

78  
24

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

IMPORTANCIA DEL ANALISIS QUIMICO EN  
CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACION  
DE ALAMBRE PARA CEJA DE LLANTA

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :  
JUAN IGNACIO QUEZADA LECUONA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1 9 8 9



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

	Pag.
Introducción.	1
Capítulo I	
Generalidades.	3
Origen del alambre.	3
Conceptos sobre el alambre para ceja de llanta.	9
Fabricación del alambre.	12
Tipos de acero.	12
Características del alambón.	13
Trefilado.	18
a.- Patentado	18
b.- Preparación de la materia prima para el estiraje.	25
c.- Estirado.	36
Bronceado.	47
Solución desengrasante.	49
a.- Requisitos de un desengrasante.	50
b.- Composición de los desengrasantes.	52
c.- Material adecuado.	54
d.- Decapado químico.	56
e.- Recubrimiento del alambre.	58
Capítulo II	
Control de Calidad.	60

Métodos para detectar defectos internos en el alambroón.	63
Inspección en el departamento de patentado.	65
Inspección en el departamento de decapado.	67
Inspección en el departamento de trefilado.	69
Inspección en el departamento de bronceado.	71
Pruebas físicas después del bronceado	74
Capítulo III	
Análisis químico del acero.	77
Determinación gravimétrica de silicio.	78
Determinación fotométrica de silicio.	80
Determinación de manganeso en acero.	83
Determinación fotométrica de cobre en acero.	85
Determinación fotométrica de cromo.	88
Determinación colorimétrica de fósforo.	90
Determinación colorimétrica de molibdeno.	94
Determinaciones Análíticas.	
Acido muriático.	98
Determinación de fierro en baño de decapado.	99
Determinación de ácido sulfúrico.	100
Determinación de hidróxido de sodio y fosfato trisódico.	101
Determinación de sulfato de estaño en baño de bronceado.	103
Determinación de ácido sulfúrico en baños de bronce.	105
Determinación de sulfato de cobre en baño de bronceado.	107

## Capítulo IV

### Pruebas Físicas.

Prensa de tracción: Mohr & Federhaff. A. G.	109
Máquina para torsiones Lohmann V. Tarnogrocki.	112
Prensa para adherencia al hule Carver.	115
Pruebas de adherencia al hule.	118

## Capítulo V

Aspecto Económico.	120
--------------------	-----

## Capítulo VI

Conclusiones.	133
---------------	-----

## Capítulo VII

Bibliografía.	135
---------------	-----

## INTRODUCCION

La calidad de los productos se ha colocado como el factor más importante en las decisiones de los compradores. Esta es una gran verdad ya sea que se trate de una ama de casa, de una gran corporación industrial o de una agencia de abastecimientos similares.

El campo en que actúan los ingenieros y la administración, cuyo objetivo principal radica en asegurar que el producto de calidad aumente constantemente. Lo que era de interés para un grupo reducido de técnicos de Control de Calidad; es ahora motivo de preocupación primaria entre un número creciente de Directivos, Ingenieros, Administradores y de Industriales.

Los problemas en los que tienen fija su atención en los individuos toman diversas formas, como lo son: Asegurar que el producto cause impacto positivo en el consumidor, lograr un alto grado de confiabilidad entre los componentes - y lograr un máximo de control en los procesos, ejecución de trabajos correctos en pruebas anteriores a la producción, - establecer relaciones juiciosas entre compradores y vendedores, arreglos sobre los aspectos de calidad y sobre los resultados en los negocios de la organización.

El campo de acción de Control de Calidad ha madurado rápidamente tanto en sus técnicos como en su organización, esto es debido a la experiencia operativa en la industria en los últimos años. De esto ha surgido un conjunto sistemático de principios, de prácticas y tecnologías, cuyo conjunto se identifica con Control total de la calidad.

La finalidad de este trabajo es el estudio particular que se le aplique al Control de Calidad a la fabricación del alambre para ceja de llanta desde la materia prima hasta el producto terminado. Siendo notorio el beneficio que reporta como se observará a través del presente trabajo.

## CAPITULO I



## GENERALIDADES

El objetivo de este capítulo es hablar sobre la historia de la fabricación de alambres desde su origen, siendo notorio su desarrollo hasta la actualidad, así como de los conceptos relacionados sobre el alambre para ceja de llanta, se hace la exposición de acuerdo con:

- 1.- Origen del alambre.
- 2.- Conceptos sobre el alambre para ceja de llanta.

1.- Origen del alambre. La historia sobre la fabricación de alambre es casi tan antigua para el hombre como el origen de los metales, aún cuando los arqueólogos no están completamente de acuerdo con la fecha existen evidencias de que durante la edad de bronce y de hierro, se utilizaba un alambre fino para la decoración de artículos domésticos y armas.

En la época de Troya, los alambres de oro y plata se usaron extensamente, siendo uno de los objetivos más importantes en su tesoro. Los alambres de esa era se hacían de tiras angostas cortadas de placa de metal suave, martilladas a lo redondo y pulidas. Los Israelitas se valieron del mismo método.

Inconformes con ese sistema los Egipcios se adelantaron al inventar un dado que facilitaba el estiraje de los alambres de oro y cobre, los cuales utilizaban tambien para las asas de las vasijas que se han encontrado en las tumbas de los faraones (3300 años A.C.). Estos alambres tienen un acabado y espesor tan preciso que no cabe la menor duda que se elaboraron por medio de estiraje, lo cual se puede comprobar, ya que además se han encontrado alambres de latón - de hace mas de 2000 años que presentan indicios de fabricación por medio de hileras, lo cual consiste en una placa de acero, que contenía varios agujeros de diferentes diámetros por donde se iba pasando el alambre hasta convertirlo en el grueso deseado. (fig. No. 1 )

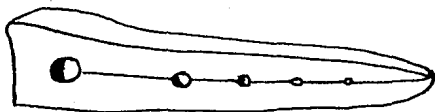
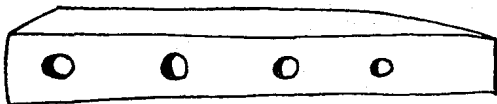


fig. No. 1.

Estas hileras poco a poco se fueron perfeccionando, primero de acero al carbón y más tarde de aleaciones que -- les dieron mayor dureza, en las cuales intervienen el tungsteno y el carburo, por último para fabricar alambres muy finos de cobre u otros metales, se emplea una pieza de hierro la cual tiene una perforación cónica, a esta herramienta se le llamo dado. (fig. No. 2 ).

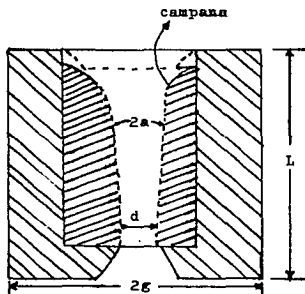


fig. No. 2

El principio primitivo que se emplea para forzar el metal a pasar por los agujeros de la hilera era por medio - de un cinturón de cuero el cual se ataba a un extremo de la barra que previamente se había adelgazado, en la misma for-

ma que pasa el hilo por el ojo de una aguja el operador empezaba a caminar alejándose de la hilera tirando así con toda su fuerza y obligando al metal a pasar en toda su longitud a través del agujero. A pesar de los progresos metalúrgicos realizados en el transcurso del tiempo, era difícil producir más de diez o catorce metros, por lo que había que soldar los extremos para alargar los tramos.

Posteriormente se inventó un sistema mas rápido para producir alambre, dos hombres sentados de frente en columna, con un cilindro de oro delgado sostenido entre ambas por un ciato de vaqueta. Al presionar sus pies contra un tronco de encino donde estaba empotrado el dado, estiraba el cilindro gradualmente formando así la tira de alambre.

Luego se descubrió un procedimiento con el que el costo del alambre se redujo aun más: Alambres de plata con chapa de oro. Como el alambre de plata se estiraba, la proporción de la capa de oro quedaba tan pareja que el producto final resultaba tan satisfactorio como el alambre de oro puro.

A medida que el progreso de estiramiento se fué perfeccionando, con una onza (28.35 gramos) de plata se podían producir dos kilómetros de alambre y con dos onzas (56.70 gramos) de oro, doscientos kilómetros de alambre de plata chapeado de oro.

En el continente Europeo, la mecanización se desarrolló rápidamente, y a principio del siglo XIV se sustituyó

yo el columpio por un proceso de estiraje en el que se aplicaban músculos combinados con fuerzas hidráulicas. Los molinos de agua se conocían desde 1320 en Frankfurt, en 1351 en Augsburg y en Nuremberg Alemania alrededor de 1360.

Con el método manual, el operador se sentaba en un columpio empujándose con los pies por medio de una base sobre la que se encontraba montado el dado, empleando el vaivén para estirar el alambre con pinzas a través del dado. - Los alambres finos se hacían enrollando el alambre grueso - de una bobina a otra a través del dado por medio de una manivela.

El alambre de acero se empezó a fabricar desde 1363 por un proceso más difícil y que empleaba para fabricar - agujas, anzuelos y cuerdas de piano, el problema era encontrar un lubricante adecuado, el que en 1632 se descubrió -- por accidente. Orina, que fué el primer lubricante para estirar alambre y permaneció en uso hasta hace un siglo.

Fuó hasta el siglo XIX cuando finalmente se lograron eliminar las marcas de las pinzas con la aplicación de los rodillos para estirar el alambón de un lado a otro del dado, la fuerza se producía con ruedas accionadas hidráulicamente controlando el movimiento con un pedal. Este fué el último prototipo de la maquinaria actual, después con el vapor y posteriormente con la electricidad, se fué refinando su ingeniería, sustituyendo con admirable rapidez al anti--

guo trabajo normal.

2.- Conceptos sobre el alambre para ceja de llanta.

Las compañías huleras utilizan el alambre como refuerzo en la ceja de llanta con el objeto de dar resistencia y seguridad al usuario. Este tipo de industria se ha distinguido -- por la calidad que requiere sus productos. Para ello se precisa de una supervisión técnica altamente especializada con el objeto de poder comprobar que el alambre cumple con todos los requisitos establecidos de normas internacionales, dando como referencia la norma A.S.T.M.D. 1871.

Cabe hacer notar que las compañías huleras a través del tiempo le han dado gran importancia a la fabricación de llantas para satisfacer las necesidades del uso que exige - la industria automotriz principalmente. Las características que demandan estos consumidores son:

a.- Presión de trabajo  $703 \text{ kg/cm}^2 = 10000 \text{ lb/in}^2$

b.- Resistencia al reventamiento sea tres o cuatro veces mas grande que dicha presión.

Ahora se tomará en consideración el alambre para ceja de llanta, el cual se provee a las industrias huleras para la fabricación de llanta.

Este es un diseño de precisión de alambre de acero especial con alto contenido de carbono con diámetro de .965 mm = 0.038 pulgadas con una tolerancia también en el diámetro.

tro de 0.05 mm = 0.002 pulgadas.

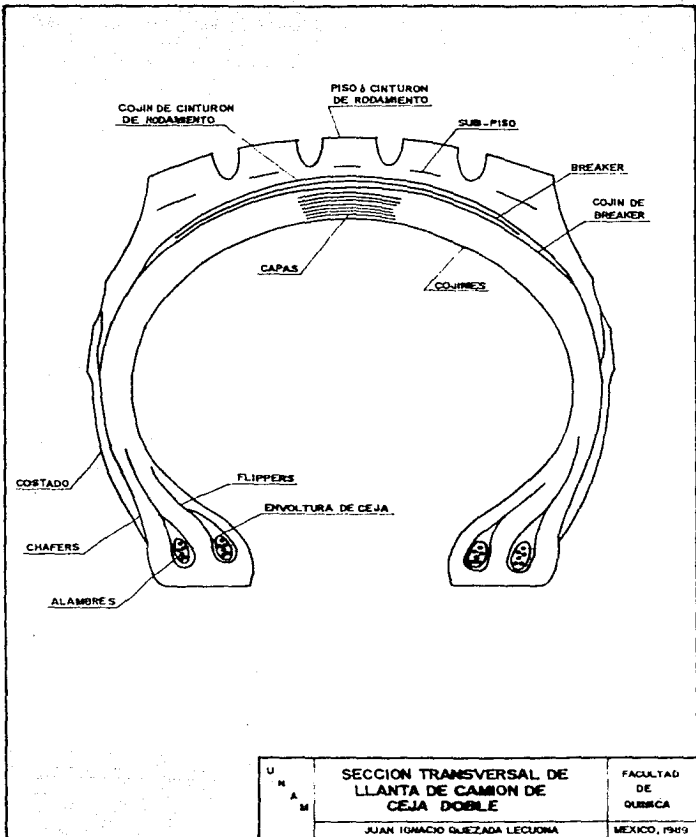
Además el alambre debe presentarse limpio, con su superficie intacta y tener un buen acabado del bronceado. Del acabado depende la adherencia al hule sobre su superficie.

Todas estas cualidades contribuyen a la resistencia en la llanta para dar seguridad en el uso de los neumáticos.

Resumiendo los conceptos anteriores se tiene que:

- 1.- El alambre para ceja de llanta se utiliza como refuerzo entre llanta y rin en la presión aplicada.
- 2.- Ayuda a dar forma a la llanta.
- 3.- Sirve como refuerzo a la presión del aire.





## FABRICACION DEL ALAMBRE

La finalidad de este capítulo es exponer la forma - en la cual se lleva a cabo la fabricación del alambre para ceja de llanta a través de los procesos que requiere en su trefilado. Se habla de tipos de acero, de las características del alambón 1070 según la D.G.N. (Dirección General de Normas) y de la S.I.C. (Secretaría de Industria y Comercio) que se utiliza como materia prima.

Para hacer una exposición mas detallada, este capítulo lo dividiremos como sigue.

- a.- Tipos de acero.
- b.- Características del alambón.
- c.- Trefilado.

a.- Tipos de acero.

Con relación a los tipos de acero se darán las siguientes definiciones de:

Acero efervesciente.- se le denomina así al acero que se suela con una desgasificación muy escasa, y con un contenido de carbono y silicio bajos.

Acero calmado.- se le llama así al acero que esta - completamente desgasificado y desoxidado antes de la solidificación quedando prácticamente libre de sopladuras, pero -

presenta un acentuado rechupe. Este acero es el que se utiliza en la fabricación del alambre de este estudio.

b.- Características del alambón.

Alambón es un producto semiterminado por lo general de sección circular, el cual es laminado en caliente, - suministrado en rollos de tramo continuo y que se destina - en la mayoría de los casos para ser estirado.

Siendo el alambón la materia prima para la fabricación del alambre para ceja de llanta, es muy conveniente hablar de sus características.

La composición química del alambón que se utiliza como materia prima en la fabricación del alambre para ceja de llanta se designa 1070 según la D.G.N. y la S.I.C. y es la siguiente.

Elemento.	% especificado.
Carbono	0.65 - 0.70
Azufre	0.050
Manganeso	0.60 - 0.90
Fosforo	0.040
Silicio	0.15 - 0.30

Este alambrcn en su anclisis deberl tener las variaciones que se permite.

Acero con alto contenido de carbono 1070 segun la -  
D.G.N. y S.I.C.

Elemento	Lmite mx. interv. esp. (%)	Arriba del lm. mximo. (%)	Abajo del lm. minimo. (%)
Carbono	mayor 0.55	0.04	0.04
Manganeso	0.90 y menor	0.03	0.03
Fsforo	acero bsico	0.008	---
Azufre	acero bsico	0.02	0.02
Silicio	0.35 y menor	0.05	0.05

Requisitos dimensionales.-

Las tolerancias dimensionales para los alambrones -  
especificados en esta norma, debern ser indicados en la si-  
guiente tabla.

Tabla No. 1

$\phi$ en mm.	Tolerancia $\phi$ en mm.	Fuera de $\phi$ mm.
Hasta 6.5	$\pm$ 0.381 (0.015 pulg.)	0.635 (0.025 pulg.)
6.6 a 8.0	$\pm$ 0.457 (0.018 pulg.)	0.686 (0.027 pulg.)
más de 8.0	$\pm$ 0.533 (0.021 pulg.)	0.762 (0.030 pulg.)

Características Físicas:

Defectos externos del alambón.

- 1.- Bigote
- 2.- Chueco
- 3.- Descalibrado
- 4.- Traslape
- 5.- Volteado
- 6.- Mala superficie

1.- Bigote.- Es la protuberancia o costilla a lo largo de todo el alambón, en uno o ambos lados.

2.- Chueco.- Se llama así al alambón con la sección en la cual se nota una mitad desplazada con respecto a la otra.

3.- Descalibrado.- Se denomina así al alambón que está fuera de redondo u ovalado en lo referente al diámetro.

4.- Traslape.- Se llama así al bigote que se incruta en el alambón formando una pequeña grieta.

5.- Volteado.- Es el defecto que presenta cuando el alambón tiene un bigote excesivo o una sección completamente irregular.

6.- Mala superficie.- Cuando el alambón presenta una superficie rugosa, porosa o protuberancias del mismo material.

#### Defectos internos del alambón.

- 1.- Rechupe.
- 2.- Grietas.
- 3.- Segregación.
- 4.- Porosidad.

1.- Rechupe.- Es una cavidad en forma de cono invertido. Este defecto se localiza principalmente en la parte superior de los lingotes de acero calado y es de consecuencia porque las paredes de este rechupe están oxidadas y no soldan al ser laminadas.

2.- Grietas.- Son discontinuidades sobre la superficie del alambón que puede ser o todo lo largo o solamente en un extremo. Este defecto puede ser producto de la mala superficie del lingote.

3.- Segregación.- Este defecto se expone del modo siguiente: La solidificación del acero en las lingoteras comienza por la parte exterior de la masa fundida, es decir, junto al metal del molde; por consiguiente, en la pared interna de dichas lingoteras es donde solidificarán los primeros cristales, los mas pobres en carbono pero a medida que el enfriamiento se va propagando hacia el interior, los cristales que se forman van siendo cada vez mas ricos en carbono. Resulta que el intercambio material no es tan rápido quedando el lingote con sus componentes desigualmente repartidos, es decir queda segregado pero no es solo el carbono

no el distribuido heterogéneamente por la masa del lingote, siendo tambien las impurezas, silicio, manganeso, fósforo azufre, que nunca faltan.

Estas impurezas no ejercen efectos perjudiciales sobre las propiedades mecánicas de los aceros, siempre que estén distribuidas homogéneamente pero si las impurezas se encuentran segregadas su acción puede ser fatal en cuanto a la calidad del producto ya que será sumamente defectuoso.

4.- Porosidad.- Este defecto en los lingotes de acero y su presencia eventualmente en el material fabricado, se puede atribuir a defectos en la alimentación del metal fundido durante la solidificación y el desprendimiento de gases. La porosidad presenta discontinuidad real en el metal y se puede observar por inspección visual.

c.- Trefilado.

El trefilado del alambre para ceja de llanta se lleva a efecto a través de los siguientes procesos.

1.- Patentado.

2.- Decapado.

3.- Estirado.

1.- Patentado.- El patentado es un tratamiento térmico que generalmente se le aplica al alambre de acero con alto contenido de carbono y que consiste en calentar muy -- por encima del límite crítico de temperatura del acero, seguido de un enfriamiento del alambre en un baño de plomo -- fundido manteniendo a una temperatura entre 540-550ºgrados centígrados.

El patentado es un proceso conocido en la industria de fabricación de alambres de alta resistencia, el cual se emplea como tratamiento intermedia y que sirve para destruir el efecto del estirado y conseguir una estructura muy fina del tipo sorbitico, trostitico o bainítico (estructura - cristalográfica o granulares que se obtienen en el patentado dependiendo de la velocidad de enfriamiento en el plomo) muy conveniente para el trabajo del estirado en frío, pues tiene gran resistencia. La plasticidad del acero dependerá del espesor de las láminas que componen la perlita y su -- orientación con respecto al eje del alambre. Las láminas de perlita (estructura cristalográfica o granular en el acero)



perpendiculares a la dirección del laminado son las que --- ofrecen gran resistencia al estirado, mientras que las que se encuentran paralelas a esa dirección, no tienen influencia perjudicial.

Hay dos tipos de patentado.

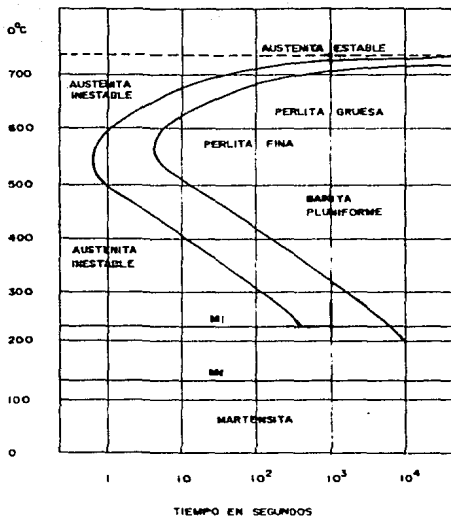
1.- Patentado al aire.

2.- Patentado en plomo.

1.- Patentado al aire. Es el tratamiento térmico --- que se le da al alambre de acero con alto contenido de carbono calentando arriba del límite crítico en temperatura y enfriado en el aire hasta la temperatura ambiente, como en la normalización estandar.

2.- Patentado en plomo. Es el tratamiento térmico --- que se le da al alambre de acero con alto contenido de carbono y consiste en hacer pasar a través de un horno de recalentamiento en el que se mantiene una temperatura de 1100° centígrados con determinado tiempo, el cual dependerá de la longitud del horno, así como también del diámetro del alambre, hasta conseguir el estado austenítico completo. Al salir el alambre del horno de recalentamiento entrará inmediatamente a una paila de plomo fundido que es donde propiamente se efectúa el patentado, dicha paila deberá encontrarse a una temperatura entre 550-560 grados centígrados en cuyo

enfriamiento de 10 segundos como mínimo, se obtendrá la estructura sorbítica con un mínimo de cementita libre como se observa en la gráfica, que se refiere a la curva llamada T.T. T. (transformación, tiempo, temperatura), que se aplica en tratamientos térmicos.



U N A M	CURVAS DE TRANSFORMACION TIEMPO Y TEMPERATURA PARA UN ACERO AL CARBONO	FACULTAD DE QUIMICA
	JUAN IGNACIO QUEZADA LECUONA	MEXICO, 1962.

A continuación se detallan las condiciones de operación en las plantas de patentado donde se procesa el alambre para ceja de llanta.

#### Planta "A"

Análisis químico 1070  $\phi = 6.3$  mm. (0.250 pulgadas).

Zona.	Entrada	Media	Salida
Tem. del horno, en $0^{\circ}\text{C}$	1100	1070	1010
Tem. tina de plomo en $0^{\circ}\text{C}$		525-530	
Tiempo de inmersión tina de plomo hasta conseguir la austenización.		3 min.	
Tiempo de Enfriamiento dentro de la tina de plomo, hasta conseguir la estructura sorbítica.	\	16 s.	

#### Planta "B"

Análisis químico 1070  $\phi = 2.286$  mm. (0.090 pulgadas).

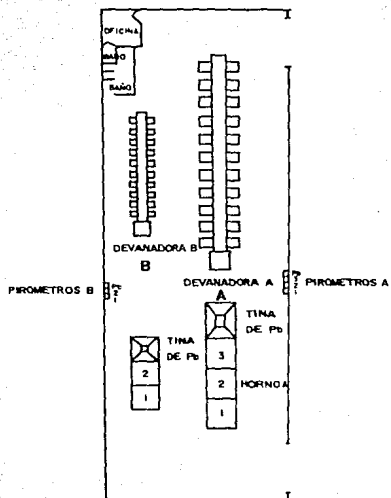
Temperatura del horno en $0^{\circ}\text{C}$	1080	1060
Tem. tina de plomo. en $0^{\circ}\text{C}$		540-550
Tiempo en el horno hasta conseguir la austenización.		2 min.
Tiempo enfriamiento en la tina de plomo hasta conseguir la estructura sorbítica.		8 s.

$\phi$  = Diámetro del alambre.

Las pruebas físicas de los alambres patentados descritos anteriormente están basados en su resistencia a la tracción y su porcentaje de reducción de área (R.A.).

Características físicas.

	mínimo	máximo
(R.A.)	18.981 Kg/cm <sup>2</sup>	21.442 Kg/cm <sup>2</sup>
(% R.A.)	40	



U N A M	PLANTAS DE PATENTADO	FACULTAD DE QUIMICA
	JUAN IGNACIO DUCZAKA LECUONA	MEXICO, 1989

## Preparación de la materia prima para el estiraje.

La preparación de la materia prima para el estiraje la podemos dividir en términos generales en dos etapas:

- 1.- Limpieza del alambón y alambre.
- 2.- Recubrimiento del alambón y alambre.

La operación de limpieza a que se somete el alambón y el alambre, consiste en sumergir el producto laminado en caliente y el estirado en frío en una solución de ácido sulfúrico diluido en agua.

La acción principal de la operación del decapado químico, es eliminar los óxidos (escamas) de la superficie de un metal por inserción de esto en una solución de ácido, lo cual es fundamental para un trefilado eficiente ya que influye directamente en el acabado del alambre, sus propiedades físicas la duración de los dados y lo que es más importante en la producción de cada máquina.

Como ya se menciona antes la acción principal del decapado químico es eliminar los óxidos superficiales.

Y como el alambón almacenado a la intemperie está expuesto a la acción oxidante del aire y altas temperaturas durante el laminado y el patentado, se encuentra la presencia en su superficie de una capa o pelícala de óxido muy du

ra, que no tiene uniformidad en su composición, ya que su espesor no contiene la misma cantidad de óxido.

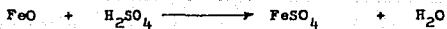
Por lo general la capa exterior es la mas abundante en óxido cuya composición es  $Fe_2O_3$  hematita (óxido férrico) con 30% en peso de oxígeno aproximadamente.

La capa que sigue es la que viene representando el espesor de la escama de óxido y cuya composición es  $Fe_3O_4$  magnetita (óxido ferroso-férrico) con el 28% de oxígeno en peso aproximadamente.

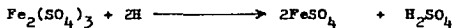
La tercera y última capa de óxido está compuesta -- por  $FeO$  wustita (óxido ferroso) conteniendo mayor cantidad de fierro y menor cantidad de oxígeno que es alrededor de una 22% en peso.

Las capas exteriores que vienen siendo las mas oxidadas, son por lo general prácticamente insolubles en solución diluida de ácido sulfúrico, reactivo que se usa generalmente para la operación del decapado. Como la escama presenta numerosas fracturas permite el paso del ácido hasta penetrar en las capas interiores pobres en oxígeno y hasta el metal mismo, estas capas que son ligeramenta soluble en ácido permiten que la escama se desprenda en forma de hojuelas, formandose las siguientes reacciones que se limitan a los óxidos ferrosos ( $FeO$ ), ferrico ( $Fe_2O_3$ ) y al fierro metálico ( $Fe$ ), ya que se hace la consideración de que el óxido ferroso-ferrico ( $Fe_3O_4$ ) es prácticamente insoluble en ácido sulfúrico





La reducción de los sulfatos férricos o ferroso se efectúa por la presencia del hidrógeno nascente.



Al hablar del efecto del hidrógeno en la operación del decapado, se dirá que al efectuarse la reacción entre el hierro metálico y el ácido sulfúrico, se genera hidrógeno de acuerdo a la siguiente reacción.



El hidrógeno cuando es absorbido por el material --

provoca grandes presiones a la estructura cristalográfica, teniendo como consecuencia la fragilidad en el acero.

Las desventajas de usar ácido sulfúrico son las siguientes.

1.- Formación de superficies oscuras y residuos carbonosos lo cual hace que se tenga poca capacidad para recoger lubricante en el estiraje, esto es con mayor frecuencia con los aceros de alto carbon como lo es el caso.

2.- El notable efecto inhibitor de las sales ferrosas en el baño.

3.- Los costos de calentamiento elevado debido a -- las temperaturas altas de operación de los baños.

4.- Con concentraciones de fierro entre 7% y 8% la eficiencia del baño disminuye notoriamente considerandose -- la solución agotada.

5.- Si se exceden las condiciones fijadas el efecto del hidrógeno libre hará demasiado fragil el acero en el estiraje. (En la práctica es conveniente una vez recubierto -- el alambón o el alambre pasarlo a un secador con objeto de inhibir el efecto del hidrógeno libre).

El calentamiento del ácido sulfúrico se hace por medio de líneas de vapor donde deberán tenerse controladas -- las temperaturas para evitar los problemas antes señalados.

Para un trabajo más eficiente, seguro y cómodo deben emplearse en los baños de acero aditivos, siendo los más importantes los inhibidores y los agentes espumantes.

Los inhibidores son sustancias que permiten la eliminación de la espuma de una manera apropiada, previenen el metal base de un ataque severo y reduce considerablemente el desprendimiento de hidrógeno producido por la reacción del ácido sobre el metal lográndose que el decapado químico caiga dentro de valores económicos prácticos.

El comportamiento de los inhibidores en las soluciones ácidas está influenciado por la temperatura y la concentración del ácido dentro de la tina, el tiempo total de inmersión y del compuesto o compuestos de que está hecho el inhibidor, así como la cantidad de fierro disuelto en el baño de decapado.

La explicación del comportamiento de los inhibidores es que actúan reduciendo el ataque del ácido.

Los inhibidores son compuestos orgánicos de una composición química muy variada, la siguiente tabla cubre varios tipos de los más frecuentemente usados.

Tabla No. 2

Componentes	Compuestos	Acidos en los que se usa.
C,H,O	Aldehidos	Varios ácidos.
C, H; N.	Piridinas	HCl y $H_2SO_4$
	Quinoleinas	HCl y $H_2SO_4$
	Piperidinas	HCl y $H_2SO_4$
	Pirrolidinas	HCl y $H_2SO_4$
C, H, S, O, N.	Tioureas	$H_2SO_4$
C, H, S, O, N.	Tiocianatos	$H_2SO_4$
	Proteinas	$H_2SO_4$
	Aminoácidos	HCl y $H_2SO_4$

Espumantes.- Se usan en el decapado químico para -- producir una capa de espuma en la superficie del baño que -- evita la salida del ácido y sus vapores reduciendo también la salida del vapor de agua, los agentes espumantes caen -- dentro de dos categorías, aniónicos y cationicos. En ocasiones el espumante es incorporado al inhibidor en otras es usado en forma independiente.

Pretratamiento al decapado químico. Hay tratamientos previos a la inmersión en baños ácidos con objeto de tener una mayor eficiencia de la limpieza del material al decaparse siendo el más importante el permanganato alcalino.

Se ha encontrado que usando el permanganato, el decapado químico es más rápido y el ataque del ácido al metal es menor. En muchos casos el permanganato ha sido la solución práctica a problemas encontrados para la eliminación de escamas de laminación o residuos del decapado convencional.

Para interpretar el efecto del permanganato sobre la cáscarilla debemos considerar que el permanganato de potasio ( $KMnO_4$ ) es uno de los agentes oxidantes conocidos de mayor potencia y que permite manejar de manera conveniente oxígeno activo, el cual se combina de manera más o menos rápida con sustancias oxidables. Existen varias explicaciones para el mecanismo de la oxidación con permanganato, la más aceptable es la que indica que dicha oxidación está acompa-

ñada por cambios de volumen en la transformación de óxido - metálico de menor o mayor valencia, los cuales desalojan o aflojan las capas de escamas y facilitan la efectividad -- del ataque ácido, relacionado con la estructura de las tres capas de óxido de hierro, esto implicaría que la capa inferior de óxido ferroso sea atacada perfectamente y aflojada por la acción del ácido.

Las ventajas encontradas para el uso del  $KMnO_4$  son:

1.- Eliminación completa de la escama y de los depósitos del decapado.

2.- Reducción del tiempo del decapado en el ácido - sulfúrico, evitando.

a) Picadura por ataque de ácido.

b) Oclusión de hidrógeno

c) Obtención de una superficie brillante completamente libre de residuos de carbon.

d) Eliminación de residuos del decapado.

3.- Mejoramiento significativo en la duración de los dados debido a que se elimina completamente partículas duras de naturaleza prácticamente de carburos.

4.- Mejoramiento de la superficie después del troquelado.

Recubrimiento.- Una vez que el alambón está limpio

con cualquiera de los tratamientos antes señalados es necesario recubrir el alambón o el alambre para evitar la oxidación y obtener un medio de acarreo de lubricante a través de los dados de estiraje haciendo económica la operación de trefilado.

El recubrimiento que en este caso se usa para el alambón y el alambre es el bórax o tetraborato de sodio -- ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), y la ventaja que tiene es el de ser un producto alcalino y sirve para neutralizar la acidez que haya sido removida por el enjuague de agua, protege al acero de oxidación y es un buen transportador del lubricante en el estiraje. Es necesario usar un horno de secado rápido, esto es debido a que a temperatura inferior de  $60^\circ\text{C}$  el borax se solidifica con 10 moléculas de agua y arriba de esta temperatura solo retiene 5 moléculas. El borax con 10 moléculas es una sustancia blanquecina cristalina lo cual es indeseable para el estiraje, con 5 moléculas es una sustancia transparente y muy deseable para el estiraje, este recubrimiento se extiende por la superficie del alambre durante el estiraje.

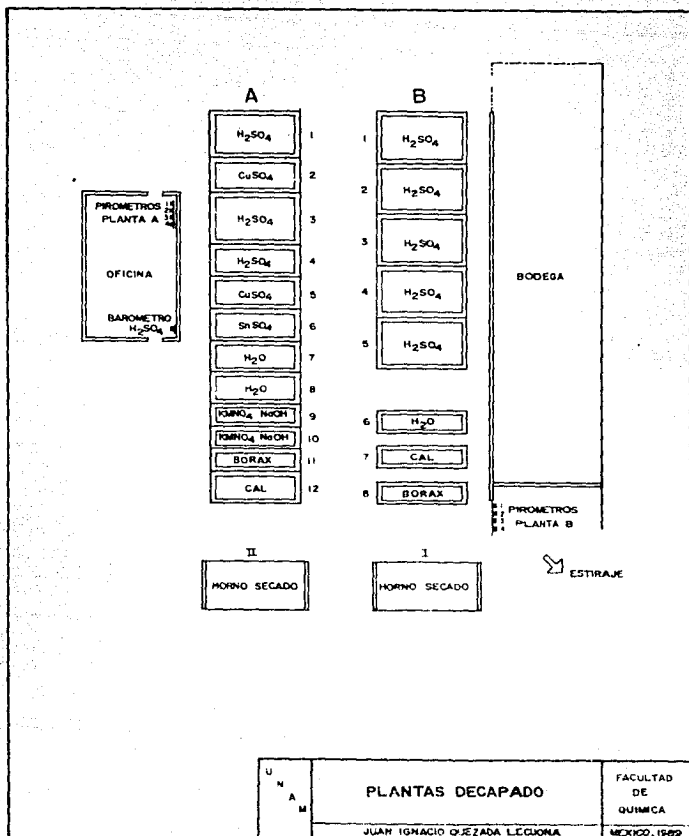
Se ha encontrado que los lubricantes hechos a base de ácidos grasos (estearatos, palmitatos y oleatos), jabones insolubles de calcio y aluminio trabajan mejor con este tipo de recubrimiento.

Las condiciones de operación del decapado son las que se establecen en la siguiente tabla.

Tabla No. 3

Solución	Concentración		Temperatura °C		Tiempo de inmersión
	máx.	mín.	máx.	mín.	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12%	4%	85°C	60°C	10 - 20 min.
H <sub>2</sub> O enjuague	----	----	----	----	1 min.
KMnO <sub>4</sub>	2.5%	5%	75	90	5 a 12 min.
NaOH	5%	10%	75	90	5 a 12 min.
H <sub>2</sub> O enjuague	----	----	----	----	
Bórax	165g/lit.	185	85	95	1 min.
Horno de secado	---	-----	115	120	5 min.





U  
N  
A  
M

PLANTAS DECAPADO

FACULTAD  
DE  
QUIMICA

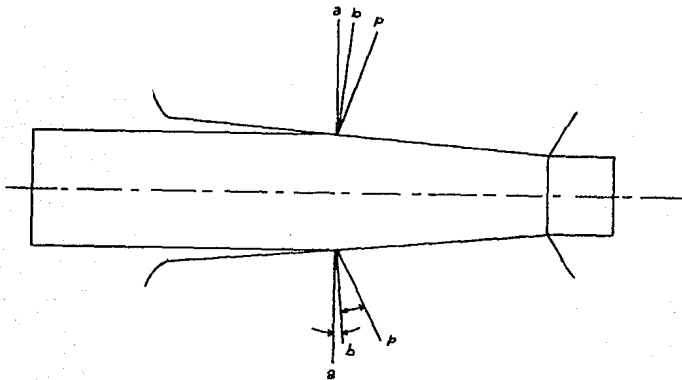
JUAN IGNACIO OJEZADA LEGUONA

MEXICO, 1969

c) Estirado:

Para efectuar el estirado del alambre es necesario obligar al material a pasar a través de una pieza que puede ser o una placa de acero o un dado de perforación cónica. El alambre se jala mediante una fuerza axial provocandose - en esta forma una reducción en la sección transversal.

1.- Fuerzas que intervienen en el estirado del alambre.



Analizando la figura anterior tenemos que:

F = Fuerza axial.

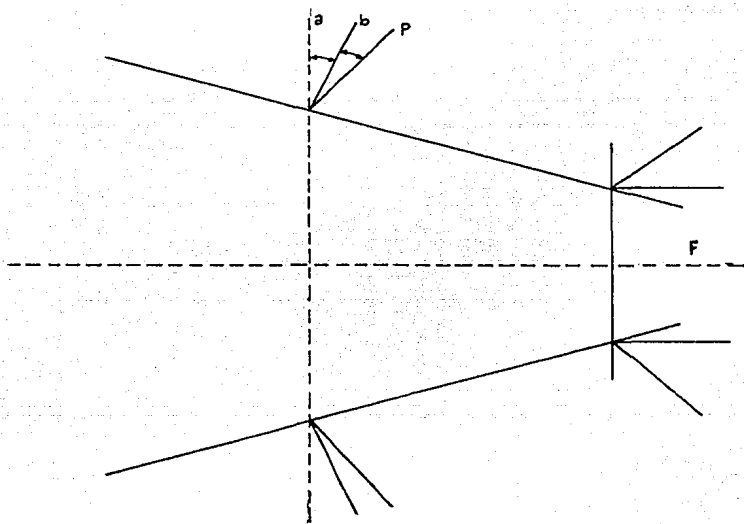
P = Fuerza de compresión.

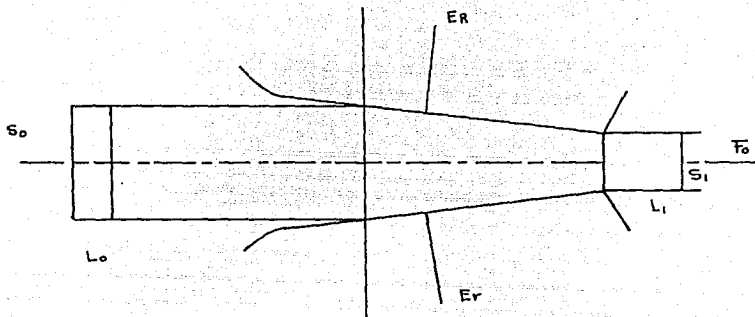
a = Angulo del eje del alambre en la pared del dado

b = Angulo de fricción.

Por lo tanto:

$$F = P (\text{sen } a + b)$$





La figura representa la sección longitudinal de un dado donde:

$F$  = Fuerza axial.

$P$  = Fuerza de compresión.

$a$  = Angulo del eje del alambre con la pared del dado

$b$  = Angulo de fricción.

Que es la ecuación para la condición de equilibrio del sistema de fuerzas.

$$P = \frac{F}{\text{sen } \alpha + b}$$

Normalmente el ángulo ( $\alpha$ ) varía de 10 a 20° y además el coeficiente de fricción utilizando el lubricante adecuado lo tomamos como:

$$U = \text{tang } b = 0.05$$

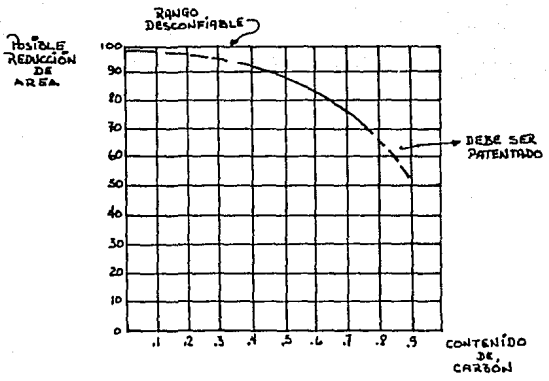
que corresponde a un ángulo de fricción  $b < 3$

De acuerdo con lo anterior el valor de P es de 4 a 7 veces mayor que F o sea que la deformación durante el estiraje es provocada principalmente por la fuerza P.

Influencia de la cantidad de carbón en el alambre.

El alambre de acero bajo carbón, es más fácil de estirar que el alambre de acero alto carbón, pues la máxima reducción de acero posible decrece en proporción al incremento del contenido de este.

La siguiente figura nos puede dar una explicación -  
más clara.



Analizando la curva anterior se puede decir lo siguiente.

1.- Al aumentar la cantidad de carbón, baja el % de reducción de área.

2.- Abajo del .12% de carbón la posible reducción de área es del 99%.

3.- La zona considerada como desconfiable es de .12 a .30% de carbón la posible reducción de área es de 95 a 98 por ciento. Esto se debe a que se combinan estos dos parámetros, no siendo recomendable estirar hasta esta zona, ya que se tendrán problemas de alambres quebradizos.

4.- De .30 a .77% de carbón se podrá dar una reducción de 95 a 60% respectivamente. Es en estos rangos donde se encuentra el material de estudio.

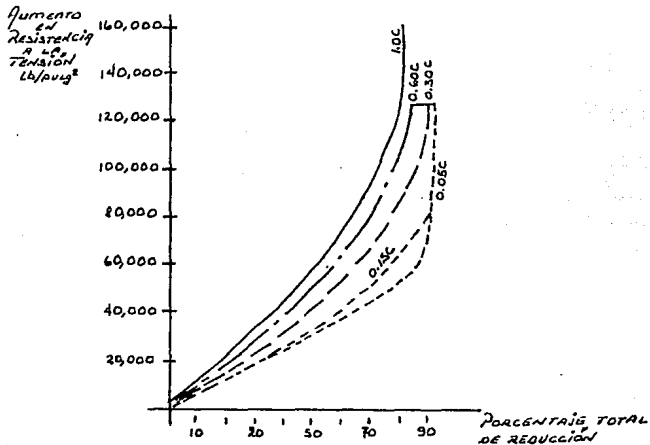
5.- Por último la zona de .77 a .84% de carbón y 68 a 50% de reducción de área respectivamente, se podrá hacer con reservas, pero al efectuarlo necesitaríamos patentarlo si se desea seguir estirándolo.

Efectos de las propiedades físicas en el estirado.

Debido a las presiones tan altas que sufre el alambre para ser estirado se altera su estructura y las partículas de que se compone se aplantan y alargan, en consecuencia sufre transformaciones en sus propiedades físicas, en la siguiente forma.

1.- Elevación de la resistencia a la tensión.

Al estirar el alambre se hace más resistente a la -  
tensión. En la siguiente figura se ilustra como varia.





## 2.- Ductilidad.

La ductilidad varía debido a la elevación de la temperatura a que es sometida durante el estirado.

## 3.- Torsiones.

Las torsiones son afectadas principalmente por la - calidad de la superficie del acero con el cual esta fabricado, al tratamiento térmico y a las condiciones de estirado, tales como el número de reducciones y la velocidad a la que es estirado.

Formulas para la reducción de área y número de pa-  
sos.

### 1.- Reducción de área total en %

$$R_t = \frac{A_1 - A_2}{A_1} 100$$

$$R_t = \frac{d_1^2 - d_2^2}{d_1^2} 100$$

2.- Reducción de área parcial en %

$$a = \left[ 1 - \sqrt[2]{(1 - R_t)} \right] 100$$

3.- Número de reducciones o pasos.

$$Z = \frac{2 \lg \frac{d_2}{d_1}}{\lg (1-a)}$$

Donde:

$R_t$  = Reducción total

$A_1$  = Sección del alambre antes de estirar

$A_2$  = Sección del alambre final

$d_1$  = Diámetro del alambre antes de estirar

$d_2$  = Diámetro del alambre al final.

$Z$  = Número de reducciones

### Fabricación.

Alambrón	6.3 mm (0.250")
Análisis	1070
Patentado	en plomo
Decapado	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Borax

	1.-	5.33 mm = 0.210 pulg.
	2.-	4.57 mm = 0.180 pulg.
Primera operación	3.-	3.86 mm = 0.152 pulg.
	4.-	3.25 mm = 0.128 pulg.
	5.-	2.79 mm = 0.110 pulg.
Ø dados	6.-	2.286mm = 0.090 pulg.

Primera operación Total % R.A. = 87 No. de pasos 6

Patentado	+	Decapado
	1.-	2.03 mm = 0.080 pulg.
	2.-	1.727mm = 0.068 pulg.
Segunda operación	3.-	1.47 mm = 0.058 pulg.
	4.-	1.24 mm = 0.049 pulg.
	5.-	1.07 mm = 0.042 pulg.
Ø dados	6.-	0.965mm = 0.038 pulg.

Segunda operación Total % R.A. = 82 No. de pasos 6

Broncear.

Nota: los dígitos 1 al 6 corresponden al número de pasos del alambre y las cifras a continuación de los mismos (dígitos) el diámetro de los dados.

## Bronceado.

Este es el aspecto más importante del proceso y el más delicado, ya que cualquier falla que este fuera de los límites máximos y mínimos del proceso (tensión, torsión y - elongación), nos produce chatarra, ya que no es posible recuperar ese material ni como de segunda.

A continuación se describe el diagrama de flujo de este proceso.

Inicia dándose un tratamiento térmico al alambre (A C. con  $\phi$  de 0.037"), en una paila con plomo fundido a una - temperatura de 440-450°C. Que no es otra cosa que la eliminación de esfuerzos, que generalmente se considera dentro - del tipo de tratamiento térmico.

Al estirar el alambre la deformación no es uniforme en su sección transversal, originándose esfuerzos residuales en la superficie y en el centro. Para reducir estos esfuerzos sin virar las propiedades mecánicas, se aplica al -- proceso la eliminación de esfuerzos.

Consiste en calentar el alambre a una temperatura - a bajo de la temperatura crítica inferior. Así se aumenta - la movilidad de los átomos facilitándoles reacomodarse en - posición cercana libre de esfuerzo. La microestructura del acero no sufre un cambio básico.

En alambre #e alto carbón y con fuerte deformación

en frío, el proceso de eliminación de esfuerzos puede provocar grandes cambios en sus propiedades mecánicas. Estos dependen del contenido de carbón, de la magnitud de deformación en frío, de la temperatura empleada y del tiempo de permanencia a la temperatura.

## Solución Desengrasante.

A pesar de la importancia que tiene el desengrasante en la limpieza de materiales, raras veces se da a su control analítico la misma importancia que en las soluciones de recubrimiento. Ello se debe a que su análisis es por regla general difícil, por ello muchos talleres prefieren --- reemplazarlas antes de que su vida útil haya terminado, --- mientras que en otros esperan que una tanda de objetos sean rechazados, mostrando que la vida útil del desengrasante se ha pasado.

En cualquiera de los dos casos esto no es satisfactorio ya que existe una tendencia creciente a intentar alguna forma de control de los desengrasantes, determinando --- ciertos constituyentes químicos y propiedades físicas que pueden dar alguna indicación del estado del desengrasante.

La dificultad de analizar los desengrasantes reside en el número de constituyentes que pueden presentarse y en las dificultades de combinaciones particulares de materiales que se encuentran frecuentemente en mezclas patentadas: ciertos constituyentes son bastante fáciles de determinar cuando están solos en la solución, pero cuando se encuentran mezclados es imposible e impracticable determinarlos individualmente.

### Requisitos de un Desengrasante

Las soluciones desengrasantes, algunas o todas tienen las siguientes propiedades.

- 1.- Ser capaces de saponificar la grasa.
- 2.- Emulsionar la grasa o aceite que no sea saponificable.
- 3.- Ser agente peptizante.
- 4.- Ser humectante.

La saponificación es el desdoblamiento de las grasas (animales o vegetales) en sus componentes. Un componente es un ácido graso (esteárico, oleico), el otro es la glicerina.

Como tales grasas, son insolubles en agua, pero se saponifican en la sal sódica del ácido graso y en glicerina las cuales son solubles y pueden, por tanto separarse de la superficie del metal. Las sales sódicas de los ácidos grasos son jabones, y pueden de esta forma ayudar a la acción del desengrasante.

Los aceites minerales o lubricantes no pueden saponificarse por ser compuestos del carbono e hidrógeno solamente (hidrocarburos), y deberán separarse en forma de emulsión, es decir una suspensión de gotitas extremadamente pequeñas de aceite diseminado en el medio acuoso.



Los agentes humectantes ayudan en el proceso al disminuir la tensión superficial del desengrasante, facilitando el mojado y emulsión del aceite.

La peptización es la misma propiedad aplicada a los sólidos. Un buen desengrasante separará la mezcla sólida -- por dispersión en partículas minúsculas que quedan suspendidas en el desengrase.

Evidentemente, el fácil mojado es esencial si el -- subsiguiente enjuague ha de separar la solución desengrasante enteramente y no dejar ninguna película sobre la pieza.

### Composición de los Desengrasantes.

No hay una prueba segura y rápida para poder indicar cuando la vida útil de un desengrasante se aproxima, a su final. En la mayoría de los talleres la caducidad de un desengrasante se aprecia, por una serie de objetos con la capa saltada, que en una cuidadosa inspección, se encuentra, esto es debido al desengrase ineficaz. Si entonces se hacen adiciones al baño, algunas veces desaparece el efecto, pero en la mayoría de estas se desecha el desengrasante y se hace nuevamente.

El procedimiento de observación de los desengrasantes es enteramente casual en la mayoría de los talleres. Ya que en otros, los desengrasantes se cambian más frecuentemente de lo necesario para evitar que se llegue al estado en que aparezca el depósito cascarillado. Estas deficiencias se deben sobre todo a la dificultad de analizar los desengrasantes que contienen ciertas combinaciones químicas. Sin embargo, estas combinaciones raras veces son imprescindibles, y es fácil preparar, por selección adecuada de ingredientes, desengrasantes que no solamente sean extremadamente eficaces, sino también susceptibles a un rápido análisis por simple valoración. Tales desengrasantes pueden controlarse tan fácilmente como los baños mismos y con resultados igualmente satisfactorios.

No debe descuidarse, que todos los defectos de un -  
desengrasante son químicos. Un desengrasante en perfecto e-  
quilibrio químico es inútil si su superficie está cubierta  
por una delgada capa de suciedad y grasa acumulada, ya que  
al sacar cualquier objeto se engrasa ampliamente y el des-  
casarillado es casi seguro. El control químico no es ni se  
rá nunca un sucedáneo de un buen encargado en un taller.

Se sugiere que con un control químico y una limpie-  
za general del taller, los desengrasantes de tipo convencio-  
nal, pueden tener una vida mucho más larga y duradera.

## Materiales Adecuados.

Todos los álcalis poseen las propiedades (saponificante, emulsionante, peptizante), en alguna extensión, el mojado es difícil con cualquier álcali, pero como no hay -- sustancias más adecuadas, esto ha de sacrificarse teniendo en cuenta las primeras consideraciones.

Los álcalis comunmente utilizados en los desengrasantes son los siguientes:

- |                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1.- Sosa Cáustica.       | NaOH                            |
| 2.- Metasilicato Sódico. | $\text{SiO}^{\text{m}}$         |
| 3.- Fosfato Trisódico.   | $\text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+$ |
| 4.- Carbonato Sódico.    | $\text{CO}_3^{\text{=}}$        |
| 5.- Cianuro Sódico.      | $\text{CN}^-$                   |

Las sales potásicas se excluyen por ser demasiado caras y no más efectivas.

La sosa cáustica y el metasilicato son los álcalis más fuertes, con valores de pH de 14 y 12.6 respectivamente, en solución normal.

El fosfato trisódico y el carbonato sódico tienen un pH de 12 y 11.6, mientras el cianuro sódico da un pH de 11.0. Los dos primeros álcalis son excelentes agentes saponificantes y encuentran grasas pesadas. El fosfato trisódico es el mejor agente peptizante, aunque algo caro. El cianuro sódico tiene una propiedad inmejorable, que es la de disolver las capas de óxido metálico, y encuentra gran aplicación en des-

engrases fríos para metales no ferreos; en cambio por descomponerse fácilmente, no se emplean en soluciones calientes.

Muchos desengrasantes patentados contienen cuatro de estos álcalis, algunos hasta los cinco, pero no es útil servirse de más de dos de los desengrasantes calientes y tres en los fríos. Frecuentemente, se encuentran presentes solo un pequeño porcentaje en la mezcla, lo que dificulta el análisis y no mejora las propiedades del desengrasante.

Decapado Químico con Acido Múriatico.  
(HCl grado industrial).

Como ya se menciono anteriormente. Este ácido se prefiere para el decapado químico de alto carbón.

Las ventajas del uso de ácido clorhídrico en lugar de ácido sulfúrico y otros ácidos son las siguientes.

1.- Produce firmemente una superficie gris clara por el acero de alto carbón.

2.- La posibilidad de un sobre decapado es menos que -- con otros ácidos.

3.- Se puede conseguir decapados efectivos hasta con -- concentraciones de fierro del 3%.

4.- El enjuague es fácil debido a la gran solubilidad de los cloruros.

5.- Los recubrimientos posteriores presentan una mejor adherencia y uniformidad.

6.- Es más seguro su manejo que el del ácido sulfúrico.

7.- Las temperaturas de operación son más bajas (28 a -- 33°C).

Todos los materiales de decapados tanto ácido sulfúrico como ácido clorhídrico deberán ser enjuagados con chorro de agua previamente al recubrimiento para quitar los efectos de la acidez.

El decapado químico, ya sea en caliente o en frío, requiere de cierta agitación para desprender las capas de cascarilla insolubles y para disolver las sales de fierro que se forman.

Quando es en caliente basta con el vapor utilizado para calentar, en tinas de decapado por ácido clorhídrico en líneas de este tipo es suficiente con el movimiento del alambre. Sin embargo hay instalaciones que utilizan agitadores mecánicos, -- usualmente bombas.

Recubrimiento del Alambre.  
(bronceado)

Este recubrimiento se lleva a cabo con la siguiente mezcla, ácido sulfúrico, sulfato de cobre pentahidratado y sulfato de estaño. Este tipo de recubrimiento es tan sencillo que lo único que hay que hacer es pasar el alambre a través (inmersión) de la tina que contiene la mezcla, donde las concentraciones deben estar como muestra la siguiente tabla.



DATOS DE OPERACION GENERAL

T I N A	SUSTANCIA	CONCENTRACION				TEMPERATURA °C
		M I N g/l	%	M A X g/l	%	
RELEVO DE ESFUERZO	PLOMO	-	-	-	-	450-460
Na OH	HIDROXIDO DE SODIO	62.5	2.5	75.0		85- 95
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	FOSFATO TRISODICO	35.0	3.5	45.0	4.5	85- 95
ACIDO MURIATICO	ACIDO CLORHIDRICO	250	2.5	300	3.0	20- 30
BARO ACIDO	SULFATO DE COBRE	35	3.5	60	6.0	20- 40
DE SULFATO	SULFATO DE ESTANO	0.5	0.05	0.8	0.08	20- 40
DE COBRE ESTANO	ACIDO SULFURICO	38	2.0	.52	3.0	20- 40
VELOCIDAD DE DEVANADO		155 Mt. por min.				

## CAPITULO II

## Control de Calidad

Este capítulo trata de los métodos de Control de Calidad como lo son (Inspección de operación, controles, pruebas físicas, químicas y métodos de análisis de las soluciones) estos sistemas se aplican en la fabricación del alambre para ceja de llanta.

Para este estudio fué necesaria la intervención del departamento de Ingeniería Industrial, ya que era necesario justificar las plazas para el desarrollo del sistema que debería establecerse. Esta función que se desarrolló es la carga de trabajo y distribución de la misma al personal que interviene en el desempeño del trabajo que a continuación se detalla.

Primeramente hablaremos de los significados de Control de Calidad en la industria.

En la fase "Control de Calidad" la palabra Calidad no tiene el significado popular de lo "mejor" en sentido absoluto. Industrialmente hablando quiere decir "Mejor dentro de ciertas condiciones del consumidor".

Dentro de esas condiciones las más importantes son:

- a.- El uso a que el producto se destina.
- b.- Su precio de venta.
- c.- Las especificaciones, dimensiones y características.

- d.- La vida y los objetivos de la confiabilidad.
- e.- Los costos de ingeniería y de fabricación.
- f.- Las condiciones bajo las cuales el producto es elaborado.
- g.- Los objetivos de instalación y mantenimiento.

Desde luego que no es práctico ni económico buscar perfección en esas condiciones, por esta razón, se aceptan "tolerancias". El objetivo es mas bien, obtener un nivel de calidad el cual establece un balance entre el costo del pro ducto y el servicio que deba rendir.

El significado de "Control" en la industria. En ter minología industrial, es el acto de delegar responsabilida- des y autoridad en una actividad directiva, liberándola en - esta forma de detalles innecesarios, pero conservandole los medios para asegurarse de que los resultados serán satisfactorios.

Por lo cual, el procedimiento seguida para alcanzar la meta de Calidad industrial es denominado Control de Cali dad.

El control de calidad en la fabricación del alambre para ceja de llanta, se hace presente en los procesos de Pa tentado, Decapado y Estirado de acuerdo a los sistemas de - inspección, pruebas físicas, análisis de las soluciones, eg tas dos últimas se realizan en el laboratorio de alambros.

Enseguida se expone los métodos para detectar los defectos externos del alambroón.

a.- Inspección visual.

b.- Dimensiones

c.- Compresión.

d.- Fractura y ataque.

a.- Inspección visual. Se hace en general a todo el alambroón revisando los rollos visualmente.

b.- Dimensiones. Esta prueba se efectua sobre las muestras cortadas para determinar el diámetro y el grado de ovalamiento en el alambroón.

c.- Compresión. Esta prueba se hace a todas las muestras cortadas para detectar grietas.

d.- Fractura y ataque. Son pruebas alternativas que se usan como vía de comprobación; para ver la gravedad de los defectos.

Nota: El diámetro u ovalamiento del alambroón se determina empleando el tornillo micrométrico con el cual se mide el diámetro mayor y el diámetro menor en cualquier punto del alambroón.

## Método para detectar defectos internos en el alambón.

a.- Rechupe. se corta un tramo pequeño de alambón y se le hace una muesca con un esmeril o con una sierra. -- La muestra se sujeta con un tornillo de banco justamente -- debajo de la muesca, se somete entonces a un fuerte dobles a angulo recto con relación al eje del alambón, y en una -- dirección tal que la muesca quede sujeta a la tensión y pro -- voque la fractura en el centro del alambón, esto indica la presencia de rechupe. El rechupe es también visible en la -- micro estructura como una zona de porosidad con el centro -- de la sección.

Con este mismo método se puede determinar la porosi -- dad.

b.- Segregación. La presencia de segregación en el alambón, será inspeccionada empleando los siguientes mét -- odos de prueba.

b.1.- Segregación de carbono. En esta prueba, una -- sección transversal pulida del alambón se ataca con una so -- lución de ácido nítrico al 10% en volumen durante 20 segun -- dos manteniendola a una temperatura entre 60-70°C. La pre -- sencia de una mancha muy oscura en el centro de la muestra atacada o cualquier ataque irregular en la misma zona, por lo general indica segregación de carbono.

b.2.- Segregación de azufre. Esta prueba de segrega

ción de azufre está basada en la prueba estandar de "Huella de Azufre", la cual se efectúa de la siguiente manera.

1.- Se corta una muestra de alambón en su sección transversal y se pule con lija de grado cero.

2.- Se lava con agua para eliminar rebaba, tierra y basura.

3.- Se remoja un pedazo de papel fotográfico de bromuro de plata en una solución de ácido sulfúrico al 10% en volumen durante dos minutos.

4.- Se elimina el exceso de ácido sulfúrico del papel fotográfico con papel secante.

5.- Se mantiene la muestra de alambón pulido en -- contacto con el papel fotográfico durante 30 segundos.

6.- Se lava y se fija la huella de azufre que se obtiene con hiposulfito de sodio.

La heterogeneidad de la distribución de azufre, se detectará en la huella así obtenida por la presencia de un área o un punto oscuro en el centro o cercano al centro de la muestra de alambón, o bien por una distribución irregular generalmente en toda la sección del mismo.

Inspección en el departamento de patentado.

1.- Identificación del material a procesarse o procesado. El alambrrn deberá llevar las etiquetas de identificación que especifiquem:

- a.- Análisis químico. (1070)
- b.- Calibre (diámetro nominal) (0.250")
- c.- Número de vaciada (colada) (según corresponda)

En la misma forma el material procesado, deberá tener las etiquetas de identificación correspondiente.

2.- Horno de patentado. Las temperaturas de cada sección deberán ser las indicadas según la operación de las plantas.

Planta "A"	1100°C	1070°C	1010°C
Planta "B"	1080°C	1060°C	

Además el funcionamiento de los quemadores debe ser con flama constante y uniforme.

Los rangos de temperatura deben operar de acuerdo a lo indicado anteriormente con una tolerancia de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$

Los alambres tanto a la entrada como a la salida -- del horno y del plomo, su deslizamiento debe ser libre, co-



no la separación que guardan entre ellos (10 cm aproximadamente).

Con el pirómetro óptico, debe verificarse la temperatura de los alambres a la salida del horno que sea homogénea.

3.- Paila con plomo fundido. La temperatura en el baño de plomo deberá ser:

Planta "A"

525 a 530°C

Planta "B"

540 a 550°C

El plomo deberá estar cubierto por una película de material aislante (vermiculita) la cual no permite la fuga de energía calorífica.

Los alambres deberán ir exentos de arrastre de plomo por lo que a la salida de la paila estarán cubiertos perfectamente con arena sílica o con carbón vegetal.

4.- Devanadoras. La velocidad del devanado estará en función del calibre.

Planta "A" = 4 rpm.

Planta "B" = 7 rpm.

Los resultados de las pruebas físicas deben compararse con los datos de la especificación (análisis 1070; calibre 6.3 mm ó 2.286 pulgadas).

## Inspección en el departamento de decapado.

1.- Identificación del material. El alambón o alambre debe llevar la etiqueta metálica de identificación, la cual indicará (análisis 1070, calibre ya sea 6.3 ó 2.286 mm) y en la misma forma debe hacerse con el material decapado.

2.- Muestreo de la concentración de las soluciones de ácido sulfúrico y tetraborato de sodio.

En las tinas de ácido se determina % de ácido sulfúrico, así como la concentración en g/lit. de fierro. En las de tetraborato de sodio se determina la concentración, de acuerdo a las prácticas que posteriormente se presentan.

3.- Temperatura. Debe trabajar a 60°C y a medida -- que se van agotando las soluciones de ácido se va reforzando con ácido nuevo y se aumenta la temperatura, esta operación deberá efectuarse hasta que la concentración de fierro alcance los 100 g/lit. esto es debido a que con ese contenido de fierro, la solución de ácido sulfúrico deja de tener las propiedades químicas adecuadas (deja de eliminar la capa de óxido). Es por esto que la solución de las tinas del decapado tendrán que hacerse nuevas.

4.- Acabado de la superficie. El recubrimiento aplicado al material tendrá que ser uniforme en toda la superficie, comprobándolo visualmente.

5.- Secado. El material se introduce en la cámara -  
de secado de 5 a 10 minutos.

## Inspección en el departamento de trefilado.

1.- Identificación. El material a trefilarse debe venir con la etiqueta metálica que indique análisis (1070) calibre (6.3 ó 2.286 mm).

2.- Acabado. El alambón o alambre deben estar exento de defecto tales como:

	Descalibrado		Descalibrado
	Ovalado		Ovalado
Alambrón	Bigote	Alambre	Vibrado
	Escamas		Rayado
	Traslape		Oxidado
	Oxidado		

3.- Pasos del trefilado. Se identifican por el número de dados por donde pasa el alambre para sus diferentes reducciones de área (como se puede apreciar en el cuadro relacionado con el aspecto general de fabricación de alambre). Los dados no deberán exceder de un 30% en la reducción de área, ya que de aumentar este % el material se fatiga y varían sus propiedades físicas.

4.- Lubricación. El material trefilado debe ser lubricado al pasar por las cajas porta dados. El lubricante es una preparación de estearatos que además tiene como función evitar el contacto directo entre dado y alambre.

5.- Control del material. El material estirado debe rá llevar etiqueta metálica de identificación indicando calibre y análisis.

Nota: Las pruebas físicas a que es sometido el alam  
bre son. Tensión. Torsión. Calibre. Elongación.

Inspección en el departamento de bronceado.

1.- Identificación. El alambre deberá llevar etiquetas de identificación y aprobación, la primera indicará especificación y calibre, la segunda indicará torsión, tensiones y elongación.

2.- Tina con plomo. La temperatura en todas las secciones deberá ser de  $450^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ). Los alambres a la entrada y a la salida del plomo fundido tendrán que tener una separación de 10 cm. La arena sílica debe estar bien distribuida a la salida de la tina para evitar arrastre de plomo en el alambre.

3.- Tinas para limpieza y decapado químico. La tina de limpieza debe estar compuesta con una mezcla de hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) y fosfato trisódico ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) como solución desengrasante. El decapado químico debe hacerse con ácido muriático.

a.- Las condiciones que deben verificarse en la tina de limpieza son:

b.- Temperatura de operación de  $80$  a  $90^{\circ}\text{C}$ .

c.- Concentración, debe ser del hidróxido de sodio  $62.5$  gr/lit. y de fosfato trisódico de  $35$  a  $45$  gr/lit.

d.- Deslizamiento libre con inmersión completa del alambre.

Tina de ácido muriático.

a.- Temperatura de operación 20-30°C

b.- Concentración de 250 a 300 gr/lt.

c.- Deslizamiento libre, inmersión completa del alambre.

Nota: A la salida de cada tina con solución se encuentra una tina con agua cuya función es enjuagar y evitar arrastre de las soluciones.

4.- Tina con soluciones de sulfato de cobre pentahidratado, sulfato de estaño y ácido sulfurico.

Las condiciones que deben verificarse son las siguientes.

a.- Temperatura de operación 25 a 40°C

b.- Concentración.

b.1.-  $\text{CuSO}_4$  de 35 a 60 gr/lt.

b.2.-  $\text{SnSO}_4$  de 0.5 a 0.8 gr/lt.

b.3.-  $\text{H}_2\text{SO}_4$  de 38 a 52 gr/lt.

c.- Deslizamiento libre e inmersión completa.

5.- Devanadoras. La velocidad deberá ser de 150 a 155 m/min. que los esfuerzos internos del alambre sean mínimos, para esto debe matarse el alambre con una serie de baños llamados killers.

6.- Acabado. El alambre debe secarse correctamente para lo cual se hace pasar por un sello con aire, así como -

por una tina conteniendo agua en ebullición colocada a la salida de la tina con solución de  $\text{CuSO}_4$  como se puede observar en la lámina.

El recubrimiento que protege el alambre contra la oxidación sea una resina sintética diluida en tolueno en la siguiente proporción 40 gr/lit. Verificar que todos los alambres se encuentren impregnados de esta solución.



Pruebas físicas después de bronceado.

1.- El alambre deberá estar exento de defectos graves y ser homogéneo en propiedades físicas, el recubrimiento o capa de bronce será uniforme y adherente.

2.- Propiedades físicas. Las pruebas a que se somete el alambre bronceado después de la acción del vapor a  $149^{\circ}\text{C}$  durante una hora son las siguientes:

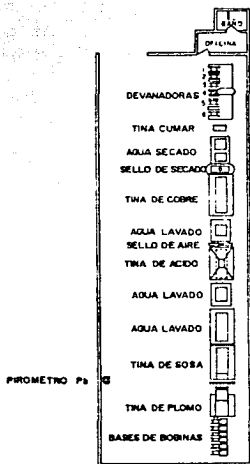
- a.- Diámetro nominal (  $+0.002'' -0.00''$  )
- b.- Resistencia a la tracción de 18981 a 21442  $\text{kg}/\text{cm}^2$
- c.- Tensión de 132 a 149 kg.
- d.- Elongación % en una longitud de 25 cm aplicando una carga de 14 kg.
- e.- Límite elástico 75% de la resistencia a la tracción.
- f.- Torsiones 60 mínimo en una longitud de 20 cm.
- g.- Peso, cien mts. deberán pesar 543 grs.
- h.- Capa de cobre de 0.60 a 1.00 grs/kg. de alambre
- i.- Capa de estaño de 0.006 a 0.02 grs/kg. de alambre.
- j.- Adherencia al hule.
  - j.1.- Compuesto Goodrich. 45.4 kg.
  - j.2.- Compuesto Oxo. 31.8 kg.
  - j.3.- Compuesto Popo. 25.0 kg

k.- Tensiones internas. Se hacen dos pruebas.

k.1.- Un tramo de 3 mts. de alambre colocado li  
brenemente sobre el suelo deberá permanecer dentro de una su-  
perficie delimitada por un rectángulo de 60 cm. de ancho por  
3 mts. de largo. En ningún extremo la muestra debe levantar  
se más de cinco centímetros del plano horizontal donde des-  
cansa.

k.2.- En un tramo de 10 m. de alambre, no debe  
dar más de una torsión. Efectuándose la prueba de la sigui-  
ente manera. Se toma la punta de la bobina y se le hace un  
doblez de cinco cm. a 90 grados, se coloca sobre el piso en  
posición vertical y se detiene con la mano, se hace rodar -  
el carrete en tal forma que el alambre desenredado quede re-  
posando sobre el piso, cuando se han desenredado 3 m, se --  
suelta la punta doblada y se cuentan las revoluciones (me--  
nos 360°) que da el alambre sobre su propio eje.

Empaque.- El alambre deberá estar cubierto por cin-  
co capas de papel que lo protegen contra la oxidación y cin-  
co capas de papel asfaltado que lo protegen contra la hume-  
dad, arriba de las cuales llevará dos amarres de alambre. -  
Cada bobina llevará una etiqueta de identificación que indi-  
que peso bruto, tara, peso neto y número de pedido con cla-  
ve del cliente, La lámina siguiente muestra el proceso de -  
bronceado.



U  
N  
A  
M

PLANTA DE BRONCEADO

JURM IGNACIO QUEZADA LECUONA

FACULTAD  
DE  
QUIMICA

MEXICO, 1989.

**C A P I T U L O   I I I**

## Análisis Químico del Acero.

En los últimos diez años la industria en general a tenido un avance sorprendente, donde se han desarrollado una infinidad de computadoras, máquinas de sistemas, calculadoras y un sin fin de artículos que han vanido en auxilio de la simplificación de las operaciones así como la reducción del tiempo utilizado - en trabajos que durante muchos años se habían tardado en elaborar de dos a tres horas como lo son las determinaciones colorimétricas y fotométricas.

En la actualidad contamos con el Cuantómetro o Espectrómetro 72,000, el cual en un máximo de 30 seg. nos determina lecturas de voltaje que se comparan con un muestra estandar y los datos obtenidos se llevan a una gráfica a fin de obtener un resultado en % en peso.

Los elementos con los cuales se puede llevar a cabo la transformación son los siguientes.

- 1.- Manganeso
- 2.- Fosforo
- 3.- Silicio
- 4.- Cromo
- 5.- Cobre
- 6.- Niquel
- 7.- Molibdeno

Otra muestra del avance de la ciencia es el determinador Leco, que al igual que el Cuantómetro en un máximo de 30 segundos nos determina el % en peso del carbono y azufre.

## Determinación Gravimétrica de Silicio

### Generalidades:

Método del ácido perclórico. El método se basa en la oxidación del silicio, que se encuentra en el acero como siliciuro de hierro ( $\text{Fe}_2\text{Si}$ ), hasta transformarse en ácido silícico insoluble que se separa por filtración.

### Equipo y Reactivos Necesarios:

- a.- Vaso de precipitado de 250 ml.
- b.- Embudo de filtración de 7.5 cm. de diámetro.
- c.- Crisol refractario de 25 ml. de capacidad.
- d.- Papel filtro Wattman No. 541 de 12.5 cm. de diámetro
- e.- Acido Nítrico 1:1
- f.- Acido Perclórico al 70%.

### Procedimiento:

Se pesan 2.0g de muestra, en vaso de precipitados de 250 ml.; se agregan 20 ml. de  $\text{HNO}_3$  1:1, se tapa con vidrio de reloj. Cuando cesa la acción violenta del ácido, se agregan 25 ml. de  $\text{HClO}_4$  al 70% y se pone a hervir, tapando con vidrio de reloj.

Cuando comienza el desprendimiento de humos de  $\text{HClO}_4$ , se aumenta la temperatura, hasta la producción de abundantes humos, se retira del fuego y se deja enfriar, dentro de la campana.

Se agregan aproximadamente 50 ml. de agua caliente, lavando las paredes del vaso y del vidrio de reloj; se agita, se calienta uno o dos minutos para tener toda en solución, excepto la  $\text{SiO}_2$ ; se filtra, transfiriendo toda la sílice adherida al vaso, al filtro, lavar con solución caliente de HCl al 5% unas diez -

veces y finalmente con agua caliente, dos o tres veces.

Nota: Debe probarse el filtrado con una solución al 10% de sulfocianuro de potasio, para comprobar la ausencia de fierro en el filtro.

El filtro y precipitado se trasladan a un crisol refractario se deseca, se calcina en horno de mufla a 900°C, se deja enfriar y se pesa el residuo.

Calculos:

$$\% \text{ de Si} = \frac{\text{Peso del residuo} \times 0.467}{2} \times 100$$

Nota: El resultado así obtenido, de Si, es el que se reporta por costumbre en el trabajo rutinario; sin embargo, este resultado no representa con toda exactitud el contenido de Si; para obtenerlo se prosigue de la siguiente manera.

Agregose al crisol unas gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1 únicamente a humedecerse, y dos o tres ml. de HF al 40%. se evapora a sequedad se calcina nuevamente a 900°C, hasta peso constante, obteniéndose el contenido de Si por diferencia, ya que este se ha volatilizado en forma de SiF<sub>4</sub>.

## Determinación Fotométrica de Silicio.

### Generalidades:

El método se basa por el color azul producido por el ácido silícico al reaccionar con el molibdato de amonio y el sulfato ferroso, en presencia de ácido oxálico

### Equipo y Reactivos Necesarios:

- a.- Matríz Erlenmeyer de 125 ml.
- b.- Matríz volumétrico de 200 ml.
- c.- Matraz volumétrico de 50 ml.
- d.- Probeta de polietileno de 50 ml.
- e.- 2 Pipetas graduadas de 5 ml.
- f.- Pipeta graduada de 5 ml.
- g.- Pipeta volumétrica de 20 ml.
- h.- Carburo de silicio en trozos (boiling chips)
- i.- Espectrofotómetro (Beckman)
- j.- Celdas de absorción de 1cm de paso de luz
- k.- Tapa para matríz, tipo Tuttle
- l.- Solución solvente: 500 ml. de agua, 125 ml. de ácido clorhídrico concentrado y 45 ml. de ácido nítrico concentrado, enfriar y diluir a 1000 ml. con agua destilada.
- m.- Molibdato de amonio, al 2.5% disolver 12.5 g. de la sal en 500 ml. de agua destilada.
- n.- Sulfato ferroso-amónico, al 2.5% disolver 30 g. de la sal en 300 ml. de agua, agregar 10 ml. de ácido sulfúrico concentrado, enfriar y diluir a 500 ml. - con agua destilada.



c.- Acido oxálico al 5%, disolver 25 g. del ácido en 500 ml. de H<sub>2</sub>O destilada.

Nota: Los tres reactivos deberán ser conservados en frascos de polietileno y deberá utilizarse agua desmineralizada y excenta de sílice.

Procedimiento:

Se pesan 0.200g. de muestra (rebaba), en matríz Erlenmeyer de 125 ml. y se agregan 50 ml. de la solución solvente; se cubre con la tapa "tuttle", llene de agua y se diluye en caliente, se agregan uno o dos trozos de carburo de silicio (boiling/chips) y se hierve durante dos minutos para expeler los vapores nitrosos.

Se enfría a temperatura ambiente; se observa la solución para saber si contiene carburos insolubles, en cuyo caso, se filtra; se transfiere la solución a un matríz volumétrico de 200 ml. lavando por decantación el matríz original, se afora a la marca con agua y se mezcla.

Por medio de una pipeta se toman 20 ml. de alícuota y se transfíeran 10 ml.; del molibdato de amónio y se deja reposar un tiempo mínimo de 4 min.

Desde este punto, cada muestra deberá ser tratada individualmente.

Se agregan 10 ml; de la solución de ácido oxálico, se mezcla y se agrega inmediatamente 5 ml. de la solución de sulfato ferroso-amónico, se afora con H<sub>2</sub>O y se mezcla perfectamente.

Se toma la lectura en el Espectrofotómetro, a 820 mμ y -  
en la escala de sensibilidad.

Se determina el % de Si, utilizando la lectura en la cur  
va de calibración, restando el Blank, y multiplicandolo por un  
factor previamente determinado por una muestra estándar conocida.

$$(\text{Lectura Blank}) \times \text{Factor} = \% \text{ Si}$$

Curva de calibración. Se utiliza muestra estándar NBS --  
llevando el mismo procedimiento indicando, y corriendo a la vez  
un Blank.

## Determinación de Manganeso en Acero.

### Generalidades:

El método fotométrico del persulfato amónico está fundado en la oxidación del Ion Manganeso a Permanganato en solución -- Sulfúrico-Fosfórico, actuando como catalizador el Nitrato de -- Plata.

### Equipo y Reactivos:

a.- Vaso de precipitado de 200 ml.

b.- Probeta de 25 ml.

c.- Probeta de 10 ml.

d.- Frasco Volumétrico de 100 ml.

e.- Mezcla ácida:

1.- Acido Sulfúrico Conc. 100 ml.

2.- Acido Fosfórico Conc. 50 ml.

3.- Acido Nitríco Conc. 250 ml.

4.- Agua destilada 600 ml.

5.- Nitrato de Plata 1.75 g.

Nota: Conviene disolver separadamente el Nitrato de Plata en unos 100 ml. de agua destilada y descontar estos a los -- 600 ml. de la mezcla.

f.- Urea al 10%

### Procedimiento:

Se pesan 0.100 g. de muestra de acero, en rebaba y se -- transfieren en un vaso de 250 ml; se agregan 25 ml. de la mez-- cla ácida y se calienta hasta disolución completa.

Se hierve para expeler los vapores nitrosos, y se retira

del fuego; se añaden aproximadamente 50 ml. de agua caliente y 2.5 g. de persulfato de amonio (cristales).

Se pone a ebullición y una vez iniciada ésta se toma el tiempo para que hierva (un minuto y medio).

Se retira del fuego y se lavan las paredes del vaso con agua fría utilizando la menor cantidad posible para no rebasar un volúmen de 90 ml.

Se deja enfriar en tanque de agua, y se añaden 5 ml. de la solución de Urea al 10% se transfiere a un frasco volumétrico de 100 ml. lavando las paredes del vaso con ayuda de la pipeta y se termina de enfriar, si es necesario, en el tanque de agua corriente. Se afora a la marca con agua destilada, se mezcla perfectamente y se toma la lectura en el Espectrofotómetro a 540 mμ.

Se lleva la lectura a la curva de referencia, que dará directamente el % de Mn.

Trazo de la Curva: Se utilizan muestras de acero NBS, pesando 0.100 g. de cada una, y si es preciso, se toma alicuota para los puntos altos.

Nota: Si se trata de muestras de alambre (especificación cobrizado), se pesa de 0.050 a 0.100 g. en cuyo caso se calcula el % como sigue.

$$\% \text{ de Mn. } * \frac{\text{Mu Contenido} \times 0.100}{\text{Peso de Muestra.}}$$

Determinación Fotométrica de Cobre  
en Aceros.

Generalidades:

Método de Alfa-Benzoin-Oxina, aplicable hasta 0.25% de Cu.

Equipo y Reactivos:

- a.- Vaso de precipitados de 150 ml.
- b.- Probeta de 50 ml.
- c.- Pipeta graduada de 5 ml.
- d.- Embudo de filtración de 7.5 cm. de diámetro.
- e.- Embudo de separación de 300 ml.
- f.- Matraz volumétrico de 50 ml.
- g.- Espectrofotómetro.
- h.- Acido Nítrico 1:2
- i.- Peróxido de Hidrógeno al 30%
- j.- Potenciómetro determinador de pH
- k.- Hidróxido de Sodio al 10%
- l.- Sal de Rochela al 60%
- m.- Solución de Alfa-Benzoinoxina al 0.5% en Hidróxido de Sodio al 1% (1.5 g. de reactivo en 300 ml. de --- agua que contenga 3 g. de Hidróxido de Sodio).
- n.- Cloroformo.
- o.- Acido Clorhídrico al 20%
- p.- Solución Buffer, pH 10
- q.- Papel filtro de 12.5 cm. de diámetro No. 4 Wattman.

Procedimiento :

Se pesan 0.250 g. de muestra en vaso de 250 ml; se agregan 15 ml. de Acido Nítrico 1:2 y uno o dos gotas de agua oxig

nada al 30% y se calienta hasta disolución; finalmente, se hierve uno o dos minutos para expeler los vapores nitrosos.

Se retira del fuego se lavan las paredes del vaso con agua destilada fría, diluyendo a unos 70 ml.

Se añaden 15 ml. de la solución de sal de Rochela, se agita por medio de una varilla de vidrio, y se añaden 20 ml. de hidróxido de sodio al 10%, se agita nuevamente en forma energética.

Ajuste del pH. Se enciende el potenciómetro, se toma la temperatura de la solución y se calibra el instrumento con la solución Buffer de pH 10, y ajustando la temperatura a la misma tomada a solución problema. Finalmente se ajusta este a un rango de 11.2 - 12.3, por medio de adiciones de hidróxido de sodio al 10%, o ácido clorhídrico al 20%.

Se añaden 2 ml. de reactivo Alfa-Benzoin-Oxina por medio de una pipeta, se agita y se transfiere a un embudo de separación de 300 ml. de capacidad, lavando dos veces las paredes del vaso. Se añaden 40 ml. de Cloroformo, se coloca el tapón del embudo y se agita energicamente por dos periodos de 30 segundos se deja separar las capas y se filtra la capa extractora de cloroformo a través del filtro recibiendo en frasco volumétricos de 50 ml. bien secos.

Se agregan 5 ml. de cloroformo a la solución, se agita de nuevo haciéndose una segunda extracción, y reuniendo el filtrado en el mismo matrás, a través del filtro.

Se afora a la marca con cloroformo, se mezcla y se mide la intensidad de transmisión en el Espectrofotómetro, a 440 m usando como referencia agua destilada. La lectura deberá tomarse antes de transcurrir 30 min. después de la adición del reactivo.

Nota: Es de gran importancia controlar el el pH dentro del rango marcado.

El % de Cu se obtiene con el valor de la lectura, - en la tabla respectiva, hecha con la curva de calibración.

Curva de calibración: Se pesan 5 porciones de 0.250 g. cada una, de una muestra de NBS de acero semejante en su composición a los aceros producidos en ANSA, en el estándar NBS, 10 g. (0.008% Cu) se utilizan vasos de 150 ml. a cada uno se le agregan respectivamente 1,2,3,4,5, ml. de una solución de  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , preparada cuidadosamente, pesando 0.200 g. de Cu electrolítico disolverlo en ácido nítrico, y diluirlo en matríz volumétrico a 1000 ml; cada ml. contendrá 0.0002 g. de Cu. Se procede como el método descrito en 3 y se obtienen 5 puntos para el trazo de la curva, con las lecturas de % de transmitancia y % de Cu para cada punto.

Determinación Fotométrica  
de Cromo.

Generalidades:

Método fundamental en la coloración del ion Cromo -  
con el reactivo. 1.5 Difenilcarbazida.

Equipo y Reactivos.

- a.- Espectrofotómetro
- b.- Vaso de precipitados, de 150 ml.
- c.- Matraces volumétricos de 200 y 100 ml.
- d.- Vidrio de reloj.
- e.- Acido Nítrico 1:1
- f.- Acido Perclórico (60%)
- g.- Acido Fosfórico, al 5%
- h.- Alcohol Etilico Q.P.
- i.- 1.5 Difenilcarbazida (Merck) Disolver 0.150 g.  
en 75 ml. de Alcohol Etilico, Esta solución de-  
berá ser preparada el mismo día.
- j.- Permanganato de Potasio, al 0.5%

Procedimiento.

Se pesan 0.100 g. de muestra, en vaso de 150 ml. se  
añaden 5 ml. de ácido nítrico 1:1, y 5 ml. de ácido percló-  
rico.

Se cubre con vidrio de reloj, se calienta a disolu-  
ción completa, finalmente se hierve a humos blancos de áci-  
do perclórico, hasta que se observe que éste se condensa en



Las paredes del vaso y vidrio de reloj.

Se deja enfriar, se agregan 30 ml. de agua destilada, lavando paredes del vaso y vidrio de reloj.

Se agrega solución de permanganato al 0.5%, gota, por medio de una pipeta, hasta color rosa permanente. Se -- hierve durante dos minutos, se deja enfriar, se transfiere la solución a un matraz volumétrico de 200 ml. se afora a -- la marca y se mezcla.

Se toman 50 ml. de alícuota (equivalentes a 0.025 -- g. de muestra) se transfieren a un matraz volumétrico de -- 100 ml., se agregan 25 ml. de ácido fosfórico al 5%. Se --- ajusta la temperatura a  $20^{\circ}\text{C} + 3$ , se añaden 5 ml. del reactivo Difenilcarbazida, y se deja desarrollar la coloración durante 10 minutos. Se toma la lectura en el Espectofotómetro, a 530nm.

Notas:

Para desarrollar la curva, se utilizan muestras estándar NBS, conteniendo 0.016, 0.050, 0.071 y 0.143 % de -- Cromo, siguiendo el mismo procedimiento descrito para las -- muestras de acero.

Si el contenido de Cromo es mayor de 0.15 %, se toma una alícuota de 25 ml. y se prosigue el desarrollo de color, aforando en matraz de 100 ml. el resultado se multiplica por dos, para obtener el %.

## Determinación Colorimétrica de Fósforo.

### Generalidades:

Método del molibdeno/azul (azul-heterópoli). Separación del silicio como tetrafluoruro de silicio ( $\text{SiF}_4$ ).

### Equipo y Reactivos.

- a.- Matraz Erlenmeyer.
- b.- Matraz volumétrico de 100 ml.
- c.- Matraz volumétrico de 50 ml.
- d.- Pipeta volumétrica de 20 ml.
- e.- Embudo de separación de 60 ml. forma cilíndrica.
- f.- Probetas (3) de 25 ml.
- g.- Pipeta graduada de 5 6 10 ml.
- h.- Matraz volumétrico de 200 ml.
- i.- Bureta de 50 ml.
- j.- Acido Nítrico concentrado.
- k.- Acido Fluorídrico concentrado.
- l.- Acido Perclórico al 70%.
- m.- Alcohol Isobutílico (2 metil-1 propano).
- n.- Alcohol Etilico.
- o.- Solución molibdato de amonio, al 5% (Se disuelven 50 g. de molibdato de amonio  $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7 \text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , En una solución de 400 ml. de agua y 115 ml. de ácido sulfúrico. Enfríese y diláyase con agua a 1000 ml.
- p.- Acido Sulfúrico 1N. (diláyanse 28 ml. de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  con.-

en 1000 ml. de agua).

q.- Solución conc. de cloruro estanoso (stock) se disuelven 10 g. de cloruro estanoso ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), en 25 ml. de ácido clorhídrico.

r.- Solución diluida de cloruro estanoso. (dilúyase 1 ml. de la solución concentrada, tomándola con la pipeta graduada, con la solución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1N, a 200 ml. en un matraz volumétrico, y agítese.

Nota: Esta solución se prepara diariamente.

#### Procedimiento:

Se pesan 0.5 g. de muestra (rebaba), en un matraz erlenmeyer de 125 ml. se añaden 10 ml. de ácido nítrico y 2 ó 3 gotas de ácido fluorhídrico concentrado, se agita y se agregan 10 ml. de ácido perclórico. Se calienta hasta disolver y se pasa a la parrilla Gilmer para llevar a humos, hasta que éstos sesprendan de la boca del matraz. Se retira del fuego y se deja enfriar en corriente de aire. Se añaden 30 ml. de agua, se agita para disolver las sales. Se transfiera la solución a un matraz volumétrico de 100 ml. se afora a la marca, se agita a homogeneizar.

Por medio de una pipeta se toman 20 ml. de alícuota y se transfieren al embudo de separación, donde se añaden por medio de la bureta 10 ml. de la solución de Molibdato de Amonio, se añaden 20 ml. de alcohol isobutílico, utilizando -- una probeta de 25 ml. Se coloca el tapón del embudo y se --

agita vigorosamente por espacio de 1 min.

Se deja separar las dos capas y se drena la parte acuosa desechándola. Se añaden por medio de probeta, 15 ml. de la solución diluida de Cloruro Estanoso, se coloca el tapón y se agita de nuevo vigorosamente por espacio de un minuto. - Se deja separar las dos capas, se drena la parte acuosa, -- desechándola. Se drena luego la solución alcohólica coloreada (azul) con cuidado, recubriéndola en un matraz aforado -- de 50 ml.

Se lava el embudo, agregando porciones de 5 ml. de alcohol etílico, aproximadamente, agitar 2 ó 3 veces, dependiendo de la concentración de fosforo (según intensidad de color) agregando estos lavados al matraz aforado.

Se afora a la marca con alcohol etílico, se tapa el matraz y se mezcla perfectamente.

Se toma la lectura en el Espectrofotómetro Beckman, a 520 m $\mu$ , según se haya hecho la curva.

Notas:

1.- Deberá llevarse siempre un blank, desde el principio utilizando las mismas cantidades de reactivos, para ser registrado de la lectura.

2.- Todo el material usado deberá ser lavado con jabón y no con detergente, ya que este contiene fosfatos, deberá -- marcarse para ser utilizado solamente para la determinación

de fósforo ya que para otros análisis, se utiliza ácido fosfórico y podrían obtenerse resultados altos.

**Preparación de la Curva:**

Se obtiene utilizando diferentes muestras de acero, NBS, de acuerdo al rango que usualmente se encuentra el contenido de fósforo esto es entre 0.005 a 0.050%. Se sigue el mismo procedimiento de preferencia se hace un duplicado para cada punto de la curva; bastarán 5 ó 6 puntos para trazarla.

## Determinación Colorimétrica de Molibdeno.

### Generalidades:

Método del sulfocianuro de potasio, empleando el Espectrofotómetro Beckman B.

#### Equipo y Reactivos necesarios:

- a.- Acido Perclórico al 70%
- b.- Acido Nítrico al 50%
- c.- Acido Sulfúrico al 50%
- d.- Acido Tartárico al 10%
- e.- Acetato de Butilo.
- f.- Hidróxido de Sodio al 10%
- g.- Sulfocianuro de Potasio al 5%
- h.- Solución de cloruro estano. Disolver 350 g. de cloruro estano en 200 ml. de ácido clorhídrico conc. aforar a 1000 ml. con agua. Agregar 1 ó 2 g. de granalla de estaño y procurar que siempre haya estaño - en el fondo del frasco.
- i.- Vaso de precipitados de 150 ml.
- j.- Vaso de precipitado de 250 ml.
- k.- vidrio de reloj de 7.5 cm. de diámetro.
- l.- Papel filtro Whatman No. 541
- m.- Papel tornasol rojo.
- n.- Embudo de 60°
- o.- Embudo de separación de 250 ml.

- p.- Pipeta de 10 ml.  
q.- Probeta de 25 ml.  
r.- Matraz volumétrico de 200 ml.

Técnica:

En un vaso de precipitados de 250 ml. se atacan 2 g. de muestra con 15 ml. de ácido nítrico al 50%. Una vez que cesa la reacción vigorosa, se añaden 15 ml. de ácido perclórico al 70% y se cubre el vaso con vidrio de reloj, se calienta y se lleva hasta cristales húmedos; se enfría al aire.

Una vez frío, se lavan las paredes del vaso con 60-70 ml. de agua caliente, se agita y se calienta ligeramente hasta que se disuelven totalmente las sales con excepción de la sílice; se filtra, recibiendo el filtrado en matraz volumétrico de 200 ml. se lava el filtrado 5 veces con agua caliente (guardese el precipitado y vease si se desea determinar silicio).

El filtrado se enfría en corriente de agua y se afora -- con agua fría, se agita y se toma alícuota de 10 ml. (1) se pone en vaso de precipitado de 150 ml. y se diluye con 30 ml. de agua destilada, se le añades 10 ml. de ácido tartárico al 10% y se neutraliza con hidróxido de sodio al 10% hasta el vira del papel tornasol al azul, se acidula con ácido sulfúrico al 50% hasta el vire de azul a rosa del papel tornasol, se añaden 20 ml. en exceso de ácido sulfúrico al 50%

y se agregan 5 ml. de solución de sulfocianuro de potasio - al 5%, se pasa al embudo de separación y se deja enfriar. - Ya frío se le añaden 10 ml. de solución de cloruro estanoico y se agita vigorosamente durante un minuto.

Se agregan exactamente 25 ml. de acetato de butilo y se agita enérgicamente, se deja reposar para que se separen -- las dos capas. La solución inferior o sea la incolora, se -- desecha y con la solución colorida se lava tres veces la -- celda de absorción, se llena y se seca con papel absorbente.

Se ajusta el espectrofotómetro usando como referencia -- acetato de butilo en sensibilidad 1 ó 3 según el aparato en uso y 525 m $\mu$  de longitud de onda.

#### Lectura:

La lectura se efectúa en la escala de transmisión, en la misma sensibilidad y longitud de onda arriba indicada. Con este valor se obtiene el contenido de molibdeno en la hoja correspondiente.

Cuando la cantidad de molibdeno contenida en la muestra sea superior a 0.34, se toma alícuota de 5 ml. en lugar de los 10 ml. señaladas en la nota 1, se sigue el método ordinario y el resultado se multiplica por dos.

#### Calibración:

Para calibrar el aparato y obtener la gráfica se deberán emplear muestras del National Bureau of Standards del U. S.



Departament of Commece. La composición del standar seleccio  
nado deberá ser similar a la de acero fabricado para la ce-  
ja de llanta.

La grafica deberá revisarse semestralmente.

Determinaciones Analíticas.

Acido Muriático.

Equipo y reactivos necesarios.

- a.- Carbonato de sodio 1.0N (53 gr/lit. Anhidro)
- b.- Indicador anaranjado de metilo al 0.1% con un vi  
re a un pH = 3.1 a 4.4
- c.- Pipeta volumétrica de 5.0 ml.
- d.- Matríz erlenmeyer de 500 ml.
- e.- Bureta graduada de 50 ml.

Técnica:

En matríz erlenmeyer de 500ml. que contenga 100 ml. de agua destilada se adicionan 5 ml. de muestra, añadiéndose 5 gotas del indicador anaranjado de metilo.

Titulase con carbonato de sodio 1.0N hasta que la -- solución vire del rojo al amarillo.

Cálculos:

$$\% \text{HCl}_{(\text{volumen})} = \text{ml. gastados} \times 0.72 \text{ Factor de con-} \\ \text{versión.}$$

Determinación de hierro (Fe) en baño de decapado.

Equipo y reactivos necesarios.

a.- Permanganato de potasio 0.5M (15.8 gr/lt.)

b.- Acido fosfórico 10%

c.- Pipeta volumétrica de 10 ml.

d.- Matríz erlenmeyer de 500 ml.

e.- Bureta graduada de 10 ml.

Técnica.

En matríz erlenmeyer de 500 ml. que contiene 200 ml de agua destilada, se agregan 10 ml. de muestra; en seguida 10 ml. de ácido fosfórico al 10% y se titula con permanganato de potasio 0.5N hasta obtener una ligera coloración rosada.

Calculos:

$$\text{gr/lt. de Fe} = \text{ml. gastados} \times A \times \frac{1000}{10} \times 0.0558$$

$$\text{gr/lt. de FeSO}_4 = \text{ml. gastados} \times A \times \frac{1000}{10} \times 0.1519$$

Donde:

A = Normalidad empleada de  $\text{KMnO}_4$

### Determinación de ácido sulfúrico

#### Equipo y reactivos necesarios.

- a.- Carbonato de sodio 1.0N
- b.- Indicador anaranjado de metilo al 0.1%
- c.- Pipeta volumétrica de 5 ml.
- d.- Matríz erlenmeyer de 500 ml.
- e.- Bureta graduada de 50 ml.

#### Técnica:

En matríz erlenmeyer de 500 ml. que contenga 100 ml de agua destilada se adicionan 5 ml. de muestra, añádamse - 3 gotas de indicador anaranjado de metilo y titulese con — carbonato de sodio 1.0N hasta el virs al amarillo claro.

#### Calculos:

$$\% \text{ de } \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ml. gastados de } \text{NaCO}_3 \times 0.56$$

Determinación de hidróxido de sodio y fosfato trisódico  
en baño desengrasante.

1.- Generalidades.

Con este método primero se valora el alcalí a un -  
ph de 4.2 con anaranjado de metilo, después se hierve la -  
solución desprendiéndose dióxido de carbono y la sílice se  
insolubiliza, el fosfato puede valorarse en retroceso a un  
ph de 8.6

2.- Equipo y Reactivos.

- a.- Pipeta graduada de 10 ml.
- b.- Matríz Erlenmeyer de 250 ml.
- c.- Bureta graduada de 50 ml.
- d.- Parrilla eléctrica
- e.- Acido sulfúrico
- f.- Hidróxido de sodio
- g.- Anaranjado de metilo
- h.- Fenolftaleína.

3.- Técnica.

Se toman 10 ml. de muestra los que se transfieren  
a un matríz erlenmeyer de 500 ml. que contiene 100 ml. de  
agua destilada, se le agregan tres gotas de anaranjado de  
metilo, titular con ácido sulfúrico 1.0N hasta el vire a -  
coloración roja. A los ml. gastados llámese A ml.

Se hierve, se saca de la parrilla y se deja enfriar, se agregan tres gotas de fenolftaleína y se titula con hidróxido de sodio 0.1N hasta el vire a coloración rosa -- púrpura de la fenolftaleína, a los ml. gastados llámese -- B ml.

4.- Cálculos.

$$(A \times N_1) - 2 (B \times N_2) \times 4.00 = \text{gr/lit. de NaOH}$$

$$(B \times N_2) \times 38.016 = \text{gr/lit de Na}_3\text{PO}_4$$

Donde::

A = ml. gastados de  $\text{H}_2\text{SO}_4$

$N_1$  = Normalidad del  $\text{H}_2\text{SO}_4$

B = ml. gastados de NaOH

$N_2$  = Normalidad de NaOH

## Determinación de sulfato de estaño en baño de bronceado

### 1.- Generalidades.

Este método cubre la técnica para la determinación de sulfato de estaño en baños para broncear alambre, acabado licor.

En este tipo de baño, el estaño depositado se encuentra en estado divalente ( $Sn^{++}$ ) y por lo tanto sólo se debe determinar este ión. El estaño tetravalente no es depositable por lo cual no es necesario determinarlo.

### 2.- Equipo y Reactivos necesarios.

- a.- Acido clorhídrico al 20%
- b.- Solución de almidón 0.2%
- c.- Solución de Iodo 0.1N
- d.- Matríz Erlenmeyer 500 ml.
- e.- Pipeta volumétrica de 10 ml.
- f.- Bureta graduada de 50 ml.
- g.- Probeta de 25 ml.

### 3.- Técnica.

Se toman 10 ml. de muestra y se lleva a un matríz Erlenmeyer de 500 ml. el cual contiene 50 ml. de agua des-tilada, se agregan 20 ml. de ácido clorhídrico al 20% y 2 ml. de solución de almidón, se titula con solución de iodo

al 0.1N hasta que se obtenga una coloración azul intensa.

4.- Cálculos.

grs/lt.  $\text{SnSO}_4$  = ml. gastados de solución de iodo  
por 0.04296

= ml. de iodo x 0.04296



## Determinación de ácido sulfúrico en baños de bronce

### 1.- Generalidades.

La solución de hidróxido de sodio neutraliza primero el ácido sulfúrico libre, formando sulfato sódico. Luego reacciona con el sulfato de cobre produciendo hidróxido de cobre que es insoluble en condiciones de valoración.

Cualquier cantidad de hierro presente se precipita con hidróxido férrico y en estos casos se hace más fácilmente visible el punto final.

### 2.- Equipo y Reactivos Necesarios.

- a.- Bureta graduada de 50 ml.
- b.- Pipeta volumétrica de 10 ml.
- c.- Matríz Erlenmeyer de 500 ml.
- d.- Hidróxido de sodio 1.0N

### 3.- Procedimiento.

Se toma una muestra de 10 ml, la cual se transfiere a un matríz Erlenmeyer de 500 ml. que contiene 200 ml. de agua destilada, se titula con hidróxido de sodio 1.0N mezclando completamente durante la adición del alcali, hasta que aparezcan los primeros síntomas de una turbidez permanente.

Nota: El álcali debe añadirse lentamente para evitar la formación de grandes coágulos de precipitado, que -

se dispersan y redissuelven con gran dificultad.

4.- Calculos.

$$\%H_2SO_4(v) = \text{ml. gastados} \times \text{Normalidad} \times \frac{100}{10} \times .02835$$

$$= \text{ml. gastados} \times N \times 0.2835$$

## Determinación de sulfato de cobre en baño de bronceado.

### 1.- Generalidades.

En este método, por la adición de yoduro de potasio, las sales cúpricas se reducen y se precipita yoduro cuproso como sustancia insoluble, al mismo tiempo que produce yodo libre; por valoración de éste con tiosulfato de sodio se puede calcular la cantidad de sal de cobre que reacciona con el yoduro de potasio.

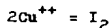
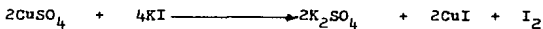
### 2.- Equipo y reactivos necesarios.

- a.- Hidróxido de sodio al 20%
- b.- Acido acético concentrado
- c.- Yoduro de potasio Q.P.
- d.- Tiosulfato de sodio 0.1N
- e.- Indicador de almidón
- f.- Bureta graduada de 50 ml.
- g.- Probeta graduada de 25 ml.
- h.- Pipeta volumétrica de 10 ml.
- i.- Matríz erlenmeyer de 500 ml.

### 3.- Procedimiento:

Se toma con una pipeta volumétrica 10 ml. de muestra, los cuales se transfieren a un matríz erlenmeyer de -

500 ml. que contiene 50 ml. de agua destilada, se agrega -  
 gota a gota hidróxido de sodio al 20%, hasta que todo el -  
 cobre precipite como hidróxido de cobre, se enfría a tem--  
 peratura ambiente, se añade gota a gota ácido acético gla-  
 cial concentrado, hasta disolución del precipitado, se en-  
 fría de nuevo y se agregan 3.0gr. de yoduro de potasio en  
 cristales, dejando reposar la solución 3 min. para que se  
 complete la reacción y se titula con tiosulfato de sodio -  
 0.1N empleando como indicador engrudo de almidón hasta la  
 desaparición del color azul.



4.- Cálculos.

$$\text{g/lit. CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = \text{ml. gastados} \times 2.503$$

CAPITULO IV

## Pruebas Físicas

A continuación se describen las principales máquinas con sus respectivos diagramas.

Prensa de tracción Mohr & Federhaff. A. G.

Sus características principales son las siguientes

- a.- Capacidad 227 Kg.
- b.- Escala de 0 a 113 Kg.
- c.- Lectura mínima 0.454 Kg.

Cuenta además con dos mesas de trabajo, la superior que es fija y la inferior que se controla en su movimiento descendente mediante la palanca de descenso y en su movimiento ascendente mediante la palanca de ascenso.

Tiene un regulador de velocidad de desplazamiento ajustable desde 0 a 100 mm/min. y un sistema de contrapeso para nivelar la aguja de la carátula de los manómetros indicadores de carga.

Cuenta con un sistema de graficación para efectuar la prueba de tracción. La operación de esta prensa se puede resumir en el siguiente orden, de acuerdo al diagrama adjunto.

- 1.- Ajuste y selección de la carátula con la palanca de mando (11) una vez conectado el interruptor (13).
- 2.- Ajuste de la distancia entre mordazas (14) mediante el perno de elevación (16).
- 3.- Conectar el interruptor (13) una vez lograda la distancia entre mordazas.

4.- Colocar la muestra en la mesa de trabajo y fijarla - mediante las mordazas (14), accionando el elevador de mordazas (15).

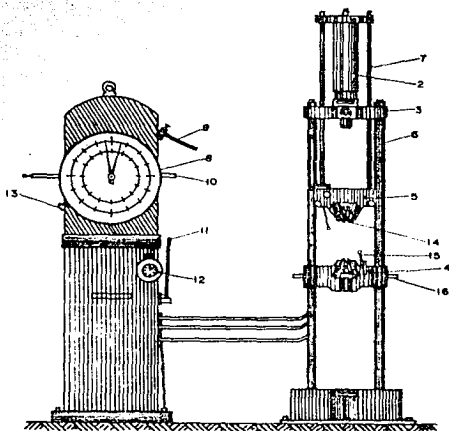
5.- Ajustar la velocidad de desplazamiento con el regulador de velocidad (12).

6.- Accionar la palanca de mando (11) en forma ascendente.

7.- Desconectar el interruptor (13) y anotar la lectura de ruptura que marque la carátula (8).

8.- Accionar la palanca de mando en forma descendente -- (11) y soltar el pendulo (9).

9.- Separar las secciones de muestra de las mesas de trabajo, accionando el elevador de mordazas (15).



- |                    |                            |                             |
|--------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 - BASE           | 6 - COLUMNA PRINCIPAL      | 11 - PALANCA DE MANDO       |
| 2 - HIDRAULICO     | 7 - COLUMNA SECUNDARIA     | 12 - REGULADOR DE VELOCIDAD |
| 3 - CABEZA         | 8 - CARATULA               | 13 - INTERRUPTOR            |
| 4 - CARRO INFERIOR | 9 - BRAZO NIVELADOR        | 14 - MORDAZA                |
| 5 - CARRO SUPERIOR | 10 - AJUSTADOR DE CARATULA | 15 - ELEVADOR MORDAZA       |
|                    |                            | 16 - PERNO DE ELEVACION     |

U  
N  
A  
M

PRENSA DE TRACCION  
MOHR & FEDEHAFF A.G.

FACULTAD  
DE  
QUIMICA

JUAN IGNACIO OLIZACA LECUONA

MEXICO, 1989.



## Máquina para torsiones Lohmann V. Tarnogrocki.

Esta máquina para la prueba de torsiones es de origen alemán siendo de accionamiento manual exclusivamente.

Dentro de sus partes principales cuenta con sus -- dos cabezales uno de los cuales es fijo y el otro con movimiento que le trasmite la palanca de giro.

El cabezal fijo es ajustable a diferentes distancias y está provisto de un sistema de contrapeso el cual da la tensión debida a las muestras destinadas a este tipo de pruebas.

El contrapeso cuenta además con mecanismos que ayudan a que la pesa no llegue al suelo sino que quede en suspensión evitando su deterioro.

Para contar las revoluciones se cuenta con una carátula marcada de 0 a 100, con una aguja indicadora, siendo cada división de una revolución completa.

La operación de esta máquina se puede resumir con el siguiente orden de acuerdo al diagrama adjunto.

- 1.- Colocar la muestra entre las cabezas (3).
- 2.- Fijar la muestra mediante las mordazas (4) a la distancia requerida (20 cm.).
- 3.- Colocar la pesa indicada (1 kg.), en el contrapeso. (8)
- 4.- Conectar el contrapeso a la cabeza (3).

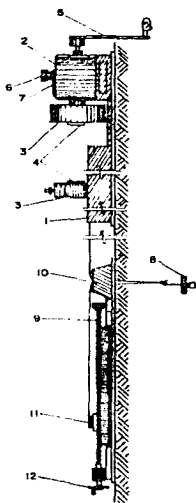
5.- Ajustar a una distancia de uno o dos cms. el soporte de contrapeso mediante la palanca (12).

6.- Colocar en cero la aguja (7) de la carátula -- marcada en la parte superior de la caja (2).

7.- Efectuar giros mediante la palanca (5) hasta la ruptura de la muestra.

8.- Leer el resultado obtenido en la caja de la -- carátula.

9.- Separar los tramos de muestra de las mordazas.



- 1.- CUERPO
- 2.- CAJA
- 3.- CABEZAS
- 4.- MORDAZAS
- 5.- PALANCA
- 6.- TORNILLO AGUJA
- 7.- AGUJA
- 8.- PESA
- 9.- TORNILLO DE ELEVACION
- 10.- GUIAS
- 11.- SOPORTE DE PESA
- 12.- PALANCA

U  
N  
A  
M

MAQUINA PARA TORSIONES  
LOHMANN J. TORNIGRACKI

FACULTAD  
DE  
QUIMICA

JUAN IGNACIO QUEZADA LECUONA

MEXICO, 1949.

## Prensa para adherencia al hule Carver.

Esta prensa de origen americano es de tipo hidráulico contando dentro de sus partes principales con un gato hidráulico de 0 a 100 kilogramos, el cual proporciona la presión requerida en la prueba de adherencia al hule.

Cuenta con dos planchas colocadas en las mesas de trabajo las cuales proporcionan el calor requerido en las pruebas, siendo de 110 volts.

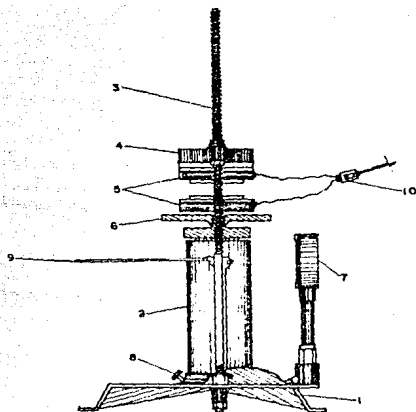
La mesa inferior es accionada en su movimiento ascendente mediante la palanca del gato. Y en su movimiento descendente mediante la válvula de aceite del gato. La mesa superior se puede ajustar a la distancia requerida mediante las tuercas existentes en la columna.

La presión ejercida se puede leer en el manómetro y la temperatura de las planchas se conoce con el auxilio de un reostato.

La operación de esta prensa se lleva a cabo de la siguiente manera, de acuerdo al diagrama adjunto.

- 1.- Tener la muestra y el hule adecuado cortado a la medida del molde.
- 2.- Precalentar las placas molde a  $127^{\circ}\text{C}$  conectando el interruptor (10).
- 3.- Limpiar con detergente las tapas y placas del molde una vez precalentados

- 4.- Colocar el hule y la muestra en el molde.
- 5.- Colocar el molde en las planchas (5) colocados en las mesas de trabajo.
- 6.- Proporcionar la presión entre planchas mediante la palanca del gato (9) hasta  $399 \text{ kg/cm}^2$  leídos en el manómetro (7).
- 7.- Checar la temperatura de las planchas a  $127^{\circ}\text{C}$ .
- 8.- Dejar 55 min. el molde en estas condiciones.
- 9.- Separar el molde de las planchas (5) mediante la válvula de presión de aceite del gato (8).
- 10.- Separar la muestra del molde y dejar reposar a la temperatura ambiente durante 8 horas.



1.- BASE

2.- GATO HIDRAULICO

3.- COLUMNA

4.- MESA SUPERIOR

5.- PLANCHAS

6.- MESA INFERIOR

7.- MANOMETRO

8.- VALVULA DE PRESION ACEITE

9.- PALANCA

10.- INTERRUPTOR

U  
H  
A  
M

PRENSA P/ADHERENCIA  
AL HULE CARVER

FACULTAD  
DE  
QUIMICA

JUAN IGNACIO QUEZADA LLOQUENA

MEXICO, 1962.

## Pruebas de adherencia al hule.

Generalidades.- Este método cubre la técnica empleada para hacer pruebas de adherencia entre hule y alambre.

1.- Compuesto (B-559 de Oxo,).

2.- Preparación de la muestra.- Se toma 2.5 mt. -- aproximadamente de alambre bronceado, se limpia con una eg topa mojada de gasolina o tolueno hasta eliminar completamente la capa de resina (cumar) que tiene el alambre.

Se corta en siete secciones de 30 cm. cada una y se coloca en un desecador.

3.- Preparación del hule.- El hule deberá estar laminado a un espesor de  $9/32$ ". Se cortan dos piezas de formas iguales a la cavidad del molde y se limpian por una de las caras frotandolas levemente con una franela mojada en gasolina; se deja secar durante 10 minutos.

4.- Vulcanizado.- Una vez precalentado el molde se saca de la prensa y rápidamente se cubren las caras que van a tener en contacto el hule con una capa de lubricante (agua con cualquier detergente) en seguida se coloca en el molde una capa de compuesto con la cara limpia hacia arriba, luego se colocan los alambres en las cavidades y se cubren con la otra capa de compuesto que deberá tener la parte limpia hacia abajo; después se tapa el molde y se coloca en la prensa.

Temperatura = 127°C.  
Presión = 339 kgs. (110 psi)  
Tiempo = 55 minutos.

Una vez transcurrido los 55 min. se saca el molde de la prensa y a su vez el hule del molde y como ya se menciono antes se deja reposar durante 8 horas.

5.- Pruebas.- En la prensa de tracción Mohr & Feederhaff, para pruebas de tensión se coloca la mordaza especial y se introduce el hule colocando los alambres entre las ranuras. Con la mordaza superior se jala el alambre a una velocidad de una pulgada por minuto.



**CAPITULO V**

## Aspecto Económico.

Antes de establecer el sistema de control de calidad en el departamento de bronceado, se obtenía un porcentaje de material defectuoso del 12% aproximadamente.

Los valores fueron calculados en datos que se proporcionaron al elaborar tablas estadísticas del material defectuoso que se produjo durante la operación de dos años de trabajo.

Los datos estadísticos antes de establecer el sistema se expone a continuación: Se toma la producción de un año laborable muestreando el material al 100%.

Se tiene que la producción mensual es de 243 toneladas, cada bobina pesa aproximadamente 500 kilogramos lo que hace un total de 5,832 bobinas, producción de un año. A continuación la tabla siguiente muestra la cantidad de bobinas rechazadas por distintos conceptos.

Ya establecido el sistema, la cantidad de material defectuoso disminuyó a un 3%, haciendo notar que este valor se termino con el porcentaje promedio del material defectuoso que se está obteniendo en la actualidad, por lo que se puede asegurar que trabajando dentro de los lineamientos establecidos, no se obtendra mas del 3.4% del material defectuoso, como se aprecia en la segunda tabla de este capítulo.

Posteriormente se hizo una comparación sobre las reclamaciones presentadas por los defectos y se llegó a la conclusión que esto era debido a la poca inspección (Control de Calidad) en la operación del proceso.

Sobre el ahorro económico que se obtiene al reducir el porcentaje de material defectuoso, está considerado el aumento de personal que se hizo en el departamento de control de calidad para establecer este sistema. También cabe hacer mención que el equipo para inspección es el mismo que se usa en el departamento de bronceado para verificar condiciones de operación en el mismo. Y que las pruebas físicas se realizan en el laboratorio de alambres. De tal forma que en la actualidad se cuenta con 14 personas en el departamento como muestra el siguiente organigrama.

mes Defecto	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	FRECU ENCIA
I	8	6	7	6	9	8	9	8	9	8	7	8	93
II	8	5	7	10	8	9	8	9	10	8	9	6	97
III	6	5	9	8	5	9	7	8	6	8	4	7	82
IV	5	9	7	4	9	7	7	6	8	9	8	7	86
V	9	7	9	8	9	8	9	7	8	6	8	7	95
VI	7	-	8	8	6	-	7	7	5	5	-	7	60
VII	2	-	7	5	3	5	3	3	7	5	6	5	51
VIII	3	5	2	4	-	6	4	2	4	6	5	5	46
IX	6	4	1	7	2	7	6	5	4	5	4	6	57
X	1	1	3	2	1	4	-	6	-	8	4	3	33
Total.	55	42	60	62	52	63	60	61	61	68	55	61	700

**Nota:** Las iniciales en las tablas corresponden a cada uno de -  
de los meses del año y los números romanos indican los -  
siguientes defectos.

- I.- Descalibrado
- II.- Tensión baja
- III.- Tensión alta
- IV.- Elongación baja
- V.- Torsiones Bajas
- VI.- Adherencia al hule
- VII.- Recubrimiento o Capa de cobre baja
- VIII.- Recubrimiento o Capa de cobre alto
- IX.- Mal devanado
- X.- Tensiones Internas.

Defectos \ Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Frecuencia
I	4	5	-	6	1	2	7	4	-	5	4	3	41
II	2	3	1	3	4	6	3	5	2	7	4	5	45
III	7	2	4	6	5	4	5	3	6	4	5	2	53
IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
V	5	2	6	4	5	4	3	6	5	4	6	6	56
VI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
VIII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
IX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
Total	18	12	11	19	15	16	18	18	13	20	19	16	195

**Supervisor de  
Control de Calidad**

**Secretaria**

**Inspector**

**Analista de  
laboratorio**

**Tomador de  
muestras**

**Mozos**

La labor de cada persona en el departamento y de acuerdo con el organigrama es la siguiente:

El supervisor es la persona que se encarga de dirigir en forma oficial los informes de rechazo ( material de defectuoso ) a los distintos jefes de departamento. (Patentado, Decapado, Trefilado y Bronceado). Tambien se encarga de supervisar el trabajo del inspector, analista, tomador de muestras y mozos.

La secretaria es la persona encargada de mecanografiar los informes y todo lo relacionado con el departamento.

El analista de laboratorio trabaja en la realización de pruebas físicas operando equipo de laboratorio.

El inspector del laboratorio se encarga de supervisar cada uno de los departamentos ya citados, informando a los supervisores de producción las condiciones de operación de los procesos así como el resultado de pruebas físicas, aprobando o rechazando el material de acuerdo a los resultados.

El tomador de muestra tiene como trabajo coordinar el corte de muestras al material (alambre) que sale durante el turno para que los analistas efectuen las pruebas físicas correspondientes.

El mozo es la persona que se encarga del buen esta

do de limpieza del laboratorio así como de trabajos varios  
(llevar o traer documentos).



Personal necesario por turno de trabajo.

1 Inspector.

1 Analista.

1 Tomador de muestras.

1 Mozo.

Para solicitar el personal que se menciona se tomaron las siguientes bases.

1.- Puntos que motivaron la reacondición.

2.- Se analizó la magnitud del área de inspección, resultados que algunos de los defectos eran ocasionados -- por no existir inspección en la operación.

3.- El estudio económico para determinar el ahorro que se obtiene al reducir los rechazos en el departamento de producción, se llevo a efecto bajo las siguientes circunstancias.

Costo mensual de mano de obra.

Ahorro en el departamento de bronceado disminuyendo el porcentaje de material defectuoso (alambre para caja de llanta).

Operaciones:

Costo mensual de mano de obra en el departamento - de Control de Calidad.

P u e s t o	No. de personas	Costo Mensual Unitario	Costo Mensual T o t a l
Supervisor de Control de <u>Ca</u> lidad.	1	1'500,000.00	1'500,000.00
Inspector de Laboratorio.	3	800,000.00	2'400,000.00
Secretaria.	1	800,000.00	800,000.00
Analista de Laboratorio.	3	300,000.00	900,000.00
Tomador de Muestra.	3	274,800.00	824,400.00
Mozo.	1	274,800.00	274,800.00
		T o t a l.	6'699,200.00

A.- Costo de mano de obra incluyendo el 20% de beneficios.	8'039,040.00
B.- Costo de materiales que se estiman en un 25% del costo de mano de obra sin beneficios.	1'674,800.00
C.- Costo de administración, se estima en un 8% del costo de mano de obra sin beneficios.	535,936.00
T o t a l.	10'249,776.00

Nota: Los datos del 20%, 25% y 8% fueron proporcionados por el departamento de Ingeniería Industrial y se refieren al Control de Calidad, de acuerdo a la política de la compañía.

Ahorro en el departamento de bronceado.

- 1.- Rechazo antes de establecer el sistema. 12%
- 2.- Rechazo después de establecer el sistema. 3%
- 3.- Producción promedio antes de establecer el sistema, 243 Ton/mes.
- 4.- Producción promedio después de establecer el sistema, 270 Ton/mes.
- 5.- Costo mensual del departamento de control de calidad. 10'249,776.00
- 6.- Costo por ton. de alambre para ceja de llanta. 3'350,000.00
- 7.- Costo de control de calidad por tonelada de alambre antes de establecer el sistema.  
$$3'350,000.00/243 = 13,7\% .00$$
- 8.- Costo de control de calidad por tonelada de alambre después de establecer el sistema.  
$$3'350,000.00/270 + 12,407.00$$

9.- Ahorro en el costo por tonelada de alambre  
ya establecido el sistema.

$$13,786.00 - 12,407.00 = 1,379.00$$

10.- Ahorro mensual.

$$1,379.00 \times 270 = 372,330.00$$

11.- Costo de producción antes de establecer el sistema.

$$243 \times 12\% \times 3'350,000.00 = 97'686,000.00$$

12.- Costo de producción después de establecer el sistema.

$$270 \times 3\% \times 3'350,000.00 = 27'135,000.00$$

13.- Ahorro de producción ya establecido el sistema (defectuoso).

$$97'686,000.00 - 27'135,000.00 = 70'551,000.00$$

14.- Ahorro total.

$$70'551,000.00 + 372,330.00 = 70'923.330.00$$

Como podrá observarse al ahorro económico que se obtiene

en el departamento de bronceado es justificable para sostener el departamento de Control de Calidad, ya que el ahorro total viene siendo 70'923,330.00 pesos por mes y el costo del departamento de Control de Calidad es de 10'249,776.00 pesos por mes.

Por lo tanto el ahorro es de más de 60'673,554.00 pesos por mes, tomando en cuenta el aumento de producción al trabajar con material de mejor calidad.

CAPITULO VI

### Conclusiones.

Con relación al capítulo de fabricación del alambre se puede decir que trabajando con el tipo de acero que la especificación requiere, así como la calidad del mismo a través de su proceso de fabricación en lo que se refiere a defectos tanto internos como externos, en la materia prima e igual cuidado que tome el departamento de producción a sus condiciones de operación, dependerá la buena calidad del alambre de este estudio.

En seguida se puede decir que el buen desempeño del trabajo del personal del departamento de Control de Calidad -- así como la visión e iniciativa de los mismos en mutuo acuerdo con producción serán las ventajas que se adquieran en calidad y fabricación del producto. Finalmente se puede decir que las ventajas que se obtienen al establecer el sistema de Control de Calidad en el departamento de Bronceado son:

Mantener bajo control el proceso y producto, creando la calidad del mismo producto en la planta o en la máquina y no en una zona de inspección determinada. De esta manera se reducen los costos de inspección final al estar seguros que se ha integrado la calidad dentro de cada departamento.

Se reducen costos por material defectuoso en el proceso final, al recomendarse al departamento de producción corri-



ja el error en el producto antes de que produzca material - defectuoso.

Eliminar desperdicio de producto reprocesado cuando por calidad se presenta el defecto en alguna de sus etapas de - fabricación.

Evitar devoluciones y reclamaciones de los clientes por material defectuoso, ya que éste viene siendo un problema - de grandes consecuencias corriendo el riesgo de perder clientes ocasionando desprestigio que va deteriorando el buen -- nombre del producto.

Se incrementa la producción al trabajar con material de - mejor calidad.

Como punto final e importante el ahorro económico es de gran consideración.

CAPITULO VII

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero.  
Gordon Bennett Hierro y Acero.  
Edición Marzo 1970.
- 2.- Metalurgia.  
Carl, G. Johnson y William R. Weeks.  
Editorial Reverté, S. A.
- 3.- Fundamentos de la Práctica Metalográfica.  
George L. Kehl.  
Colección Ciencia y Tecnología.  
Editorial Aguilar.
- 4.- Metalografía Tratamientos Térmicos Industriales de Hierro y Acero.  
Dr. C. Lana Sarrate.  
Editorial Espasa-Calpes, S. A.
- 5.- Steel, Products Manual.  
Wire and Rods, Carbon Steel.  
Edición Diciembre de 1963.
- 6.- Herborn Wire Drawing Machines for Finest Wires.  
Maschinenfabrik Herborn.  
Kurt Orban Co. Inc.

- 7.- Control Total de la Calidad Ingeniería  
y Administración.  
A. V. Fiegenbaum.  
Editorial Continental, S. A.
- 8.- Handbook of Analytical Control of Iron  
e Steel Production.  
T. S. Harrison.
- 9.- Tratado de Química Análítica.  
F. P. Treadwell.
- 10.- Análisis químico de Acero, Hierro,  
Ferroaleaciones y Escoria.  
Instituto Mexicano del Petroleo 1978.
- 11.- Standar Methods of Chemical Analisis.  
Furman Vol. I 1962.
- 12.- Colorimetric Methods of Analysis.  
Shell vol II 1959.
- 13.- Análisis de Baños Electrolíticos.  
Kenneth E. Langford.
- 14.- ASTM E 30-56 (128-130) Part. 1967.