

CNEA / AC - 4/81

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

MANUAL DE CAPACITACION PARA
CENTRALES NUCLEARES DE
600 Mwe.

Preparado por AECL para el entrenamiento del personal
de la Central Nuclear en Embalse

Nivel 2

TM 31700-Mecanismo de Reactividad-Parte Mecánica

Córdoba - Argentina

1 9 8 0

MANUAL DE CAPACITACION PARA CENTRAL NUCLEAR DE 600 MWeNIVEL 231700 MECANISMO DE REACTIVIDAD - PARTE MECANICAINDICE

1.0 INTRODUCCION

A PLATAFORMA DEL MECANISMO DE REACTIVIDAD, CAPUCHONES,
TUBOS DE GUIA Y EXTENSIONES DE TUBOS DE GUIA

A2.0 OBJETO

A2.1 Plataforma del Mecanismo de Reactividad

A2.2 Capuchón del Mecanismo de Reactividad

A2.3 Tubos de Guía

A3.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA

A3.1 Plataforma del Mecanismo de Reactividad

A3.2 Capuchones

A3.3 Tubos de Guía Vertical

A3.4 Tubos de Guía Horizontal

A3.5 Extensiones de Tubo de Guía

A3.6 Sistema de Retención Sísmico para los Capuchones

A4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

A5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

A6.0 REFERENCIAS

B BARRAS DE PARADA

B2.0 OBJETO

B3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

B3.1 Barras de Parada

B3.2 Resorte de Aceleración y Tapón de Blindaje

B3.3 Mecanismo de Accionamiento

B3.4 Ubicación de los Equipos

B4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

B4.1 Secuencia de Funcionamiento (Mecánica)

INDICE (continuación)

B5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

B6.0 REFERENCIAS

C BARRAS ABSORBENTES DE CONTROL

C2.0 OBJETO

C3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

- C3.1 Elemento Absorbente de Control
- C3.2 Tapones de Blindaje
- C3.3 Mecanismo de Accionamiento
- C3.4 Ubicación de los Equipos

C4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

- C4.1 Secuencia de Funcionamiento (Mecánica)
- C4.2 Disminución de Potencia Escalonada
- C4.3 Ensayo de Caída Parcial
- C4.4 Operación Automática y Manual

C5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

C6.0 REFERENCIAS

D DETECTORES HORIZONTALES Y VERTICALES DE FLUJO

D2.0 OBJETO

D3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

D3.1 Conjunto Vertical

- D3.1.1 Subconjunto Capuchón
- D3.1.2 Subconjunto Tubo de Guía
- D3.1.3 Subconjunto Detector Vertical

D3.2 Conjunto Horizontal

- D3.2.1 Subconjunto Capuchón
- D3.2.2 Subconjunto Tubo de Guía
- D3.2.3 Subconjunto Detector Horizontal

D3.3 Ubicación de los Equipos

INDICE (continuación)

D4.0	PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO
D4.1	Detectores Horizontales y Verticales de Flujo
D5.0	CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2
D6.0	REFERENCIAS
<u>E</u>	<u>UNIDADES DE PARADA POR INYECCION DE LIQUIDO</u>
E2.0	OBJETO
E3.0	DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES
E3.1	Capuchón
E3.2	Conjunto Fuelle
E3.3	Camisa de Congelamiento
E3.4	Boquilla de Inyección
E3.5	Tubo de Inyección
E3.6	Posicionador
E3.7	Otros Componentes
E4.0	PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO
E5.0	CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2
E6.0	REFERENCIAS
<u>F</u>	<u>UNIDADES DE CONTROL ZONAL LIQUIDO</u>
F2.0	OBJETO
F3.0	DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES
F3.1	Conjuntos de Control Zonal
F3.2	Colector Terminal
F3.3	Posicionador Inferior

INDICE (continuación)

F4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

F5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

F6.0 REFERENCIAS

G BARRAS DE AJUSTE

G2.0 OBJETO

G3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

- G3.1 Elemento de Ajuste
- G3.2 Tapones de Blindaje
- G3.3 Mecanismo de Accionamiento
- G3.4 Ubicación de los Equipos

G4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

G4.1 Secuencia de Operación

G5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

G6.0 REFERENCIAS

H CAMARAS DE IONIZACION

H2.0 OBJETO

H3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

- H3.1 Cámara de Ionización, Obturadores y Contadores de Arranque
- H3.2 Carcasa de la Cámara de Ionización
- H3.3 Conjunto Tubo de Acceso para Cámara de Ionización
- H3.4 Tapón de Blindaje

INDICE (continuación)

H4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

H5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

H6.0 REFERENCIAS

I RECIPIENTES VERTICALES Y HORIZONTALES

I2.0 OBJETO

I3.0 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES

- I3.1 Recipiente Vertical
- I3.2 Carcasa del Recipiente
- I3.3 Compuerta para el Recipiente
- I3.4 Mecanismo de Izaje e Inclinación
- I3.5 Tapa Superior
- I3.6 Manguito de Ajuste de Cobalto
- I3.7 Extensión de Boquilla
- I3.8 Distanciador, Manguito y Blindaje del Detector Vertical de Flujo
- I3.9 Pedestal
- I3.10 Recipiente Horizontal

I4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

- I4.1 Preparación de la Plataforma
- I4.2 Preparación del Recipiente
- I4.3 Transporte del Recipiente
- I4.4 Carga, Transferencia y Descarga del Recipiente

I5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

I6.0 REFERENCIAS

APENDICE 1

MANUAL DE CAPACITACION PARA CENTRAL NUCLEAR DE 600 MWeNIVEL 231700 MECANISMO DE REACTIVIDAD - PARTE MECANICA1.0 INTRODUCCION

El presente Manual de Capacitación se refiere a la parte mecánica del Mecanismo de Reactividad, y está subdividido en las siguientes siete secciones -

SECCION A - La Plataforma del Mecanismo de Reactividad, de ahora en adelante denominada "Plataforma".

Esta sección incluye los capuchones verticales, los tubos guía y las extensiones de los tubos guía. Estas piezas son comunes a varios mecanismos de reactividad, por lo cual serán tratadas solamente una vez bajo la Sección Plataforma - SI-31710.

SECCION B - Barras de Parada (Sistema de Parada N° 1) - SI-31730.

SECCION C - Barras Absorbentes de Control - SI-31770.

SECCION D - Detectores Horizontales y Verticales de Flujo - SI-31740 y -SI-31745.

SECCION E - Unidades de Parada por Inyección de Líquido - SI-31760.

SECCION F - Control Zonal Líquido - SI-31750.

SECCION G - Barras de Ajuste - SI-31780.

SECCION H - Cámaras de Ionización - SI-31790.

SECCION I - Recipiente Vertical y Horizontal del Mecanismo de Reactividad - SI-31940.

El presente Manual de Capacitación también describe todos los dispositivos de control (hardware) dentro del núcleo, sus funciones, su interrelación y los sistemas de apoyo.

Los mecanismos de reactividad se dividen en dos categorías principales: - conjuntos cuyas piezas móviles pueden modificar la reactividad y, por lo tanto, la potencia entregada por el reactor, como ser barras de ajuste, barras absorbentes de control, barras de parada, control zonal líquido y sistema de inyección de líquido; - conjuntos que contienen los detectores para instrumentación de control del reactor, como ser detectores de flujo y cámaras de ionización.

- 2 -

A PLATAFORMA DEL MECANISMO DE REACTIVIDAD, CAPUCHONES,
SISTEMA DE RETENCION SISMICO, TUBOS GUIA Y EXTENSIONES
DE TUBOS GUIA 31710

A2.0 OBJETO

A2.1 Plataforma del Mecanismo de Reactividad

La Plataforma del Mecanismo de Reactividad tiene por objeto lo siguiente:

- a) servir como soporte para las unidades de control de reactividad
- b) proveer un área de trabajo para el mantenimiento de la unidad de control de reactividad
- c) cerrar el recinto de la calandria y proveer de esta manera el límite entre el agua dentro del recinto y la atmósfera de la sala de calderas
- d) proveer el blindaje necesario para los equipos y servicios ubicados por arriba de la plataforma
- e) proveer blindaje biológico para las operaciones de mantenimiento a efectuarse cuando el reactor está parado
- f) proveer soporte para el recipiente de extracción y el equipo relacionado con el, cuando se requiera
- g) proveer acceso para inspeccionar los componentes de la calandria
- h) proveer acceso para instalar en la calandria la instrumentación de arranque.

- 3 -

A2.2 Capuchones del Mecanismo de Reactividad

El objeto de los capuchones verticales es proveer acceso a la calandria para los Mecanismos de Reactividad dentro del núcleo. Los capuchones también forman parte del límite de presión del moderador y son considerados como parte de la contención de la calandria. Sin embargo, el recipiente de la calandria y los capuchones están sumergidos en el blindaje de agua liviana del recinto. Una falla del límite de presión no afectará la seguridad del reactor pero, no obstante, es importante que no sufran transformaciones estructurales tales que imposibiliten el funcionamiento normal de los mecanismos de reactividad. Con el fin de reducir al mínimo las posibilidades de deformaciones causadas por un sismo, los capuchones han sido "desintonizados" (detuned) mediante un sistema de retención sísmica.

A2.3 Tubos Guía

El objeto de los tubos guía es limitar el movimiento lateral de los dispositivos de control y detección.

A3.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA

A3.1 Plataforma del Mecanismo de Reactividad

La plataforma ilustrada en las figuras 1, 2 y 3, está compuesta por lo siguiente:

- a) Estructura de la plataforma: dos chapas de acero de 4,57 m x 6,10 m con una separación de 76,2 cm entre sí, unidas por nervaduras verticales y con insertos tubulares pasantes destinados a alojar las unidades de control de reactividad.
- b) Blindaje: chapas de acero de 10 cm de espesor colocadas horizontalmente a 35,5 cm por encima de la estructura de la plataforma y soportadas por collares de blindaje ubicados alrededor de los insertos tubulares y por chapas de 5 cm de espesor que forman conductos para la tubería de control zonal.

- 4 -

- c) Planchas de piso: chapas de 6,3 mm de espesor con reticulado anti-deslizante, que cubren el espacio anular entre las placas de blindaje y la cavidad del recinto.
- d) Visores: tubos que pasan a través de la plataforma y están soldados a las boquillas de la calandria. Tienen por objeto permitir el acceso del equipo visor a la calandria.

La plataforma está provista de 87 insertos tubulares que alojan a diversos capuchones de la unidad de control. Los insertos tubulares para las unidades de parada, y las de absorbente sólido, de control y de ajuste, sobresalen 46,9 cm por encima de la placa base superior. Esto sirve para montar los mecanismos de accionamiento por encima de la plancha de piso. Las unidades de control zonal líquido, los detectores verticales de flujo y los visores están al ras con la placa base superior.

El hormigón colocado entre las placas base superior e inferior de la plataforma actúa como blindaje. Durante las operaciones de manipuleo de los recipientes, es necesario contar con cierto blindaje adicional en el momento en que los componentes irradiados se hayan en transición entre la plataforma y el recipiente. Esto se logra mediante planchas de piso de 10 cm de espesor soportadas mediante collares de blindaje colocados alrededor de las unidades de control de reactividad y, además, mediante placas de acero de 10 cm de espesor colocadas en torno de las unidades de ajuste sobre la estructura de la plataforma. A lo largo de la tubería de control zonal, las planchas de piso están soportadas por chapas de acero de 5 cm de espesor colocadas verticalmente. En la periferia de la estructura de la plataforma las planchas de piso están soportadas por chapas de acero de 10 cm de espesor, colocadas verticalmente, que proveen blindaje contra la radiación lateral.

El espacio que queda entre las planchas de piso y las paredes del recinto tiene por objeto permitir el trabajo sobre la plataforma, y está recubierto con chapas de 6,3 mm con reticulado antideslizante.

- 5 -

El hueco entre las planchas de piso y la estructura de la plataforma está destinado a las unidades detectoras de flujo, a las unidades de control zonal y los servicios de la plataforma.

Las columnas de montaje sobre la plataforma son para proteger los conectores eléctricos de ser inundados durante el rociado.

La tubería de control zonal está instalada en conductos para evitar interferencias y proteger a los cables eléctricos cercanos de excesiva radiación.

Las bandejas portacables están ubicadas a ambos lados de la plataforma.

Los colectores del sistema de enfriador de las barras de ajuste están ubicadas entre la plataforma y el recinto, y del colector parten tubos de 3/4 pulgada que corren a lo largo de la parte superior de la plataforma hacia las unidades de ajuste individuales.

El suministro de gas de helio de cobertura pasa por debajo de las planchas de piso hacia las unidades del mecanismo de reactividad.

A3.2 Capuchón

Los capuchones están soldados a las boquillas de la calandria y pasan a través de manguitos de la plataforma. Los capuchones se mantienen centrados con anillos de soporte y están sellados al manguito de la plataforma mediante fuelles, para permitir su desplazamiento vertical, como lo indica la figura 2. Básicamente, los capuchones son tubos que sobresalen de la calandria hasta 44,4 cm por encima de la plataforma, formando parte de la calandria. La superficie exterior de los capuchones está en contacto con el blindaje formado por el agua liviana desmineralizada. La superficie interna de los capuchones está en contacto con la atmósfera del gas de cobertura del moderador, el cual consiste en helio saturado con vapor de agua pesada. Los capuchones también se hallan expuestos a gran radiación durante sus 30 años de vida útil.

A3.3 Tubo Guía Vertical

Los tubos guía verticales son de aleación de zirconio y se extienden desde el fondo del capuchón, pasando entre los tubos de la calandria hasta el fondo del recipiente de la calandria, donde se encuentran sujetos a los tubos guía y los posicionadores. Ver la figura 6.

Los tubos guía son tensionados mediante un resorte situado en la parte inferior del conjunto de tubos guía, para reducir al mínimo la vibración de los tubos guía y compensar los movimientos verticales diferenciales. Los tubos guía tienen agujeros que permiten la entrada de agua pesada, ayudando a enfriar los mecanismos de reactividad.

A3.4 Tubos Guía Horizontales

El conjunto de tubos guía, como lo indica la figura 9, comprende secciones de tubos de zircaloy y de acero inoxidable unidas por medio de una junta mandrilada. El extremo del tubo de zircaloy va soldado a una pieza roscada exteriormente que se enrosca al posicionador del tubo guía del lado opuesto de la calandria. El extremo de acero inoxidable del tubo guía se suelda al cuello del fuelle de agua pesada. El fuelle tiene un doble propósito: El primero es el de precargar el tubo guía horizontal hasta 450 kg, con lo cual se reduce el pandeo del tubo guía y se reduce su vibración debido a la circulación del moderador. El segundo propósito es el de compensar un movimiento axial de ± 25 mm, aunque se calcula que ese movimiento es inferior a 8 mm. Los tubos guía horizontales forman parte del límite de presión de la calandria, por cuyo motivo representan zonas secas dentro del reactor.

A3.5 Extensión de Tubo Guía

Las extensiones de los tubos guía son de acero inoxidable. Están ubicados en el chaflán del tubo guía y se extienden hasta la parte superior de la plataforma.

A3.6

Sistema de Retención Sísmico para los Capuchones

Los capuchones han sido "desintonizados" (detuned) mediante un sistema de retención sísmica (ver las figuras 4 y 5). Esto reduce significativamente los esfuerzos y deflexiones provocados por un sismo al elevarse la frecuencia natural propia de los capuchones. El sistema de retención sísmica se ha aplicado a los capuchones de los visores de control zonal, de las barras de parada, de absorción de control y de ajuste. Los detectores verticales de flujo no están incluidos en el sistema de retención sísmica, porque sus esfuerzos o tensiones son menores.

El sistema de retención sísmica consiste en cables sujetos por medio de abrazaderas ubicadas aproximadamente en el punto medio de los capuchones, como se ve en la figura 4 y 5. Las abrazaderas ejercen sobre los capuchones tensiones circunferenciales localizadas. Durante un sismo los capuchones estarán sometidos a un momento de torsión aplicado sobre ellos por el sistema de retención sísmica, como también por el momento flexar en la boquilla de la calandria.

A4.0

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

La plataforma no es accesible mientras funciona el reactor, y todo el equipo instalado sobre la plataforma se maneja por control remoto desde la Sala de Control.

A5.0

CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

1. ¿Cuáles son las funciones de la plataforma de mecanismo de reactividad?
2. ¿Cuáles son los componentes que están instalados por encima y por debajo de la plancha de piso?
3. ¿Cuáles son los componentes que deben ser retirados para permitir que se usen los recipientes destinados a retirar los componentes del mecanismo de reactividad?

- 8 -

4. ¿Cuáles son las dimensiones de la plataforma del mecanismo de reactividad?

5. ¿Qué tipo de hormigón se emplea para relleno de la plataforma?

A6.0

REFERENCIAS

18-31710-1

Descripción del Diseño

18-31700-1

Especificación del Diseño

Planos

18-31700-1 hasta 3-GA-E

Unidades del M/R

18-31710-1 y 2-GA-E

Plataforma del M/R

- 9 -

B BARRA DE PARADA 31730B2.0 OBJETO

Las barras de parada se usan en el Sistema de Parada N° 1. Ver TM68200. Consisten en absorbedores sólidos de neutrones que se dejan caer al interior del núcleo del reactor para detener rápidamente el reactor al producirse la orden desde el Sistema de Parada N° 1 (SP N° 1)

B3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

En total hay 28 conjuntos de barras de parada, divididas en dos grupos uniformes de 14 barras, identificadas como Banco 1 y Banco 2. Cada conjunto de parada, como lo indica la figura 6, consiste en 4 subconjuntos, que se describen a continuación:

Cada barra de parada está instalada dentro de un capuchón/tubo guía según lo descrito en la Sección A3.3 y A3.5.

B3.1 Elemento de Barra de Parada

El elemento de barra de parada es de Cadmio interpuesto entre dos tubos de acero inoxidable. El cadmio es un buen absorbente de neutrones, satisfaciendo así los requerimientos del SP N° 1. El acero inoxidable proporciona la resistencia mecánica necesaria. La barra de parada contiene cadmio suficiente para toda la vida del reactor. La barra de parada tiene una extensión en el extremo superior que pasa a través del tapón de blindaje inferior. Este permite desconectar el cable sin necesidad que el personal se exponga a la barra de parada.

B3.2 Resorte de Aceleración y Tapón de Blindaje

El objeto del resorte de aceleración es dar un "empujón" inicial al elemento de barra de parada cuando se lo suelta al interior del reactor para que entre con mayor velocidad dentro del núcleo del reactor, ayudando así a parar rápidamente al reactor.

El resorte de aceleración queda retenido dentro de su alojamiento. El resorte es comprimido contra el tapón de blindaje inferior, que está hecho de una sola pieza. El diámetro del agujero en el centro del tapón de blindaje es suficiente como para admitir el vástago de extensión del elemento. Entre el tapón de blindaje inferior y el superior hay un separador. El tapón de blindaje superior está dividido en dos mitades para facilitar su instalación, mientras que el tamaño del agujero del tapón de blindaje superior es más pequeño para reducir la cantidad de radiación que fluye hacia arriba por el centro.

B3.3 Mecanismo de Accionamiento

El alojamiento del mecanismo de accionamiento consiste en cuatro divisiones cerradas. La del centro está abierta hacia la cámara que contiene el mecanismo de arrollamiento y la polea, además de formar parte del límite de presión. A un costado de la división central está la caja de engranajes y el embrague electromagnético. Del lado de afuera del embrague está el potenciómetro que se usa para monitorear la posición del elemento. Del otro lado de la división central están las placas de arrastre (dog plates), el resorte regulador de arrollamiento y el amortiguador hidráulico rotativo. La composición del eje principal (Figura 6) es la siguiente: el eje principal es accionado por un motor de inducción trifásico con buenas características de arranque y de regulación de su velocidad. Un tren de engranajes, compuesto por un sinfín y un engranaje cilíndrico y otro cónico y que tienen una relación bastante elevada como para ser autobloqueante (es decir, que el tren de engranajes queda en una posición fija cuando se detiene el motor), acopla el motor a un embrague electromagnético que impulsa al eje principal.

- 11 -

En el centro de este eje se encuentra la polea del cable. En el otro extremo del embrague están las placas de arrastre, que son nueve placas juntas, cada una de ellas provista con un perno que entra en una ranura de la placa adyacente. Cuando gira la primera placa, la segunda permanece estacionaria hasta que el perno de la primera llegue a la ranura de la segunda placa (a esto se le llama "movimiento perdido", el cual es de 280°). Seguidamente, la segunda placa empezará a girar hasta que su perno enganche en la ranura de la tercera placa, la cual a su vez también empieza a girar, y así sucesivamente, hasta que gira también la última. Esta última placa conectará con el amortiguador hidráulico y entonces el eje principal irá perdiendo velocidad hasta detenerse suavemente. Esta característica tiene la función de suavizar la parada del elemento que está cayendo, en el momento en que termina su recorrido, mientras se desenrolla el cable de la polea del eje principal. Como las placas de arrastre están libres, no pueden volver a reposicionar al limitador, por lo cual se recurre a un resorte antagónico que hace retornar al limitador a su posición original en cuanto el mecanismo abandona el tope inferior. La tensión de este resorte es suficiente para reposicionar el amortiguador a pesar de la fricción, pero no para interferir con la función normal del mismo.

B3.4 Ubicación de los Equipos

a) Elemento de Parada

Las barras de parada normalmente están "estacionadas" en las extensiones de los tubos guía, a 4 m por encima de la línea central de la calandria. En posición "todo adentro", el borde de ataque (inferior) de los elementos está a 2,7 m por debajo de la línea central de la calandria. Ver figura 6.

El mecanismo de accionamiento está montado en el extremo del capuchón que se halla en la parte superior de la plataforma.

- 12 -

B4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTOB4.1 Secuencia de Funcionamiento (Mecánica)

Antes de producirse una señal de disparo, todas las barras de parada se encuentran fuera del núcleo en la posición de "estacionadas" como lo indica un potenciómetro. Las barras están sometidas a la presión del resorte acelerador. Se energizan los embragues magnéticos.

Al darse la señal de disparo, quedan desenergizados todos los embragues magnéticos. Los resortes comprimidos aceleran a las barras de parada, principalmente para vencer la fricción de los embragues. Una vez que las barras han entrado en parte, empiezan a caer por gravedad. Las placas de arrastre acoplan el amortiguador hidráulico durante los 61 cm finales de la carrera de la barra. El amortiguador está provisto de una aleta o álabe que se desplaza 270° hacia un tope fijo. El aceite de la cámara del amortiguador es obligado a pasar por una abertura que controla el flujo de aceite, y por consiguiente, la cupla de retardo de la aleta. Con ello se logra que la caída de la barra de parada sea detenida en forma controlada. El tiempo total que dura la caída es de 1,8 segundos. En cuanto cesa la señal de disparo y se repone el sistema de disparo, se reenergizan los embragues y los motores comienzan a recoger las barras de parada formando dos bancos o grupos. En el momento mismo en que las barras de parada han sido extraídas de su posición de "todo adentro", los resortes antagónicos reposicionarán inmediatamente a los amortiguadores. A medida que se recogen las barras de parada y llegan a sus posiciones de "estacionamiento", comprimen los resortes de aceleración. Los potenciómetros indicarán cuándo las barras se encuentran totalmente arriba en sus estacionamientos.

Los potenciómetros dan una indicación continua de la posición de cada barra de parada. Además, la señal de la posición se utiliza para un tope de llegada eléctrico y mandar una alarma en caso de trabarse alguna barra de parada.

- 13 -

Para mayores detalles acerca de la operación manual y automática, véase TM-68200.

B5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

- 1) ¿Cuál es el mando para señalar la caída de la barra de parada?
- 2) ¿Qué tiempo requiere el borde de ataque de la barra de parada para alcanzar su posición de "todo adentro"?
- 3) ¿Qué es lo que mantiene en su posición el resorte de compresión?
- 4) ¿De qué material es la barra de parada?
- 5) ¿Qué objeto tienen las perforaciones en el tubo guía de zircaloy?
- 6) ¿Porqué están sometidos a tensiones los tubos guía?
- 7) ¿Qué podría ocurrir si las barras de parada se dejaran caer estando demasiado bajo el nivel del agua de la calandria?
- 8) Describir escuetamente los principios del amortiguador y sus funciones.

B6.0

REFERENCIAS

Descripción de Diseño

18-DD-31730	Descripción de Diseño
18-DD-68200.1	Descripción de Diseño
18-DD-68200.2	Descripción de Diseño

Planos

18-31700-1 hasta 3-GA-E	Unidades del M/R
18-31730-1 hasta G-GA-E	Unidades de Parada
XX-31731-1-1-GA-E	Conjunto Barras de Ajuste
XX-31731-4-1-GA-E	Conjunto Barras de Ajuste
18-31732-101 hasta 103SA-E	Conjunto Mec. de Parada

- 15 -

C BARRA ABSORBENTE DE CONTROL 31770C2.0 OBJETO

Los absorbentes de control se emplean en el Sistema Regulador del Reactor (SRP). Ver TM63700. Consisten en absorbedores sólidos de neutrones, que pueden ser bajados al interior del núcleo del reactor, o retirados del mismo, por comando del SRR, para suplementar otros dispositivos de control de la potencia del reactor.

C3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

Las unidades absorbentes de control son, esencialmente, iguales que las unidades de parada, excepto que se omiten los resortes aceleradores.

En total hay cuatro barras absorbentes de control, divididas en dos bancos, denominadas Banco 1 y Banco 2. Cada absorbente de control consiste de cinco sub-conjuntos que se describen a continuación. (Ver figura 6).

Cada barra absorbente de control está instalada dentro de un tubo guía de capuchón, según lo descrito en las Secciones A3.2, A3.3 y A3.5.

C3.1 Elemento Absorbente de Control

El elemento absorbente de control es, esencialmente, idéntico al de la barra de parada descrita en la Sección B3.1, salvo en la parte inferior del elemento, donde hay un disco con agujeros para reducir la velocidad de caída del elemento (tiempo total de caída: 3,3 sec).

C3.2 Tapones de Blindaje

Igual que en los conjuntos de parada descritos en la Sección B3.2, el tapón de blindaje inferior está hecho de una sola pieza y con un agujero en el centro para que pueda entrar por él el vástago de extensión del elemento. Entre los tapones de blindaje superior e inferior hay un separador. El tapón superior está dividido en dos mitades para facilitar su instalación, siendo más reducido el tamaño del agujero del tapón de blindaje superior, para disminuir la cantidad de radiación que emana por su centro.

Durante el tiempo que el reactor está detenido y cuando se insertan las barras absorbentes de control, un haz de radiación será emitido hacia arriba a través de los centros de los tapones de blindaje, pasando por el espacio que queda entre el cable de izamiento de cada elemento y el agujero de su tapón de blindaje. Cuando las barras están en su posición más alta, el orificio del tapón de blindaje queda totalmente obstruido por el vástago de extensión del elemento, evitándose así que siga emitiendo radiación.

C3.3 Mecanismo de Accionamiento

El mecanismo de accionamiento es idéntico al de las barras de parada, como lo describe la Sección B3.3

- 17 -

C3.4 Ubicación de los Equipos

Las barras absorbentes de control están estacionadas normalmente en las extensiones de los tubos guía, a 4 m por encima de la línea central de la calandria. En posición de "totalmente adentro", la punta de ataque (la inferior) de los elementos se encuentra a 2,8 metros por debajo de la línea central. Ver figura 7.

El mecanismo de accionamiento está montado sobre la parte de arriba del capuchón, ubicado encima de la plataforma.

C4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

C4.1 Secuencia de Funcionamiento (Mecánica)

C4.2 Disminución de Potencia Escalonada (Stepback)

Acerca de la definición de "disminución de potencia escalonada" (stepback), véase TM63700.

Cuando se da la señal de disminución de potencia escalonada se desenergizan todos los embragues magnéticos de las barras absorbentes de control, y los elementos caerán libremente por gravedad. Durante los últimos 60 cm de su carrera descendente, los elementos quedarán sometidos a un control de parada ejercido por un mecanismo amortiguador hidráulico combinado con unas placas de arrastre, el cual se ha descrito en la Sección B4.1 correspondiente a las barras de parada. Si la condición que dio

- 18 -

lugar a la disminución de potencia escalonada fuese eliminada y se reenergizaran los embragues en cualquier momento antes que los elementos lleguen a su punto más bajo, como los embragues han sido diseñados para que resbalen, se producirá la detención gradual de los elementos.

C4.3 Ensayo de Caída Parcial

Antes de proceder a la iniciación de un ensayo de caída parcial, las barras absorbentes de control deben ser extraídas totalmente. El ensayo de caída parcial se realiza dejando caer estas barras bajo control manual desde la Sala de Control Principal, ya sea en forma simultánea o individualmente. La secuencia mecánica es igual a la descrita en C4.2 precedente. Al terminarse el ensayo, las barras absorbentes de control son transmitidas a control automático y la computadora se encarga de dirigir las a las posiciones requeridas por el Sistema Regulador del Reactor.

C4.4 Operación Automática y Manual

Para mayores detalles acerca de la operación automática y manual y a la disminución de potencia escalonada (stepback), ver TM63700.

Acerca de los principios de funcionamiento del mecanismo de velocidad que se emplea para subir y bajar los elementos absorbentes de control, véase el Apéndice I.

C5.0

CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

- 1) ¿Por qué motivo emana mayor cantidad de radiación por el centro del tapón de blindaje cuando las barras absorbentes de control están totalmente introducidas?
- 2) ¿Qué cupla debe aplicarse al tubo guía de la barra absorbente de control?
- 3) ¿Qué motivará una inclinación de arriba hacia abajo?
- 4) ¿Cuál de los dos bancos es el último en ser extraído?
- 5) Nombrar las diferencias entre el conjunto absorbedor de control y el conjunto absorbedor de parada.

c6.0

REFERENCIAS

Descripciones de Diseño

18-DD-31770

Absorbedor de control (mecánico)

Manual de Diseño

18-63720

Conceptos sobre Regulación del Reactor

- 20 -

Especificación del Programa

PS-XX-106

PS-XX-105

PS-XX-104

Planos

18-31700 hasta -3-GA-E

Disposición del M/R

18-31770-1-1-GA-E

Disposición General de los
Elementos Absorbentes.

D DETECTORES HORIZONTALES Y VERTICALES DE FLUJO 31730.31745

D2.0 OBJETO

Los detectores verticales de flujo dentro del núcleo son necesarios para el Sistema Regulador del Reactor y para el Sistema de Parada N° 1. Véase TM63700 y TM68200.

Los detectores horizontales de flujo dentro del núcleo se requieren para el Sistema de Parada N° 2. Ver TM68300.

Ambos detectores se usan para medir el flujo neutrónico local en puntos discretos a través de todo el núcleo del reactor.

D3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

Hay dos grupos de conjuntos de detectores: 26 detectores verticales de flujo y 5 detectores horizontales de flujo. Cada conjunto de detectores de flujo consiste de 3 subconjuntos: los capuchones, los tubos guía y los conjuntos detectores.

El material de cada detector responde en forma diferente a las radiaciones gammas y neutrones y tiene un tiempo de respuesta distinto. Por ese motivo se utilizan materiales detectores distintos para diferentes aplicaciones. En la Central Nuclear de Córdoba se emplean detectores de platino (Pt) y de vanadio (Va). Los detectores de Pt son de respuesta rápida y se los emplea donde la celeridad para responder es importante. Los detectores de Va son de respuesta mucho más lenta, pero como son menos sensibles a las radiaciones gamma, se los emplea para graficar el flujo neutrónico en los casos donde es importante la exactitud.

D3.1 Conjunto Vertical

El conjunto vertical aparece ilustrado en la figura 8.

D3.1.1 Subconjunto Capuchón

El capuchón es algo distinto del tipo descrito en la Sección A3.2. Consiste de un tubo de acero inoxidable, con una pieza terminal de pared gruesa soldada a su parte superior. El extremo inferior del capuchón va soldado a una boquilla de la calandria, mientras que el extremo superior está ubicado en un manguito de la plataforma. Este manguito está soldado al fuelle metálico para sellarlo al tubo de penetración de la plataforma. Una línea compensadora de la cobertura de helio va conectada directamente al capuchón procedente del tanque de almacenamiento del moderador.

D3.1.2 Subconjunto Tubo Guía

El tubo guía es levemente distinto del tipo descrito en la Sección A3.3. Consiste de un tubo de acero inoxidable, bridado, (parte superior), enroscado y espinado a un tubo de zircaloy (parte inferior). El extremo inferior del tubo guía de zircaloy está soldado a un niple roscado que se encuentra enroscado dentro de un posicionador de la parte inferior de la calandria.

El extremo superior del tubo guía de zircaloy posiciona el conjunto en la boquilla de la calandria. La sección roscada de la parte inferior y la superficie del sostén han sido sometidos a oxidación para disminuir el desgaste por rozamiento (fretting) y evitar que se "engrane" después de uso prolongado en las vecindades del reactor. Un resorte de compresión, ubicado entre la brida del tubo de acero inoxidable y el

capuchón, mantiene en tensión al conjunto para reducir la vibración motivada por la circulación del moderador. En el conjunto del tubo guía hay orificios, para ayudar al enfriamiento por convección natural del conjunto detector producido por el moderador, y aminorar la corrosión de fisuras (crevice corrosion).

D3.1.3 Subconjunto Detector Vertical

El detector vertical de flujo es una unidad modular del tipo encapsulado, que comprende los siguientes componentes:

- a) Módulos detectores: secciones de tubos de zircaloy con detectores enrollados sobre ellos y con derivaciones detectoras adosadas. Cada detector consiste de 2 a 6 espiras envueltas en torno al tubo.
- b) Tubos separadores de zircaloy: módulos conectores para formar un tubo porta-detector.
- c) Tubo de sujeción de zircaloy: conecta el tubo porta-detector al tapón de blindaje.
- d) Tapón de blindaje: para sostener las derivaciones del detector y proporcionar blindaje contra la actividad en el extremo interno y para facilitar el manipuleo durante la extracción y para evitar que emane radiación a través de la pared protectora del extremo exterior.
- e) Cápsula: Tubo de acero inoxidable y zircaloy que rodea los ítem a) hasta d) para proveer contención para una atmósfera inerte en torno a los detectores y a las derivaciones.

- 24 -

- f) Pasa-corriente: cierre hermético con clavijas metálicas con aislación de vidrio, para efectuar conexiones eléctricas entre las derivaciones de los detectores por un lado y el conector por el otro lado.
- g) Conectores: conectores eléctricos impermeables para evitar la entrada de humedad que afectaría adversamente a las señales de los detectores.
- h) Alojamiento: Caja hermética al agua, abulonada al tubo de la cápsula, y cerrada con tapa para proteger los componentes eléctricos.

D3.2 Conjunto Horizontal

El conjunto horizontal aparece ilustrado en la Figura 9.

D3.2.1 Subconjunto Capuchón

Este capuchón horizontal es distinto de los del tipo vertical que se han descrito bajo la Sección A3.2.

Este subconjunto representa una extensión del límite de la calandria que sobresale de la pared de blindaje y proporciona un canal hacia el interior de la calandria destinado al tubo guía del detector de flujo. El extremo interno del capuchón está soldado a la boquilla de la calandria, mientras el extremo exterior está provisto de dos fuelles de expansión. El fuelle interno es parte del límite de agua liviana y compensa la expansión diferencial entre el tubo guía y el capuchón y proporciona un sello entre el capuchón y el manguito de penetración para contener el agua del recinto. El fuelle exterior compensa el movimiento entre el capuchón y la pared del recinto y proporciona un sello entre el tubo del capuchón y el tubo guía para contener el D₂O de la calandria.

El tubo del capuchón y los fuelles de agua pesada forman parte del límite de presión de la calandria.

- 25 -

D3.2.2 Subconjunto Tubo Guía

Este subconjunto está descrito en la Sección A3.4

D3.2.3 Subconjunto Detector Horizontal

El detector horizontal de flujo es una unidad modular, del tipo encapsulado, que comprende los siguientes componentes:

- a) Módulos detectores: Secciones de tubos de zircaloy con detectores enrollados sobre ellos y con derivaciones detectoras adosadas.
- b) Tubos separadores de zircaloy: módulos conectores para formar un tubo porta-detector.
- c) Tubo de sujeción de zircaloy: conecta el tubo porta-detector al tapón de blindaje.
- d) Tapón de blindaje: para sostener las derivaciones del detector y proporcionar blindaje contra la actividad en el extremo interno y para facilitar el manipuleo durante el retiro, y para evitar que emane radiación a través de la pared protectora del extremo exterior.
- e) Cápsula: tubo de acero inoxidable y zircaloy que rodea los items a) hasta d) proporcionando contención para una atmósfera de gas inerte (gas helio) en torno a los detectores y las derivaciones.
- f) Pasa-corriente: cierre hermético con clavijas metálicas con aislación de vidrio para efectuar conexiones eléctricas entre las derivaciones de los detectores por un lado y el conector por el otro lado.

- 26 -

- g) Conectores: conectores eléctricos impermeables al agua para evitar que la entrada de humedad que podría afectar adversamente las señales de los detectores.
- h) Alojamiento: caja hermética al agua abulonada al tubo de la cápsula y cerrada con tapa para proteger los componentes eléctricos.

D3.3 Ubicación de los Equipos

a) Detector Vertical de Flujo

Cada detector vertical de flujo está ubicado en una cápsula instalada dentro del tubo guía. Los detectores se ubican a diferentes alturas dentro de la calandria. El alojamiento que contiene el conector eléctrico está situado en la parte superior de la Plataforma de Mecanismos de Reactividad. Ver la Figura 32, que muestra la ubicación de todos los detectores verticales de flujo.

b) Detector Horizontal de Flujo

Cada detector horizontal de flujo está ubicado en una cápsula instalada en el interior de un tubo guía horizontal. Los detectores se extienden por la calandria de un extremo al otro de la misma. Las derivaciones de los detectores terminan en una conexión eléctrica montada sobre una ménsula abulonada a la placa sello del lado D.

D4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

D4.1 Detectores Horizontales y Verticales de Flujo

Los detectores de flujo dentro del núcleo son del tipo auto-energizado e informan acerca de la distribución del flujo.

- 27 -

Los detectores de flujo auto-energizados trabajan sobre el principio de que ciertos núcleos, cuando se los bombardea con neutrones, pueden capturar a aquéllos y formar productos activos que se desintegran por emisión de β^- . Los β^- se colectan, y la corriente eléctrica resultante produce una señal aproximadamente proporcional al volumen del flujo de neutrones. Nótese que la emisión de β^- se retarda en el tiempo necesario para que se produzca la desintegración del producto activo, lo que explica por qué la respuesta del detector, con la variación del flujo de neutrones, es lenta si se compara con otros tipos de detectores neutrónicos. También los rayos gamma producen electrones (por dispersión Compton, por producción de pares y por reacciones de conversión interna dentro del detector). Estos electrones no son retardados (respuesta rápida) y no se los puede distinguir de los originados con motivo de la desintegración causada por la absorción de neutrones o por emisión β^- . Con flujo neutrónico elevado el componente neutrónico de la señal inunda o ahoga el componente gamma. Con flujos bajos ocurre lo inverso, razón por la cual los detectores auto-energizados solamente son utilizables con elevada potencia del reactor.

Debido a que los núcleos del material del detector resultan alterados al someterlos a irradiación, la sensibilidad de cada detector irá disminuyendo según el tiempo de irradiación. Esta particularidad exige una frecuente calibración de los detectores para compensar su pérdida de sensibilidad.

D5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

- 1) ¿Qué tipo de detectores se emplean?
- 2) Explicar la función que tienen los fuelles en el conjunto de capuchón horizontal.

D6.0

REFERENCIAS

Descripción de Diseño

DD 18-31740	Detector Vertical de Flujo
DD 18-31745	Detector Horizontal de Flujo
DD 18-68200	Sistema de Parada N° 1
DD 18-68300	Sistema de Parada N° 2
DD 18-63700	Sistema Regulador del Reactor

Planos

XX-31700-1-1-GA-E
XX-31700-2-1-GA-E
XX-31741-1 hasta 9-1-GA-E
XX-31743-1 hasta 8-1-GA-E
XX-31745-1 hasta 5-1-GA-E

E UNIDADES DE PARADA POR INYECCION DE LIQUIDO 31760

E2.0 OBJETO

Las Unidades de Parada por Inyección de Líquido se emplean en el Sistema de Parada N° 2 para inyectar y difundir un veneno químico en el moderador de la calandria. Ver TM68300.

E3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

Por la descripción del sistema, ver TM68300 Nivel 2.

Refiriéndose a cada una de las unidades de parada por inyección de líquido, lo que sigue es una descripción de los componentes mecánicos dentro del reactor, que comprenden: Capuchón, Conjunto de Fuelles, Camisa de Congelamiento, Boquilla Inyectora, Tubo Inyector, Posicionador, y otros componentes.

E3.1 Capuchón

Este capuchón horizontal es diferente del tipo vertical descrito en la Sección A3.2.

El capuchón es un tubo de acero inoxidable con un reductor en un extremo para adosarlo a la boquilla de la calandria. Este capuchón, como se aprecia por la figura 10, realiza dos funciones: Guía y sostiene la boquilla inyectora y el tubo inyector en la parte que atraviesa las dos paredes de hormigón en dirección a la calandria. El capuchón también forma parte de una extensión hacia el límite de la calandria, proporcionando de este modo un acceso a la calandria para los componentes que van dentro del núcleo.

E3.2 Conjunto Fuelles

El conjunto fuelles consiste en un fuelle para agua pesada, uno para agua liviana, una camisa de congelemiento y una brida de montaje, como lo muestra la figura 10.

El fuelle para agua pesada sella el extremo del capuchón que da al tubo inyector. Además de proveer un sello flexible, el fuelle sirve para aplicar tensión a la boquilla inyectora y reducir su pandeo. El fuelle del capuchón y el agua pesada se encuentran bajo compresión, y el tubo inyector y la boquilla inyectora están en tensión.

La fuerza de compresión al instalar es de 1379 kg, la cual aumenta a 1574 kg cuando el reactor está generando potencia, debido a la expansión térmica diferencial.

El fuelle de agua liviana sella el capuchón con el caño empotrado en la pared del recinto del reactor. Contiene agua liviana del recinto. Se instala comprimido y la expansión térmica lo descarga cuando el reactor se calienta y llega a temperatura de funcionamiento.

Los dos fuelles son de un solo pliegue, de aleación Inconel 600, resistente a la corrosión y de alta resistencia. Otros componentes del conjunto fuelles son de acero inoxidable austenítico del tipo 304L.

El conjunto fuelle está montado sobre el caño empotrado en la pared del recinto del reactor. Una brida de montaje, soldada al extremo de este caño, proporciona una superficie sobre la cual está soldado el conjunto fuelle, con la posibilidad de introducir un ajuste transversal durante la instalación.

El fuelle de agua liviana tiene soldado un niple de drenaje con tapón roscado. El fuelle de agua pesada tiene una entrada para la línea de circulación de D₂O. El agua pesada se suministra con un flujo lento para evitar condiciones de estancamiento en el fuelle de agua pesada y

- 31 -

el capuchón. Las lluvias de D₂O vienen de las bombas de moderador principales.

E3.3 Camisa de Congelamiento

Una camisa de congelamiento, que se muestra en la figura 10, se extiende subiendo por la penetración de pared desde el conjunto fuelle. La camisa de congelamiento puede congelar la corona o anillo de agua liviana que está entre la camisa de congelamiento y el exterior del capuchón, el anillo de agua pesada que está entre el capuchón y el tubo inyector, y el agua pesada que se encuentra dentro del tubo inyector. El congelamiento posibilita la reparación o el reemplazo de cualquiera de los dos fuelles, el reemplazo del elemento sensor de conductividad y reparación de la válvula esférica de aislamiento. Estos dos últimos dispositivos están ubicados en la cañería corriente arriba del tubo inyector (Ver TM68300). Para producir la congelación, se introduce nitrógeno líquido en la abertura roscada ubicada a 30° a un lado de la parte inferior del collar del conjunto fuelle interno, y el nitrógeno en forma de gas escapa por dos aberturas similares de la parte superior del mismo collar. Hay una segunda abertura roscada en la parte inferior central del cuello, junto a la entrada hacia la camisa de congelamiento. Esta segunda abertura es un drenaje para el agua liviana que está en el caño de penetración al recinto, la cual se usa después de formarse el tapón de hielo.

E3.4 Boquilla de Inyección

La boquilla inyectora, que aparece en la figura 11, es un tubo de zircaloy con cuatro filas de orificios a lo largo de su cuerpo, que tiene una tuerca roscada en el extremo de entrada y un retén del tipo a bayoneta en la punta cónica del otro extremo. La pared del tubo es de mayor grosor en los puntos perforados, por razones estructurales. Para reducir la masa de material dentro del núcleo, el espesor de la pared es menor donde no hay orificios.

- 32 -

Las cuatro filas de agujeros están orientadas de modo tal que los chorros descarguen entre los tubos de la calandria adyacentes.

El extremo de entrada de la boquilla está soldado a un tubo extruído o pieza roscada hembra, para adosar la boquilla al tubo inyector de acero. Una capa de óxido duro proporciona una superficie resistente al desgaste donde el tubo extruído se desliza por el interior del capuchón.

La punta cónica de zircaloy está soldada al otro extremo de la boquilla inyectora. Un perno de inconel cruza dicha punta para servir como sujetador del tipo bayoneta sobre el posicionador. Se adoptó el soporte bayoneta porque ofrece una orientación positiva para los orificios de las boquillas.

Las boquillas inyectoras tienen los agujeros con dos orientaciones. Una de ellas dirige los chorros de veneno paralelos y perpendiculares a los tubos de la calandria; la otra dirige los chorros de veneno con una incidencia de 45° con respecto a los tubos de la calandria. Estas dos orientaciones de los chorros logran una mejor cobertura del núcleo y, en consecuencia, una inyección de mayor eficacia. La única diferencia entre las dos boquillas consiste en la orientación relativa entre el perno de la bayoneta y las filas de orificios. Es importante que se instale la boquilla que corresponde a cada ubicación.

Cuatro agujeros adicionales en cada extremo de la boquilla proporcionan circulación de líquido y la salida para cualquier burbuja. La unión roscada entre las boquillas y el tubo inyector no tiene un sello hermético, ya que la reducida cantidad de líquido que pueda escapar por entre las roscas durante la inyección, no afectará la efectividad de la inyección.

E3.5 Tubo de Inyección

El tubo inyector que se ve en la figura 10, es un caño de acero inoxidable que conecta la boquilla inyectora a la cañería del sistema de inyección, que tiene el mismo tamaño. La entrada del tubo inyector está soldada a tope al sistema de cañería, mientras que el extremo de salida tiene rosca macho correspondiente a la tuerca de la boquilla inyectora.

Dos secciones de tubo inyector tienen un diámetro exterior mayor para ajustar al diámetro interno del capuchón. Estas dos secciones son mecanizadas y están soldadas a tope al caño que completa el resto del tubo inyector.

El tubo inyector tiene una inclinación ascendente de 51 mm a partir del conjunto de fuelles hasta la calandria para que no quede gas atrapado dentro del caño.

E3.6 Posicionador

El posicionador es un accesorio de acero inoxidable que proporciona una unión tipo bayoneta para el extremo de la boquilla inyectora, como se ve en la Figura 12.

Un agujero en el centro del posicionador recibe la punta cónica de la boquilla inyectora. Unas ranuras axiales arriba y abajo del orificio permiten que el perno de la bayoneta de la punta pase de lado a lado del posicionador. El segundo grupo de ranuras guía el perno hasta la posición de tope determinada por un agujero practicado transversalmente a través del posicionador.

Se ha soldado un cono de chapa metálica al cuerpo del posicionador para facilitar la instalación de las boquillas con mando remoto.

- 34 -

E3.7 Otros Componentes

Se ha provisto una cubierta para proteger a los fuelles de objetos que caen, como ser botas pesadas u otras cosas. Esta cubierta está abulonada a cinco botones soldados a la pieza empotrada adyacente. Estos botones se usan también para montar el dispositivo para comprimir los fuelles de agua pesada cuando se los instala.

En el caño empotrado en la pared del recinto del reactor se instala un cuello de blindaje destinado a absorber la radiación que emana hacia arriba por el espacio anular lleno de aire ubicado entre ambos caños empotrados.

Un sello de goma para vapor aísla el espacio de aire que está entre los caños empotrados de la zona accesible exterior. El espacio de aire aislado está abierto hacia la atmósfera de la sala de calderas y puede contener tritio. El sello de goma está abrazado sobre uno de los extremos mediante abrazaderas de fleje sobre un anillos soldado a la pieza empotrada adyacente, y el otro extremo va sujeto a la brida de montaje del fuelle.

E4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Referente a los Principios de Funcionamiento, véase

TM68300.

E5.0 CUESTIONARIO DE VERIFICACION NIVEL 2

- 1) ¿Cuáles son las funciones de los fuelles de agua liviana?
(Mencionar 2).

- 35 -

- 2) ¿Cuáles son las funciones de los fuelles de agua pesada?
(Mencionar 2).
- 3) ¿Cuál es la función de la camisa de congelamiento?
- 4) ¿Cuál es la función de la boquilla de inyección?
- 5) Describir la orientación de los orificios de la boquilla inyectora.

E6.0

REFERENCIAS.

Manuales

DM-XX-31760	Sistema de Parada N° 2
DM-XX-68300	Sistema de Parada N° 2
OM-68300	Sistema de Parada N° 2

Planos

18-34710-1-1-FS-E	Parada con Inyección de Líquido
18-34710-1-1-OF-E	Parada con Inyección de Líquido

F UNIDADES DE CONTROL ZONAL LIQUIDO 31750F2.0 OBJETO

Las unidades de Control Zonal Líquido se utilizan en el Sistema de Regulación del Reactor (SRR) para controlar el flujo total y su distribución espacial dentro del reactor. Véase TM63700 y TM34810.

F3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

Referente a la descripción del sistema de proceso, véase TM34810.

Para cada una de las seis unidades de control zonal líquido, la siguiente es una descripción de los componentes mecánicos dentro del reactor, que comprenden: Conjunto de Control Zonal, Colector Terminal y Posicionador Inferior. Ver las Figuras 30 y 31.

Cada una de las unidades de control zonal líquido está instalada en un capuchón tubo guía, según lo descrito en las Secciones A3.2, A3.3 y A3.5.

F3.1 Conjuntos de Control Zonal

Hay 6 conjuntos de control zonal. Las unidades 2 y 5 contienen tres compartimientos zonales (Ver Figura 13), mientras que las otras unidades contienen dos cada una. Cada compartimiento consiste de un pequeño tanque en el cual penetran dos pares de caños concéntricos. Un par termina en la parte superior del tanque, donde el caño exterior se conecta al caño de entrada de H₂O, y el interior se conecta al espacio de gas colector balanceador de helio. El otro par va hacia la parte inferior del tanque,

- 37 -

donde el caño interior sirve como suministro de burbujas de helio, y el caño exterior es la línea de salida de H_2O .

F3.2 Colector Terminal

La figura 29 muestra la relación entre el colector terminal (hidráulico) con respecto a los componentes internos adyacentes. El colector es de zircaloy y proporciona una terminal para los tubos verticales de helio y de agua, y provee conexión para la cañería externa.

F3.3 Posicionador Inferior

La parte inferior de cada conjunto de control zonal está sujeta a la carcasa de la calandria mediante un posicionador roscado. La compresión del resorte se ajusta durante la instalación, para otorgar al conjunto una carga axial. Este tensionado incrementa la frecuencia natural de vibración por encima de la que se espera en servicio, reduciéndose con ello las vibraciones. La chaveta calza en una ranura del tubo externo para evitar la rotación del soporte del resorte superior. En cada extremo del resorte hay arandelas locas para evitar que el resorte friccione los discos de apoyo.

F4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Con referencia a los Principios de Funcionamiento, véase TM34810 y TM63700.

- 38 -

F5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

- 1) Explicar porqué los componentes del reactor son de zircaloy.
- 2) Explicar la diferencia entre las unidades de control líquido de dos zonas y las unidades de control de tres zonas.

F6.0 REFERENCIAS

DM-18-34810

Manual de Diseño

DM-XX-31750

Manual de Diseño

OM-34810

Manual de Operación

- 39 -

G BARRAS DE AJUSTE 31780G2.0 OBJETO

Las barras de ajuste se usan en el SRR (Sistema de Regulación del Reactor) para dar configuración al flujo neutrónico y para actuar como suplemento de reactividad para llevar a su punto óptimo la potencia del reactor y el consumo de combustible. Por otra parte, las barras de ajuste proveen el excedente de reactividad que se necesita para vencer los transitorios de Xe que se producen después de una reducción de la potencia. Véase TM63700.

G3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

En total hay 21 barras de ajuste, divididas en 7 bancos o grupos:

BARRA DE AJUSTE Banco N°	CANTIDAD DE BARRAS DE AJUSTE EN CADA BANCO	NUMEROS DE LAS BARRAS DE AJUSTE
1	5	11.-15.-7.-1.-21.
2	3	2.-18.-6.
3	3	16.-4.-20.
4	4	9.-13.-8.-14.
5	2	3.-19.
6	2	5.-17.
7	2	12.-10.

- 40 -

Cada conjunto de barras de ajuste, como se aprecia por la Figura 14, consiste de tres subconjuntos, como se describe a continuación. Cada barra de ajuste está instalada dentro de un capuchón/tubo guía según lo descrito en las Secciones A3.2, A3.3 y A3.5.

G3.1 Elemento de Ajuste

El elemento de ajuste está hecho de pastillas de cobalto. Las pastillas de cobalto están encerradas en tubos de zirconio formando entonces los "lápices" de cobalto. Dos o tres lápices forman un haz. Los elementos de ajuste están compuestos de una cantidad de haces tendidos de un tubo de sostén que pende de un cable de acero inoxidable. Véase la Figura 15. Las barras de ajuste de cobalto se reemplazan aproximadamente cada 2 años y medio.

G3.2 Tapones de Blindaje

El tapón de blindaje superior está compuesto de dos mitades abulonadas juntas, y contiene incorporadas dos poleas desplazadas una respecto de la otra para guiar el cable de acero inoxidable a lo largo del canal, que es curvo para amortiguar la radiación que emana del núcleo del reactor. Estas poleas son autolubrificantes y, para que soporten el ambiente en que se encuentran, se las ha recubierto con una capa de Stellite 6, y los bujes son de grafito. El tapón de blindaje inferior es de una sola pieza y está provisto con insertos para guiar el cable con un mínimo de luz.

G3.3 Mecanismo de Accionamiento

Un motor reversible, de velocidad variable, acciona un engranaje espiral que mueve una polea que hace las veces de aparejo o carrete

mediante el cual el cable puede izar o bajar el elemento de ajuste. Una transmisión de correa dentada actúa un indicador de posición del tipo potenciómetro. El engranaje espiral es autobloqueante y mantiene el elemento de ajuste en posición cuando se corta la corriente del motor accionante. La relación de accionamiento es de 150:1. Ver la Figura 29. El cable va desde la polea de enrollamiento hasta la polea de guía superior en el tapón de blindaje.

El sello del eje principal está provisto de un sello mecánico con un revestimiento de stellite para darle resistencia al desgaste y la corrosión, y fuelles de hastelloy para evitar la desalineación.

Sobre el eje principal se encuentra un limitador de posición. Las placas de arrastre del dispositivo limitador son enganchados progresivamente hasta que la última placa se conecta a un tope de parada incorporado en la tapa del extremo del conjunto. De esta manera el tope de parada limita la rotación de la polea que recoge el cable y, como consecuencia, regula el recorrido vertical del elemento de ajuste.

El motor de accionamiento es el mismo que el empleado en las barras absorbentes de control y las de parada. El motor es trifásico, del tipo de inducción, destinado a operar con velocidades variables, comandado por una fuente de energía de frecuencia variable, según lo descrito en el Apéndice I.

G3.4 Ubicación de los Equipos

Los elementos de ajuste están, normalmente, insertados en su totalidad dentro del reactor, dentro de sus tubos guía. El mecanismo accionador está situado en la parte superior de la plataforma. Los tapones de blindaje están ubicados en el capuchón. Ver la Figura 14.

G4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

G4.1 Secuencia de Operación

El motor es de inducción, trifásico, con una buena regulación de la velocidad del par de arranque, y acciona la caja de engranajes. La caja de engranajes está compuesta por un par de engranajes espirales que impelen el eje principal. El eje principal actúa sobre el limitador de posición (placas de arrastre) (dog plates) que es utilizada para los topes de parada inferior y superior. Las placas de arrastre (dog plates) están dentro del alojamiento principal. En uno de los extremos del eje hay una polea para correa dentada que acciona potenciómetros de giro múltiple. Los potenciómetros son para indicar la posición de las barras de ajuste. En el otro extremo del eje se encuentra la polea que recoge el cable. Esta polea es un dispositivo mecánico sobre el cual se enrolla el cable para subir o bajar la barra de ajuste.

Cuando se los retira del núcleo del reactor, los elementos de ajuste son enfriados con D₂O suministrado a las extensiones de los tubos guía por las bombas del moderador. Cada barra de ajuste necesita aproximadamente 45 l/min de agua pesada. Si no hay agua enfriadora disponible, los elementos deben ser introducidos al núcleo del reactor antes de transcurrir 10 minutos, donde serán sumergidos en el moderador de la calandria, que entra a los tubos guía por orificios provistos para ese fin.

Para mayores detalles acerca de la operación automática y manual, véase Sistema de Regulación del Reactor TM63700.

Acerca de los principios de funcionamiento del control de velocidad variable, véase el Apéndice I.

- 43 -

G5.0

CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

- 1) ¿De qué material es el elemento de ajuste?
- 2) ¿En qué posición se encuentran los elementos de ajuste durante el funcionamiento normal?
- 3) El control de velocidad de los elementos de ajuste, ¿con qué otro sistema se comparte?
- 4) Describir algunas de las funciones del elemento de ajuste.
- 5) ¿Cuál es la mayor diferencia entre el tapón de blindaje superior del elemento de ajuste y todos los otros tapones de blindaje de los mecanismos de reactividad?

G6.0

REFERENCIAS

<u>Descripción de Diseño</u>	18-DD-31780	Control del elemento de ajuste
<u>Manual de Diseño</u>	18-DM-63720	Elemento de ajuste del SRR
<u>Especificación del Programa</u>	PS-XX-105	Elemento de ajuste
<u>Planos</u>		
XX-31780-1 hasta -4-1-GA-E		Disposición General de los Elementos de Ajuste

- 44 -

XX-31781-1 hasta -4-1-GA-E Disposición General de las Barras absorbentes de los Elementos de Ajuste

XX-31782-101-1-GA-E Mecanismo de Accionamiento de los Elementos de Ajuste

- 45 -

H CAMARAS DE IONIZACION

H2.0 OBJETO

Las cámaras de ionización se emplean para suministrar señales proporcionales a la energía del reactor al Sistema de Regulación del Reactor, al Sistema de Parada N° 1 y al Sistema de Parada N° 2.

H3.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

Hay dos tipos de cámaras de ionización: Una Westinghouse, instalada del lado 'B' del reactor, y una 20th Century, instalada en el lado 'D'. Se prefirieron dos fabricantes distintos para reducir la probabilidad de que se produzcan fallas o defectos similares que afectasen las cámaras de ionización de ambos lados.

Todas las cámaras de ionización están instaladas en recintos idénticos, tres de cada lado de la calandria. Cada recinto tiene tres posiciones u orificios. Del lado 'B' hay dos posiciones con cámaras de ionización y un obturador de ensayo. Del lado 'D' una posición tiene una cámara de ionización, un obturador de ensayo y un contador de arranque, el que será retirado después de iniciarse el funcionamiento del reactor, y se reemplaza por un tapón de blindaje.

Desde cada posición en cada recinto parte un tubo de acceso que se extiende hacia la pared de blindaje exterior, como se aprecia en la Figura 16. Cada tubo de acceso está provisto con un tapón de blindaje para impedir que emane radiación a través del extremo exterior del tubo.

A continuación se describen los componentes individuales:

H3.1 Cámara de Ionización, Obturadores y Contadores de Arranque

Ambos tipos de cámara de ionización están montados sobre bu- lones fijados a los recintos. En el tubo de acceso detrás de cada cámara de ionización hay un tapón de blindaje de aluminio.

Los obturadores son cilíndricos móviles fabricados de Boral (boro entre láminas de aluminio). El boro es un buen absorbente de neu- trones y se emplea con fines de ensayo para crear un cambio localizado en el flujo de neutrones según lo detectado por las cámaras de ionización. Si el cambio es detectado por las cámaras de ionización, esto comprueba que todavía se encuentran en buen estado de funcionamiento. Cada obtura- dor es accionado por un cilindro neumático instalado en un alojamiento tu- bular provisto de una abertura para instalación y servicio. El extremo in- terior de la carrera tiene amortiguación de aire. Se utilizan interrupto- res limitadores de carrera para detectar la posición de los obturadores. Véase nuevamente la Figura 20.

Los contadores de arranque están colocados del lado 'D' de los recintos de las cámaras de ionización durante el arranque inicial del reactor. Véase la Figura 19. Los contadores no requieren blindaje por- que solamente se utilizan con baja potencia. Cuando se retiran, se colo- can tapones de blindaje en su lugar.

H3.2 Recinto de la Cámara de Ionización

El recinto consiste en un cuerpo de acero inoxidable de forma cilíndrica, con tres insertos de tubo de aluminio de alta pureza, corres- pondientes a las tres posiciones de las cámaras de ionización. El espa- cio entre la carcasa de alojamiento y los tubos insertados se llena con plomo de calidad para reactor. Ver la Figura 21. Este plomo es para blindar las cámaras de ionización de los rayos gamma.

- 47 -

H3.3 Conjunto Tubo de Acceso al Recinto de la Cámara de Ionización

El conjunto tubo de acceso es de acero inoxidable. El extremo interno está soldado al recinto de la cámara de ionización. Ver la Figura 21. Hacia el extremo externo hay una serpentina de enfriamiento que rodea los tres tubos de acceso (para cada carcasa).

H3.4 Tapones de Blindaje

Los tapones de blindaje son de aluminio de elevada pureza, y están divididos por el medio y tienen una ranura zigzagueante mecanizada sobre la parte plana de cada mitad para impedir la emanación de radiación. La ranura es para los cables de la cámara de ionización. Ver Figuras 17 y 18.

H3.5 Ubicación de Equipos

Cámaras de Ionización y Obturadores

H4.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

La función primordial de la cámara de ionización es la de "ver" el promedio del flujo neutrónico dentro del núcleo del reactor, el cual es proporcional, en una amplia gama, a la potencia térmica del reactor. Las cámaras de ionización se utilizan en el Sistema de Regulación del Reactor, en el Sistema de Parada N° 1 y en el Sistema de Parada N° 2.

Las cámaras de ionización miden la magnitud y el grado de variación del flujo térmico de neutrones en un costado del núcleo del reactor. Las mediciones de ese flujo se calibran con respecto a la potencia térmica del reactor y se normalizan de acuerdo con el valor del flujo a potencia máxima del reactor. Véanse TM63700, TM68200 y TM68300 para mayor información acerca del procesamiento y del empleo de las señales de las cámaras de ionización.

H5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

- 1) ¿Cuál es la función de los obturadores?
- 2) ¿De qué material están hechos los obturadores?
- 3) ¿Cuál es la razón de contar con dos tipos de cámaras de ionización?
- 4) ¿Con qué está forrada la carcasa de las cámaras de ionización?
- 5) ¿Cuáles son las funciones de las cámaras de ionización?
- 6) ¿Cuál es la diferencia entre las cámaras de ionización de los lados 'B' y 'D' de la calandria?

H6.0 REFERENCIAS

Manual de Diseño

66-68200

66-68300

66-63700

XX-31790

Planos

XX-31792-010-1-GA-E

XX-31792-011-1-GA-E

XX-31792-020-1-FA-E

XX-31792-021-1-GA-E

XX-31792-001-1-GA-E

I RECIPIENTES VERTICALES Y HORIZONTALES 31940

12.0 OBJETO

La función de los recipientes es la de realizar el retiro y transporte seguro de cualquier componente del interior del núcleo y de las unidades de control de reactividad verticales y horizontales, y que consisten en lo siguiente:

- a) el conjunto detector vertical de flujo
- b) la barra absorbente
- c) la barra de parada
- d) la barra de ajuste
- e) el conjunto de control zonal líquido
- f) los tubos guía del mecanismo de reactividad - superior e inferior
- g) el conjunto detector horizontal de flujo
- h) el tubo guía del detector horizontal de flujo
- i) las boquillas del sistema de parada por inyección de líquido

Como todos estos componentes habrán quedado activados durante su estadía dentro del núcleo, los recipientes se han diseñado de manera de proveer un blindaje para reducir los campos de radiación, que rodean a estos componentes, durante su retiro y transferencia.

Las barras de ajuste de cobalto, como asimismo los detectores verticales y horizontales de flujo, deben ser retirados periódicamente en forma regular.

13.0 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

13.1 Recipiente Vertical

- 50 -

13.2 Carcasa del Recipiente

Esencialmente, el recipiente consiste en un tubo interno y otro externo. El diámetro del tubo externo está determinado por el espacio disponible entre los mecanismos de accionamiento. El diámetro interno está regido por el componente de mayor tamaño que requiera ser transportado dentro del recipiente. El espacio entre los tubos interno y externo se llenan con plomo para proteger de la radiación (blindaje).

Montado sobre el recinto hay un aparejo que puede ser accionado mediante una herramienta manual, eléctrica o de aire comprimido, para mover los componentes internos del núcleo hacia el interior del recipiente.

13.3 Compuerta del Recipiente

La compuerta del recipiente está hecha de uranio empobrecido y tiene la forma de un tapón. La compuerta está abulonada a un bloque de hierro que tiene una tuerca roscada. Para operar la compuerta del recipiente se emplea un mecanismo de engranaje manual que acciona un vástago o eje de propulsión hermanado con esa tuerca.

13.4 Mecanismo de Izaje e Inclinação

El recipiente se levanta sobre eslabones de izaje que se encuentran montados en orejas o muñones. Los eslabones están unidos por medio de una banda transversal cuyo centro es el punto de pivote. Debido a que el peso tiene tendencia a cargarse sobre el extremo de la punta cónica, el tornillo de inclinación se encuentra siempre en tensión cuando el recipiente está en posición horizontal.

- 51 -

13.5 Tapa Superior

La tapa superior es un blindaje de forma cónica abulonado al cuerpo del recipiente. Esa tapa está provista con la polea de izamiento.

13.6 Manguito de Barra de Ajuste de Cobalto

El manguito protector de la barra de ajuste de cobalto, se desliza dentro del agujero cilíndrico de 16,5 cm de diámetro del recipiente, de modo que el diámetro efectivo se reduce a 8,2 cm. Sobre un tubo de acero inoxidable de 8,9 cm de diámetro exterior y pared de 0.32 cm de espesor hay montadas pastillas de plomo. Este tubo tiene brida y está sujeto a la placa del extremo superior del recipiente.

13.7 Extensión del Cuello

Este es un cilindro de uranio empobrecido de 21,6 cm de diámetro exterior y de 3,8 cm de diámetro interno que está abulonado al cuello del recipiente por medio de un anillo ranurado. El extremo de entrada es cónico y se cierra mediante un tapón de uranio de 12,7 cm de largo bridado a la extensión del cuello. Cuando se abulona la extensión al recipiente, la compuerta (principal) del mismo no se utiliza y se deja abierta. La extensión del cuello pesa 1.200 libras.

13.8 Distanciador, Manguito y Blindaje del Detector Vertical de Flujo

La cabeza del detector de flujo está ubicada debajo del nivel de la plataforma y la abertura que tiene la plataforma encima de la cabeza del detector se mantiene cerrada durante las operaciones normales mediante

- 52 -

una plancha de blindaje de acero. Cuando es preciso retirar un detector, se quita esta plancha y, después de desconectar todos los cables eléctricos, se baja y coloca encima de la cabeza del detector un manguito separador. La función de este manguito es transferir la carga del recipiente sobre el manguito de penetración de la plataforma. Una vez izado el detector dejando expuesta la parte delgada no irradiada, se colocan en torno del detector dos mitades de un blindaje dividido y se lo baja al interior del manguito separador, para apoyar sobre un escalón en el extremo inferior. Este blindaje suplementa el blindaje de la plataforma durante el manipuleo con el recipiente.

13.9 Pedestal

El pedestal consiste en un separador o distanciador blindado para levantar la interfaz del recipiente por encima del nivel de los accionamientos y las columnas de la instalación eléctrica cuando se "embotellan" en los recipientes otros dispositivos que no sean detectores de flujo. El pedestal está hecho de uranio empobrecido y transfiere la carga del recipiente al manguito de penetración de la plataforma. El pedestal se acomoda abajo en el lugar requerido sin perturbar o molestar los accionamientos adyacentes.

El pedestal de mayor diámetro que puede acomodarse es de unos 35,6 cm de diámetro, con un agujero central de 16,5 cm, lo que deja 8,9 cm para blindaje, que resulta insuficiente. Por ese motivo se proveen secciones de blindaje suplementarias, que se fijan al diámetro externo del pedestal donde haya lugar que lo permita. En lo que respecta a las barras de ajuste, el diámetro mayor que necesita pasar a través del pedestal hacia adentro del recipiente es el tapón de blindaje inferior, que tiene un diámetro externo de 10,2 cm.

- 53 -

Para "embotellar" en los recipientes los conjuntos de control zonal, se requiere un manguito separador especial y un blindaje dividido, similares a los que se usan para los detectores verticales de flujo, pero en este caso el pedestal se ubica sobre el manguito separador y la unidad de la caja de corte (cutter box) van sobre el pedestal.

13.10 Recipiente Horizontal

El anillo de protección y el recipiente consisten en un tubo interno y otro externo, cuyo espacio intermedio se llena con plomo, con un rebaje en los extremos para acomodar los tapones de blindaje. Véase las Figuras 22 y 23.

En el extremo interno hay una penetración para una abrazadera. En el extremo externo hay montado un segundo manguito de penetración destinado a una abrazadera horizontal.

14.0 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

14.1 Preparación de la Plataforma

Debe ser quitado el correspondiente mecanismo de reactividad o tapa y se debe despejar la zona de cables y caños para permitir la instalación del manguito separador y/o pedestal que correspondan exactamente. El cable para cada accionador se desconecta de la bornera de la columna eléctrica; la línea de helio se desconecta en el accionador y la columna, y así ambos dispositivos se retiran con el accionamiento. Las líneas de servicio de los accionamientos adyacentes, en la mayoría de los casos, es posible apartarlas hacia un lado sin desconectarlas. El pedestal no puede ser instalado hasta que el cable del absorbente de control haya sido cortado o

- 54 -

quitado. Al cable cortado debe fijarse el adaptador correcto para unirlo al recipiente principal.

14.2 Preparación del Recipiente

El interior y toda la superficie externa del recipiente deben ser limpiados. Los muñones, el aparejo, los mecanismos de la compuerta y de inclinamiento deben ser lubricados, y se coloca la extensión del cuello, cuando se trata de una operación para retirar un detector de flujo.

14.3 Transporte del Recipiente

Partiendo desde su lugar de almacenamiento normal en el Edificio de Servicios, el recipiente se levanta y coloca sobre las zorras de transporte y el conjunto se lleva a través de la esclusa de aire al interior del Edificio del Reactor. Véanse las Figuras 24 y 25. El recipiente se levanta de las zorras con la grúa de la sala de calderas, se coloca en posición vertical y se desplaza sobre la plataforma. Se le da la orientación correspondiente, y se le adosa la plataforma para el operario. Se conecta el cable del recipiente al componente que debe ser izado. Se hace descender el recipiente sobre el pedestal, la caja de corte o el manguito, según sea el caso. El recipiente se mantiene estable mediante el gancho de la grúa.

14.4 Carga, Transferencia y Descarga del Recipiente

Se aleja de la zona a todo el personal, excepto el operario que se encuentra sobre la plataforma del recipiente. Véanse las Figuras 26 y 27. Se comienza manualmente el izamiento, hasta que el operario se cerciore de que el componente ha entrado en el recipiente sin atascarse.

- 55 -

Luego el operario recurre a la energía eléctrica para izar el componente hasta llegar a dos pies de la posición de "todo adentro", como lo indican los señaladores del cable, y luego finaliza el izamiento a mano. Concluido lo precedente, el operario puede quitar el tapón de inspección del recipiente y, sirviéndose de una varilla, determina si el componente ha salvado la compuerta. En caso afirmativo, el operario de la plataforma cerrará la compuerta. Se iza y aleja el recipiente, y se coloca un tapón de blindaje temporario en la penetración de la plataforma.

El recipiente se transporta de vuelta a través de la esclusa de aire hacia el Edificio de Servicios. Se levanta de las zorras de transporte y se inclina hasta el ángulo de descarga predeterminado antes de ser izado por encima de la pileta. Manteniendo el cuello sumergido en agua, se abre la compuerta del extremo superior del recipiente y se acciona el aparejo desde ese extremo para bajar el componente dentro del agua.

El cable del recipiente es aflojado mediante una herramienta manual y se lleva al borde de la pileta de modo que pueda desconectarse del cable del componente. Después el recipiente puede apartarse de la zona de la pileta, se le seca y prepara para la siguiente operación.

15.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

- 1) ¿Cuántos son los recipientes provistos?
- 2) ¿Cuáles son los componentes que se retiran periódicamente?
- 3) Explicar las funciones del pedestal y de la mesa estabilizadora.
- 4) ¿Cuál es el componente que necesita ser cortado para caber en el recipiente?

- 56 -

5) ¿Cuál es la luz máxima entre la plataforma y el recipiente principal?

16.0

REFERENCIAS

XX-31940.1	Descripción de Diseño
XX-31940.2	Descripción de Diseño
18-31940.1	Descripción de Diseño
18-31740-1-1-GA-E	Disposición General de Recipientes
18-31740-2-1-GA-E	Disposición General de Recipientes
18-31740-13-1-GA-E	Disposición General del Pedestal de Protección o Blindaje
18-31740-17-1-DD-E	Detalles del Tapón de Blindaje
18-31740-19-1-GA-E	Disposición General del Tubo de Inserción del Ajuste de Cobalto.

H. Schaefer

9 Marzo 78

APENDICE 1

1 CONTROL DE VELOCIDAD VARIABLE DE LAS BARRAS DE AJUSTE
Y ABSORBENTES DE CONTROL

1.1 Teoría de Funcionamiento

Los suministros de energía de frecuencia ajustable como medio para controlar la velocidad de los motores de inducción de corriente alterna, tienen la ventaja de que la velocidad de un motor de inducción resulta determinada por la frecuencia de la energía de entrada, y que la velocidad virtualmente no resulta afectada por ningún otro factor, siempre que no sean excedidos los límites de trabajo.

La Figura 28 muestra el Sistema de Control de Frecuencia Ajustable serie 18-2000 en forma de un diagrama de bloques simplificado. La corriente alterna trifásica de 50 ciclos se rectifica mediante un Rectificador Controlado por Silicio, cuya salida de corriente continua la determina el circuito disparador de frecuencia controlada. Esta salida de corriente continua variable está acoplada a un inversor cuyos conmutadores de estado sólido modulan la tensión continua, proveyendo una salida trifásica de tensión y frecuencia ajustables. El circuito de control de frecuencia mantiene una frecuencia de salida constante para un voltaje o tensión de referencia dados y hace que el voltaje de la corriente continua variable cambie con la frecuencia, de manera que se conserva la adecuada relación V/Hz.

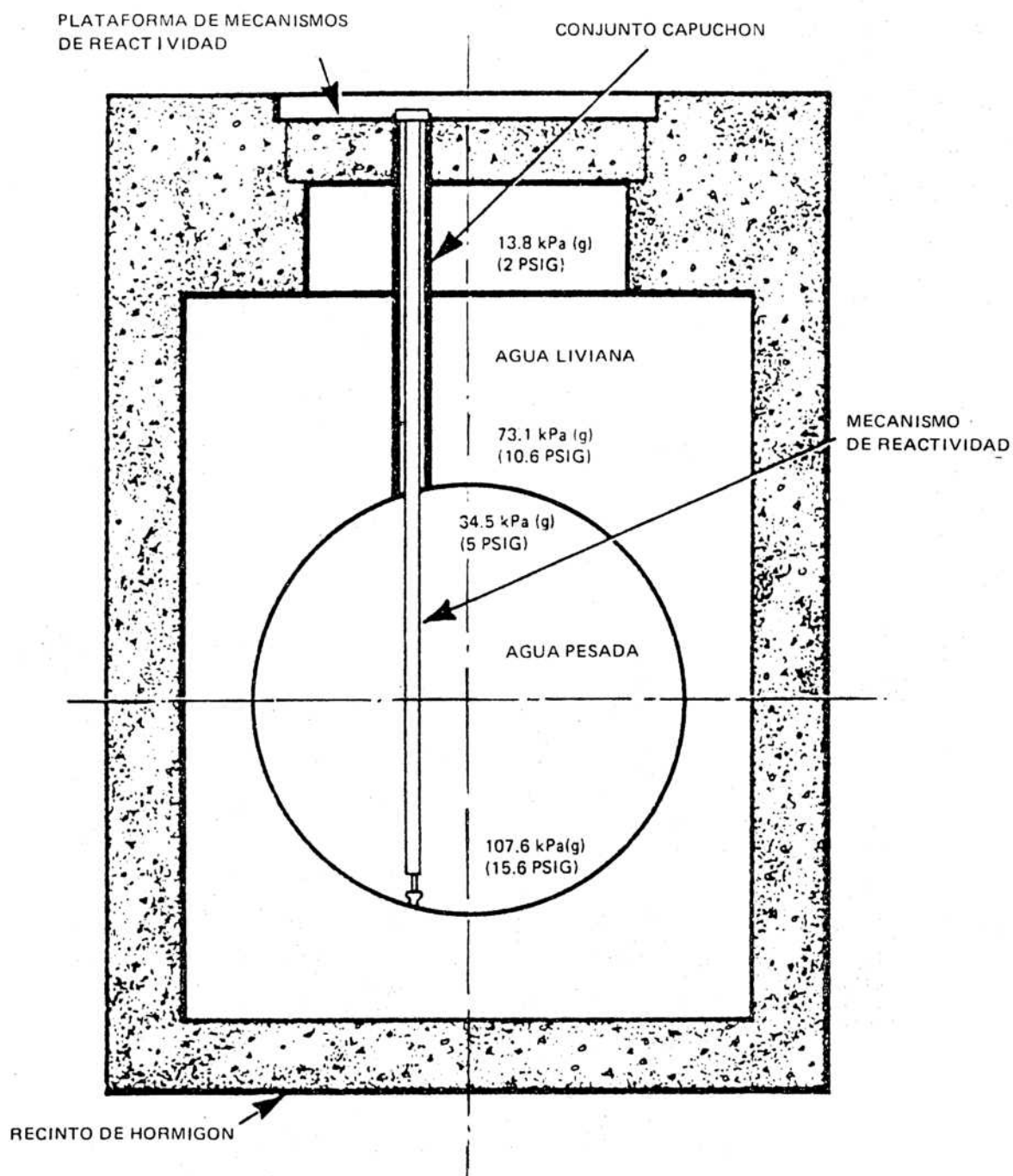
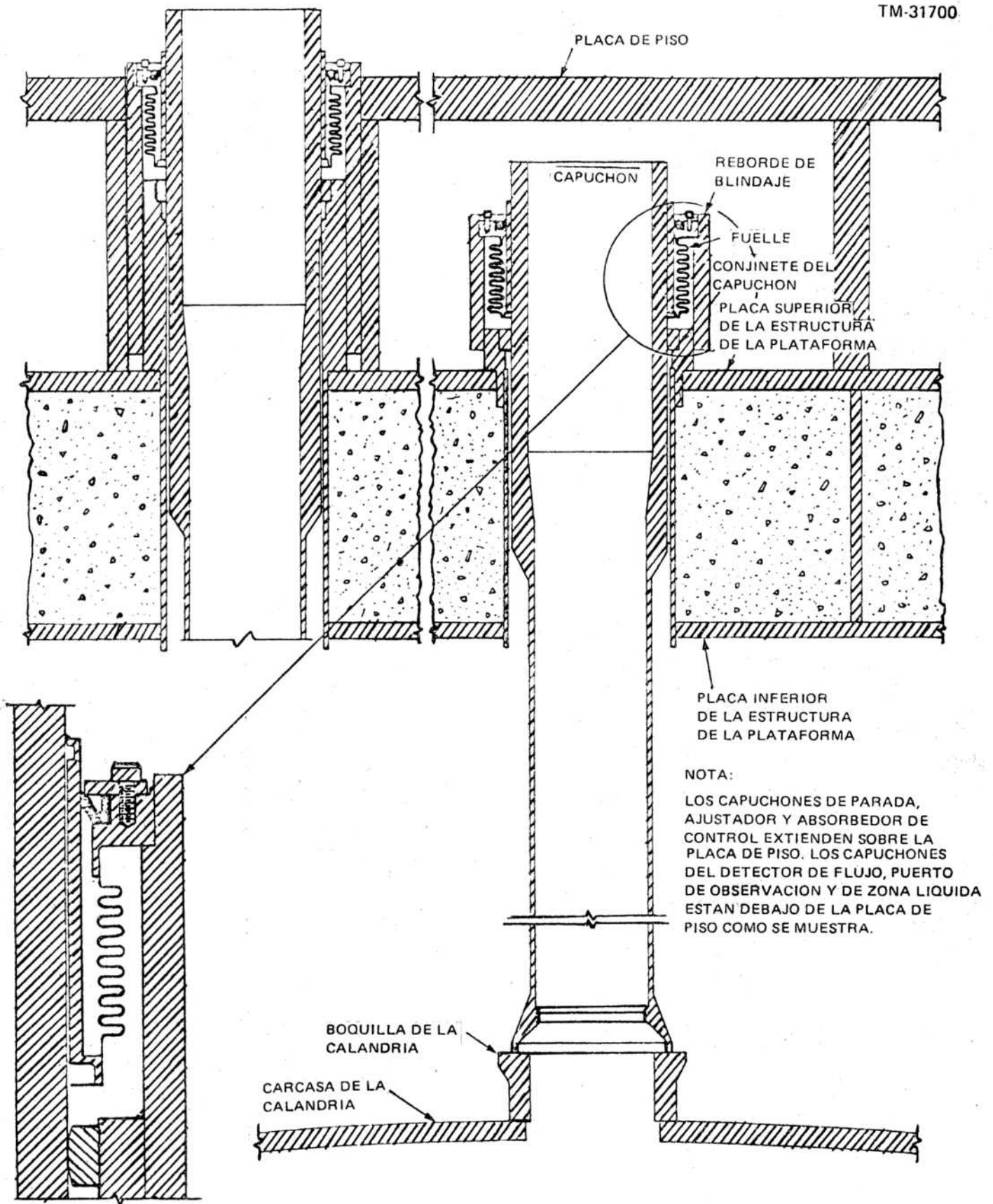
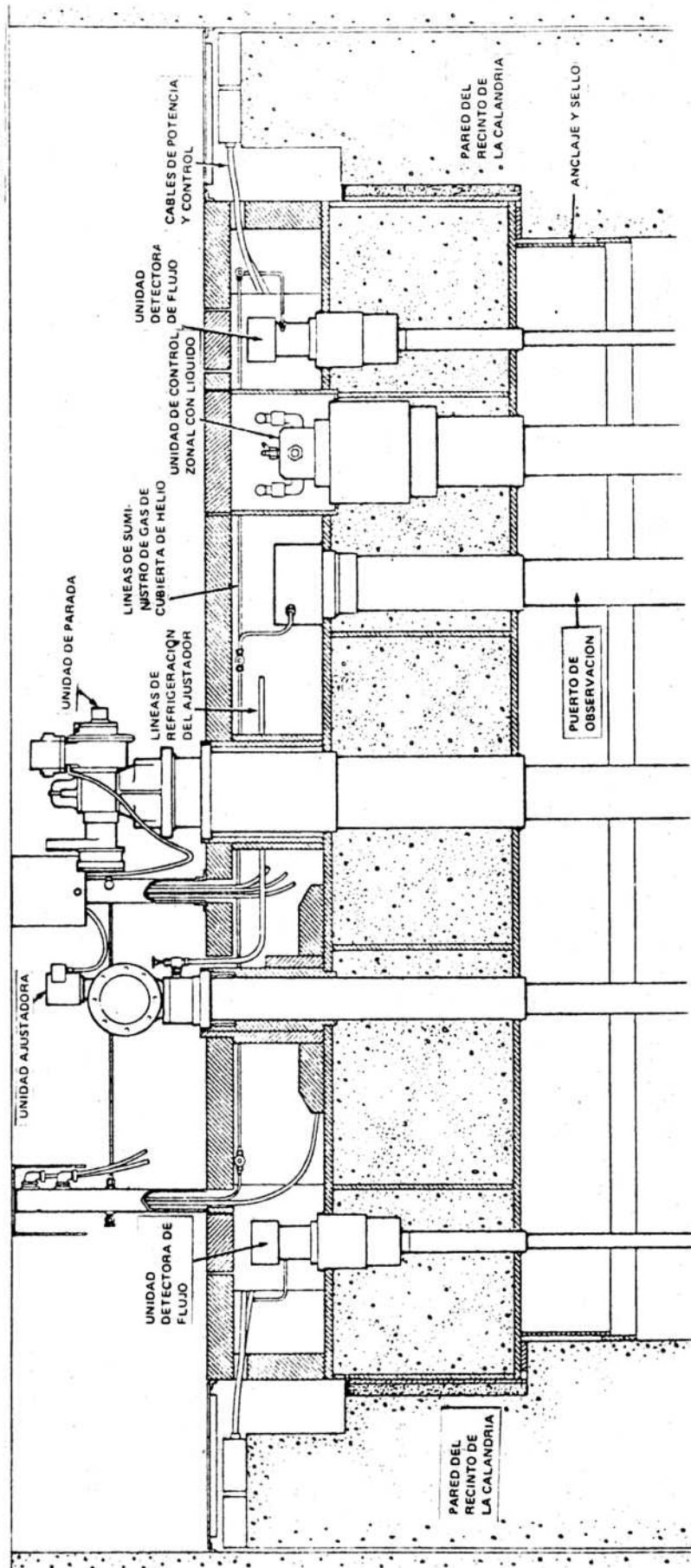


FIGURA 1 TM-31700 CONDICIONES NORMALES

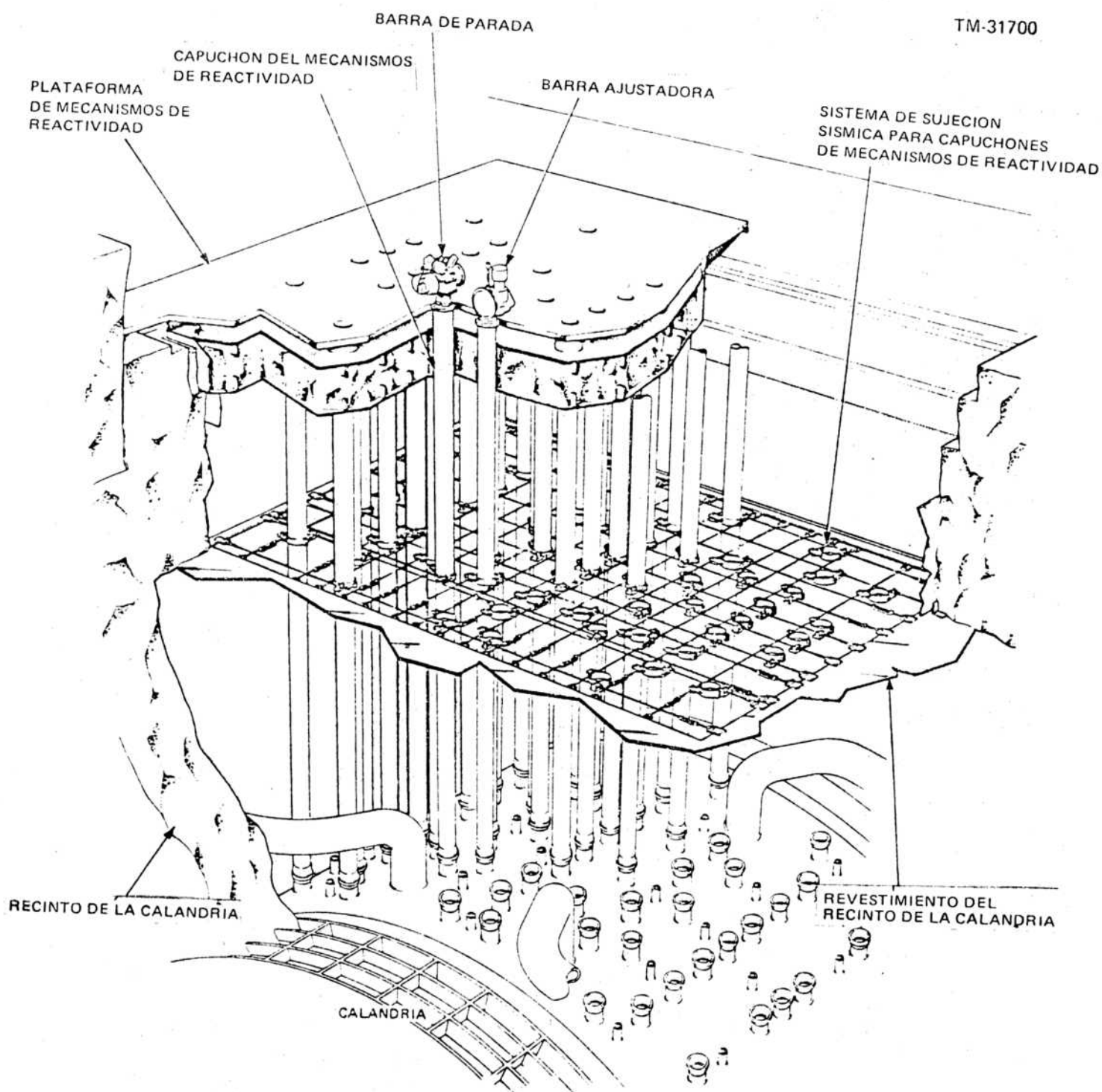


31700 FIGURA 2 CAPUCHON INSTALADO

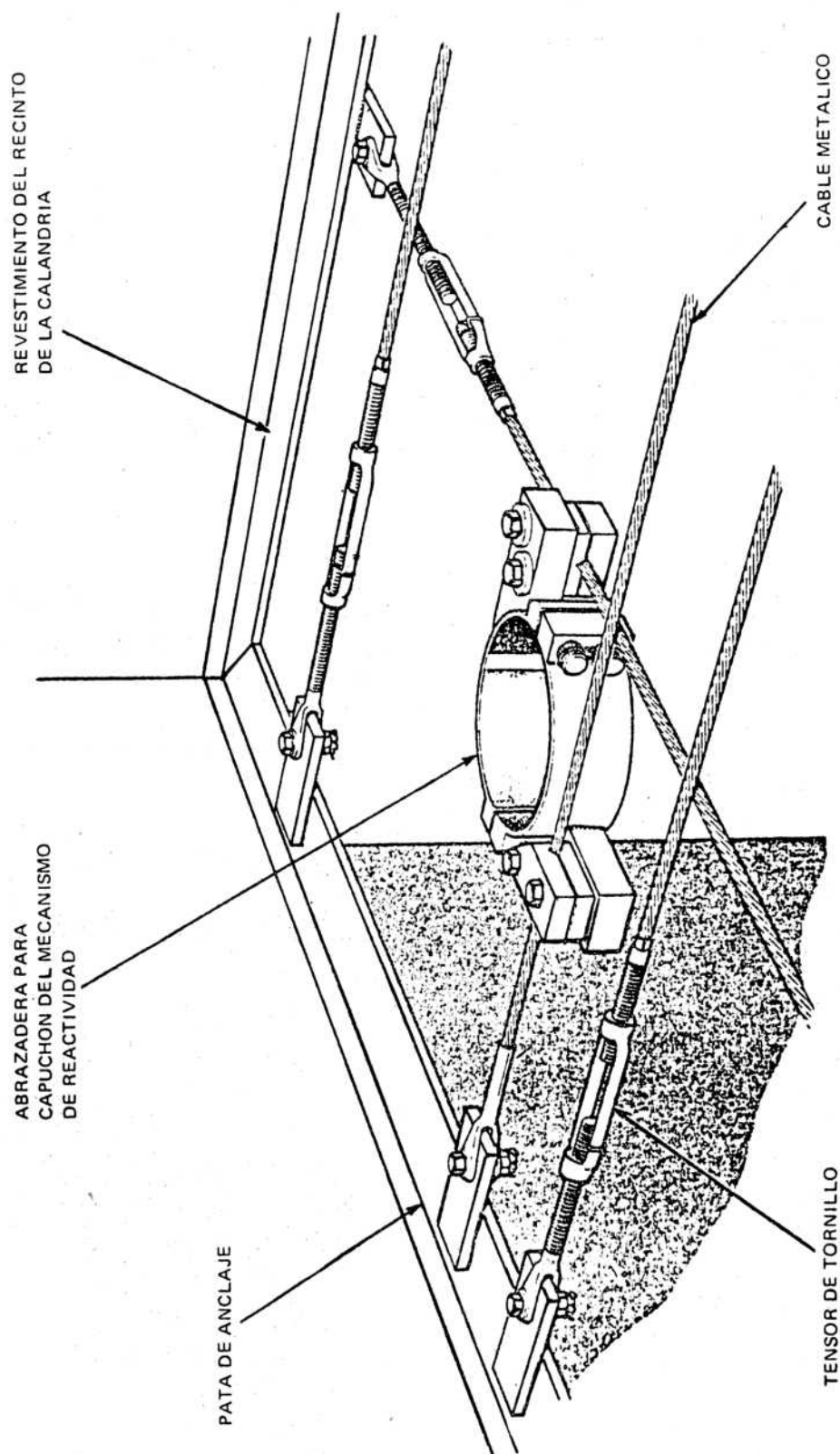
PISO DE LA SALA DE
GENERADORES DE VAPOH
EL. 117,45 m



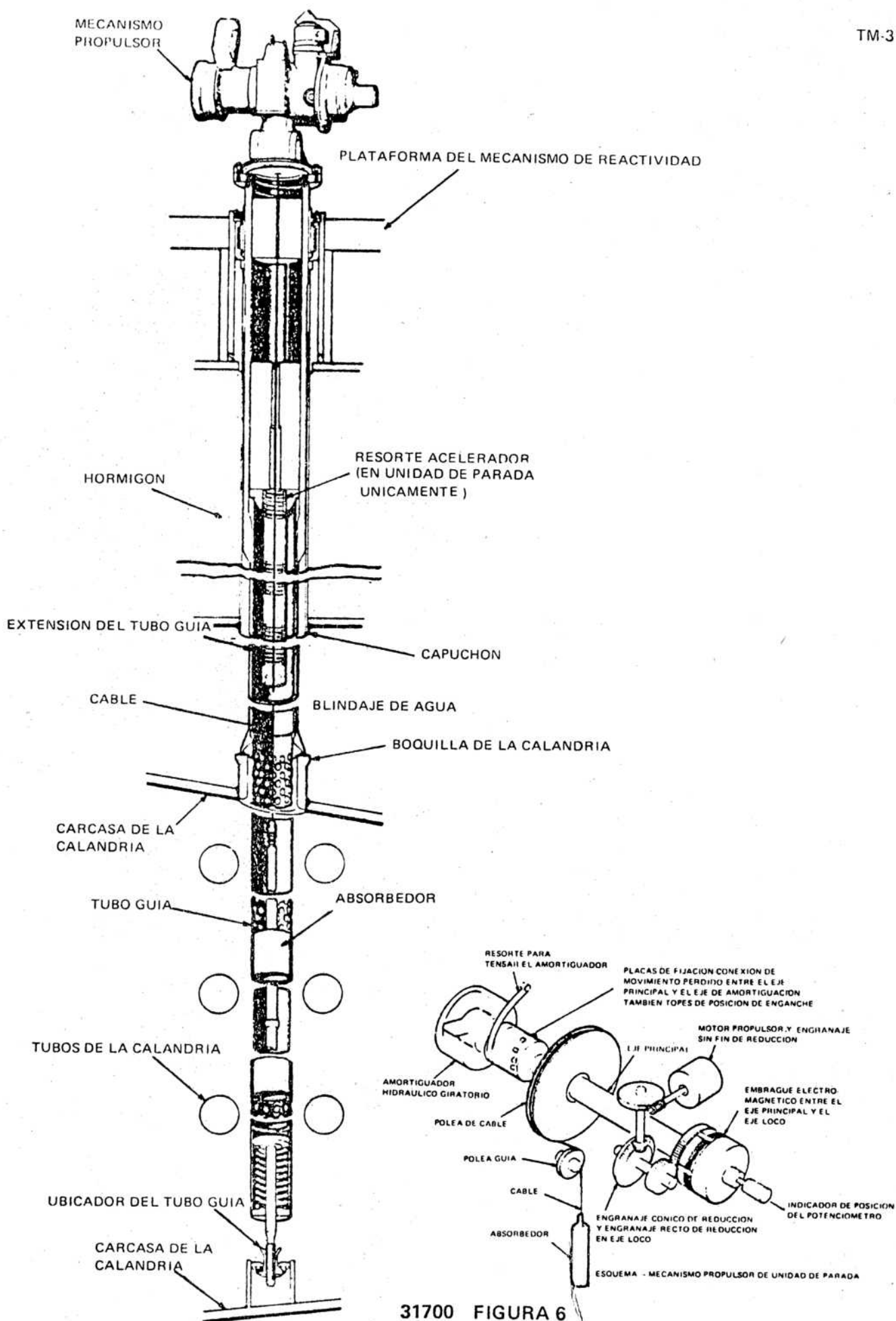
31700 FIGURA 3 PLATAFORMA DE MECANISMOS DE REACTIVIDAD



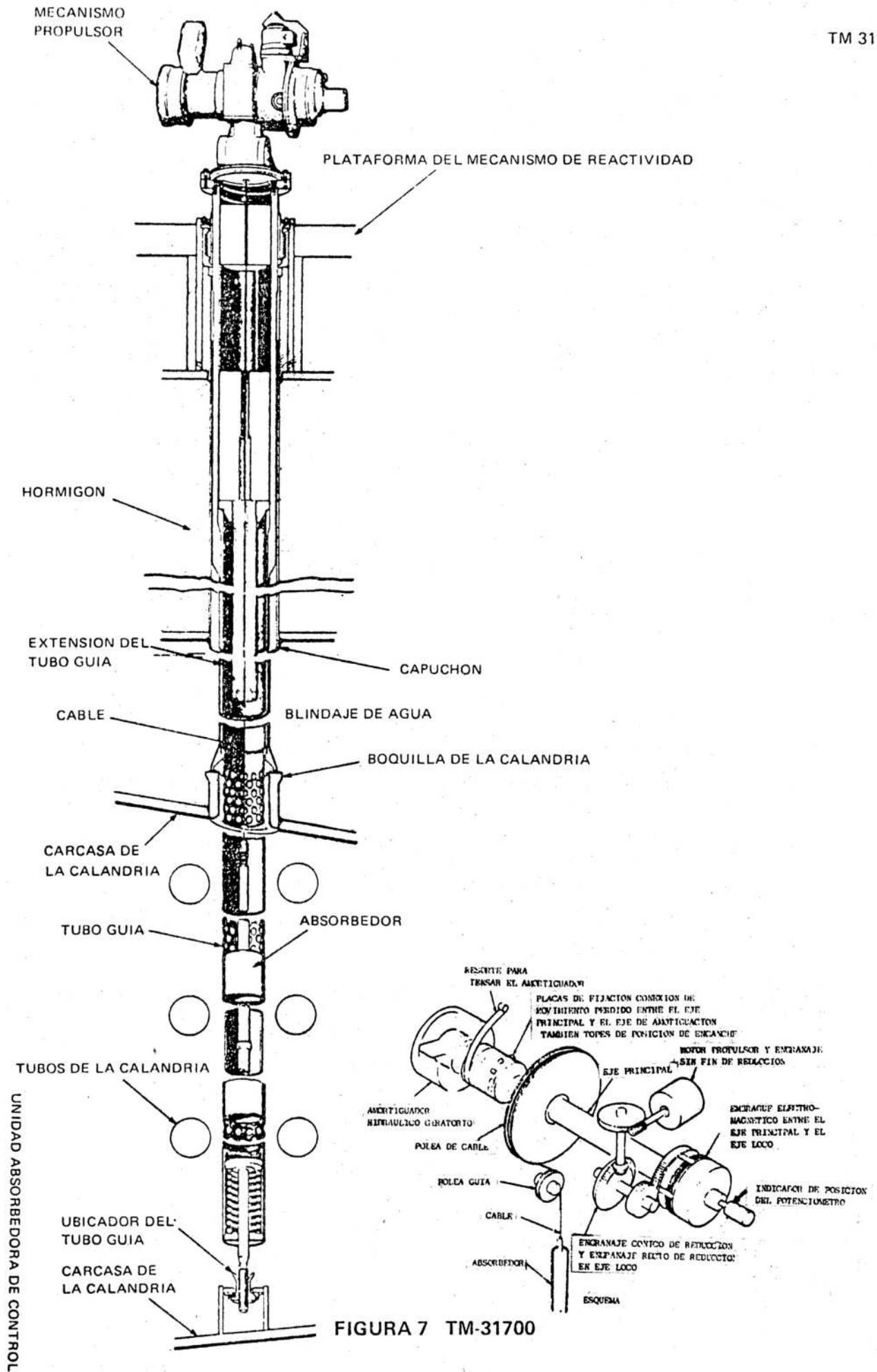
31700 FIGURA 4 DISPOSICION GENERAL DEL SISTEMA DE SUJECION SISMICA PARA LOS CAPUCHONES DE MECANISMOS DE REACTIVIDAD



31700 FIGURA 5 CONJUNTO DE ABRAZADERA Y CABLE METALICO PARA LOS CAPUCHONES DE REACTIVIDAD



31700 FIGURA 6



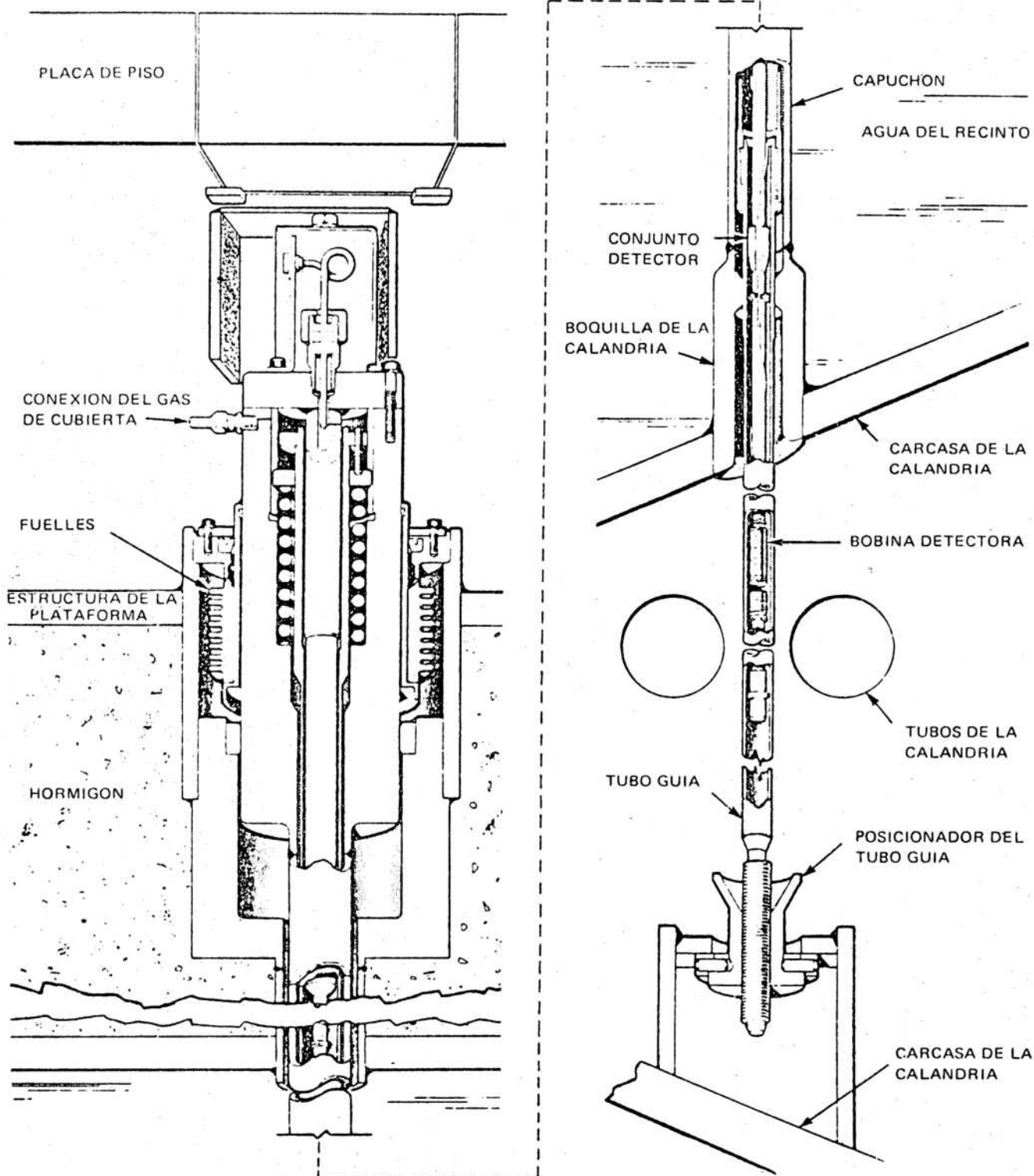


FIGURA 8 TM-31700 UNIDAD DETECTORA VERTICAL DE FLUJO

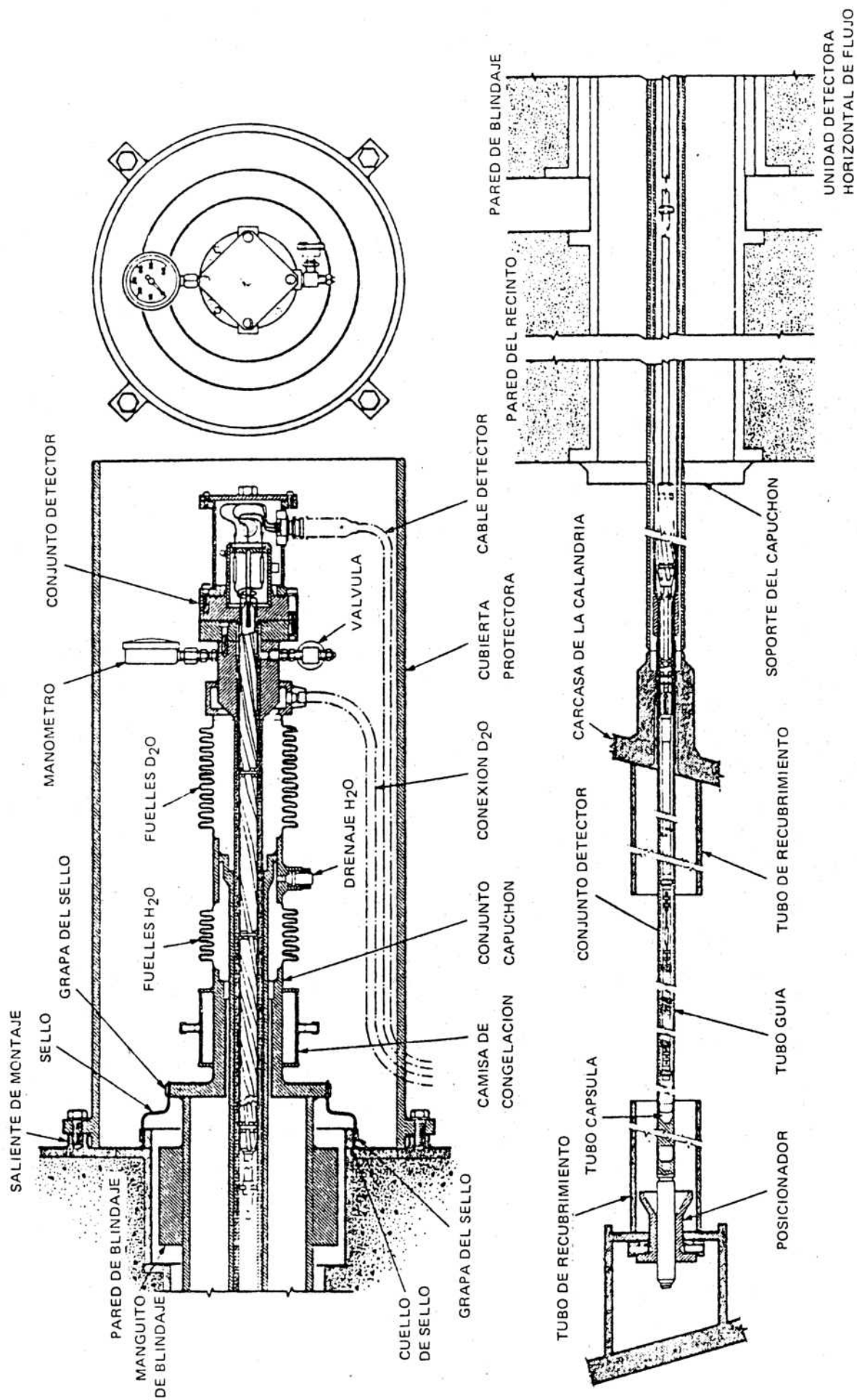


FIGURA 9 TM-31700

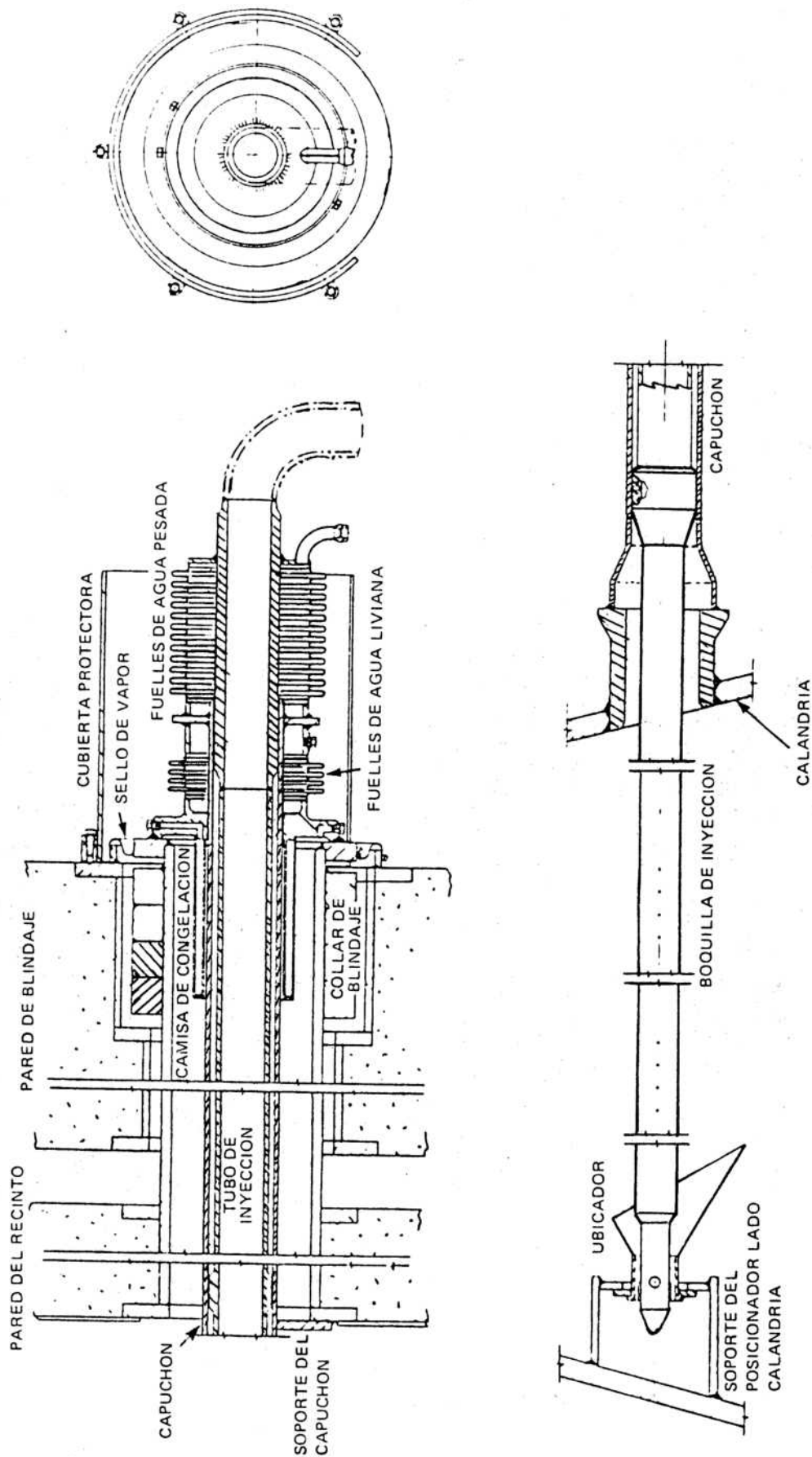


FIGURA 10 TM-31700 UNIDAD DE PARADA POR INYECCION LIQUIDA

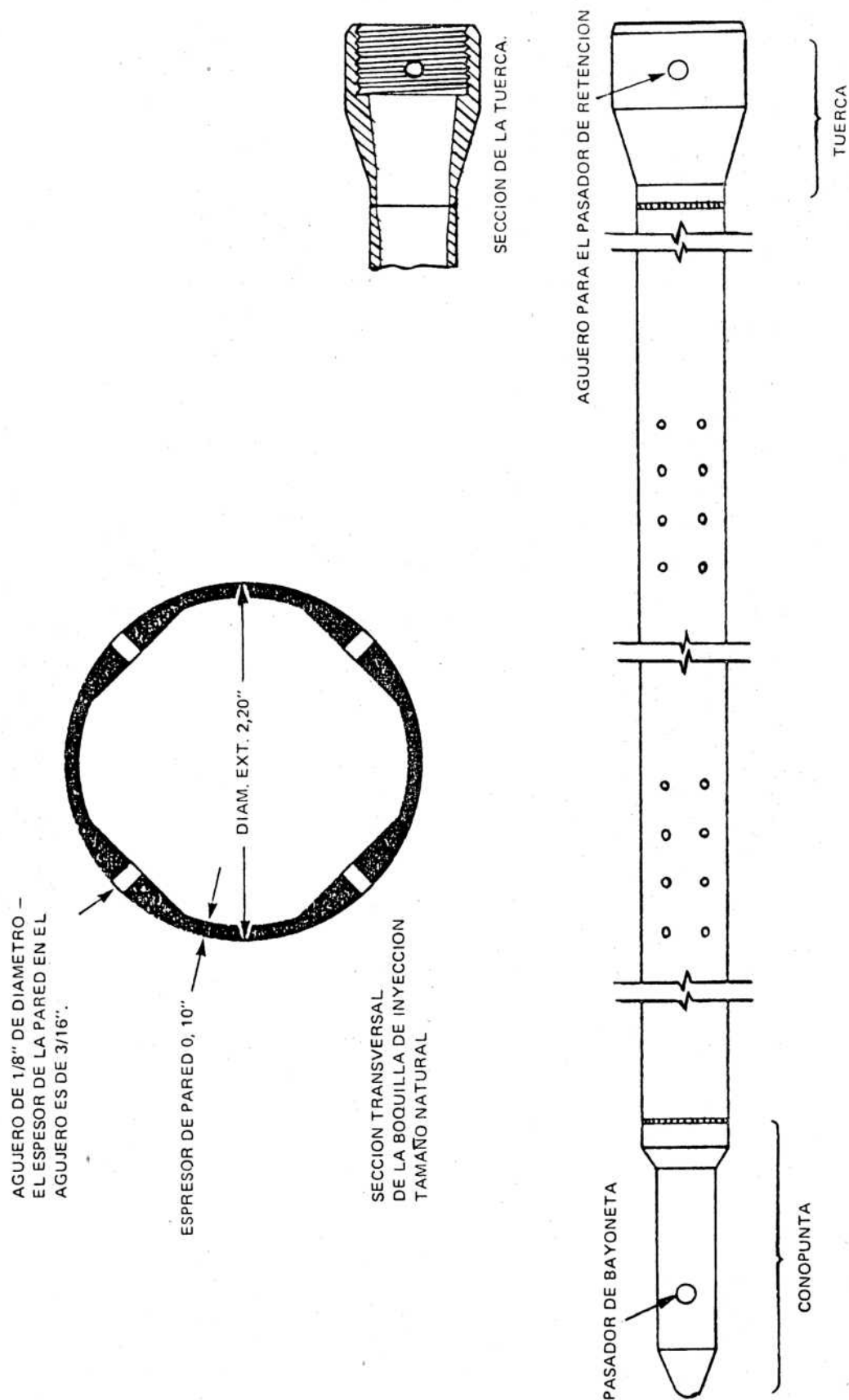


FIGURA 11 TM-31700 BOQUILLA DE INYECCION DE LAS UNIDADES DE PARADA POR INYECCION LIQUIDA

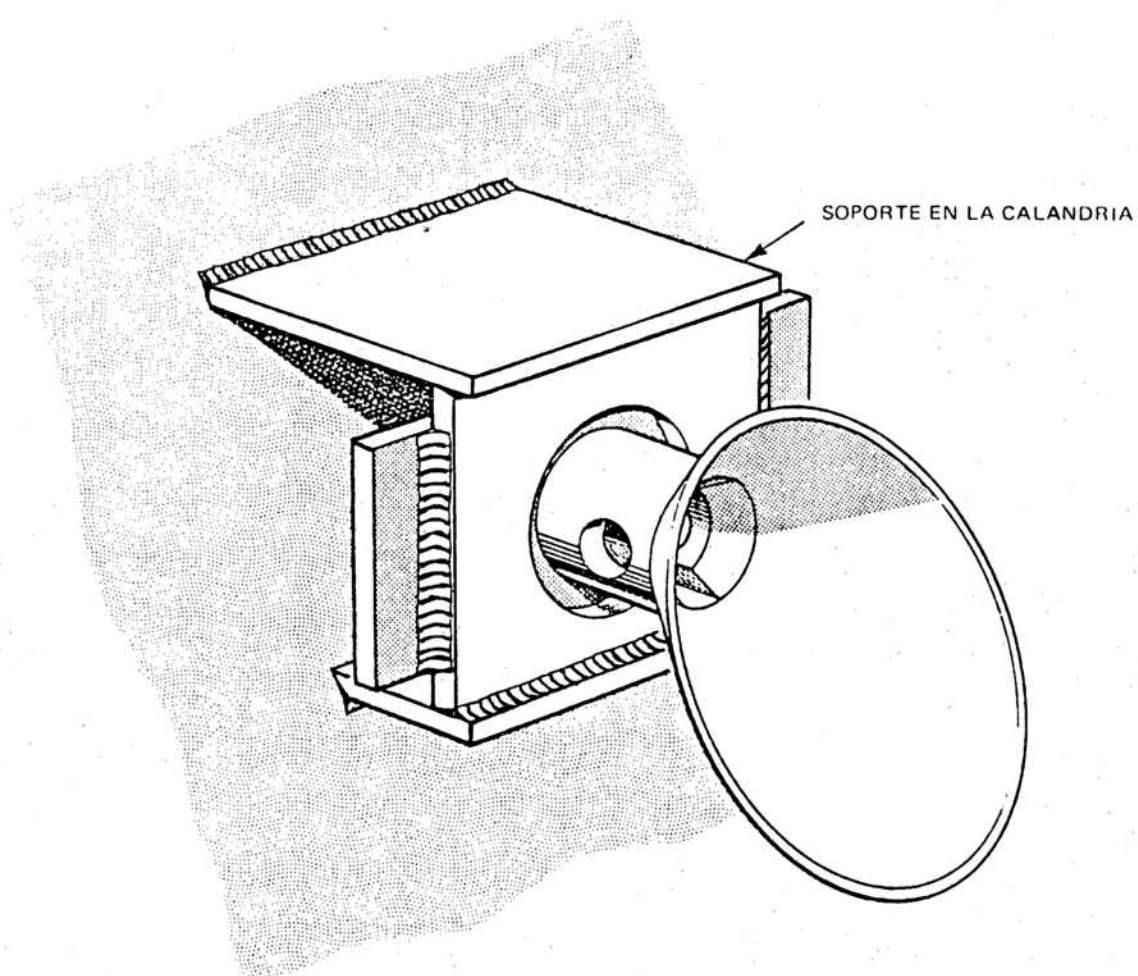


FIGURA 12 TM-31700 POSICIONADOR DE LA BOQUILLA DE INYECCION DE LAS UNIDADES DE PARADA POR INYECCION LIQUIDA

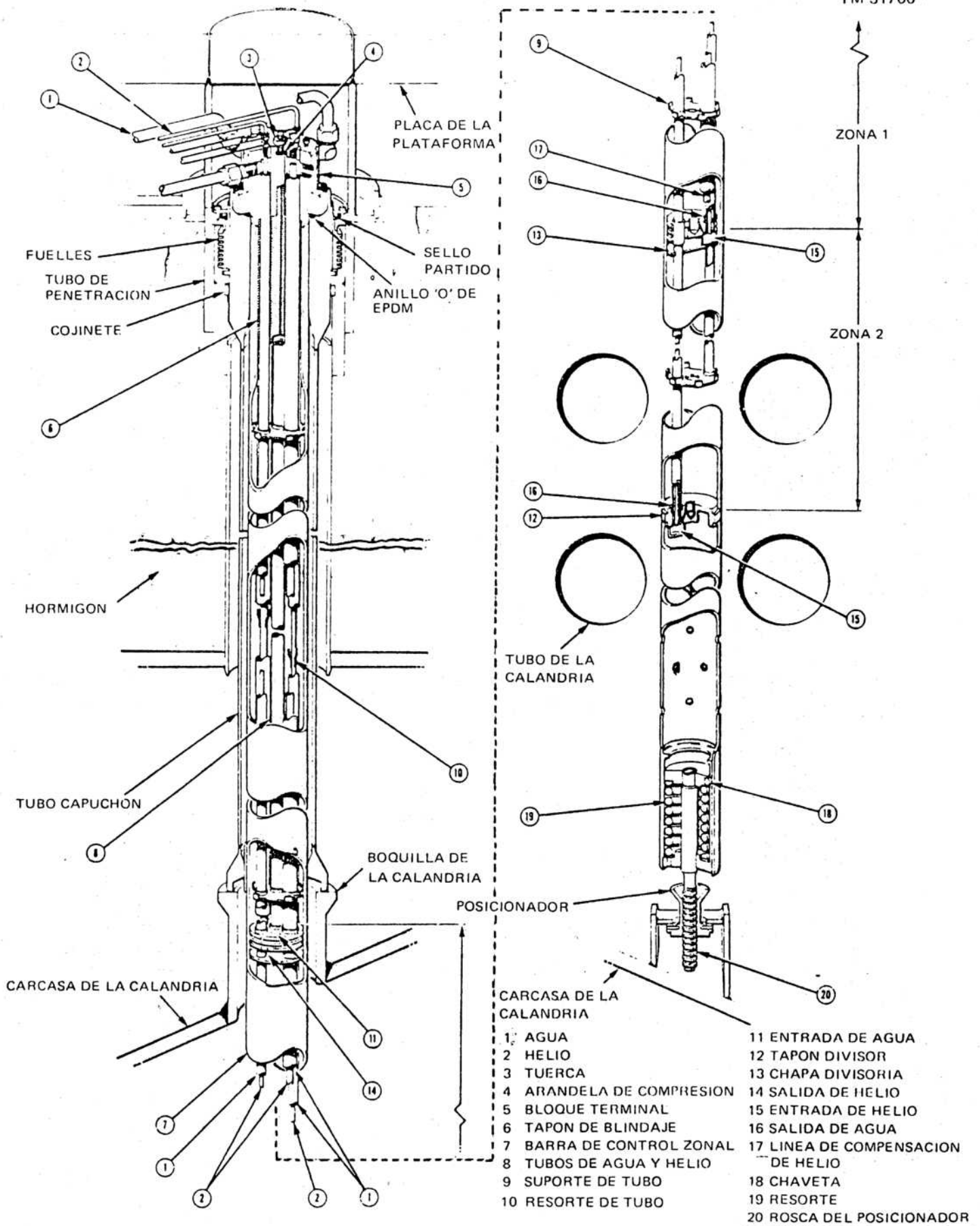
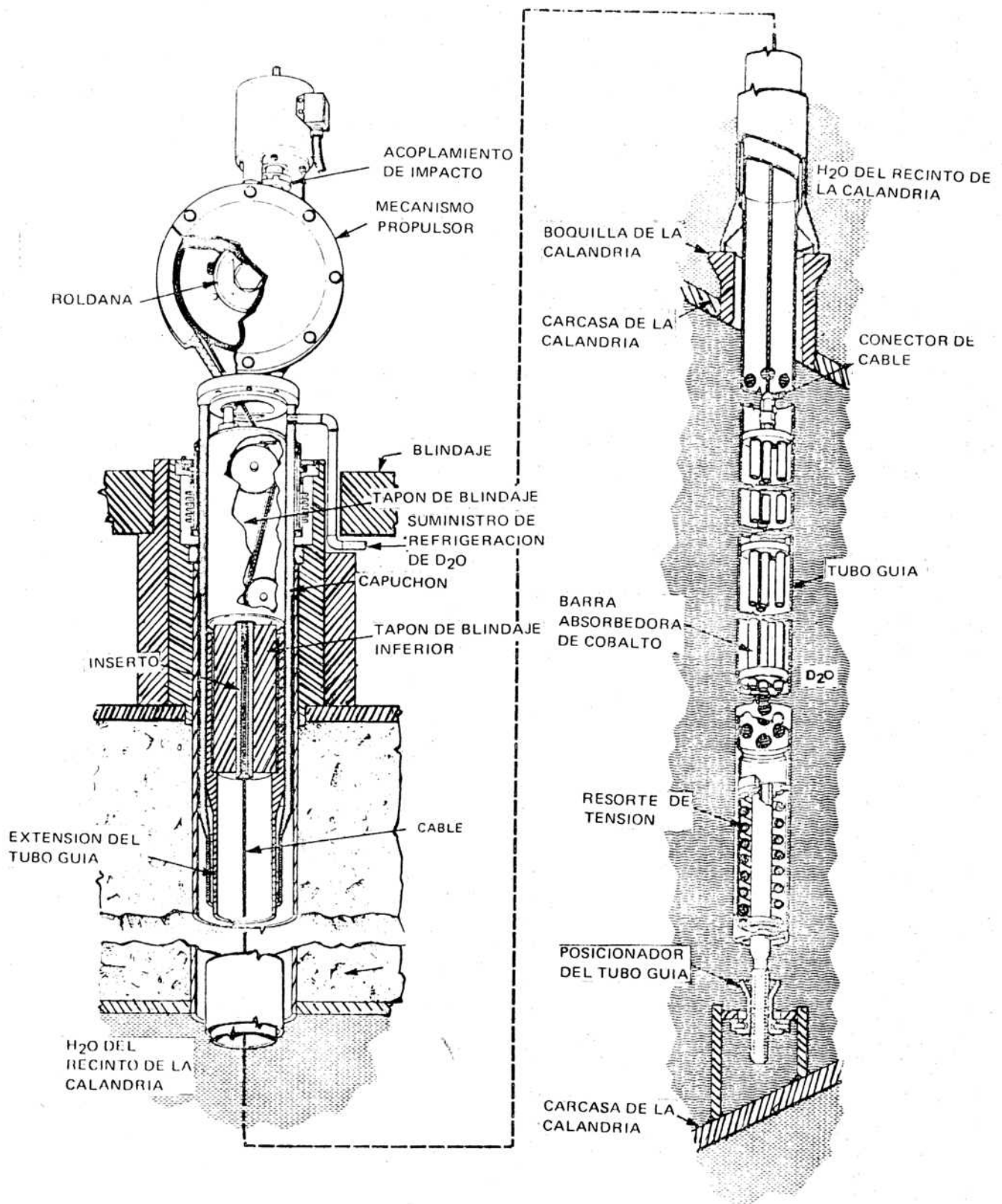
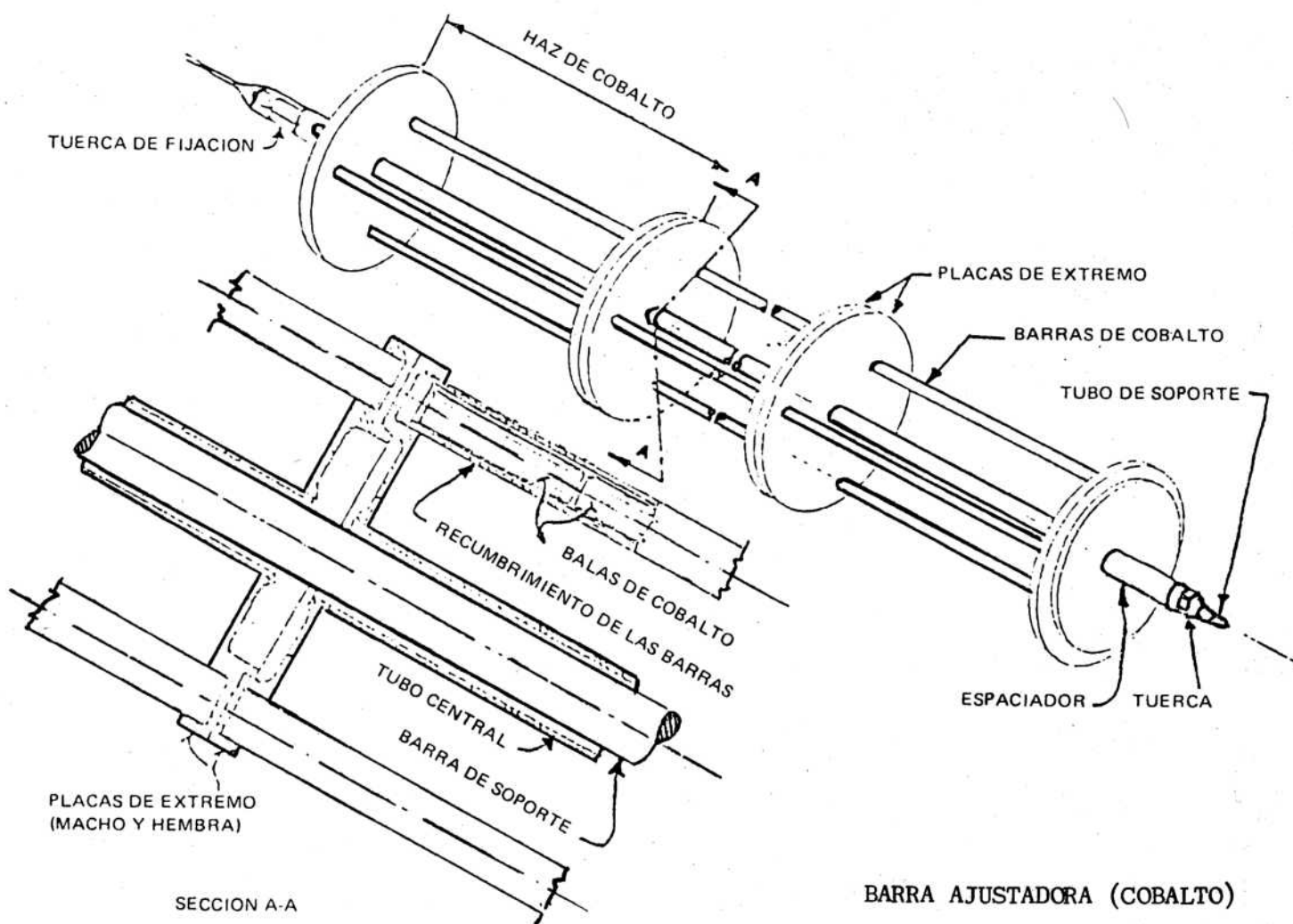


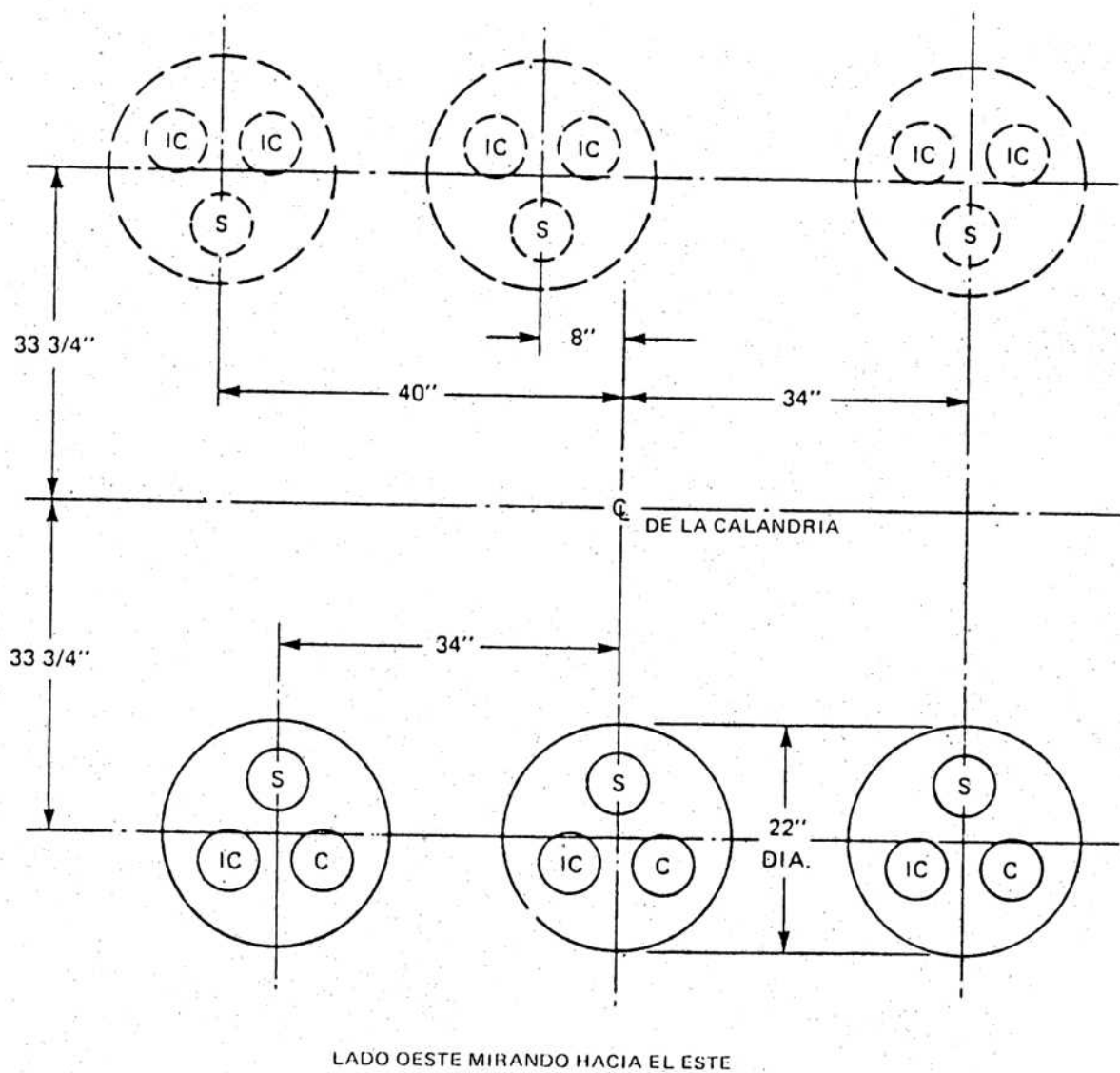
FIGURA 13 TM-31700 CONJUNTO DE UNIDAD DE CONTROL ZONAL



31700 FIGURA 14 CONJUNTO DE UNIDAD AJUSTADORA

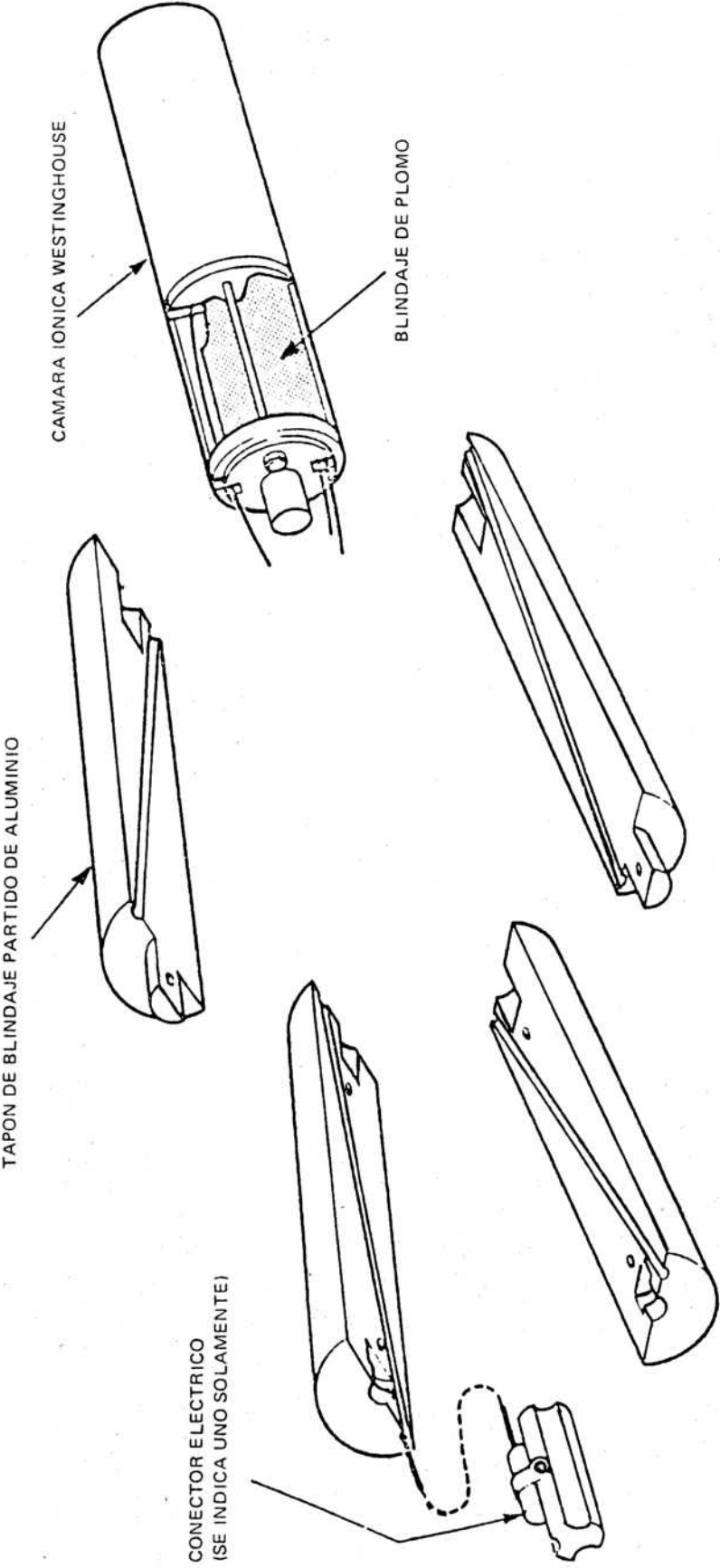


31700 FIGURA 15 ELEMENTO AJUSTADOR (COBALTO)

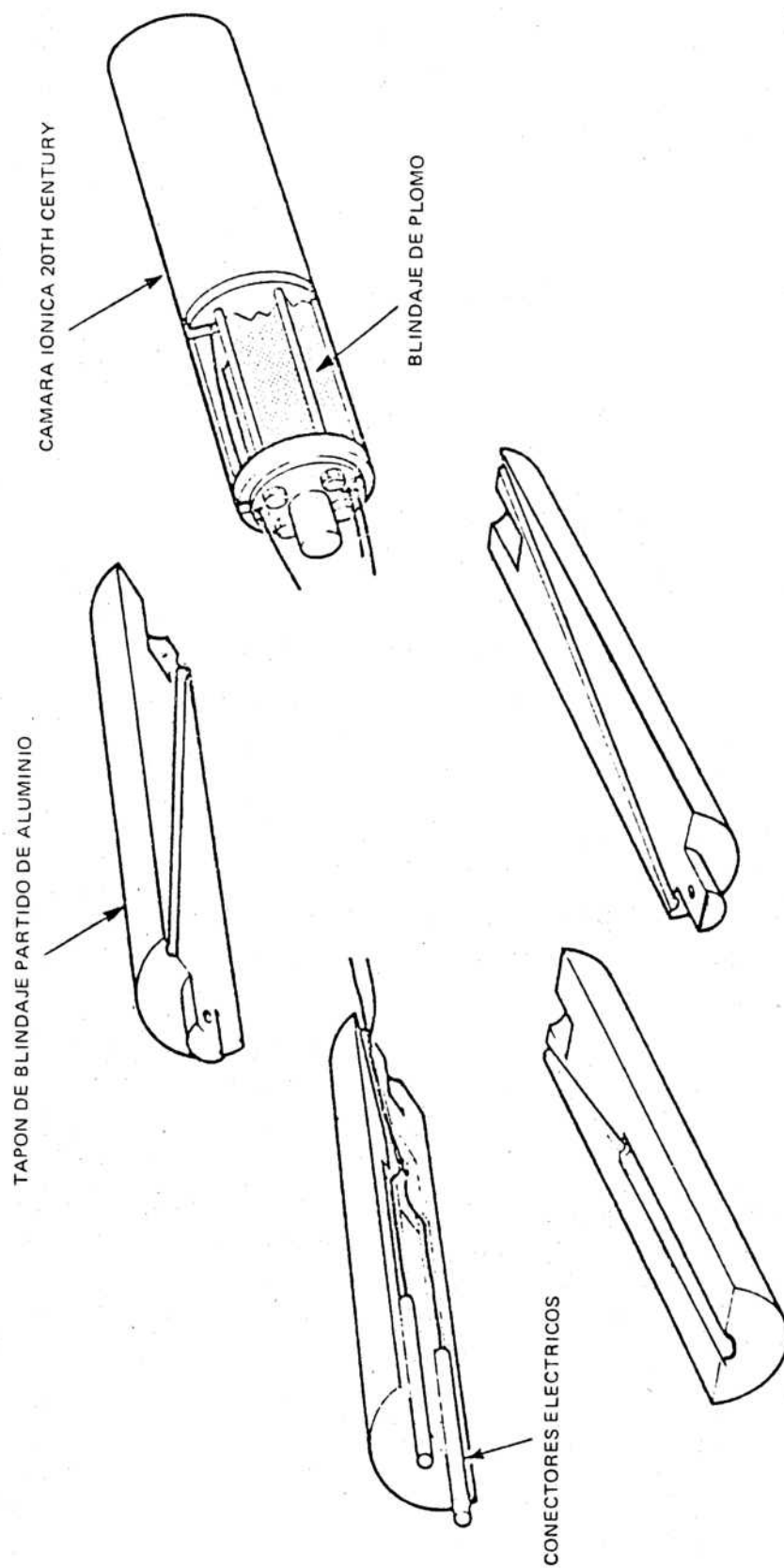


IC - CAMARA IONICA
 C - CONTADOR DE PUESTA EN MARCHA
 S - OBTURADOR

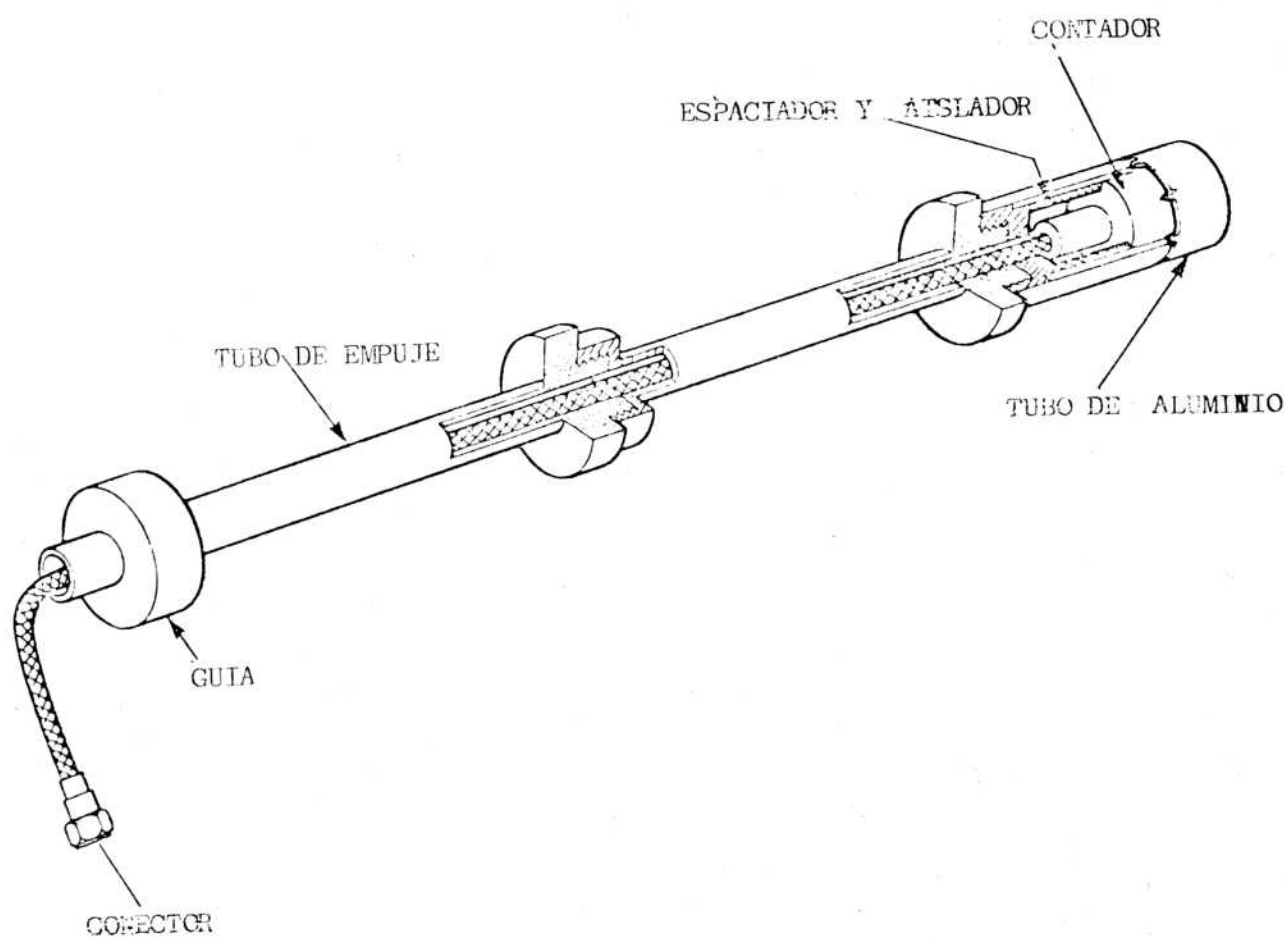
31700 FIGURA 16



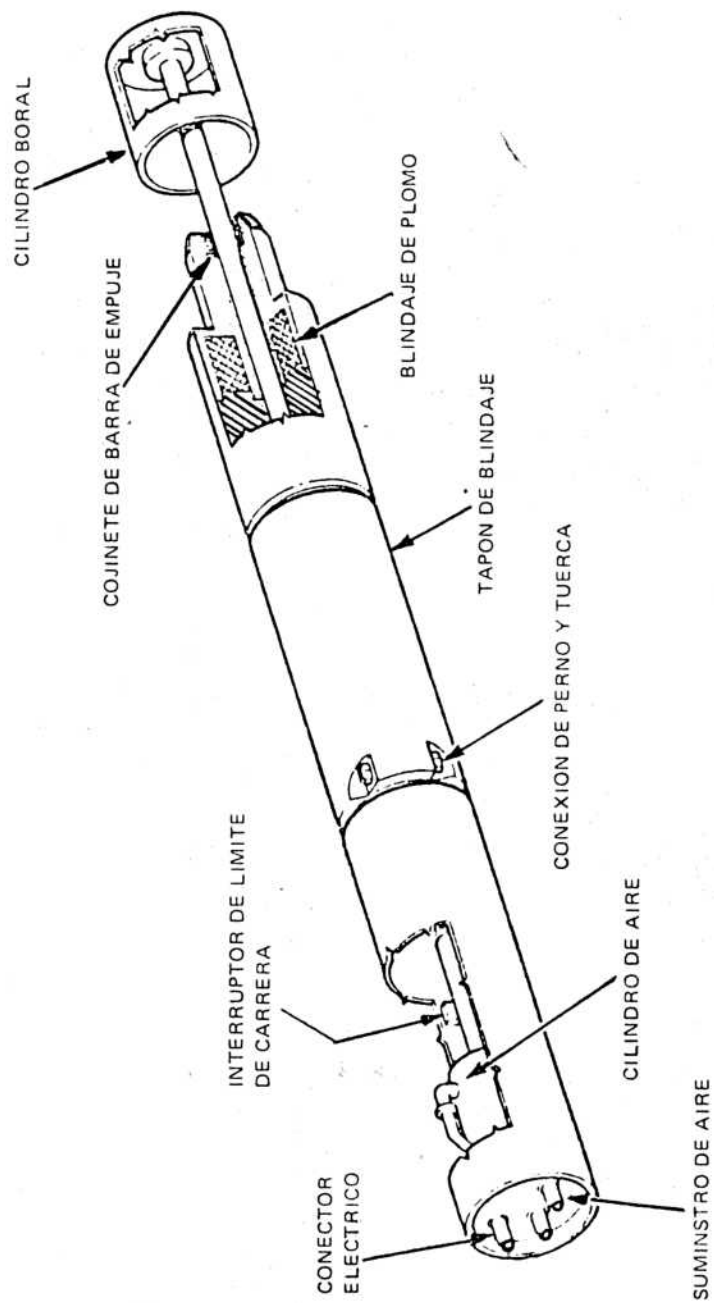
31700 FIGURA 17



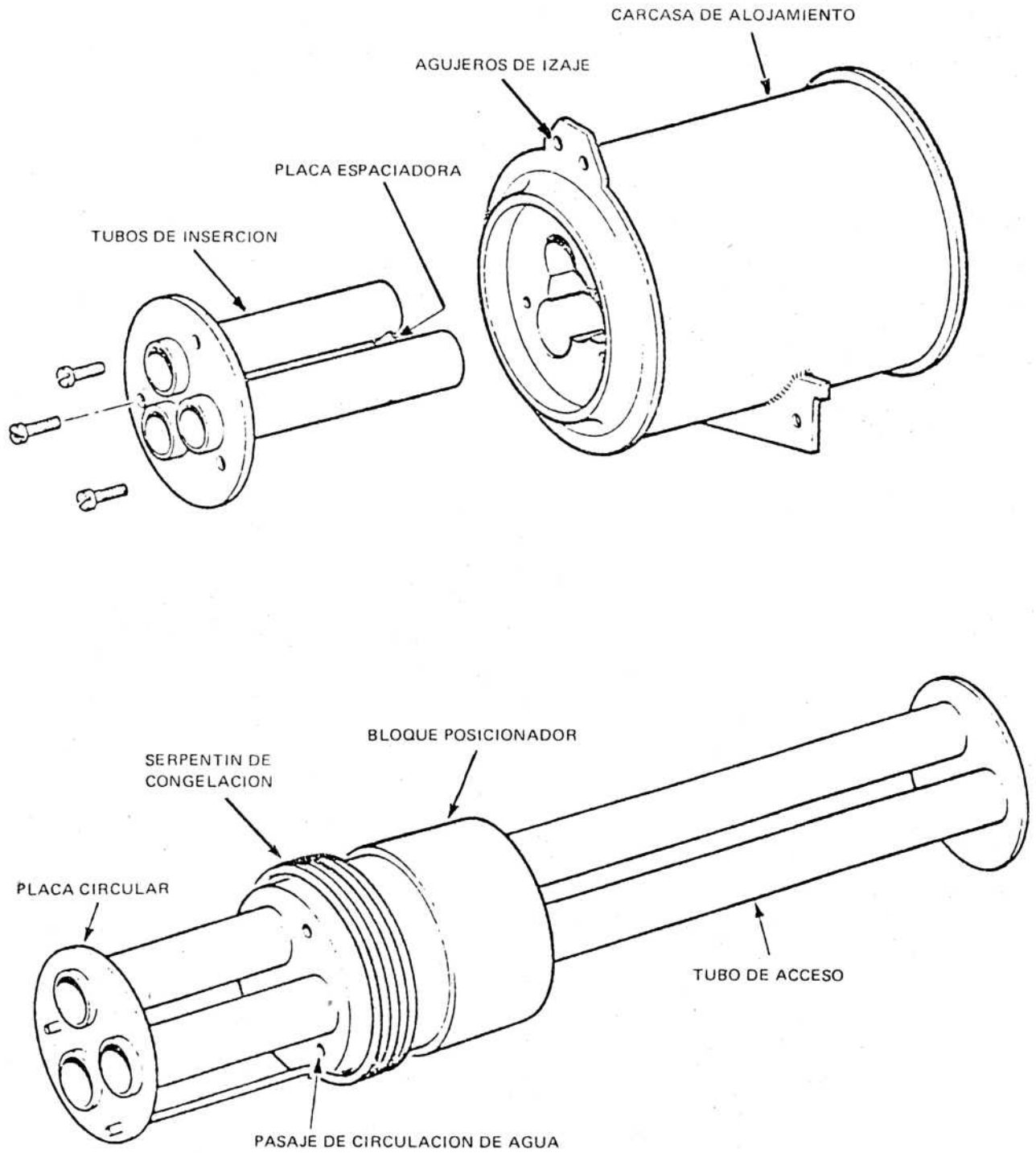
31700 FIGURA 18



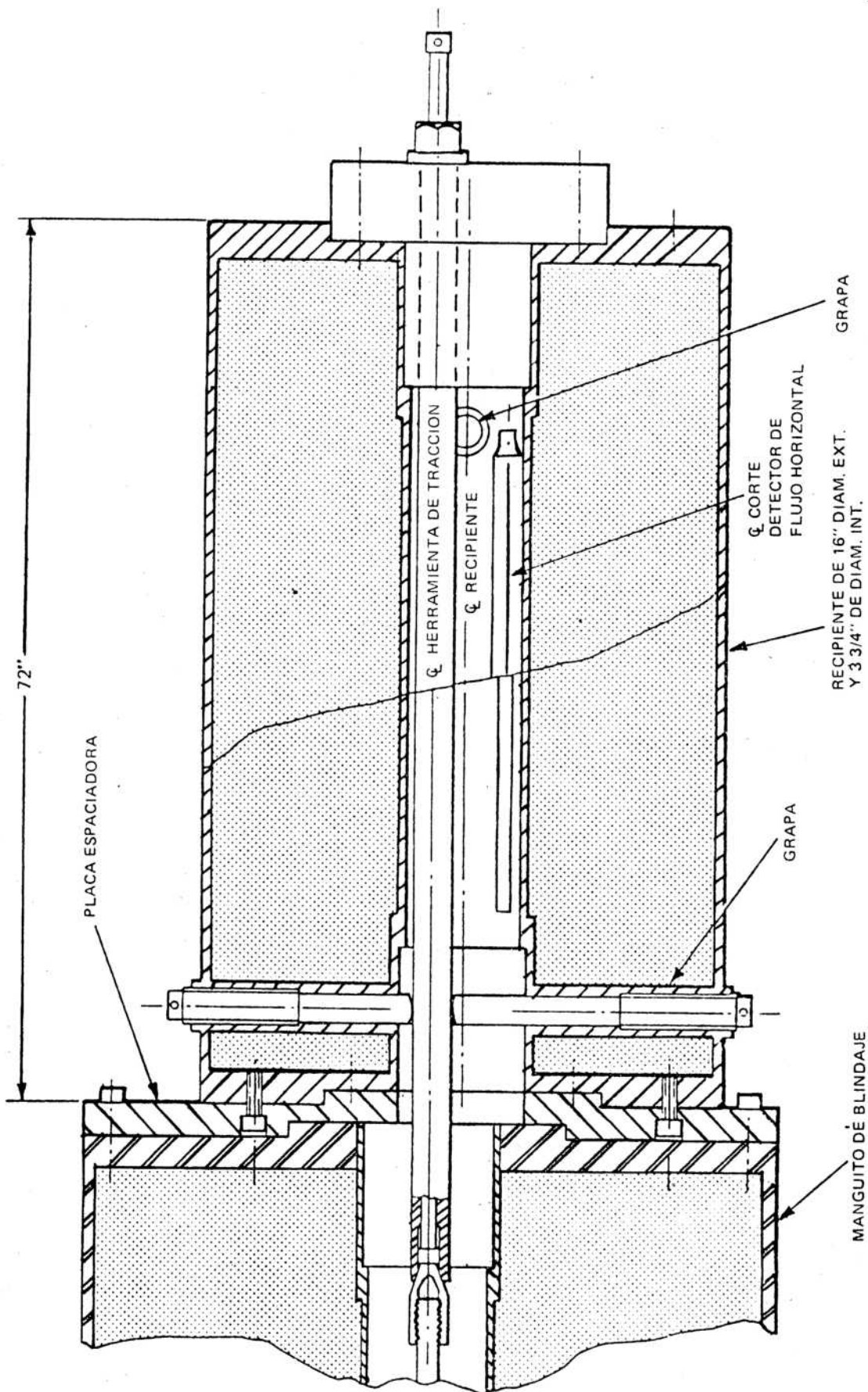
31700 FIGURA 19 CONTADOR DE ARRANQUE



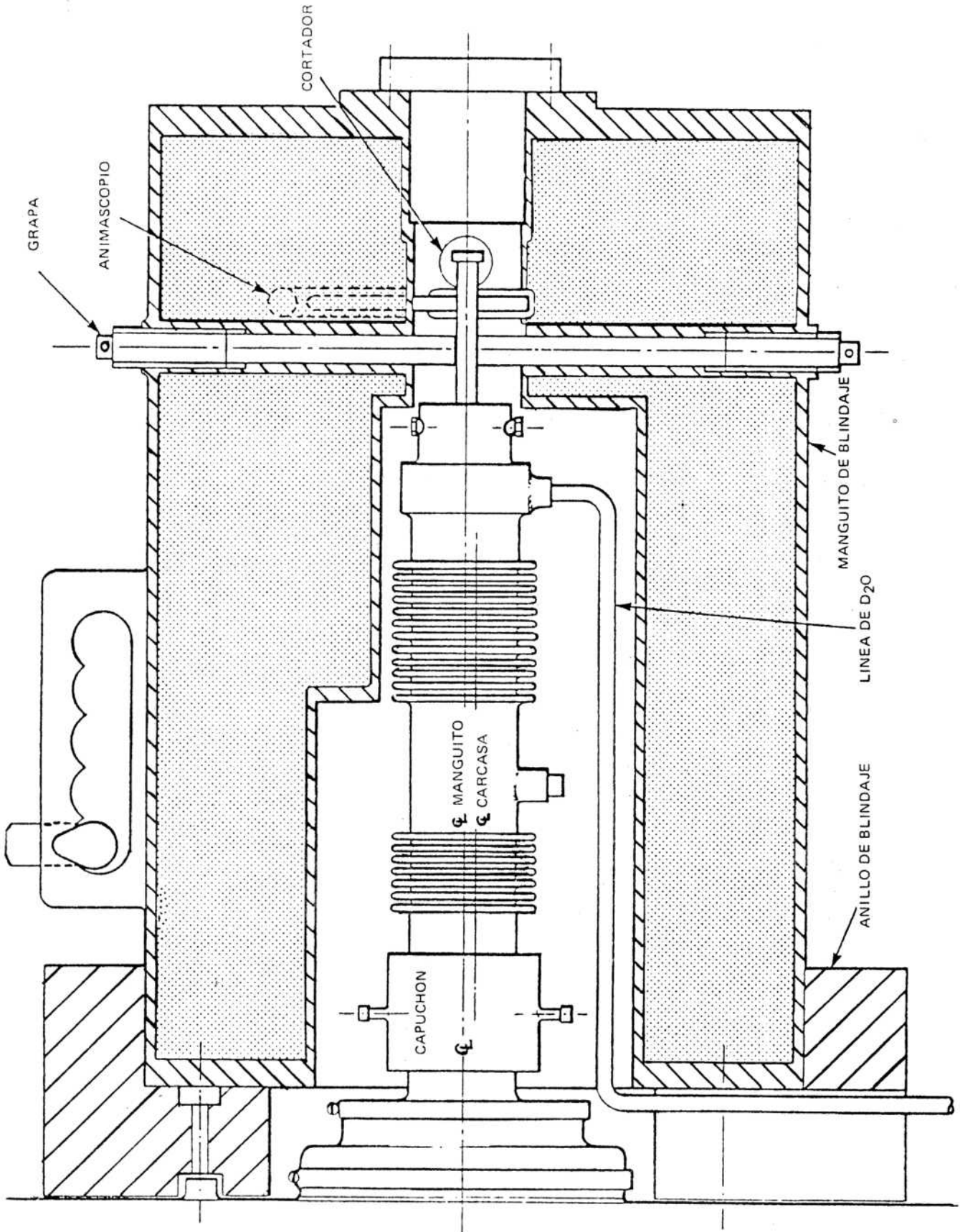
31700 FIGURA 20



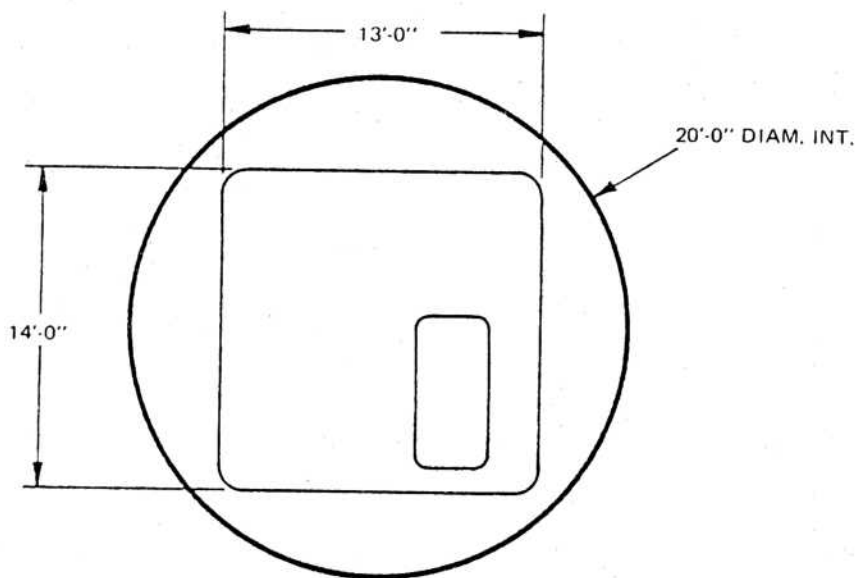
31700 FIGURA 21



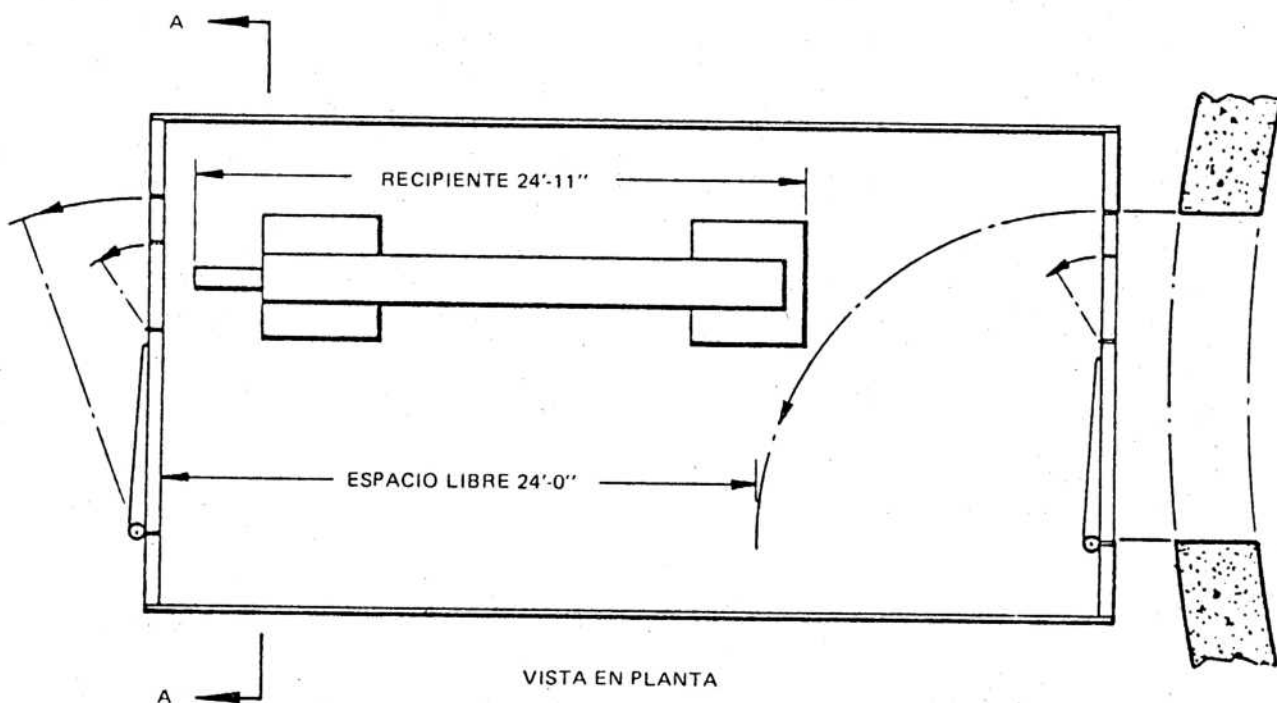
31700 FIGURA 22 COLOCACION DEL RECIPIENTE DE BLINDAJE
DEL DETECTOR DE FLUJO HORIZONTAL



31700 FIGURA 23 ANILLO DE BLINDAJE Y MANGUITO DE BLINDAJE



SECCION A - A



VISTA EN PLANTA

ESCALA 1/8" = 1'-0"

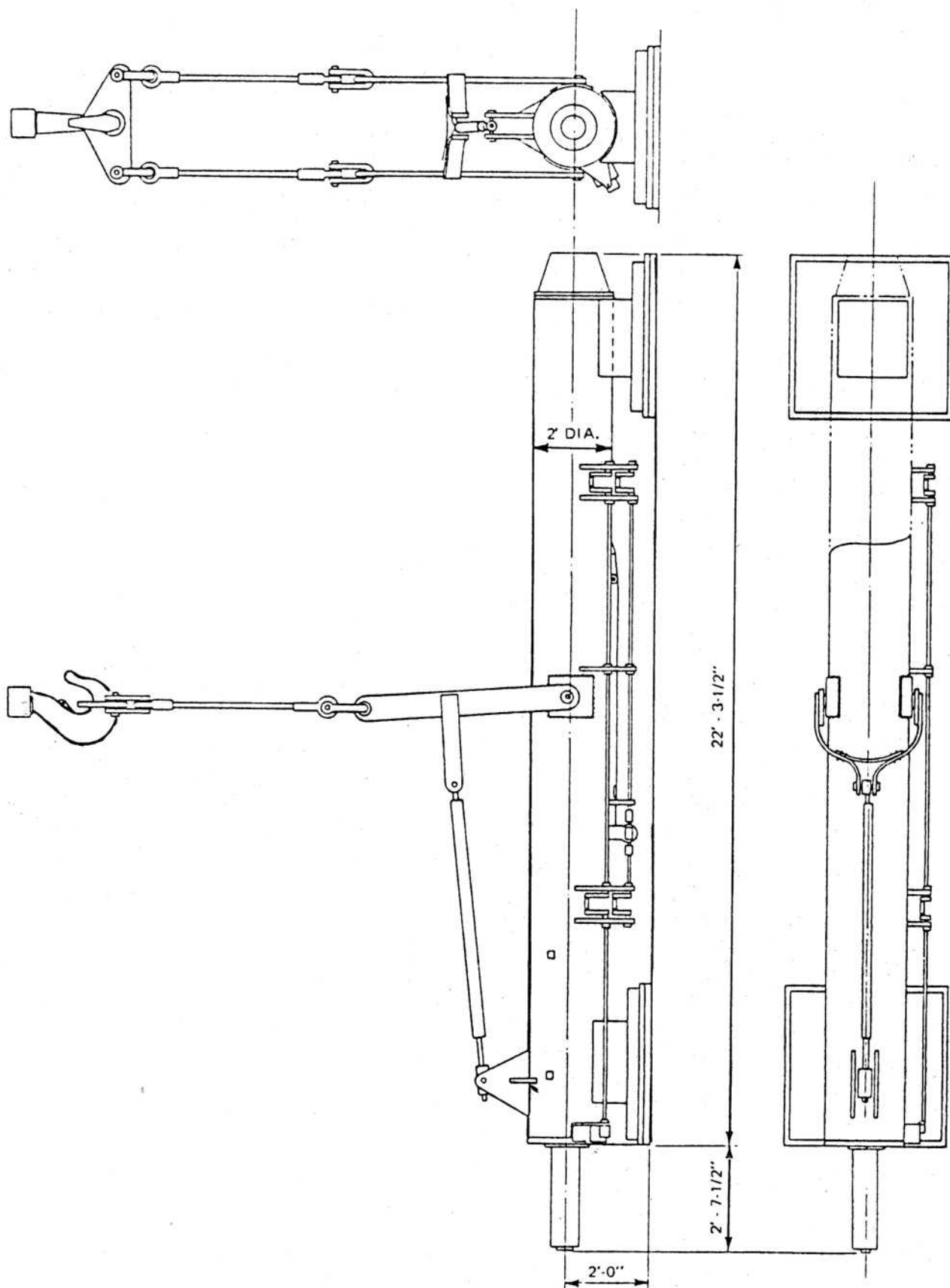
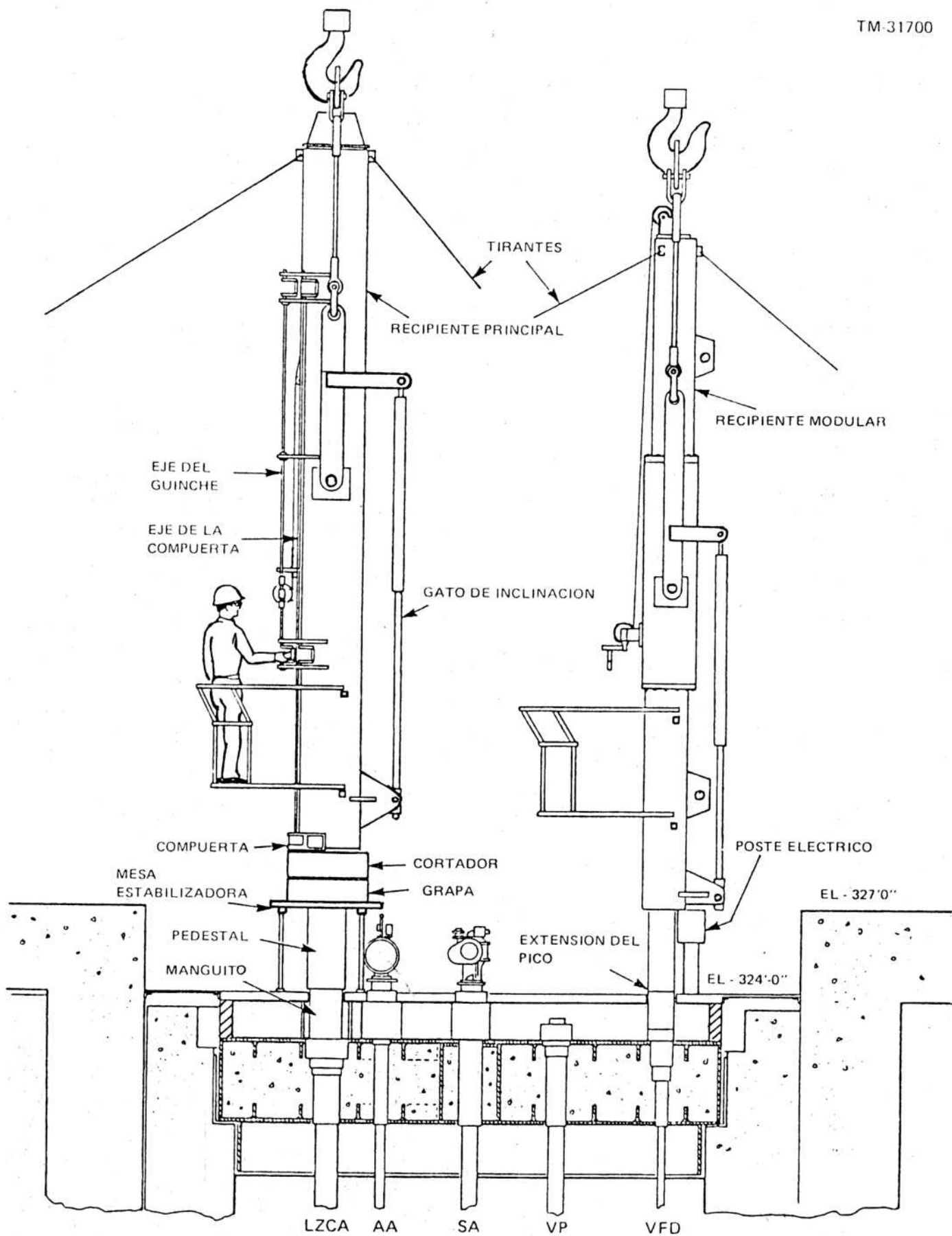
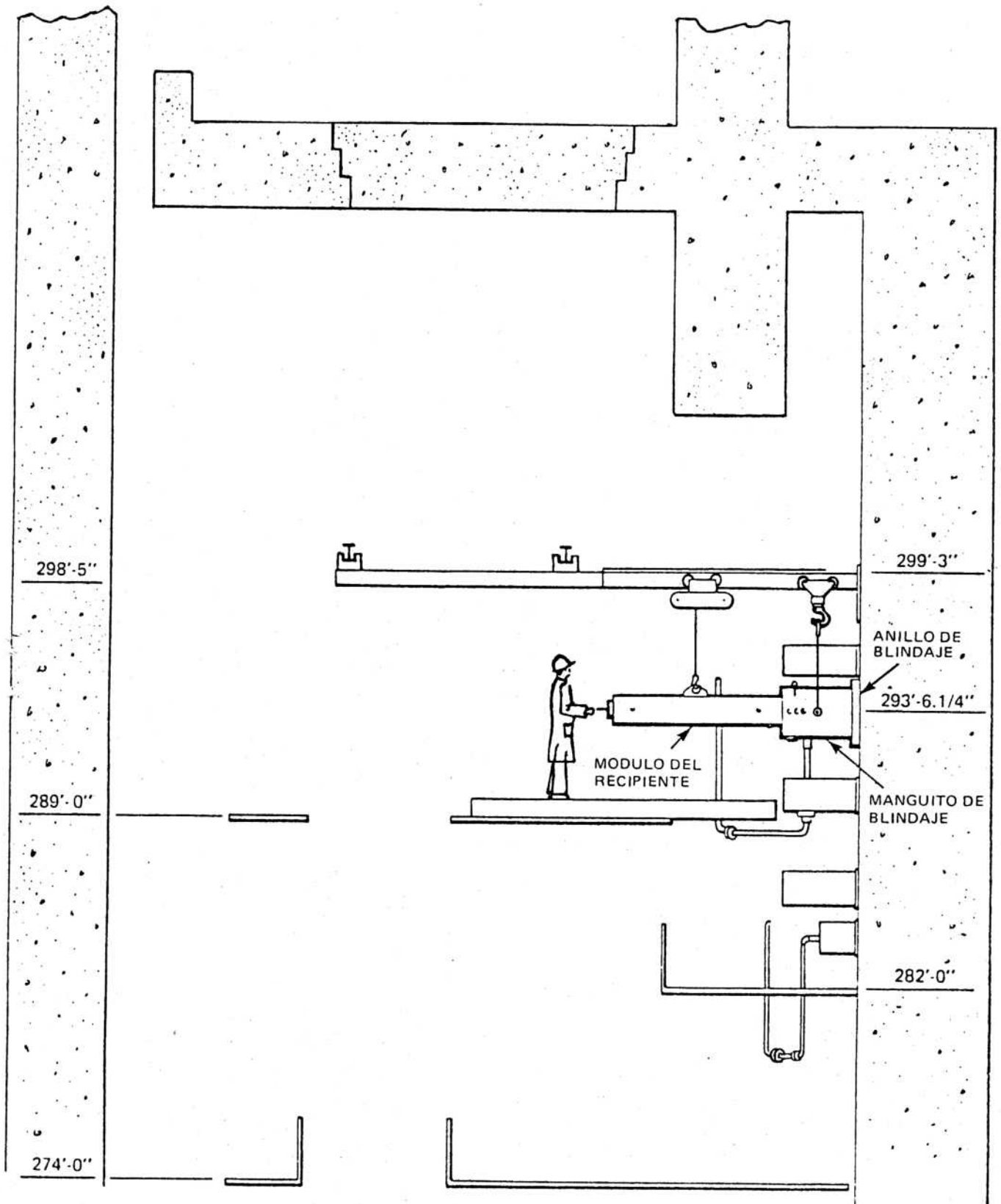


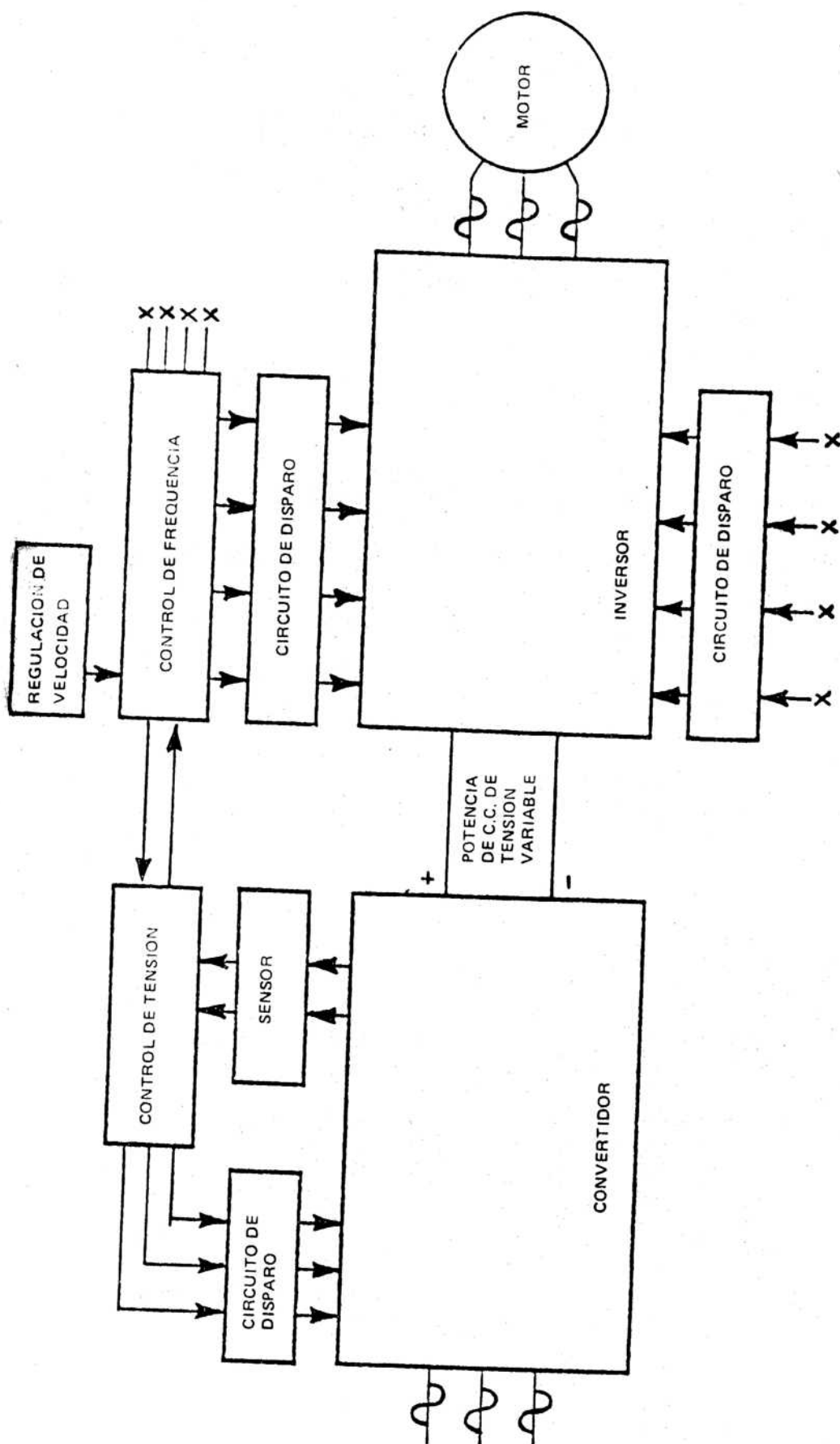
FIGURA 25 RECIPIENTE BLINDADO DE TRANSPORTE Y CARRO



31700 FIGURA 26 RECIPIENTES – POSICION DE OPERACION

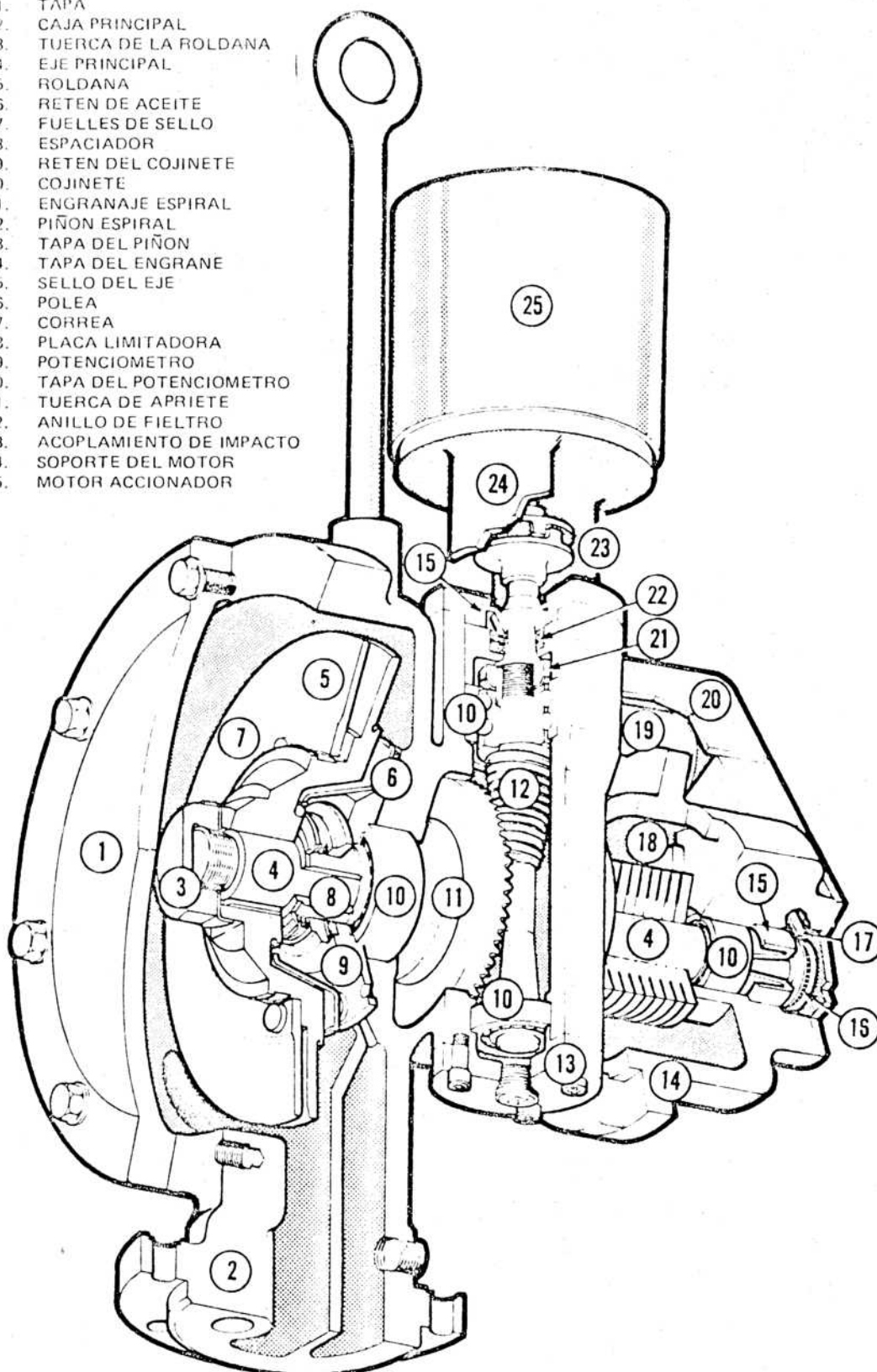


31700 FIGURA 27 EXTRACCION DE LA BOQUILLA DEL SISTEMA DE PARADA POR INYECCION LIQUIDA DEL AREA DE SERVICIO

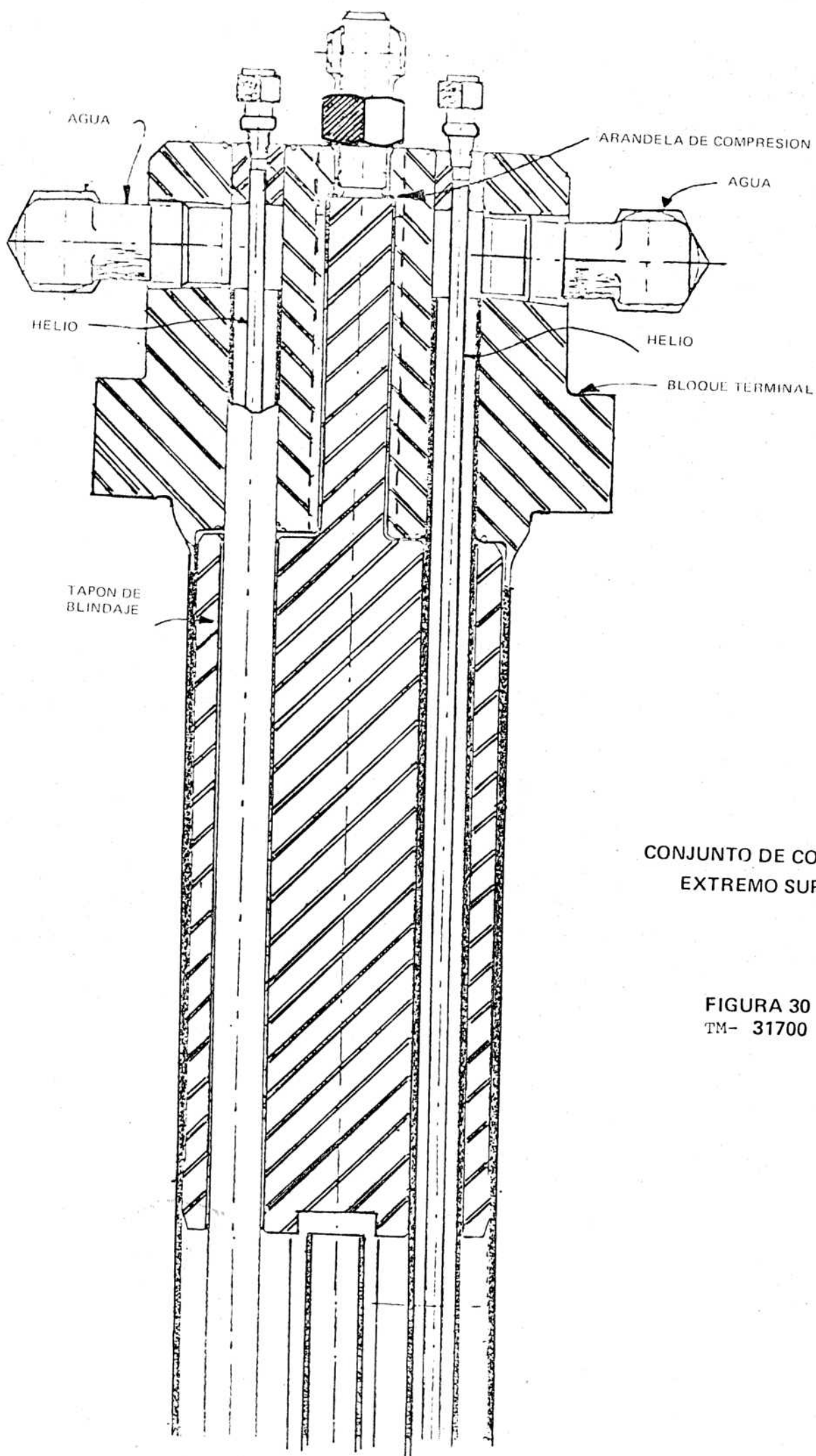


31700 FIGURA 28

1. TAPA
2. CAJA PRINCIPAL
3. TUERCA DE LA ROLDANA
4. EJE PRINCIPAL
5. ROLDANA
6. RETEN DE ACEITE
7. FUELLES DE SELLO
8. ESPACIADOR
9. RETEN DEL COJINETE
10. COJINETE
11. ENGRANAJE ESPIRAL
12. PIÑON ESPIRAL
13. TAPA DEL PIÑON
14. TAPA DEL ENGRANE
15. SELLO DEL EJE
16. POLEA
17. CORREA
18. PLACA LIMITADORA
19. POTENCIOMETRO
20. TAPA DEL POTENCIOMETRO
21. TUERCA DE APRIETE
22. ANILLO DE FIELTRO
23. ACOPLAMIENTO DE IMPACTO
24. SOPORTE DEL MOTOR
25. MOTOR ACCIONADOR

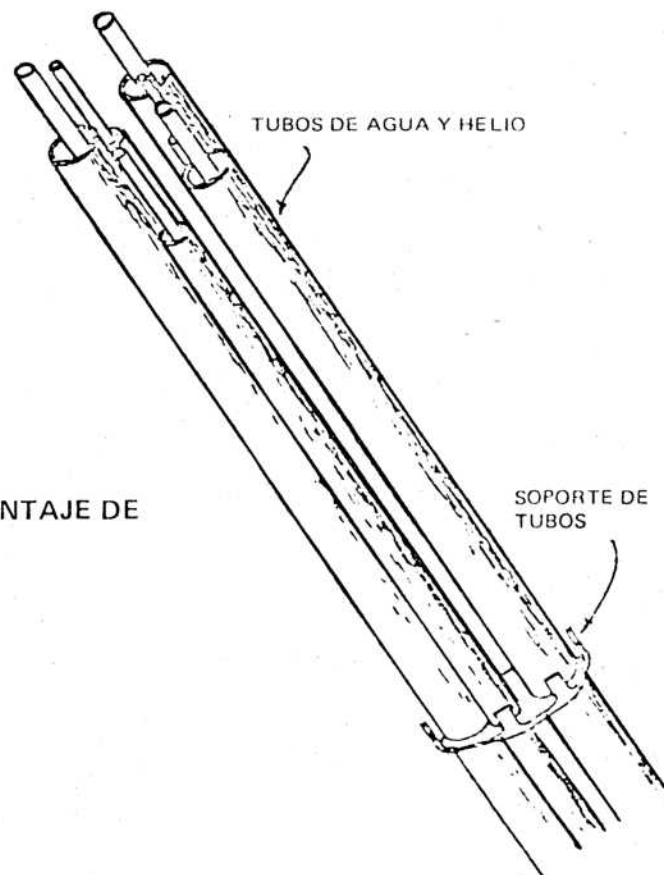
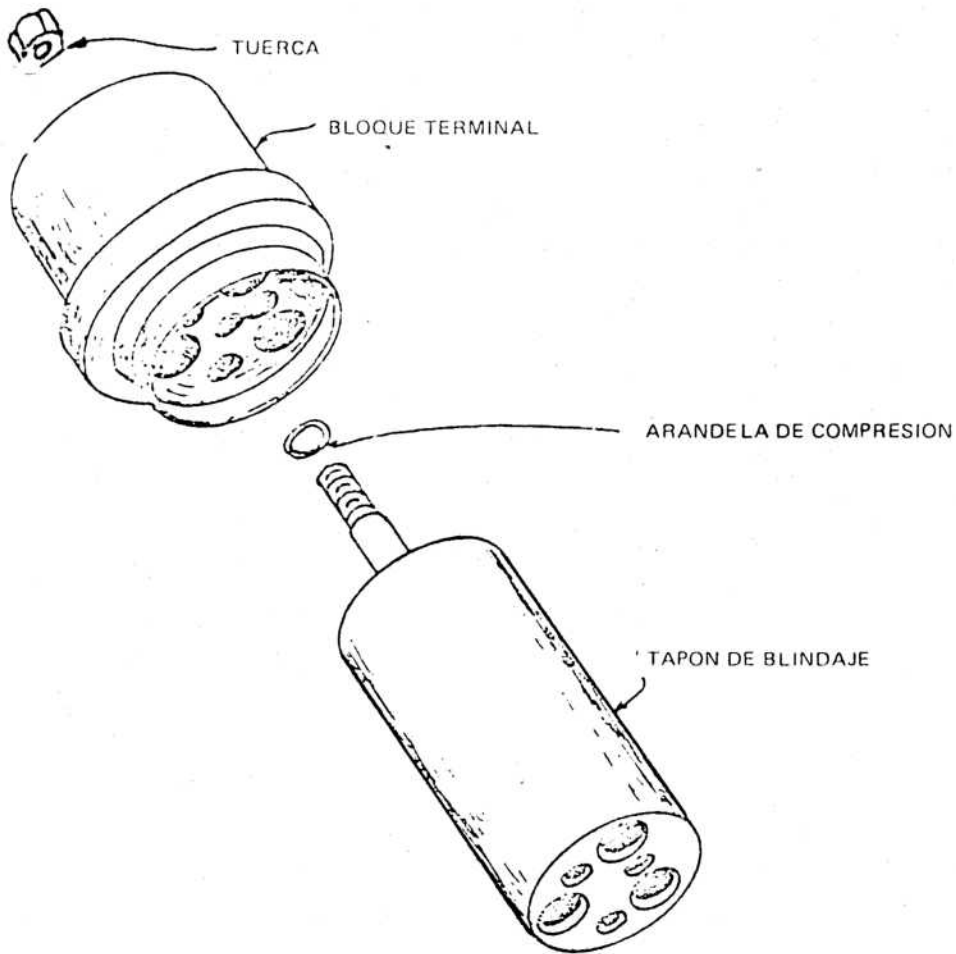


31700 FIGURA 29 MECANISMO PROPULSOR DEL AJUSTADOR DE 600 MW

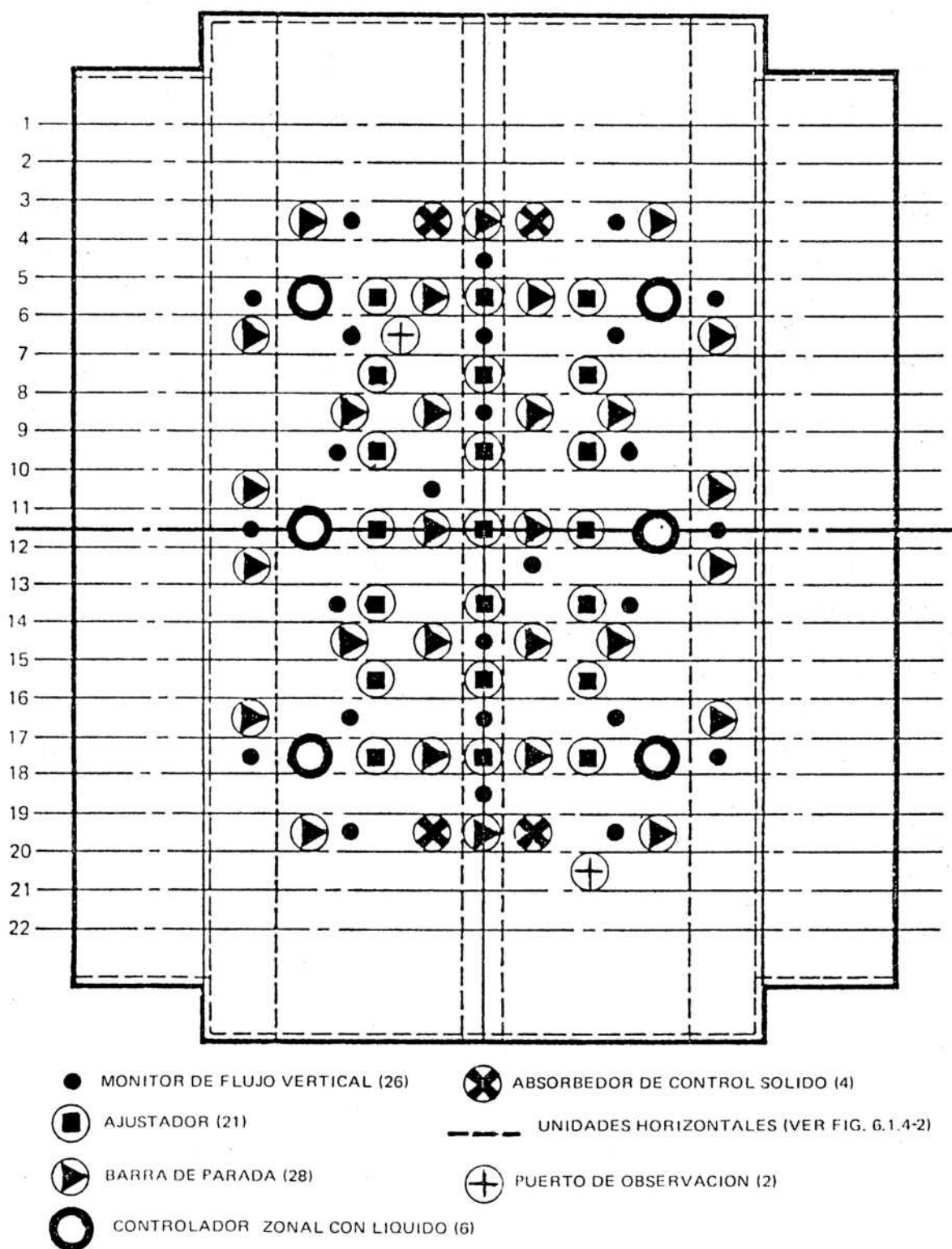


CONJUNTO DE CONTROL ZONAL
EXTREMO SUPERIOR

FIGURA 30
TM- 31700



31700 FIGURA 31 VISTA EN ORDEN DE MONTAJE DE LAS PIEZAS INTERNAS



31700 FIGURA 32 UBICACION DE LOS DISPOSITIVOS DE REACTIVIDAD