

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA

GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA

*Fabricación de Electrodo para
Soldadura de Cobre-Cadmio*

TITULACION PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

TRABAJO PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO METALURGISTA

FROILAN DIEGO SEGUIL CAMARGO

LIMA-PERU

1982-1983

I N D I C E

1. INTRODUCCION
2. REVISION BIBLIOGRAFICA
3. PROPIEDADES DE LA ALEACION COBRE-CADMIO
4. SELECCION DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y FUNDICION MAS APROPIADAS PARA EFECTUAR PRUEBAS.
5. CARACTERISTICAS DESEABLES PARA LOS ELECTRODOS
6. PRIMERA PRUEBA DE FABRICACION
7. SEGUNDA PRUEBA DE FABRICACION
8. TERCERA PRUEBA DE FABRICACION
9. FORJADO
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES
11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. INTRODUCCION

La compañía FERRUM PERU S.A., cuya actividad principal es la fabricación de tubos electrosoldados, encargó la fabricación de una aleación a base de Cobre para ser usado en sus electrodos de soldadura. Estos electrodos son fabricados a base de aleacio - nes Cobre-Cromo, Cobre-Niquel-Silicio, Cobre-Cromo-Silicio, Co - bre-Cobalto-Silicio, Cobre-Berilio y Cobre-Berilio-Cobalto los cuales son importados debido a lo cual generaban problemas de abastecimiento e incremento constante de precios. De allí el interés de la empresa en fabricar este nuevo tipo de aleación que al igual que las mencionadas debe poseer alta conductividad eléctrica y dureza elevada. Esta dureza elevada conseguida mediante forja y/o T.T. y de acuerdo a los aleantes del Cobre.

Planteado el problema de esta forma se inició una exhaustiva revisión bibliográfica y teniendo en cuenta que el o los aleantes debían de ser producidos en el País, a fin de reducir los cos - tos. Finalmente se estableció que la aleación Cobre-Cadmio posee la conductividad eléctrica requerida y que la dureza podía obtenerse mediante el forjado.

La fabricación de ésta aleación se llevó adelante sin inconve - nientes, efectuándose en Hornos y moldes convencionales de una fundición pequeña de nuestro medio. La obtención del porcenta - je de Cadmio adecuado, así como su rendimiento fueron determina dos; el problema del gran desprendimiento de vapores de Cadmio tóxico, fueron disminuídos considerablemente aplicando los méto dos de inoculación de magnesio usado en la fabricación de Fie - - - rro gris nodular.

Obtenida la pieza con el porcentaje de Cadmio adecuado y sin que la pieza presentara defectos superficiales o internos sur - gió el problema del forjado ya que las empresas dedicadas a la forja de cobre o aleaciones de cobre no fue fácil ubicarlas. Finalmente se decidió por la firma HERRAMIENTAS S.A. dedicadas a la forja de aceros, de allí los problemas detectados por la fal ta de experiencia, pero que finalmente dieron resultados satis - factorios.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

Con la finalidad de poder usar un sustituto de los metales refinados tales como: Cromo, Cobalto, Niquel y Silicio que no son producidos en el país se encargó al Centro de Información Técnica del ITINTEC la búsqueda bibliográfica retrospectiva de libros, artículos y documentos. Dicha búsqueda fue efectuada y se acompaña al final a manera de referencia. De esta información proporcionada se ha podido establecer que la aleación que podía ser usada era la de Cobre-Cadmio, con la ventaja sobre las otras que se produce Cadmio refinado en el país, lo cual fue decisivo para su selección. Otra ventaja notable es su conductividad eléctrica como se puede observar en el gráfico N° 1. Esta aleación sometida al forjado puede dar durezas que se requieren para ser usados como electrodos.

3. PROPIEDADES DE LA ALEACION COBRE-CADMIO

Una de las razones fundamentales que nos llevó a escoger esta aleación es que posee una alta conductividad eléctrica y que el Perú es un productor importante del Cadmio como sub-producto del zinc, tanto en la refineries de Cajamarquilla como en la Oroya. Las otras aleaciones de alta conductividad son: Cobre-Cromo, Cobre-Plata y Cobre-Berilio. Como se podrá apreciar aparte de la plata, los otros aleantes no son producidos en el Perú y siendo la plata un metal cuyo proceso hace que las aplicaciones sean limitadas.

El cobre que contiene 0.8 - 1.2% de Cadmio es esencialmente material de alta conductividad como se aprecia en el Gráfico N° 1 caracterizado por una mayor resistencia en condiciones de esfuerzos estáticos y alternativos y mayor resistencia al desgaste que el cobre ordinario.

Un grupo importante de aplicaciones depende del hecho de que el Cobre-Cadmio conserva la dureza y resistencia adquiridas durante el trabajado en frío a temperaturas superiores a aquellas en que se ablandaría el cobre de alta conductibilidad.

En el Cuadro N^o 1 se pueden apreciar las propiedades del Cobre-Cadmio, cuyo porcentaje de aleante es de 0.8 a 1.2 %.

En el Cuadro N^o 2 se notan las diferencias en propiedades mecánicas del Cobre-Cadmio y el Cobre, siendo muy superiores las de la aleación y que cubren los requisitos necesarios para ser considerado en la fabricación de electrodos para soldadura.

C U A D R O N º 1

PROPIEDADES DE LA ALEACION COBRE-CADMIO (0.8 - 1.2/Cd)

DENSIDAD A 20° C	8.94
COEFICIENTE DE EXPANSION LINEAL	17×10^{-6} por ° C
TEMPERATURA DE COMIENZO DE FUSION	1040°C
TEMPERATURA DEL ESTADO LIQUIDO	1080°C
MODULO DE ELASTICIDAD	1'265,500 kg/m ²
MODULO DE TORSION O RIGIDEZ	421,800 kg/m ²
CALOR ESPECIFICO A 20°C	0.092
CONDUCTIBILIDAD TERMICA A 20°C	0.9
CONDUCTIBILIDAD ELECTRICA A 20°C (RECUCIDO)	90-97%
CONDUCTIBILIDAD ELECTRICA A 20°C (TRABAJADO EN FRIÓ)	80-92%
RESISTIVIDAD ELECTRICA A 20°C (RECOCIDO)	$1.78 - 1.92$ Microhmios/cm
RESISTIVIDAD ELECTRICA A 20°C (TRABAJADO EN FRIÓ)	$17.87 - 21.5$ Microhmios/cm
COEFICIENTE DE TEMPERATURA SOBRE RESISTIVIDAD A 20°C	0.003 - 0.0037 por ° C

C U A D R O N º 2

PROPIEDADES MECANICAS DEL COBRE-CADMIO

ESTADO	COBRE-CADMIO		COBRE	
	R kg/mm ²	% A	R kg/mm ²	A %
RECOCIDO	26.35 - 31.0	45	21.7	45
TRABAJADO EN FRIO				
50% REDUCCION	41.85 - 52.7	2.0 - 7.0	37.2	9
75% REDUCCION	49.6 - 55.8	2.0 - 3.0	43.4	6
90% REDUCCION	55.8 - 62.0	1.5 - 2.0	46.5	5
95% REDUCCION	62.0 - 77.5	1.0 - 1.5	46.0	4

INFLUENCIA DEL ESTAÑO Y DEL CADMIO SOBRE LA CONDUCTIVIDAD DEL COBRE

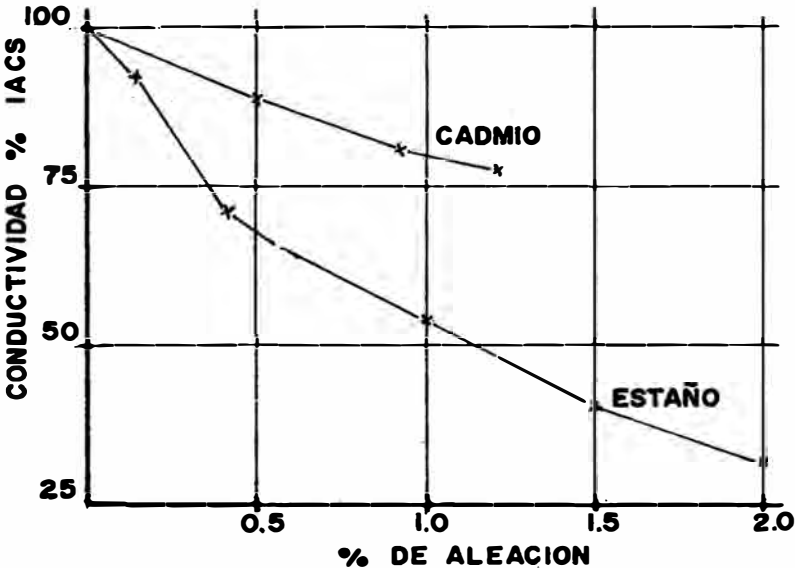


GRAFICO N° 1

También adjuntamos el Gráfico N° 2 del diagrama de fases del Cobre-Cadmio, donde se puede apreciar la existencia de una solución sólida que alcanza el 3.7% a 549°C y del 1% a la temperatura de 300°C.

3.1 RESISTENCIA AL DESGASTE DEL COBRE-CADMIO

Esta propiedad es difícil de precisar de un modo cuantitativo pero la experiencia ha demostrado que para tales aplicaciones al Cobre-Cadmio da mejor resultado que el Cobre ordinario de alta conductibilidad.

3.2 TEMPERATURA DE ABLANDAMIENTO

El Cobre-Cadmio trabajado en frío comienza a recristalizarse y ablandarse a temperaturas inferiores a 200°C, pero ésta es suficientemente alta para hacer posible operaciones de soldadura blanda sin reducción de las propiedades mecánicas.

Además el Cobre-Cadmio trabajado en frío, puede si se desea ponerse en servicio temperatura hasta 150°C sin riesgo de ablandamiento.

3.3 SOLDADURA

El Cobre-Cadmio puede unirse por medio de soldadura blanda, soldadura de plata y soldadura de latón, del mismo modo que el cobre ordinario. En soldadura al arco y gas se recomienda un flujo que contenga fluor sólido para disolver el óxido de Cadmio si se presentara.

La soldadura con soplete puede realizarse usando fundentes tales como fluoruro de sodio y borax ó ácido bórico fundidos, para disolver el Cd.O.

No es indicada la soldadura eléctrica por la volatilización del Cadmio.

DIAGRAMA COBRE - CADMIO

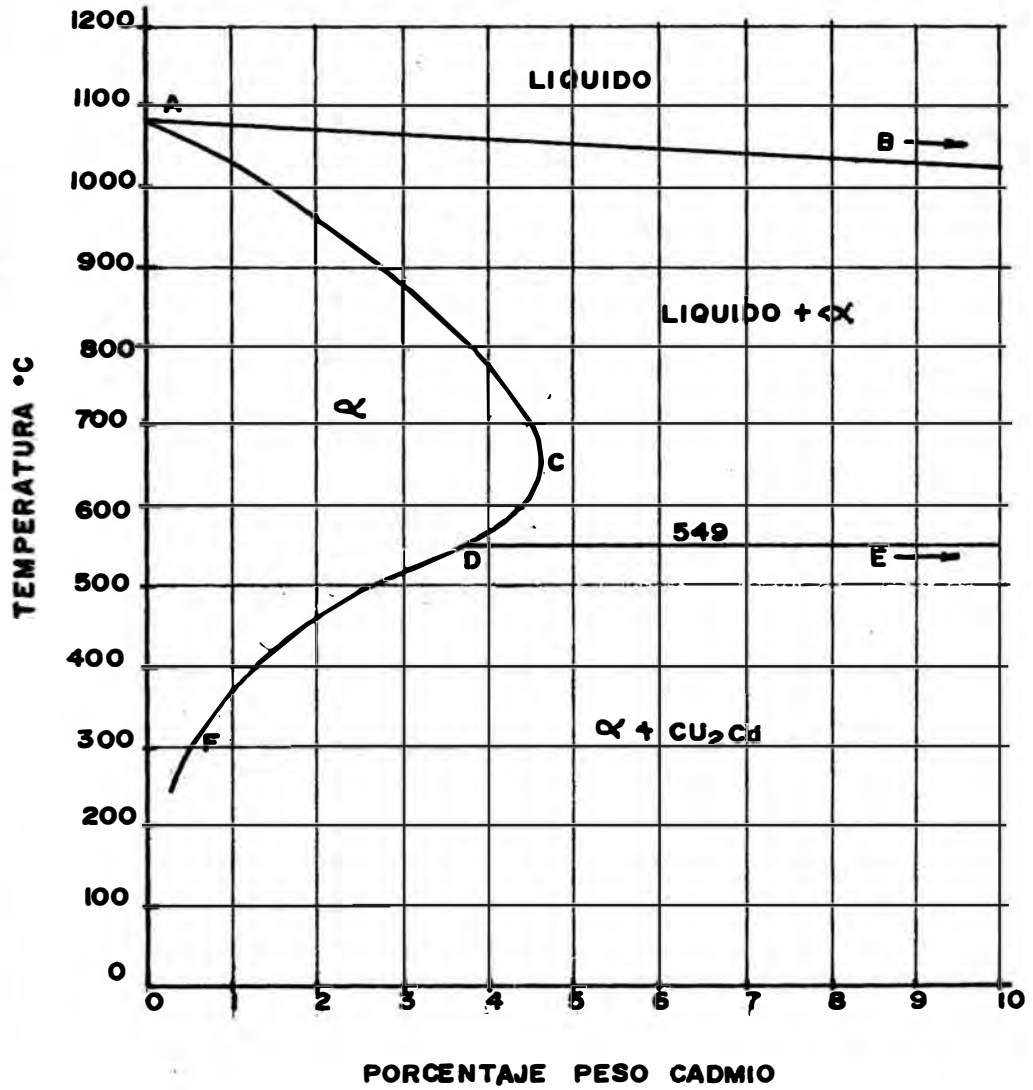


GRAFICO N° 2

4. SELECCION DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y FUNDICIONES MAS APROPIADAS PARA EFECTUAR LAS PRUEBAS

En esta etapa se visitó diversas fundiciones no ferrosas y Centros Superiores con la finalidad de seleccionar las que nos proporcione mayores facilidades, tanto en equipo e instrumento como en personal que colabore en la preparación de arena, moldeo, carga del horno, colado etc.

Finalmente se decidió por la Escuela Nacional de Ingeniería Técnica ENIT, Departamento de Metalurgia, cuyo taller de fundición si bien no cuenta con todas las facilidades de una fundición mediana posee los equipos mínimos que permitan llevar adelante una fusión moldeo y colado efectivos. Estos equipos se pueden encontrar en toda fundición pequeña o mediana del sector privado, lo cual nos indica que la aleación Cobre-Cadmio, se puede fabricar en cualquier fundición de nuestro medio sin necesidad de adquisición de equipos o instrumentos adicionales.

Sólo es necesario varillas para efectuar la inmersión del Cadmio que previamente han sido recubiertas con material refractario para evitar su posible fusión en la masa líquida de Cobre, lo cual puede incrementar su contenido de Hierro bajando considerablemente su conductividad eléctrica.

Otra alternativa fue la de usar varillas y cucharas de grafito, fabricadas de los electrodos desechados de los Hornos Eléctricos de MEPSA.

Se seleccionó un pirómetro de inmersión para medir la temperatura de fusión y de colado, por ser ésta variable fundamental para la obtención de una pieza libre de porosidades o defectos similares, por acción del oxígeno que a mayor temperatura el cobre líquido disuelve mayor cantidad.

4.1 SELECCION DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZARCE

Los siguientes equipos e instrumentos se han usado para la fabricación del anillo de cobre-cadmio.

4.1.1 Horno de Crisol, con quemador a petróleo. El crisol debe ser nuevo para evitar contaminaciones de la aleación.

4.1.2 Cucharas y varillas de grafito para la extracción de muestras y homogenización del baño. Estos instrumentos no fueron ubicados en el mercado nacional por lo que tuvo que hacer el diseño de los mismos y fabricarlos de electrodos desechados de los Hornos Eléctricos (MEPSA).

La otra alternativa fue la fabricación en acero y luego recubrirlas con material refractario, para evitar contaminar el líquido fundido.

4.1.3 Cajas de moldeo, molino mezclador de arenas, apisonadores manuales, quemadores para secar moldes etc.

4.1.4 Pirómetro de inmersión.

4.2 SELECCION DE MATERIAS PRIMAS INSUMOS

4.2.1 Cobre electrolítico en wire bars de Oroya de 99.95% de Cu. Este cobre es el que se encuentra en el mercado nacional con mayor facilidad.

4.2.2 Cadmio - En varillas y de 90% de pureza. Producto nacional.

4.2.3 Fundantes: Cuprit

4.2.4 Desgasificantes: Logas 50

4.2.5 Desoxidantes: Tubos DS
Tubos CB

4.2.6 Arena de sílice 90% de SiO_2 y 70 a 80 AFS

4.2.7 Bentonita cálcica.

4.3 DISEÑO DEL SISTEMA DEL COLADO O ALIMENTACION A LA PIEZA.

Con la finalidad de realizar las pruebas diseñadas y determinar los parámetros en la preparación de la aleación Cu - Cd se eligió un anillo de 250 mm. de diámetro exterior y

175 mm. de diámetro interior, el espesor del anillo fue de 50 mm. El diseño del sistema de colada: bebedero, canal de ataque y mazarota se ha efectuado teniendo en cuenta las referencias bibliográficas 2, 3 y 4, cuyos dibujos se acompaña.

Este anillo es pequeño en relación a los que usa FERRUM PERU S.A., para el soldado de tubos, pero que sirvieron para obtener todos los datos de moldeo, fusión y colado de ésta aleación Cu - Cd cuya tecnología es desconocida en nuestro medio. La aleación también se hizo con la finalidad de evitar desperdicios de cobre en la realización de las pruebas.

5. CARACTERISTICAS DESEABLES PARA LOS ELECTRODOS

5.1 DUREZA ELEVADA 120-200 BRINELL

5.2 DUREZA ELEVADA A ALIAS TEMPERATURAS

5.3 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y TERMICA ELEVADAS

5.4 BUENA RESISTENCIA MECANICA

5.5 REDUCIDA TENDENCIA A FUNDIRSE CON LOS TUBOS QUE SON SOLDADOS.

6. PRIMERA PRUEBA PARA LA FABRICACION DE UN ANILLO DE COBRE CON CADMIO

6.1 DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

Habiéndose detectado fallas en el Pirómetro de inmersión de la ENIT, se ha procedido a su preparación y calibración del mismo.

Debido al tiempo transcurrido la pintura del terracote 60 ha perdido su humedad, por lo que se procedió a su compra, lamentablemente no fue posible hacerlo debido a no encontrarse en STOCK. Se compró TERRAPAIN, pintura de mayor precio, pero que puede utilizarse en los moldes y varillas que entran en contacto con el metal fundido. Con la verifi

cación efectuada de los moldes, fundentes, desgasificantes, desoxidantes, carga de cobre, pintura de moldes, etc. Se procedió a efectuar la primera prueba de fusión, molde y colado.

6.1.1 Moldeado

Para el moldeo se ha utilizado arena de relleno y arena de contacto.

- Arena de Relleno.- Fue preparada de la siguiente forma:

. Arena de Retorno (Negra)	40 Kg.
. Agua	1000 cc.
. Humedad	2.5 %

- Arena de Contacto.- Posee la siguiente composición:

. Arena de sílice nueva (Blanca)	22.1 Kg.
. Bentonita Cálcica (Comacsa)	3.1 (14%)
. Agua	1000 cc

Luego el molde fue pintado con TERRAPAIN a brocha efectuándose el secado con un quemador portátil de kerosene.

6.1.2 Fusión

A continuación se presenta la marcha del horno de crisol de 50 Kg.:

- 11.00 a.m. - Encendido del Horno - Mala combustión inicial.
- 12.19 p.m. - Crisol al rojo se agregó CUPRIT.
- 12.25 p.m. - Primera carga de cobre 25.7 Kg.
- 01.20 p.m. - Verificación de primera carga fundida - Varillas de Fe. Fria explosión.
- 01.30 p.m. - Segunda carga de cobre 19.3 Kg. total carga 45 Kg.
- 01.47 p.m. - Se completa Fusión.
- 01.48 p.m. - Fundente CUPRIT - No fue adicionado adecuadamente.
- 02.14 p.m. - Apagado del Horno.
- 02.25 p.m. - Medición de temperatura 1190°C -Temperatura elevada.
- 02.26 p.m. - Dos Cápsulas de Cu.P y Tubos CB.-Se

debe usar varillas para introducir en el metal fundido.

- 02.27 p.m. - Toma de muestras con cuchara - Cuchara fría. No es adecuada la cuchara.
- 02.28 p.m. - Crisol fuera del Horno.
- 02.29 p.m. - Adición de Cadmio (Cd.) mediante varillas de grafito. - Varillas de grafito frías. No son adecuadas por ser pequeño el crisol.
- 02.39 p.m. - Llenado del molde. - Se terminó de llenar por la mazarota. Se enfrió el cobre líquido.

6.1.3 Prueba de rendimiento del Cadmio

Para obtener el rendimiento del Cadmio y asimismo poder controlar la precisión y exactitud de los laboratorios se han preparado cuatro probetas y la quinta muestra se ha extraído del anillo colado y conforme se detalla a continuación:

- 0.300 Muestra colada en arena sin agregar Cd.
- 0.150 Muestra colada en arena sin agregar Cd.
- 0.590 Muestra Colada en grafito con 16.2 gr. de Cd.
- 0.680 Muestra colada en grafito con 25.2 gr. de Cd.
- Anillo Muestra tomada del mismo anillo.

Al observar las muestras 0.590 y 0.680 cortadas transversalmente se pudo ver claramente que una parte del Cd. se ha mantenido sin formar aleación con el Cu. por lo tanto se descarta los análisis.

Por otro lado los análisis presentados por la Universidad Católica no pueden ser tomados en cuenta pues en las muestras sin Cd. reporta porcentajes que van de 1.87 a 3.22% de éste metal, lo cual nos obliga a prescindir de estos resultados.

Los análisis dados por Alfred H. Knight y la Católica en cuanto a la muestra del anillo, tampoco pueden ser tomados en cuenta porque los 810 gr. agregados a los

45 Kg. de cobre representan 1.8 % como máximo para un rendimiento del 100% o sea sin pérdida de Cd. por evaporación o salpicaduras y los resultados que reportan son: 2.97% y 3.32%.

Si tendríamos que elegir entre los dos análisis el más confiable es el de Alfred H. Knight debido que en la muestra 0.300 reporta 0.001 % de Cd., lo cual concuerda con el contenido de Cd. en el cobre, Wire Bars, que se ha usado como materia prima.

Es necesario manifestar que la adición de Cd. por inmersión al cobre fundido es acompañado con gran desprendimiento de gases y salpicaduras cuando es agregado en cantidades considerables, en este caso 810 gr.

6.1.4 Desmoldeo y Acabado del anillo

El desmoldeo fue normal y la arena se desprendió con suma facilidad, no hubo ningún defecto debido a la arena del molde.

Al cortar el bebedero se notó la presencia de porosidad.

Al ser maquinada la pieza (4 a 5 mm.) se ha no tado durante todo el maquinado presencia de porosidad. La causa se debe exclusivamente al deficiente secado del molde.

La pieza obtenida no podrá ser usada para la forja por presentar, después del maquinado, excesiva porosidad.

6.1.5 Observaciones y Conclusiones de la 1era. Prueba efectuada.

- La preparación de arena y moldes fue normal habiéndose encontrado todas las facilidades necesarias para el moldeo.
- La pintura de moldes tuvo que realizarse con brocha debido a la falta de un pulverizador

- o spray adecuado.

El secado del molde fue eficiente, se necesita usar un quemador o mechero de gas que proporciona mayor calor que el de kerosene usado. Esta fue la causa de la aparición de poros en la pieza colada. Los poros que cubrían su su superficie fueron detectados cuando la pieza fue maquinada.

- La fusión del cobre fue normal y buena.
- La cuchara construida de grafito no tuvo suficiente capacidad para llenar las probetas de arena.
- Los desgasificantes y desoxidantes no fueron sumergidos adecuadamente. El no haber desoxidado bien el metal fundido contribuyó a la porosidad de la pieza fundida. Se debe utilizar varillas de acero pintadas previamente con TERRAPAIN, lo mismo se debe hacer para la inmersión del Cadmio, de otra forma se debe precalentar la cuchara que posee ENIT para efectuar la adición del Cd., mediante el llamado tipo "SANDWICH".
La adición del Cd. mediante varillas de grafito no dió resultado.
- El modelo necesita sujetadores para su extracción de la arena y un pintado total para mejorar su extracción.
- Se debe usar dos quemadores de gas para un adecuado precalentamiento de todo el material a usarse: varillas, cucharas, desoxidantes, cobre para cargar, etc.
- Mediante la primera prueba efectuada, se ha tratado de conocer el rendimiento del Cadmio que es de vital importancia para continuar el desarrollo del Proyecto. Asimismo, se ha detectado la falta de ciertos implementos y accesorios en ENIT, que serán proporcionados por la empresa en la próxima prueba.

ECLESIASIA UNIVERSITARIA CATOLICA DEL PERU
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS-SECCION QUIMICA

SERVICIO DE ANALISIS QUIMICOS

I N F O R M E

Los resultados de los análisis de cinco muestras para determinar Cadmio,

solicitados por FERRUM PERU S.A.


Att.: Ing. Trigo

en fecha 1º de Junio de 1981.

son los siguientes:

Muestra	Contenido de Cadmio (Cd)
Anillo	3.32 %
0.680	1.31
0.300	2.69
0.150 (I)	1.87
0.150 (II)	3.22
XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

lina, 11 de Junio de 1981.


Ing. Rómulo Ochoa Luna

ANALISTA

Alfred H. Knight del Perú S. C. R. Ltda.

FECHA: **Callao, 17 de Junio de 1981**

MUESTRA(S) DE LOS SEÑORES: **FERRUM PERU S.A.**

MATERIAL **CU-METALICO**

ELEMENTOS :	MUESTRAS No	0.300	0.590-1	0.590-2	0.680	Anillo
	AHK. No.	# 9426	9427	9428	9429	9430
PLOMO (Pb. %)						
PLATA (Ag OZS/TC)						
ORO (Au OZS/TC)						
COBRE (Cu %)						
ZINC (Zn %)						
ARSENICO (As %)						
ANTIMONIO (Sb %)						
BISMUTO (Bi %)						
CADMIO (Cd %)		0.001	0.038	0.038	0.016	2.97
FIERRO (Fe %)						

DU.

ALFRED H. KNIGHT DEL PERU S. C. R. LTDA.

7. SEGUNDA PRUEBA PARA LA FABRICACION DE UN ANILLO DE COBRE CON CADMIO

Esta segunda prueba se ha realizado con la finalidad de efectuar las siguientes mejoras:

- Mejor secado del molde por medio de un quemador de gas.
- Mejor adición de Cd. mediante la inmersión del Cd en cápsulas al metal fundido por medio de varillas de acero, previamente cubiertas con pintura refractaria. Se descartó las varillas de grafito.
- Mejora en el pintado del molde.
- Mejora en la temperatura de fusión para soportar la adición del Cd. y tener la temperatura adecuada para el vaciado al molde.
- Fabricar un anillo sin poros ni defectos superficiales, teniendo presente las observaciones anteriores.

7.1 MOLDEO

Preparación de arena de relleno.- Se utilizó:

- | | |
|----------------------------|----------|
| - Arena de retorno (usada) | 70 Kg. |
| - Agua | 5000 cc. |
| - Humedad resultante | 4.5 % |

Preparación de arena de contacto.

- | | |
|-------------------------|---------------|
| - Arena de sílice nueva | 22.1 Kg. |
| - Bentonita | 3.1 Kg. (14%) |
| - Agua | 1000 (4.5%) |

El pintado fue efectuado con terrapaint a brocha.

El secado se efectuó con un quemador de gas proporcionado por la empresa Ferrum Peru S.A.; con éste quemador se efectuó un buen secado del molde de arena.

Es conveniente indicar que por error en el moldeo por parte del moldeador, el bebedero y la mazarota no fueron puestos en forma diametral en el anillo; como no fue posible corregir éste error se siguió adelante con el ensamblaje de las dos cajas.

7.2 FUSION

A continuación se presenta la marcha del horno para el fundido del cobre electrolítico.

10.30 a.m.	Encendido.
12.15 p.m.	Crisol rojo
12.15 p.m.	Se agregó CUPRIT
12.20 p.m.	Carga de cobre 40 kg.
12.43 p.m.	Fusión del Cobre
12.45 p.m.	Se agrega Cuprit
12.50 p.m.	Adición de tubos Cu P (Inmersión con varillas)
12.55 p.m.	Adición de tubos CB5 (Inmersión con varillas)
01.00 p.m.	Adición de Cd 816 gr. (Inmersión con varillas en cantidades pequeñas)
01.05 p.m.	Temperatura 1180°
01.07 p.m.	Colada al molde.

La inmersión de los desoxidantes por medio de varillas y la adición del Cd en pequeñas cantidades dieron mejores resultados, en especial la inmersión del Cd. que no dió una reacción violenta como en la primera prueba.

7.3 RENDIMIENTO DEL Cd.

Luego de adicionar el Cd. se prepararon dos probetas de grafito donde se les añadió 16 gr. y 20 gr. siendo marcadas con los números I y II, así mismo, del anillo colado se obtuvieron otras dos muestras señalándolos con los números III y IV. Estas dos muestras deben tener el porcentaje de Cd similares.

De los análisis de laboratorios de la Universidad Católica y Alfred H. Knight, se puede deducir que los más confiables son del segundo de los nombrados, no tomándose en cuenta los de la Católica pues los 816 gr. de Cd agregados puede dar como máximo 2.04%. El rendimiento del Cd tomando los porcentajes de 1.49 y 1.55 de Alfred H. Knight es de 74.5%

7.4 DESMOLDEO Y MAQUINADO DEL ANILLO

El desmoldeo fue efectuado sin ninguna dificultad observándose sólo un desprendimiento de arena del bebedero y que dió como lugar la presencia de un defecto.

Después del maquinado se observó el defecto de rechupe por no haber puesto diametralmente el bebedero y la mazarota.

A parte de estos defectos se puede observar que el anillo ha salido limpio de poros e incrustaciones de arena, notándose una buena técnica de moldeo, fusión y desoxidación del cobre fundido.

7.5 CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES DE LA SEGUNDA PRUEBA

La técnica de fusión, desoxidación e inmersión de Cd diseñadas y puestas en prácticas han dado buenos resultados, a sí como el secado del molde con un quemador más apropiado.

Se ha obtenido un primer valor del rendimiento del Cd, lo cual hay que comprobarlo en las siguientes pruebas.

Para la próxima prueba se debe usar más varillas para la inmersión del Cd y de los desoxidantes.

No habiéndose encontrado los tubos DS en el mercado tuvo que repararse dichos tubos comprando cobre fosforoso en granallas y láminas de cobre para hacer los tubos, con buenos resultados.

El anillo maquinado a pesar de tener un pequeño rechupe ha salido libre de otros defectos, lo cual lo hace apto para ser forjado.

El uso de varillas para la inmersión de Cd han dado buenos resultados, en la próxima prueba se debe fabricar un mayor número para adicionar el Cd en menores cantidades y así a tenuar a un más la reacción del Cd al ponerse en contacto con el cobre fundido.

PONTEFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS-SECCION QUIMICA

SERVICIO DE ANALISIS QUIMICOS

I N F O R M E

Los resultados de los análisis de Aleación de cobre-cadmio para determinar
cadmio.

Solicitados por FERUM - PERU

Atención: Sr. Otto Litiemayer

Fecha: 22 de Julio de 1981.

son los siguientes:

<u>Muestra N°</u>	<u>Cobre (Cu)</u>	<u>Cadmio (Cd)</u>
I	95.55%	4.32 %
II	94.34	5.51
III	95.88	4.01
IV	93.85	5.96
xxx	xxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

11 de Agosto de 1981.

Alfred H. Knight del Perú S. C. R. Ltda.

FECHA: Agosto 20, 1981

MUESTRA(S) DE LOS SEÑORES: FERRUM PERU

MATERIAL Cu METALICO

ELEMENTOS :	MUESTRAS No. I AHK. NO. 2133	II 2134	III 2135	IV 2136
PLOMO (Pb. %)				
PLATA (Ag OZSITC)				
ORO (Au OZSITC)				
COBRE (Cu %)				
ZINC (Zn %)				
ARSENICO (As %)				
ANTIMONIO (Sb %)				
BISMUTO (Bi %)				
CADMIO (Cd %)	1.76	1.86	1.49	1.55
FIENRO (Fe %)				

lc.

David Knight
ALFRED H. KNIGHT DEL PERU S. C. R. LTDA.

8. TERCERA PRUEBA PARA LA FABRICACION DE UN ANILLO DE COBRE-CADMIO

Habiéndose comprobado que el método de fabricación seguido es el más adecuado, en esta prueba se realizará el colado de dos anillos para efectuar el forjado.

8.1. MOLDEO

Se han seguido las mismas pautas que en las pruebas anteriores teniendo presente que se debe preparar mayor cantidad de arena.

La preparación de arena, moldeo y recubrimiento de varillas se efectuó un día anterior a la fusión y colado debido al tiempo que demandan estas labores.

8.2 FUSION

El peso del cobre usado fue de 44.65 Kg. siguiendo el mismo procedimiento de las pruebas anteriores.

El Cd fue añadido en cantidades más pequeñas que la prueba anterior por tener más varillas disponibles, esto dio como resultado menores salpicaduras y pérdidas. El peso fue de 666 gr. de Cd.

- Rendimiento del Cd.

De cada anillo colado se ha extraído una muestra para los análisis químicos

El máximo rendimiento del Cd para ésta prueba es de 1.49 % considerando que no existen pérdidas de Cd.

De los certificados de análisis que se acompañan nuevamente hay que destacar que el de la Católica no está de acuerdo a la realidad.

El rendimiento del Cd según certificado de análisis de Alfred H. Knight es de 87.78%.

8.3 DESMOLDEO Y MAQUINADO

Los anillos durante el desmoldeo no presentaron ninguna dificultad, no se ha presentado incrustaciones de arena, la pintura ha sido bien aplicada y no se tienen defectos.

Los anillos pesaron 17.25 y 17.40 Kg. con todo su sistema de colado.

Después del maquinado y durante el mismo no se han observado defectos, estando éstos dos anillos aptos para ser forjados.

8.4 CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES DE LA TERCERA PRUEBA REALIZADA

En esta última prueba se ha obtenido anillos en buena condiciones y con el porcentaje (1.25%) de Cd adecuado para la forja.

El mayor rendimiento del Cd en relación a la segunda prueba se debe a que en ésta se ha añadido en cantidades más pequeñas los 666 gr. de Cd evitándose las salpicaduras y sólo las pérdidas han sido por volatilización del Cd. que se alcanza a temperaturas bajas (676 °C) en relación al del cobre fundido, que en nuestro caso fue de 1,180 °C.

FECHA: Callao, 23 de Setiembre de 1981

MUESTRA(S) DE LOS SEÑORES: FERRUM PERU S.A.

MATERIAL Aleacion Cu-Cd

ELEMENTOS :

MUESTRAS No. 1
AHK. NO. # 4557

11
4558

PLOMO (Pb. %)

PLATA (Ag OZS/TC)

ORO (Au OZS/TC)

COBRE (Cu %)

ZINC (Zn %)

ARSENICO (As %)

ANTIMONIO (Sb %)

BISMUTO (Bi %)

CADMIO (Cd %)

1.25

1.24

FERRO (Fe %)

David Knight

ALFRED H. KNIGHT DEL PERU S. C. R. LTDA.

pu.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS-SECCION QUIMICA

SERVICIO DE ANALISIS QUIMICOS

I N F O R M E

Los resultados de los análisis de ----- determinación de CADMIO en -----
muestras de Cobre. -----

Solicitados por ----- FERRUM-PERU -----

en fecha ----- 16/9/81 -----

son los siguientes:

<u>Muestra N°</u>	<u>Contenido de Cadmio</u>
I	0.15%
II	0.16
XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX

Lima, 9 de Noviembre de 1981.

Ing. Rómulo Ochoa Luna

ANALISTA

SRG.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS-SECCION QUIMICA
ANALISIS QUIMICOS

9. FORJADO

9.1 FORJADO DE LOS ANILLOS EN HERRAMIENTAS S.A.

HERRAMIENTAS S.A. es una empresa dedicada a la forja de acero, todas sus instalaciones están construidas con esta finalidad. Se escogió esta empresa por las relaciones que tiene con FERRUM PERU S.A. El problema fundamental es que los hornos de calentamiento no poseen registros de temperatura, la empresa forja el acero sin tener en cuenta calentamiento y homogenización de acuerdo al diámetro o espesor de la pieza a forjar.

Contando con tres anillos se procedió a efectuar el forjado.

El primer anillo con 1.55% de Cd se rajó al no haberse alcanzado temperaturas de forja adecuada.

El segundo anillo fue calentado durante 15 minutos, ya al ser forjado se observaron nuevamente las grietas. El tercer anillo calentado durante 35 minutos, tampoco dió resultado satisfactorio aún cuando resistió mayores golpes de forja antes de notarse las primeras grietas.

El forjado de estas piezas de cobre debe hacerse a una temperatura de $900 \pm C$, y la pieza debe permanecer en el horno 2 hrs. luego que ha alcanzado los $900 \pm C$, para que se homogenice esta temperatura en toda la parte interna del anillo. Estas dos horas está en función del espesor del anillo que es de 50 mm. Todas estas consideraciones no fueron tomadas en cuenta en el momento del forjado, por no haber las facilidades de equipos de medición de temperaturas.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

- 10.1 Mediante las pruebas efectuadas se ha obtenido el rendimiento del Cadmio, que es básico para obtener el porcentaje adecuado que se requiere para la forja.
- 10.2 Se ha mejorado notablemente y obtenido un método adecuado para la adición de Cd. al Cobre fundido teniendo en cuenta que debido a su bajo punto de volatilización las pérdidas pueden ser considerables y sobre todo peligrosas debido a que es tóxico.
- 10.3 Se ha podido comprobar que con la aleación Cu-Cd se puede fabricar piezas sin ninguna dificultad y sobre todo con los medios de que dispone cualquier fundición, no requiriendo arenas ni hornos especiales, sino más bien en un orden adecuado y un trabajo cuidadoso.
- 10.4 La falta de algunos utensilios e insumos han sido solucionados con éxito lográndose anillos sin defectos y con el porcentaje de aleación requerida.
- 10.5 Esta aleación puede ser utilizada en toda clase de electrodos por su buena resistencia y alta conductividad eléctrica. Sería necesario desarrollar más esta aleación y difundirla debido a que tanto el Cobre como el Cadmio son metales refinados producidos en el País.
- 10.6 Una aplicación de esta aleación sería en la fabricación de radiadores e intercambiadores de calor, ya que tendría ventajas sobre la aleación Cu-Ag que usualmente se usa en las aletas, por sus mejores propiedades físicas y menor costo. Al respecto existe un marcado interés en fabricar esta aleación por la empresa COBRELSA, habiéndose realizado los diseños preliminares para la puesta en marcha de un horno de crisol y los dispositivos de fusión y colada.

- 10.7 Después del forjado sólo se han obtenido durezas y los gráficos de variación de los diámetros externos e internos en función del espesor de forja. Queda aún pendiente la obtención de propiedades físicas, metalográficas y de tratamiento térmico.
- 10.8 Lo mencionado en el punto anterior, así como la determinación de la conductividad eléctrica y resistencia al desgaste por abrasión han quedado pendientes debido a que la empresa FERRUM PERU S.A. dejó de interesarse en culminar el proyecto al cambiar sus sistemas de soldadura de electrodos a otro por medio de una bobina de inducción de alta frecuencia.
- Pero queda abierta la posibilidad de varias aplicaciones tal como se ha manifestado en el punto 10.6.
- 10.9 Otra de las ventajas de la aleación en Cu-Cd es la propiedad del Cd de desoxidar al Cobre líquido, lo cual es una ventaja sobre todas las demás aleaciones, dando un cobre exento de óxido, lo cual hace que la pieza sea sólida y que se disminuya los desoxidantes tales como el Cobre fosforoso, Boruro de litio o de Calcio, cuyos costos son mayores que el Cd.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. THE FOSECO FOUNDRYMAN'S HANDBOOK
2. FOUNDRY TECHNOLOGY P.R. BEELEY
3. FOUNDRY ENGINEERING. NAGOYA INTERNATIONAL TRAINING CENTER
4. MECHANITE PRACTICE FOR GATTING
5. ELECTRODOS CON DISCOS NA FABRICACAO DE TUBOS SOLDADOS
R. Hevvert. *Associacao Brasileira de Metais (ABM)*
6. A FUNDICAO DE ELECTRODOS GIRANTES PARA A SOLDA ELECTRICA
CONTINUA DE TUBOS
C. Bradaschia. *Associacao Brasileira de Metais (ABM)*
7. A PRODUCAO DE ELECTRODOS GIRANTES PARA SOLDAGEM EM LIGA CU-
CO-SI
S. Augusto de Souza, L. C. Correa da Silva (ABM).
8. RICERCHE SU LEGHE DI RAME-CROMO-SILICIO E RAME-COBALTO-SILI-
CIO AD ELEVATA CONDUCIBILITA ELETTRICA
S. Gallo. *Metallurgia Italiana*
9. CAUMIUN AND ITS USES
L. Sanderson. *Sands, Clays and Minerals*
10. ELECTRODE MATERIALS
Karl Meier, *Metal Abs.*
11. ELECTRODE MATERIALS FOR RESISTANCE WELDING
W. J Armstrong and H. D. Baer *Welding*
12. CASTING COPPER ALLOY CASTING
L.W. Ruddle. *Foundry*

CLAVE	REFERENCIA	PRECIO
<p><u>ELECTRODOS DE COBRE PARA SOLDAR TUBERIA DE ACERO POR RESISTENCIA ELECTRICA</u></p>		
<p><u>1.- ESPECIFICAS</u></p>		
1	<p>Electrodos em discos na fabricacao de tubos soldados. H. HEUVERT. Associacao Brasileira de Metais-Boletim v 11 n 41 Oct 1965 p 411-22. Rotating electrodes for fabrication of welded tubes; features of electrodes used by Companhia Siderurgica Belgo-Mineira; study of copper beryllium alloy; impacted copper-cadmium electrodes compared with Brazilian copper-cobalt-silicon electrodes; recommendations for manufacture of electrodes in Brazil.</p>	<p>230.00</p>
2	<p>A fundicao de electrodos girantes para a solda electrica continua de tubos. C. BRADASCHIA. Associacao Brasileira de Metais-Boletim v 10 n 36 July 1964 p 271-4. (discussion) v 11 n 38 Jan 1965 p 271-4. Casting of revolving electrodes for continuous electric welding of tubes; casting of copper-cobalt-silicon alloy and its heat treatment.</p>	<p>200.00</p>
3	<p>A producao de electrodos girantes para soldagem em liga cobre-cobalto-silicio. S. AUGUSTO de SOUZA, L. C. COBREIA e SILVA. Associacao Brasileira de Metais-Boletim v 40 n 85 Nov 1964 p 717-32. Production of copper-cobalt-silicon rotating welding electrodes; report of work carried out at Institute for Technological Research at Sao Paulo; casting, forging and heat treating operations described; macro- and microstructures of cast and forged electrodes and of cast, forged and heat treated electrodes are presented.</p>	<p>290.00</p>
4	<p>Ricerca su leghe di rame-cromo-silicio e rame-cobalto-silicio ad elevata conduttivita elettrica. T. GALLO. Metallurgia Italiana v 69 n 1 Jan 1968 p 16-19. Investigations of copper-chromium-silicon and copper-cobalt-silicon alloys with high electric conductivity. Two alloys intended for use in resistance welding electrodes studied.</p>	<p>200.00</p>
5	<p>Herstellung und Eigenschaften von CuCr und CuCrZr. R. LANGNEK, K. RUST. Neue Huette v 12 n 9 Sept 1967 p 550-5. Production and properties of copper-chromium and copper-chromium-zirconium alloys, with 0.7 to 1.2 vol % Cr and 0.03 to 0.25 vol % Zr, are summarized on basis of experience; alloys are used as welding electrodes, particularly in spot welding; melting and casting, hot working, effects of cold deformation on mechanical and physical properties of homogenizing time and temperature on hardness, of cooling rate; heating, softening temperature, high temperature resistance. In German.</p>	<p>200.00</p>
6	<p>Automatic Welding (Overlapping) of Steel. In Russian. By G. M. KATLER, V. A. SINIKOV. Welding International v 10 n 11 Jan 1968 p 15-18. Investigation of characteristics. Parameters of the process. Melting characteristics of copper electrode used in industrial parameters of welding; properties of the electrode; examples of practical applications, such as manufacturing of steel tanks, etc.</p>	<p>200.00</p>
7	<p>Overcoming Material Shortages in Resistance Welding Equipment. W. S. SIMMIE. Welding (A&M) International v 19 n 7 July 1964 p 35-38. Replacement of copper used for electrode holders by bronze; cold drawn copper; copper-nickel and copper-chromium alloys; recovery of electrode; copper saved by retamping of electrodes.</p>	<p>200.00</p>

1977 NOV 23 10 20 AM '77

1/10/77

1977 NOV 23 10 20 AM '77

12103

VE

REFERENCIA

PRECIO

12106

Great Care Needed to Produce Resistance Welding Electrodes. R.J. THOMPSON. Western Metals v 9 n 6 May 1951 p 39-40. Preparation of raw material for production of electrodes; heat treatment; production of welding wheels and spalls for seam welding machines; table indicates typical physical and electrical properties of resistance welding alloys used by Ampco Metal, Inc., Burbank, Calif.

8
\$/.
200.00

12107

Evaluating Effects of Cold Work on Resistance Seamwelding Electrodes. H.A. MULLIN. Welding v 44 n 8 Aug 1965 p 476-50a. Cold-worked RWMA Class II seamwelding wheels are found to offer relatively slight benefits in minor percentage of common applications; cold-worked electrodes seem to give better life and performance in seamwelding medium and heavy gage clean cold-rolled steel but only for heavy gages on coated, rough or irregular surfaces; on basis of findings, cold working can safely be discontinued as being unnecessary on sufficient majority of applications to make it general.

9
200.00

NOME	REFERENCIA	PRECIO
10	<p>II.- GENERALES</p> <p>23 NOV 1977</p> <p>Production of Resistance Welding Electrodes. Welding & Metal Fabrication v 22 n 8 Aug 1974 p 233-6. Methods employed at Enfield Rolling Mills; heat treatable copper cobalt boron alloy produced by company under trade name N.S.X. combines high hardness with reasonable conductivity, which is essential for resistance welding of stainless steels and Nimonic; operations in manufacture of electrodes are described and illustrated.</p>	200.00
11	<p>Electrode-materialen voor het weerstandlassen. H.M. VROO-MANS. Lastechniek v 20 n 2 Feb 1974 p 84-6. 88. Materials for resistance welding electrodes; requirements and selection; design of spot and seam welding electrodes; and their manufacture.</p>	200.00
12	<p>23 NOV 1977</p> <p>Electrode Development and Manufacture. Engineer v 187 n 5124 Apr 9 1964 p 641-2; see also Engineering v 177 n 4608 Apr 8 1964 p 676-7; Metallurgia v 49 n 205 May 1954 p 246-8; Sheet Metal Industries v 31 n 321 May 1956 p 409-10. Flow Laboratories at Quasi-Arc Co. Lincoln; pilot equipment for development and production of experimental electrodes; laboratories for chemical and spectrographic analysis; metallurgy and testing.</p>	600.00
13	<p>23 NOV 1977</p> <p>Big-Inch, 60-Psi Line Pipe Produced at Canadian Mill. Oil & Gas J v 63 n 3 Jan 16 1965 p 107, 109. Calgary, Alta. mill uses continuous-forming, HF electric resistance welding (ERW) technique to produce line pipe from 18 to 36 in. in diam up to 80 ft in length; transition section is capable of forming steel with wall thickness of 0.625 in.; ERW unit, with current traveling at 450,000 times/min between steel's adjoining edges, is part 200-hp pipe-welding unit; destructive and nondestructive testing of both raw material and finished product have advanced to high degree.</p>	200.00
14	<p>Electric Resistance Weld Pipe Mill, Producer 60 1/2 In. Dia. at National Works. Iron & Steel Eng v 41 n 9 Sept 1961 p 244. see also vol & Gas J v 62 n 49 Dec 7 1964 p 179, 177-8. High frequency resistance welding of 6 to 30 in. steel pipe up to 3/8 in. thick at U.S. Steel National Works, Alcoaexport. Co. is described; pipe can be hydraulically expanded; strip cleaning is not required; high quality weld allows thinner walls and smoother inner surfaces.</p>	400.00
15	<p>Electric Resistance Welding. J v 32 n 7 July 1963 p 607</p> <p>Machine developed at Ivanus necessary for large spot welding machine is used for spot welding production of large cylindrical wing tanks; rotatable electrode operated by foot control; wing from 100 to 150 in. in diameter; horizontal position to provide position of added clearance between electrode arms.</p>	200.00
16	<p>What Goes Into Welding Electrode? D.L.MATHEIAS. Welding Eng v 38 n 8, 10 Aug 1963 p 27-30, 61-2. 68 p 66-8. Coating formulation; five functions of electrode coating and materials best suited to perform each of these jobs; importance of physical formulation of electrode ingredients and of transferring coating formula from laboratory to production line.</p>	400.00
17	<p>Einfluss der Schweißparameter auf die Auswirkung des Schweißelektroden. Z v 11 (1963) 1. Schweißtechnik (Frankfurt) v 1 n 1 Sept 1963 p 111-1. Influence of welding parameters on welding performance of electrodes; wide description of results obtained by various methods of investigation; 14 notes. Effort made to obtain correct illustrations with regard to physical processes; means of systematic selection of electrode ingredients; kind of electrode materials; and welding parameters; and their effect on welding results.</p>	200.00

IVE	REFERENCIA	PRECIO
18	<p>Electrodes, Where to Use Them. Welding Engr v 50 n 12 Dec 1965 p 39-45. Selection of electrodes depends on base metal properties, thickness and shape of base metal, joint design, welding position, specification and service conditions, environmental job condition and type of welding current available. List of specifications of electrodes for welding STEEL, Stainless Steels, Aluminum are furnished with time type marking for use with direct current polarity, or with (d) marking for use with both direct and alternate current polarity. Use of aluminum bronze, phosphor bronze, and aluminum electrodes to weld nonferrous metals.</p>	200.00
19	<p>Filler Metals for Joining. O. T. HARNETT. Welding Engr v 43 n 1, 3, 5, 8, 10 Jan 1958 p 56, 59-62, Mar p 66-68, May p 40-4, Aug p 35-8, Oct p 48-50. Jan: Copper and copper alloy welding electrodes and rods for joining copper base materials to each other or to dissimilar metals such as steel and cast iron. Mar: Nickel and nickel alloy filler metals. May: Hard-facing electrodes and rods. Aug: Brazing filler metals. Oct: Tungsten electrodes.</p>	1 200.00
20	<p>Pick Bronze for Joining Versatility. F. L. GARRIOTT. Welding Engr v 51 n 9 Sept 1966 p 50-3. Bronze electrodes and filler rods can join wide range of similar and dissimilar metals and alloys; because of wide variety of base metal alloys, proper selection is aided by table of electrodes and filler rods; mechanical properties, weld deposit characteristics, selection of process and service are discussed.</p>	200.00

AÑO	REFERENCIA	PRECIO
	<p>Copper Alloy No. 162 (high-conductivity alloy). <i>Iron Age</i>, 1927, (10-289), Dec., 2 p.</p>	87.
1	<p>Copper Alloy No. 161 is a copper-cadmium alloy with high electrical and thermal conductivities and high strength and toughness. Composition is 0.7-1.2% cadmium, 0-0.2% maximum iron, balance copper. Physical and mechanical properties are tabulated, with comments on machinability (20% of free cutting brass), workability, weldability, corrosion and erosion resistance, and annealing (not hardened by heat treatment). The alloy is suited for electrical contacts, with cadmium acting as an arc extinguishing element making it resistant to electrical erosion. The alloy does not soften appreciably up to 570°F (299°C) and is good for spot and seam weld electrodes. (<i>Met.</i>, 161.)</p>	200.00
2	<p>Electrode Materials (Copper-Cadmium and Copper-Silver-Cadmium Alloys) for Electric Resistance Welding (Iron and Steel). <i>Iron Age</i>, 1927, (10-289), 4, (15-16), 350-352. Copper base alloy containing (a) cadmium 1.47%, and a trace of lead, and (b) silver 5.6% cadmium 1.4% and a trace of lead, are compared with electrolytic copper (c) as materials for electrodes in the resistance welding of iron and steel. Data are given for the following properties: (1) recrystallization temp. (a) 310, (b) 160, and (c) 300°C; (2) annealing temp. (a) 400-420, (b) 500-520, and (c) 300-320°C; (3) tensile properties—the proof and tensile stresses, elongation, and hardness of the hard and the annealed materials increase in the order (a) > (b) > (c); (4) electrical conductivity at room temp. this decreases in the order (c) > (b) > (a), that of (a) being $\frac{1}{3}$ that of (c); above 300°C all three materials have approx. equal conductivities. U. S.</p>	200.00
	<p>Use of Copper Alloys in Welding Plant. <i>A. Janin (Copper Industry Abstracts)</i>, 1952, (10), 17-21. An illustrated review of standard types of elect. resistance welding machinery for spot, seam, and butt welding and incorporating Cu alloy electrodes, e.g., Cd, Cr, W, and Bi. Latest practice employs 2% Be alloy, which gives a B.H.N. of 135-140, with a high elect. conductivity (not specified). Illustrations of standard shapes of electrodes are given, with micrographs of electrode welds in mild steel. W. F. H.</p>	200.00
	<p>12104</p>	
4	<p>Electrode Materials for Resistance Welding. <i>A. J. Angus and H. D. Fairclough</i>, 1951, 27, (3), 56-66. Copper-Cu base alloys suitable for this purpose are listed. The electrode requirements for spot, seam, and butt welding are reviewed, and recommendations for electrode materials are made. G. L.</p>	200.00
5	<p>14764</p>	

Handwritten scribbles in the first row.

Handwritten scribbles in the second row.

Handwritten scribbles in the third row.

Handwritten scribbles in the fourth row.

Radioactive materials... Applications... plating

26

Alloys. Kolar, H. Leach and Handy & Hartmann, Brit. 599,059, M. 22, 1946. An alloy is provided which contains 11 to 30% Ag, Cu in such an amt. that the ratio of Ag to Cu varies between 2.6 and 4.5, and Zn and Cd in an aggregate amt. below 40%, the Zn to Cd ratio varying about 0.9 to 1.2. The alloys flow freely at the relatively low temp. of about 1100 to F and can be used for general brazing and welding purposes. J. Davidson

100.00

12103

Electrode materials for electric resistance welding. G. Meier (Stuttg. H., Ger.), *Abstr. 4*, 330 (24 Feb 1947). The properties of a Cu-Cd alloy contg. 1.57% Cd and traces of Pb and a ternary Cu-V-Cd alloy contg. about 14% Cd and 5.64% Ag were compared with those of various other alloys. The properties measured were resistivity at 200°C and temp., as well as mech. properties and elec. conductivity in relation to temp. H. Steertz

100.00

27

Alloys for contact welding electrodes. S. K. Shozh, *g. Atomit. Sparka* 16, No. 1, 30 (5, 1963). The elec. cond. (in percent of the cond. of annealed Cu) and hardness (Hv at 20°C in kg./sq. mm.) of the following Cu-base electrode alloys were detd. as follows: (1) Cu-Mn 96, 80; (2) Cd 1.19, Cu 98.81, 93, 135; (3) Ag 0.94%, 98, 110; (4) Ag 0.01, 75, 110; (5) Zn 0.18, Fe 0.14, Si 0.016%, 82.0, 135, 100; (6) Cr 0.25, Fe 0.01, 87.9, 125.9; (7) Cr 0.33, Fe 0.19, 76, 120; (8) Cr 0.34, Cd 0.39, 90, 120; (9) Cr 0.75, Be 0.28, Fe 0.015%, 80, 100; (10) Co 2.58, Be 0.51, 50, 270; (11) Ni 0.65, Zn 0.24, Fe 0.28, Si 0.015%, 65, 125; (12) Ni 1.6, Si 0.5, Mg 0.25%, 40, 80, 110, 70; (13) Cr 0.21, Mg 0.10, 78, 120; (14) Cr 0.21, Zn 0.29%, 78, 145. As an index of electrode stability was taken the no. of welding points required to increase the nominal diam. of the contact surface of the electrode by 1%, as well as the overdim. in this diam. after 10,000 welding points. This was done by welding low C and stainless steels. When welding low C steel, alloys (14), (13), (1), and (8) have the highest stability. All alloys showed lower stability when used to weld stainless steel, except for alloy (10). The stability of electrodes made from Cu base alloys depends on heat treatment conditions and the optimum treatment was found to be from 980°C for 1 hr. to 1000°C for 1 hr. and tempering for 1.5 hrs. at 450°C. CA

200.00

28

14765

1951
6/26
1979

Copper-cadmium alloy for electrodes of spot welding machines. V. A. Ivanov, A. V. Shch. Irin, and G. M. Shorn, *Tr. Vuzov* 1947, 109 (6), 21. The alloy was prepared from Cu-Cd alloy (contg. 2.5% Cd) by the method of electrolysis of solutions of Cu and Cd. The alloy was tested in these electrodes and was found to be superior to the other alloys. B. W. Rabin

200.00

AVE

REFERENCIA

PRECIO

2103

10/2

Casting copper alloy in sand
Foundry, denon 1,950 27(12) p. 22

2103

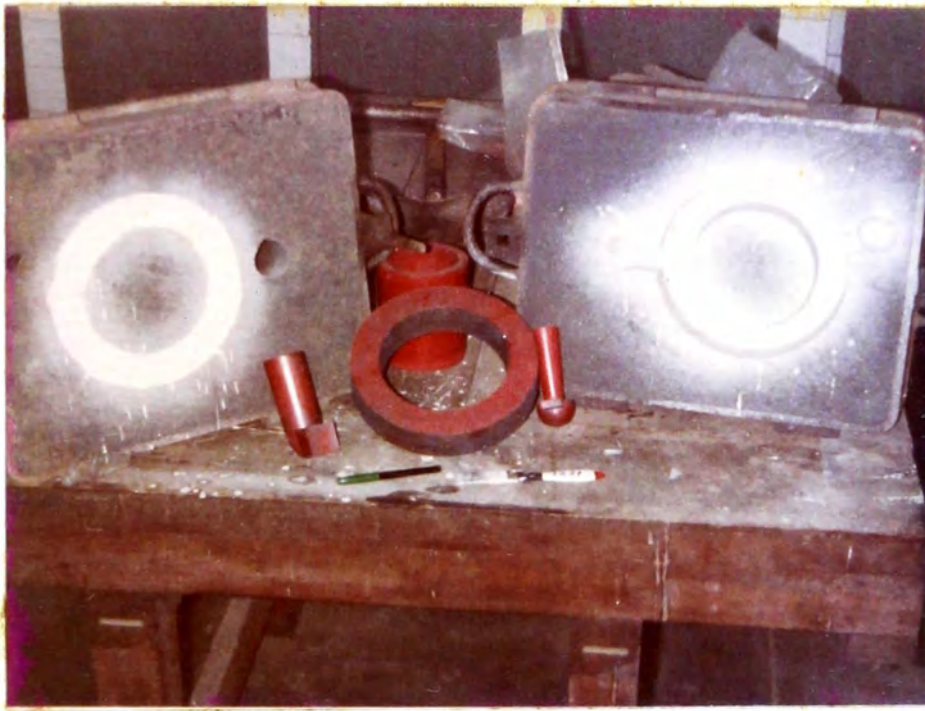
Plating copper alloy in sand
Foundry, denon 1,950 27(12) p. 22



PREPARACION DE ARENA

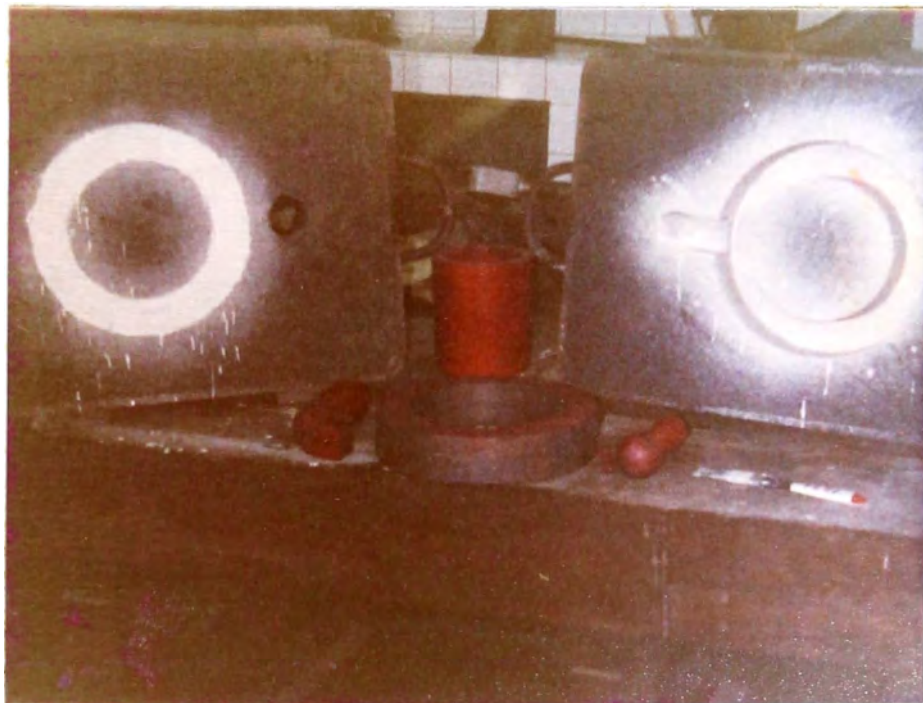


MOLDEO



MODELO: CON BEBEDERO Y MAZAROTA

MOLDES: TAPA Y BASE





REMOVIENDO EL BANO CON VARILLA DE ACERO
RECUBIERTA DE MATERIAL REFRACTARIO



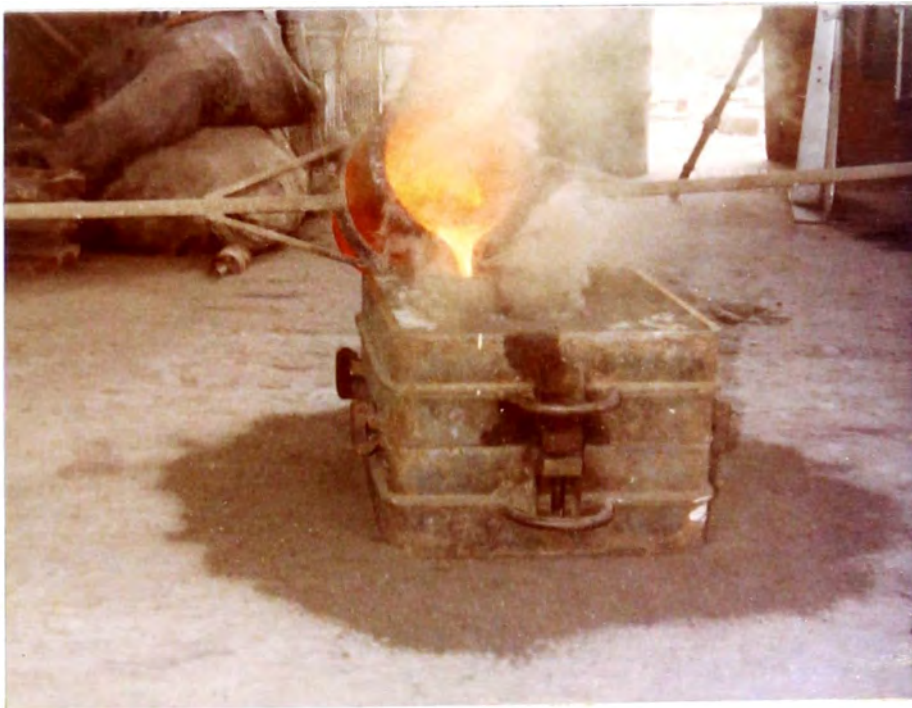
CRISOL FUERA DEL HORNO



COLANDO PROBETAS PARA ENSAYOS FISICOS



COLANDO MUESTRA PARA CONOCER GRADO DE DESOXIDACION



COLANDO AL MOLDE



DESMOLDEO



ENFRIAMIENTO DE LA PIEZA COLADA



PIEZA DESMOLDEADA