

Instituto Panamericano de Ingeniería Naval

Instituto Pan-americano de Engenharía Naval Pan-american Institute of Naval Engineering

> XI CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERIA NAVAL, TRANSPORTE MARITIMO E INGENIERIA PORTUARIA.

UTILIZACION DE ALEACIONES DE CUPRO NIQUEL 9010 EN CIRCUITOS DE AGUA DE MAR

PAPER N° 9

LUCIEN CHASSIN-TRUBERT URZUA
Ingeniero Civil Químico
Jefe Taller Calderas y Cañerías, ASMAR (T)
CHILE

1. - INTRODUCCION.

Los altos costos de mantención y reposición de los circuitos de agua de mar de acero galvanizado, justifica plenamente su reemplazo por circuitos de aleación de Cupro Níquel 9010. Estos a pesar de su mayor inversion inicial, implican un menor costo de mantención por su mayor resistencia a la corrosión en flujos de agua de mar, presentando una vida útil mayor a los del galvaniza do. Esta, puede ser igual dependiendo de las condiciones de operación, calidad del agua y otros, a la vida de un barco mercante (Aproximadamente 20 años).

La experiencia indica que en un período de 10 años, en circuito de acero galvanizado, fue necesario su reposición en un 80%, en tanto en circuitos de Cupro Níquel 9010, sólo fue necesario reponer un 15% de éste.

Estas aleaciones originalmente fueron desarrolladas para circuitos de agua de mar en buques navales. Hoy en día, producto del éxito de éstas, su uso se ha implementado en barcos mercantes, reduciendo los costos de detención por reparaciones de daños producidos por corrosión en agua de mar. Su elección se debe funda mentalmente a la reducción de costos producidos por la corrosión, fácil instalación y bajo costo de instalación.

En los circuitos de acero galvanizado, la capa protectora actúa como ánodo de sacrificio, la cual no se regenera. Su duración de pende entre otros factores, de su espesor, el cual a su vez está limitado por area, según normas (68 - 152 µ). La velocidad de des gaste de esta capa, es de 20 - 38 µ/año. Posteriormente el agua de mar actúa directamente sobre el acero produciéndose una corrosión generalizado por picadura.

Los circuitos de aleaciones de Cupro Níquel 9010, forman en contac to con el medio, un film de óxidos protectores de excelente adherencia, compacto y regenerable. Además actúa como antiadherente de bacterias y microorganismos marinos, lo cual permite mantener los circuitos limpios, sin la disminución del area de flujo. La velocidad de desgaste inicial promedio es de 50 µ/año a un máximo de 200 µ/año, operando en diferentes velocidades y calidades de flujo de agua de mar. Es importante señalar que este film protector, se autoregenera durante la operación y la velocidad de desgaste si bien es alta, los primeros años. ésta decae bruscamente en el tiempo.

El objetivo del presente trabajo, es mostrar los beneficios al usar aleaciones de Cupro Níquel 9010 en circuitos de agua de mar, en construcciones navales y justificar su mayor inversión inicial respecto de los circuitos de acero galvanizado. Además, entregar las condiciones y recomendaciones a seguir en las etapas de confección y sol dado de estos circuitos. Cabe señalar que el no cumplimiento de estas recomendaciones, significa no lograr los resultados esperados en este tipo de aleaciones.

2.- ESPECIFICACIONES, CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LA ALEACION DE CUPRO NIQUEL 9010.

2.1.- ESPECIFICACIONES.

Las designaciones dadas a este tipo de aleación según las diferentes normas más usadas, se presentan en Tabla N°1. Ade más, se presentan los rangos de composiciones químicas según estas normas.

Aleación Cupro Níquel	Norma País	Designación Del Material		% Composición Ouímica		-				
			Cu	Ni	Mn	Fe	Pb máx.	Si max	C	Nb
Cu-Ni 9010	UK BSI	CN 102	Rmte.	10 11	0,5 1,0	1,0 2,0	0,01	-	0,05	_
% Nominal Níquel :10%	ISO	CuNi10Fe1Mn	Rmt e.	9	0,3 1,0	1,2 2,0	0,05	_	0,05	-
	DIN	CuNi 10 Fe	Rmt e.	9	1,0 1,5	1,0 1,8	0,01	0,15 0,25	0,03	0,15 0,35

TABLA N° 1

Las designaciones según norma ASTM, para la aleación Cupro Níquel 9010, es CA-706.

Los contenidos de fierro y manganeso, 1.5 y 1.2% respectiva mente en estas aleaciones le confieren óptima resistencia al ataque por impacto en agua en movimiento o al picado en aguas de mar quietas.

Además, de la resistencia a la corrosión, esta aleación presenta una buena resistencia al enlodamiento biológico en aguas de mar.

2.2.- PROPIEDADES MECANICAS.

En general las aleaciones de cobre no son usadas cuando se re quiere alta resistencia mecánica, pero poseen alta ductilidad permitiendo con ésto, su conformado en frío. En comparación con otras aleaciones de cobre, las aleaciones de Cupro Níquel, mantienen sus propiedades mecáncias bastante mejor a temperaturas elevadas. Además, a temperaturas bajas retienen su duc tilidad.

La Tabla N°2, resume las propiedades mecánicas de esta aleación en la forma de cañería en diferentes condiciones meta - lúrgicas.

Forma	Condición	Resistencia a la tracción (N/mm2)	Resistencia Esfuerzo de Corte. (N/mm2)	Dureza HV 10	Esfuerzo Corte. (N/mm2)
	Recocido	320	250	85	250
Tubo Cañería	Laminado en frío	540	360	165	360
7 + 1503	Recocido, Revenido	360-430	280-320	115-140	280-320

TABLA N° 2

2.3.- PROPIEDADES FISICAS.

Algunas de las propiedades físicas importantes de las aleación Cupro Níquel 9010 para su uso en circuitos de agua de mar se indican en la Tabla N°3.

Propiedad	Peso Específico gr/cm3	Conductividad Térmica Cal/cm.s.°C	Coeficiente de dilatación Lineal 10 ⁻⁶ /K
Cu Ni 9010	8.90	0.12	-180 a 10°C:10 10 a 300°C:17

TABLA N° 3

3.- RESISTENCIA A LA CORROSION DE LA ALEACION CUPRO NIQUEL 9010.

La corrosión en los circuitos de agua de mar, puede presentarse de diferentes formas, dependiendo de factores tales como: Velocidad de agua, grados de contaminación (bacterias, microorganismos, are nas, moluscos, sales, sulfuros) y factores de diseño tales como ra dios de curvatura y calidad superficial en los cambios de sección y derivaciones. VER ANEXO A.

A continuación, se entrega en forma esquemática en Tabla N°4, la resistencia a la corrosión en diferentes condiciones del agua de mar para la aleación de Cupro Náquel 9010 y acero galvanizado.

TABLA COMPARATIVA DE RESISTENCIA A LA CORROSION DE LA ALEACION CUPRO NIOUEL 9010 Y ACERO GALVANIZADO EN CIRCUITOS DE AGUA DE MAR .

Tipo de deterioro	Aleación Cu Ni 9010	Acero Galvanizado
1 CORROSION UNIFORME GENERALIZADA.		
1.1 Velocidades mode radas de agua de mar en los circui tos y aguas lim- pias.	2.5 a 13 u/áño (Velocidad mínima re comendada : 1 m/s).	Galvanizado 10 a 26 u/año Acero 100 a 250 u/año
2 CORROSION GENERALIZA- DA ACELERADA.		
2.1 Aguas de mar conta minadas por orga - nismos marinos y desechos industria les.	Buena resistencia	Mala resistencia
2.2 Velocidades de flù jo altas (Deterio- ro del film protec tor.	Buena resistencia en el rango de : 2.5 a 3.5 m/s.	Baja resistencia
taciones (Por un mal control del proceso de limpieza mecánica.	No es necesaria	Mal comportamiento (Elimina capa de galvanizado resi- dual.

Tipo de deterioro	Cu Ni 9010	Acero Galvanizado
2.4 Abrasión por arrastre de arena (Remoción del film protector).	Mediana resistencia (Se mejora con la adición de Fe y Mn). Film protector se regenera.	Baja resistencia film protector no se regenera.
3 EROSION-CORROSION. (Velocidades altas turbulencias, impactos).	Buena resistencia (Velocidad críti- ca : 4 m/s).	Regular resisten. cia.
4 ATAQUE POR DEPOSITOS.		
(Aguas contaminadas, incrustaciones salinas)	Buena resistencia	Mala resistencia
5 CORROSION BAJO-TENSION.	Resistente	Regular resisten cia.
6 CORROSION GALVANICA .	Más resistente	menos resistente.

TABLA N° 4

4.- ESTUDIO COMPARATIVO PARA CIRCUITOS DE AGUA DE MAR EN ALEACIONES DE CUPRO NIQUEL 9010 Y ACERO GALVANIZADO.

En este punto, se demuestra a través de un estudio comparativo de costos, la mayor rentabilidad de un circuito de Cupro Níquel 9010, respecto de uno de acero galvanizado en aguas de mar. El estudio se basó en un circuito de las siguientes características:

a) Longitud : 75 metros
b) Diámetro : 76,2 mm.
c) Número de curvas : 25
d) Uniones soldadas : 100

Además, se consideraron las siguientes operaciones :

- a) Limpieza a bordo
- b) Desmonte
- c) Confección :

c.1.- doblado

c.2.- soldado

- d) Reparación
- e) Instalación

La siguiente Tabla, muestra en forma porcentual en un período de 16 años, la mantención necesaria a efectuar en cada uno de los circuitos en estudio.

CUADRO DE PORCENTAJE COMPARATIVO DE MANTENCION EN UN PERIODO DE 16 AÑOS.

Años de serviico	Circuito	Porcentaje (%) Opéración Realizad		
		Limpieza	Reparación	Reposición
3	- Acero galvanizado. - Cu Ni 9010	15 0	10	10
6	- Acero galvanizado. - Cu Ni 9010	20	20	30
10	- Acero galvanizado. - Cu Ni 9010	. 25	25 4	40 7
13	- Acero galvanizado. - Cu Ni 9010	25	28 7	45 12
16	- Acero galvanizado. - Cu Ni 9010	25 0	28 10	48 15

TABLA Nº 5

Evaluando los costos en HH. en las distintas etapas de mantención realizadas en el período considerado, se llegó a la siguientes re laciones de costos comparativos por años de servicio en los cir cuitos de Cupro Níquel 9010 y acero galvanizado. Dichos resultados se entregan en la siguiente Tabla.

Período en Servicio	Relación cost	co inicial	Relación costo Mantención		
Año	Acero Galvaniza do.	CuNi 9010	Acero galvaniz <u>a</u> do.	CuNi 9010	
0	1.000	2.760			
3		Area non 1	0.800	0.008	
6			1.700	0.192	
10			2.260	0.430	
13		Factorial 1	2.528	0.736	
16			2.660	0.930	

TABLA Nº 6

De los valores de Tabla, se observa :

- Costo inicial es bastante mayor en circuitos de Cupro Níquel 9010 (1.000 : 2.760).
- En los diferentes períodos considerados en este estudio, se observa que el costo de mantención del circuito de acero galvanizado, es siempre mayor que el de Cupro Níquel 9010.
- Cabe destacar que al tercer año de operación, el costo de mantención en acero galvanizado, aumenta sobre el costo inicial (de 1.000 a 1.700), esta tendencia se mantiene en los períodos siguientes.
- En los circuitos de Cupro Níquel 9010, se observa que en el período considerado, los costos de mantención no alcanzan nunca el valor del costo inicial. El VAN (10%), para el circuito Cupro Níquel 9010 es : -25.958 y el de acero galvanizado es -35.587.

Lo anterior justifica plenamente la mayor inverisón inicial de los circuitos de Cupro Níquel 9010 en circuitos de agua de mar.

5.- CONFECCION DE CIRCUITOS DE ALEACION DE CUPRO NIQUEL 9010 PARA AGUA DE MAR.

Es de importancia especificar los procedimientos de doblado y sol dado mediante proceso TIG, en la confección y/o reparación de circuitos de Cupro Níquel 9010, para obtener óptimas condiciones de terminación y de resistencia a la corrosión del agua de mar, especialmente en curvas, reducciones, derivaciones y uniones soldadas zonas donde los circuitos se ven más afectados.

5.1.- CONFORMADO DE CAÑERIAS DE CUPRO NIOUEL 9010.

La aleación de Cupro Níquel 9010 por sus propiedades mecánicas-metalúrgicas, presenta excelentes condiciones para su conformado en frío, evitando con ello, la posibilidad de pérdidas de sus propiedades. En nuestros Talleres, el doblado para cañerías con un diámetro ≤150 mm., se ejecuta en frío. En diámetros mayores, las curvas se confeccionan con uniones soldadas de trozos rectos.

Para ejecutar el proceso de doblado, debe contarse con matri ces y mandriles apropiados que permitan obtener las toleran cias dimensionales definidas. Las dimensiones de las matrī ces y mandriles, dependen del diámetro de las cañerías y sus espesores.

Los equipos utilizados en el doblado de estas cañerías en sus diferentes diámetros son :

- Máquinas manuales hasta

: 25 mm. de diámetro.

- Máquinas Hidraúlicas sobre

: 25 mm. de diámetro.

5.1.1.- PARAMETROS A CONSIDERAR EN EL DOBLADO EN FRIO.

5.1.1.1.- RADIO DE CURVATURA.

El radio de curvatura debe ser medido en el eje neutro de la cañería. En la cañería de Cupro Níquel 9010, exis te un radio mínimo para su curvado, siendo éste 2,5 ve ces el diámetro de la cañería a curvar.

5.1.1.2. - OVALADURA.

La ovaladura en cualquier punto sobre la curva, no debe exceder de 10%.

5.1.1.3. - ESPESOR DE LA PARED.

El espesor de la cañería en cualquier punto de la curva, no debe disminuir más de un 20% del espesor original especificado.

Teniendo presente estos factores, se lograrán buenos resultados. VER ANEXO B.

5.2. - UNIONES SOLDADAS EN CAÑERIAS DE CUPRO NIQUEL 9010.

En nuestros días, las exigencias tecnológicas en cuanto a calidad y confiabilidad de las uniones soldadas en cañerías, derivaciones, curvas y flanges en los circuitos de agua de mar, obligan a adoptar nuevos sistemas, destacándose entre ellos, la soldadura al arco con electrodo de Tungsteno y protección gaseosa (TIG) para las aleaciones de Cupro Ní - quel.

El sistema TIG., es un sistema de soldadura al arco con pro tección gaseosa, que utiliza el intenso calor de un arco eléctrico, generado entre un electrodo de Tungsteno no consumible y la pieza a soldar, donde puede o no utilizarse me tal de aporte, dependiendo del espesor. Este metal de apor te, debe ser de una aleación más noble que el metal base (Cu-Ni 7030). Este sistema utiliza un gas de protección, cuyo objetivo, es desplazar el aire para eliminar la posibilidad de contaminación de la soldadura por el oxígeno y ni trógeno presentes en la atmósfera. Como gas protector, se puede emplear argón o helio o una mezcla de ambos.

La característica más importante que ofrece este sistema, es entregar una alta calidad en la unión metalúrgica de alea ción de Cupro Níquel 9010 en un amplio rango de espesores superiores o igual a 0,5 mm. Presenta además, una alta resistencia mecánica y una mayor resistencia a la corrosión y ductibilidad que las realizadas con electrodos convencio nales.

Por lo anterior, cuando se necesita alta calidad en las uniones soldadas y mayores requerimientos de terminación, se hace necesario utilizar el sistema TIG, logrando solda duras homogéneas, de buena apariencia y una excelente terminación superficial.

En Anexo C, se entrega en forma detallada, el procedimien to para soldar uniones en cañerías de Cupro Níquel 9010. Este procedimiento, ha mostrado excelentes resultados en la práctica, siempre que se cumpla con el procedimiento estipulado.

6.- MEDIDAS PREVENTIVAS CONTRA DAÑOS O DETERIOROS EN LOS CIRCUITOS DE ALEACION CUPRO NIQUEL 9010.

Para disminuir las posibilidades de deterioros o fallas en los circuitos de Cupro Níquel 9010 en agua de mar, deben considerar se diversos parámetros en las diferentes etapas, en las cuales se incluyen desde el diseño a la operación del sistema.

6.1.- ETAPA DE DISEÑO Y FABRICACION.

- Evitar cambios bruscos de flujo (disminuye posibilidades de erosión-corrosión y cavitación).
- Exigir una buena terminación superficial, especialmente en las uniones soldadas, evitando rugosidades, cantos vivos, exceso de penetración y otros. (permite la formación de un film protector de buena adherencia y evita turbulencias).
- Evitar las posibilidades de existencia de altas vibracio nes (Deterioros por corrofatiga).

6.2.- ETAPA DE INSTALACION.

- Control riguroso de alineamiento de las cañerías en el circuito (Evita vibraciones y esfuerzos mecánicos).
- Aislación total de los soportes al casco y otros equipos tales como bombas, motores, etc., para evitar la corro sión galvánica entre el circuito y el casco.

6.3. - ETAPA DE OPERACION.

- Protección galvánica, método mixto con ánodos de sacrificio de doble efecto (Al-Cu). Con este sistema, se evita las incrustaciones y disminuyen los daños por corrosión.
- Uso de inhibidores.

6.4.- ETAPAS DE DETENCION DEL CIRCUITO.

- Evacuar totalmente el agua de mar existente en el circuito y lavar exhaustivamente con agua dulce para eliminar sedimentaciones y microorganismos.
- Preservación en húmedo.

7.- CONCLUSIONES.

- 7.1.- Los altos costos de mantención y reposición en los circuitos de agua de mar de acero galvanizado, justifica plena mente su reemplazo por aleación de Cupro Níquel 9010.
- 7.2.- Mientras en los circuitos de acero galvanizado, la capa pro tectora actúa como ánodo de sacrificio, la cual no se regenera, en los circuitos de aleación de Cupro Níquel 9010, el film protector es propio del material base y se autoregenera.
- 7.3.- El film protector, que se forma en las aleaciones de Cupro Níquel 9010, presenta una mayor resistencia a la corrosión en agua de mar que el acero galvanizado, en el rango de velocidades de 1.0 3.5 m/s.
- 7.4.- La experiencia muestra que la velocidad de desgaste en la aleación de Cupro Níquel 9010, inicialmente varía de 50 a 200 µ/año, operando a diferentes velocidades y calidades de flujo de agua de mar. Esta velocidad de desgaste, disminuye bruscamente en el tiempo. Lo anterior, no es válido para los circuitos de acero galvanizado, ya que éstos presentan una velocidad de desgaste uniforme en un espesor de protección fijo y no regenerable.
- 7.5.- La aleación de Cupro Níquel 9010, en general, presenta una mejor resistencia a los diferentes tipos de deterioros que el acero galvanizado.
- 7.6.- Aunque el costo inicial en el circuito de Cupro Níquel 9010 es mayor que el acero galvanizado (2.76 : 1.00), sus costos de mantención durante la vida útil del circuito, son bastan te menores, lo cual lo hace más rentable.

VAN (10%) CuNi 9010 = -25.958

- VAN (10%) Ac. Galvanizado = -35.587

 En los circuitos de Cupro Níguel 2010 28
- 7.7. En los circuitos de Cupro Níquel 9010, es necesario dar cum plimiento a las recomendaciones dadas en los procedimientos de doblado y soldado especificados en este trabajo, logrando con ello, obtener una buena resistencia a los diferentes tipos de deterioros factibles de presentarse en un circuito donde circula agua de mar.
- 7.8.- Para disminuir las posibilidades de deterioros o fallas en los circuitos de Cupro Níquel 9010, deben considerarse las recomendaciones dadas para las etapas de :
 - Diseño y fabricación
 - Instalación
 - OperaciónDetención.

A N E X O S

of the top to make the same to many the top to the many the top

ov conclusions constituted a section of the section of the

ANEXO A

A. - POSIBLES DETERIOROS DE LA ALEACION CUPRO NIOUEL 9010 EN CIRCUITOS DE AGUA DE MAR.

La resistencia a la corrosión de los circuitos de Cupro Níquel 9010, se ven afectados por :

A.1.- Estas aleaciones son suceptibles al ataque localizado en aguas de mar, inducido por los sulfuros a concentraciones de 0.007 mg/1 o mayores. Esta aleación es altamente suceptible a la corrosión acelerada, cuando la concentración de sulfuros escede 0.01 mg/1.

Cuando las condiciones expuestas de sulfuros son suficientes para iniciar el ataque, la dependencia de la calidad del agua de mar para la corrosión acelerada, es mínima en el rango de 0.5 a 5.3 m/s.

El tiempo de exposición en concentraciones bajas de sulfuros es un factor importante en la iniciación de la corrosión ace lerada. Para concentraciones de sulfuros de 0.01 mg/l o menores, la corrosión severa acelerada no es evidente hasta después de los primeros 30 días de exposición.

La aleación Cupro Níquel 9010, aunque muestra ser suceptible al ataque localizado por sulfuros, éste es mucho menor, que el ataque que se presenta en los circuitos galvanizados.

- A.2. Pueden presentar un desgaste uniforme acelerado, con la reac ción química del hidrógeno sulfurado sobre el cobre y bajas concentraciones de orígeno (en aguas de mar contaminadas), impidiendo la formación del film protector de óxidos de cobre en la aleación.
- A.3.- Corrosión-erosión, producida al circular agua de mar a velocidades fuera de rango definido (1.0 3.5 m/seg).
- A.4.- Corrosión localizada en uniones soldadas, especialmente en zonas de cambio de dirección del flujo, debido a porosidades provocadas por gases atrapados en la solidificación como oxígeno y nitrógeno, dando lugar a un medio ambiente apto para la concentración de iones agresivos, microorganismos, traduciéndose en picado.

También se produce corrosión-erosión y/o cavitación, por un exceso de penetración sobre los límites permisibles. Lo an terior, producto de turbulencias originadas en las zonas de exceso de penetración.

A.5.- Agrietamiento, este daño se puede presentar en los elementos sometidos a procesos de doblado, al no cumplirse con los parámetros establecidos en el procedimiento. Lo anterior, debido a que en el proceso de doblado, se pueden inducir tensiones internas; denominada corrosión bajo tensión, que pueden provocar agrietamiento e irregularidades en la calidad superficial, lo cual evita se logre un film protector de buena calidad y adherencia.

· Land Marie English and All Sudditioners rose regulations at the contract of the contract of

To rest the transfer and the contract of the c

ANEXO B

B.- PROCEDIMIENTO DE DOBLADO PARA CAÑERIAS DE CUPRO NIOUEL 9010.

B.1.- CONSIDERACIONES PRELIMINARES

- B.1.1.- Se recomienda trabajar las cañerías de Cupro Níquel 9010 en frío, y si es necesario trabajarlas en caliente, éste se ejecutará a una temperatura no superior a 800°C, y su enfriamiento se deberá lograr lentamente.
- B.1.2.- Es importante observar los radios de curvatura de las ca ñerías, los que no podrán ser inferiores a 2.5 veces al diámetro de la cañería a curvar; el no cumplimiento de esta recomendación, ocasionará el fracaso en el proceso de doblado, produciéndose roturas por agrietamiento en la zona exterior de la curva.

B.2.- MATRICES PARA DOBLADO DE CAÑERIAS EN MAOUINA HIDRAULICA.

Para efectuar este proceso, es necesario contar con un jue go de matrices por cada diámetro de cañería a curvar. El conjunto de matrices, está formado por 5 elementos:

- a) Matriz recta de deslizamiento
- b) Matriz triangular anti arrugas
- c) Matriz de forma
- d) Mordaza
- e) Mandril

Ver figura N° 1

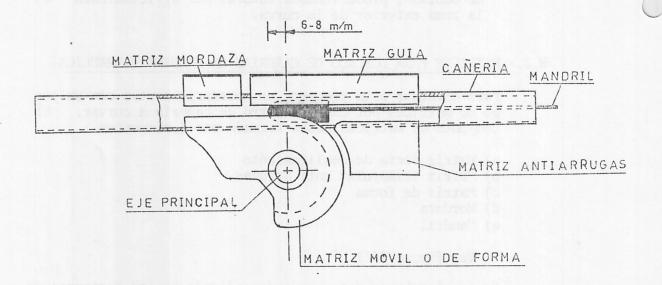
Es preciso hacer notar, que dependiendo de los espesores de las cañerías a trabajar, será necesario tener varios mandriles. Esto se debe a que el claro diametral entre el mandrily la cañería a trabajar, no debe ser más de 1mm.

B.3.- PREPARACION DE LA MAOUINA Y DOBLADO.

- B.3.1.- Se deberá instalar el juego de matrices correspondiente al diámetro de cañería a curvar, indicadas en B.2. previamente limpiarla de virutas y residuos.
- B.3.2.- Seleccionar e instalar el Mandril de acuerdo al espesor de la cañería a trabajar.

- E.3.3.- Instalar mandril, seleccionado, verificando que el accio nar éste, el desplazamiento del mismo quede de 6 a 8 mm, más adelante del eje de la matriz fija.
- B.3.4.- Antes de montar la cañería en la máquina, es imprescindi ble lubricar interiormente la cañería con grasa de extre ma presión.
- B.3.5.- Es necesario hacer presente que la pieza de fijación de la matriz anti arrugas se debe apretar y luego soltar 1/4 de vuelta.

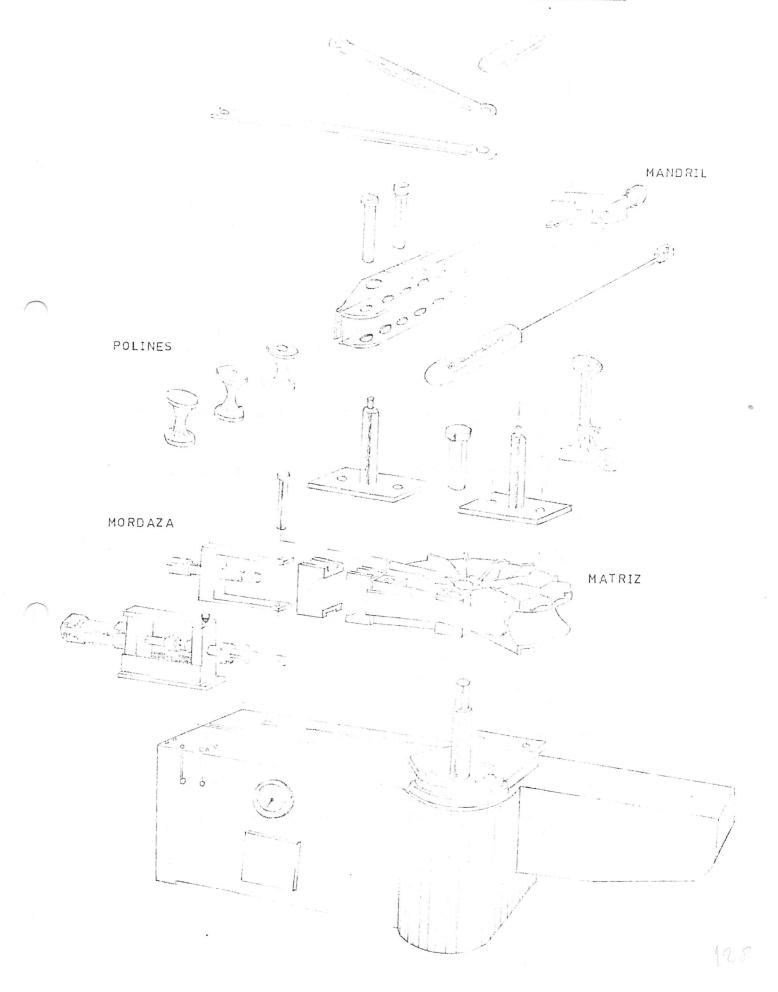
FIG. Nº 1



- B.3.6. Se debe tener siempre presente, que la matriz mordaza que apreta la cañería contra la matriz móvil, se deherá apretar de tal forma que no resbale la cañería (fuertemente), para evitar deformaciones irreparables.
- B.3.7.- Proceder a curvar según recomendaciones anteriores.

<u>FIG. Nº2</u> .

MAQUINA HIDRAULICA DE DOBLADO



ANEXO C

C.- PROCEDIMIENTO PARA SOLDAR CAÑERIAS DE CUPRO NIQUEL 9010.

- C.1. CONSIDERACIONES A SEGUIR PREVIO A LA ETAPA DE SOLDADO.
- C.1.1.- Conocimiento de la máquina soldadora de acuerdo a su amperaje, conexiones a sus diferentes usos y tablas que en ellas se indican. Figura N°1, muestra máquina soldadora y equipos.
- C.1.2. Descripción y equipos utilizados.
 - C.1.2.1. Máquina soldadora.

Características :

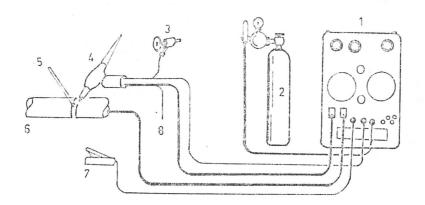
- Corriente contínua y alterna
- Polaridad positiva
- Enfriamiento por aire/agua
- Botella de argón con su manómetro.
- C.1.2.2.- Argón : Una botella con una pureza de 99.997% Manómetro.
- C.1.2.3. Equipo de corte de cañerías para 90° y preparación de bisel.
- C.1.2.4. Posicionadores.
- C.1.3. Clasificación amperajes, según espesores :

2 y 3 nm. 85 a 90 amperes 5 nm. 90 a 120 amperes

- C.1.4. Clasificación de flujos :
 - C.1.4.1. Flujo de argón al interior de las cañerías de 8 a 12 litros por minuto.
 - C.1.4.2.- Flujo de argón, a la pistola de 10 a 12 litros por mi nuto constante.

Si la pistola o la cañería es de mayor diámetro, se eleva el flujo de argón. El objetivo del argón es de eliminar la presencia de oxígeno que tenga en su interior.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL EQUIPO TIG

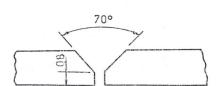


- 1.- FUENTE DE PODER : Corriente contínua y alterna con unidad de alta frecuencia:
- 2.- GAS DE PROTECCION
- 3.- SUMINISTRO DE AGUA (Enfriamiento pistola)
- 4.- PISTOLA
- 5.- MATERIAL DE APORTE
- 6. MATERIAL BASE
- 7. CONTROL REMOTO DE PEDAL
- 8.- DRENAJE DE AGUA.

FIG. Nº 1

 $e \le 2 m/m$

SE SUELDAN DE TOPE



 $3 \le e \le 5$

5 ≤ e ≤ 10

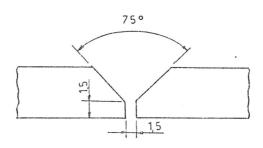


FIG. N° 2

C.1.5.- Al efectuar una soldadura, la pistola se debe mantener en posición de soldado antes de bajar el amperaje, por uno a dos segundos, hasta que el argón acumulado en la mangue ra de la pistola, se haya eliminado totalmente. La ven taja de ésto, es evitar la presencia de oxígeno en el area de soldado. Esto elimina la posibilidad de formación de cráter y oxidación.

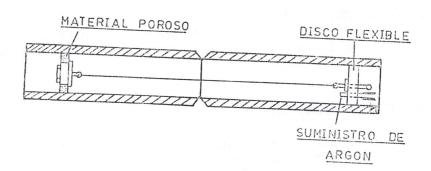
C.2.- PROCEDIMIENTO .

- C.2.1. Cortar cañería perpendicular a su eje (90°).
- C.2.2.- Biselar ángulo, según el espesor de la cañería : 2 m/m de espesor no lleva bisel 3-5 m/m de espesor lleva bisel de 70° 5-10 m/m de espesor lleva bisel de 75° Ver figura N° 2.
- C.2.3.- Limpieza mecánica con lijadora automática (Lija Nº 40) y escobilla de acero inoxidable, este proceso debe efectuarse interior y exteriomente en uma area aproximada de 150 m/m.
- C.2.4.- Limpieza en agua con solución detergente durante un periódo de 2 a 3 minutos y enjuagar en agua limpia a 70°C.
- C.2.5.- Presentar cañerías y pinchar en 3 ó 4 sectores, según el diámetro de la cañería.
- C.2.6.- Limpiar soldadura rehaciendo el bisel. (dejando sólo el material base).
- C.2.7.- Repetir el proceso de limpieza mecánica.
- C.2.8. Repetir el proceso de limpieza química.
- C.2.9. Cubrir sector a soldar con paño limpio.

C.2.10. - Proceder a soldar según los siguientes pasos. Es muy importante, para obtener una buena soldadura, que este proceso se cumpla cabalmente y que la penetra - ción no supere los siguientes valores:

Diámetro interior cañería m/m	Penetración Máxima m/m
	and the second desired and the second
50	1.5
50 a 150	2.0
150 a 250	2.5
250	3.0

C.2.10.1. - Ambos extremos o ramificaciones de las cañe - rías a soldar, deben ser tapadas con tapas metálicas a presión diseñadas al diámetro de ésta, o también con tapas de moltoprén adyacentes a la zona a soldar.



C.2.10.2. Una vez cumplida esta etapa de sellado y considerando que las cañerías están bién ajustadas, limpias y con el amperaje correcto, se procede a depositar el cordón de raiz.

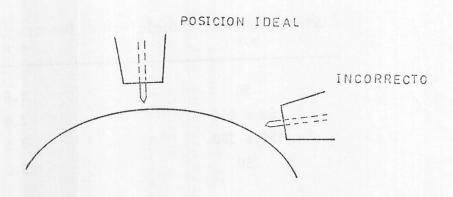


FIGURA N° 4

- C.2.10.3. Una vez efectuado el cordón de raiz, se procede a limitar mecánicamente o manualmente para proceder a depositar el resto de los cordones que sean necesarios. Entre cordón y cordón, siempre debe hacerse una limpie za correcta, permitiendo con ello, una buena base para los siguientes pasos.
- C.2.10.4. Una vez terminado el proceso de soldado, no se deben retirar las tapas que cubren sus extremos, durante 1 a 2 minutos, evitando la presencia de exígeno en su interior.

C.3.- PRUEBA HIDRAULICA

- C.3.1. Efectuar prueba hidraúlica a 1,5 veces la presión de trabajo por 15 minutos.
- C.3.2.- Secar y sellar extremos de cañerías.

REFERENCIAS.

- ARTHUR H. TUTHIL, "Guidelines for the use of copper alloys in sea water", nace 1967, Materials perfomance.
- "Galvanizado en caliente de eañerías, fittings y accesorios", es pecificación técnica N° 4561 53/280/82. ASMAR (T).
- "Corrosión and protection of steel pipes in a natural seawater environmet", N.B.S. Monograph 158. Issued June 1977.
- HERBERT H. UHLIG, "Corrosión y control de corrosión", ediciones URMO 1970.
- C. PEARSON, "Role of iron in the inhibition of corrosion of marine heat exchangers", BR Corrosion J, 1972, Vol. 7, March.
- "Products for the Shipbuilding industry", VDM, publication N° 8062 86 09.
- JOHN P. GUDAS AND HARVEY P. HACK, "Parametric evaluation of susceptibility of Cu-Ni Alloys to sulfide induced corrosion in seawater", Nace, vol. 35, N°6, June 1979.
- "The copper-Nickel alloys", INCO 1973.
- "Welding copper nickel alloys", international nickel limites.
- "CuNi 10 Fe, Pipelines". norma VG 85004, september 1969.