

TRN. AP. 93.00121

INIS-mf--13292

SOLDADURA CON PROCESO TIG AUTOMATICO DE LOS ACCESORIOS EXTREMOS (END FITTING) PARA LA EJECUCION DE UN RECAMBIO DE CANAL DE COMBUSTIBLE EN EL REACTOR DE LA CENTRAL NUCLEAR EMBALSE.

PEDRO OMAR SUAREZ
SERVICIOS PARA CENTRALES
ESCUELA DE SOLDADURA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

XVIII REUNION ANUAL ASOCIACION ARGENTINA DE TECNOLOGIA NUCLEAR
BUENOS AIRES - OCTUBRE DE 1990

SOLDADURA CON PROCESO TIG AUTOMÁTICO DE LOS ACCESORIOS EXTREMOS
(END FITTING) PARA LA EJECUCIÓN DE UN RECAMBIO DE CANAL DE COMBUSTIBLE
EN EL REACTOR DE LA CENTRAL NUCLEAR EMBALSE

SPANISH ABSTRACT

El presente trabajo describe la metodología de corte de la soldadura existente y la posterior soldadura ejecutada mediante proceso TIG de la junta sujeción por el arco de fuelle y el anillo del tipo fitting, de uno de los canales de combustible del reactor de la Central Nuclear Embalse. El reemplazo, se determinará previamente mediante el mecanismo de CLAR-EITE con el cual se observará el desplazamiento operado entre los anillos garden spring que separan los tubos de presión de los tubos de calandria. La soldadura a efectuar cumple la función de sellar el gas anular CO₂ (dióxido de carbono) circulante entre el tubo de presión y el tubo de calandria durante el funcionamiento de la planta. (Autor)

1.- FRENTE DE CALANDRIA - ACCESORIOS DE EXTREMO

Por efecto del trabajo a que se ven sometidos los tubos de presión y de calandria durante la operación de la planta, los mismos requieren un mantenimiento luego de transcurrido un cierto tiempo. Un complejo sistema de detección llamado SLAR-ETTE, tiene el objetivo de efectuar la ubicación de los anillos Garter Spring que separan los tubos de presión y calandria y en función de ello se determina el canal de combustible con una anomalía tal que motive su reemplazo. El elemento a reemplazar es el tubo de presión con sus dos accesorios de extremos (End Fitting). La figura 1 muestra el reactor nuclear con el frente de Calandria y End Fitting .

Una vez arribada a esta instancia, se procederá al corte de la soldadura de filete y de sello que une el anillo del E.F. con el anillo de fulle o junta de dilatación, se extraerá el E.F. y el canal de combustible (tubo de presión), se reemplazarán ambos y a posteriori se soldar^r entre sí mediante el procedimiento de soldadura, motivo central del presente trabajo. La exposición radiológica esperable en el momento de ejecutar la soldadura en el reactor, será de 800 mrem/hora sobre el frente de calandria.

2.- PUESTA A PUNTO DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

El desarrollo de este procedimiento se realizó en el taller de Equipos Especiales de SPC en Embalse por personal de la Escuela de Soldadura. Se efectuaron diversas prácticas con distintos parámetros de soldadura hasta lograr la puesta a punto óptima de la soldadura a realizar con la aprobación correspondiente de los ensayos requeridos según código ASME Sección IX.

La soldadura a efectuar es de filete y constituye un sello para el gas anular compuesto por Anhídrido Carbónico, el cual circula en el espacio concéntrico entre el tubo de calandria y el tubo de presión. Este gas cumple la función de aislante térmico durante la operación de la planta nuclear. El proceso de soldadura seleccionado es el más adecuado debido a la importancia del mencionado sello y a la alta calidad que ofrece el proceso de soldadura TIG.

Para la puesta a punto de los parámetros de soldadura, se usó un mock-up como el señalado en la figura 2 el cual simula la ubicación de un End Fitting y los periféricos al mismo. Es de hacer notar que la ubicación real de un E.F., implica el no acceso directo a la soldadura del mismo por medio de las manos del operador, debido a la distancia que media entre el puesto de trabajo del operador y la ubicación real de la

soldadura la que se halla a unos 1500 mm. del puesto del operador y al grado de confinamiento existente entre los E.F. Este es el motivo real por el cual se deben usar herramientas especiales con la extensión que requiere el caso, unos 1800mm., para la ubicación y montaje de las distintas partes del equipo.

A pesar de que si el E.F. a reemplazar en la calandria, es periférico a la misma, el grado de inaccesibilidad disminuirá considerablemente respecto a los E.F. centrales, la práctica de la puesta a punto de la soldadura y entrenamiento de operadores, se realizó pensando en la situación más desfavorable.

En la práctica realizada se detectaron muchos puntos importantes para tener en cuenta durante la calificación del procedimiento y operadores siendo los más relevantes los que se enumeran a continuación:

- a) El punto inicial de la soldadura periférica ubicada en la hora 13,00 según agujas del reloj y posición 5 F de código (E.F. horizontal) y soldadura vertical.
- b) Punto de inicio de giro del cabezal.
- c) Coordinación de arco inicial de soldadura con el comienzo de la alimentación de alambre de aporte.
- d) Punto final de alimentación de alambre de aporte.
- e) Punto final de la corriente de soldadura y comienzo de la pendiente de descenso.

A estos puntos relevantes se suma la determinación de los restantes parámetros de soldadura para su correcta ejecución.

3.- PARAMETROS DE SOLDADURA UTILIZADOS PARA EL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Fuente de poder: HOBART CIBER TIG 300A con programador serie 300 y unidad remota de alta frecuencia.

Panel de control

del operador : Control de inicio de arco, inicio y final de giro de cabezal, inicio y final de alimentación de alambre de aporte, corte de arco de soldadura y comienzo de pendiente de descenso, pulsador de emergencia.

Metal de Aporte: ER-70 S-2 SFA 5.18, alambre en forma de espiral sin luz entre espiras, diámetro de espiral= 2,3 mm., diámetro de alambre = 0,4mm.

Proceso de soldadura

: TIG con torcha refrigerada Electrodo de W ϕ 2,4mm. EW th-2 polaridad negativa.

Corriente de Soldadura

: Continua y pulsada con 145, pulsos por minuto.

Valor superior
de corriente : 150 A.

Valor inferior
de corriente : 110 A.

Tiempo de pre
purga : 10".

Tiempo de post-
purga : 20".

Tiempo de 1° gi-
ro del cabezal : 9'.

Velocidad de sol-
dadura : 1,18 mm/seg.

Corriente final: 20 A.

Sentido de giro
del cabezal : Antihorario.

Velocidad de ali-
mentación del
alambre : 5 mm/seg.

Caudal de gas de
blindaje : 7 lts/minuto, Argón para soldadura pureza 99,99%.

Posición de sol-
dadura : 5 F según código ASME Sección IX

Distancia de
electrodo de W-a
ambas caras de
anillos a unir : 3,5mm.

Materiales base: ASTM A-519 (Anillo de End-Fitting) y ASTM A-106 (Anillo de Fuelle).

Los ensayos realizados y aprobados del procedimiento de soldadura fueron los siguientes:

- a) Macrografía: Se observó fusión completa de raíz y soldadura sana en toda la sección transversal.

- b) Perfil de dureza: La dureza máxima en la sección transversal nunca superó los 25 HRC.
- c) Micrografía : Se observó un leve crecimiento de grano en la ZAC dentro de términos aceptables, con una soldadura sana en toda la sección analizada.

Los ensayos fueron efectuados en 4 secciones a 90° entre sí respecto al punto inicial de la soldadura, para cubrir las posiciones bajo mano, vertical descendente, sobrecabeza y vertical ascendente.

4. MONTAJE DEL EQUIPO DE SOLDADURA EN EL MOCK-UP:

Para efectuar la soldadura se deben realizar secuencialmente los siguientes pasos, los que se deberán cumplir en forma similar al efectuar la soldadura en el reactor de CNE.

- a) Montaje de anillos de Fuelle y End Fitting (figura 6).
- b) Montar rodillo de apoyo sobre la mitad de carcaza correspondiente (figura 10).
- c) Montar 2 mitades de carcaza sobre End Fitting mediante herramientas especiales (figura 3 y 5).
- d) Montar carcaza con eje y piñón de comando (figura 7 y 12).
- e) Controlar velocidad de alambre montado sobre el patín (figura 11).
- f) Montar 2 patines y 3er. patín con torcha de soldadura sobre 2 mitades de carcazas (figura 3, 8, 11).
- g) Comprobar giro libre de carcazas.
- h) Montar manija exterior para desplazamiento longitudinal de carcazas apoyar rodillo sobre anillo de E.F. (figura 7, 10 y 12).
- i) Montar motor eléctrico para giro de cabezal con patines (figura 12).
- j) Tomar medida real mediante herramientas especiales, señalada en figura 6.
- k) Transportar medida real al dispositivo de torcha de soldar para la puesta a punto de la misma (figura 4 y 9).
- l) Controlar tiempo de giro de cabezal.
- m) Chequear programa completo de máquina de soldar, controlar equipo completo.
- n) Ejecutar la soldadura (figura 12).

5. MONTAJE DEL EQUIPO DE CORTE EN EL MOCK-UP

Una vez efectuada la soldadura en el mock-up el equipo de soldadura se desmonta para proceder al equipamiento correspondiente a la operación de corte de la soldadura.

Este corte se efectuó a los efectos de realizar la práctica correspondiente y detectar los pasos exactos para ponerlos en práctica en el frente de calandria. La operación de corte en el reactor se realiza antes de la operación de soldadura, en el mock-up de práctica, lo primero que se realiza es la soldadura, para luego efectuar el corte de filete a los fines del entrenamiento del operador.

La secuencia a seguir para montar el equipo de corte es la siguiente:

- a) Desmontar manija exterior de desplazamiento longitudinal.
- b) Desmontar motor eléctrico (figura 12).
- c) Extraer tres patines de carcasas (figura 8 y 11).
- d) Extraer carcasa con eje de comando de giro y piñón (figura 7 y 12).
- e) Desmontar cabezal compuesto de 2 mitades (figura 3), desmontar rodillo.
- f) Colocar herramienta de corte (figura 8).
- g) Montar carcasas en 2 mitades (figura 3 y 5).
- h) Montar carcasa con eje de comando de giro y piñón.
- i) Comprobar giro libre de cabezal.
- j) Montar motor neumático (figura 7).
- k) Montar manija de comando de desplazamiento longitudinal de herramienta.
- l) Conectar alimentación de aire comprimido al motor y ejecutar el corte.

La herramienta gira aproximadamente a 16 rpm mientras se presiona la herramienta contra la soldadura mediante la acción de la manija de desplazamiento longitudinal (figura 7).

La comprobación de la profundidad final del corte se efectúa en forma visual o con ayuda de un boroscopio dispuesto para tal fin. Actitud similar deberá seguirse en el frente de Calandria para realizar la extracción del E.F.

6. CALIFICACION DE OPERADORES DE SOLDADURA Y OPERADORES DE CORTE DE SOLDADURA

Todas las tareas previas mencionadas y su correspondiente secuencia, deberán seguirse estrictamente durante su ejecución en el frente de calandria, para lo cual los operadores han sido entrenados usando un mock-up que simula exactamente el grado de inaccesibilidad que existe en el reactor de C.N.E.

7. SECUENCIA A SEGUIR DURANTE EL RECAMBIO DEL CANAL DE COMBUSTIBLE EN EL REACTOR DE CNE

Como ya se señalara, en el frente de calandria, lo primero que debe efectuarse es la operación de corte de la soldadura y luego la soldadura de filete, la secuencia será la siguiente:

- a) Fijación del Fuelle del End Fitting.
- b) Realizar el corte de la soldadura de filete.
- c) Extraer el End Fitting y el canal de combustible (tubo de presión).
- d) Colocar el nuevo canal de combustible y el nuevo End-Fitting.
- e) Efectuar una soldadura de filete completa de práctica sobre el mock-up a un costado de calandria.
- f) Realizar soldadura real sobre el End-Fitting.
- g) Inspección de soldadura.
- h) Quitar fijación de Fuelle.

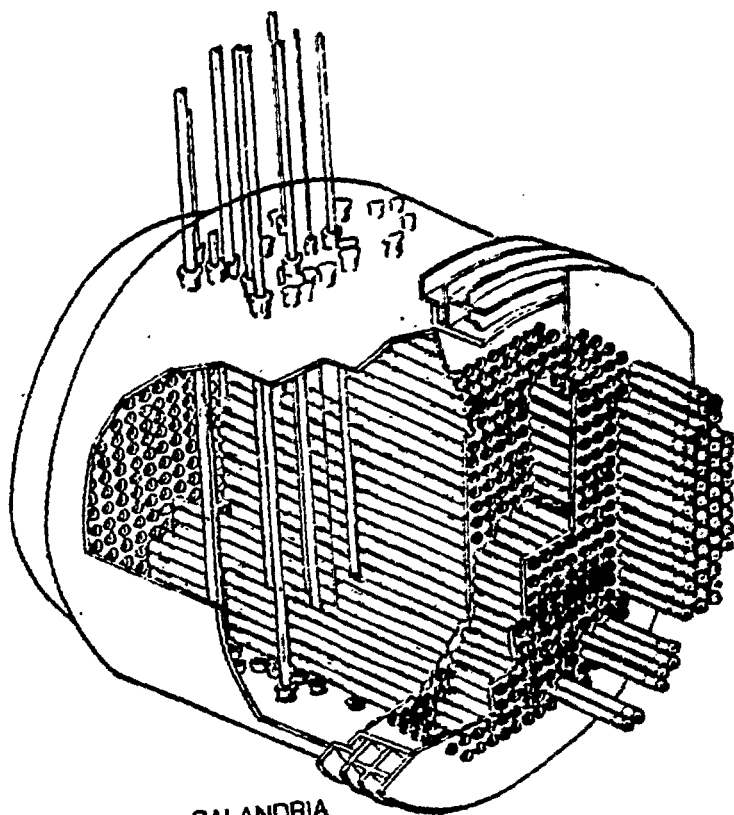
La soldadura a efectuar sobre el End-Fitting del lado opuesto, requiere la repetición de todos los pasos mencionados anteriormente, con la excepción de que se extraerá y colocará el nuevo End-Fitting solamente, debido a que el canal de combustible ya estará colocado.

8. INSPECCION A REALIZAR

La inspección de la soldadura se ejecutará en forma visual con aparatos y equipos de observación remota tales como boroscopios, espejos, etc. Esta observación se realizará básicamente para observar eventuales faltas de fusión en ambos costados del filete, porosidad visible y dimensiones de la sección del filete, la cual debe poseer un mínimo de 4mm.

AGRADECIMIENTO

El autor del presente trabajo agradece y pone de relieve, el valioso aporte brindado por el Sr. HUGO SAYAGO para la concreción del mismo.



CALANDRIA

FIGURA N° 1

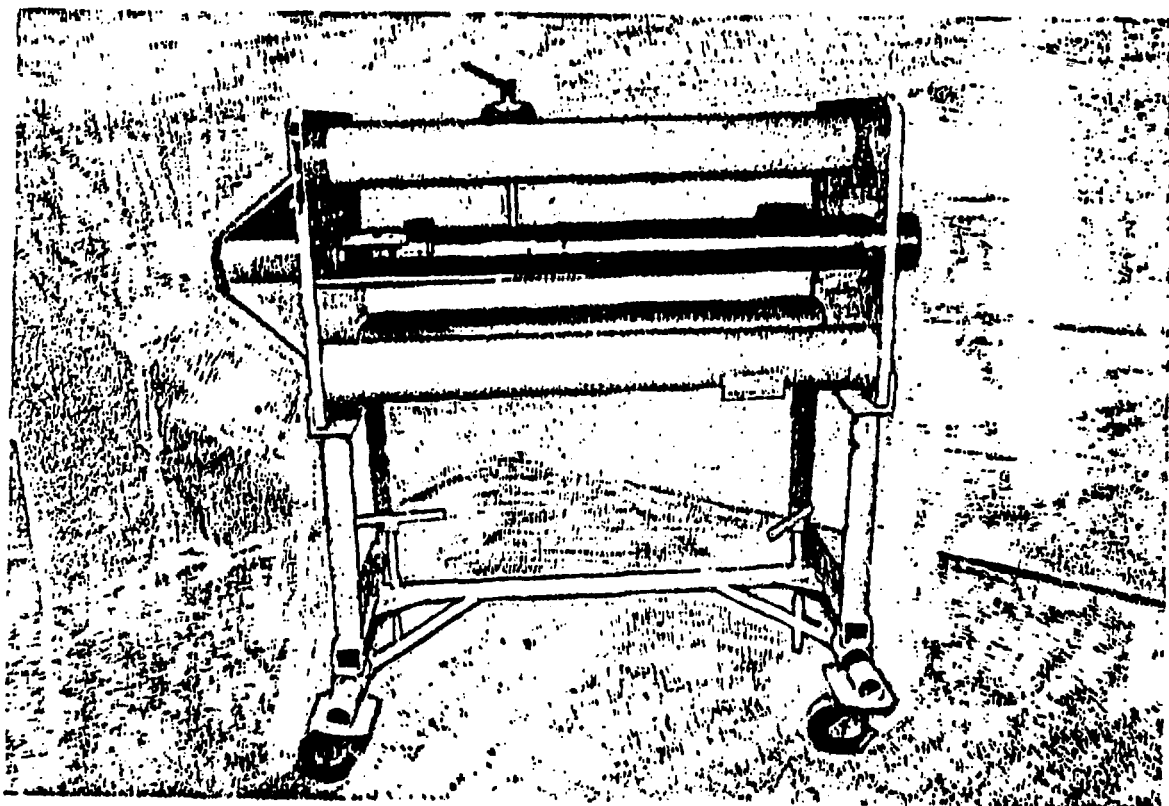


FIGURA N° 2

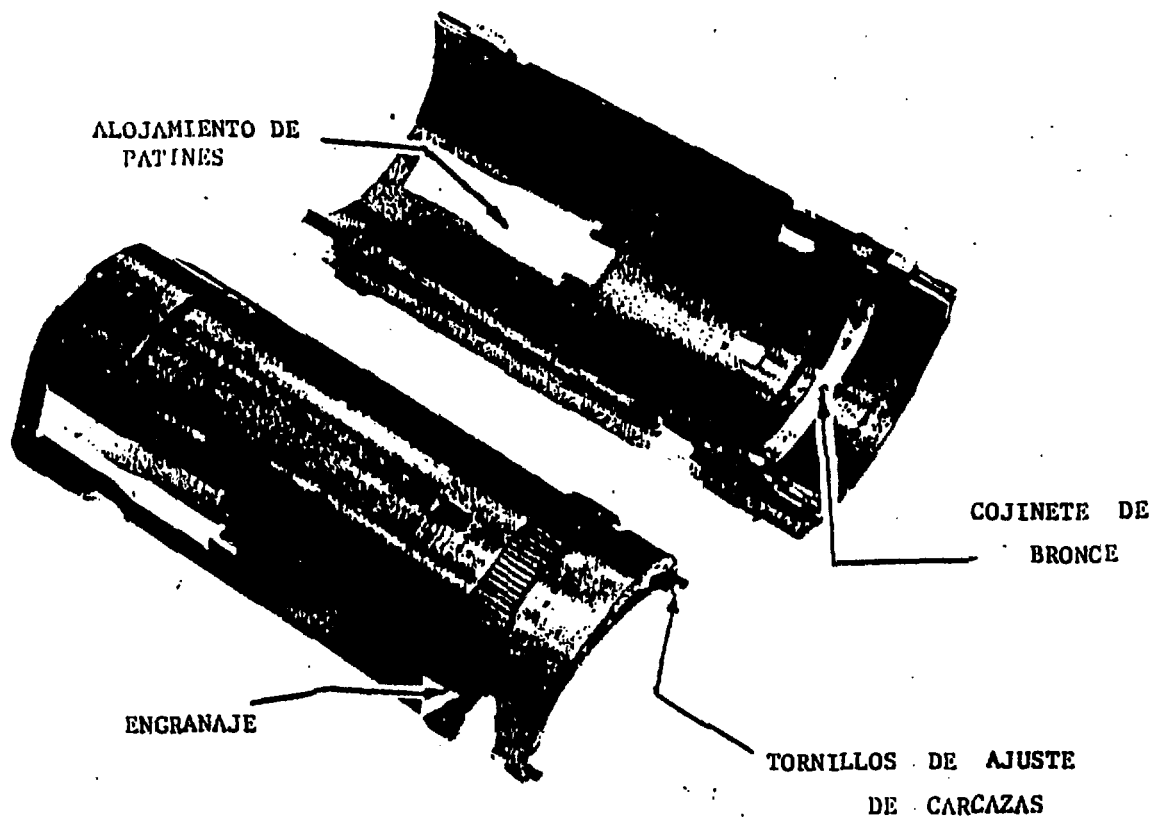


FIGURA N° 3

DISPOSITIVO DE TORCHIA

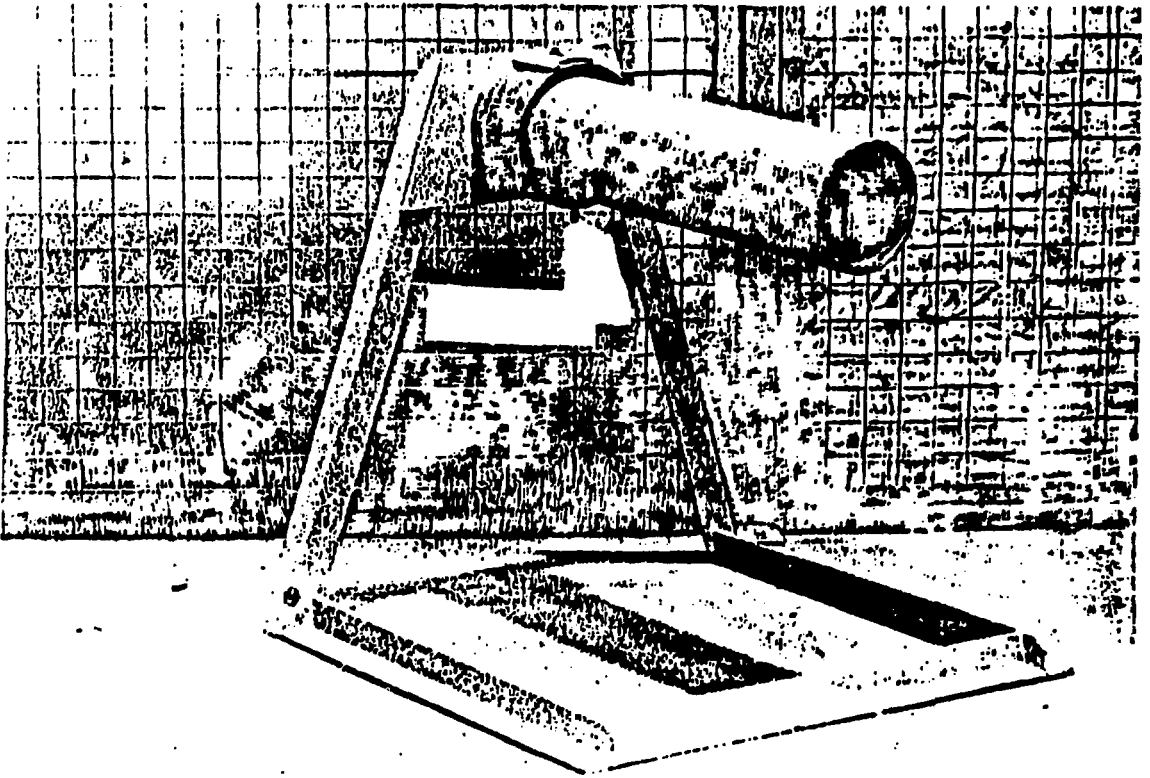


FIGURA N° 4

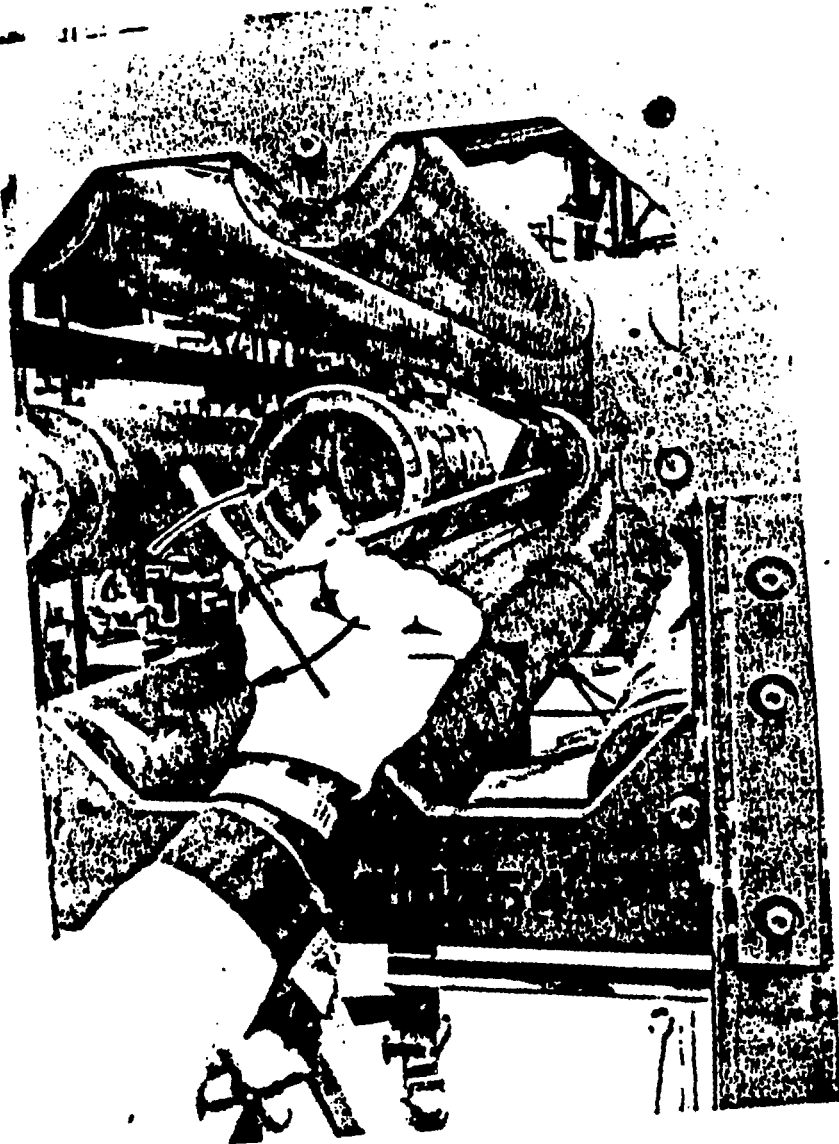


FIGURA N° 5

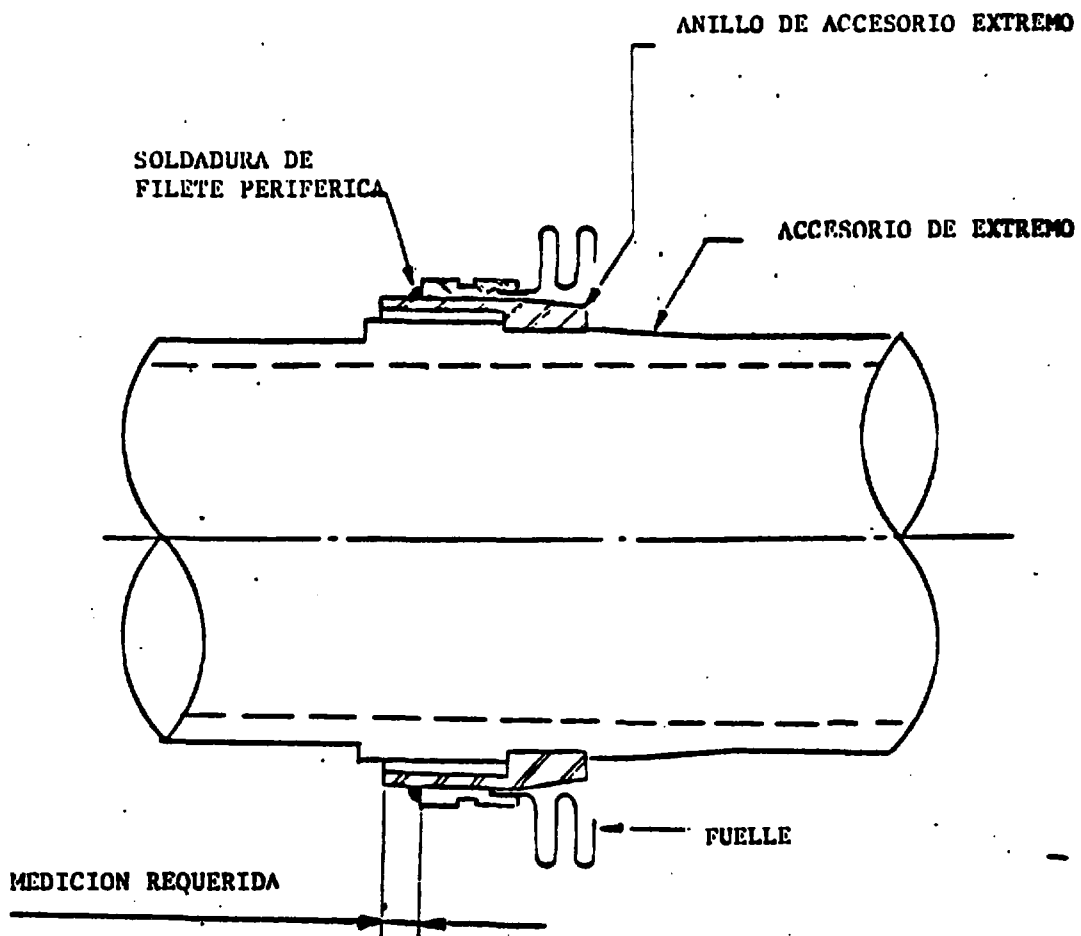


FIGURA N° 6

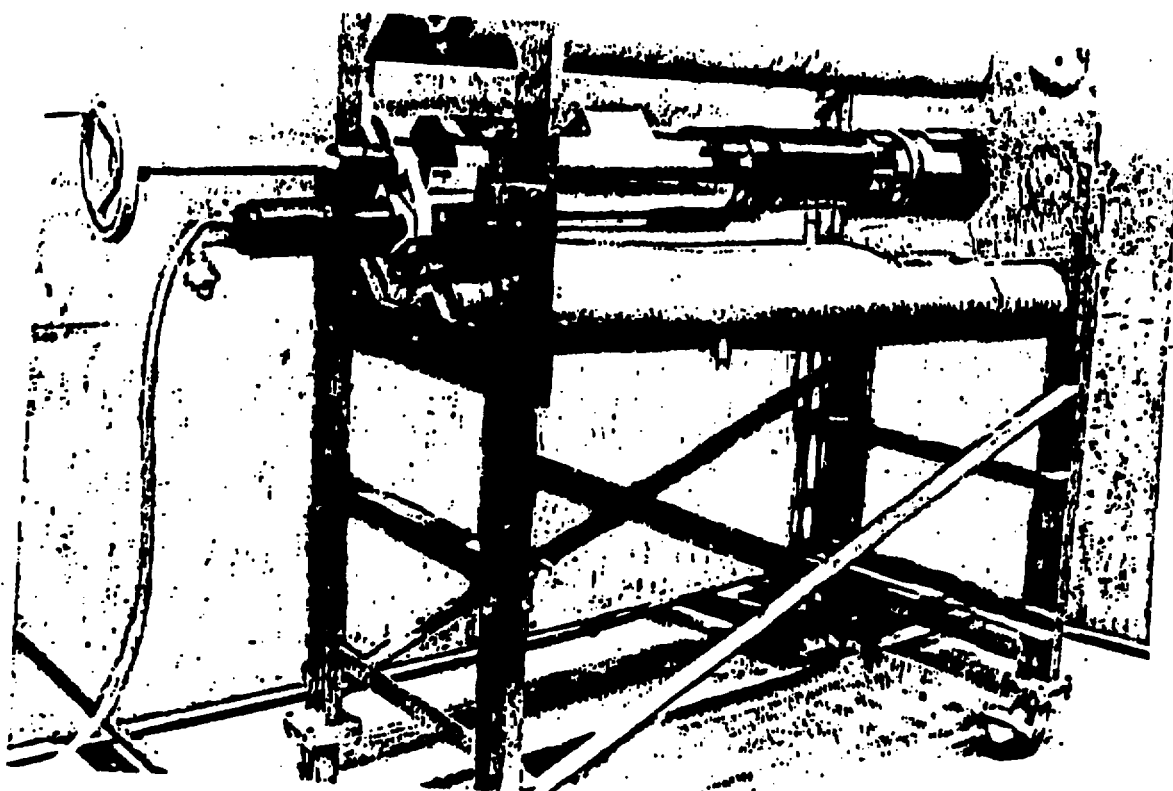


FIGURA N° 7

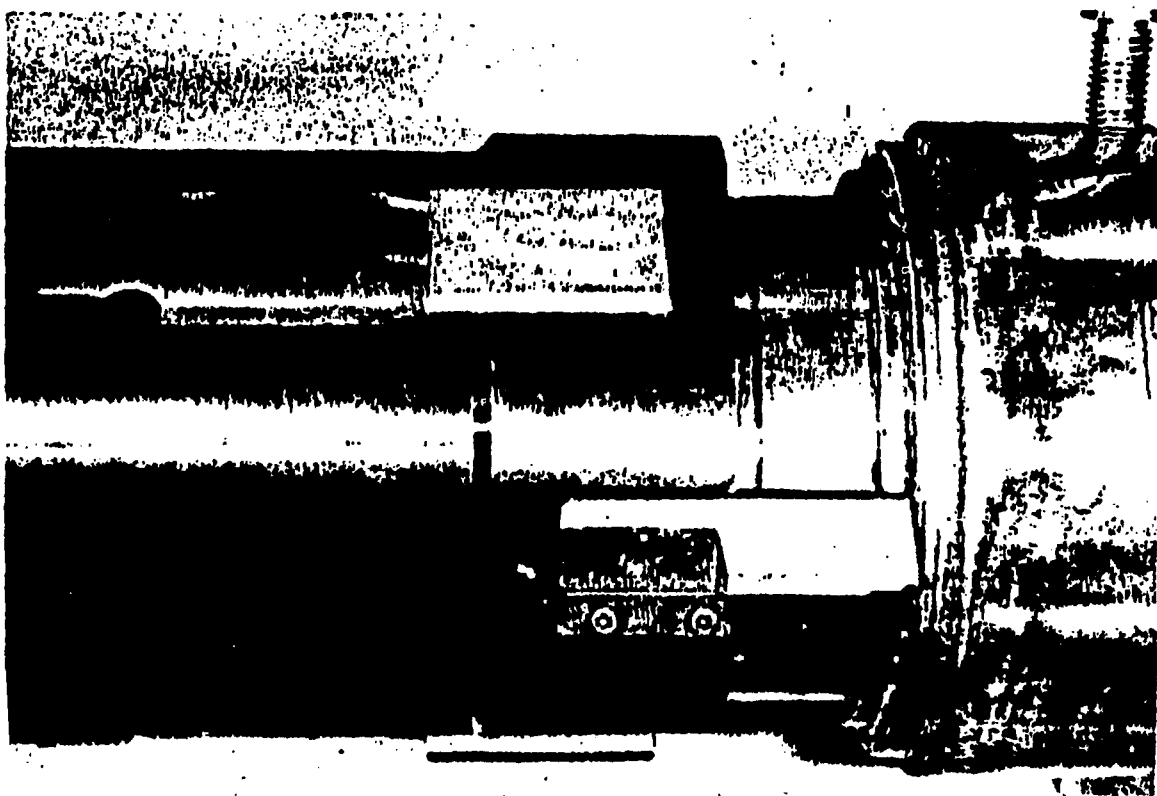


FIGURA N° 8

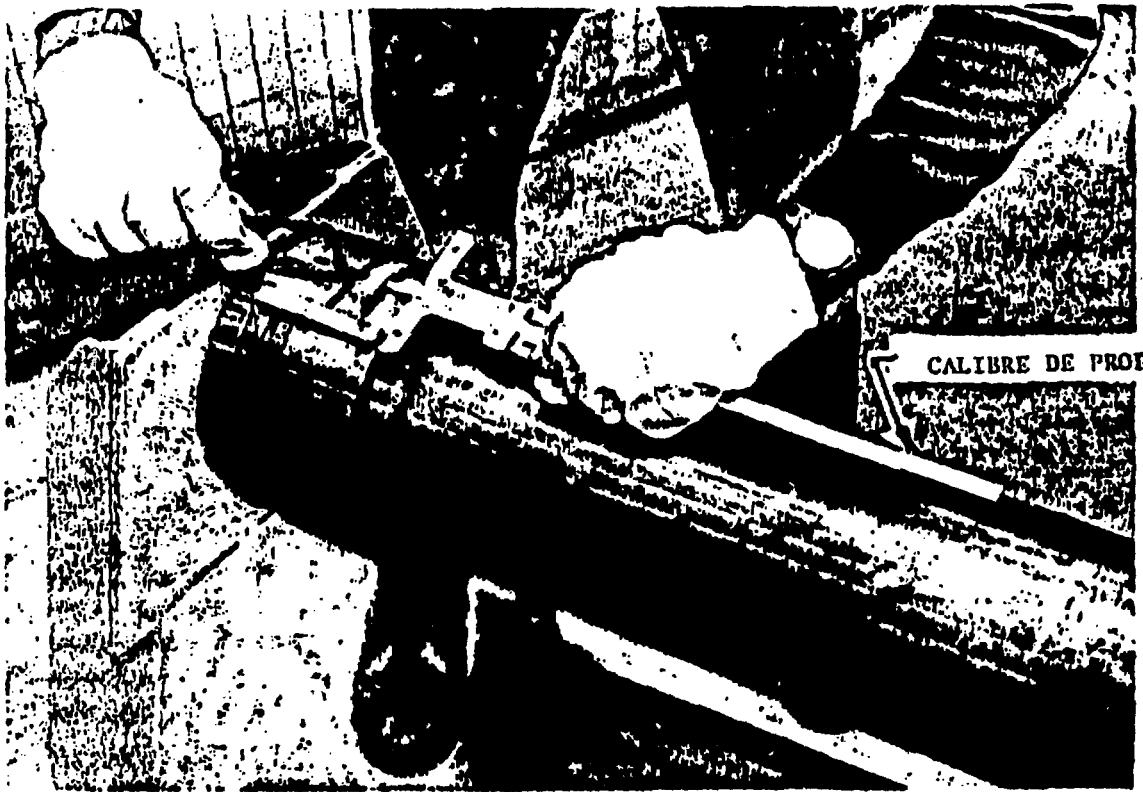


FIGURA N° 9

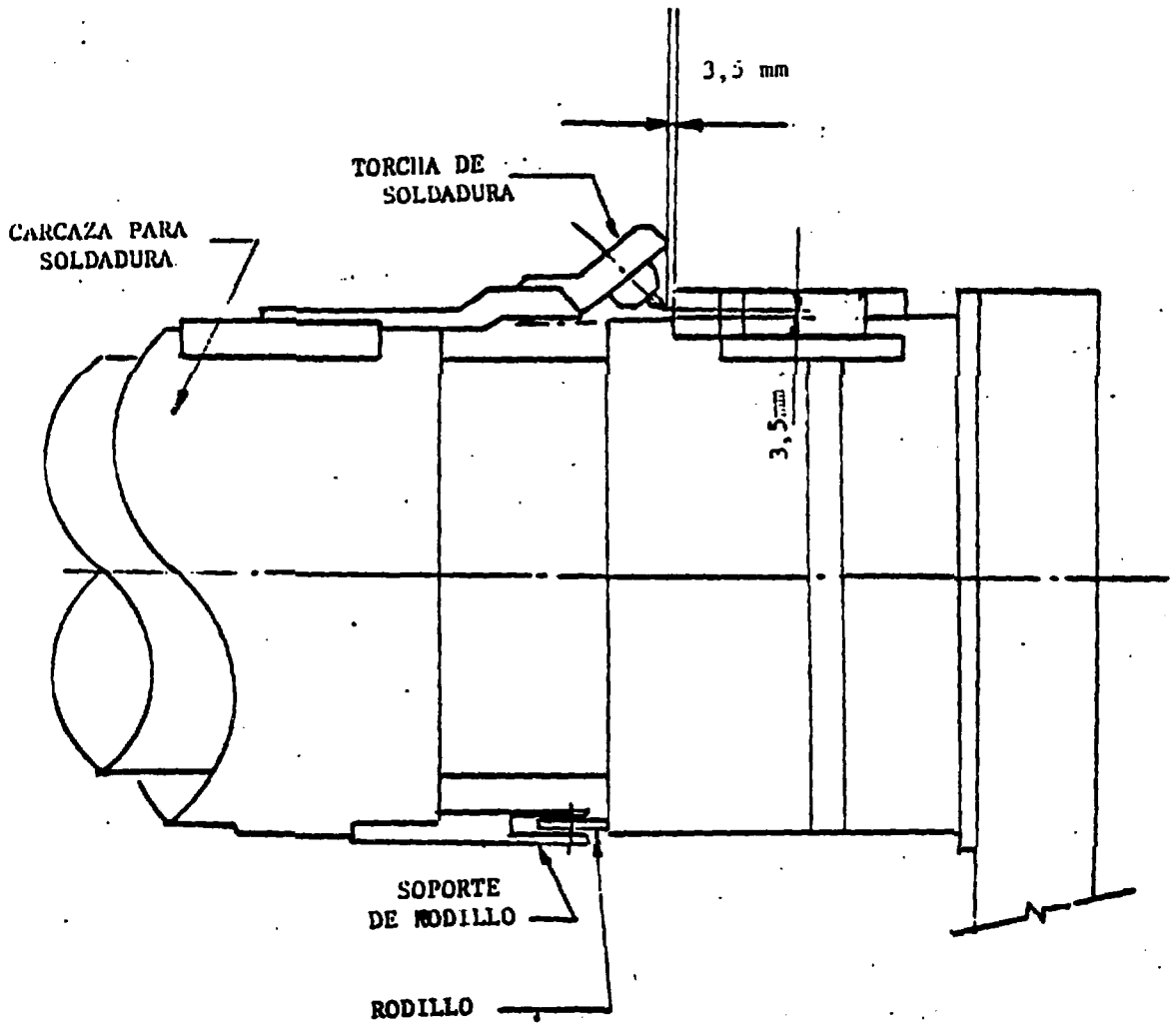


FIGURA N° 10

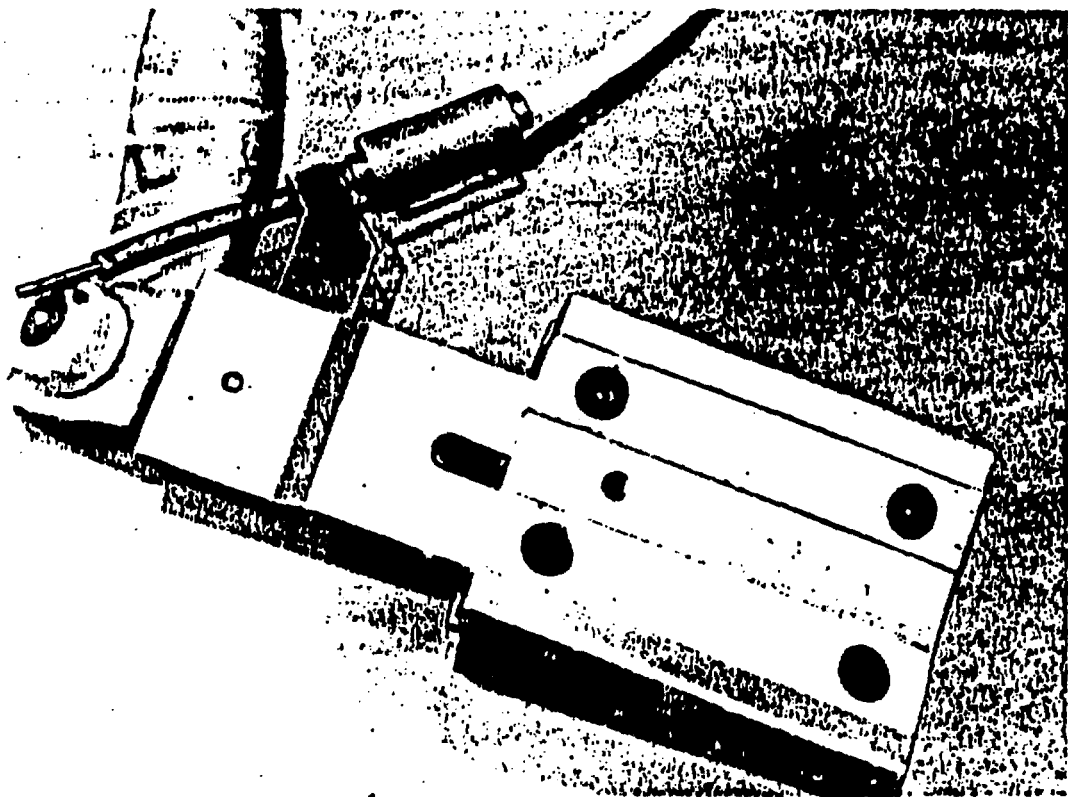


FIGURA N° 11

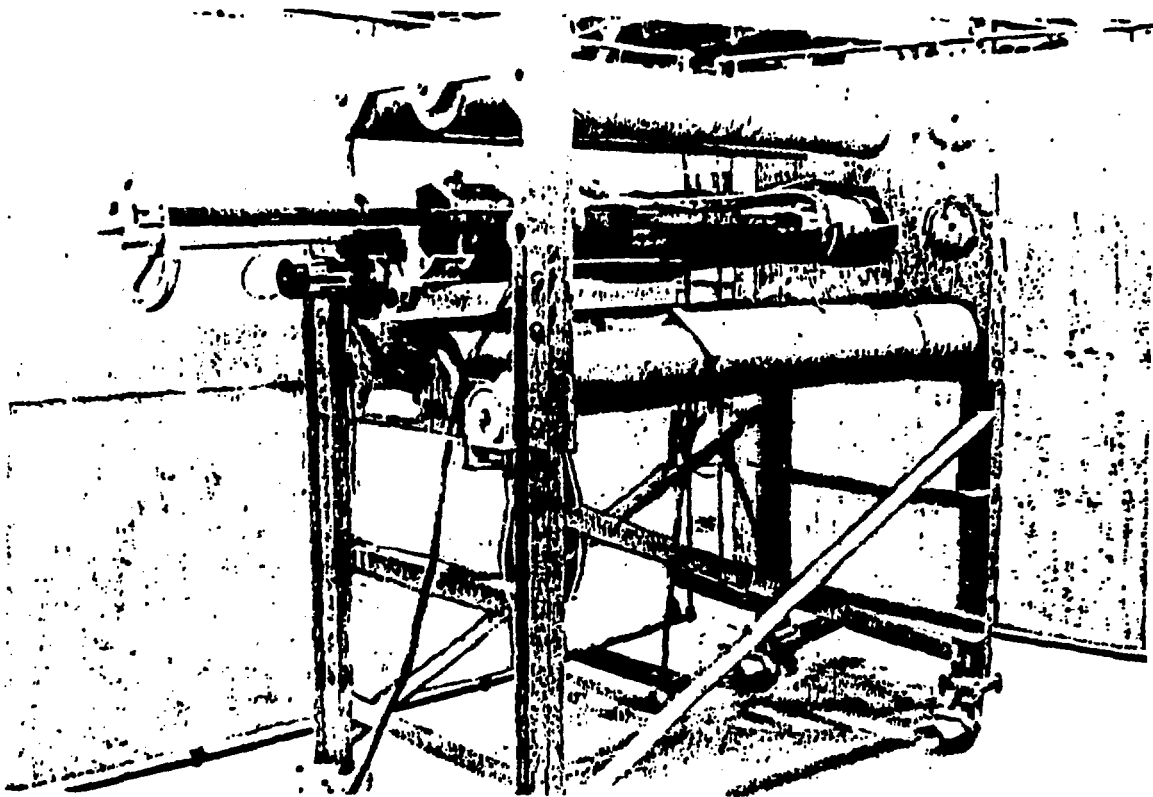


FIGURA N° 12