      | 4,5  | 4,1  | 5,1  | 4,8  | 4,7  | 4,9  |
| 6D           | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 4,7   | 4,2      | 4,7  | 4,2  | 4,8  | 4,7  | 4,7  | 4,8  |
| 6E           | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 4,5   | 4,3      | 4,5  | 4,5  | 5,1  | 4,8  | 4,5  | 4,8  |
| 6F           | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 4,5   | 4,4      | 4,5  | 4,5  | 5,2  | 4,8  | 4,5  | 4,6  |
| 6G           | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 4,6   | 4,4      | 4,5  | 4,5  | 5,1  | 4,8  | 4,8  | 4,8  |
| 6H           | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 4,5   | 4,3      | 4,5  | 4,5  | 5,0  | 4,9  | 4,9  | 4,8  |
| 6I           | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 4,4   | 4,5      | 4,5  | 4,5  | 5,0  | 4,9  | 4,9  | 4,7  |
| 6J           | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 6,3   | 6,1      | 6,1  | 6,2  | 7,6  | 7,7  | 6,7  | 7,3  |
| 7T           | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 4,3   | 4,4      | 4,0  | 4,2  | 5,0  | 4,4  | 4,1  | 4,5  |
| 8T-1         | 240  | "   | "              | "                      | "              | 0,312                          | 0,375          | 249               | 249           | 39    | 39       | 4,2   | 4,3      | 4,4  | 4,3  | 4,7  | 4,3  | 4,8  | 4,6  |
| 8T-2         | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 4,6   | 4,2      | 4,0  | 4,6  | 5,6  | 4,5  | 4,4  | 4,5  |
| 9H           | "  | 790   | 790            | 102                    | 102            | "                              | "              | 247               | 247           | 38    | 38       | 4,5   | 4,2      | 3,4  | 4,0  | 3,6  | 4,1  | 4,1  | 3,8  |
| 9T           | "  | "   | "              | 102                    | 102            | "                              | "              | 247               | 247           | 38    | 38       | 3,7   | 3,6      | 3,5  | 3,6  | 4,1  | 3,8  | 4,3  | 4,1  |
| 10H          | 240  | 788   | 788            | 102                    | 102            | 0,312                          | 0,375          | 246               | 246           | 38    | 38       | 4,6   | 4,2      | 4,3  | 4,2  | 4,6  | 4,0  | 4,9  | 4,9  |
| 10T          | "  | "   | "              | "                      | "              | "                              | "              | "                 | "             | "     | "        | 4,6   | 4,3      | 4,3  | 4,2  | 4,3  | 4,4  | 4,7  | 4,3  |

- 41 - C

- 41 - D

| Peso, mg / | 9,29 | dm <sup>2</sup> | Oxido          |     |     |               |     |     |                |               |     |     |     |               | Eficacia de electroreposición % | App. | encia         |      |          |                |  |
|------------|------|-----------------|----------------|-----|-----|---------------|-----|-----|----------------|---------------|-----|-----|-----|---------------|---------------------------------|------|---------------|------|----------|----------------|--|
|            |      |                 | Parte superior |     |     |               |     |     | Parte inferior |               |     |     |     |               |                                 |      |               |      |          |                |  |
|            |      |                 | E              | C   | E   | Termino medio | E   | C   | E              | Termino medio | E   | C   | E   | Termino medio |                                 |      |               |      |          |                |  |
| 15,5       | 17,1 | 0,6             | 0,6            | 0,7 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,7            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 22,8          | 28,6 | Incolore | Parte inferior | Resquebrajamiento central perdo lijero             |
| 15,6       | 16,7 | 0,6             | 0,6            | 0,7 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,7            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 35,0          | 41,3 | "        | "              | "  |
| 15,2       | 9,4  | 0,5             | 0,5            | 0,6 | 0,5 | 0,6           | 0,5 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 25,3          | 33,5 | "        | "              | "  |
| 16,8       | 16,7 | 0,6             | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7 | 0,7            | 0,7           | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7                             | 0,7  | 33,1          | 41,8 | "        | "              | "  |
| 6,5        | 7,0  | 0,7             | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7 | 0,7            | 0,7           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 23,5          | 17,5 | "        | "              | Muy opaco Resquebrajamiento central perdo          |
| 6,1        | 5,4  | 0,4             | 0,7            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | Termino medio |      | "        | "              | Incolore   |
| 4,3        | 4,5  | 0,6             | 0,7            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 22,6          | 20,3 | "        | "              | "  |
| 4,4        | 4,5  | 0,6             | 0,7            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 20,3          | 19,8 | "        | "              | "  |
| 4,5        | 4,5  | 0,6             | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 20,3          | 20,3 | "        | "              | "  |
| 4,5        | 4,5  | 0,6             | 0,6            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7 | 0,7            | 0,7           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 19,3          | 19,3 | "        | "              | Muy opaco Resquebrajamiento central perdo          |
| 4,7        | 4,3  | 0,6             | 0,7            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 19,8          | 19,8 | "        | "              | "  |
| 4,7        | 4,3  | 0,5             | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 20,4          | 20,4 | "        | "              | "  |
| 4,7        | 4,3  | 0,5             | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 20,8          | 20,8 | "        | "              | "  |
| 5,0        | 5,0  | 0,3             | 0,7            | 0,4 | 0,4 | 0,4           | 0,4 | 0,4 | 0,4            | 0,4           | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4           | 0,4                             | 0,4  | 20,4          | 20,4 | "        | "              | "  |
| 4,1        | 4,6  | 0,6             | 0,5            | 0,5 | 0,5 | 0,5           | 0,5 | 0,5 | 0,5            | 0,5           | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5           | 0,5                             | 0,5  | 20,4          | 19,5 | "        | "              | Incolore Muy opaco Resquebrajamiento central perdo |
| 4,6        | 4,3  | 0,5             | 0,6            | 0,4 | 0,5 | 0,5           | 0,5 | 0,5 | 0,5            | 0,5           | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5           | 0,5                             | 0,5  | 20,4          | 19,5 | "        | "              | "  |
| 4,3        | 4,7  | 0,5             | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 20,4          | 19,8 | "        | "              | "  |
| 4,7        | 4,3  | 0,6             | 0,7            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 20,4          | 20,5 | "        | "              | "  |
| 6,7        | 7,3  | 0,7             | 0,8            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7 | 0,7            | 0,7           | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7                             | 0,7  | 19,1          | 19,1 | "        | "              | Opaco marrón Resquebrajamiento central             |
| 4,1        | 4,5  | 0,7             | 0,7            | 0,6 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7 | 0,7            | 0,7           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 19,1          | 19,1 | "        | "              | Muy opaco Resquebrajamiento central perdo          |
| 4,8        | 4,5  | 0,8             | 0,6            | 0,5 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 20,0          | 20,0 | "        | "              | Incolore   |
| 4,4        | 4,3  | 0,7             | 0,7            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 19,6          | 19,6 | "        | "              | "  |
| 4,3        | 4,1  | 0,8             | 0,7            | 0,5 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6            | 0,6           | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6                             | 0,6  | 17,5          | 17,5 | "        | "              | "  |
| 4,3        | 4,1  | 0,8             | 0,9            | 1,0 | 1,0 | 1,0           | 1,0 | 1,0 | 1,0            | 1,0           | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0           | 1,0                             | 1,0  | 17,1          | 17,1 | "        | "              | "  |
| 4,9        | 4,3  | 0,7             | 0,8            | 0,8 | 0,8 | 0,8           | 0,8 | 0,8 | 0,8            | 0,8           | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8           | 0,8                             | 0,8  | 20,7          | 20,7 | "        | "              | Incolore   |
| 4,7        | 4,3  | 0,7             | 0,7            | 0,8 | 0,8 | 0,8           | 0,8 | 0,8 | 0,8            | 0,8           | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8           | 0,8                             | 0,8  | 19,8          | 19,8 | "        | "              | "  |



| No. de rolo | Velocidad de cadena de producción, metros por minuto | Densidad de corriente, amp/9,29 dm <sup>2</sup> |                |                |                | Tiempo en segundos (1) |       | Culombios/ Zona |                |
|-------------|--|---|----------------|----------------|----------------|------------------------|-------|-----------------|----------------|
|             |  | Zona 1  |                | Zona 2         |                | T1                     | T2    | Zona            |                |
|             |  | Parte superior                                  | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior |                        |       | Parte superior  | Parte inferior |
| 3A          | 90   | 800   | 800            | 104            | 104            | 0,83                   | 1,0   | 662             |                |
| 3B          | 90   | 500   | 500            | 104            | 104            | 0,53                   | "     | 428             |                |
| 3C          | "  | "   | "              | "              | "              | 0,55(2)                | "     | 290             |                |
| 3D          | "  | 800   | 800            | "              | "              | 0,55(2)                | "     | 444             |                |
| 3E          | "  | "   | "              | "              | "              | 0,27(3)                | "     | 222             |                |
|             |  |   |                |                |                | 0,55                   |       |                 |                |
|             |  | Término medio                                   |                | Término medio  |                |                        |       | Término medio   |                |
| 4H          | 240  | 800   |                | 104            |                | 0,312                  | 0,375 | 250             |                |
| 4T          | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | 250             |                |
| 5H          | 237  | "   |                | "              |                | 0,315                  | 0,380 | 252             |                |
| 5T          | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | 252             |                |
| 6A          | 234  | "   |                | "              |                | 0,320                  | 0,384 | 256             |                |
| 6B          | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | "               |                |
| 6C          | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | "               |                |
| 6D          | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | "               |                |
| 6E          | "  | "   |                | 0              |                | "                      | "     | "               |                |
| 6F          | "  | "   |                | 104            |                | "                      | "     | "               |                |
| 6G          | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | "               |                |
| 6H          | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | "               |                |
| 6I          | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | "               |                |
| 7H          | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | "               |                |
| 7T          | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | "               |                |
| 8T-1        | 240  | "   |                | "              |                | 0,312                  | 0,375 | 249             |                |
| 8T-2        | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | "               |                |
| 9H          | "  | 790   |                | 102            |                | "                      | "     | 247             |                |
| 9T          | "  | "   |                | 102            |                | "                      | "     | "               |                |
| 10H         | 240  | 788   |                | 102            |                | 0,312                  | 0,375 | 246             |                |
| 10T         | "  | "   |                | "              |                | "                      | "     | "               |                |





- 11 - D

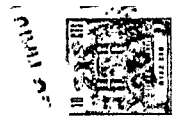


| Apar               | encia   |
|--------------------|---|
| Parte su<br>perior | Parte in<br>ferior  |
| Incolora           | Resquebrajamiento<br>central pardo lijero                   |
| "                  | "   |
| "                  | "   |
| "                  | "   |
| "                  | Muy opaco<br>Resquebrajamiento<br>central pardo             |
| "                  | Incolora  |
| "                  | "   |
| "                  | "   |
| "                  | "   |
| "                  | Muy opaco<br>Resquebrajamiento<br>central pardo             |
| "                  | "   |
| "                  | "   |
| "                  | "   |
| "                  | Incolora<br>Muy opaco<br>Resquebrajamiento<br>central pardo |
| "                  | "   |
| "                  | "   |
| "                  | "   |
| "                  | Opaco marrón<br>Resquebrajamiento<br>central                |
| "                  | Muy opaco<br>Resquebrajamiento<br>central pardo             |
| "                  | Incolora  |
| "                  | "   |
| "                  | "   |
| "                  | "   |
| Incolora           | Incolora  |
| "                  | "   |



-A2-C

-A2-D



| Código        | Superficie | Oxígeno        |     |     |               |     |                |     |     |               |     | Eficacia de elección<br>tróceposición % | Apariencia     |                |               |              |          |
|---------------|------------|----------------|-----|-----|---------------|-----|----------------|-----|-----|---------------|-----|---|----------------|----------------|---------------|--------------|----------|
|               |            | Parte superior |     |     |               |     | Parte inferior |     |     |               |     |   | Parte superior | Parte inferior |               |              |          |
| Término medio | E          | O              | E   | O   | Término medio | E   | O              | E   | O   | Término medio | E   | O                                       | E              | O              | Término medio | E            | O        |
| 17,5          | 4,5        | 1,0            | 1,2 | 1,3 | 1,1           | 1,0 | 1,1            | 1,1 | 1,1 | 1,1           | 1,1 | 1,1                                     | 1,1            | 1,1            | 17,0          | Incolora     | Incolora |
| 17,5          | 4,1        | 0,7            | 1,1 | 1,0 | 1,0           | 1,1 | 1,1            | 1,1 | 1,1 | 1,1           | 1,1 | 1,1                                     | 1,1            | 1,1            | 17,0          | "            | "        |
| 17,5          | 3,8        | 0,8            | 1,0 | 1,0 | 0,8           | 1,2 | 1,1            | 1,1 | 1,1 | 1,1           | 1,1 | 1,1                                     | 1,1            | 1,1            | 17,8          | "            | "        |
| 17,5          | 4,3        | 0,9            | 0,8 | 0,8 | 0,7           | 1,2 | 1,1            | 1,1 | 1,1 | 1,1           | 1,1 | 1,1                                     | 1,1            | 1,1            | 17,7          | "            | "        |
| 17,5          | 4,4        | 0,9            | 1,0 | 1,0 | 0,9           | 1,1 | 0,9            | 0,9 | 0,9 | 0,9           | 0,9 | 0,9                                     | 0,9            | 0,9            | 18,7          | "            | "        |
| 17,5          | 4,1        | 0,9            | 1,1 | 1,1 | 1,0           | 0,8 | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7                                     | 0,7            | 0,7            | 17,4          | "            | "        |
| 17,5          | 4,3        | 1,0            | 1,1 | 1,1 | 1,0           | 0,8 | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7                                     | 0,7            | 0,7            | 17,4          | "            | "        |
| 17,5          | 4,6        | 1,1            | 1,0 | 1,0 | 0,6           | 0,7 | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7                                     | 0,7            | 0,7            | 17,3          | "            | "        |
| 17,5          | 4,4        | 1,1            | 1,0 | 1,0 | 0,7           | 0,7 | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7                                     | 0,7            | 0,7            | 19,5          | "            | "        |
| 17,5          | 4,4        | 0,8            | 0,8 | 0,7 | 0,8           | 0,7 | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7                                     | 0,7            | 0,7            | 20,5          | "            | "        |
| 17,5          | 4,8        | 2,3            | 2,2 | 2,4 | 2,5           | 1,9 | 2,5            | 2,5 | 2,5 | 2,5           | 2,5 | 2,5                                     | 2,5            | 2,5            | 28,1          | Incolora     | Incolora |
| 17,5          | 5,0        | 2,5            | 2,5 | 2,8 | 2,6           | 1,5 | 3,2            | 3,2 | 3,2 | 3,2           | 3,2 | 3,2                                     | 3,2            | 3,2            | 19,6          | "            | "        |
| 17,5          | 4,8        | 2,8            | 2,7 | 2,8 | 2,7           | 1,5 | 2,5            | 2,5 | 2,5 | 2,5           | 2,5 | 2,5                                     | 2,5            | 2,5            | 28,8          | "            | "        |
| 17,5          | 5,2        | 3,0            | 2,8 | 2,7 | 2,7           | 1,5 | 2,8            | 2,8 | 2,8 | 2,8           | 2,8 | 2,8                                     | 2,8            | 2,8            | 21,3          | "            | "        |
| 17,5          | 4,6        | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,7 | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6                                     | 0,6            | 0,6            | 23,1          | Incolora     | Incolora |
| 17,5          | 4,5        | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,7 | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6                                     | 0,6            | 0,6            | 20,5          | "            | "        |
| 17,5          | 4,0        | 1,6            | 1,5 | 1,2 | 1,5           | 0,7 | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7                                     | 0,7            | 0,7            | 20,6          | "            | "        |
| 17,5          | 4,4        | 1,6            | 1,7 | 1,4 | 1,6           | 0,8 | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7                                     | 0,7            | 0,7            | 20,8          | Opaco marrón | "        |
| 17,5          | 4,4        | 1,6            | 1,5 | 1,4 | 1,4           | 0,7 | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7                                     | 0,7            | 0,7            | 21,0          | "            | "        |
| 17,5          | 4,4        | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,8           | 0,7 | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7                                     | 0,7            | 0,7            | 21,1          | Muy opaco    | "        |
| 17,5          | 4,4        | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,7 | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6                                     | 0,6            | 0,6            | 21,1          | "            | "        |
| 17,5          | 4,4        | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,8           | 0,7 | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7                                     | 0,7            | 0,7            | 23,6          | Incolora     | Incolora |
| 17,5          | 4,4        | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,9 | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6                                     | 0,6            | 0,6            | 23,6          | "            | "        |
| 17,5          | 4,4        | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,9 | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7 | 0,7                                     | 0,7            | 0,7            | 23,6          | "            | "        |
| 17,5          | 4,4        | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,9 | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,6 | 0,6                                     | 0,6            | 0,6            | 23,6          | "            | "        |

(ml. de)

de de

para  
3 SOLA

| No. de rollo | Velocidad de cadena de producción, metros por minuto | Densidad de corriente, amp/ 9,29 dm <sup>2</sup> |                |                |                | Tiempo en segundos (1) |       |       | Par per T |
|--------------|--|--|----------------|----------------|----------------|------------------------|-------|-------|-----------|
|              |  | Zona 1   |                | Zona 2         |                | T1                     | T2    | T     |           |
|              |  | Parte superior                                   | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior |                        |       |       |           |
|              |  | Término medio                                    |                | Término medio  |                |                        |       |       |           |
| 11A          | 240  |  | 795            |                | 102            | 0,312                  | 0,375 |       |           |
| 11B          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 11C          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 11D          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 11E          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 11F          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 11G          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 11H          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 11I          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 12H          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 12T          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 13H          | 90 (4)   |  | 795            |                | 103            | 0,83                   | 1,0   |       |           |
| 13C          | 240  |  | "              |                | "              | 0,312                  | 0,375 |       |           |
| 13T          | 90   |  | "              |                | "              | 0,83                   | 1,0   |       |           |
| 14H          | 243  |  | 795            |                | 103            | 0,308                  | 0,370 |       |           |
| 14T          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 15H          | 241,5  |  | 804            |                | 104            | "                      | 0,372 |       |           |
| 15C          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 15T          | "  |  | "              |                | "              | "                      | "     |       |           |
| 16A          | 294  | 815  | 815            | 795            | 106            | 0,254                  | 0,09  | 0,307 |           |
| 16B          | "  | "  | "              | 596            | "              | "                      | "     | "     |           |
| 16C          | "  | "  | "              | 496            | "              | "                      | "     | "     |           |
| 16D          | "  | "  | "              | 298            | "              | "                      | "     | "     |           |
| 16E          | "  | "  | "              | 100            | "              | "                      | "     | "     |           |
| 16F          | "  | "  | "              | 0              | 0              | "                      | "     | "     |           |

(1) A excepción de cuando se indica lo contrario, longitud de la zona 1 = 420 de la tira en la zona 1 = 1660 mm + velocidad de la cadena de producción (m) Longitud de la zona 2 = 1,52 metros (Longitud de electrodo simple y un tic la cadena de producción x 60.

Solamente se emplearon 2 pasos en la zona 1

(3) Se dió una pasada de electrodeposición a la parte superior de la tira y dos

(4) Debido a la variación en los parámetros de operación inherentes al cambio de la velocidad de la cadena de producción, densidad de la corriente en la mente. zona

TABLA 9 (continuación)

| en segun-<br>1) | Culombios / 9,29 cm <sup>2</sup> |                     |                     |                     | Grande         |      |      |                  |       |      |      |
|-----------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|------|------|------------------|-------|------|------|
|                 | Zona 1                           |                     | Zona 2              |                     | Metal          |      |      |                  |       |      |      |
|                 | Parte su-<br>perior              | Parte in-<br>ferior | Parte su-<br>perior | Parte in-<br>ferior | Parte superior |      |      | Término<br>medio | Parte |      |      |
| T2              | T                                |                     |                     |                     |                | E    | C    | S                |       | E    | C    |
|                 |                                  | Término medio       |                     | Término medio       |                |      |      |                  |       |      |      |
| ,375            |                                  | 249                 |                     | 38                  |                | 3,5  | 3,4  | 4,0              | 3,6   | 5,1  | 4,4  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 3,2  | 3,6  | 3,7              | 3,5   | 4,5  | 4,2  |
| "               |                                  | "                   | 2                   | "                   |                | 4,0  | 3,6  | 3,8              | 3,8   | 4,4  | 4,1  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 3,3  | 3,5  | 3,8              | 3,5   | 4,4  | 4,3  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 3,4  | 4,1  | 4,2              | 3,9   | 4,4  | 4,7  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 3,1  | 3,5  | 3,7              | 3,4   | 4,4  | 4,5  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 3,3  | 3,5  | 3,4              | 3,4   | 4,4  | 4,0  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 3,5  | 3,6  | 3,5              | 3,5   | 4,4  | 4,1  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 3,3  | 3,6  | 3,8              | 3,6   | 4,4  | 4,3  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 4,2  | 4,6  | 4,3              | 4,4   | 4,4  | 4,3  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 4,1  | 4,4  | 4,4              | 4,3   | 5,0  | 4,7  |
| ,0              |                                  | 652                 |                     | 103                 |                | 16,4 | 17,1 | 15,2             | 16,6  | 17,4 | 17,1 |
| ,375            |                                  | 249                 |                     | 38                  |                | 3,8  | 3,8  | 3,9              | 3,8   | 4,2  | 4,6  |
| ,0              |                                  | 652                 |                     | 103                 |                | 18,1 | 15,8 | 17,0             | 17,0  | 17,9 | 16,8 |
| ,370            |                                  | 245                 |                     | 38                  |                | 4,5  | 4,6  | 4,6              | 4,6   | 5,0  | 4,9  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 4,8  | 6,0  | 4,3              | 5,0   | 4,7  | 5,9  |
| ,372            |                                  | 248                 |                     | 39                  |                | 7,6  | 7,7  | 7,4              | 7,6   | 8,4  | 8,0  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 4,8  | 4,6  | 4,0              | 4,5   | 4,6  | 4,6  |
| "               |                                  | "                   |                     | "                   |                | 8,0  | 8,4  | 8,2              | 8,2   | 8,6  | 8,6  |
| ,09             | 0,307                            | 207                 | 207                 | 72                  | 33             | 4,7  | 5,1  | 5,4              | 5,1   | 5,5  | 5,5  |
| "               | "                                | "                   | "                   | 54                  | "              | 4,4  | 4,9  | 5,1              | 4,8   | 4,3  | 4,4  |
| "               | "                                | "                   | "                   | 45                  | "              | 4,4  | 4,7  | 4,9              | 4,7   | 4,3  | 4,4  |
| "               | "                                | "                   | "                   | 27                  | "              | 4,0  | 4,5  | 4,6              | 4,4   | 4,4  | 4,3  |
| "               | "                                | "                   | "                   | 10                  | "              | 4,1  | 4,4  | 4,6              | 4,4   | 4,4  | 4,4  |
| "               | "                                | "                   | "                   | 0                   | 0              | 4,1  | 4,3  | 4,7              | 4,4   | 4,5  | 4,4  |

a zona 1 = 420 mm/electrodo x 3 electrodo = 1260 mm, y tiempo de residencia (segun de producción simple y un (metros por minuto) x 60 segundos/minuto. tiempo de residencia de la tira en la zona 2 = 1,52 metros + velocidad

de la tira y dos pasadas a la parte inferior.

ntes al cambio de velocidad del rollo durante el experimento, los valores indicados p riente en la zona 1, tiempos t1 y t2 y culombios/cm2 (ambas zonas) son aproximados a

-42-c

| Cromo, mg/     |      | 9,29 cm <sup>2</sup> |               | Oxido          |     |     |               |                |     |     |               | Eficacia       |
|----------------|------|----------------------|---------------|----------------|-----|-----|---------------|----------------|-----|-----|---------------|----------------|
| Metal          |      |                      |               | trocepos       |     |     |               |                |     |     |               |                |
| Parte inferior |      |                      |               | Parte superior |     |     |               | Parte inferior |     |     |               |                |
| E              | C    | E                    | Término medio | E              | C   | E   | Término medio | E              | C   | E   | Término medio | Parte superior |
| 5,1            | 4,4  | 3,0                  | 4,5           | 1,0            | 1,2 | 1,3 | 1,2           | 1,1            | 1,0 | 1,1 | 1,1           | Término        |
| 4,5            | 4,2  | 3,7                  | 4,1           | 0,7            | 1,3 | 1,2 | 1,1           | 1,0            | 1,1 | 1,1 | 1,1           | 17             |
| 4,3            | 4,1  | 4,1                  | 3,8           | 0,9            | 1,0 | 1,0 | 1,0           | 0,8            | 1,2 | 1,1 | 1,1           | 17             |
| 4,7            | 4,3  | 3,9                  | 4,3           | 0,8            | 1,0 | 1,0 | 0,9           | 0,8            | 1,2 | 1,1 | 1,1           | 17             |
| 4,7            | 4,7  | 4,4                  | 4,5           | 0,9            | 0,8 | 0,8 | 0,8           | 0,7            | 1,1 | 1,0 | 1,0           | 18             |
| 4,3            | 4,5  | 4,4                  | 4,4           | 0,9            | 1,0 | 1,0 | 0,9           | 0,7            | 0,9 | 0,9 | 0,8           | 17             |
| 4,2            | 4,0  | 4,4                  | 4,1           | 0,9            | 1,0 | 1,0 | 1,0           | 0,6            | 0,6 | 0,9 | 0,7           | 17             |
| 4,9            | 4,1  | 4,5                  | 4,3           | 1,0            | 1,1 | 1,1 | 1,1           | 0,6            | 0,8 | 0,7 | 0,7           | 17             |
| 4,5            | 4,3  | 4,5                  | 4,6           | 1,0            | 1,0 | 1,0 | 1,0           | 0,7            | 0,7 | 0,8 | 0,7           | 18             |
| 4,0            | 4,3  | 4,4                  | 4,4           | 1,1            | 1,0 | 1,0 | 1,0           | 0,8            | 0,7 | 0,9 | 0,8           | 19             |
| 4,7            | 4,7  | 4,7                  | 4,8           | 0,8            | 0,8 | 0,7 | 0,8           | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 20             |
| 17,4           | 17,1 | 17,6                 | 17,4          | 2,3            | 2,2 | 2,2 | 2,2           | 1,9            | 1,6 | 2,5 | 2,0           | 28             |
| 17,2           | 14,6 | 15,2                 | 15,0          | 0,5            | 0,4 | 0,4 | 0,5           | 0,5            | 0,8 | 0,8 | 0,7           | 19             |
| 17,0           | 16,0 | 17,0                 | 17,5          | 2,4            | 2,7 | 2,8 | 2,6           | 1,5            | 2,1 | 3,2 | 2,3           | 28             |
| 4,7            | 4,9  | 4,4                  | 4,8           | 0,8            | 0,8 | 0,6 | 0,7           | 0,7            | 0,6 | 0,5 | 0,6           | 21             |
| 4,4            | 4,5  | 4,4                  | 5,2           | 0,8            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,8            | 0,6 | 0,5 | 0,6           | 23             |
| 4,6            | 4,8  | 4,8                  | 8,4           | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 1,0            | 0,7 | 0,6 | 0,8           |                |
| 4,6            | 4,7  | 4,7                  | 4,6           | 0,6            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 0,7            | 0,7 | 0,6 | 0,7           | 20             |
| 4,6            | 4,9  | 4,2                  | 9,5           | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,7            | 0,6 | 0,5 | 0,6           |                |
| 4,5            | 4,6  | 4,8                  | 4,0           | 1,6            | 1,8 | 1,2 | 1,5           | 0,7            | 0,7 | 0,7 | 0,7           | 20,6           |
| 4,3            | 4,4  | 4,4                  | 4,4           | 1,6            | 1,7 | 1,4 | 1,6           | 0,8            | 0,6 | 0,8 | 0,7           | 20,8           |
| 4,3            | 4,4  | 4,4                  | 4,4           | 1,6            | 1,5 | 1,2 | 1,4           | 0,7            | 0,7 | 0,8 | 0,7           | 21,0           |
| 4,4            | 4,3  | 4,5                  | 4,4           | 0,7            | 0,7 | 1,0 | 0,8           | 0,7            | 0,6 | 0,8 | 0,7           | 21,1           |
| 4,4            | 4,4  | 4,4                  | 4,4           | 0,6            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 0,7            | 0,8 | 0,7 | 0,7           | 22,5           |
| 4,5            | 4,4  | 4,4                  | 4,4           | 0,7            | 0,7 | 0,6 | 0,7           | 1,0            | 0,9 | 0,9 | 0,9           | 23,6           |

ncia (segundos)

+ velocidad de

ndicados para  
proximados sola



| Eficacia de deposición |                | Apariencia     |                |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Parte superior         | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior |
| Termino medio          |                |                |                |
| 17,0                   |                | Incolora       | Incolora       |
| 17,0                   |                | "              | "              |
| 17,8                   |                | "              | "              |
| 17,0                   |                | "              | "              |
| 18,7                   |                | "              | "              |
| 17,4                   |                | "              | "              |
| 17,0                   |                | "              | "              |
| 17,4                   |                | "              | "              |
| 18,3                   |                | "              | "              |
| 19,6                   |                | "              | "              |
| 20,5                   |                | "              | "              |
| 28,1                   |                | Incolora       |                |
| 19,6                   |                |                |                |
| 28,8                   |                |                |                |
| 21,3                   |                | Incolora       | Incolora       |
| 23,1                   |                | "              | "              |
|                        |                | "              | "              |
| 20,5                   |                | "              | "              |
| ,6                     | 21,4           | Opaco marrón   | "              |
| ,8                     | 23,6           |                | "              |
| ,0                     | 23,6           |                | "              |
| ,1                     | 23,6           | Muy opaco      | "              |
| ,5                     | 23,6           | Incolora       | "              |
| ,6                     | 23,6           | "              | "              |

26 MAYO 1969

Los datos de la tabla 9 confirman la capacidad que tiene el procedimiento del invento para producir, con una elevada eficacia de electrodeposición, depósitos de cromo protectores de capa continua, v.g., de 3,5 ó 4 a 8 ó 9 mg/9,29 dm<sup>2</sup>, junto con una película de óxido de cromo hidratado del orden del 0,5 a 1,5 mg Cr<sup>+++</sup>/9,29 dm<sup>2</sup>, dentro de la última gama de velocidades de la cadena de producción y con densidades de corriente en la zona 1 de 500 amps/9,29 dm<sup>2</sup> ó superiores, y una densidad de corriente en la zona 2 de aproximadamente 100 amps/9,29 dm<sup>2</sup>.

En la serie de pruebas 6A-6F de la tabla 9, se aplicaron densidades de corriente variable en la zona 2 de 0 a 795 amps/9,29 dm<sup>2</sup> en un lado de la tira, y se puede ver por los datos de la tabla 9 que las densidades de corriente en la zona 2 de 298 amps/9,29 dm<sup>2</sup> y superiores dieron por resultado gruesos depósitos de óxido (superiores a 1,5 mg Cr<sup>+++</sup>/9,29 dm<sup>2</sup>) con la consiguiente decoloración del producto.

El rollo 13, que comprendía las pruebas Nos. 13H (cabeza del rollo), 13C (Centro del rollo) y 13T (Cola del rollo), mostraron depósitos de óxido grueso (superiores a 2 mg Cr<sup>+++</sup>/9,29 dm<sup>2</sup>) en las partes de aminoramiento de velocidad del rollo (13H y 13C), producidos por densidades de corriente muy elevadas (de por lo menos 800 amps/9,29 dm<sup>2</sup> aproximadamente) a baja velocidad de la cadena de producción (aproximadamente 90 metros por minuto), con el consiguiente resquebrajamiento del producto.

La tabla 10 expone los resultados de las determinaciones de las propiedades de los productos de la tabla 9.



T A B L A 10

| No. de rollo | Cromo, mg/9,29 dm <sup>2</sup> (mármol me-<br>dio) (1) |                     | Óxido               |                     | Acherencia del<br>proceso de es-<br>malte (2) |                     | Prueba del ácido<br>citríco, anchu-<br>ra, mm. |                     | Prueba del óxido<br>en pilas (3) |                     | Prueba de almace-<br>namiento en humedad (4) |                     |
|--------------|--|---------------------|---------------------|---------------------|---|---------------------|--|---------------------|----------------------------------|---------------------|--|---------------------|
|              | Metal<br>Parte su-<br>perior                           | Parte in-<br>ferior | Parte su-<br>perior | Parte in-<br>ferior | Parte su-<br>perior                           | Parte in-<br>ferior | Parte su-<br>perior                            | Parte in-<br>ferior | Parte su-<br>perior              | Parte in-<br>ferior | Parte su-<br>perior                          | Parte in-<br>ferior |
| 3A           | 13,6   | 17,1                | 0,6                 | 0,6                 | 1   | 0                   | 0,1  | 0                   | 0                                | 8                   | 4  |                     |
| 3A           | 13,5   | 16,7                | 0,6                 | 0,6                 | 2   | 0                   | "  | "                   | "                                | 9                   | 5  |                     |
| 3C           | 13,6   | 19,4                | 0,5                 | 0,7                 | 1   | 1                   | "  | "                   | "                                | 9                   | 5  |                     |
| 3D           | 13,2   | 15,7                | 0,7                 | 0,7                 | 1   | 1                   | "  | "                   | "                                | 9                   | 5  |                     |
| 3E           | 4,7  | 7,0                 | 0,7                 | 0,7                 | 1   | 1                   | "  | "                   | "                                | 9                   | 5  |                     |
| 4H           | 4,9  | 5,4                 | 0,6                 | 0,6                 | 2   | 2                   | "  | "                   | "                                | 7                   | 3  |                     |
| 4T           | 4,6  | 4,6                 | 0,6                 | 0,6                 | 1   | 0                   | "  | "                   | "                                | 3                   | 2  |                     |
| 5F           | 4,5  | 4,5                 | 0,6                 | 0,6                 | 0   | 0                   | "  | "                   | "                                | 7                   | 2  |                     |
| 5T           | 4,6  | 4,6                 | 0,6                 | 0,6                 | 1   | 0                   | "  | "                   | "                                | 4                   | 1  |                     |
| 6A           | 4,5  | 4,8                 | 0,7                 | 0,6                 | 0   | 0                   | "  | "                   | "                                | 3                   | 1  |                     |
| 6B           | 4,2  | 4,9                 | 0,6                 | 0,7                 | 0   | 1                   | "  | "                   | "                                | 4                   | 2  |                     |
| 6C           | 4,2  | 4,9                 | 0,6                 | 0,6                 | 1   | 0                   | "  | "                   | "                                | 4                   | 2  |                     |
| 6D           | 4,4  | 4,9                 | 0,7                 | 0,6                 | 0   | 1                   | "  | "                   | "                                | 4                   | 2  |                     |
| 6E           | 4,5  | 5,0                 | 0,4                 | 0,5                 | 1   | 1                   | "  | "                   | "                                | 1                   | 1  |                     |
| 6F           | 4,4  | 4,6                 | 0,5                 | 0,6                 | 0   | 1                   | "  | "                   | "                                | 1                   | 1  |                     |
| 6G           | 4,3  | 4,9                 | 0,6                 | 0,6                 | 1   | 0                   | "  | "                   | "                                | 1                   | 1  |                     |
| 6H           | 4,4  | 4,8                 | 0,6                 | 0,6                 | 2   | 1                   | "  | "                   | "                                | 1                   | 1  |                     |
| 6I           | 4,5  | 4,7                 | 0,6                 | 0,7                 | 2   | 1                   | "  | "                   | "                                | 1                   | 1  |                     |
| 7H           | 6,2  | 7,3                 | 0,7                 | 0,6                 | 1   | 0                   | "  | "                   | "                                | 3                   | 1  |                     |
| 7T           | 4,2  | 4,5                 | 0,7                 | 0,6                 | 2   | 1                   | "  | "                   | "                                | 0                   | 1  |                     |
| 8T-1         | 4,3  | 4,6                 | 0,6                 | 0,5                 | 1   | 0                   | "  | "                   | "                                | 0                   | 1  |                     |
| 8T-2         | 4,0  | 4,5                 | 0,7                 | 0,6                 | 0   | 0                   | "  | "                   | "                                | 3                   | 4  |                     |
| 9H           | 4,0  | 3,8                 | 0,9                 | 1,0                 | 1   | 0                   | 0,2  | 0,1                 | "                                | 3                   | 5  |                     |
| 9T           | 3,6  | 4,1                 | 0,6                 | 0,8                 | 0   | 0                   | 0,1  | 0,1                 | "                                | 2                   | 4  |                     |
| 10H          | 4,4  | 4,9                 | 0,8                 | 0,7                 | 0   | 0                   | "  | "                   | "                                | 2                   | 3  |                     |
| 10T          | 4,2  | 4,3                 | 0,8                 | 0,8                 | 2   | 1                   | 0,1  | 0,1                 | "                                | 3                   | 8  |                     |
| 11A          | 4,5  | 4,5                 | 1,2                 | 1,1                 | 1   | 1                   | 0,4  | 0,2                 | 0                                | 3                   | 5  |                     |
| 11B          | 3,5  | 4,1                 | 1,1                 | 1,1                 | 1   | 1                   | 0,2  | 0,2                 | "                                | 4                   | 4  |                     |
| 11C          | 3,3  | 3,8                 | 1,0                 | 1,1                 | 0   | 1                   | 0,2  | 0,2                 | "                                | 4                   | 4  |                     |
| 11D          | 3,3  | 4,3                 | 0,9                 | 1,0                 | 1   | 0                   | 0,1  | 0,1                 | "                                | 6                   | 3  |                     |
| 11E          | 3,9  | 4,5                 | 0,8                 | 0,8                 | 0   | 0                   | 0,1  | 0,1                 | "                                | 3                   | 3  |                     |
| 11F          | 3,4  | 4,4                 | 0,9                 | 0,9                 | 0   | 0                   | 0,1  | 0,1                 | "                                | 3                   | 3  |                     |
| 11G          | 3,4  | 4,1                 | 1,0                 | 0,7                 | 0   | 0                   | "  | "                   | "                                | 1                   | 1  |                     |
| 11H          | 3,3  | 4,3                 | 1,1                 | 0,7                 | 0   | 0                   | "  | "                   | "                                | 1                   | 1  |                     |
| 11I          | 3,3  | 4,4                 | 1,1                 | 0,7                 | 0   | 0                   | "  | "                   | "                                | 1                   | 1  |                     |

T A B L A 10

| No. de rollo | Cromo, mg/9,29 dm <sup>2</sup> (Término medio) (1) |                 |                 |                 | Aderencia del proceso de esmalte (2) |                 | Pruef citri ra, n |
|--------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------|
|              | Metal  |                 | Oxido           |                 | Parte su perior                      | Parte in ferior |                   |
|              | Parte su perior                                    | Parte in ferior | Parte su perior | Parte in ferior |                                      |                 | Parte su perior   |
| 3A           | 13,6   | 17,1            | 0,6             | 0,6             | 1                                    | 0               | 0,1               |
| 3A           | 13,5   | 16,7            | 0,6             | 0,6             | 2                                    | 0               | "                 |
| 3C           | 6,6  | 9,4             | 0,5             | 0,7             | 2                                    | 1               | "                 |
| 3D           | 13,2   | 15,7            | 0,7             | 0,7             | 1                                    | 0               | "                 |
| 3E           | 4,7  | 7,0             | 0,7             | 0,7             | 1                                    | 1               | "                 |
| 4H           | 4,9  | 5,4             | 0,6             | 0,6             | 2                                    | 2               | "                 |
| 4T           | 4,6  | 4,6             | 0,6             | 0,6             | 1                                    | 0               | "                 |
| 5E           | 4,5  | 4,5             | 0,6             | 0,6             | 0                                    | 0               | "                 |
| 5T           | 4,6  | 4,6             | 0,6             | 0,6             | 1                                    | 0               | "                 |
| 6A           | 4,5  | 4,8             | 0,7             | 0,6             | 0                                    | 0               | "                 |
| 6B           | 4,2  | 4,9             | 0,6             | 0,7             | 0                                    | 1               | "                 |
| 6C           | 4,6  | 4,9             | 0,6             | 0,6             | 1                                    | 1               | "                 |
| 6D           | 4,7  | 4,9             | 0,7             | 0,6             | 0                                    | 0               | "                 |
| 6E           | 4,5  | 5,0             | 0,4             | 0,5             | 1                                    | 1               | "                 |
| 6F           | 4,5  | 4,6             | 0,6             | 0,6             | 0                                    | 1               | "                 |
| 6G           | 4,5  | 4,9             | 0,5             | 0,6             | 1                                    | 0               | "                 |
| 6H           | 4,4  | 4,8             | 0,6             | 0,6             | 2                                    | 2               | "                 |
| 6I           | 4,5  | 4,7             | 0,6             | 0,7             | 2                                    | 1               | "                 |
| 7H           | 6,2  | 7,3             | 0,7             | 0,6             | 1                                    | 0               | "                 |
| 7T           | 4,2  | 4,5             | 0,7             | 0,6             | 2                                    | 1               | "                 |
| 8T-1         | 4,3  | 4,6             | 0,6             | 0,5             | 1                                    | 0               | "                 |
| 8T-2         | 4,0  | 4,5             | 0,7             | 0,6             | 0                                    | 0               | "                 |
| 9H           | 4,0  | 3,8             | 0,6             | 0,8             | 1                                    | 0               | "                 |
| 9T           | 3,6  | 4,1             | 0,9             | 1,0             | 0                                    | 0               | "                 |
| 10H          | 4,4  | 4,9             | 0,8             | 0,7             | 0                                    | 0               | "                 |
| 10T          | 4,2  | 4,3             | 0,8             | 0,8             | 2                                    | 0               | 0,1               |
| 11A          | 3,6  | 4,5             | 1,2             | 1,1             | 1                                    | 0               | 0,2               |
| 11B          | 3,5  | 4,1             | 1,1             | 1,1             | 1                                    | 0               | 0,2               |
| 11C          | 3,8  | 3,8             | 1,0             | 1,1             | 0                                    | 0               | 0,2               |
| 11D          | 3,5  | 4,3             | 0,9             | 1,0             | 1                                    | 0               | 1,1               |
| 11E          | 3,9  | 4,5             | 0,8             | 0,9             | 0                                    | 0               | 0,1               |
| 11F          | 3,4  | 4,4             | 0,9             | 0,8             | 0                                    | 0               | "                 |
| 11G          | 3,4  | 4,1             | 1,0             | 0,7             | 0                                    | 0               | "                 |
| 11H          | 3,5  | 4,3             | 1,1             | 0,7             | 0                                    | 0               | "                 |
| 11I          | 3,6  | 4,6             | 1,0             | 0,7             | 0                                    | 0               | "                 |

-44- Pcs



10

| a del<br>e es-<br>) | Prueba del ácido<br>citríco, anchu-<br>ra, mm. |                     | Prueba del óxido<br>en almacenamiento<br>en pilas (3)<br>(26 días) |                     | Prueba de almacena-<br>miento en humedad (4)<br>(26 días) |                     |
|---------------------|--|---------------------|--|---------------------|---|---------------------|
|                     | Parte su-<br>perior                            | Parte in-<br>ferior | Parte su-<br>perior  | Parte in-<br>ferior | Parte su-<br>perior                                       | Parte in-<br>ferior |
| 0                   | 0,1  | 0,1                 | 0  | 0                   | 8   | 4                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 8   | 5                   |
| 1                   | "  | "                   | "  | "                   | 9   | 5                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 9   | 4                   |
| 1                   | "  | "                   | "  | "                   | 9   | 5                   |
| 2                   | "  | "                   | "  | "                   | 7   | 3                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 2                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 7   | 2                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 4   | 1                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 1                   |
| 1                   | "  | "                   | "  | "                   | 4   | 2                   |
| 1                   | "  | "                   | "  | "                   | 4   | 2                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 2   | 4                   |
| 1                   | "  | "                   | "  | "                   | 1   | 3                   |
| 1                   | "  | "                   | "  | "                   | 1   | 2                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 1   | 2                   |
| 2                   | "  | "                   | "  | "                   | 1   | 2                   |
| 1                   | "  | "                   | "  | "                   | 1   | 6                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 1                   |
| 1                   | "  | "                   | "  | "                   | 1   | 0                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 0   | 0                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 1   | 1                   |
| 0                   | "  | 0,2                 | "  | "                   | 3   | 3                   |
| 0                   | "  | 0,1                 | "  | "                   | 5   | 4                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 2   | 1                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 2                   |
| 0                   | 0,1  | 0,1                 | 0  | 0                   | 8   | 5                   |
| 0                   | 0,2  | 0,4                 | "  | "                   | 9   | 4                   |
| 0                   | 0,2  | 0,2                 | "  | "                   | 9   | 4                   |
| 0                   | 0,2  | 0,2                 | "  | "                   | 6   | 4                   |
| 0                   | 1,1  | 0,2                 | "  | "                   | 6   | 4                   |
| 0                   | 0,1  | 0,1                 | "  | "                   | 3   | 2                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 1                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 1                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 1                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 1                   |
| 0                   | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 1                   |

- 45- B-3



TABLA 10 (Continuación)

| No. de rollo | Cromo, mg/9,29 cm <sup>2</sup> (Término medio) (1) |                | Óxido          |                | Adherencia del proceso de esmalte (2) | Prueba del ácido cítrico, anchura, mm. |                | Prueba del óxido en pilas (3) (26 días) |                | Prueba de almacenamiento en humedad (4) (26 días) |                |
|--------------|--|----------------|----------------|----------------|---------------------------------------|--|----------------|---|----------------|---|----------------|
|              | Parte superior                                     | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior |                                       | Parte superior                         | Parte inferior | Parte superior                          | Parte inferior | Parte superior                                    | Parte inferior |
| 12H          | 4,4  | 4,4            | 1,0            | 0,8            | 0                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 5   | 2              |
| 12T          | 4,3  | 4,8            | 0,8            | 0,7            | 1                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 5   | 2              |
| 13H          | 16,6   | 17,4           | 2,2            | 2,0            | 0                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 1   | 0              |
| 13C          | 3,8  | 5,0            | 0,5            | 0,7            | 0                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 1   | 1              |
| 13T          | 17,0   | 17,5           | 2,6            | 2,3            | 3                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 5   | 1              |
| 14H          | 4,6  | 4,8            | 0,7            | 0,6            | 0                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 3   | 1              |
| 14T          | 5,0  | 5,2            | 0,7            | 0,6            | 0                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 3   | 1              |
| 15H          | 7,6  | 8,4            | 0,6            | 0,8            | 1                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 3   | 2              |
| 15C          | 4,5  | 4,6            | 0,7            | 0,7            | 1                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 3   | 2              |
| 15T          | 8,2  | 9,5            | 0,6            | 0,6            | 1                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 2   | 1              |
| 16A          | 5,1  | 4,0            | 1,5            | 0,7            | 2                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 5   | 2              |
| 16B          | 4,8  | 4,4            | 1,6            | 0,7            | 0                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 4   | 2              |
| 16C          | 4,7  | 4,4            | 1,4            | 0,7            | 1                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 5   | 2              |
| 16D          | 4,4  | 4,4            | 0,8            | 0,7            | 1                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 6   | 3              |
| 16E          | 4,4  | 4,4            | 0,8            | 0,7            | 1                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 7   | 3              |
| 16F          | 4,4  | 4,4            | 0,7            | 0,9            | 2                                     | "                                      | "              | "                                       | "              | 5   | 4              |

(1) el óxido se determinó como mg Cr<sup>+++</sup>/9,29 cm<sup>2</sup>

(2) 0 = Sin desprendimiento del esmalte;

10 = total desaparición del esmalte

(3) 0 = Sin oxidación; 10 = gran oxidación.

TABLA 10 (Continuación)

| No. de rollo | Cromo, mg/9,29 cm <sup>2</sup> (Término medio) (1) |                 |                 |                 | Adherencia del proceso de esmalte (2) |                 | Prue cita, ra, Part peri |
|--------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|--------------------------|
|              | Metal  |                 | Oxido           |                 | Parte su perior                       | Parte in ferior |                          |
|              | Parte su perior                                    | Parte in ferior | Parte su perior | Parte in ferior |                                       |                 |                          |
| 12H          | 4,4  | 4,4             | 1,0             | 0,8             | 0                                     | 0               | "                        |
| 12T          | 4,3  | 4,8             | 0,8             | 0,7             | 1                                     | 0               | "                        |
| 13H          | 16,6   | 17,4            | 2,2             | 2,0             | 0                                     | 0               | "                        |
| 13C          | 3,8  | 5,0             | 0,5             | 0,7             | 0                                     | 0               | "                        |
| 13T          | 17,0   | 17,5            | 2,6             | 2,3             | 3                                     | 1               | "                        |
| 14H          | 4,6  | 4,8             | 0,7             | 0,6             | 0                                     | 0               | "                        |
| 14T          | 5,0  | 5,2             | 0,7             | 0,6             | 0                                     | 0               | "                        |
| 15H          | 7,6  | 8,4             | 0,6             | 0,8             | 1                                     | 0               | "                        |
| 15C          | 4,5  | 4,6             | 0,7             | 0,7             | 1                                     | 0               | "                        |
| 15T          | 8,2  | 9,5             | 0,6             | 0,6             | 1                                     | 0               | "                        |
| 16A          | 5,1  | 4,0             | 1,5             | 0,7             | 2                                     | 0               | "                        |
| 16B          | 4,8  | 4,4             | 1,6             | 0,7             | 0                                     | 1               | "                        |
| 16C          | 4,7  | 4,4             | 1,4             | 0,7             | 1                                     | 1               | "                        |
| 16D          | 4,4  | 4,4             | 0,8             | 0,7             | 1                                     | 1               | "                        |
| 16E          | 4,4  | 4,4             | 0,6             | 0,7             | 2                                     | 0               | "                        |
| 16F          | 4,4  | 4,4             | 0,7             | 0,9             | 2                                     | 1               | "                        |

(1) el óxido se determinó como mg Cr<sup>+++</sup>/9,29 cm<sup>2</sup>

(2) 0 = Sin desprendimiento del esmalte;  
10 = total desaparición del esmalte

(3) 0 = Sin oxidación; 10 = gran oxidación.

- 45 - Bis



| Categoría del de es-<br>2) | Prueba del ácido<br>citrónico, anchu-<br>ra, mm. |                     | Prueba del óxido<br>en almacenamiento<br>en pilas (3)<br>(26 días) |                     | Prueba de almacena-<br>miento en humedad (4)<br>(26 días) |                   |
|----------------------------|--|---------------------|--|---------------------|---|-------------------|
|                            | Parte su-<br>perior                              | Parte in-<br>ferior | Parte su-<br>perior  | Parte in-<br>ferior | Parte su-<br>perior                                       | Parte<br>inferior |
| 0                          | "  | "                   | "  | "                   | 5   | 2                 |
| 0                          | "  | "                   | "  | "                   | 5   | 2                 |
| 0                          | "  | "                   | "  | "                   | 1   | 0                 |
| 0                          | "  | "                   | "  | "                   | 1   | 1                 |
| 1                          | "  | "                   | "  | "                   | 5   | 1                 |
| 0                          | "  | "                   | "  | "                   | 2   | 1                 |
| 0                          | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 1                 |
| 0                          | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 2                 |
| 0                          | "  | "                   | "  | "                   | 3   | 2                 |
| 0                          | "  | "                   | "  | "                   | 2   | 1                 |
| 0                          | "  | "                   | "  | "                   | 5   | 2                 |
| 1                          | "  | "                   | "  | "                   | 4   | 2                 |
| 1                          | "  | "                   | "  | "                   | 5   | 3                 |
| 1                          | "  | "                   | "  | "                   | 6   | 2                 |
| 0                          | "  | "                   | "  | "                   | 7   | 3                 |
| 1                          | "  | "                   | "  | "                   | 5   | 4                 |



La protección generalmente excelente proporcionada por el tratamiento del invento en los productos de la tabla 9 es fácilmente observable en los datos de la tabla 10.

La tabla 11 expone ciertas pruebas adicionales reali-

5. zadas a gran escala, series P1-P12, en las que, a velocidades de la cadena de producción de 150 y 240 metros por minuto, y densidades de corriente en la zona 1 de 500 y 800 amps/9,29 dm<sup>2</sup>, respectivamente, se varió la densidad de corriente de la zona 2 de 0 a 100 amps/9,29 dm<sup>2</sup> y, en incrementos de
10. 25 amps/9,29 dm<sup>2</sup> entre 100 y 200 amps/9,29 dm<sup>2</sup>. La tabla 11 expone también una serie adicional, 2A-2E-2I en la que se empleó un electrolito que contenía 61,7 gr/l de CrO<sub>3</sub>, junto con 0,79 g/l de ión sulfato y 0,60 g/l de ión fluoruro (habiéndose realizado todas las pruebas anteriores a escala industrial con un electrolito similar que contenía aproximadamente 50 g/l de CrO<sub>3</sub> y aproximadamente de 0,9 a 1,0 g/l de ión sulfato.
- 15.

T A B L A 11

| No. de rollo | Velocidad de la cadena de producción, metro por minuto | Densidad de corriente por término medio, exp/9,29 dm <sup>2</sup> |                | Tiempo en segundos (1) |                | Culombios/cm <sup>2</sup> |                | Cromo, mg/9,29 |                |                |     |     |                |     |     |     |     |
|--------------|--|---|----------------|------------------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|-----|
|              |  | Zona 1  |                | Zona 2                 |                | Zona 1                    |                | Zona 2         |                | Parte superior |     |     | Parte inferior |     |     |     |     |
|              |  | Parte superior  | Parte inferior | Parte superior         | Parte inferior | Parte superior            | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior | E              | C   | M   | E              | C   | M   |     |     |
| P1           | 150  | 520   | 490            | 0                      | 0              | 261                       | 243            | 0              | 0              | 4,8            | 4,6 | 4,6 | 4,7            | 3,7 | 3,6 | 4,6 | 4,0 |
| P2           | "  | "   | "              | 100                    | 100            | "                         | "              | 60             | 60             | 4,4            | 4,1 | 4,0 | 4,2            | 4,5 | 4,3 | 4,3 | 4,4 |
| P3           | "  | 517   | 517            | 125                    | 125            | 254                       | 254            | 75             | 75             | 4,6            | 3,9 | 3,9 | 4,1            | 4,3 | 3,9 | 4,2 | 4,1 |
| P4           | "  | "   | "              | 150                    | 150            | "                         | "              | 90             | 90             | 4,0            | 3,9 | 4,5 | 4,1            | 4,1 | 4,1 | 3,9 | 4,1 |
| P5           | "  | "   | "              | 175                    | 175            | "                         | "              | 105            | 105            | 4,4            | 4,0 | 4,1 | 4,2            | 4,1 | 5,9 | 4,9 | 4,4 |
| P6           | "  | "   | "              | 200                    | 180            | "                         | "              | 120            | 108            | 4,4            | 4,1 | 4,1 | 4,2            | 4,2 | 6,3 | 5,1 | 5,2 |
| P7           | 240  | 792   | 808            | 0                      | 0              | 247                       | 252            | 0              | 0              | 5,0            | 4,7 | 4,8 | 4,8            | 4,7 | 4,4 | 5,4 | 4,8 |
| P8           | "  | "   | "              | 100                    | 100            | "                         | "              | 37,5           | 37,5           | 4,8            | 4,4 | 4,7 | 4,6            | 4,7 | 4,6 | 5,2 | 4,8 |
| P9           | "  | "   | "              | 125                    | 125            | "                         | "              | 47             | 47             | 4,8            | 4,5 | 4,5 | 4,6            | 4,4 | 4,5 | 5,1 | 4,7 |
| P10          | "  | 800   | 792            | 150                    | 150            | 247                       | 249            | 56,2           | 56,2           | 4,6            | 4,4 | 4,8 | 4,6            | 4,8 | 4,7 | 4,3 | 4,6 |
| P11          | "  | "   | "              | 175                    | 175            | "                         | "              | 65,7           | 65,7           | 4,8            | 4,6 | 5,6 | 5,0            | 4,8 | 4,5 | 4,2 | 4,5 |
| P12          | "  | "   | "              | 200                    | 200            | "                         | "              | 75             | 75             | 4,5            | 3,7 | 4,6 | 4,3            | 4,6 | 4,5 | 4,3 | 4,5 |

(1) Longitud de la zona 1 = 420 mm x electrodo x 3 electrodo 1260 mm  
 Tiempo de residencia, t1, de la tira en la zona 1 = 1660 mm. + velocidad

Longitud de la zona 2 = 1,52 metros (longitud del electrodo simple)  
 Tiempo de residencia t2, de la tira en la zona 2 = 1,52 m + velocidad

(2) Oxígeno determinado como mg Cr<sup>+3</sup>/9,29 dm<sup>2</sup>

ad de la cadena de producción (metros por minuto) x 60 segundos/minuto.

de la cadena de producción (metros por minuto) x 60



| No. de rollo | Velocidad de la cadena de producción, metro por minuto | Densidad de corriente por término medio, amp/9,29 cm <sup>2</sup> |                |                |                | Tiempo en segundos (1) |       | Parte peric: |
|--------------|--|---|----------------|----------------|----------------|------------------------|-------|--------------|
|              |  | Zona 1  |                | Zona 2         |                | T1                     | T2    |              |
|              |  | Parte superior  | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior |                        |       |              |
| P1           | 150  | 520   | 490            | 0              | 0              | 0,498                  | 0,600 | 261          |
| P2           | "  | "   | "              | 100            | 100            | "                      | "     | "            |
| P3           | "  | 517   | 517            | 125            | 125            | "                      | "     | 254          |
| P4           | "  | "   | "              | 150            | 150            | "                      | "     | "            |
| P5           | "  | "   | "              | 175            | 175            | "                      | "     | "            |
| P6           | "  | "   | "              | 200            | 180            | "                      | "     | "            |
| P7           | 240  | 792   | 808            | 0              | 0              | 0,312                  | 0,375 | 247          |
| P8           | "  | "   | "              | 100            | 100            | "                      | "     | "            |
| P9           | "  | "   | "              | 125            | 125            | "                      | "     | "            |
| P10          | "  | 800   | 792            | 150            | 150            | "                      | "     | 247          |
| P11          | "  | "   | "              | 175            | 175            | "                      | "     | "            |
| P12          | "  | "   | "              | 200            | 200            | "                      | "     | "            |

- (1) Longitud de la zona 1 = 420 mm x electrodo x 3 electrodo 1260 mm  
 Tiempo de residencia, t1, de la tira en la zona 1 = 1660 mm ÷ velocidad
- Longitud de la zona 2 = 1,52 metros (longitud del electrodo simple)  
 Tiempo de residencia t2, de la tira en la zona 2 = 1,52 m ÷ velocidad
- (2) Oxido determinado como mg Cr<sup>+3</sup>/9,29 cm<sup>2</sup>

ad de  
 d de la

T A B L A 11

| término | Tiempo en segundos (1) |       | Culombios/cm <sup>2</sup> |                |                |                | Metal          |     |     |               |
|---------|------------------------|-------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|-----|---------------|
|         |                        |       | Zona 1                    |                | Zona 2         |                | Parte superior |     |     |               |
| zona 2  | T1                     | T2    | Parte superior            | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior | E              | C   | E   | Término medio |
| 0       | 0,498                  | 0,600 | 261                       | 243            | 0              | 0              | 4,8            | 4,6 | 4,6 | 4,7           |
| 100     | "                      | "     | "                         | "              | 60             | 60             | 4,4            | 4,1 | 4,0 | 4,2           |
| 125     | "                      | "     | 254                       | 254            | 75             | 75             | 4,6            | 3,9 | 3,9 | 4,1           |
| 150     | "                      | "     | "                         | "              | 90             | 90             | 4,0            | 3,9 | 4,5 | 4,1           |
| 175     | "                      | "     | "                         | "              | 105            | 105            | 4,4            | 4,0 | 4,1 | 4,2           |
| 180     | "                      | "     | "                         | "              | 120            | 108            | 4,4            | 4,1 | 4,1 | 4,2           |
| 0       | 0,312                  | 0,375 | 247                       | 252            | 0              | 0              | 5,0            | 4,7 | 4,8 | 4,8           |
| 100     | "                      | "     | "                         | "              | 37,5           | 37,5           | 4,8            | 4,4 | 4,7 | 4,6           |
| 125     | "                      | "     | "                         | "              | 47             | 47             | 4,8            | 4,5 | 4,5 | 4,6           |
| 150     | "                      | "     | 247                       | 249            | 56,2           | 56,2           | 4,6            | 4,4 | 4,8 | 4,6           |
| 175     | "                      | "     | "                         | "              | 65,7           | 65,7           | 4,8            | 4,6 | 5,6 | 5,0           |
| 200     | "                      | "     | "                         | "              | 75             | 75             | 4,5            | 3,7 | 4,6 | 4,3           |

x 3 electrodo 1260 mm  
 zona 1 = 1660 mm + velocidad  
 del electrodo simple)  
 zona 2 = 1,52 m + velocidad

ad de la cadena de producción (metros por minuto) x 60 segun  
 d de la cadena de producción (metros por minuto) x 60

| Cromo, mg/9,29 |     |     |               |                |     |     |               |                |     |     |               | dm <sup>2</sup> |     |     |               | Ef<br>el<br>si<br>té<br>di |
|----------------|-----|-----|---------------|----------------|-----|-----|---------------|----------------|-----|-----|---------------|-----------------|-----|-----|---------------|----------------------------|
| Metal          |     |     |               |                |     |     |               | Oxido (2)      |     |     |               |                 |     |     |               |                            |
| Parte superior |     |     |               | Parte inferior |     |     |               | Parte superior |     |     |               | Parte inferior  |     |     |               |                            |
| E              | C   | E   | Término medio | E              | C   | E   | Término medio | E              | C   | E   | Término medio | E               | C   | E   | Término medio |                            |
| 4,8            | 4,6 | 4,6 | 4,7           | 3,7            | 3,6 | 4,6 | 4,0           | 0,6            | 0,6 | 0,7 | 0,6           | 0,9             | 0,6 | 0,5 | 0,7           |                            |
| 4,4            | 4,1 | 4,0 | 4,2           | 4,6            | 4,3 | 4,3 | 4,4           | 0,7            | 0,8 | 0,7 | 0,8           | 1,2             | 0,7 | 0,7 | 0,9           |                            |
| 4,6            | 3,9 | 3,9 | 4,1           | 4,3            | 3,9 | 4,2 | 4,1           | 0,6            | 0,7 | 0,8 | 0,7           | 1,1             | 0,8 | 0,7 | 0,9           |                            |
| 4,0            | 3,9 | 4,5 | 4,1           | 4,1            | 4,1 | 3,9 | 4,1           | 0,9            | 0,8 | 0,9 | 0,9           | 1,4             | 0,7 | 1,0 | 1,0           |                            |
| 4,4            | 4,0 | 4,1 | 4,2           | 4,1            | 5,9 | 4,9 | 4,4           | 1,6            | 1,3 | 1,1 | 1,3           | 1,1             | 4,7 | 1,0 | 2,3           |                            |
| 4,4            | 4,1 | 4,1 | 4,2           | 4,2            | 6,3 | 5,1 | 5,2           | 1,4            | 1,6 | 1,5 | 1,5           | 0,8             | 4,1 | 1,1 | 2,0           |                            |
| 5,0            | 4,7 | 4,8 | 4,8           | 4,7            | 4,4 | 5,4 | 4,8           | 0,6            | 0,7 | 0,5 | 0,6           | 0,5             | 0,6 | 0,8 | 0,6           |                            |
| 4,8            | 4,4 | 4,7 | 4,6           | 4,7            | 4,6 | 5,2 | 4,8           | 0,6            | 0,8 | 0,6 | 0,7           | 0,6             | 0,7 | 0,6 | 0,6           |                            |
| 4,8            | 4,5 | 4,5 | 4,6           | 4,4            | 4,5 | 5,1 | 4,7           | 0,8            | 0,7 | 1,0 | 0,8           | 0,6             | 0,6 | 0,7 | 0,6           |                            |
| 4,6            | 4,4 | 4,8 | 4,6           | 4,8            | 4,7 | 4,3 | 4,6           | 0,7            | 0,7 | 0,8 | 0,7           | 0,7             | 0,5 | 0,7 | 0,7           |                            |
| 4,8            | 4,6 | 5,6 | 5,0           | 4,8            | 4,5 | 4,2 | 4,5           | 0,7            | 0,7 | 0,8 | 0,7           | 0,7             | 0,5 | 0,8 | 0,7           |                            |
| 4,5            | 3,7 | 4,6 | 4,3           | 4,6            | 4,5 | 4,3 | 4,5           | 0,7            | 0,8 | 0,7 | 0,7           | 0,7             | 0,6 | 0,6 | 0,6           |                            |

or minuto) x 60 segundos/minuto.

minuto) x 60

- 47 - C

| óxido (2) |                |     |     |               | Eficacia de electrodeposición por término medio, % | Apariencia     |                                 |
|-----------|----------------|-----|-----|---------------|--|----------------|---------------------------------|
| Cor       | Parte inferior |     |     | Término medio |  | Parte superior | Parte inferior                  |
| número    | E              | C   | E   |               |  |                |                                 |
| ,6        | 0,9            | 0,6 | 0,5 | 0,7           | 18,9   | Incolora       | Incolora                        |
| ,8        | 1,2            | 0,7 | 0,7 | 0,9           | 18,4   | "              | "                               |
| ,7        | 1,1            | 0,8 | 0,7 | 0,9           | 17,9   | "              | Resquebrajadura de color ligero |
| ,9        | 1,4            | 0,7 | 1,0 | 1,0           | 17,9   | "              | "                               |
| ,3        | 1,1            | 4,7 | 1,0 | 2,3           | 20,2   | "              | Igual pero mas ancha            |
| ,5        | 0,8            | 4,1 | 1,1 | 2,0           | 20,5   | "              | "                               |
| ,6        | 0,5            | 0,6 | 0,8 | 0,6           | 21,3   | Incolora       | Incolora                        |
| ,7        | 0,6            | 0,7 | 0,6 | 0,6           | 20,9   | "              | "                               |
| ,8        | 0,6            | 0,6 | 0,7 | 0,6           | 20,4   | "              | "                               |
| ,7        | 0,7            | 0,5 | 0,7 | 0,7           | 20,6   | "              | Resquebrajadura de color ligero |
| ,7        | 0,7            | 0,5 | 0,8 | 0,7           | 21,5   | "              | "                               |
| ,7        | 0,7            | 0,6 | 0,6 | 0,6           | 19,7   | "              | Igual pero mas ancha            |

Tabla 11 (Continuación)

| No. de rollo | Velocidad de la cadena de producción, metro por minuto | Densidad de corriente por término medio, exp/9,23 dm <sup>2</sup> |                | Tiempo en segundos (1) |                | Culombios/dm <sup>2</sup> |                |                |                | Código (%)     |                |                |                |                |                |     |     |
|--------------|--|---|----------------|------------------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|-----|
|              |  | Zona 1  |                | Zona 2                 |                | T1                        |                | T2             |                | Metal          |                | Código (%)     |                |                |                |     |     |
|              |  | Parte superior  | Parte inferior | Parte superior         | Parte inferior | Parte superior            | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior |     |     |
| 2A           | 240  | 817   | 800            | 104                    | 104            | 0,312                     | 0,375          | 254            | 249            | 39             | 39             | 7,1            | 7,1            | 7,1            | 7,1            | 0,6 | 0,6 |
| 2B           | 90   | 375   | 342            | 35                     | 21             | 0,830                     | 1,00           | 316            | 284            | 35             | 21             | 5,7            | 5,0            | 5,3            | 5,3            | 0,5 | 0,5 |
| 2I           | 240  | 825   | 792            | 100                    | 100            | 0,312                     | 0,375          | 257            | 247            | 38             | 38             | 4,7            | 4,3            | 4,5            | 4,5            | 0,6 | 0,6 |

(1) Longitud de la zona 1 = 1660 mm.  
 t1 = 1660 mm + velocidad de línea x 60  
 Longitud de la zona 2 = 1,52 metros  
 t2 = 1,52 metros + velocidad de la cadena de producción x 60.

48- B

-48-C

| Cena 2         | Cena 2, Ms/9.29 cm2 |               |                         |               | Apariencia              |
|----------------|---------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|
|                | Metal               |               | Oxido (%)               |               |                         |
| Parte inferior | Parte superior      | Termino medio | Parte superior inferior | Termino medio | Parte superior inferior |
| 39             | 7,1                 | 7,1           | 0,6                     | 0,7           | Incolora                |
| 21             | 5,7                 | 5,0           | 0,5                     | 0,5           | "                       |
| 38             | 4,7                 | 4,3           | 0,6                     | 0,6           | "                       |

TABLA 11 (Continuación)

| No. de rollo | Velocidad de la cadena de producción, metro por minuto | Densidad de corriente por término medio, amp/9,29 dm <sup>2</sup> |                |                |                | Tiempo en segundos (1) |       | Parte perío |
|--------------|--|---|----------------|----------------|----------------|------------------------|-------|-------------|
|              |  | Zona 1  |                | Zona 2         |                | T1                     | T2    |             |
|              |  | Parte superior  | Parte inferior | Parte superior | Parte inferior |                        |       |             |
| 2A           | 240  | 817   | 800            | 104            | 104            | 0,312                  | 0,375 | 254         |
| 2E           | 90   | 375   | 342            | 35             | 21             | 0,830                  | 1,00  | 316         |
| 2I           | 240  | 825   | 792            | 100            | 100            | 0,312                  | 0,375 | 257         |

(1) Longitud de la zona 1 = 1660 mm.  
 $t_1 = 1660 \text{ mm} \div \text{velocidad de línea} \times 60$

Longitud de la zona 2 = 1,52 metros  
 $t_2 = 1,52 \text{ metros} \div \text{velocidad de la cadena de producción} \times 60.$

7  
TABLA 11 (Continuación)

| Por término |                    | Tiempo en segundos (1) |       | Culombios/cm <sup>2</sup> |                    |                    |                    | Carga              |                    |               |
|-------------|--------------------|------------------------|-------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| Zona 2      |                    |                        |       | Zona 1                    |                    | Zona 2             |                    | Metal              |                    |               |
| su          | Parte in<br>ferior | T1                     | T2    | Parte su<br>perior        | Parte in<br>ferior | Parte su<br>perior | Parte in<br>ferior | Parte su<br>perior | Parte in<br>ferior | Térmi<br>medi |
|             | 104                | 0,342                  | 0,375 | 254                       | 249                | 39                 | 39                 | 7,1                | 7,1                | 7,            |
|             | 21                 | 0,630                  | 1,00  | 316                       | 284                | 35                 | 21                 | 5,7                | 5,0                | 5,            |
|             | 100                | 0,312                  | 0,375 | 257                       | 247                | 38                 | 38                 | 4,7                | 4,3                | 4,            |

60

cadena de producción x 60.

- 48 - B

- 48 - C

| Zona 2         |                | Cromo, mg/9,29 dm <sup>2</sup> |                |               |                |                | Termino medio | Apariencia     |                |
|----------------|----------------|--------------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
|                |                | Metal                          |                |               | Oxido (2)      |                |               |                |                |
| Parte superior | Parte inferior | Parte superior                 | Parte inferior | Termino medio | Parte superior | Parte inferior | Termino medio | Parte superior | Parte inferior |
| 39             | 39             | 7,1                            | 7,1            | 7,1           | 0,6            | 0,7            | 0,7           | Incolora       |                |
| 35             | 21             | 5,7                            | 5,0            | 5,3           | 0,6            | 0,5            | 0,6           | "              |                |
| 38             | 38             | 4,7                            | 4,3            | 4,5           | 0,6            | 0,6            | 0,6           | "              |                |

-48-c

| Cromo, mg/9,29 cm <sup>2</sup> |               |                |                |               | Apariencia     |                |  |
|--------------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|--|
| Total                          |               | Oxido (2)      |                |               |                |                |  |
| Parte inferior                 | Termino medio | Parte superior | Parte inferior | Termino medio | Parte superior | Parte inferior |  |
| 7,1                            | 7,1           | 0,6            | 0,7            | 0,7           | Incolora       |                |  |
| 5,0                            | 5,3           | 0,5            | 0,5            | 0,6           | "              |                |  |
| 4,3                            | 4,5           | 0,6            | 0,6            | 0,6           | "              |                |  |

26 MAYO 1969

- Según se podrá ver fácilmente por los datos de la tabla 11, las densidades de corriente en la zona 2 inferiores a 125 amps/9,29 dm<sup>2</sup> dieron por resultado, en ambas pruebas P1-P6 (150 metros por minuto, densidad de corriente en la zona 2 de 500 amps/9,29 dm<sup>2</sup>), y en las pruebas P7-P12 (240 m por minuto, 800 amps/9,29 dm<sup>2</sup>), una película de óxido de cromo hidratado incolora mientras que las densidades de corrientes más elevadas dieron productos que mostraban al menos algo de coloración.
- 5.
10. Las series P1-P6 demuestran de un modo especial el aumento de peso del óxido de 0,6 ó 0,7 mg Cr<sup>+++</sup>/9,29 dm<sup>2</sup>, a 1,5 ó 2,0 mg Cr<sup>+++</sup>/9,29 dm<sup>2</sup> con un aumento de densidad de corriente en la zona 2 de 0 a 200 amps/9,29 dm<sup>2</sup>, y la especial criticalidad, bis a bis del peso del óxido, de una limitación de la densidad de corriente de la zona 2 de aproximadamente 125 amps/9,29 dm<sup>2</sup>.
- 15.
20. Según indican las series 2A-2E-2I de la tabla 11, una concentración de electrolito de CrO<sub>3</sub> de 60 gr/l es igualmente eficaz que la menor concentración de 50 g/l empleada en pruebas anteriores para producir los recubrimientos de cromo y óxido de cromo hidratados necesarios. Las pruebas de resistencia al desprendimiento en el producto de la prueba 2A demostraron unos valores de 23,58 a 31,75 kg/19,05 mm y anchuras de rayas en las pruebas del ácido cítrico de 0,1
25. mm. El producto 2A no exhibió oxidación visible después de haber estado expuesto 28 días a la prueba de oxidación en almacenamiento apilado y ninguna oxidación, a una oxidación de grado 1 ó 2 (muy ligera) al cabo de 14 días de exposición a la prueba de almacenamiento en humedad.
30. En el caso de cada una de las pruebas a gran escala



arriba descritas, la temperatura del electrolito fué la comprendida entre los límites citados de 32,1 a 48,8°C, generalmente por debajo de 43,1 a 43,3°C.

- Por las pruebas anteriores y por los ejemplos se
5. ve que el procedimiento del invento proporciona un nuevo procedimiento perfeccionado para la manufactura de hojalata cromada para la fabricación de botes y latas y otros artículos acabados que exijan un acabado metálico brillante junto con una mayor resistencia a la oxidación y corrosión, así como una excelente adherencia de los esmaltes, lacas y similares empleados en la producción de dichos productos acabados.
  - 10.

A pesar de que las técnicas anteriores al invento enseñan la producción de artículos con base de acero con recubrimientos de cromo electrodepositado delgado con y sin películas de óxido de cromo superpuestas, que nosotros sepamos, la técnica anterior al invento no ha dado muestras de tener conocimiento ó de llevar a la práctica la producción de tales artículos en los que se hayan reconocido y

  15. producido las limitaciones críticas de los grosores de cromo y óxido de cromo para proporcionar un material de chapa que reuniera de un modo uniforme y consistente los requisitos de propiedades impuestos por los usuarios de tales materiales.
  - 20.

Tampoco ha sido posible hasta el momento el obtener productos de las características generales de los productos específicos de este invento en una forma tan simple, eficaz y de bajo costo que la que proporciona el invento. Las etapas esenciales de producción de este invento se llevan a

  25. la práctica con facilidad y rapidez proporcionando una am-
  - 30.



26 MAYO 1968

plia gama de productos, por ejemplo, con pesos de la caja de cromo variable, al par retiene las cantidades limitadas de óxido de cromo superpuesto esenciales para el debido comportamiento del producto. El procedimiento se adapta con facilidad a metales de base que tengan diferentes afinidades al cromo electrodepositado, para elaborar de este modo productos con características uniformes con relación a las exigencias de su uso final.

- 5.
10. Se comprenderá que los ejemplos anteriores y modalidades específicas del invento son simplemente ilustrativos de los principios del mismo, y que los expertos en la materia pueden llevar a cabo diversas modificaciones y adiciones sin desviarse del espíritu y alcance del invento.

- N O T A -

15. Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar
20. que el invento corresponde a una Solicitud de Patente, presentada en Norteamérica, con fecha 3 de noviembre de 1967, bajo el número 680.313, acogándose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y
25. por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: "PROCEDIMIENTO DE ELECTRODEPOSICION DE CROMO SOBRE CHAPAS DE ACERO LAMINADO PLANO"; caracterizándose por lo siguiente:

30. 1ª.- "Procedimiento de electrodeposición de cromo sobre chapas de acero laminado plano", caracterizado porque

26 MAYO 26 1969



- comprende disponer una primera zona de tratamiento de la chapa, que comprende un electrolito acuoso efectivo a base de cromo y un catalizador, bajo la influencia de una corriente eléctrica, para depositar cromo metálico y un óxido que
5. contiene cromo trivalente hidratado sobre la chapa que actúa de cátodo y capaz de disolver químicamente dicho óxido; hacer avanzar de una forma continua un artículo de chapa, alargado, limpio, como cátodo, a través de la primera zona, mientras se aplica en el mismo una corriente eléctrica de al menos
10. aproximadamente  $53,5 \text{ amps/dm}^2$  de superficie catódica y durante un tiempo suficiente para depositar electroquímicamente sobre el artículo una capa continua de cromo metálico con un peso de por lo menos  $16,66 \text{ mg por m}^2$  de superficie del artículo, junto con una película superpuesta de óxido;
15. hacer pasar el artículo, de una forma continua, de la primera zona a una segunda zona de tratamiento de la chapa y a través de la misma, cuya zona contiene el citado electrolito; y reducir la corriente eléctrica aplicada al artículo, como cátodo, en la segunda zona a un valor de 0 a menos de
20.  $21,4 \text{ amps/dm}^2$  de superficie de cátodo para disponer sobre el artículo final cromado, que sale de la segunda zona, una película de óxido continua incolora superpuesta a la capa de cromo metálico y que contiene por lo menos  $5,55 \text{ mg aproximadamente de cromo trivalente por m}^2$  de superficie del artículo.
- 25.

2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se dispone un electrolito que comprende aproximadamente de 40 a 100 g /l de ácido crómico.

- 3ª.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la corriente eléctrica aplicada en la segun
- 30.



da zona tiene un valor máximo de aproximadamente 13,37 amps/  
dm<sup>2</sup> de superficie de cátodo y la película de óxido sobre el  
artículo que sale de la segunda zona contiene una cantidad  
no superior a aproximadamente 16,66 mg de cromo trivalente  
por m<sup>2</sup> de superficie del artículo.

5.

4<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracte-  
rizado porque la velocidad de la cadena de producción del  
artículo a través de la primera y segunda zona<sup>es</sup> de por lo me-  
nos 243,8 metros por minuto, aproximadamente, y la densidad  
de corriente aplicada en la primera zona es de por lo menos  
64,2 amps/dm<sup>2</sup> de superficie de cátodo aproximadamente.

10.

5<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracte-  
rizado porque la densidad de corriente aplicada en la pri-  
mera zona es de por lo menos 85,6 amps/dm<sup>2</sup> de superficie  
del cátodo aproximadamente, y el espesor de la capa de cromo  
metálico depositada es de por lo menos 44,4 mg/m<sup>2</sup> de super-  
ficie del artículo aproximadamente.

15.

6<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracte-  
rizado porque la densidad de corriente aplicada en la se-  
gunda zona se halla comprendida entre 5,35 y 10,7 amps/dm<sup>2</sup>  
de superficie del cátodo aproximadamente, y la película de  
óxido sobre el artículo que sale de la segunda zona contiene  
6,66 mg de cromo trivalente por m<sup>2</sup> de superficie del artícu-  
lo.

20.

7<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracte-  
rizado porque el catalizador comprende un material elegi-  
do del grupo consistente en iones sulfato y mezclas de los  
mismos con iones fluoruro.

25.

8<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 7, caracte-  
rizado porque el catalizador se elige del grupo consisten

30.



te medido en gramos por litro de electrolito, aproximadamente de 1,8 a 3,6 g/l de iones sulfato, y aproximadamente de 0,75 a 3,6 g/l de iones sulfato, junto con aproximadamente de 0,3 a 2,0 g/l de iones fluoruro.

5. 9<sup>a</sup>.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende hacer avanzar el citado artículo, de una forma continua y sucesiva, a través de una pluralidad de zonas de cromado separadas entre sí mientras se aplica en el artículo, en cada zona, una corriente de electrodeposición; hacer avanzar el artículo, de una forma continua y sucesiva, a través de una pluralidad de zonas de tratamiento químico que contiene dicho electrolito y se hallan separadas entre zonas adyacentes de electrodeposición, e interconectados con estas; hacer avanzar el artículo revestido, de una forma continua, a través de una zona de tratamiento final que contiene dicho electrolito y que se halla interconectada con una última zona de electrodeposición; y someter el artículo bañado, portador de óxido, en la zona final a un tratamiento elegido del grupo consistente en un tratamiento químico con dicho electrolito solubilizante de óxido y tratamientos electroquímicos que comprenden la aplicación en el artículo de una corriente eléctrica de una densidad máxima de 13,37 amps/dm<sup>2</sup> de superficie del artículo.
10. 10<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque el catalizador se elige del grupo consistente en ácido sulfúrico y mezclas del mismo con ácido fluorhídrico.
15. 11<sup>a</sup>.- Procedimiento según las reivindicaciones 9 y 10, caracterizado porque el artículo se hace avanzar a través de
- 20.
- 25.
- 30.

359557-55 -



las zonas a una velocidad de por lo menos 243,8 metros por minuto, aproximadamente, y la corriente aplicada en las zonas de electrodeposición es de por lo menos 85,6 amps/dm<sup>2</sup> de superficie del cátodo.

5. 12<sup>a</sup>.- "Procedimiento de electrodeposición de cromo sobre chapas de acero laminado plano", tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta Memoria consta de 55 hojas escritas a máquina por una sola cara.

10.

Madrid

26 MAYO 1969

UNITED STATES STEEL CORPORATION

J. GOMEZ A. C. BO Y. MODET  
p. p. Firmado: A. GARCIA BRAVO