



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
de la U. N. L.



ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A. C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

Ponencia:

**“LA SOLDADURA
EN LA
INDUSTRIA”**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

227

Monterrey, N. L.
Agosto de 1967.

Presentada por:
BLAS DIAZ PEÑA

159
D. 13

BUVA
S. 10

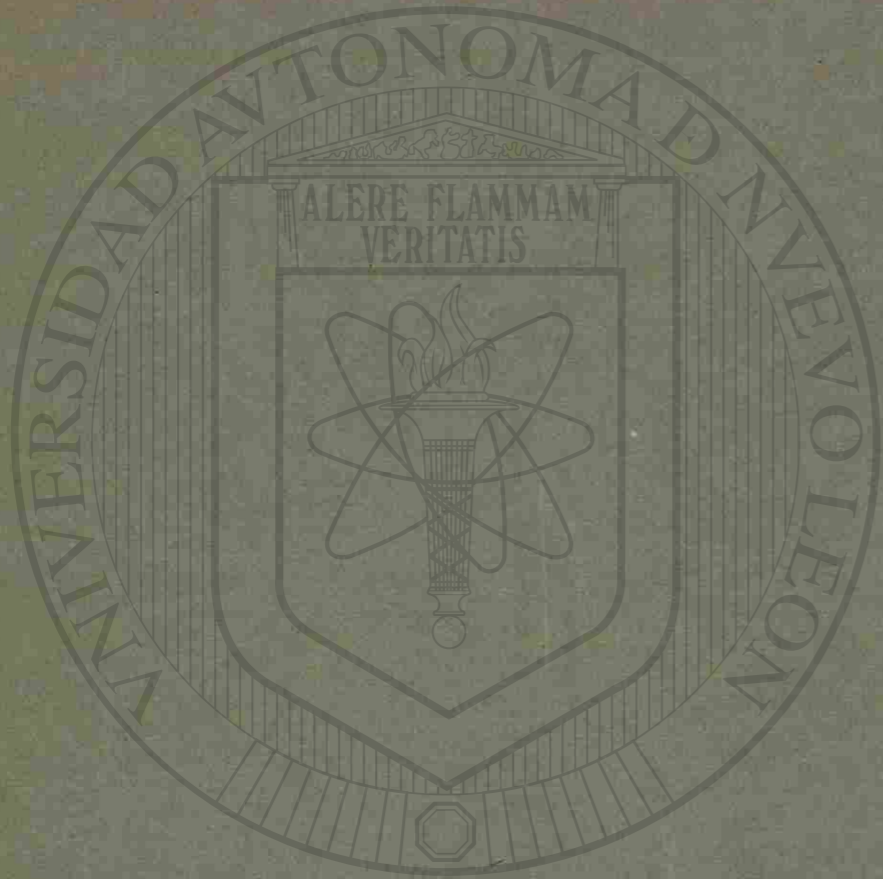
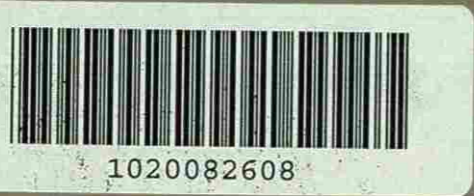
SOLO
A. 10

EN
A. 10

INDUSTRIA
A. 10

EN
A. 10

227



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
ASOCIACIÓN MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A.C.

*Recibir
250 ejemplares
ago 21/1967
Francisco R. Fregó*

SEMINARIO DE ING. MECANICA

U A N L

"LA SOLDADURA EN LA INDUSTRIA"



Montarrey, N. L.
Agosto de 1967.

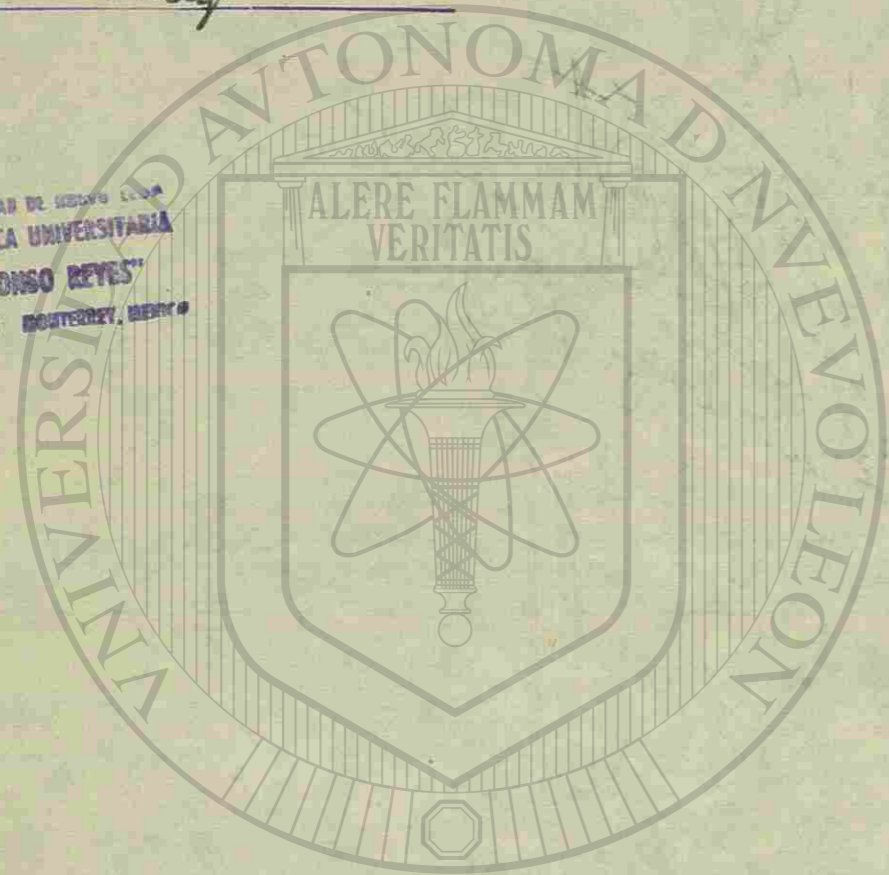
Blas Díaz Peña

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA ALFONSO REYES

050548

Núm. Clas. NL 671.52
 Núm. Autor 0542
 Núm. Adg. 059345
 Procedencia -
 Precio _____
 Fecha Abril de 1968
 Clasificó seg
 Catalogó rdg

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
 BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
 "ALFONSO REYES"
 C.A. 1025 MONTERREY, N.L.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
 de la U. N. L.



ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A. C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

U A N L

Ponencia:

**"LA SOLDADURA
 EN LA
 INDUSTRIA"**

Monterrey, N. L.
 Agosto de 1967.

Presentada por:
BLAS DIAZ PEÑA

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
 "ALFONSO REYES"



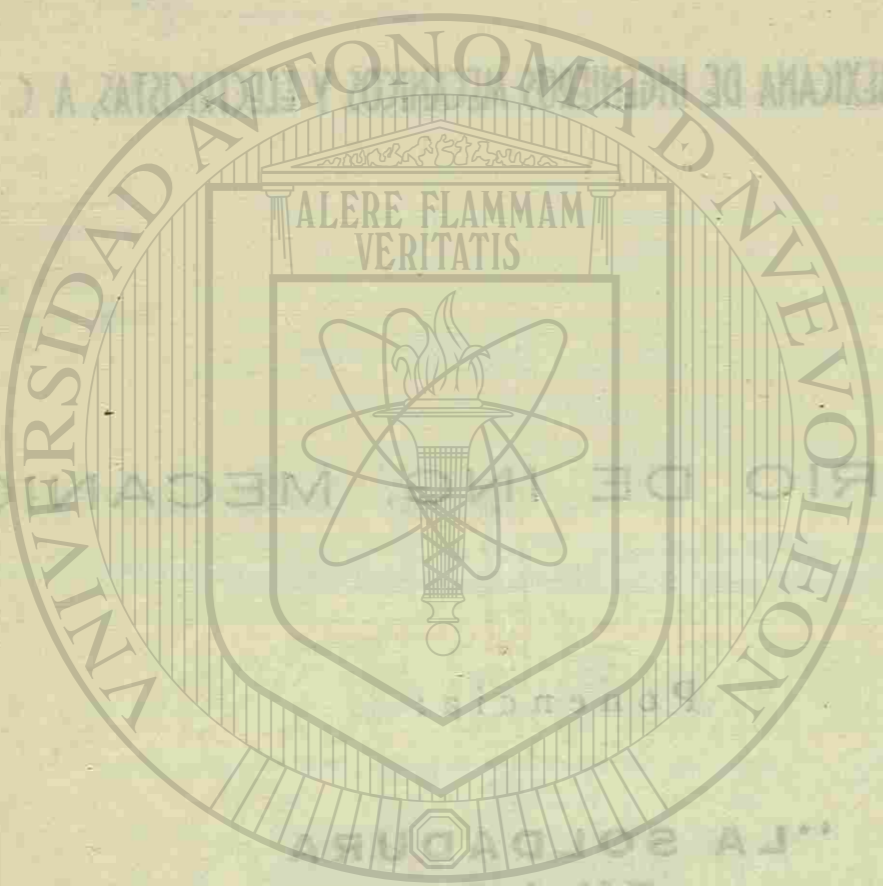
Capilla Alfonso Reyes
 Biblioteca Universitaria



059345



TS227
D5



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO UNIVERSITARIO

Monterrey, N. L.
Agosto de 1987

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
ALFONSO SERRA

INDICE

	PAGS.
INTRODUCCION	1
METALURGIA DE LA SOLDADURA	3
TABLA NO. I	6
CUALES SON LAS FUNCIONES DEL PRECALENTAMIENTO	8
PROPIEDADES MECANICAS IMPORTANTES	10
DIAGRAMA DE PROBETAS	14
CLASIFICACION DE ELECTRODOS Y SUS REVESTIMIENTOS	19
FORMULA TIPICA DE ALTA CELULOSA SODICA	30
E-6016 (BAJO HIDROGENO)	34
BIBLIOGRAFIA	45

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"
Cada. 1625 MONTERREY, MEXICO

INTRODUCCION

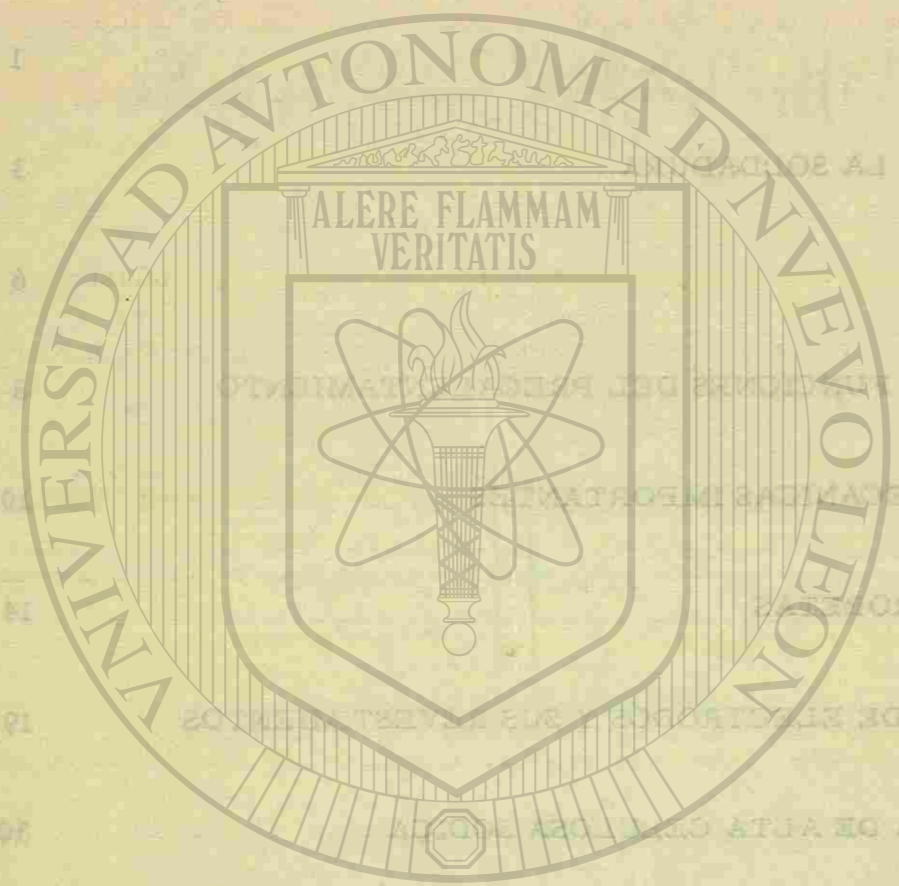
La soldadura en sus múltiples tipos y aplicaciones, va tan ligada a la industria, que casi puede decirse no hay industria funcionando sin el recurso magnífico de esta técnica.

La fabricación de barcos, equipo ferrocarrilero, aviones, industria automotriz y la petrolera son algunas de las muchas industrias que funcionan en la actualidad, gracias al recurso de la soldadura.

En la industria siderúrgica, la soldadura resulta casi indispensable. Tanto en trabajos de mantenimiento como en la recuperación de piezas gastadas o rotas, o ambas cosas.

En las acerías, con una facilidad que asombra, vemos una flecha que transmite varios miles de caballos de fuerza para un laminador, se rompe en dos y es enviada a la chatarra. Esto resulta antieconómico, y más aún si se repite con frecuencia intermitente, pues cada pieza está cotizada en más de \$ 60,000.00. La recuperación por soldadura es puesta en práctica, y la pieza rota es restituida como refacción utilizable por apenas un 12% de su costo original. ®

No es posible decir a ustedes en tan corto tiempo, los enormes recursos de la soldadura. Pero piensen, ustedes: se sueldan ya las juntas de las vías del ferrocarril por soldadura de termita. Se sueldan kilómetros de tuberías para gaseoductos u oleoductos. Se suelda cualquier pieza rota -



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

- METALURGIA APLICADA A LA SOLDADURA -

Pruebas Mecánicas y Físicas de las soldaduras de Acero

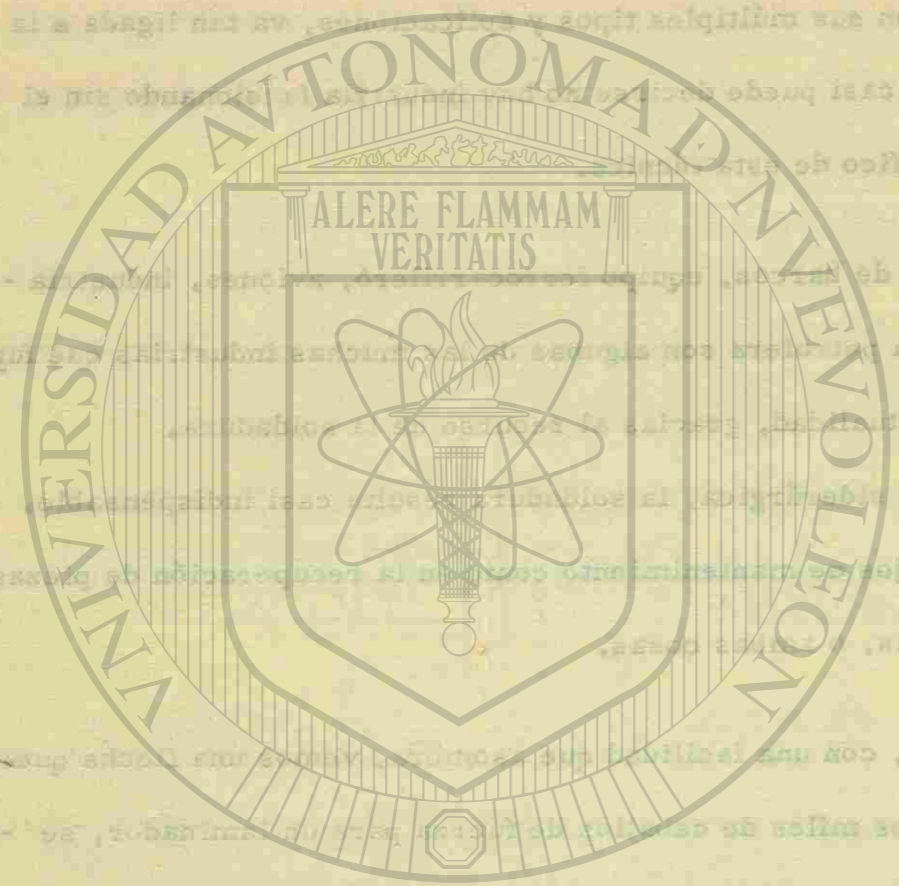
en la industria. Se fabrica practicamente cualquier clase de pieza para cualquier industria. Se pueden impartir requerimientos especiales a las piezas: resistencia al desgaste, resistencia a los impactos, gran resistencia al corte y ductilidad al mismo tiempo.

Fueron encontrados 30 rodillos laminadores de perfiles en la chatarra por desgaste máximo en su diámetro. Estan siendo recuperados al 50% de su valor original, y volverán al trabajo como nuevos.

Como ya se dijo, la soldadura se utiliza de muchísimas formas, pero, fundamentalmente siempre será lo mismo: "soldar es unir dos piezas metálicas por medio del calor". Y cuando el acero de cierta aleación se sujeta a choques térmicos, habrá problemas. Y estos problemas los resuelve la metalurgia, como se expresará posteriormente.

INTRODUCCIÓN

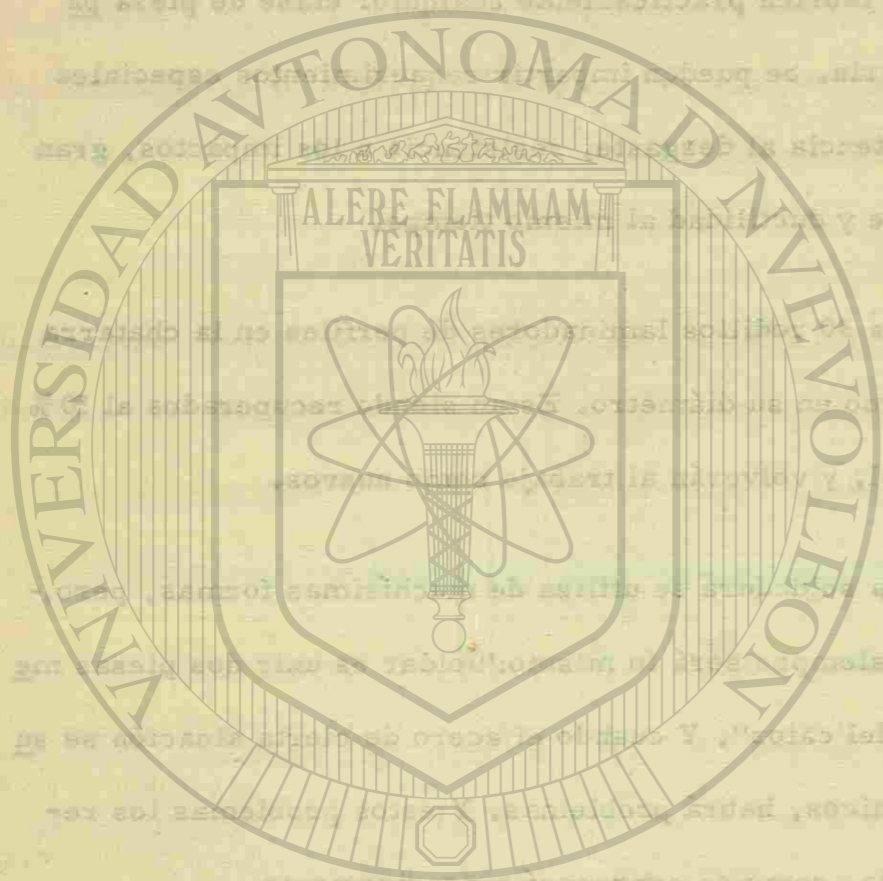
La soldadura es un método de unir metales... (text is mirrored and faint)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

- METALURGIA APLICADA A LA SOLDADURA -

Pruebas Mecánicas y Físicas de las Soldaduras en Acero

El uso de la soldadura en la fabricación de los productos industriales ha sido tan extensa y versátil, que hoy por hoy, la soldadura es la manera como se ganan la vida muchas industrias.

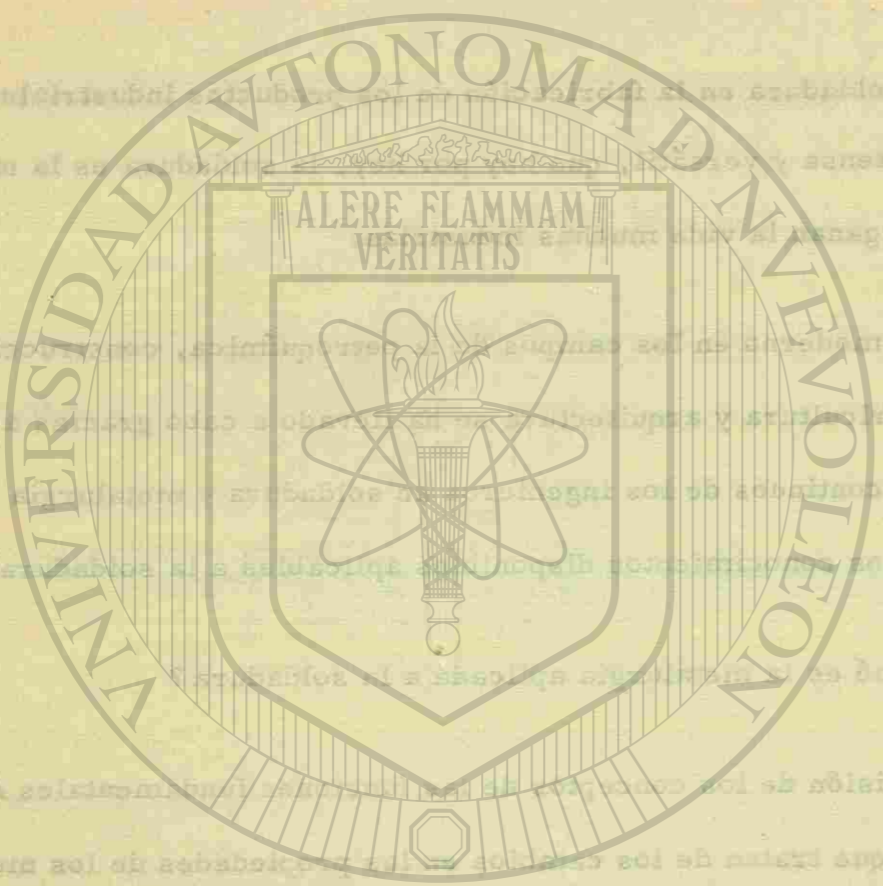
El desarrollo moderno en los campos de la petroquímica, construcción de barcos, agricultura y arquitectura se ha llevado a cabo gracias a los esfuerzos continuos de los ingenieros en soldadura y metalurgia para utilizar los conocimientos disponibles aplicables a la soldadura.

Entonces, ¿Qué es la metalurgia aplicada a la soldadura?

Esto es la revisión de los conceptos de las funciones fundamentales de la metalurgia que tratan de los cambios en las propiedades de los metales, cuando se calientan a altas temperaturas y la aplicación de dichas funciones a la soldadura.

En el proceso de la soldadura comercial, la soldadura de arco por ejemplo la función esencial es el calentamiento del metal base, como el acero al carbono, a una temperatura próxima o sobre su punto de fusión. El arco eléctrico es la fuente de calor. El calor intenso licua el acero localmente, lo que llamamos la soldadura.

Para conocer lo que es una junta por soldadura, tenemos que analizar -



la superficie en que se deposita un cordón sencillo de esta o la de una soldadura a tope en la que dos piezas de acero quedan unidas.

En un cordón sencillo de soldadura hay tres zonas de importancia:

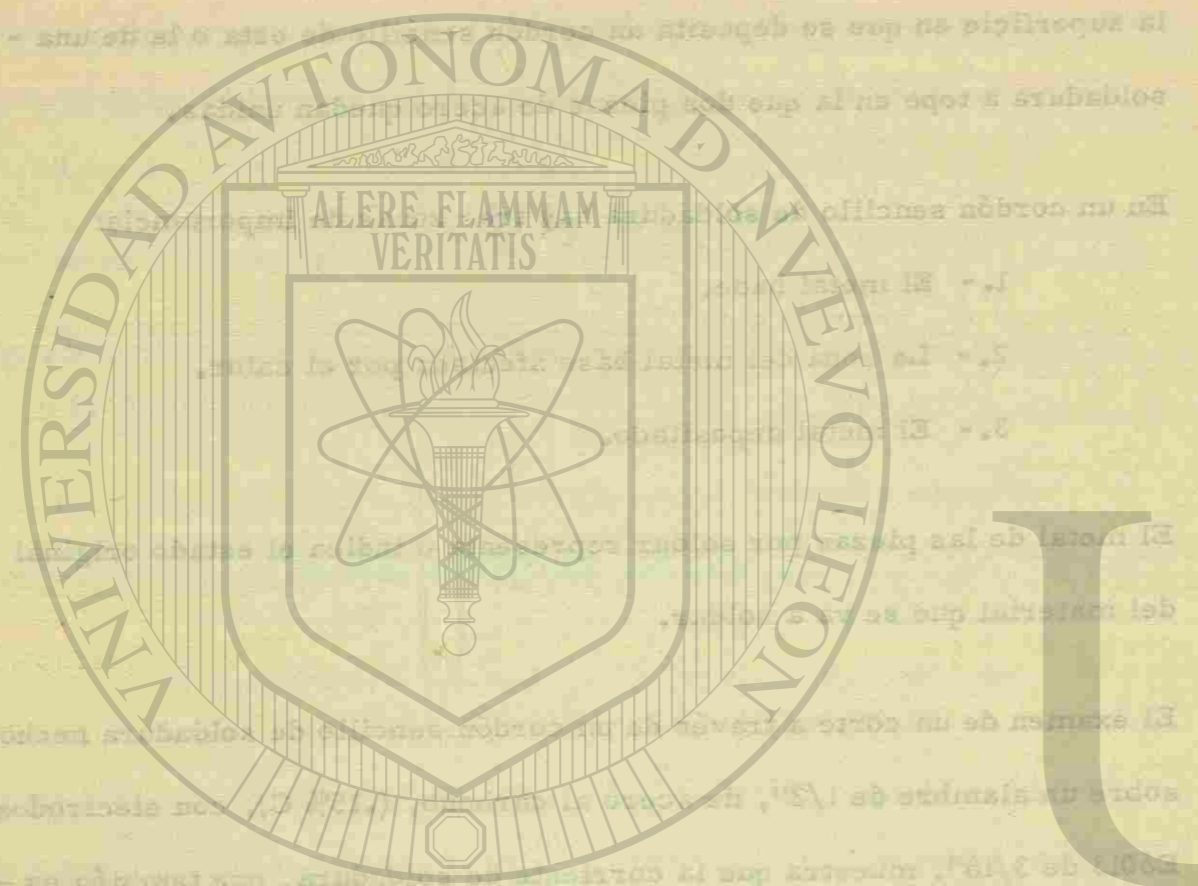
- 1.- El metal base.
- 2.- La zona del metal base afectada por el calor.
- 3.- El metal depositado.

El metal de las piezas por soldar representa o indica el estado original del material que se va a soldar.

El examen de un corte a través de un cordón sencillo de soldadura hecho sobre un alambre de 1/2", de acero al carbono, (.15% C), con electrodos E6013 de 3/16", muestra que la corriente de soldadura, que también es la fuente de calor, ha producido un cambio en la estructura del metal de

la pieza por soldar adyacente al metal depositado. Esta área se conoce como la zona afectada por el calor y se encuentra en toda unión de soldadura. El ancho de esta zona varía desde 1/8" hasta 1/4", dependiendo del procedimiento de la soldadura y la corriente usada. El ciclo de calentamiento de la soldadura puede reblandecer o endurecer la zona afectada, dependiendo de la composición del acero.

Otra parte importante del corte es el metal depositado. Es aparente que



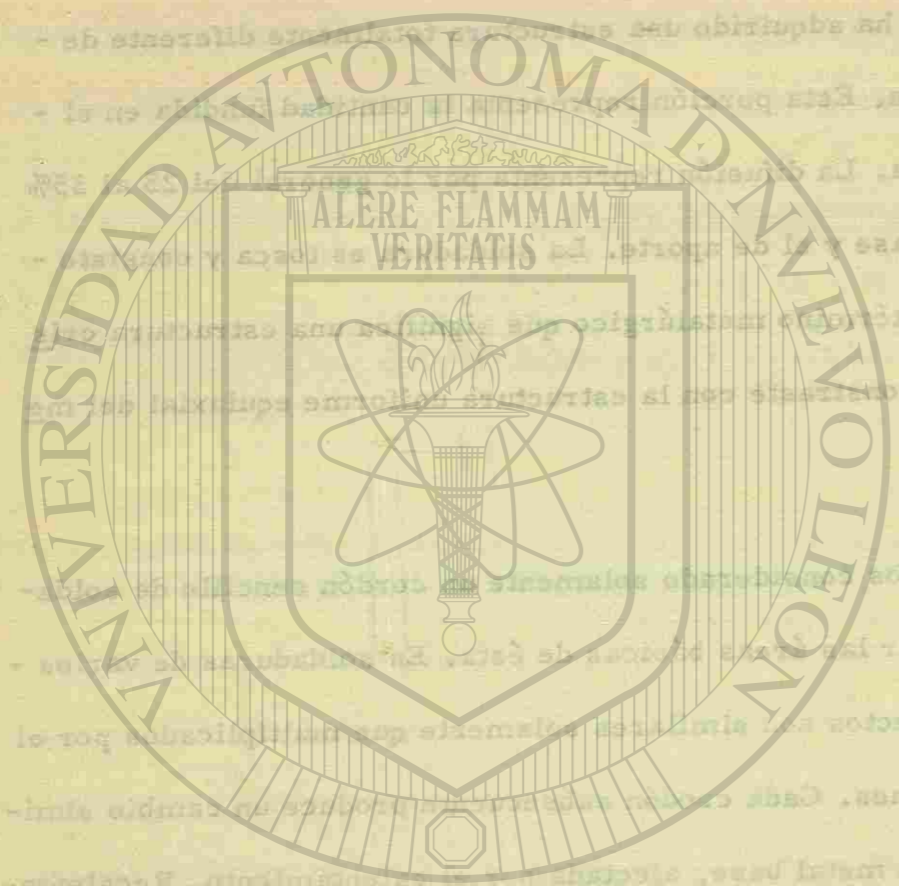
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

el metal fundido ha adquirido una estructura totalmente diferente de la del metal base. Esta porción representa la cantidad fundida en el metal de la pieza. La difusión representa por lo general del 25 al 35% entre el metal base y el de aporte. La soldadura es tosca y consiste de "Dentrites", término metalúrgico que significa una estructura cristalográfica, en contraste con la estructura uniforme equiaxial del metal base.

Hasta ahora hemos considerado solamente un cordón sencillo de soldadura para ilustrar las áreas básicas de ésta. En soldaduras de varios cordones, los efectos son similares solamente que multiplicados por el número de cordones. Cada cordón subsecuente produce un cambio similar en la zona del metal base, afectada por el calentamiento. Recalentando el metal depositado previamente, la estructura tosca de dicha soldadura se cambia a una con grano más fino.

Con frecuencia hemos oído la palabra "Precalentamiento" en relación con la soldadura de ciertos aceros. Para comprender la función de precalentamiento, puede ser de valor una pequeña revisión a los tipos de aceros más comunmente usados para tanques a presión, aviones o miembros estructurales.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
ALFONSO MARRASCO
MONTENEGRO, MEXICO



Los aceros se designan generalmente por los números utilizados por la ASTM American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para Prueba de Materiales), SAE, The Society Automotive Engineers - - (Sociedad de Ingenieros Automotrices), y la AISI The American Iron and Steel Institute (Instituto Americano del Hierro y el Acero). En la Tabla I se especifican algunos de estos aceros y sus análisis químicos.

T A B L A I

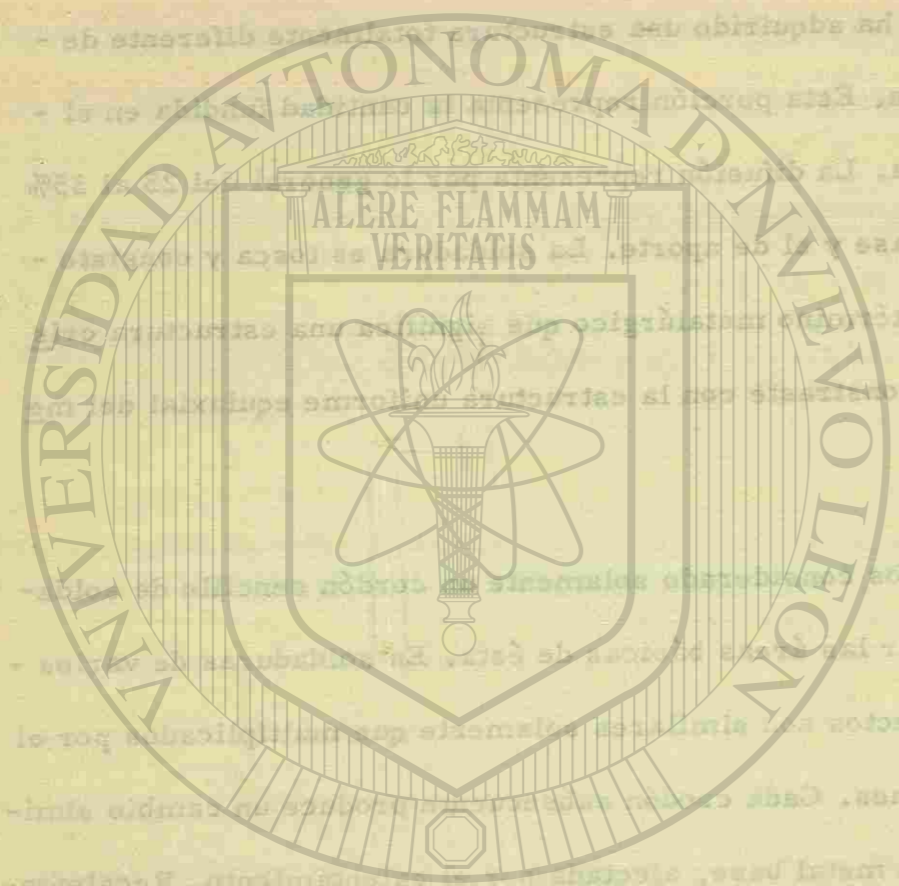
Tipo de Acero	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Denominación
ASTM-A-285	0.18	0.60	0.10	-	-	-	-	-	Acero al Carbón
ASTM-A-204-C	0.26	0.90	0.20	-	-	0.50	-	-	Carbón Silicio
ASTM-A-212-B	0.31	0.90	0.20	-	-	-	-	-	
ASTM-A-301	0.16	0.52	0.20	1.00	-	0.50	--	--	Baja Aleación
SAE-4130	0.30	0.62	0.20	0.72	-	0.21	-	-	
SAE-4340	0.40	0.70	0.20	0.80	1.75	0.25	0.20	-	Baja Aleación
Carilloy T-1	0.18	0.95	0.29	0.60	0.85	0.55	0.06	0.26	Baja Aleación

La facilidad para soldar un acero dado está íntimamente relacionada con

los elementos de aleación presentes en el acero y a su contenido de carbono.

El efecto de los elementos de aleación comunmente utilizados, tales como cromo, nickel, molibdeno y vanadio, es la de mejorar las propiedades

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
ALFONSO MARRASCO
1925



Los aceros se designan generalmente por los números utilizados por la ASTM American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para Prueba de Materiales), SAE, The Society Automotive Engineers - - (Sociedad de Ingenieros Automotrices), y la AISI The American Iron and Steel Institute (Instituto Americano del Hierro y el Acero). En la Tabla I se especifican algunos de estos aceros y sus análisis químicos.

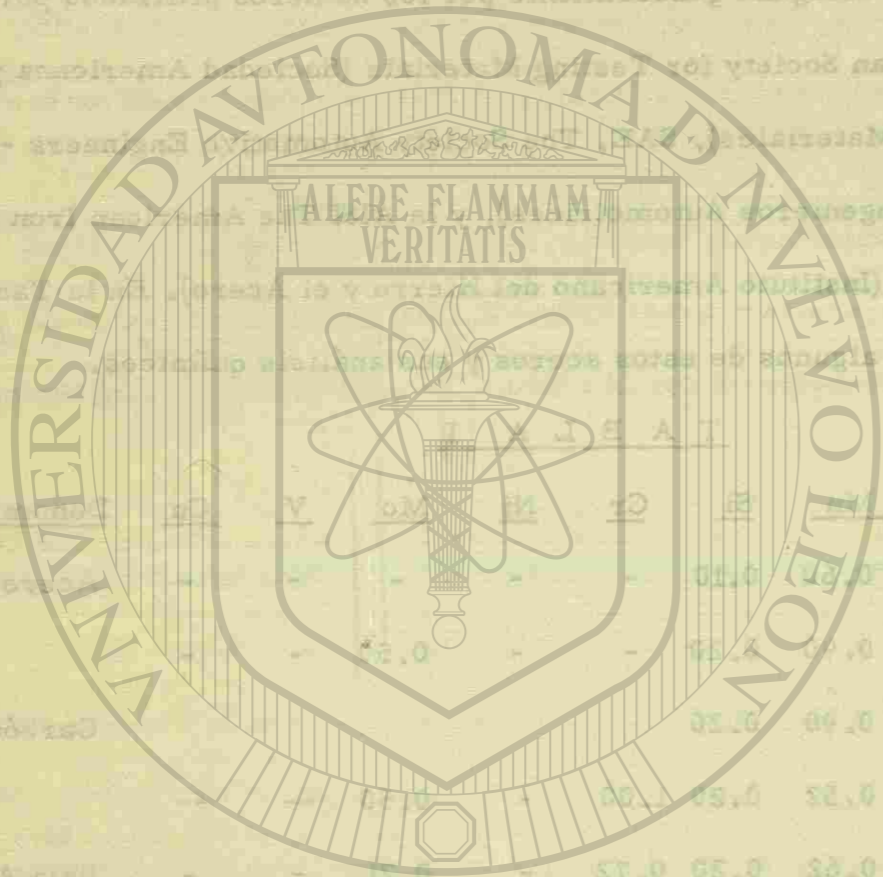
T A B L A I

Tipo de Acero	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Denominación
ASTM-A-285	0.18	0.60	0.10	-	-	-	-	-	Acero al Carbón
ASTM-A-204-C	0.26	0.90	0.20	-	-	0.50	-	-	Carbón Silicio
ASTM-A-212-B	0.31	0.90	0.20	-	-	-	-	-	
ASTM-A-301	0.16	0.52	0.20	1.00	-	0.50	--	--	Baja Aleación
SAE-4130	0.30	0.62	0.20	0.72	-	0.21	-	-	
SAE-4340	0.40	0.70	0.20	0.80	1.75	0.25	0.20	-	Baja Aleación
Carilloy T-1	0.18	0.95	0.29	0.60	0.85	0.55	0.06	0.26	Baja Aleación

La facilidad para soldar un acero dado está íntimamente relacionada con

los elementos de aleación presentes en el acero y a su contenido de carbono.

El efecto de los elementos de aleación comunmente utilizados, tales como cromo, nickel, molibdeno y vanadio, es la de mejorar las propiedades



mecánicas del acero, cuando el contenido de carbono está en el lado --
bajo, por ejemplo alrededor de 0.10%. Cuando el contenido de carbono
es alto, por ejemplo 0.30 a 0.40%, distintas gamas de propiedades se -
pueden obtener en dichos aceros con tratamiento de calor.

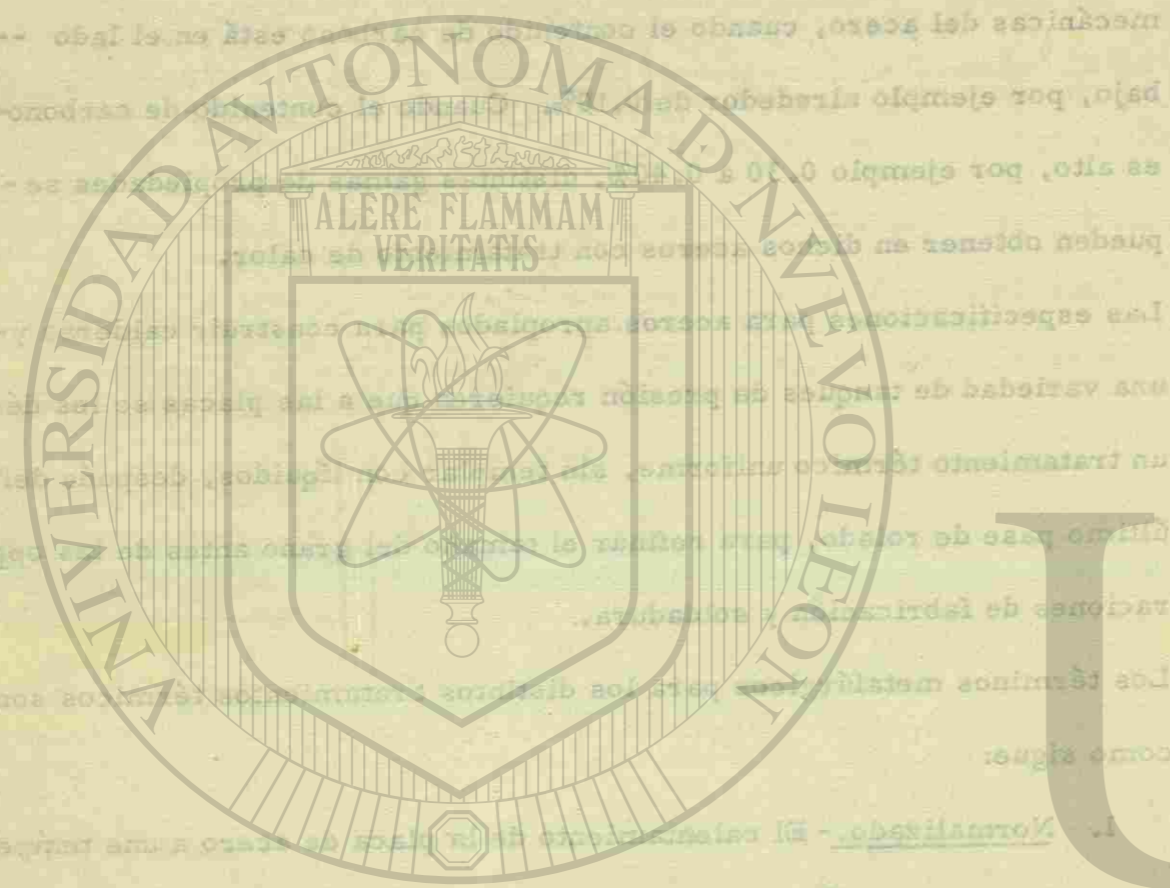
Las especificaciones para aceros apropiados para construir calderas y -
una variedad de tanques de presión requieren que a las placas se les dé -
un tratamiento térmico uniforme, sin templar con líquidos, después del -
último pase de rolado, para refinar el tamaño del grano antes de las ope -
raciones de fabricación y soldadura.

Los términos metalúrgicos para los distintos tratamientos térmicos son
como sigue:

1. Normalizado. - El calentamiento de la placa de acero a una tempe -
ratura de 787° C a 898° C. manteniendo la temperatura especi -
ficada por un tiempo dado, por lo general, una hora por cada pul -
gada de espesor, después se retira el material del horno y se deja
enfriar normalmente en aire hasta la temperatura ambiente.

Este tratamiento sirve para refinar el tamaño del grano y mejorar
las propiedades mecánicas.

2. Recocido. - El calentamiento de la placa de acero a una temperatura
de 787° C - 898° C manteniendo la temperatura especificada por -
un tiempo dado, generalmente una hora por cada pulgada de espesor,



después se enfría en el horno en una forma prescrita, dependiendo del objeto del tratamiento térmico. Se usa para obtener la mayor ductilidad y remover los efectos del roloado en frío. Por lo general se templan los aceros que deben trabajarse en frío.

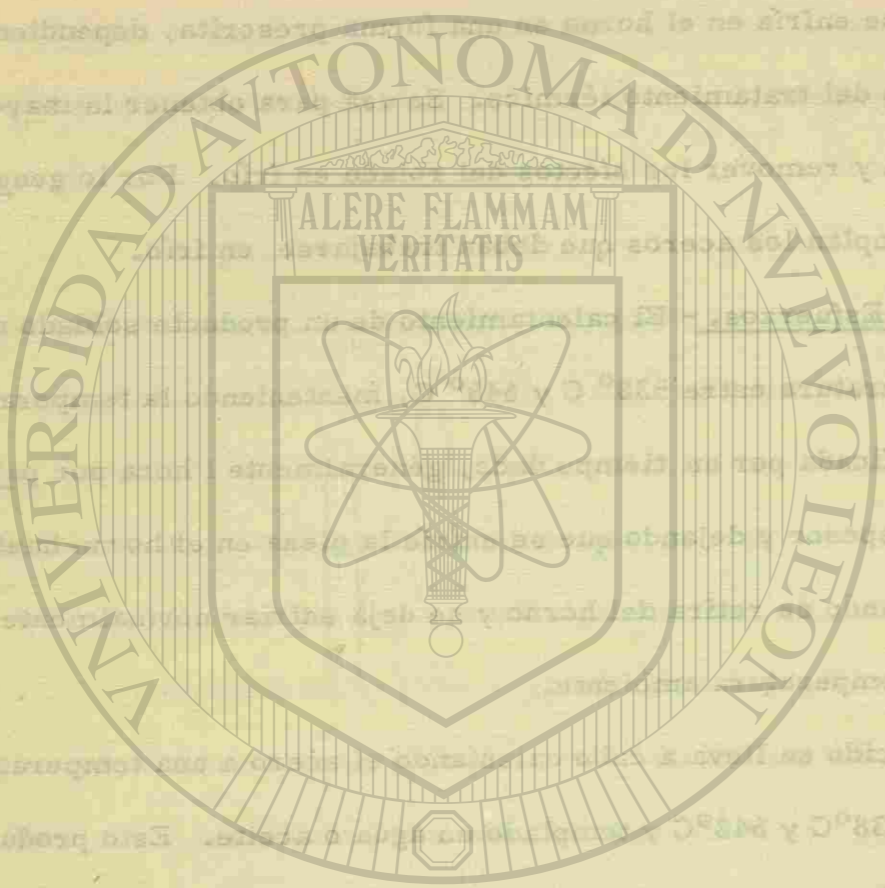
3. Alivio de Esfuerzos. - El calentamiento de un producto soldado a una temperatura entre 538° C y 648° C, manteniendo la temperatura especificada por un tiempo dado, generalmente 1 hora por pulgada de espesor y dejando que se enfríe la pieza en el horno hasta 315° C cuando se retira del horno y se deja enfriar normalmente hasta la temperatura ambiente.

4. El endurecido se lleva a cabo calentando el acero a una temperatura entre 538°C y 648°C y templado en agua o aceite. Esto produce la mayor dureza y resistencia a la tensión.

5. El recalentamiento de una pieza soldada que ha sido templada en líquido se llama Revenido. La temperatura para el Revenido varía de 315°C hasta 648°C de acuerdo con las propiedades mecánicas requeridas.

CUALES SON LAS FUNCIONES DEL PRECALENTAMIENTO.

Se notará que se usa la palabra "Función" en su sentido plural. Esto indica o implica que el precalentamiento puede servir para más de una función. El precalentamiento puede servir para contrarrestar el enfriamiento rápido



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

del área para la soldadura y evitar grietas en algunas uniones soldadas.-

El precalentamiento también puede usarse para reducir el efecto de esfuerzos en una unión soldada.

Los esfuerzos son el resultado de un calentamiento rápido del metal base, que causa la expansión de la placa, y la solidificación de la soldadura que se contrae al enfriarse.

La resistencia de una unión soldada a deformarse más allá del punto de cedencia, está íntimamente ligada a las propiedades mecánicas y metalúrgicas del metal base y la soldadura resultante.

El precalentamiento retarda el efecto de choque de los esfuerzos en la zona del metal base afectada por el calor, y también en el metal depositado.

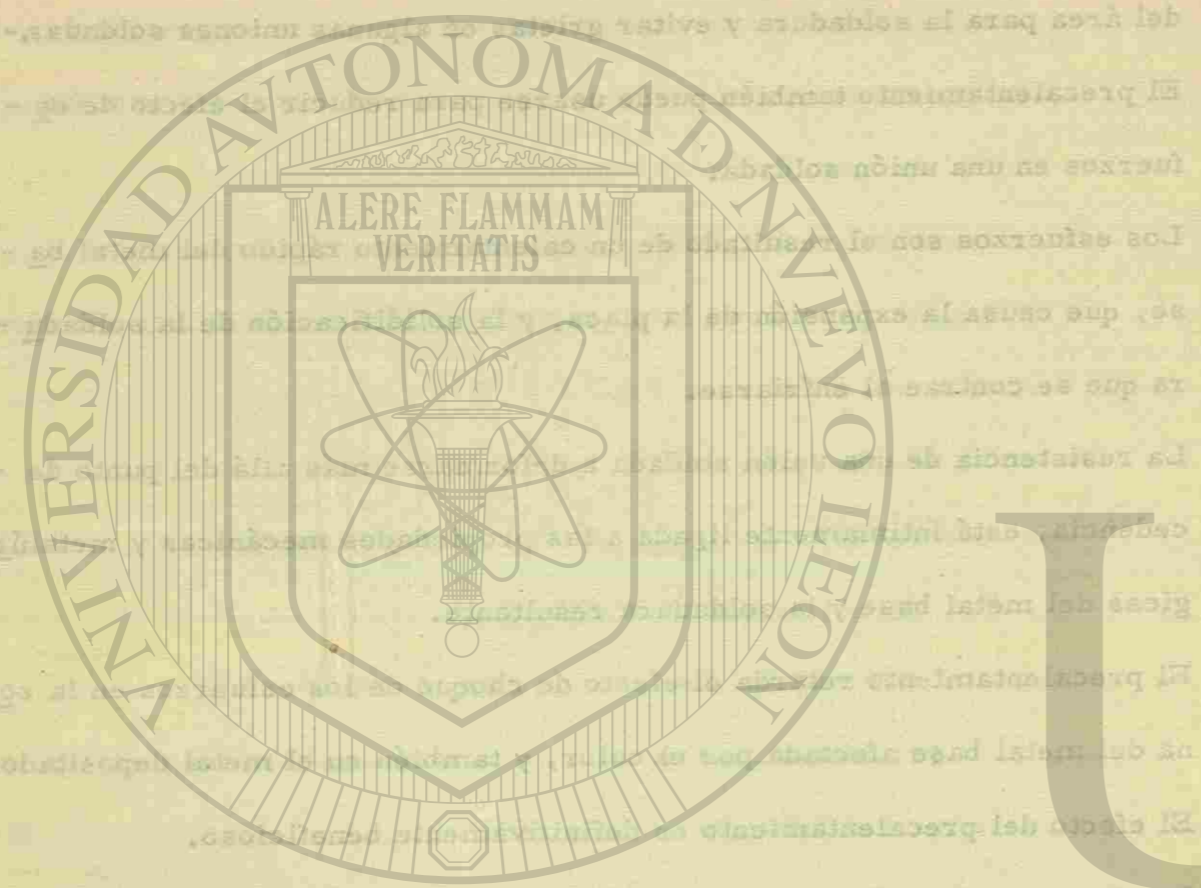
El efecto del precalentamiento es definitivamente beneficioso.

Las temperaturas de precalentamiento por lo general varían de 93 a 232° C para aceros de baja aleación y contenido mediano de carbono (0.30 a

0.40% de carbono). Los aceros al carbono (0.15 a 0.25% de carbono) no requieren precalentamiento a menos que la temperatura de las piezas por soldar sea inferior a los 15°C.

La composición del metal depositado también juega un papel importante para que las uniones soldadas tengan las propiedades necesarias. En consecuencia la composición de la soldadura dependerá hasta cierto punto del acero que se va a soldar, su composición y la cantidad de dilución con el

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"
1966. 1425 MONTERREY, MEXICO



metal base. Esto nos lleva a la discusión sobre la evaluación de las uniones soldadas. La selección de un acero especial para un producto soldado, como un tanque a presión, se basa en las propiedades mecánicas del acero, y el servicio que va a prestar. Es obvio que el metal depositado debe tener propiedades mecánicas - similares al material de la placa.

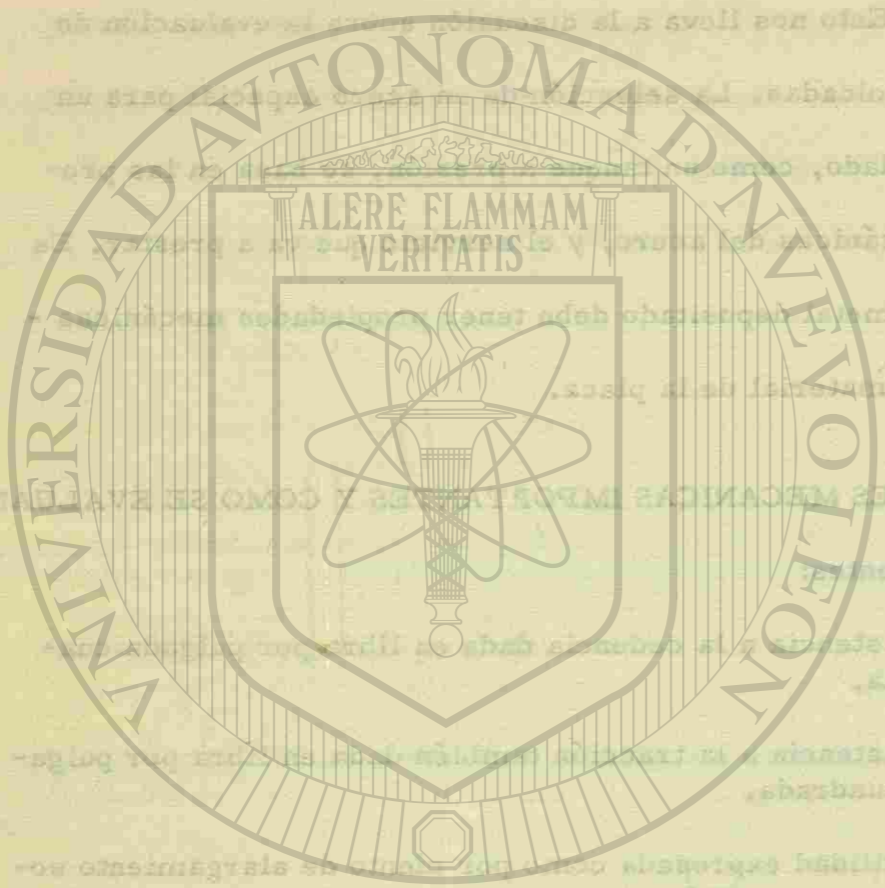
PROPIEDADES MECANICAS IMPORTANTES Y COMO SE EVALUAN

Son las siguientes:

- 1.- Resistencia a la cedencia dada en libra por pulgada cuadrada.
- 2.- Resistencia a la tracción también dada en libra por pulgada cuadrada.
- 3.- Ductilidad expresada como por ciento de alargamiento sobre un escantillón.
- 4.- Resistencia al impacto expresada como la fuerza de ruptura en pie-libra.
- 5.- Resistencia a la fatiga, o límite de resistencia a la fatiga, expresada en libra por pulgada cuadrada.

Quando se somete una unión soldada a las fuerzas de tensión, resistirá los efectos de los esfuerzos hasta que se alcanza una carga para la cual el área empieza a ceder y se deforma permanentemente.

Esto constituye el punto de cedencia o la resistencia a la cedencia.



Puede variar de 40,000 a 70,000 Psi. (libras por pulgada cuadrada) para los aceros y soldaduras dependiendo de la aleación y las condiciones del material, es decir si las condiciones son de: Tal y como quedó soldado o si se le dá tratamiento para reducirle los esfuerzos.

Muy a menudo el "Punto de cedencia" o la "Resistencia a la cedencia" se reporta como la presión que produce un alargamiento permanente. Materiales que se han sometido a esfuerzos que producen hasta 0.5% de alargamiento inicial muestran un alargamiento permanente de 0.2% entre marcas, ya sean de 1.4" o 2.0" de largo. Este método de medir la "Resistencia a la cedencia a 0.2% de alargamiento permanente" ha sido generalmente aceptado para especificar un acero dado o metal depositado.

En uniones soldadas que se componen de tres zonas distintas, a saber, el material de la placa, la zona afectada por el calor y el metal depositado, la evaluación de la resistencia a la cedencia debe considerarse con ciertas reservas, ya que es sumamente detectar cual área muestra la cedencia original.

La resistencia a la tracción o tensión representa la carga para la

Puede variar de 50,000 a 70,000 Psi. para los aceros y aleaciones de aluminio y las condiciones del material y como quedó ya se ha mencionado.

Muy a menudo se reporta como la presión que produce un alargamiento permanente de 0.2% en este punto, ya sea de 0.2% de este método de medir el alargamiento permanente, ya sea por el método de medir el alargamiento permanente, ya sea por el método de medir el alargamiento permanente.

Se especifica un acero dado a un metal depositado.

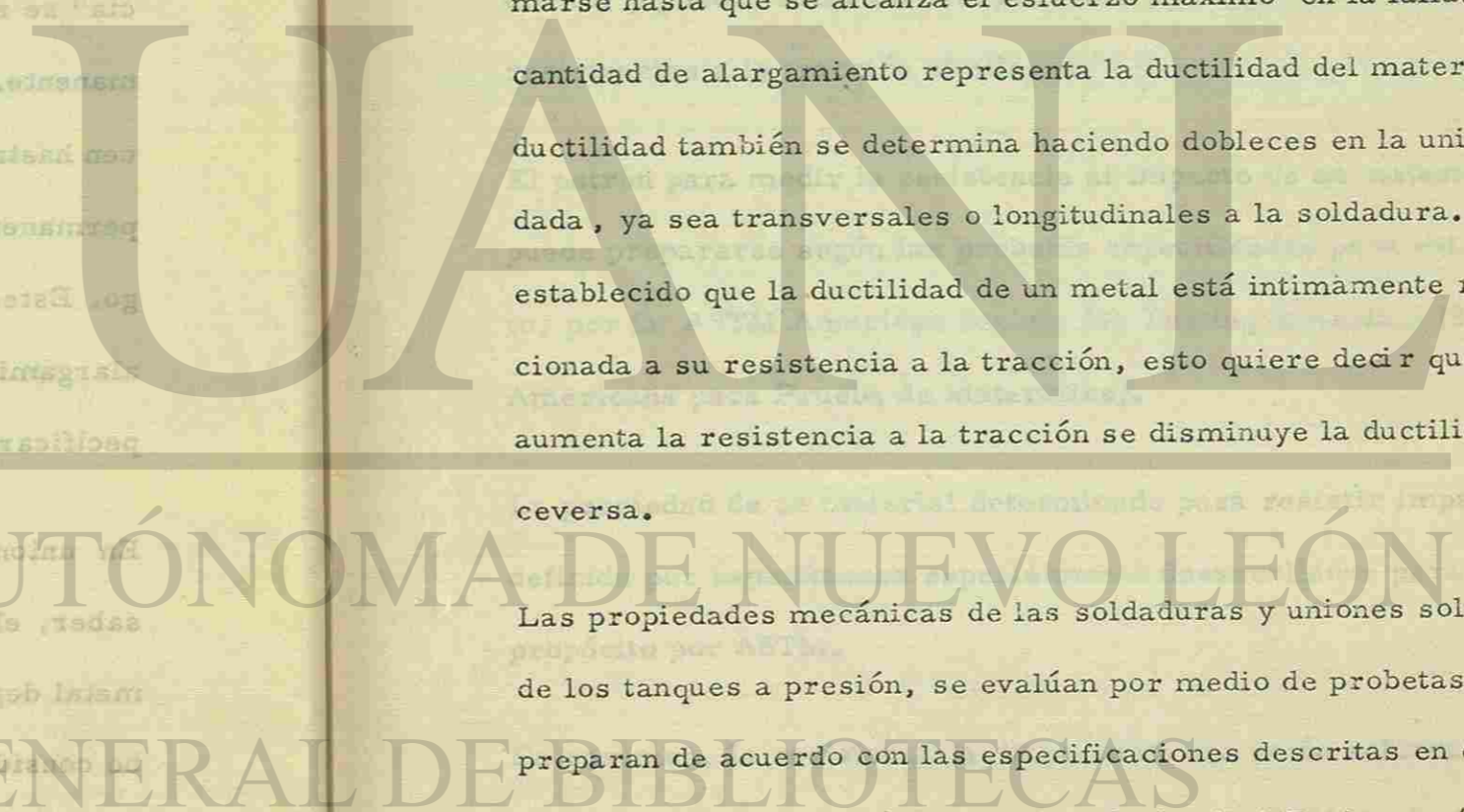
Las propiedades mecánicas de las soldaduras y uniones soldadas de los tanques a presión, se evalúan por medio de probetas que se preparan de acuerdo con las especificaciones descritas en el código de la ASME, American Society for Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) en tanto que para los productos militares tales como aviones y barcos, se procede según las especi-

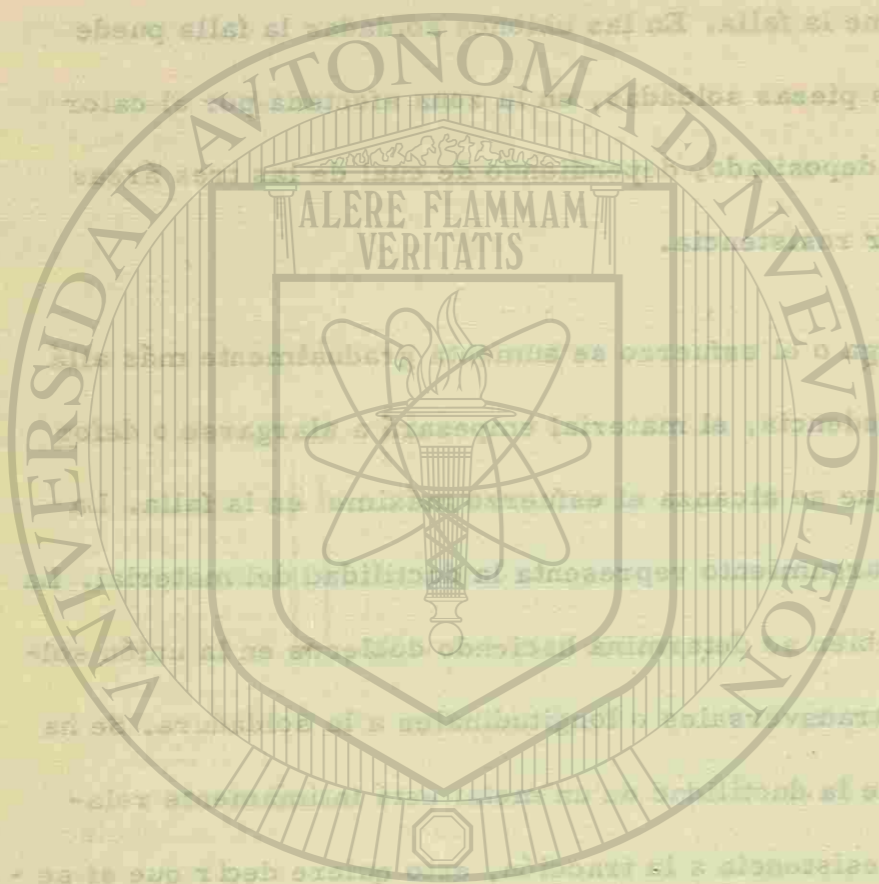


cual sobreviene la falla. En las uniones soldadas la falla puede ocurrir en las piezas soldadas, en la zona afectada por el calor o en el metal depositado, dependiendo de cual de las tres áreas tiene la menor resistencia.

Cuando la carga o el esfuerzo se aumenta gradualmente más allá del punto de cedencia, el material empezará a alargarse o deformarse hasta que se alcanza el esfuerzo máximo en la falla. La cantidad de alargamiento representa la ductilidad del material. La ductilidad también se determina haciendo dobleces en la unión soldada, ya sea transversales o longitudinales a la soldadura. Se ha establecido que la ductilidad de un metal está íntimamente relacionada a su resistencia a la tracción, esto quiere decir que si se aumenta la resistencia a la tracción se disminuye la ductilidad y viceversa.

Las propiedades mecánicas de las soldaduras y uniones soldadas de los tanques a presión, se evalúan por medio de probetas que se preparan de acuerdo con las especificaciones descritas en el código de la ASME, American Society for Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) en tanto que para los productos militares tales como aviones y barcos, se procede según las especi-





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ficaciones del gobierno.

La resistencia al impacto del acero o del metal depositado utilizados en servicios donde el metal puede recibir un sacudimiento o torsión repentina como en las excavaciones de minas o en los bancos, es una propiedad importante y debe determinarse de alguna manera. La resistencia al impacto es una propiedad independiente, y puede variar de acero a acero, aún en materiales con resistencias a la tracción similares.

El patrón para medir la resistencia al impacto de un material, puede prepararse según las probetas especificadas para este objeto, por la ASTM American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para Prueba de Materiales).

La propiedad de un material determinado para resistir impacto es definida por especímenes especialmente desarrollados para éste propósito por ASTM. ®

En resumen, la resistencia al impacto de una unión soldada, se determina en una pequeña probeta rectangular de 0.394" por 0.394" por 2.165" la que se agrieta en una dimensión dada, ya sea por fresaado o taladro a través del área marcada para prueba tal como se muestra en los siguientes diagramas.

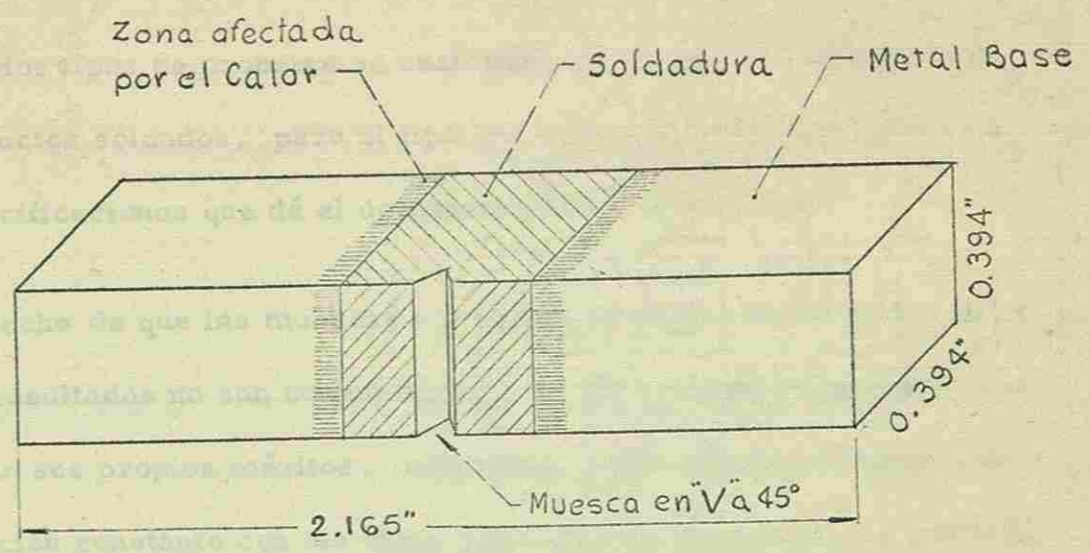
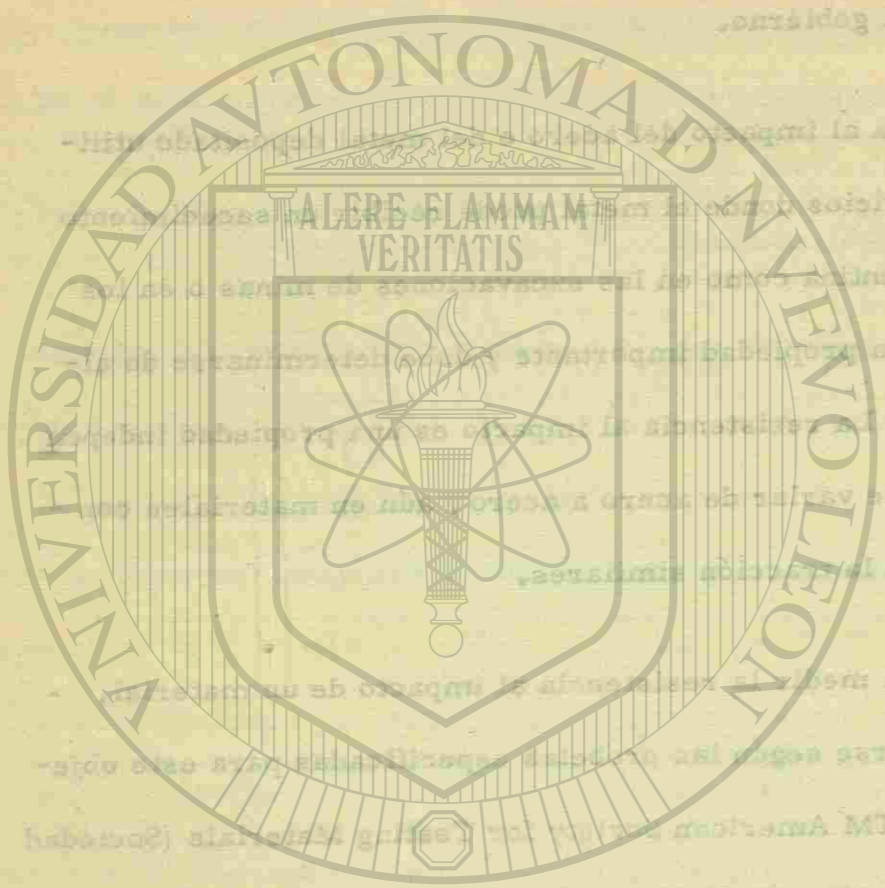


Fig. 1.- Especimen para impactos Charpy muesca "V"

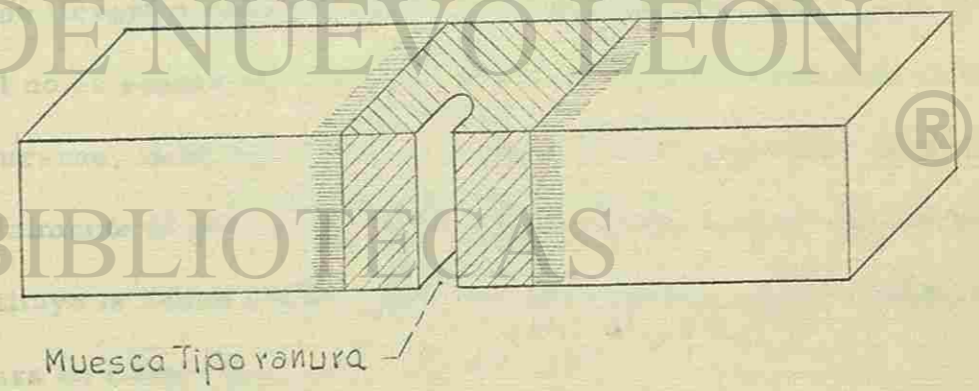
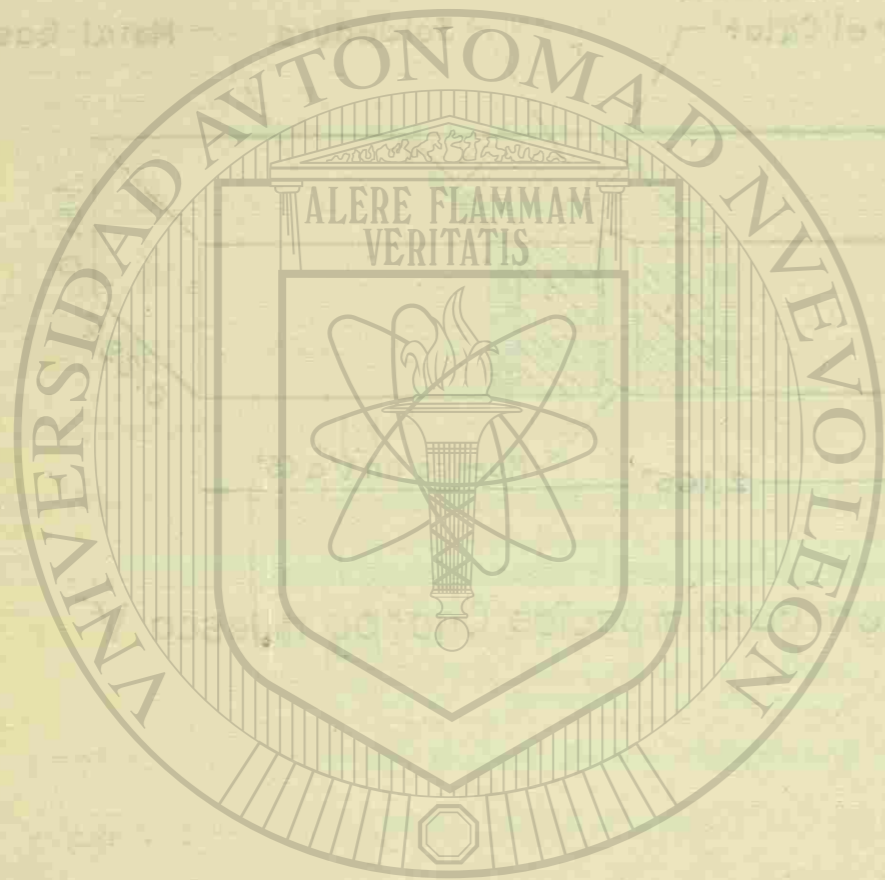


Fig. 2.- Especimen para impactos Charpy muesca ranura

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



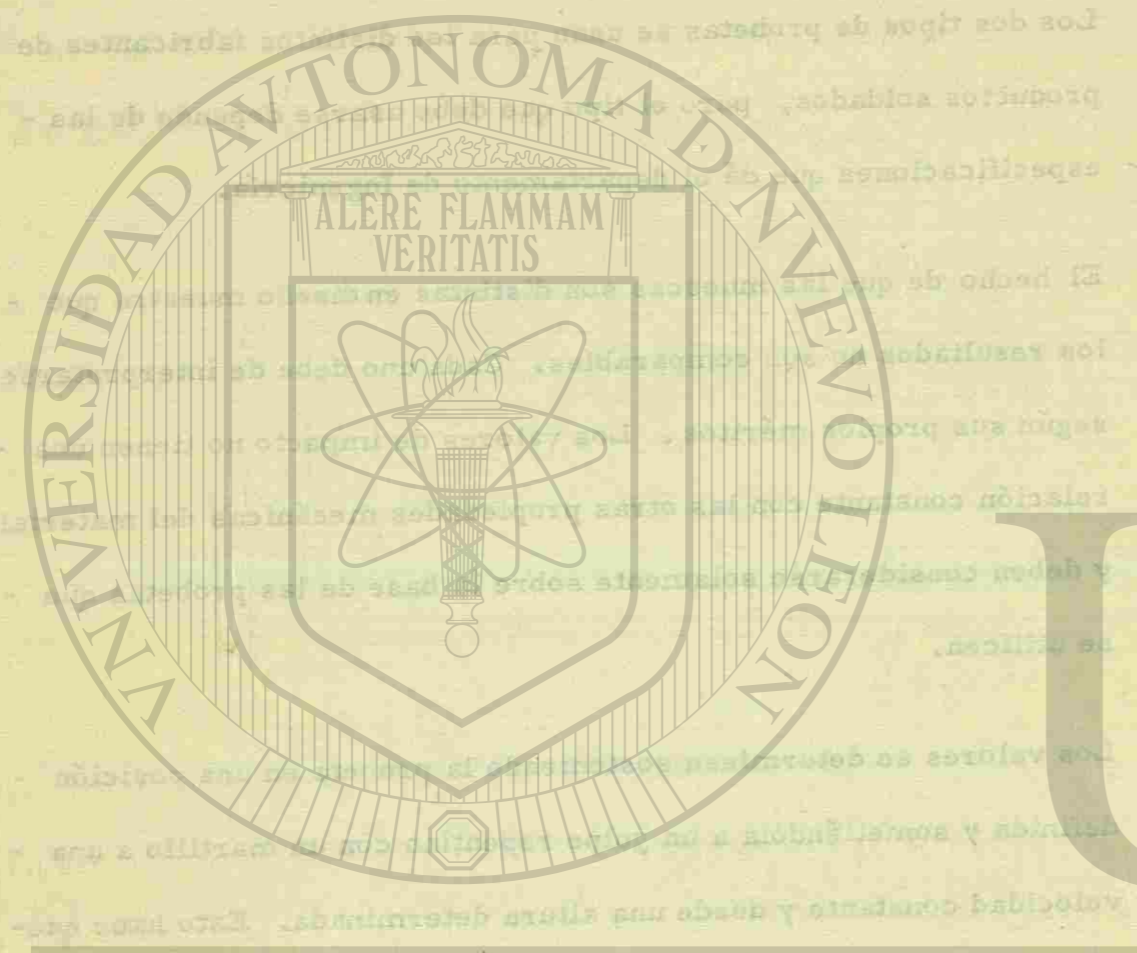
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los dos tipos de probetas se usan para los distintos fabricantes de productos soldados, pero el tipo que debe usarse depende de las especificaciones que dé el departamento de Ingeniería.

El hecho de que las muescas son distintas en diseño muestra que los resultados no son comparables. Cada uno debe de interpretarse según sus propios méritos. Los valores de impacto no tienen una relación constante con las otras propiedades mecánicas del material y deben considerarse solamente sobre la base de las probetas que se utilicen.

Los valores se determinan sosteniendo la probeta en una posición definida y sometiéndola a un golpe repentino con un martillo a una velocidad constante y desde una altura determinada. Esto hace que la probeta se fracture. Si el material es sensible a la grieta, la fractura se llevará a cabo sin observar la energía del impacto. Si el material no es sensible a la grieta, se deformará parcialmente antes de fracturarse, también resistirá la velocidad del martillo y detendrá parcialmente el golpe. La cualidad del material por detener el golpe constituye la resistencia al impacto y se expresa como la energía de ruptura en libra - pie.

En general, las propiedades de algunos aceros y soldaduras al impac-



to se determina no solamente a la temperatura del cuarto sino que también a varias temperaturas bajo cero, las temperaturas de prueba pueden ser, por ejemplo, 23.8° C, - 17° C, - 40° C, - 73.3° C, y aún - 195° C que es la temperatura del Nitrógeno líquido.

El comportamiento del acero y soldadura a temperaturas bajo cero es diferente, y está relacionada definitivamente a la composición del material y al tratamiento térmico del producto.

En los tanques de presión grandes, deben de aliviarse los esfuerzos a 593° C - 650° C tan pronto se terminen todas las soldaduras mayores.

En algunos aceros y soldaduras las propiedades al impacto son afectadas por el tratamiento térmico para alivio de esfuerzos y en otros no lo son. Aparentemente esto debe de asociarse a las propiedades y cambios metalúrgicos de los metales cuando se calientan a las temperaturas antes mencionadas.

Se ha determinado por una investigación extensa y con datos de pruebas efectuados que la adición aproximadamente 3.5% de Nickel en el acero o el metal depositado, mejoran enormemente las propiedades al impacto del material. No hay una explicación tangible para ese comportamiento, basta saber que los efectos beneficiosos del Nickel se descubrieron-

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
ALFONSO DEBETI
1925 MONTECERTE, MEXICO

gracias al intercambio lógico de los datos metalúrgicos del acero a la soldadura.

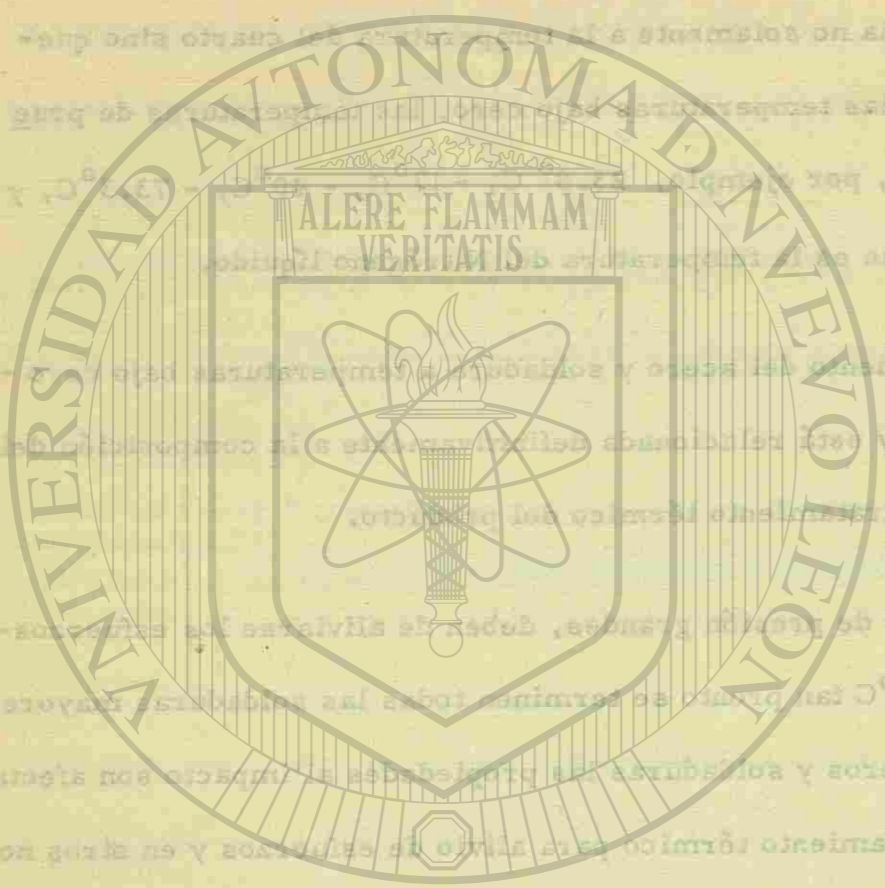
Fatiga o límite de resistencia es una propiedad deseable en ciertos productos como flechas y hasta cierto punto, en tanques a presión que se ven sujetos a cambios cíclicos de presión y temperatura.

En algunos productos la propiedad de fatiga puede ser afectada por ambientes corrosivos a diferentes temperaturas. Por lo tanto, un producto soldado también debe de tener resistencia a la fatiga satisfactoria cuando se vea expuesto a cambios cíclicos repetidos de esfuerzos tanto de tensión como de compresión.

El límite de resistencia de un material es el esfuerzo mayor en libras por pulgada cuadrada que puede aplicarse repetidamente por un período de tiempo indefinido sin falla del material.

La resistencia a la fatiga de aceros y soldadura para tanques de presión es aproximadamente la mitad de la resistencia a la tracción del material de que están hechos.

Una de las propiedades físicas más populares del acero y soldaduras es la dureza. En cierto sentido es el indicador metalúrgico de la



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

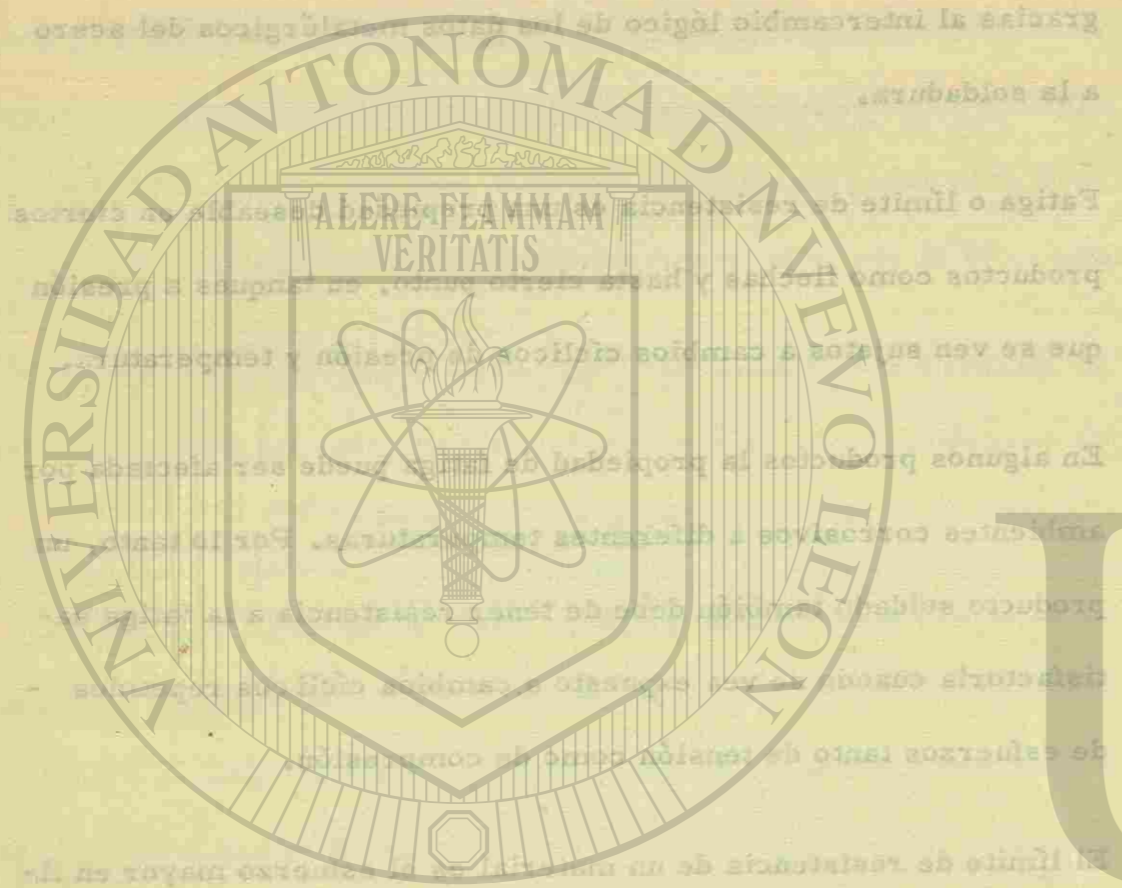
CLASIFICACION DE ESTADOS Y EXPERIMENTOS
SU IMPORTANCIA EN LA OBTENCION DE BURNAS DE SOLDADURA

soldadura. De una cantidad de pruebas en probetas de tracción para determinar las propiedades de dureza y resistencia a la tracción, se ha establecido una relación entre la dureza y la resistencia a la tracción del material. Esta relación es la base para convertir en un material dado los valores de la dureza a los valores de la resistencia a la tracción. Vale la pena memorizar la relación de la conversión que es:

Para un número Brinell de dureza, por ejemplo 200 BHN, la resistencia a la tracción es aproximadamente 100,000psi. El número de dureza se divide por 2 y se multiplica por 1000 y da aproximadamente la resistencia a la tracción.

La dureza de los materiales se puede expresar indistintamente por medio del número: Brinell, Rockwell y Vickers.

Cada uno tiene sus ventajas y también su límite de aplicación. El probador de dureza Brinell es adecuado para medir la dureza en materiales con espesor mayor de 1/4" y con dureza no mayor de 450 BHN. Los valores se reportan como número Brinell de dureza o abreviada como BHN después del número.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CLASIFICACION DE ELECTRODOS Y REVESTIMIENTOS

SU IMPORTANCIA EN LA OBTENCION DE BUENAS SOLDADURAS

1.- De acuerdo con la A.W.S. (Sociedad Americana de Soldaduras)

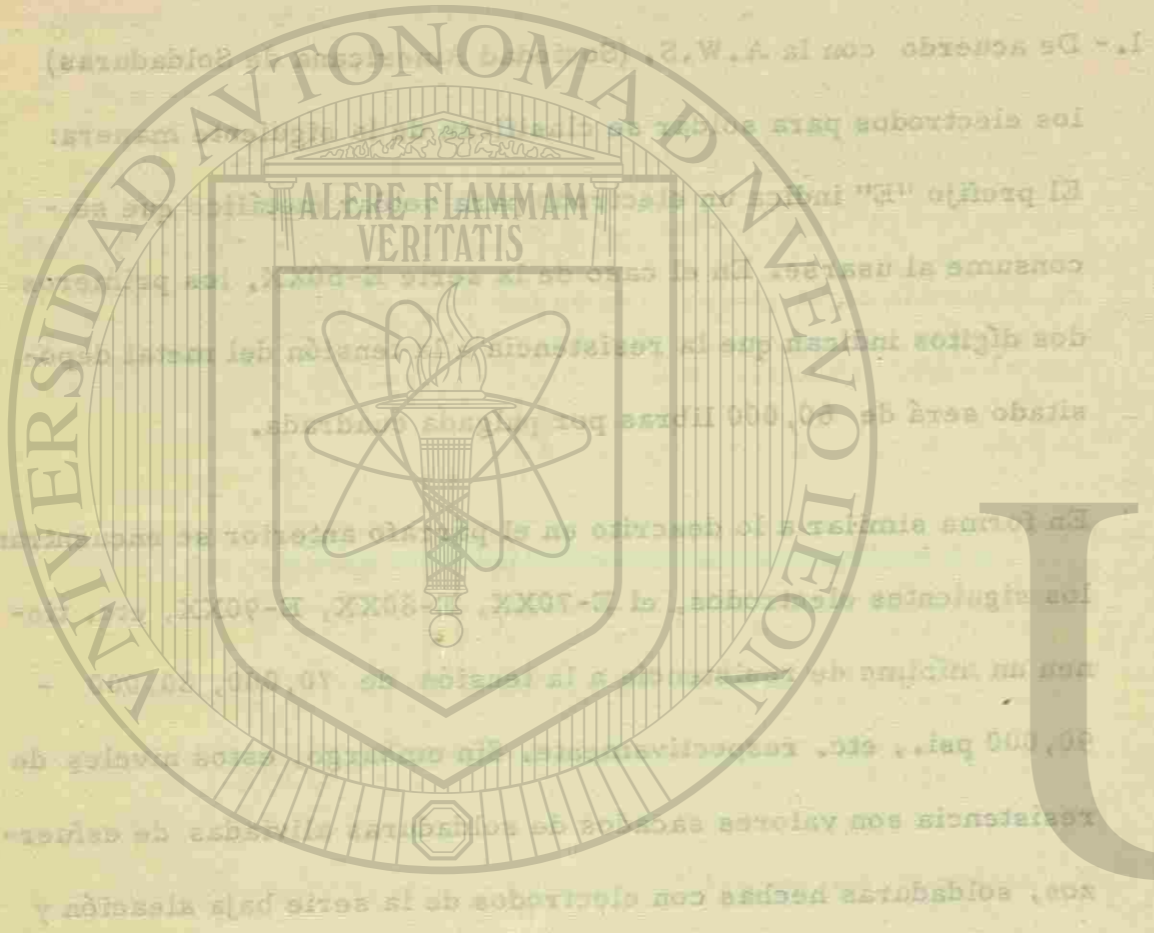
los electrodos para soldar se clasifican de la siguiente manera:

El prefijo "E" indica un electrodo para soldar metálico que se consume al usarse. En el caso de la serie E-60XX, los primeros dos dígitos indican que la resistencia a la tensión del metal depositado será de 60,000 libras por pulgada cuadrada.

En forma similar a lo descrito en el párrafo anterior se encuentran los siguientes electrodos, el E-70XX, E-80XX, E-90XX, etc. tienen un mínimo de resistencia a la tensión de 70,000, 80,000 - 90,000 psi., etc. respectivamente. Sin embargo, estos niveles de resistencia son valores sacados de soldaduras aliviadas de esfuerzos, soldaduras hechas con electrodos de la serie baja aleación y alta resistencia y son comparables a los dos valores dados en las soldaduras sin ningún tratamiento hechas con electrodos llamados "para acero moderado" (C-.25Max.).

El tercer número puede ser un 1, 2, 3, y se refiere a la posición en la cual el electrodo puede ser usado. No.1 indica que el electrodo es apto para usarse en toda posición; posición plana, vertical, sobre cabeza y horizontal. Las posiciones vertical y sobre cabeza

ELABORACION DE ELECTRODOS Y REVESTIMIENTOS
SU IMPORTANCIA EN LA OBTENCION DE BUENAS SOLDADURAS



esta resistencia y son comparables a los dos valores dados en las
saldadas en las ligas entre las resistencias de electrodos
para ser moderado (C. 3452).

restringen el uso de estos electrodos hasta un diámetro máximo -
de 3/16" excepto para los electrodos E-6015 y E-6016, donde el máx
imo permitido es 5/32" en diámetro.

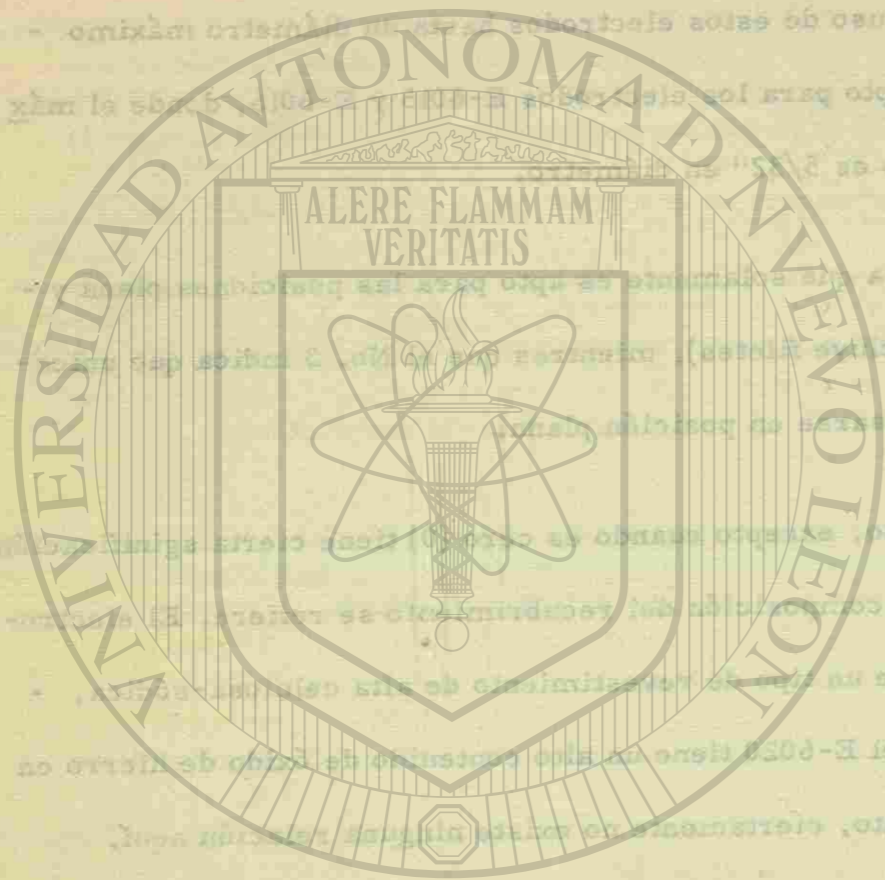
El No. 2 indica que solamente es apto para las posiciones plana y -
horizontal (incluye filetes), mientras que el No. 3 indica que unica-
mente podrá usarse en posición plana.

El cuarto dígito, excepto cuando es cero (0) tiene cierta sginificación
en cuanto a la composición del recubrimiento se refiere. El electro-
do E-6010 tiene un tipo de revestimiento de alta celulosa-sódica, -
mientras que el E-6020 tiene un alto contenido de óxido de hierro en
su revestimiento, ciertamente no existe ninguna relación aquí.

Cuando el cuarto dígito es uno (1), esto indica un revestimiento de al-
to contenido de celulosa potásica; 2 es alto en titanio sódico; 3 es un
revestimiento alto en titanio potásico.

Cuando el último dígito es 5 o 6, el electrodo es inmediatamente [®] iden-
tificado como un electrodo tipo de bajo hidrógeno; 5 indica un tipo de
electrodo bajo hidrógeno revestimiento sódico o corriente directa po-
laridad +; 6, sería un bajo hidrógeno revestimiento potásico y capaz
de trabajar en ambas corrientes A.C. y D.C.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Además los números 4, 7 y 8 han sido usados en la posición de -
 cuarto dígito, indicando diferentes tipos de electrodos con reves
timiento de polvo de hierro. El número 4 está indicando un reves
timiento de polvo de hierro y titánico; el No. 7 indica polvo de -
 hierro y revestimiento de óxido de hierro; el No. 8 indica polvo -
 de hierro y revestimiento bajo hidrógeno.

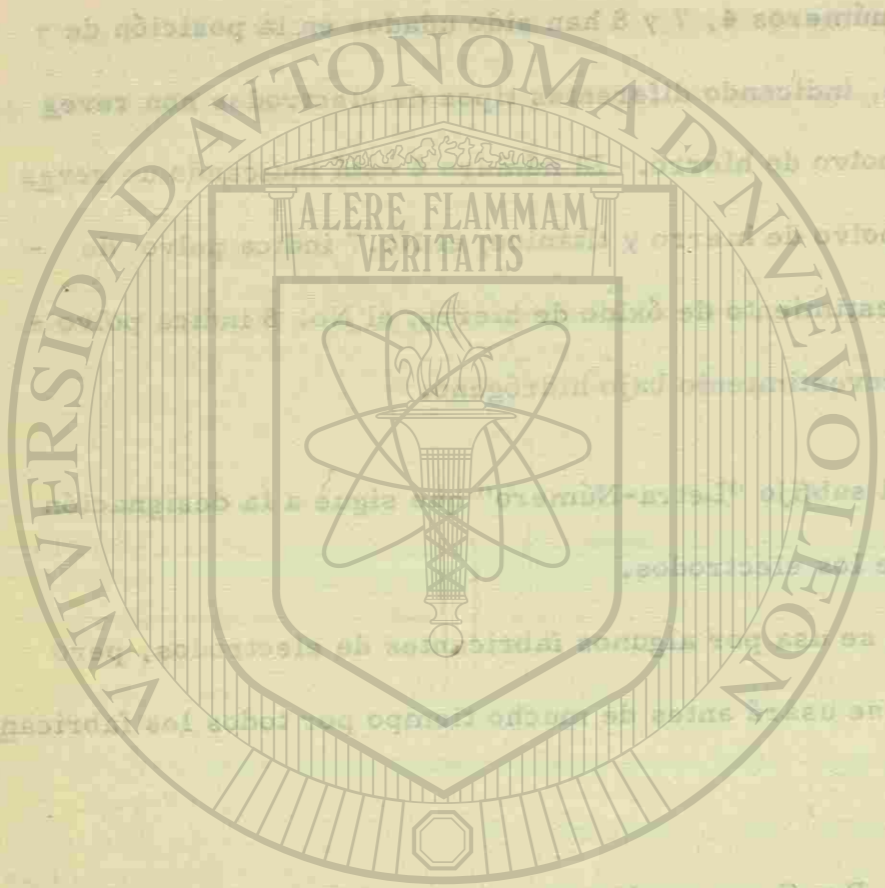
2. Explicando el subfijo "Letra-Número" que sigue a la designación de la clase de los electrodos.

Este sistema se usa por algunos fabricantes de electrodos, pero seguramente se usará antes de mucho tiempo por todos los fabrican -
 tes .

Las letras A, B y C son usadas para designar la composición quími -
 ca del metal depositado. El número que sigue a la letra clasifica -
 el depósito. "A" designa un depósito de carbón-Molybdeno; "B", -
 un depósito de Cromo-Molybdeno; y "C", un depósito de Níquel.

Como los números van del 1 al 3, los ingredientes de aleación tam -
 bién se incrementan. Por ejemplo, XXXX-B-1 sería 0.5 CR 0.5 Mo,
 XXXX-B-2 resultaría 1.0Cr-0.5 Mo; XXXX-B-3 sería 2¼ Cr-1.0 Mo.

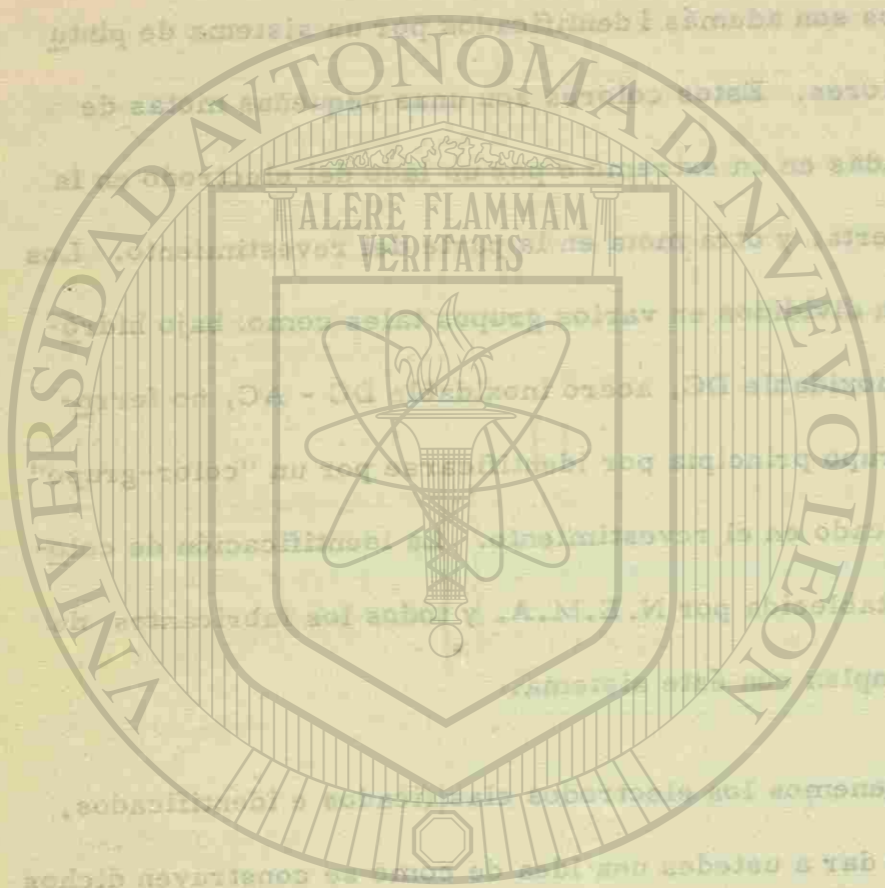
La letra "D" fué propuesta para designar la serie Manganeso-Moly -
 bdeno, pero aún no se usa.



Los electrodos son además i dentificados por un sistema de pintura de tres colores. Estos colores son unas pequeñas motas de pintura aplicadas en un extremo o por un lado del electrodo en la parte descubierta, y otra mota en la parte del revestimiento. Los electrodos son divididos en varios grupos tales como: bajo hidrógeno, acero inoxidable DC, acero inoxidable DC - AC, no ferrosos, y cada grupo principia por identificarse por un "color-grupo" el cual es aplicado en el revestimiento. La identificación de colores ha sido establecida por N.E.M.A. y todos los fabricantes de electrodos cumplen con éste sistema.

Ahora que ya tenemos los electrodos clasificados e identificados, es conveniente dar a ustedes una idea de como se construyen dichos electrodos para que den las características deseadas.

La resistencia a la tensión y el análisis químico del metal depositado, dependen de la clase de alambre y de la composición del revestimiento. El manejo de los electrodos, tal como la clase de corriente con que deben trabajar, y la posición de trabajo en que pueden ser usados, depende enteramente del revestimiento. La composición y calidad es un factor importante en la operación de fabricar electrodos revestidos. El tipo de alambre que comunmente se usa para



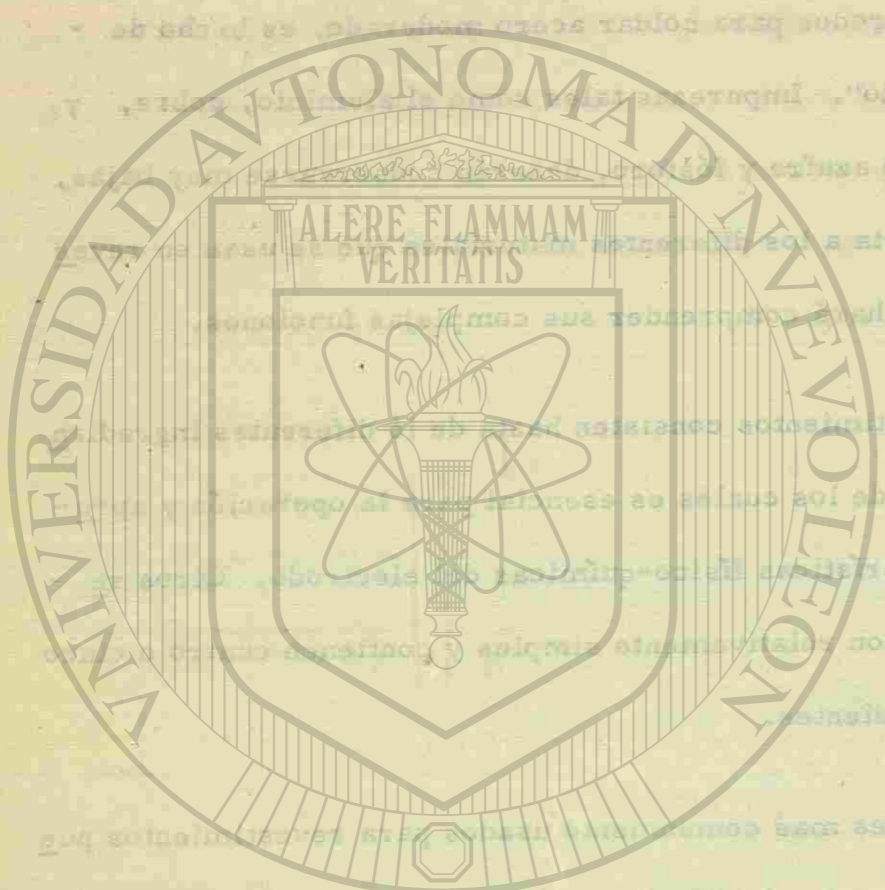
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

fabricar electrodos para soldar acero moderado, es hecho de "acero rimiado". Impurezas tales como el aluminio, cobre, y especialmente azufre y fósforo, deberán conservarse muy bajas, una rápida vista a los diferentes materiales que se usan en revestimientos nos hará comprender sus complejas funciones.

3. Algunos revestimientos consisten hasta de 16 diferentes ingredientes, cada uno de los cuales es esencial para la operación y apropiadas características físico-químicas del electrodo. Otros revestimientos son relativamente simples y contienen cuatro o cinco de estos ingredientes.

4. Los ingredientes mas comunmente usados para revestimientos pueden ser físicamente clasificados a "grosso modo", como líquidos y sólidos. Los líquidos son generalmente silicato de sodio o silicato de potasio. Los sólidos son materiales que se encuentran libres en la naturaleza, y que solamente requieren concentrarse y pulverizarse apropiadamente. Algunos de estos materiales se producen como resultado de reacciones químicas, tales como aleaciones y otras complejas composiciones sintéticas. El tamaño de las partículas es un factor importante, y puede ir desde impalpable hasta fino o grueso.



La composición es variada, y literalmente miles de ingredientes han sido probados para su posible uso. Su único requisito es que estos materiales deberán de existir en abundancia, que su composición sea constante, y su precio razonable. La estructura física tal vez se clasifica como cristalina, fibrosa o amorfa (no-cristalina).

Materiales cristalinos son: Rutilo, Cuarzo y Mica.

Materiales fibrosos son: Asbesto, y fibra de madera.

Materiales no-cristalinos son: Vidrios y muchos ingredientes orgánicos.

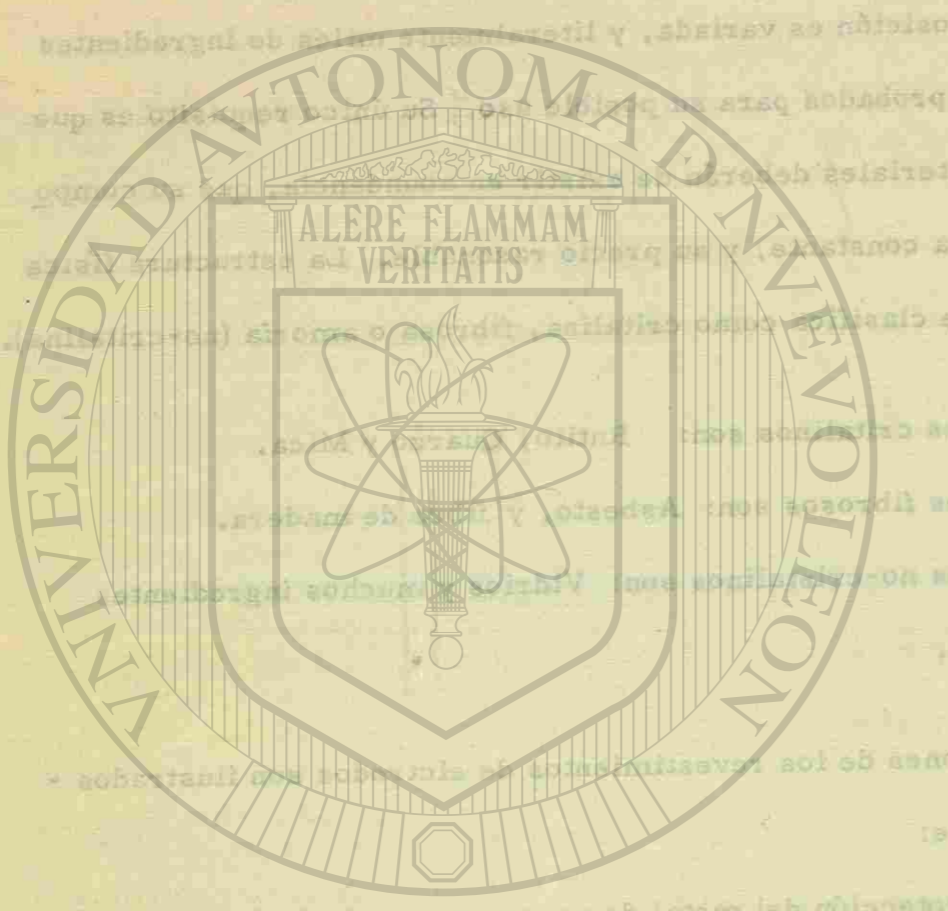
5. Las funciones de los revestimientos de electrodos son ilustrados - como sigue:

a) Protección del metal de aporte en estado de fusión

La más importante función del revestimiento, es proteger del oxígeno y nitrógeno atmosféricos, el metal de aporte del electrodo mientras se encuentra en estado de fusión, o mientras está pasando del electrodo al metal base. [®] Esta protección es necesaria para asegurar que la soldadura - será buena, libre de poros, y con la correcta resistencia, y sobre todo dúctil. A las altas temperaturas del arco - eléctrico, el N_2 y el O_2 se combinan rápidamente con el

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"
Cada. 1025 MONTERREY, MEXICO



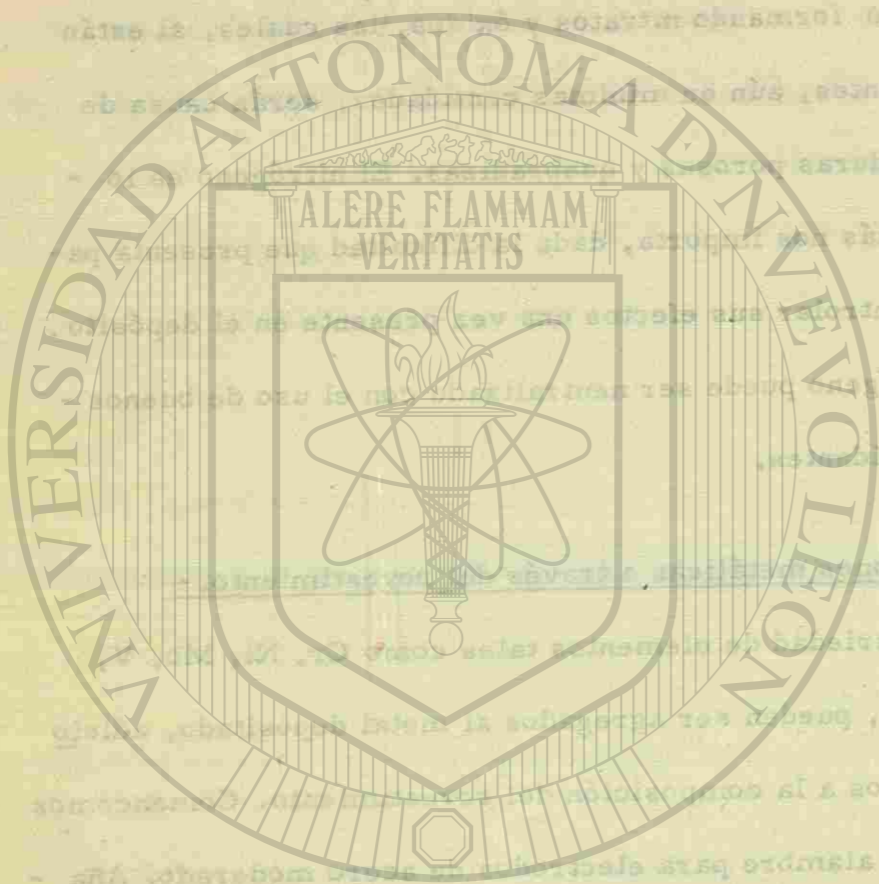
hierro formando nitratos y óxidos, las cuales, si están presentes, aún en mínimas cantidades, serán causa de dolidaduras porosas y quebradizas. El nitrógeno es lo que más nos importa, dada la dificultad que presenta para controlar sus efectos una vez presente en el depósito. El oxígeno puede ser neutralizado con el uso de buenos desoxidantes.

b) Adiciones metálicas a través del revestimiento.

Una variedad de elementos tales como Cr, Ni, Mo, V, Cu, W, pueden ser agregados al metal depositado, añadiéndolos a la composición del revestimiento. Comencemos con un alambre para electrodos de acero moderado. Añadiendo la aleación correspondiente por el revestimiento, depositará un metal con la alta resistencia a la tensión prediseñada.

Es frecuentemente necesario agregar aleación por el revestimiento para reponer la esperada pérdida de aleación de la parte metálica del electrodo durante la operación de soldar, debido a la volatilización y reacción químicas. Los electrodos para acero moderado requieren pequeñas cantidades de

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

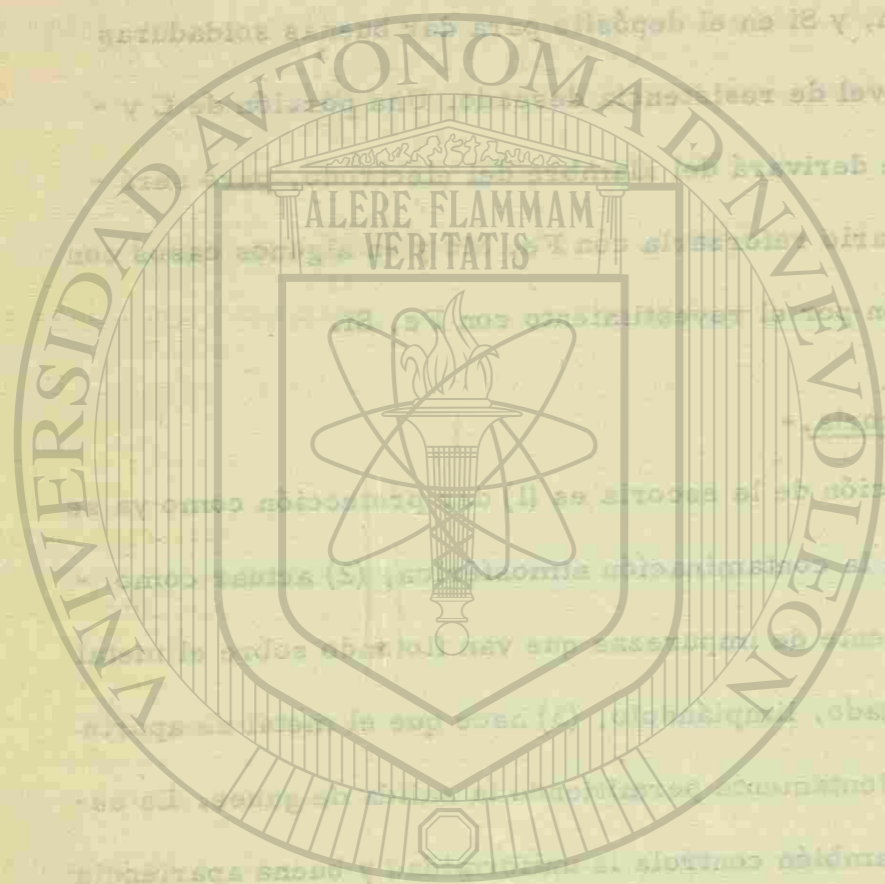
C, Mn, y Si en el depósito para dar buenas soldaduras del nivel de resistencia deseado. Una porción de C y Mn se derivará del alambre del electrodo, pero será necesario reforzarla con Fe, Mn y en algunos casos con adición por el revestimiento con Fe, Si.

c) La escoria. -

La función de la escoria es (1) dar protección como ya se dijo de la contaminación atmosférica, (2) actuar como absorbente de impurezas que van flotando sobre el metal depositado, limpiándolo, (3) hace que el metal de aporte enfríe lentamente permitiendo la salida de gases. La escoria también controla la uniformidad y buena apariencia de la soldadura. Esto es particularmente notable en soldaduras de filete.

d) Imparte características para posición de trabajo. -

Con la adición de algunos ingredientes, primordialmente composiciones de titanio en el revestimiento, hacen posible soldar en posición vertical y sobre cabeza. Esto es característica de escoria que dan cierta tensión en la superficie y un especial punto de fusión, los cuales deter



En lugares inclinados al punto soldar con comodidad, disminuyen las cualidades y capacidad de el electrodo para soldar en posición.

e) Controla la buena calidad del metal depositado.-

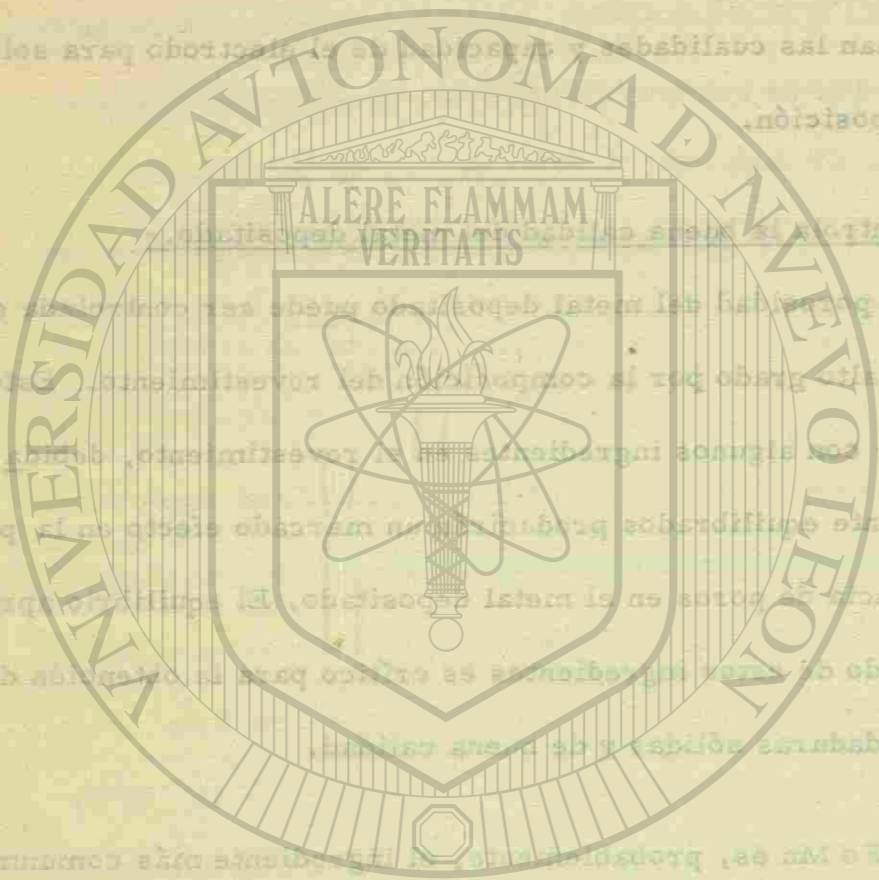
La porosidad del metal depositado puede ser controlada en un alto grado por la composición del revestimiento. Esto es, con algunos ingredientes en el revestimiento, debidamente equilibrados producirán un marcado efecto en la presencia de poros en el metal depositado. El equilibrio apropiado de estos ingredientes es crítico para la obtención de soldaduras sólidas y de buena calidad.

El Fe Mn es, probablemente, el ingrediente más comunmente usado para obtener el correcto equilibrio de la fórmula.

f) Imparte propiedades mecánicas específicas.-

Propiedades mecánicas específicas pueden ser incorporadas al metal depositado por medio de revestimiento. Valores de resistencia al impacto a bajas temperaturas, alta ductilidad propiedades de tensión y cedencia, pueden ser obtenidas por aleaciones agregadas a través del revestimiento.

g) El revestimiento actúa como aislante eléctrico.-



En lugares incómodos se puede soldar con comodidad, el corto circuito se efectúa únicamente en el extremo del electrodo, y aunque el electrodo tocara con su revestimiento al metal que se está soldando, no habrá interferencia.

6. Clasificación de ingredientes para revestimiento.

Los materiales para revestimiento pueden ser clasificados dentro de 6 grandes grupos como se ilustrará más adelante. Cada uno de los cuales tiene una función definida.

a).- Aleaciones

Tales como Fe, Mn, Fe Si, Fe Cr, Fe V, Ni, etc.

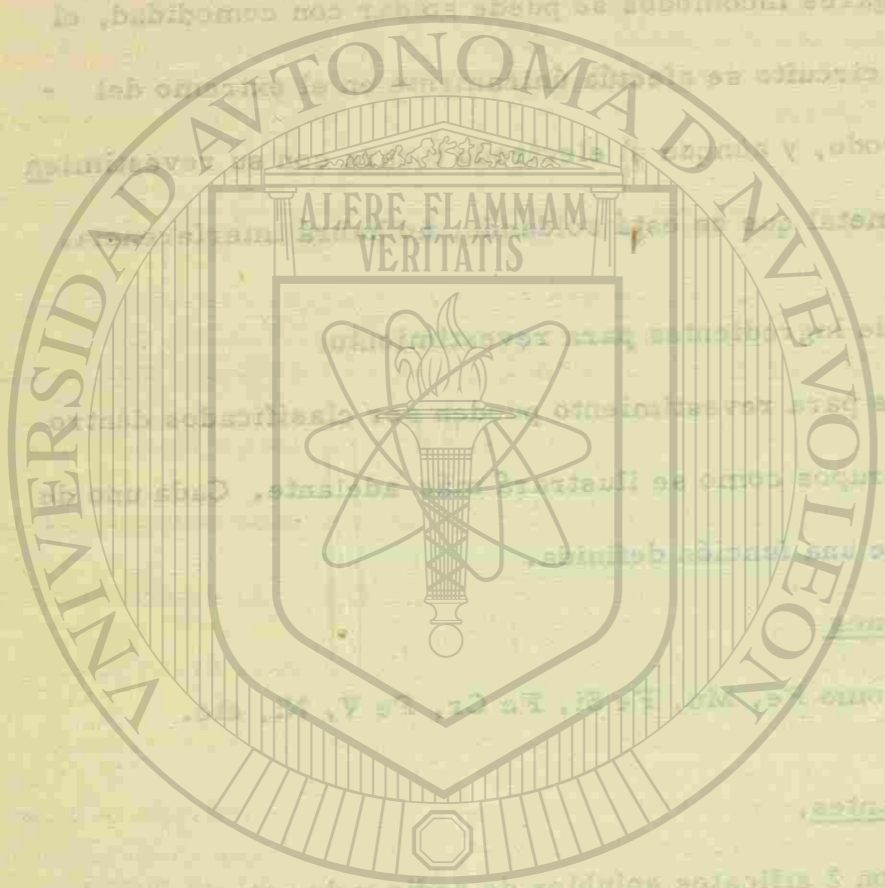
b).- Aglutinantes.

Estos son 2 silicatos solubles de sodio y de potasio, usados comercialmente en la industria de fabricación de electrodos.

Las funciones de los aglutinantes son: Hacer de los revestimientos, originalmente en polvo, una masa plástica capaz de dejarse extruir y adherir al alambre que será el electrodo,

además de permitir hornearse. El horneado final lo hace lo suficiente duro y resistente para no romperse ni agrietarse

hasta cumplir su función. Los aglutinantes hacen también el revestimiento no inflamable y evitan una descomposición pre



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

matura.

Pueden hacer el revestimiento tan flexible que aún al doblar un electrodo no lo dañará.

c). Mezclas formadoras de gases.-

Los materiales más comunmente usados como formadores de gases son: Los hidratos de carbono, hidratos y carbonatos.

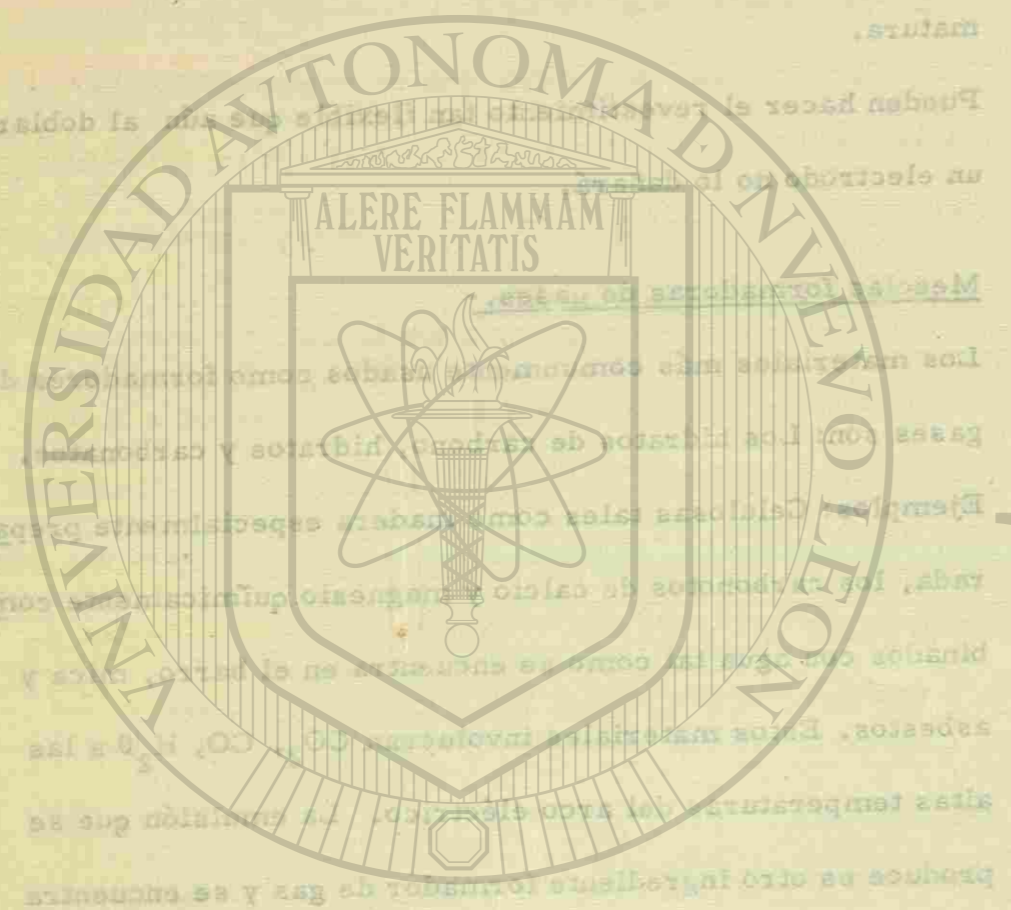
Ejemplos: Celulosas tales como madera especialmente preparada, los carbonatos de calcio y magnesio químicamente combinados con agua tal como se encuentra en el barro, mica y asbestos. Estos materiales involucran CO₂, CO, H₂O a las altas temperaturas del arco eléctrico. La emulsión que se produce es otro ingrediente formador de gas y se encuentra

particularmente en los tipos de electrodos celulósicos siendo una parte de la fórmula en cantidades de 2 a 3 %. Este ingrediente tiene una marcada influencia en el arco eléctrico y es un ingrediente necesario en el tipo de electrodos clasificados como E-6010.

d). Estabilizadores.-

El aire no es suficientemente buen conductor para mantener el arco, por esto se hace necesario agregar a los materiales

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
ALFONSO REYES
MONTERREY, NUEVO LEÓN



del revestimiento un estabilizador que ayude a mantener el flujo eléctrico. Esto es particularmente indispensable para soldar con corriente alterna. Materiales estabilizadores con combinaciones a base de titanio, a base de potasio, o a base de calcio.

e).- Fundentes y formadores de escoria.-

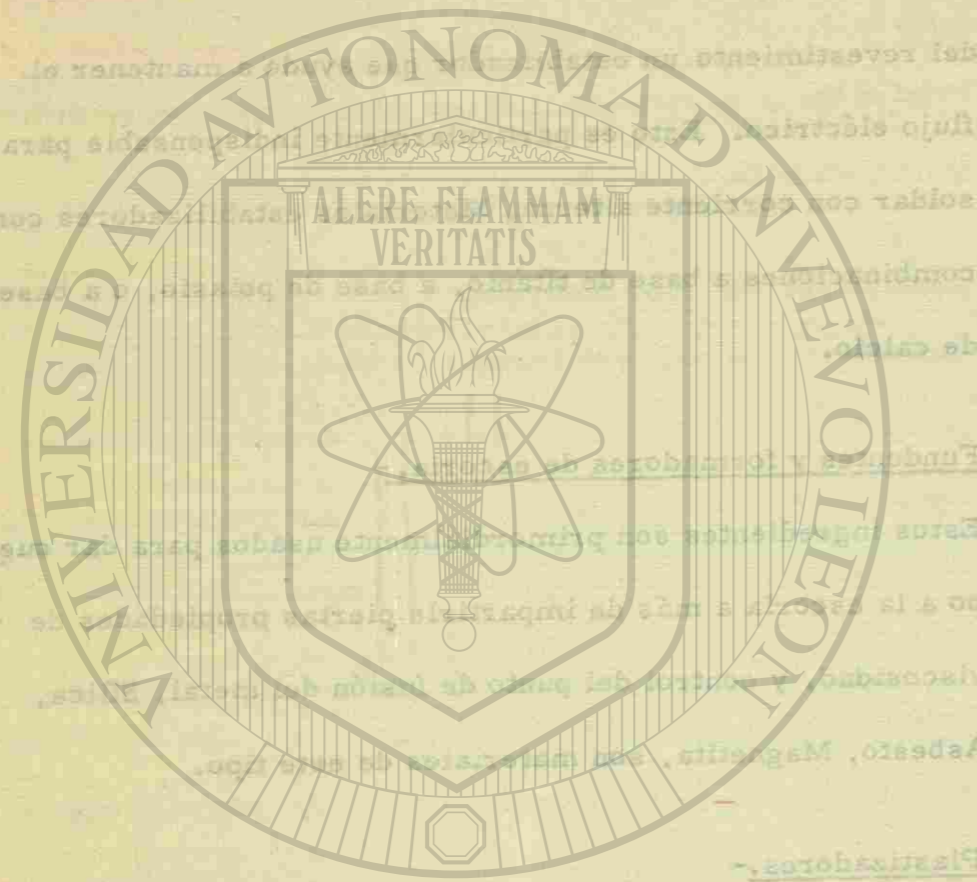
Estos ingredientes son primordialmente usados para dar cuerpo a la escoria a más de impartirle ciertas propiedades de viscosidad, y control del punto de fusión del metal, Sílica, Asbesto, Magnetita, son materiales de este tipo.

f).- Plastizadores.-

Los materiales para revestimiento son a menudo muy granulares ó arenosos, y para poder manejarlos bien en la máquina de extrusión, es necesario agregarles materiales lubricantes o plastizadores. Carbonatos de sodio y potasio son a menudo usados.

7. Fórmula típica de alta celulosa Sódica E-6010.-

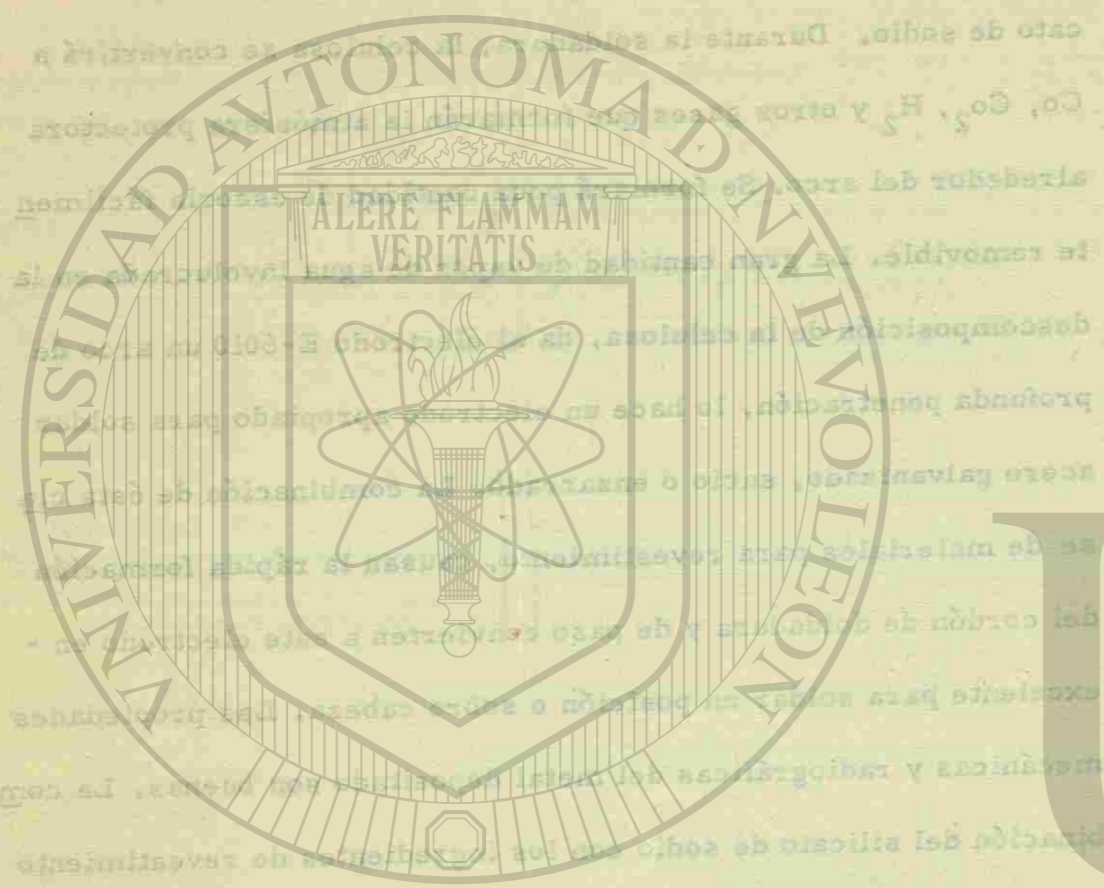
Este párrafo ilustra sobre un revestimiento típico E-6010, los ingredientes son: Celulosa, TiO₂, FeMn, asbesto y como aglutinante, sili-



cato de sodio. Durante la soldadura, la celulosa se convertirá a Co , Co_2 , H_2 y otros gases que formarán la atmósfera protectora alrededor del arco. Se formará poca cantidad de escoria fácilmente removible. La gran cantidad de vapor de agua involucrada en la descomposición de la celulosa, da al electrodo E-6010 un arco de profunda penetración, lo hace un electrodo apropiado para soldar acero galvanizado, sucio o enzarrado. La combinación de esta clase de materiales para revestimiento, causan la rápida formación del cordón de soldadura y de paso convierten a este electrodo en excelente para soldar en posición o sobre cabeza. Las propiedades mecánicas y radiográficas del metal depositado son buenas. La combinación del silicato de sodio con los ingredientes de revestimiento antes mencionados hacen que este electrodo funciones con C.D. (+).

Los electrodos E-6011 con revestimiento alto en celulosa potásica - completamente similares a los E-6010 excepto que los E-6011 funcionan indistintamente con C. A. o C. D. (+), y su penetración no es tan profunda como en los E-6010. El potasio en el silicato, tiene una baja ionización potencial lo cual ayuda a mantener el arco cuando pasa a través del punto cero la energía, en el ciclo de la C. A.

8. Este párrafo ilustrará un revestimiento típico correspondiente al ti



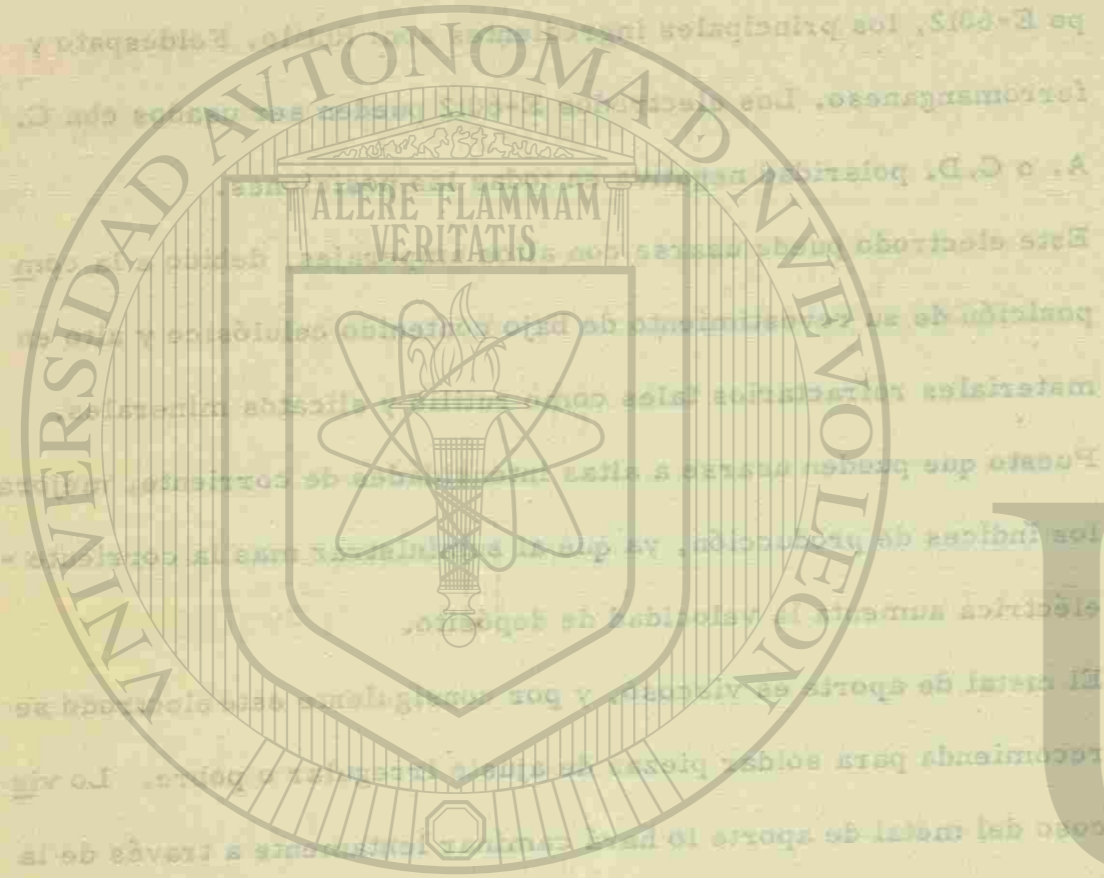
po E-6012, los principales ingredientes son: Rutilo, Feldespato y ferromanganeso. Los electrodos E-6012 pueden ser usados con C. A. o C.D. polaridad negativa en todas las posiciones.

Este electrodo puede usarse con altos amperajes, debido a la composición de su revestimiento de bajo contenido celulósico y alto en materiales refractarios tales como rutilio y silicatos minerales.

Puesto que pueden usarse a altas intensidades de corriente, mejora los índices de producción, ya que al suministrar mas la corriente eléctrica aumenta la velocidad de depósito.

El metal de aporte es viscoso, y por consiguiente este electrodo se recomienda para soldar piezas de ajuste irregular o pobre. Lo viscoso del metal de aporte lo hará caminar lentamente a través de la irregular juntura, solidificando lo bastante después de haber penetrado bien.

Los electrodos E-6013 con revestimiento alto en titanio potásico, son similares a los E-6012. Originalmente el E-6012 no operaba o no podía operar con C.A., y el E-6013 fué introducido como una versión mejorada del E-6012, capaz de operar con C.A., especialmente en diámetros de 1/8" o menores. El silicato de sodio fué usado como aglutinante al empezar la fabricación de los E-6012. El silicato de



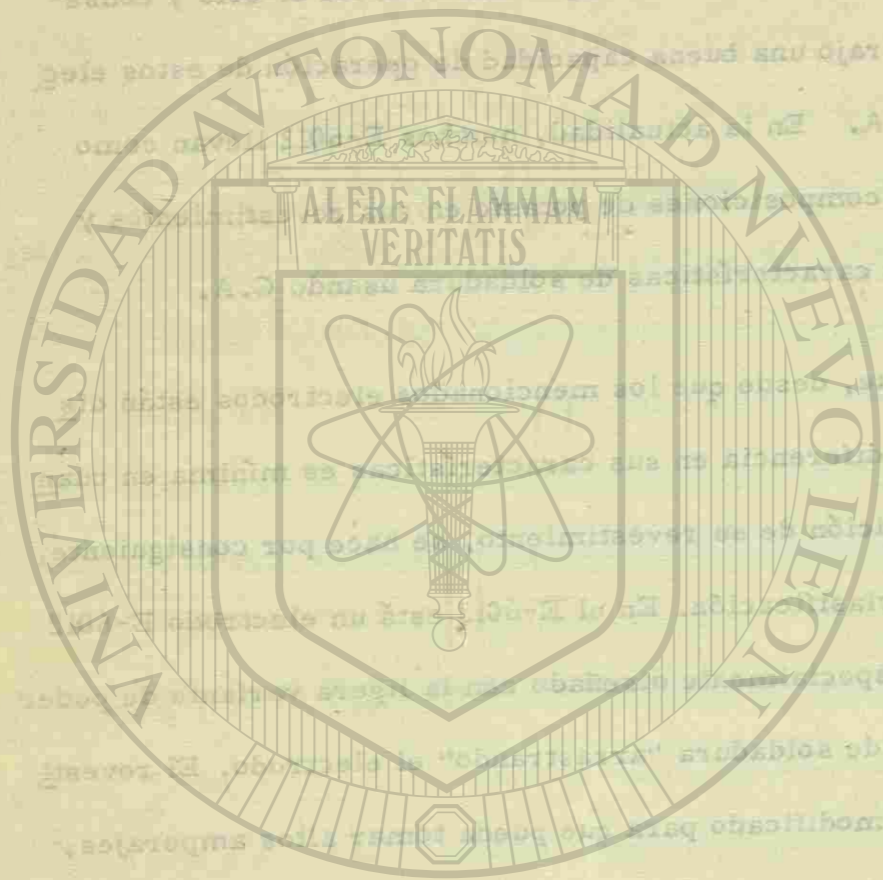
potasio empezó a usarse como aglutinante en los E-6013 y consecuentemente trajo una buena capacidad de operación de estos electrodos con C.A. En la actualidad, muchos E-6012 llevan como ingredientes, composiciones de potasio en sus revestimientos y poseen buenas características de soldadura usando C.A.

Es un hecho que, desde que los mencionados electrodos están disponibles, y la diferencia en sus características es mínima en cuanto a la composición de su revestimiento, se hace por consiguiente, dificultosa su clasificación. En el E-6013 está un electrodo E-6012 modificado y especialmente diseñado con la ligera variante de poder hacer trabajos de soldadura "arrastrando" el electrodo. El revestimiento ha sido modificado para que pueda tomar altos amperajes, con un mínimo de penetración y una gran fluidez de escoria y metal. La fluidez permite al metal de aporte hacer trabajo de relleno bajo el arco, a gran velocidad.

Los electrodos E-6013 tienen en su revestimiento, un poco mas alto contenido de celulosa que los de tipo E-6012, y por esta razón podrán usarse a mas bajos amperajes. También, el E-6013 tiene un "arco" suave y es más apropiado para variados trabajos de soldadura de tipo ligero.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



9. E-6016

Este párrafo ilustrará sobre la fórmula típica de "Bajo hidrógeno", de alto contenido de mármol, espato-fluor y bióxido de titanio.

Los electrodos de bajo hidrógeno son llamados así porque sus revestimientos consisten de minerales y materiales libres de hidrógeno.

El término "Calcio-Ferrítico" fué el título dado originalmente a este tipo de electrodos. La designación "Calcio" proviene de que el tipo de revestimiento es esencialmente básico. La designación "Ferrítico" se refiere a la condición del alambre con el que se fabrica el electrodo. Como la investigación y desarrollo son constantes, los revestimientos fueron modificados de un predominante tipo básico, a otras combinaciones de materiales tales, que el término "Calcio Ferrítico" es actualmente inapropiado, y la designación "Bajo hidrógeno" es más correcta.

Con los electrodos de "Bajo Hidrógeno", los fabricantes nos han dado una inapreciable herramienta de trabajo, pues los aceros que en otro tiempo eran en extremo dificultosos para soldarse, en la actualidad, y comparativamente hablando, son cosa fácil de hacerse.

Aceros de alto contenido de C, Aceros de alta resistencia, Aceros de gran contenido de azufre, son algunos tipos de aceros, para no men-

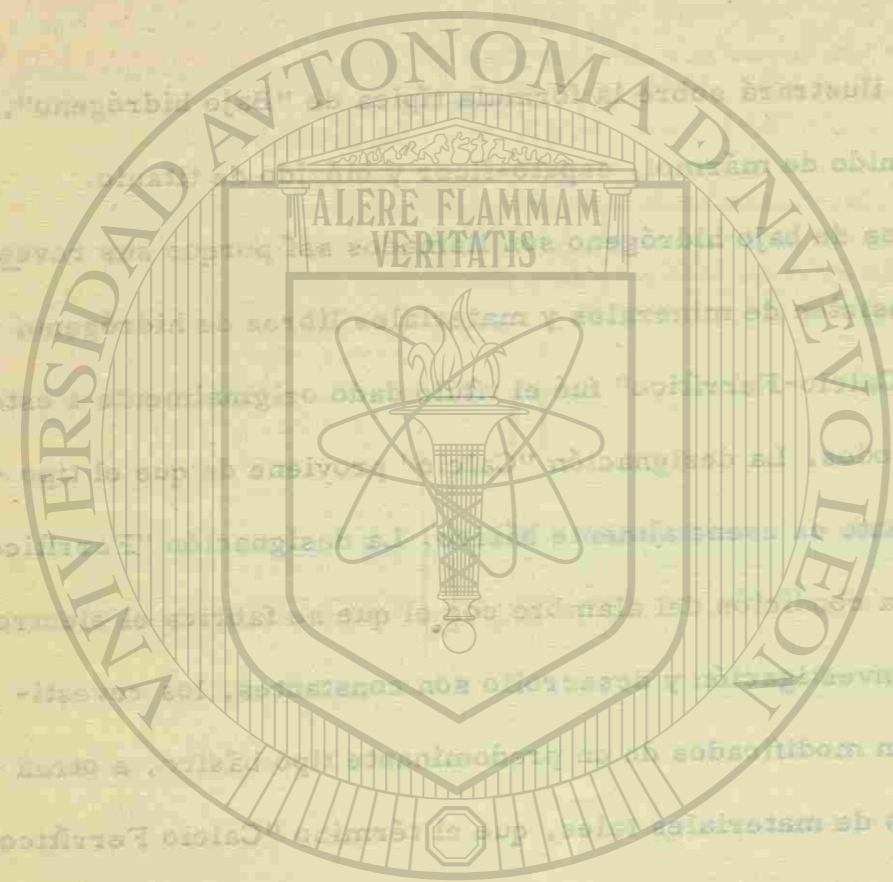
cionar más, que pueden ser soldados segura y efectivamente con los electrodos de bajo hidrógeno.

Ambos tipos de electrodos, bajo hidrógeno y los convencionales para acero mediano E-6010, se fabrican con el mismo alambre. Así pues, la diferencia entre uno y otro depende exclusivamente del revestimiento. En el E-6010 hay abundante hidrógeno o vapor de agua, y en los de tipo bajo hidrógeno ausencia de éstos.

Tenemos 4 fuentes primordiales de hidrógeno en los revestimientos para electrodos:

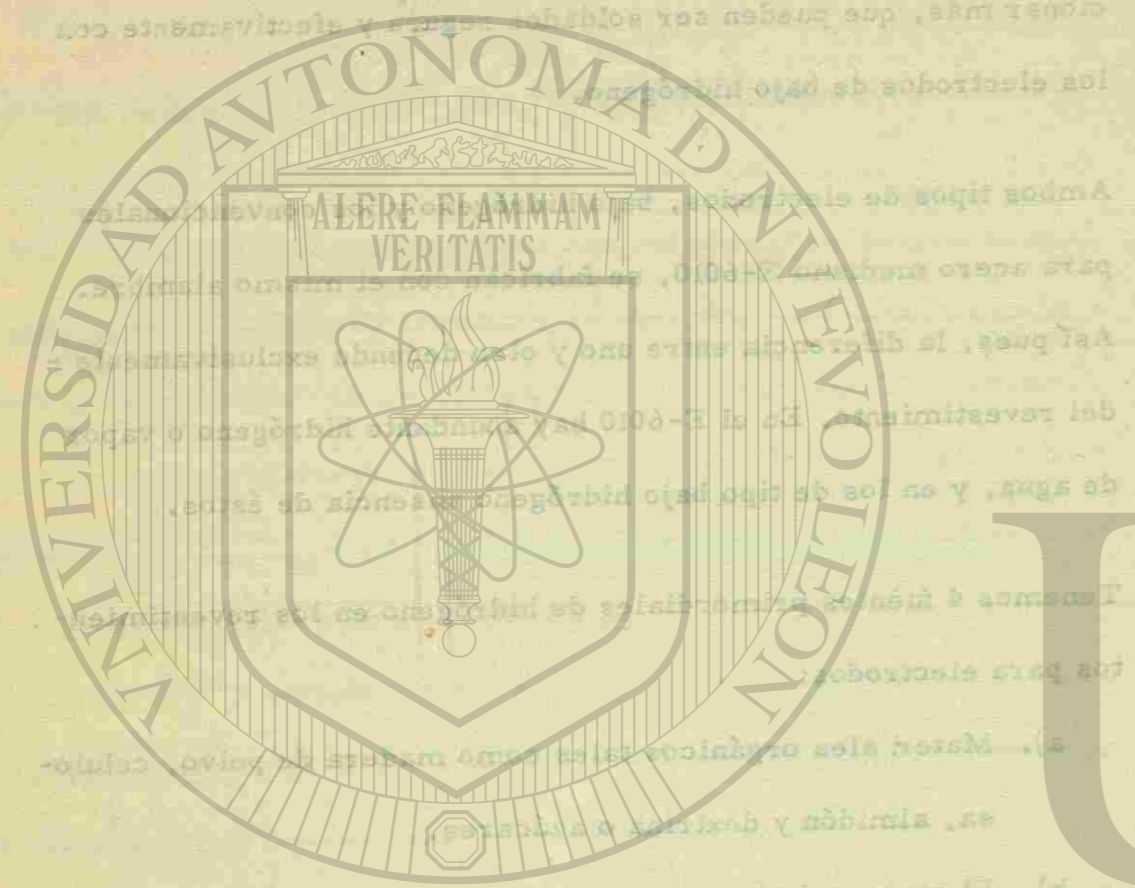
- a). Materiales orgánicos tales como madera de polvo, celulosa, almidón y dextrina o azúcares.
- b). El agua, químicamente combinada, se encuentra en ciertas cantidades en varios materiales para revestimiento, tales como bentonitas o arcillas y es parte de su estructura química.
- c). El agua contenida en los aglutinantes, silicatos de sodio o potásico, que contienen hasta un 60%.
- d). Humedad absorbida de la atmósfera como agua libre. Esta humedad puede ser liberada a temperatura de 100° C.

La mayoría de los electrodos convencionales para acero mediano,



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

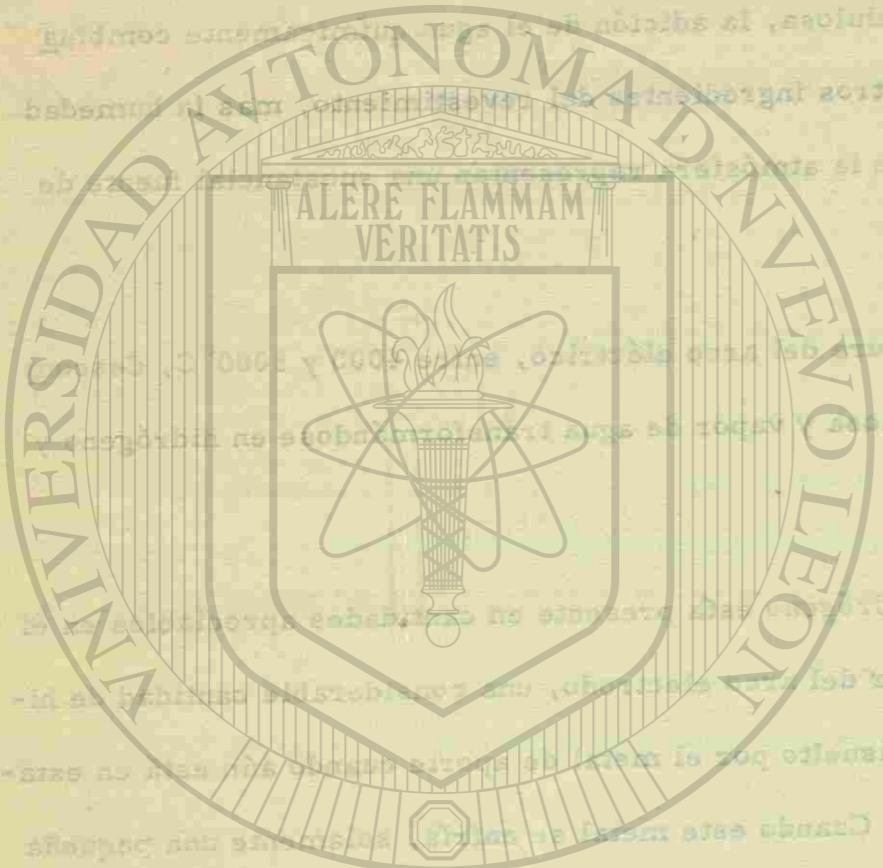


contienen celulosa, la adición de el agua químicamente combina da con los otros ingredientes del revestimiento, mas la humedad absorbida de la atmósfera representan una substancial fuente de hidrógeno.

La temperatura del arco eléctrico, entre 4000 y 5000°C, descom pone la celulosa y vapor de agua transformándose en hidrógeno y otros gases.

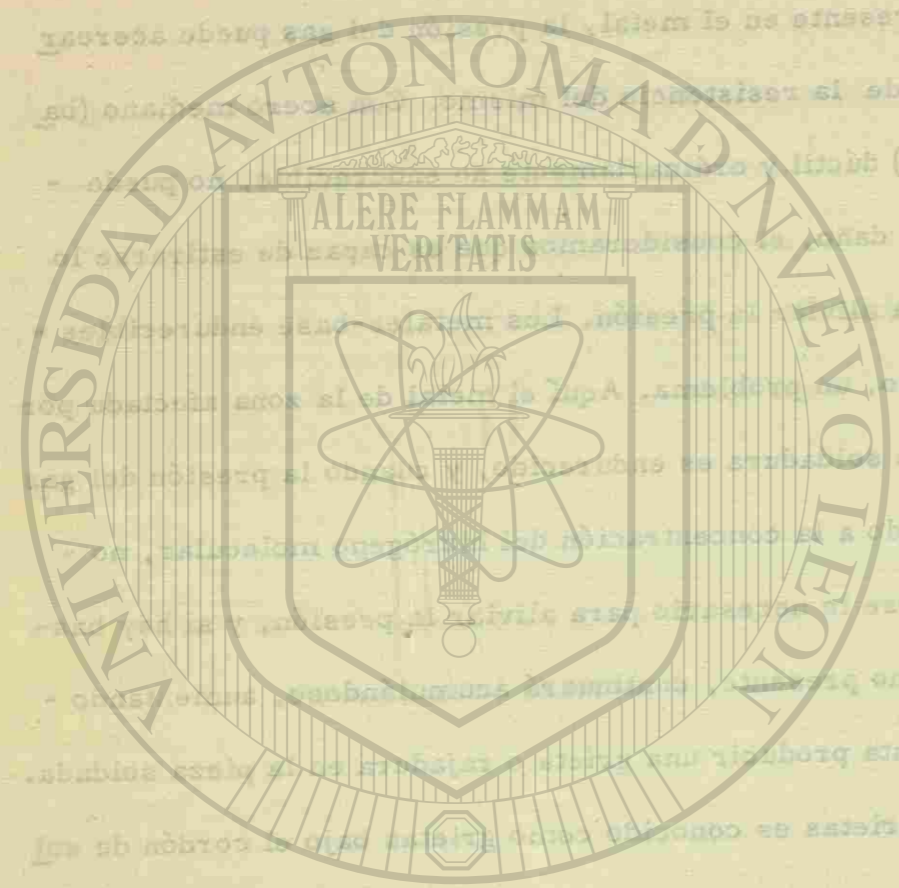
Cuando el hidrógeno está presente en cantidades apreciables en el gas alrededor del arco electrodo, una considerable cantidad de hi drógeno es disuelto por el metal de aporte cuando aún está en esta do de fusión. Cuando este metal se enfría, solamente una pequeña parte del hidrógeno permanece soluble en el acero, y el resto está presente como una solución purísima de hidrógeno atómico.

Este hidrógeno atómico es capaz de difundirse en el metal de apo te con bastante libertad, y por consiguiente producir áreas porosas, inclusiones de escoria, y otras fallas, recombiniéndose hasta formar hidrógeno molecular, el cual no puede realmente caso moverse en el acero. Como más y más hidrógeno se difunde dentro de una cavi dad, la presión del gas dentro de ésta, aumentará. Si hay suficiente



hidrógeno presente en el metal, la presión del gas puede acercarse al límite de la resistencia del mismo. Con acero mediano (bajo en carbón) dúctil y ordinariamente no endurecible, no puede haber ningún daño, si consideramos que es capaz de estirarse lo bastante para aliviar la presión. Los metales-base endurecibles son en cambio, un problema. Aquí el metal de la zona afectada por el calor de la soldadura es endurecido, y cuando la presión del gas aumenta debido a la concentración del hidrógeno molecular, no puede estirarse lo necesario para aliviar la presión, y si hay bastante hidrógeno presente, continuará acumulándose, aumentando la presión hasta producir una grieta o rajadura en la pieza soldada. Este tipo de grietas es conocido como grietas bajo el cordón de soldadura.

Otra demostración de las fallas que el hidrógeno origina en el acero, pueden ser vistas en las probetas de tensión hechas con electrodos convencionales para acero moderado. La superficie [®] de la probeta, muestra alrededor, áreas lustrosas llamadas "ojos de pescado", con una pequeña área oscura cerca del centro del "ojo de pescado". Esta área oscura, fué una pequeña cavidad llena de hidrógeno molecular a presión. Como la probeta fué por entonces

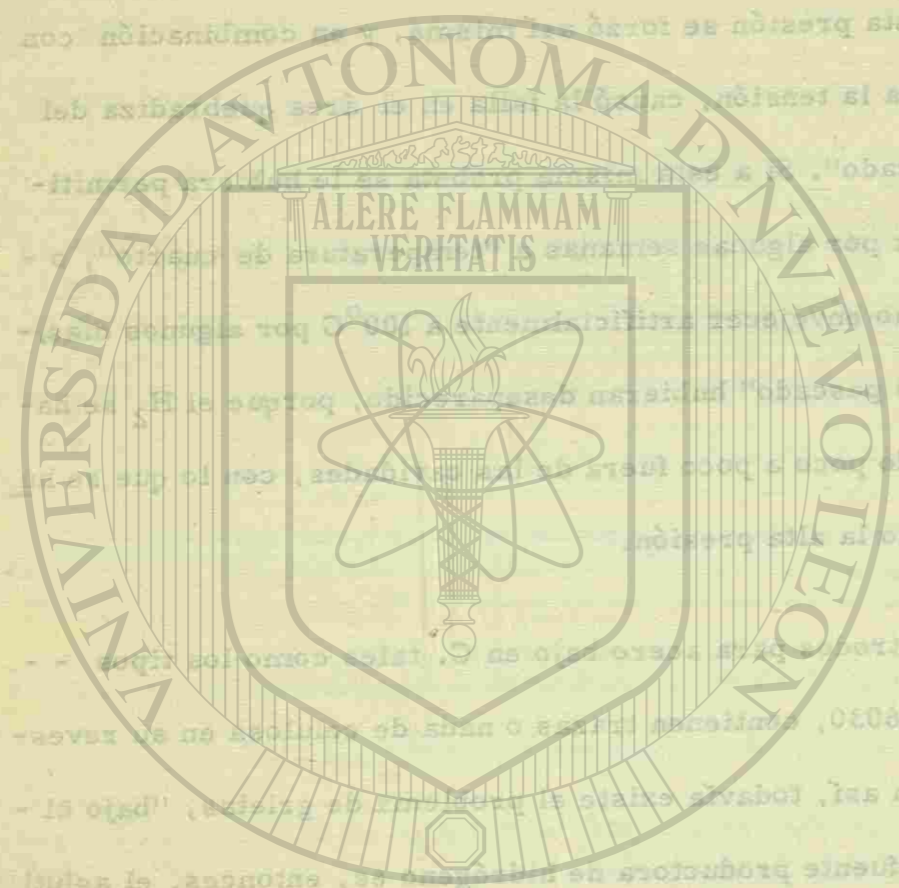


estirada, esta presión se forzó así misma, y en combinación con el esfuerzo a la tensión, causó la falla en el área quebradiza del "ojo de pescado". Si a esta misma probeta se le hubiera permitido envejecer por algunas semanas a "temperatura de cuarto", o haberla hecho envejecer artificialmente a 100°C por algunos días, los "ojos de pescado" hubieran desaparecido, porque el H₂ se habría difundido poco a poco fuera de las cavidades, con lo que se hubiera aliviado la alta presión.

Algunos electrodos para acero bajo en C. tales como los tipos E-6020 y E-6030, contienen trazas o nada de celulosa en su revestimiento, aún así, todavía existe el problema de grietas, "bajo el cordón". La fuente productora de hidrógeno es, entonces, el aglutinante, o mejor dicho el agua de combinación, o agua absorbida de la atmósfera.

Desde el punto de vista del agua proveniente de los aglutinantes por absorción, presente en todos los electrodos, la pregunta se impone: ¿Porqué los electrodos bajo hidrógeno son superiores a los otros tipos? La respuesta sería por ahora, el cocimiento y especial manejo que los electrodos bajo hidrógeno reciben. Los electrodos reciben un horneado normal de 149°C a 204°C y de inmediato se re

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"
1425 MONTERREY, MEXICO

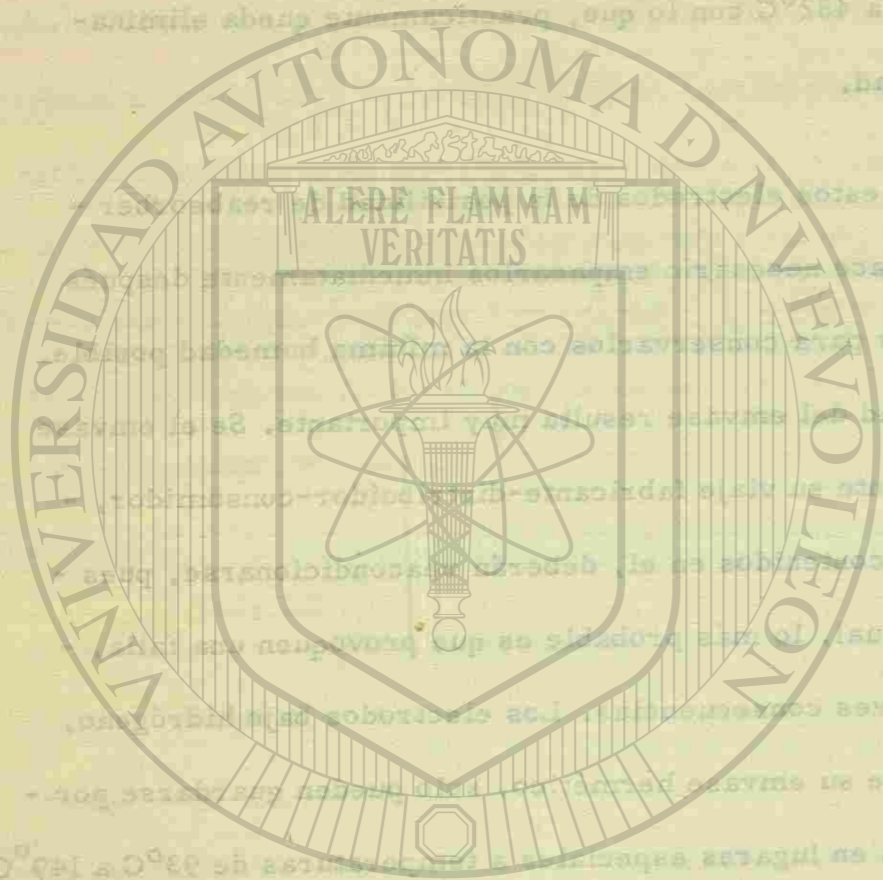


hornean como a 482°C con lo que, practicamente queda elimina-
da toda humedad.

Para proteger estos electrodos de la posibilidad de reabsorber -
humedad, se hace necesario empacarlos inmediatamente después
de rehornados para conservarlos con la mínima humedad posible.
La hermeticidad del envase resulta muy importante. Se el envase
se dañara durante su viaje fabricante-distribuidor-consumidor, -
los electrodos contenidos en el, deberán reacondicionarse, pues -
si se usan tal cual, lo más probable es que provoquen una falla, -
tal vez, de graves consecuencias. Los electrodos bajo hidrógeno,
una vez fuera de su envase hermético, solo pueden guardarse por -
largos períodos en lugares especiales a temperaturas de 93°C a 149°C.

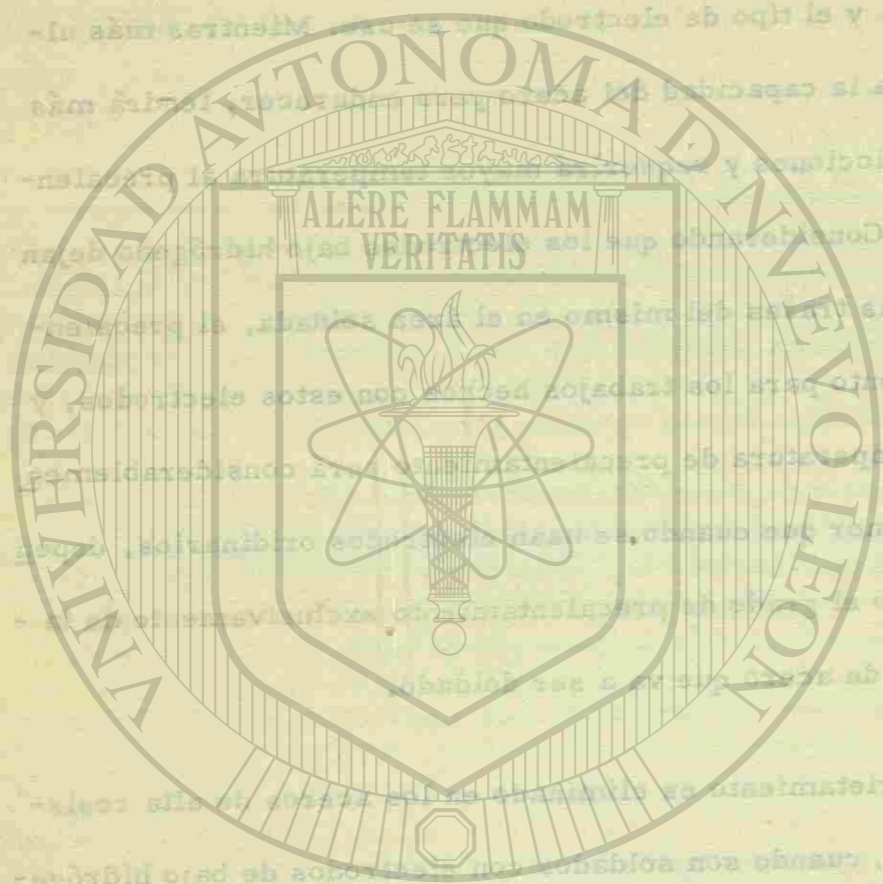
Una lista de las ventajas de los electrodos de bajo hidrógeno se po-
drían enumerar como sigue:

- 1.- Las temperaturas de precalentamiento de las piezas a sol-
darse, ya sean de acero alto en C., o de baja aleación, pue-
den reducirse, ahorrándose de ese modo, tiempo, molestias
y costos. Las temperaturas de precalentamiento están su-
jetas, o mejor dicho dependen de la aleación, el contenido



de C. y el tipo de electrodo que se use. Mientras más alta sea la capacidad del acero para endurecer, tendrá más restricciones y requerirá mayor temperatura al precalentar. Considerando que los electrodos bajo hidrógeno dejan apenas trasas del mismo en el área soldada, el precalentamiento para los trabajos hechos con estos electrodos, y la temperatura de precalentamiento será considerablemente menor que cuando se usan electrodos ordinarios, dependiendo el grado de precalentamiento exclusivamente de la clase de acero que va a ser soldado.

- 2.- El agrietamiento es eliminado en los aceros de alta resistencia, cuando son soldados con electrodos de bajo hidrógeno. Cuando se usan electrodos ordinarios, el método para evitar agrietamientos "bajo el cordón" está basado primordialmente en el precalentamiento. Este precalentamiento permite al hidrógeno difundirse disminuyendo las áreas críticas del metal. El endurecimiento concentrado en la zona afectada por el calor disminuirá, y consecuentemente las grietas "bajo el cordón" quedarán, prácticamente eliminadas.
- 3.- Mejores propiedades al impacto se obtendrán en el metal



soldado, en un amplio índice de temperaturas, desde la temperatura ambiente hasta bajo cero.

4.- Gran ductilidad del metal soldado se obtendrá a diferentes niveles de resistencia a la tensión. El metal depositado será de un grano fino, libre de poros, dúctil y tenaz. La calidad radiográfica de los depósitos de soldadura bajo hidrógeno, es excelente.

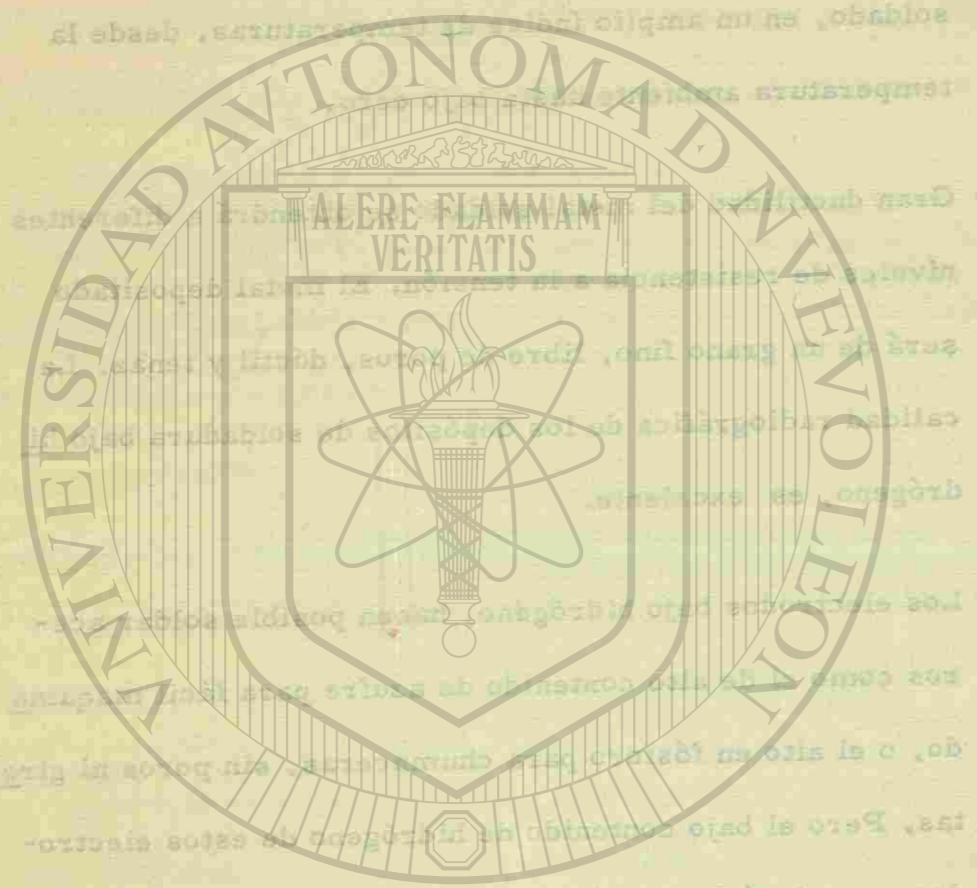
5.- Los electrodos bajo hidrógeno, hacen posible soldar aceros como el de alto contenido de azufre para fácil maquinado, o el alto en fósforo para chumaceras, sin poros ni giretas. Pero el bajo contenido de hidrógeno de estos electrodos no es la única razón para lograrlo. Los electrodos convencionales para acero bajo C producen escoria ácida.

Las escorias ácidas no pueden eliminar el azufre o el fósforo de el acero. En cambio los electrodos bajo hidrógeno

producen su escoria tipo básico lo cual anula el efecto del

azufre y el fósforo.

6.- Los electrodos de bajo hidrógeno eliminan la necesidad de recocer aquellas soldaduras que tienen que ser esmaltadas.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

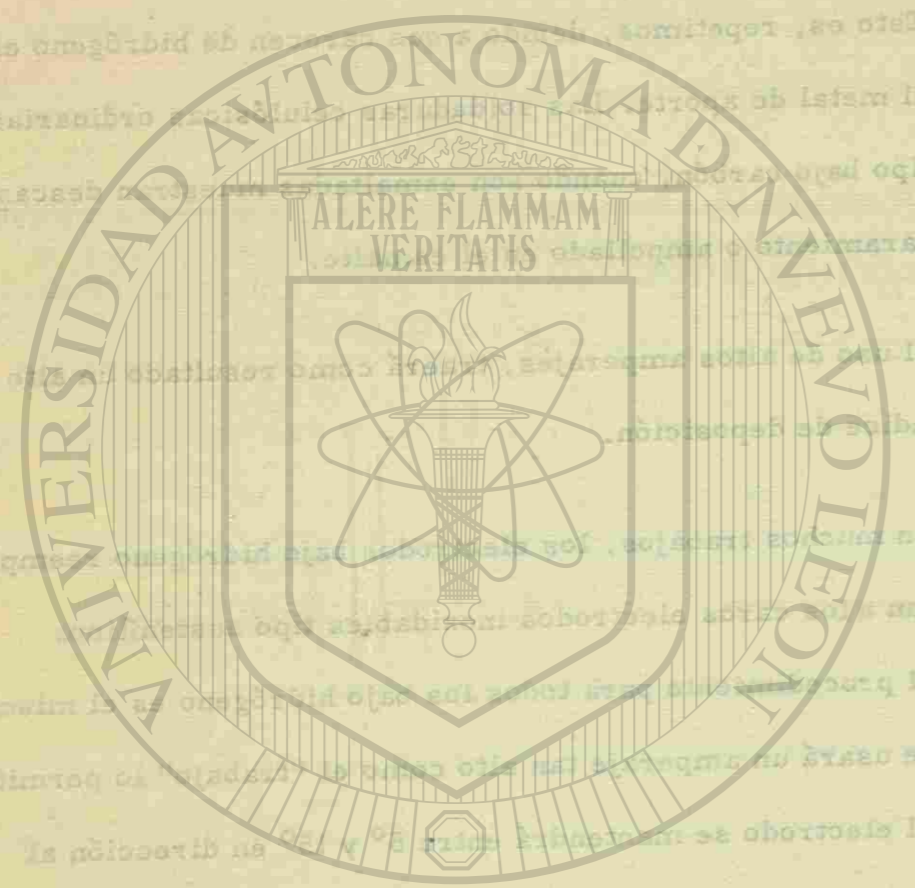
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Esto es, repetimos, debido a que carecen de hidrógeno en el metal de aporte. Las soldaduras celulósicas ordinarias tipo bajo carbón, cuando son esmaltadas muestran descascamiento o ampollado en el esmalte.

- 7.- El uso de altos amperajes, traerá como resultado un alto índice de deposición.
- 8.- En muchos trabajos, los electrodos bajo hidrógeno reemplazan a los caros electrodos inoxidables tipo austenítico. El procedimiento para todos los bajo hidrógeno es el mismo. Se usará un amperaje tan alto como el "trabajo" lo permita. El electrodo se mantendrá entre 5° y 15° en dirección al viaje. El arco deberá ser lo más corto posible, empleando la técnica de ondeado. El mantener un arco mediano o grande, producirá soldaduras porosas. Al empezar un cordón de soldadura, o terminarlo es francamente un problema de poros. Esto puede reducirse o eliminarse, si al empezar la soldadura se lleva el electrodo rápidamente en dirección del trabajo como 2.5 centímetros y se regresa a empezar de nuevo ya con la velocidad normal. En la misma forma al terminar, regresar el electrodo sobre el cordón y -

028248

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
ALONSO REYES



levantarlo.

9. La selección de el electrodo apropiado para una determinada soldadura, depende de muchos factores, algunos de los cuales se enumeran como sigue:

a) El análisis químico del metal base es de primordial importancia. Si éste es alto en C., alto en azufre, o acero fuera de análisis, los electrodos bajo hidrógeno serían la primera selección.

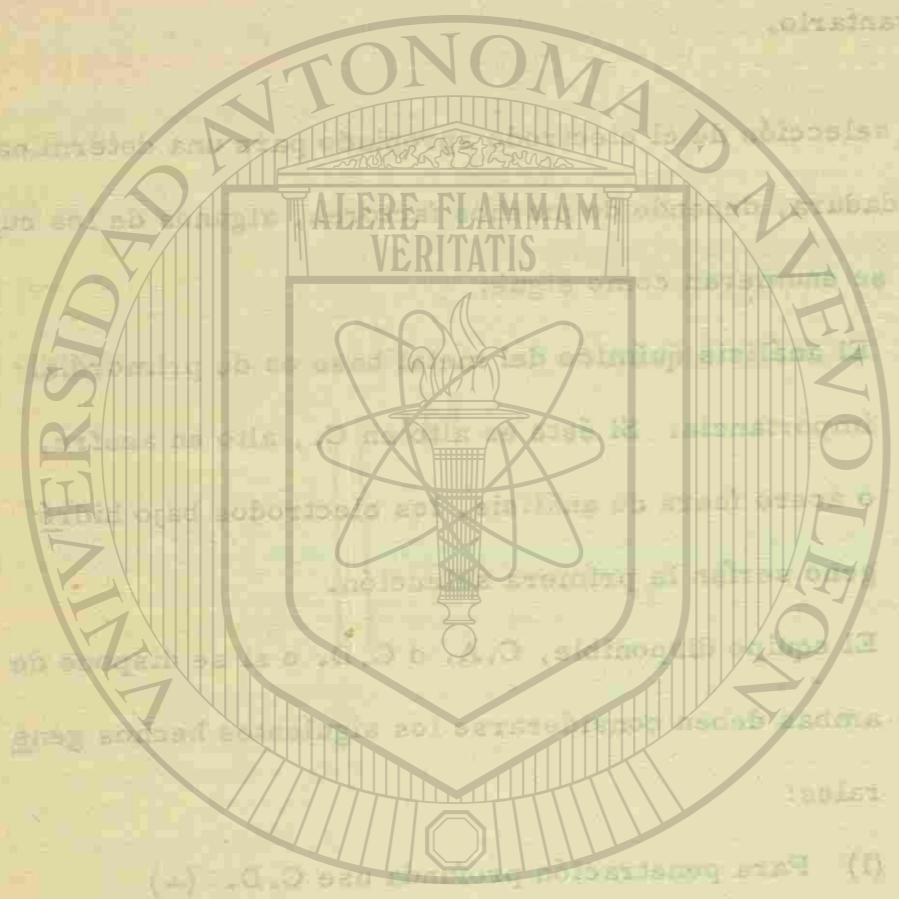
b) El equipo disponible, C.A. o C.D. o si se dispone de ambas deben considerarse los siguientes hechos generales:

(1) Para penetración profunda use C.D. (+)

(2) Para baja penetración use C.D. (-)

(3) Cuando no importa el soplo del arco use C.A.

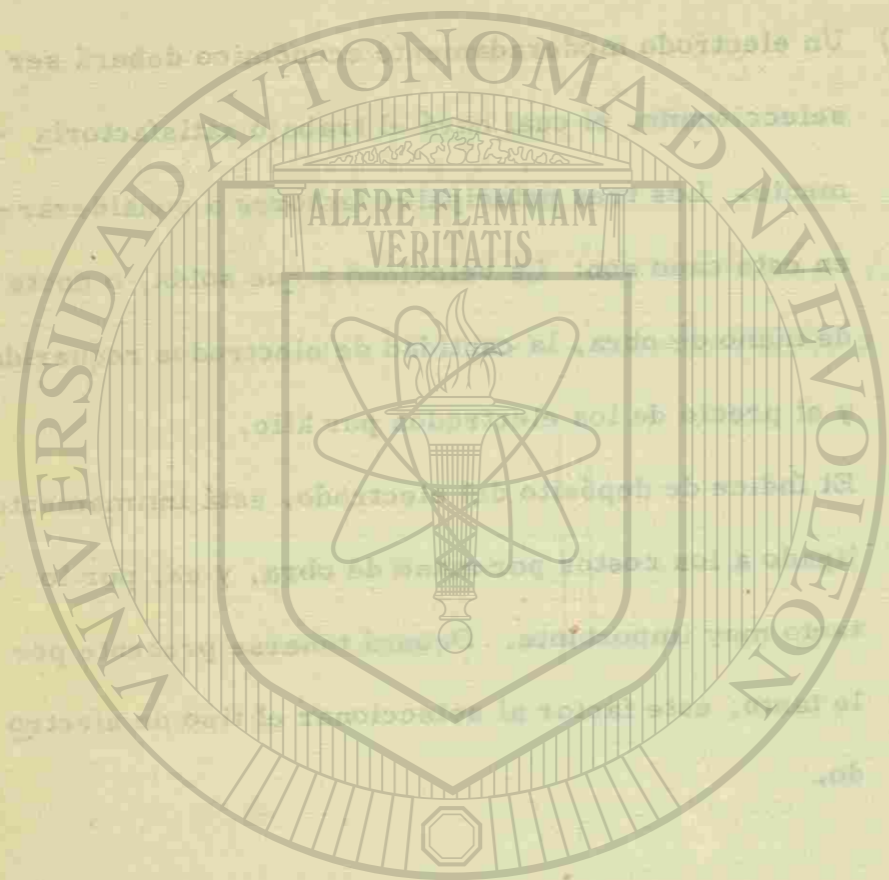
c) La localización de la soldadura, cuando no es posible soldar "plano", un electrodo de toda posición debe ser elegido. Cuando el trabajo puede ser colocado al gusto, sin que esto ocasione un gasto extra, un electrodo de gran velocidad deberá ser seleccionado.



- d) Un electrodo moderadamente económico deberá ser seleccionado, el cual hará el trabajo satisfactoria - mente. Los tres principales factores a considerar - en este caso son: La velocidad a que solda, o costo de mano de obra, la cantidad de electrodos requerida, y el precio de los electrodos por kilo.
- e) El índice de depósito del electrodo, está íntimamente ligado a los costos por mano de obra, y es, por lo - tanto muy importante. Deberá tenerse presente por lo tanto, este factor al seleccionar el tipo de electro - do.

MUCHAS GRACIAS.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN [®]
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



- BIBLIOGRAFIA -

1.- A. O. SMITH - MILWAUKEE, WIS. U. S. A.

2.- AMERICAN WEDING SOCIETY - UNITED ENGINEERING
CENTER.
NEW YORK 17, N. Y.
U. S. A.

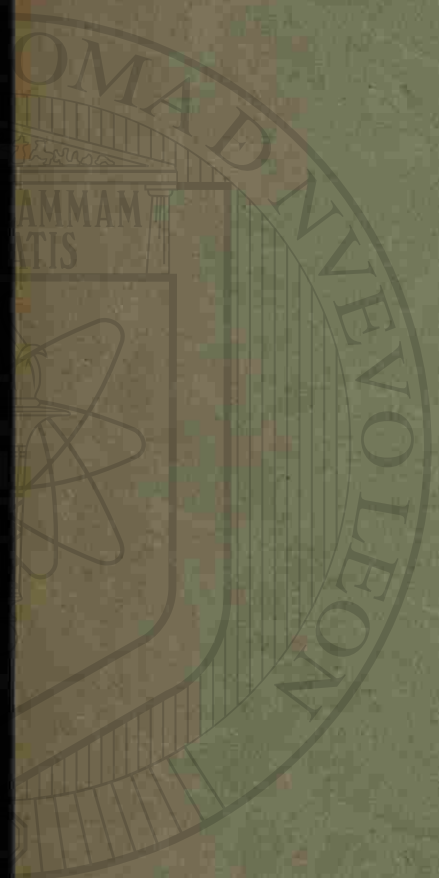
3.- WESTINGHOUSE - WELDING DIVISION U. S. A.

4.- GENERAL ELECTRIC - WELDING DIVISION U. S. A.

5.- THE LINCOLN ELECTRIC CO. CLEVELAN U. S. A.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



U A N L

SIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO

CCIÓN GENERAL DE BIBLIOTEC

BIBLIOTECA CENTRAL
U. A. N. L.