

3
CNEA/AC - 9/81

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

08,80

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 - 35100 Sistema de Almacenaje y Transferencia de
Combustible Nuevo.

Córdoba - Argentina

1 9 8 0

MANUAL DE CAPACITACION PARA CENTRAL NUCLEAR DE 600 MWe

NIVEL 2

35100 SISTEMA DE ALMACENAJE Y TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE NUEVO

INDICE

- 1.0 INTRODUCCION
- 2.0 OBJETO
- 3.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA
 - 3.1 Almacenaje y Manipuleo hasta la Sala de Transferencia de Combustible Nuevo
 - 3.2 Equipo de la Sala de Transferencia de Combustible Nuevo
 - 3.2.1 Grúas de Brazo
 - 3.2.2 Aparejo Neumático
 - 3.2.3 Herramienta para Izaje de Elementos Combustibles
 - 3.2.4 Indicador de Enclavamiento de Espaciadores de Combustibles
 - 3.2.5 Bandeja de Carga y Ariete de Carga
 - 3.2.6 Válvula de la Esclusa de Aire
 - 3.2.7 Tambor del Mecanismo de Transferencia de Combustible
 - 3.2.8 Ariete de Transferencia y Accionamiento
 - 3.2.9 Adaptador Tambor/Puerto
 - 3.2.10 Puerto de Combustible Nuevo
 - 3.2.11 Panel de Control Local
 - 3.2.12 Sistemas Auxiliares
 - 3.2.13 Equipo Adicional en la Sala de Combustible Nuevo
 - 3.3 Ubicación
 - 3.4 Instrumentación y Control
- 4.0 PRINCIPIOS OPERATIVOS
 - 4.1 Generalidades
 - 4.2 Estado del Mecanismo de Transferencia antes de Cargar
 - 4.3 Secuencia para Cargar Combustible Nuevo en el Mecanismo de Transferencia
 - 4.4 Secuencia para Cargar Combustible Nuevo en la Máquina de Recambio
- 5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2
- 6.0 REFERENCIAS

MANUAL DE CAPACITACION PARA CENTRAL NUCLEAR DE 600 MWeNIVEL 235100 Sistema de Almacenaje y Transferencia de Combustible Nuevo1.0 INTRODUCCION

El sistema de transferencia y almacenaje de combustible nuevo abarca el proceso de transferir el combustible nuevo, desde la entrega de los 'pallets' de combustible nuevo en la central hasta la recepción de los elementos combustibles nuevos en el cabezal de la máquina de recambio de combustible. El sistema se divide en dos partes:

- a) Almacenaje y Manipuleo de Combustible Nuevo, que se extiende desde la entrega del combustible nuevo hasta el movimiento de este combustible al interior del Mecanismo de Transferencia de Combustible Nuevo. Estas operaciones son realizadas en forma manual.
- b) El Mecanismo de Transferencia de Combustible Nuevo, que carga los elementos combustibles nuevos al interior de la máquina de recambio. Esta operación se lleva a cabo bajo control de computadora.

2.0 OBJETO

El propósito del Sistema de Transferencia de Combustible Nuevo consiste en proporcionar una forma segura y confiable de suministrar a las dos máquinas de recambio cantidades suficientes de combustible nuevo para mantener un funcionamiento a plena potencia. Como el recambio se lleva a cabo estando el reactor 'en potencia', el sistema cuenta asimismo con un medio para cargar combustible en una zona accesible, para hacer la transferencia a las máquinas de recambio a las cuales el acceso es limitado.

3.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA

3.1 Almacenaje y Manipuleo hasta la Sala de Transferencia de Combustible Nuevo

El combustible nuevo destinado al Reactor Candu de 600 MWe consiste en elementos compuestos por 37 barras combustibles, de acuerdo con lo descrito en TM35000, Sección 1.1, y TM37000, Nivel 4. Los elementos vienen embalados individualmente en envases de poliestireno expandido, habiendo 36 elementos en cada 'pallet', pesando cada uno de estos unos 900 kg. Los 'pallets' llegan a la Central transportados por camiones. Una vez que el camión se ha estacionado en la darsena de descarga, el personal encargado de descargar empleará el guinche de 90.720 kg ubicado en la Sala del Edificio de Servicios provisto con una horquilla para levantar los 'pallets' de a dos por vez y llevarlos desde el camión a la zona de carga temporaria del Edificio de Servicios, que se encuentra en la elevación 100 m. Los 'pallets' son inspeccionados visualmente para cerciorarse de que no sufrieron daños durante el transporte. Un autoelevador de horquilla llevará después los 'pallets', de a uno por vez, a la zona de almacenaje de combustible nuevo en el Edificio de Servicios, y los depositará en bastidores de almacenamiento especialmente diseñados para tal efecto. En esta sala se puede depositar hasta ocho meses de suministro, o sea aproximadamente 96 'pallets'.

Cada semana se moverá suficiente combustible para el consumo de una semana, normalmente 110 elementos o unos 3 'pallets', los que se retirarán de la sala de almacenaje de combustible nuevo mediante un elevador de horquilla y se colocarán en la sala de la grúa del Edificio de Servicios, en la elevación 100 m. Mediante el empleo de la grúa de la Sala del Edificio de Servicios, el combustible - de a dos 'pallets' por vez - se iza empleando un adosamiento de la grúa y se transporta a la zona de espera de la esclusa de aire para equipo en la elevación 105.4 m.

Después, los 'pallets' se llevan, de a dos por vez, a través de la esclusa de aire empleando un vehículo para 'pallets' Walker como se indica en la figura 1, ítem 32.

Desde el lado del reactor de la esclusa de aire, los 'pallets' son llevados y bajados, de a dos por vez, empleando la grúa de 14.200 kg del Edificio del reactor provista con otro adosamiento de grúa, hacia la sala de Transferencia de Combustible Nuevo, en la elevación 101.8 m. El combustible se estiba apilando de a dos 'pallets', en la zona de almacenaje de la sala de transferencia de combustible nuevo. Normalmente suele haber seis 'pallets' en la sala de transferencia de combustible nuevo.

3.2 Equipo de la Sala de Transferencia de Combustible Nuevo

3.2.1 Grúas de Brazo

Antes de cargar los elementos combustible nuevos, debe llevarse un 'pallet' desde la zona de almacenaje hacia la de carga de la sala de transferencia de combustible nuevo. En los rincones de la sala de transferencia de combustible nuevo hay dos grúas de brazo de 1.800 kg, encima de los mecanismos de transferencia de combustible, para mover 'pallets' de combustible nuevo y piezas de equipo dentro del recinto. Están provistas con aparejos eléctricos, como se aprecia en la figura 2, ítem 8.

3.2.2 Aparejo Neumático

Una vez desembalados, los elementos combustibles individuales se levantan y transfieren hacia el lugar que se encuentra entre la mesa de inspección de 'pallets' y las bandejas de carga mediante un dispositivo de izaje de combustible suspendido de un aparejo neumático.

El aparejo neumático está instalado en una grúa de brazo, como se aprecia en la Figura 2, ítem 7. Esta grúa pivota sobre la pared del edificio encima de los dos mecanismos de transferencia de combustible nuevo, más o menos en la línea central del edificio, y abarca la zona de la sala de transferencia de combustible nuevo a través de la cual deben moverse elementos combustibles nuevos. El aparejo neumático tiene una capacidad de 100 kg y libertad para desplazarse a lo largo del brazo de la grúa. Es propulsado con aire comprimido a 8.0 kg/cm^2 y se puede ajustar para equilibrar la carga desde un control ubicado en la empuñadura del dispositivo de izaje de combustible.

3.2.3 Dispositivo de Izaje de Combustible

El dispositivo de izaje de combustible, como lo muestra la Figura 4, es un dispositivo operado manualmente que se abraza en torno de las placas de extremo de los elementos combustibles sirviéndose de adaptadores de izaje. Cuando el peso del elemento está sobre el dispositivo, este queda firmemente sujeto a las placas de extremo del elemento por la acción de palanca del vari-llaje del mismo. Los adaptadores de izaje están montados sobre cojinetes esféricos que permiten a los adaptadores alinearse con las placas de extremo de los elementos permitiendo que el elemento pueda ser girado para inspeccionarlo. El aparejo neumático con el dispositivo de izaje de elementos permite que el operario transfiera los elementos de 29 kg con mínimo esfuerzo y sin dañarlos.

Una vez que el elemento está en el aparejo neumático, se lleva a la mesa de inspección, que se encuentra centrada entre los dos mecanismos de transferencia de combustible nuevo, como se ve en la Figura 2, ítem 5.

Antes de colocar el elemento en la bandeja de carga del mecanismo de transferencia, debe ser cuidadosamente inspeccionado y se anotará su número de serie referido a su ubicación final en el núcleo. Bajo ninguna circunstancia se permite introducir combustible en el reactor si hubiese cualquier duda acerca de sus condiciones físicas. Mientras el elemento es mantenido en el aparato de izaje sobre la mesa de inspección, se deberá llevar a cabo una verificación del diámetro del elemento y de su estado de limpieza en forma visual, con el objeto de cerciorarse de que no haya ningún material extraño, como ser restos de la envoltura de polietileno o del embalaje de poliestireno expandido en algún intersticio del elemento.

3.2.4 Indicador de Enclavamiento de Espaciadores de Elementos Combustibles

Este indicador, que se muestra en la Figura 5, se utiliza para verificar el diámetro exterior de cada elemento antes de colocarlo en la bandeja de carga. La separación entre las barras en la parte central de la longitud de los elementos, se mantiene mediante estos espaciadores, los cuales han sido soldados con bronce a las barras. Los espaciadores han sido colocados sobre cada barra individual de manera que el contacto entre los dos elementos adyacentes sea de espaciador a espaciador. Además, los espaciadores adyacentes se han puesto sesgados en dirección opuesta para aumentar el ancho efectivo de contacto entre los espaciadores y disminuir la posibilidad de su interbloqueo. El diámetro del elemento indica si están interbloqueados o no los espaciadores del elemento. Se utiliza el medidor en el elemento mientras el mismo se conserva sostenido por el dispositivo de izaje. El medidor consiste en dos segmentos pivotantes y un cuadrante de lectura, el cual tiene una zona sombreada que indica un rango de PASA/NO PASA.

Después que los elementos han sido cuidadosamente inspeccionados se los coloca en la bandeja de carga del mecanismo de transferencia, sea del lado 'A' o del lado 'C'. Los mecanismos de transferencia son dos, que aparecen marcados como items 1 y 2 en la Figura 2. Son de construcción idéntica, pero están instalados en sentidos opuestos, para así poder suministrar combustible nuevo a la máquina de recambio de combustible del lado 'A' o el lado 'C'.

La bandeja de carga y un ariete, han sido provistos para cargar el combustible nuevo dentro del tambor del mecanismo de transferencia de combustible nuevo. Normalmente se cargan dos elementos combustibles en la bandeja, y después de cargar los elementos, se cierra la tapa y los elementos se empujan al interior del tambor mediante el ariete de carga. El tambor es girado a la siguiente posición de canal y se insertan dos elementos más. Tal proceso se repite hasta que el tambor contenga la cantidad requerida de elementos combustibles, que normalmente son diez si se trata de recargar el centro del reactor, u ocho, si debe recargarse la parte periférica del reactor.

3.2.5 Bandeja de Carga y Ariete de Carga

La bandeja se encuentra provista con una tapa abisagrada con enclavamientos para evitar el accionamiento del ariete, salvo que la tapa esté cerrada. En la bandeja se han montado interruptores de fin de carrera, los cuales indican al sistema de control cuando se coloca un elemento combustible en la bandeja.

El ariete de carga está conectado a la tapa posterior del mecanismo de transferencia en su posición superior, en línea con el puesto o estación superior del alojamiento. El ariete consiste en un cilindro de doble acción accionado por aire/aceite, suministrados éstos por el sistema de elementos auxiliares de combustible nuevo, que se aprecia en la Figura 10. El sistema aceite/aire de accionamiento del ariete se emplea porque permite un mejor control de la velocidad y un funcionamiento más suave del ariete. El ariete tiene un diámetro de 64 mm y una carrera útil de 135 cm. La fuerza del ariete se limita controlando la presión de aire aplicada y la velocidad del ariete se limita a unos 10 cm por segundo por medio de una válvula de control de flujo. En cada extremo del cilindro se han instalado interruptores de aproximación, los cuales indican cuando se ha llegado al límite de la carrera del ariete. En la Figura 3, ítem 10, se ve una bandeja de carga de combustible, y el ariete de carga (ítem 12) relacionado con ella se puede ver debajo de la mesa de inspección.

3.2.6 Válvula de la Esclusa de Aire

La válvula (de esclusa) de la esclusa de aire es de accionamiento neumático y se encuentra instalada entre la bandeja de carga y el tambor del mecanismo de transferencia de combustible nuevo, para así poder aislar el depósito cuando no se está cargando combustible en el mismo. Esta válvula evita la dispersión de cualquier contaminante procedente del cabezal de la máquina de recambio, del recinto de mantenimiento, o del recinto del reactor hacia la sala de combustible nuevo. Unos interruptores de fin de carrera indican cuando la válvula se encuentra en las posiciones de cerrada o abierta. La válvula de la esclusa de aire aparece en la Figura 7 mientras que el circuito neumático de actuación de la válvula puede apreciarse en la Figura 10.

3.2.7 Tambor del Mecanismo de Transferencia de Combustible

El conjunto tambor del mecanismo de transferencia de combustible consiste en un alojamiento o caja hermética, un rotor y una unidad de accionamiento. El alojamiento del tambor es una especie de depósito de 76 cm de diámetro y 107 cm de largo, que tiene una conexión para drenaje, normalmente cerrada, hacia el sistema de drenaje activo (véase TM71730/71740) y un venteo hacia el sistema de recuperación de vapor del Edificio del Reactor (véase TM38310) para poder eliminar cualquier tipo de contaminación mediante purgado.

El rotor del depósito contiene siete canales tubulares, seis de ellos para acomodar los pares de elementos combustibles nuevos y uno destinado al tapón de blindaje del mecanismo de transferencia de combustible nuevo. El tapón de blindaje suele estar ubicado en el puerto de combustible nuevo y reduce el paso de radiación hacia la sala de transferencia de combustible nuevo procedente del cabezal de la máquina de recambio que contiene los elementos combustibles gastados y que pasan por el puerto de combustible nuevo del lado del recinto de mantenimiento de la máquina de recambio cuando pasa en dirección al puerto de combustible gastado.

En la Figura 6 se ve el accionador. Al conjunto rotor se le ha colocado una corona cónica que engrana con el piñón cónico de accionamiento con una relación reductora de 7:1. Un acoplamiento conecta el piñón cónico de accionamiento a una unidad indexadora 'Ferguson' ubicada del lado exterior del alojamiento del depósito. Esta unidad Ferguson tiene una relación reductora de 4:1. Posee una leva especial montada en el eje de entrada engranando con 8 rodillos montados en el eje de salida.

El lóbulo de la leva tiene una forma tal que durante 90° de rotación del árbol de entrada no hay movimiento en el árbol de salida. Los espacios entre los 8 rodillos corresponden a 7 posiciones del tambor, permitiendo así un posicionamiento exacto del depósito sin requerir una precisión de posicionamiento en el árbol de salida. Un motor eléctrico reversible de 370 W, 900 rpm, acciona el árbol de entrada Ferguson por intermedio de un reductor 'Winsmith' con una relación de 18:1, proporcionando así una relación de engranajes total de 504:1 entre el motor de accionamiento y el rotor del tambor para una velocidad promedia del rotor de 1.8 rpm, en cualquier sentido de rotación. Un freno de resorte que se libera eléctricamente en el motor reduce la inercia y proporciona un posicionamiento positivo.

3.2.8 Ariete de Transferencia y Accionamiento

La función del ariete de transferencia es la de empujar los elementos combustibles nuevos desde el tambor del mecanismo de transferencia de combustible nuevo al interior de la máquina de recambio y desplazar el tapón de blindaje entre el puerto de combustible nuevo y el depósito del mecanismo de transferencia. Las aberturas para el ariete de transferencia en las tapas anteriores y posteriores del tambor están situadas en una posición inferior, en línea con la respectiva estación del tambor. El ariete de transferencia consiste en un tubo-ariete de 76 mm de diámetro con una cabeza empujadora de 101 mm de diámetro. La cabeza empujadora tiene un conjunto de enganche para el tapón de blindaje, como se puede apreciar en la Figura 8. La carrera total del ariete es de 354 cm.

El ariete es impulsado por una cadena duplex continua con un motor de 0,5 HP de velocidad variable por intermedio de un reductor de velocidad y un limitador de cupla de torsión. El tubo de ariete esta apoyado en la parte posterior sobre dos bloques provistos con bujes esféricos partidos, que corren sobre una pista cóncava. El ariete está sellado a la parte trasera del alojamiento del depósito de combustible nuevo por medio de un conjunto de sello flotante. Este está provisto de un limpiador y un sello, ambos montados en un alojamiento libre para desplazarse radialmente dentro del alojamiento principal. Una tapa-fuelle flexible hermetiza el sello del alojamiento con respecto del alojamiento principal. La cabeza del ariete es cromada y tiene una configuración como para permitirle libre movimiento dentro de los canales del tambor y en el puerto.

El ariete es normalmente impulsado a una de dos velocidades posibles de acuerdo con un control programado desde la computadora de control, si bien es posible efectuar un control manual desde la consola de control de la sala de control principal. Cuando se empuja combustible o un tapón de blindaje, el ariete es operado a baja velocidad (13 mm/s) al comenzar y al terminar el recorrido, y a alta velocidad (71 mm/s) durante el resto de la carrera. Durante la retracción del ariete, la velocidad baja solamente se emplea al finalizar la carrera. El controlador del motor provee además aceleración y desaceleración controladas y freno de dinámico.

La fuerza del ariete ha sido limitada a 84 kg mediante un limitador de cupla instalado entre el reductor de velocidad y el piñón del accionamiento de la cadena.

La posición del ariete, para controlar las operaciones de parada y de cambios de velocidad del ariete, es detectada por un codificador de eje accionado por intermedio de un reductor de velocidad que se encuentra conectado al extremo del eje del piñón de accionamiento de la cadena.

3.2.9 Adaptador Tambor/Puerto

La tapa delantera del mecanismo de transferencia de combustible nuevo tiene abulonado, a la parte inferior, un conjunto adaptador, en línea con la correspondiente estación del tambor y el ariete de transferencia de combustible nuevo. El adaptador conecta el tambor de combustible nuevo al puerto de combustible nuevo, y consiste en una especie de carrete con dos cilindros neumáticos de doble efecto montados según la Figura 3, ítem 7. Su función es la de mantener al tapón de blindaje en posición en el puerto de combustible nuevo. El tapón de blindaje es movido a la parte intermedia del tambor y el puerto de combustible por el ariete de transferencia de combustible nuevo, con su conjunto de enganche de cabeza de ariete, como lo indica la Figura 8. Uno de los dos cilindros bloquea el tapón de blindaje de combustible nuevo en posición en el puerto de combustible nuevo, mientras el otro libera el ariete de transferencia para que se retraiga mientras el tapón de blindaje queda en el puerto de combustible nuevo.

En cada oportunidad que el tapón de blindaje o elementos combustibles nuevos necesiten pasar por esta zona, los dos cilindros neumáticos deben ser retraídos. Los circuitos neumáticos se pueden ver en la Figura 10. El mecanismo para desenganchar el tapón de blindaje dentro del tambor del mecanismo de transferencia se ilustra en la Figura 11. Una rampa incorporada en el tubo del tambor actúa el mecanismo de enganche y desconecta el tapón de blindaje de la cabeza del ariete.

3.2.10 Puerto de Combustible Nuevo

Los puertos de combustible nuevo están empotrados en las paredes del recinto de mantenimiento de la M/R. Sus líneas de control están ubicadas a 2.4 m encima del piso de los recintos de mantenimiento y a 0.5 m encima del piso de la sala de transferencia de combustible nuevo. También aquí hay dos conjuntos, uno para servir a la máquina de recambio del Lado 'A' y el otro para la del Lado 'B'. El puerto es una conexión tubular con una boquilla terminal que se extiende al interior del recinto de mantenimiento mientras el otro extremo se une con el adaptador de puerto del mecanismo de transferencia de combustible nuevo. Al cargar combustible nuevo en una máquina de recambio, el puerto de combustible nuevo se convierte en el pasadizo para traslado de elementos desde el mecanismo de transferencia de combustible nuevo a la máquina de recambio. La Figura 9 muestra el conjunto puerto de combustible nuevo..

Los puertos están desplazados 26 cm uno respecto del otro para dar lugar a los arietes de carga. En el lugar donde el puerto de combustible nuevo se extiende al interior del recinto de mantenimiento de la máquina de recambio de combustible se ha provisto una conexión de drenaje para recoger cualquier escurrimiento del tambor de la máquina de recambio durante la transferencia de combustible nuevo.

3.2.11 Panel de Control Local

Junto a cada mecanismo de transferencia se ha montado un panel de control local. El panel de control local contiene los controles e indicadores necesarios para cargar los elementos combustibles en el tambor y para indicar cuál es el estado de carga del tambor. Un interruptor accionado con llave permite elegir una función de carga AUTO, MANUAL o REMOTA. Cuando se ha elegido AUTO, que es el método normal de operación, el movimiento del combustible al interior del tambor y la rotación del tambor, se realizan ambas en forma automática mediante una actuación manual de un único pulsador para cada una. En posición MANUAL, el ariete de carga, la válvula de la esclusa de aire y las operaciones del tambor se encuentran bajo control manual total por la actuación de interruptores de tres posiciones existentes en el panel. La selección REMOTA permite operar, bajo condiciones anormales, el ariete y la válvula de la esclusa de aire desde la consola de control de manipuleo de combustible de la Sala de Control Principal. El esquema de instalación del panel de control local está ilustrado por la Figura 12.

3.2.12 Sistemas Auxiliares

El sistema auxiliar de transferencia de combustible nuevo es alimentado por el suministro de aire instrumental de la planta a 7.5 kg/cm^2 . Tres líneas separadas se alimentan desde el múltiple de suministro, una a cada mecanismo de transferencia, y la tercera al aparejo neumático. La Figura 10 muestra los tres circuitos, habiéndose omitido los circuitos del mecanismo de transferencia del Lado 'A', puesto que son idénticos a los del Lado 'C'.

El suministro al mecanismo de transferencia se divide en dos ramas, cada una de las cuales está equipada con una válvula reguladora de presión ajustada a 4.0 kg/cm^2 . La rama 1 alimenta el ariete de carga de combustible nuevo y forma una interface con el aceite de los tanques aceite-aire. Se utiliza la presión de aceite para extender el ariete y proporcionar una operación suave del ariete junto con una lubricación adecuada del mismo. Se han provisto almohadillas absorbentes ajustables en el cilindro del ariete para reducir la velocidad operativa del ariete en cada extremo de su carrera. La operación del ariete de carga se controla por medio de una válvula de doble solenoide SV2, la cual dirige la presión al tanque aceite-aire o al lado de retracción del ariete, respectivamente. Estando los dos solenoides desenergizados, los cuatro pasos de la válvula quedan cerrados, permitiendo que el ariete sea detenido en cualquier posición intermedia. El aire de descarga o escape se libera a través de un filtro eliminador de aceite. La velocidad del ariete se controla mediante la válvula de flujo FCV1 ubicada en la línea de aceite entre el tanque aire-aceite y el ariete. La válvula de control de flujo FCV6 crea una contra presión sobre el ariete durante su avance hacia adelante, con el objeto de producir un movimiento suave del mismo. Se ha conectado una trampa de aceite a la línea del lado del aire del ariete para recoger cualquier aceite que pueda filtrarse por alrededor del pistón del ariete.

La Rama 2, que se divide en tres líneas de suministro paralelas, alimenta el actuador de la válvula de la esclusa de aire, el cilindro de bloqueo del tapón de blindaje y el cilindro de desenganche de la cabeza del ariete de transferencia. La válvula de la esclusa de aire y el cilindro de bloqueo del tapón de blindaje son controlados por las válvulas de doble solenoide SV1 y SV3. respectivamente. Una válvula de solenoide simple SV4 se usa para controlar el cilindro de desenganche de la cabeza del ariete de transferencia de combustible nuevo. Las velocidades operativas son controladas mediante las válvulas de control de flujo FCV2, FCV3, FCV4 y FCV5.

3.2.13 Equipo Adicional en la Sala de Transferencia de Combustible Nuevo

Una plancha de piso desmontable permite retirar cualquiera de las cabezas de la máquina de recambio a través del recinto de mantenimiento de la M/R pasando por la sala de transferencia de combustible nuevo, en caso de que llegara a ser necesario reemplazar la cabeza completa. Empero, esto es poco frecuente. Normalmente la plancha del piso estará cubierta con 'pallets' de combustible nuevo.

En la sala de transferencia de combustible nuevo hay dos escalerillas de acceso: una es la de acceso normal, y la otra es la de salida de emergencia.

Por razones de accesibilidad, hay dos accionadores elevadores de combustible gastado que se extienden al interior de la sala de combustible nuevo.

3.3 Ubicación

La zona de almacenaje de combustible nuevo está ubicada en el Edificio de Servicio, Sala S-128, siendo accesible durante el funcionamiento del reactor.

Los mecanismo de transferencia de combustible nuevo, que son dos grúas de brazo de 1800 kg, una grúa de brazo de 110 kg y la plancha móvil del piso, están ubicados en el Edificio del Reactor, Sala R-110, siendo accesible durante el funcionamiento del reactor.

Los dos puertos de combustible nuevo están empotrados en las paredes entre la sala de combustible nuevo y las paredes del recinto de mantenimiento de la M/R, extendiéndose una de las boquillas terminales del puerto al interior de la Sala R-103, Lado 'C' del Reactor, y la otra boquilla terminal del puerto al interior de la Sala R-104, Lado 'A' del Reactor. Ninguno de los recintos de mantenimiento es accesible durante las operaciones de recambio de combustible.

3.4 Instrumentación y Control

Incorporados a la consola de control de la M/R en la Sala de Control Principal hay dos paneles de control para el sistema de transferencia de combustible nuevo, uno para el Lado 'A' y uno para el Lado 'C'. Cada panel está dividido en secciones: CARGA DE COMBUSTIBLE NUEVO y TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE NUEVO.

La operación de cargar combustible nuevo desde los 'pallets' al interior del mecanismo de transferencia es una función que corresponde al operario, sin la ayuda del control por computadora. Se controla de manera local desde los Paneles de Control descritos en la Sección 3.2.11, pero también se puede llevar a cabo desde la Sala de Control Principal siempre que la llave del Panel de Control Local se haya fijado en REMOTO. El control remoto solamente es para intervenir en casos anormales. Una luz indicadora azul existente en el panel de la Sala de Control Principal se enciende en cada oportunidad en que el control es transferido al Panel de Control Local.

Desde los depósitos del mecanismo de transferencia hacia los tambores de la máquina de recambio, el combustible nuevo se transfiere automáticamente por control de computadora. Los interruptores auto/manual que se encuentran en los paneles de la Sala de Control Principal permiten el accionamiento manual, pero, usando los interruptores manuales de la consola de la Sala de Control Principal, se carecerá de la ventaja de la verificación del software de la computadora cuando se elija la modalidad manual. El panel de Control Local de la Sala de Combustible nuevo no ha sido equipada para realizar tal tipo de operación.

La posición del ariete de transferencia de combustible nuevo y el tambor de combustible nuevo se monitorean mediante codificadores de eje, mientras que todas las otras posiciones de los actuadores son monitoreadas por interruptores de fin de carrera. Acerca de una descripción más detallada, véase el Manual de Capacitación TM63500, Instrumentación y Control de la M/R.

Todas las órdenes de salida, tanto automáticas como manuales que podrían producir daños de importancia al equipo o representar un peligro para el personal por incorrecta manipulación, son enviadas por intermedio de una lógica de cableado manual llamada 'sistema de protección'. La lógica en este sistema está separada y es adicional a la que normalmente se provee en la computadora. Estas señales, que son enclavadas por el sistema protector, pueden ser puenteadas por un juego de interruptores manuales, solamente operables después de haber obtenido la correspondiente autorización. Si no son puenteadas, el sistema de protección trabaja tanto en el modo automático (controlado por computadora) como también manual. En lugares adecuados del panel de la Sala de Control Principal se encienden luces indicadoras blancas toda vez que los enclavamientos son puenteados.

Lo que sigue es una descripción detallada de los enclavamientos del mecanismo de transferencia de combustible nuevo:

Enclavamientos de la Válvula de la Esclusa de Aire

- a) La válvula no cierra si está cargada la bandeja de carga.
- b) La válvula no cierra si el ariete de carga no está totalmente retraído.
- c) La válvula no abrirá si no está habilitado el sistema de recuperación de vapor.

Enclavamientos del Tambor del Mecanismo de Transferencia

- a) El tambor no girará si la válvula de la esclusa de aire no está cerrada.
- b) El tambor no girará si el ariete de transferencia de combustible nuevo no se encuentra totalmente retraído.

Enclavamientos del Ariete de Carga

- a) El ariete de carga no avanza si está bajada la tapa de la bandeja y no hay elementos combustibles en la misma.
- b) El ariete de carga no avanzará si la válvula de la esclusa de aire no se encuentra abierta.
- c) El ariete de carga no se retraerá si la tapa de la bandeja de carga no está bajada.

Enclavamientos del Ariete de Transferencia

- a) El ariete de transferencia no avanzará si la válvula de la esclusa de aire no está cerrada.
- b) El ariete de transferencia no avanzará, ni se retraerá, si la llave del panel local no se encuentra en posición 'AUTO'.

4.0 PRINCIPIOS OPERATIVOS

4.1 Generalidades

Una vez que se ha llevado un 'pallet' de combustible al interior de la sala de transferencia de combustible nuevo, el operario lo abrirá y desembalará los elementos combustibles individuales. Tomará un elemento por vez y lo llevará a la mesa de inspección de haces por medio del dispositivo de izaje de elementos adosado al aparejo neumático. El operario revisa cuidadosamente el tamaño del elemento, sirviéndose del medidor de enclavamiento de espaciadores de elementos combustibles. También se cerciora, antes de cargar, de que cada elemento esté libre de daños y materiales extraños adheridos.

La operación de carga va precedida por una verificación del estado del mecanismo de transferencia, para cerciorarse de que el mecanismo está debidamente preparado.

4.2 Estado del Mecanismo de Transferencia Antes de Cargar

- Están conectados todos los sistemas eléctricos y de aire.
- Está abierto el venteo activo del tambor, es decir, que está en función el Sistema de Recuperación de Vapor.
- El tapón de blindaje está bloqueado en el puerto de combustible nuevo.
- Tanto el ariete de transferencia como el de carga se encuentran totalmente retraídos.
- Está cerrada la válvula de la esclusa de aire.
- No hay ningún combustible nuevo dentro del tambor.

4.3 Secuencia Operativa para Cargar Combustible Nuevo en los Mecanismos de Transferencia

La operación de cargar propiamente dicha se divide en una serie de pasos. Cada paso es el que permite el paso siguiente. La confirmación de haberse realizado correctamente cada paso es indicada sea por un interruptor de límite de carrera o por un codificador de eje.

Todos los pasos, exceptuando el primero - que es una operación manual - se controlan desde el panel de control instalado en el Mecanismo de Transferencia.

- Abrir la tapa de la bandeja con la mano, cargar dos elementos combustibles en la bandeja de carga y cerrar la tapa.
- Girar el tambor del Mecanismo de Transferencia hasta que una posición vacía del tambor esté alineada con la bandeja de carga.
- Abrir totalmente la válvula de la esclusa de aire.
- Avanzar el ariete de carga a posición de totalmente avanzado.
- Retraer el ariete de carga a posición de totalmente retraído.
- Cerrar totalmente la válvula de la esclusa de aire.
- Repetir los pasos 1 a 6 hasta haber terminado de cargar la cantidad requerida de elementos.

4.4 Secuencia Operativa para Cargar Combustible Nuevo en la Máquina de Recambio de Combustible.

La transferencia de elementos combustibles desde el depósito de Mecanismo de Transferencia al depósito de la máquina de recambio se realiza normalmente con control total por computadora. Es posible operar manualmente los mecanismos de transferencia mediante el uso de los interruptores manuales que se encuentran en la consola de la Sala de Control Principal, pero entonces, al usar el modo manual, se carecerá de la ventaja de las verificaciones con software de la computadora.

En el tablero de control local no se ha provisto lo necesario para iniciar tal transferencia. Antes de iniciar la secuencia de transferencia se baja el nivel de D₂O de la Máquina de Recambio hasta más abajo del nivel de la boquilla del cabezal y se fija la M/R al puerto de Combustible Nuevo.

A continuación se da una descripción general de la acción que representa transferir elementos a la máquina de recambio. Para tener una descripción paso-a-paso, véase la secuencia 10 de la computadora:

Para asegurar de que la máquina de recambio está lista para empezar la secuencia, se verifica la memoria de la computadora para ver si el tapón de la boquilla del cabezal de la M/R (F/M snout plug) está en su estación del tambor y si la estación del manguito de guía está vacía, lo cual indica que el manguito guía está en su posición en la boquilla del cabezal, evitándo así que caiga combustible en la cavidad de dicha boquilla. La retroalimentación, indicativa de que todos los arietes están en su base o lugar de origen sin el adaptador de ariete, también debe verificarse, ya que los arietes de la M/R no se utilizan en esta secuencia y tienen que estar separados del tambor.

Las retroalimentaciones del sistema de combustible nuevo se revisan para cerciorarse de que la válvula de la esclusa de aire se encuentra cerrada, que hay combustible en las estaciones del tambor de combustible nuevo y que el depósito de combustible nuevo no está siendo utilizado.

Si todas las condiciones están cumplidas satisfactoriamente, el tambor de combustible nuevo se hace girar hasta la estación del tapón de blindaje, se avanza el ariete de combustible nuevo para sacar el tapón de blindaje del puerto, y luego se lo retrae para depositar el tapón de blindaje en el tambor para su almacenaje.

Se dan las órdenes para hacer rotar el tambor de la M/R hacia una estación vacía y el tambor de combustible nuevo hasta una estación cargada. Después se avanza el ariete de transferencia de combustible nuevo totalmente para que empuje dos elementos combustibles nuevos al interior de la estación del tambor de la M/R.

La retroalimentación indicadora de que el ariete de transferencia de combustible nuevo está totalmente avanzado significa que los dos elementos combustibles nuevos han sido transferidos desde el tambor de combustible nuevo al tambor de la M/R. Se manda el ariete de transferencia de combustible nuevo de vuelta a su lugar de origen, se hacen girar los tambores de la M/R y de combustible nuevo hacia las estaciones siguientes, y se transfieren otros dos elementos combustibles. Este proceso se repite hasta que el tambor de la máquina de recambio contenga la requerida cantidad de elementos.

Terminada la transferencia de elementos, se vuelve a colocar el tapón de blindaje en el puerto de combustible nuevo y se bloquea ahí.

Después, la máquina de recambio retira el manguito guía del puerto de combustible nuevo, instala su tapón en la boquilla del cabezal, eleva el nivel de D_2O y se libera del puerto de combustible nuevo, para transferirse a la cara del Reactor.

5.0 CUESTIONARIO DE REVISION NIVEL 2

- 1) Explicar la función del sistema de transferencia de combustible nuevo.
- 2) ¿Es necesario disponer de dos mecanismos de transferencia de combustible nuevo para recargar combustible estando el reactor 'en potencia'? En caso afirmativo ¿Por qué?
- 3) Explicar la necesidad del tapón de blindaje del puerto de combustible nuevo.
- 4) ¿Por qué razón y mediante qué método se verifica el tamaño del elemento combustible antes de cargarlo?
- 5) Explicar el objeto de la válvula de la esclusa de aire.
- 6) Describir escuetamente los principales equipos del sistema.
- 7) Describir concisamente el funcionamiento normal y el anormal del sistema.

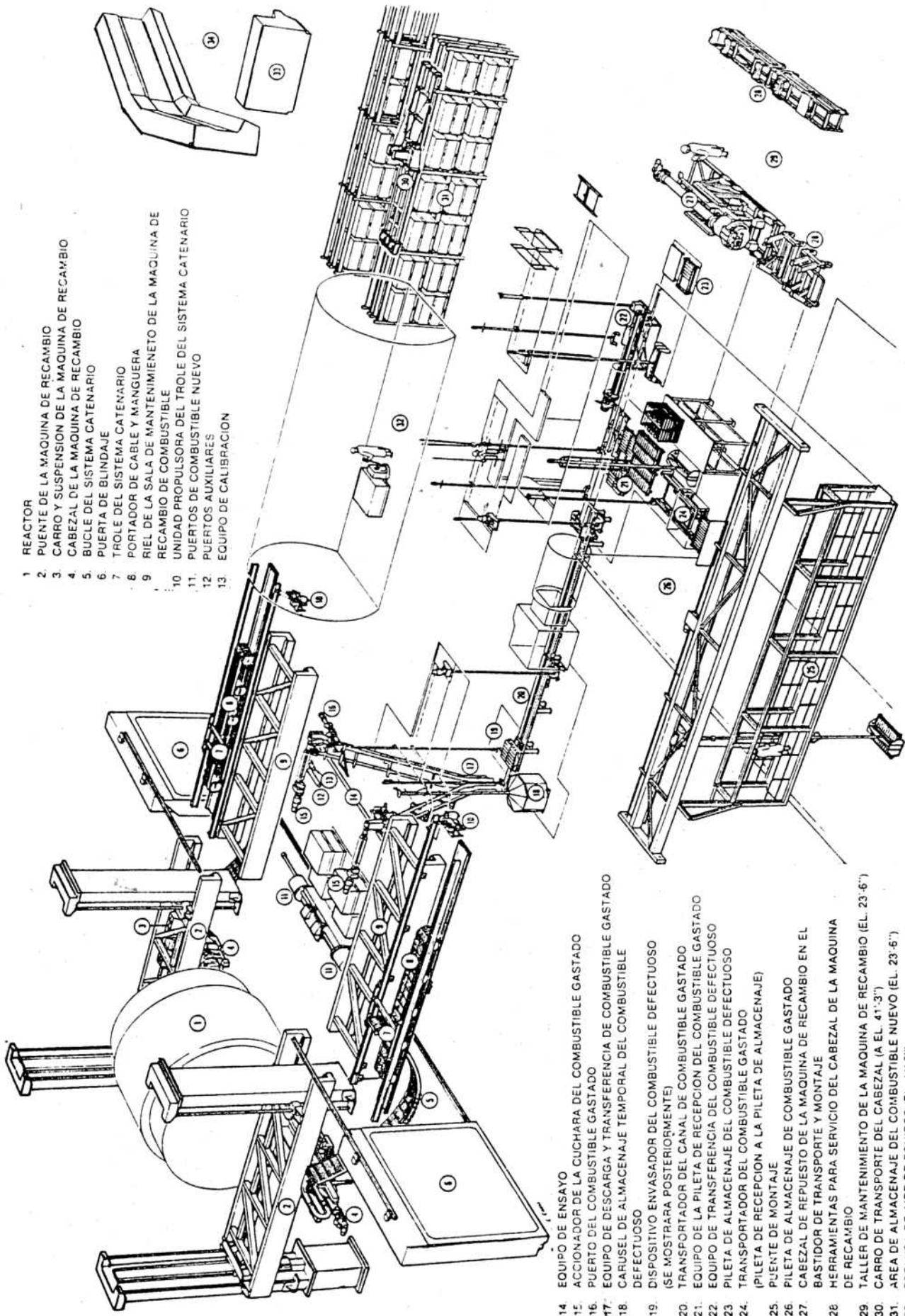
6.0 REFERENCIAS

Especificación de Diseño

XX-35100-23	Sistema de Transferencia de Combustible Nuevo
XX-63510-23	Transferencia de Combustible Nuevo, Instrumentación y Control
XX-63594-23-509	Control de la M/R, Secuencia # 10

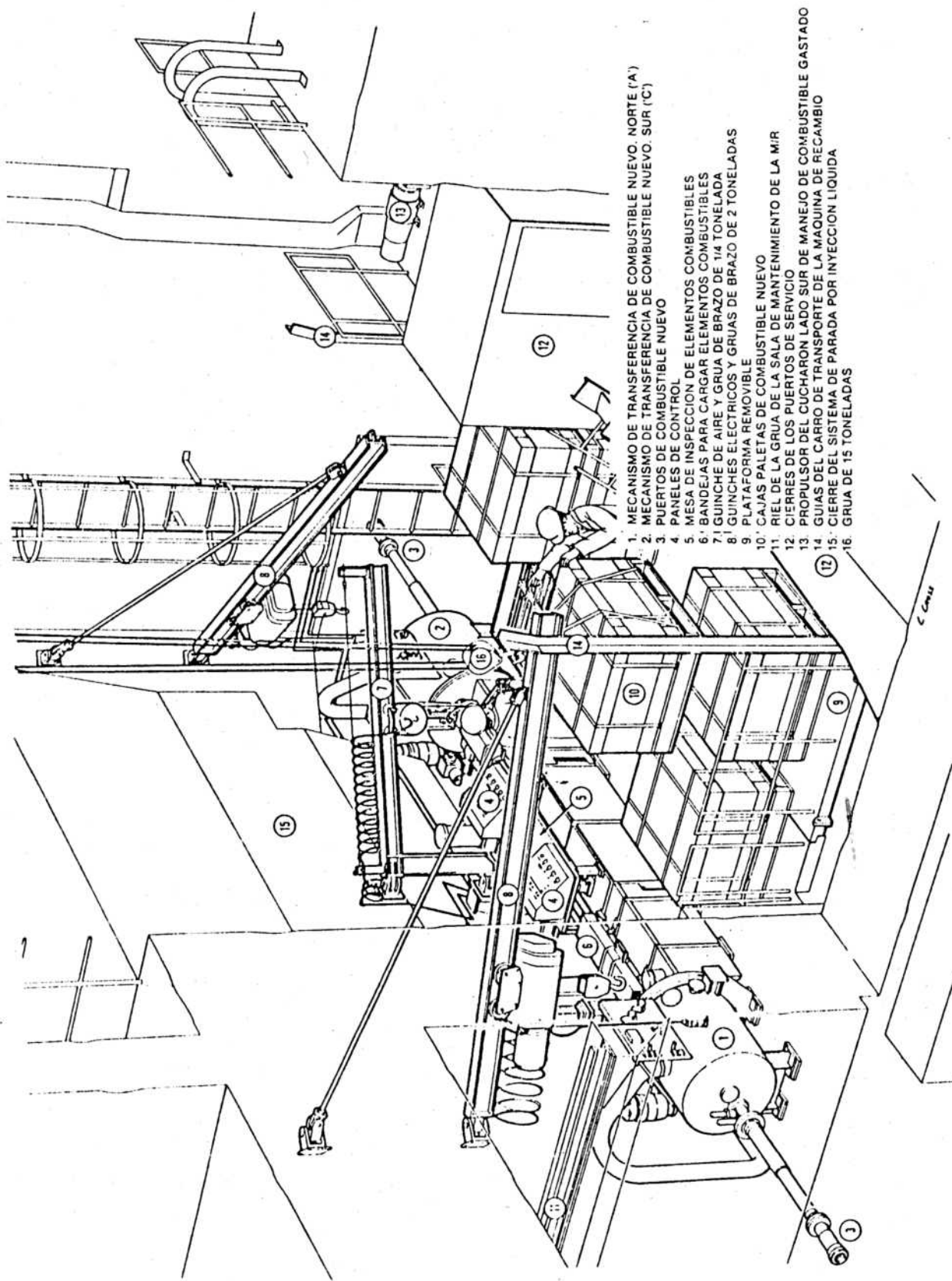
Planos

XX-35100-3-1-GA	Disposición del Equipo de Almacenaje y Transferencia de Combustible Nuevo
XX-35111-12-1-GA	Conjunto Tambor del Mecanismo de Transferencia de Combustible Nuevo
XX-35111-31-1-GA	Conjunto Adaptador Puerto/Tambor de Combustible Nuevo
XX-35111-38-1-GA	Conjunto Tapón de Blindaje de Combustible Nuevo
XX-35111-44-1-GA	Conjunto Cabeza y Tubo de Ariete de Combustible Nuevo
XX-35111-45-1-GA	Conjunto Bandeja de Carga de Combustible Nuevo
XX-35111-74-1-GA	Conjunto Impulsor de Ariete de Transferencia de Combustible Nuevo
XX-35111-74-2-GA	Conjunto Impulsor de Ariete de Transferencia de Combustible Nuevo
XX-35111-91-1-GA	Puerto de Combustible Nuevo
XX-35111-104-1-GA	Conjunto Medidor de Enclavamiento de Espaciadores de Elemento Combustible
XX-35111-111-1-GA	Conjunto de Instalación del Mecanismo de Transferencia de Combustible Nuevo
XX-35130-1-1-FS	Diagrama de Flujo Auxiliar de Combustible Nuevo
XX-35130-1-1-OF	Diagrama de Flujo de Operaciones Auxiliares de Combustible Nuevo
D.W. Zimmerman Mfg. Inc	Aparejo Neumático Equi-Air #72 TEA
Dosier Equipment International	Accesorio para Movimiento de 'Pallets' con Elevadores de Horquilla (Pallet Lifting Fork Attachment Catalog #C-651)

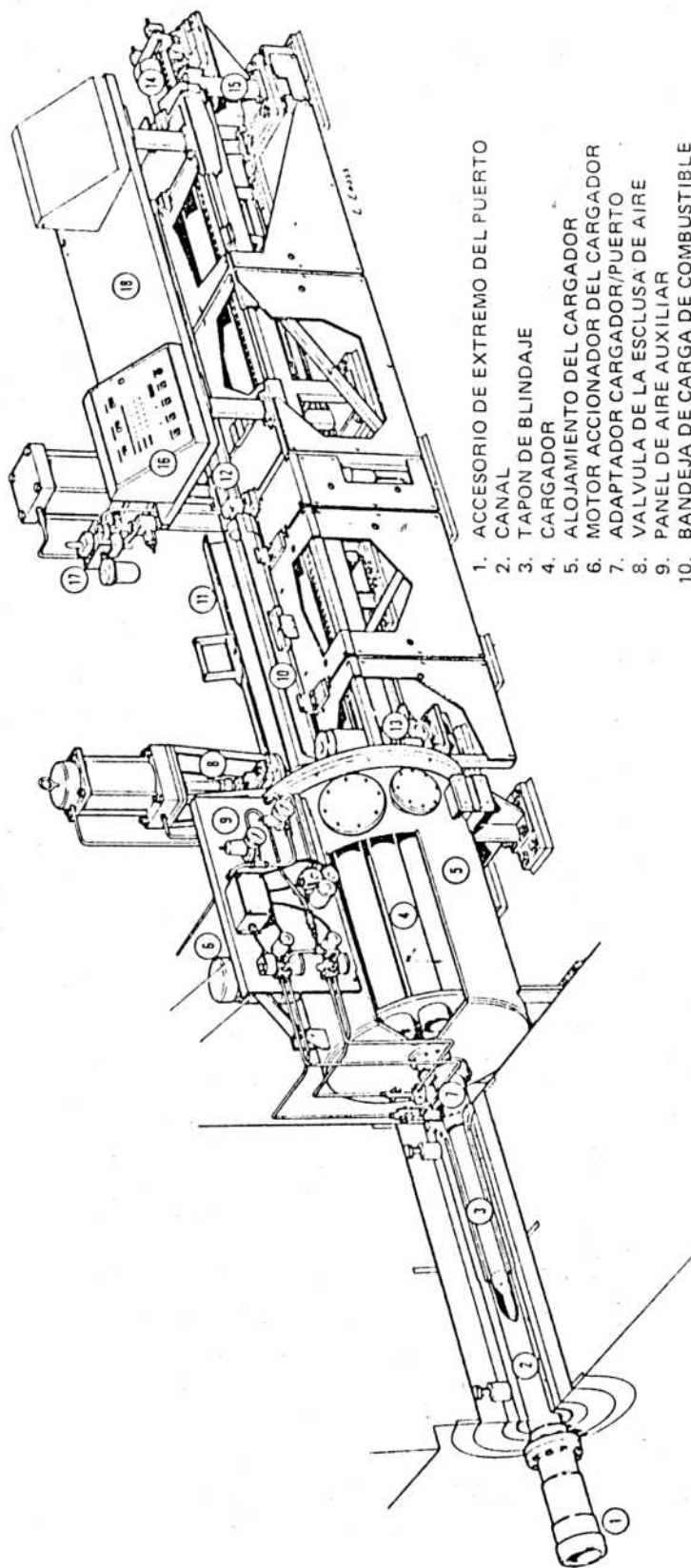


- 1 REACTOR
- 2 PUENTE DE LA MAQUINA DE RECAMBIO
- 3 CARRO Y SUSPENSION DE LA MAQUINA DE RECAMBIO
- 4 CABEZAL DE LA MAQUINA DE RECAMBIO
- 5 BUCLE DEL SISTEMA CATENARIO
- 6 PUERTA DE BLINDAJE
- 7 TROLE DEL SISTEMA CATENARIO
- 8 PORTADOR DE CABLE Y MANGUERA
- 9 RIEL DE LA SALA DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA DE RECAMBIO DE COMBUSTIBLE
- 10 UNIDAD PROPULSORA DEL TROLE DEL SISTEMA CATENARIO
- 11 PUERTOS DE COMBUSTIBLE NUEVO
- 12 PUERTOS AUXILIARES
- 13 EQUIPO DE CALIBRACION

- 14 EQUIPO DE ENSAYO
- 15 ACCIONADOR DE LA CUCHARA DEL COMBUSTIBLE GASTADO
- 16 PUERTO DEL COMBUSTIBLE GASTADO
- 17 EQUIPO DE DESCARGA Y TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE GASTADO
- 18 CARUSEL DE ALMACENAJE TEMPORAL DEL COMBUSTIBLE DEFECTUOSO
- 19 DISPOSITIVO ENVASADOR DEL COMBUSTIBLE DEFECTUOSO (SE MOSTRARA POSTERIORMENTE)
- 20 TRANSPORTADOR DEL CANAL DE COMBUSTIBLE GASTADO
- 21 EQUIPO DE LA PILETA DE RECEPCION DEL COMBUSTIBLE GASTADO
- 22 EQUIPO DE TRANSFERENCIA DEL COMBUSTIBLE DEFECTUOSO
- 23 PILETA DE ALMACENAJE DEL COMBUSTIBLE DEFECTUOSO
- 24 TRANSPORTADOR DEL COMBUSTIBLE GASTADO (PILETA DE RECEPCION A LA PILETA DE ALMACENAJE)
- 25 PUENTE DE MONTAJE
- 26 PILETA DE ALMACENAJE DE COMBUSTIBLE GASTADO
- 27 CABEZAL DE REPUESTO DE LA MAQUINA DE RECAMBIO EN EL BASTIDOR DE TRANSPORTE Y MONTAJE
- 28 HERRAMIENTAS PARA SERVICIO DEL CABEZAL DE LA MAQUINA DE RECAMBIO
- 29 TALLER DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA DE RECAMBIO (EL. 23'-6")
- 30 CARRO DE TRANSPORTE DEL CABEZAL (A EL. 41'-3")
- 31 AREA DE ALMACENAJE DEL COMBUSTIBLE NUEVO (EL. 23'-6")
- 32 ESCUSA DE AIRE DE EQUIPOS (EL. 41'-3")
- 33 CONSOLA DE CONTROL DE LA MAQUINA DE RECAMBIO Y DE MANEJO DEL COMBUSTIBLE
- 34 SALA DE CONTROL (EL. 48'-0")



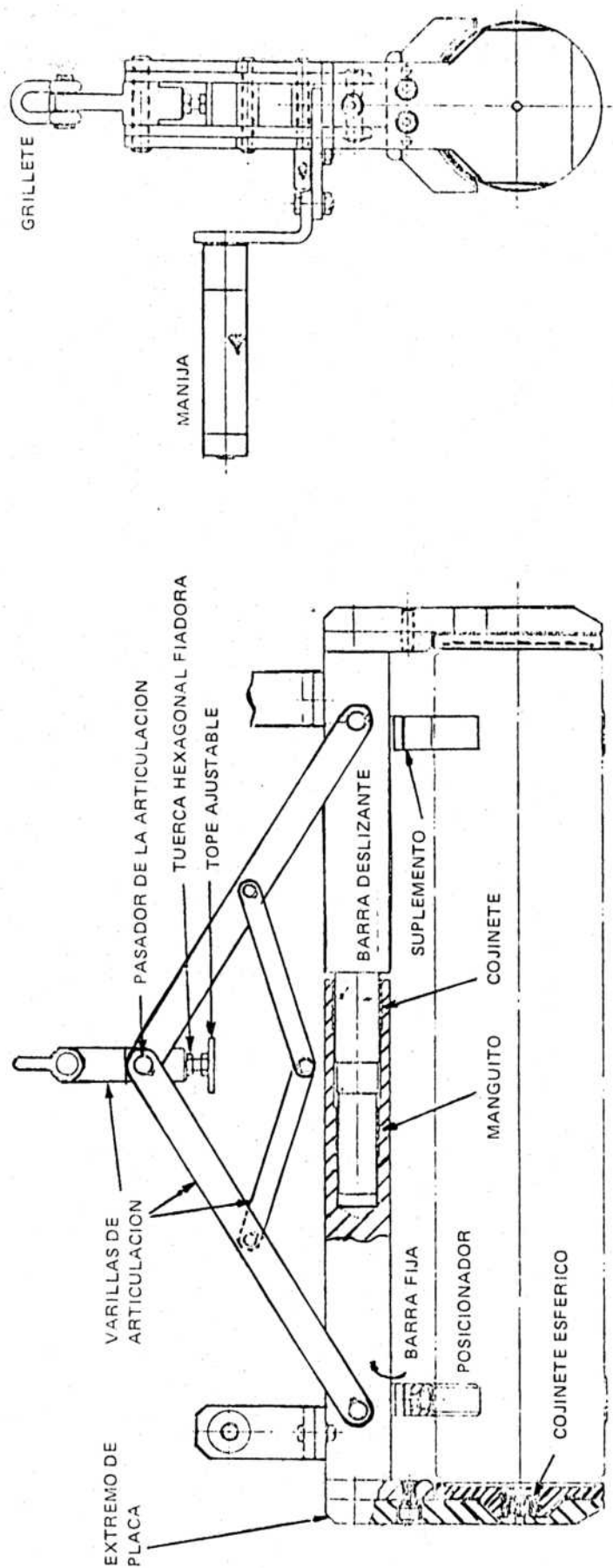
TM 35100 FIGURA 2 EQUIPO DE LA SALA DE COMBUSTIBLE NUEVO



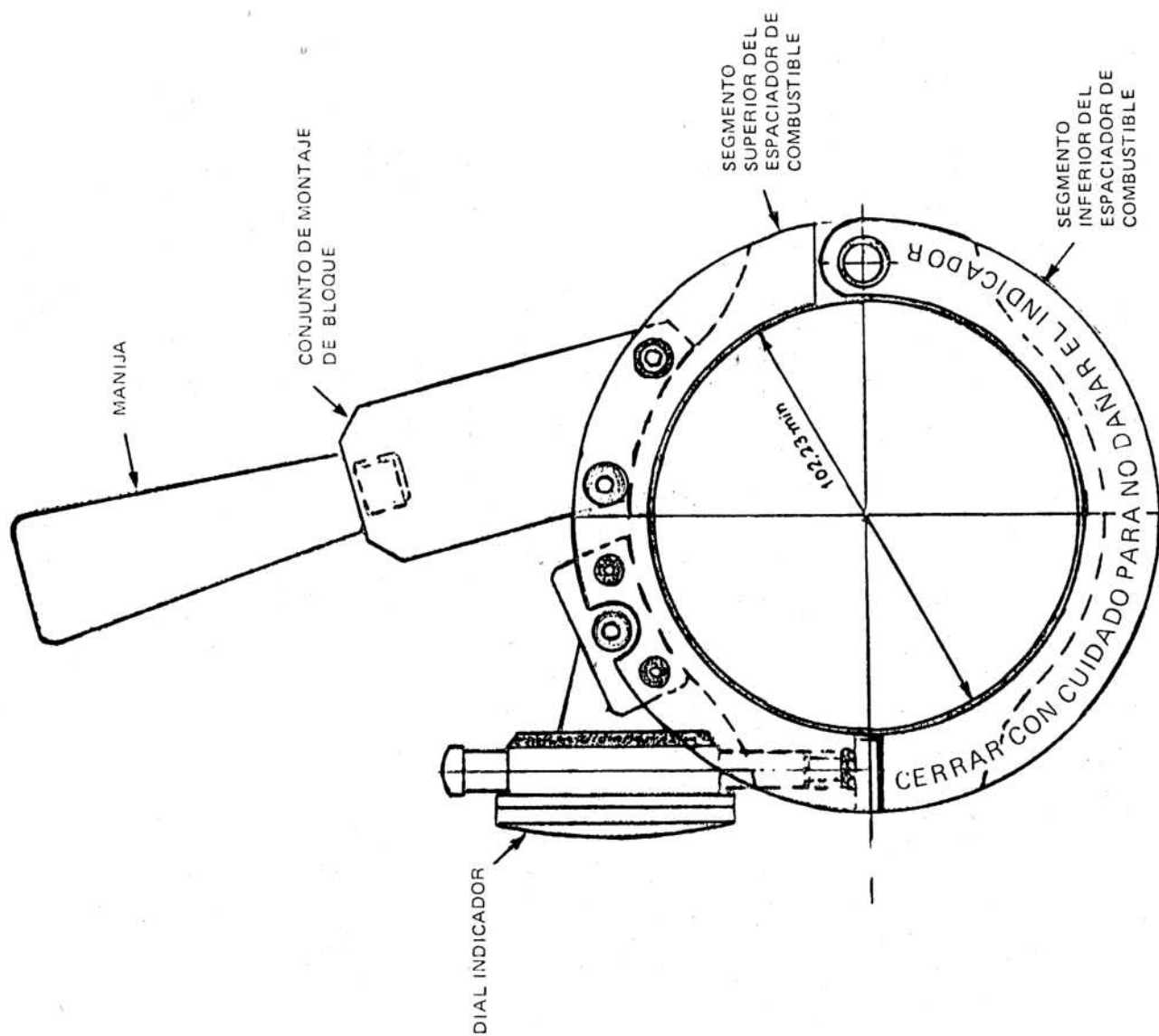
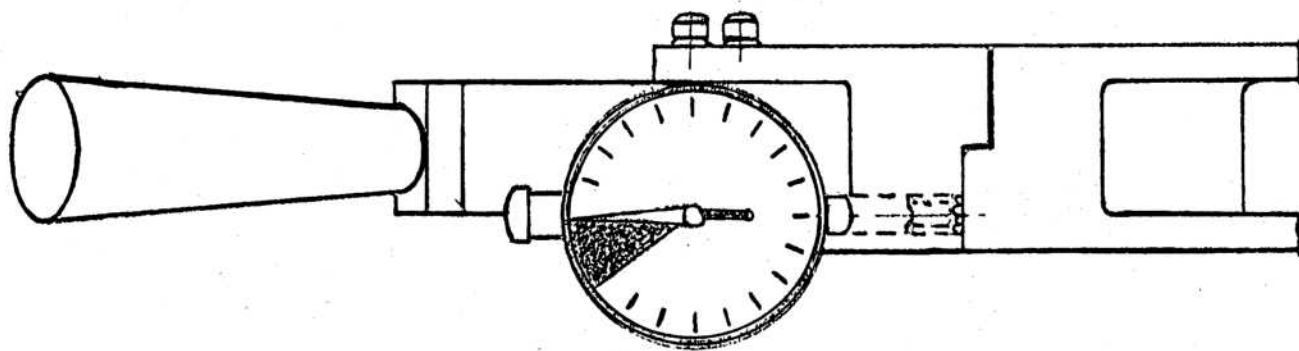
1. ACCESORIO DE EXTREMO DEL PUERTO
2. CANAL
3. TAPON DE BLINDAJE
4. CARGADOR
5. ALOJAMIENTO DEL CARGADOR
6. MOTOR ACCIONADOR DEL CARGADOR
7. ADAPTADOR CARGADOR/PUERTO
8. VALVULA DE LA ESCLUSA DE AIRE
9. PANEL DE AIRE AUXILIAR
10. BANDEJA DE CARGA DE COMBUSTIBLE
11. TAPA DE LA BANDEJA
12. CILINDRO DEL ARIETE DE CARGA DE COMBUSTIBLE
13. ACCIONADOR DEL ARIETE DE TRANSFERENCIA
14. ARIETE DE TRANSFERENCIA
15. SOPORTE DEL ARIETE DE TRANSFERENCIA
16. PANEL DE CONTROL
17. GRUPO AIRE/ACEITE
18. MESA DE INSPECCION DE ELEMENTOS DE COMBUSTIBLE

SE MUESTRA EL CONJUNTO NORTE ('A')

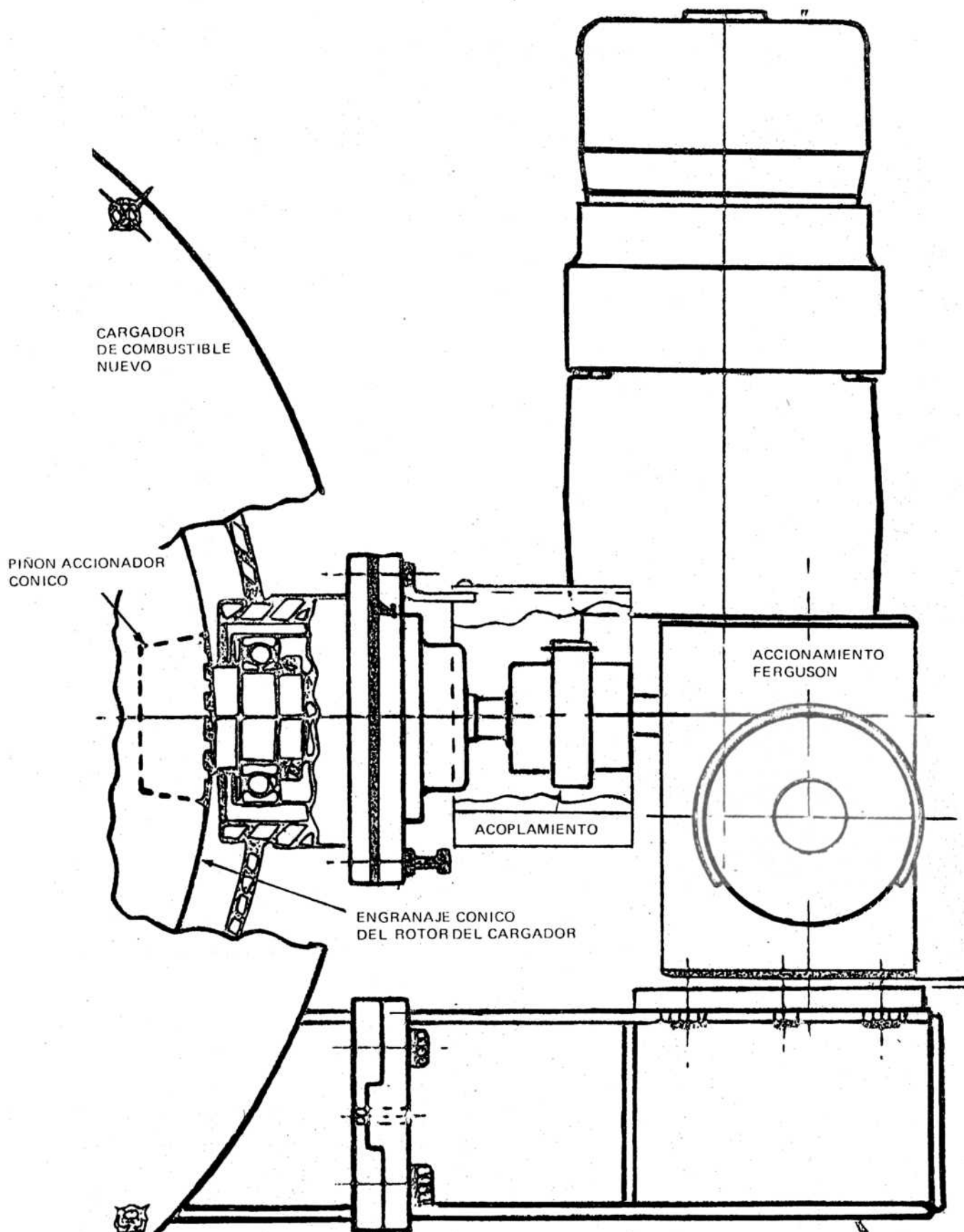
TM 35100 FIGURA 3 MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE NUEVO



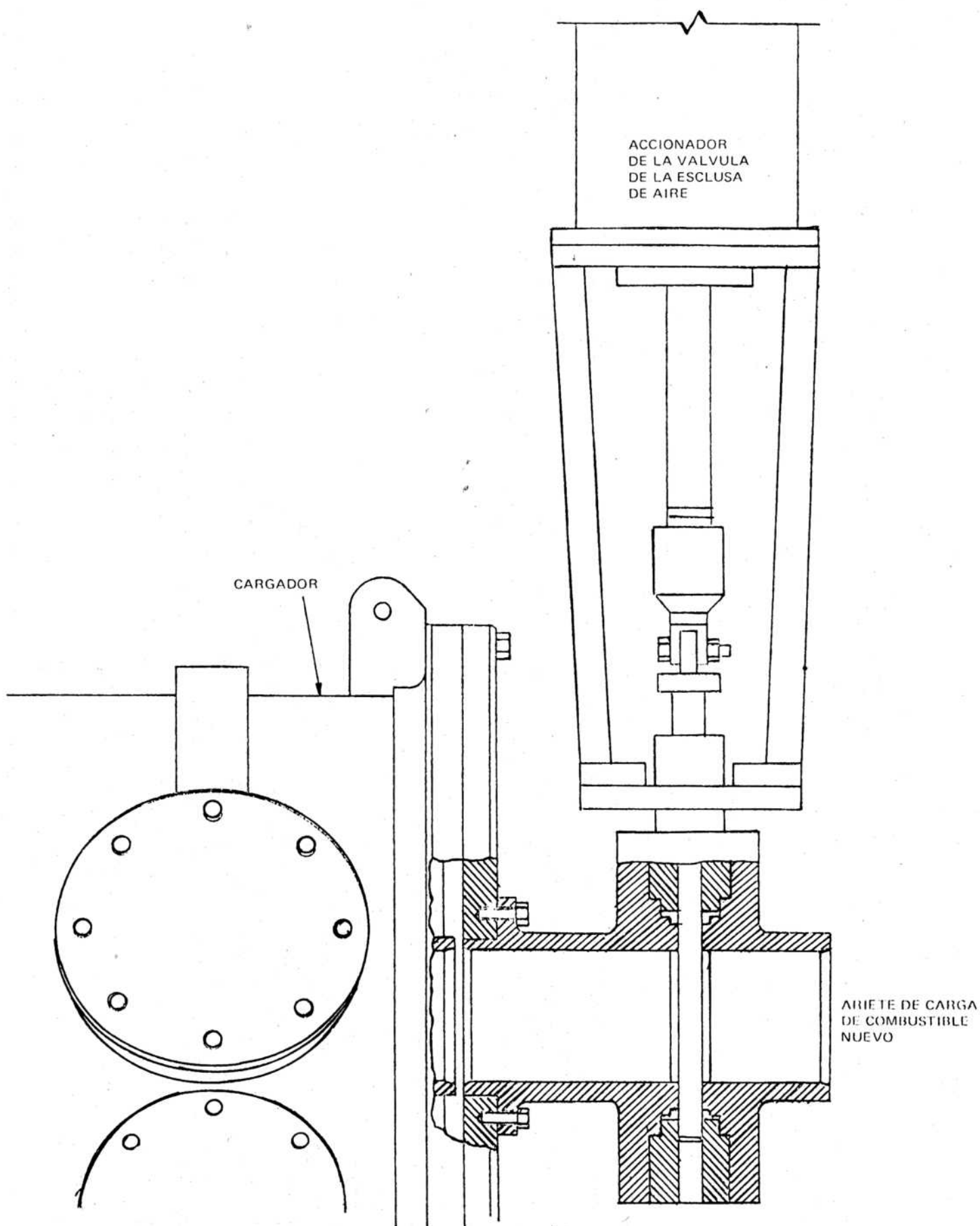
TM 35100 FIGURA 4 HERRAMIENTA DE IZAJE DE ELEMENTO DE COMBUSTIBLE NUEVO



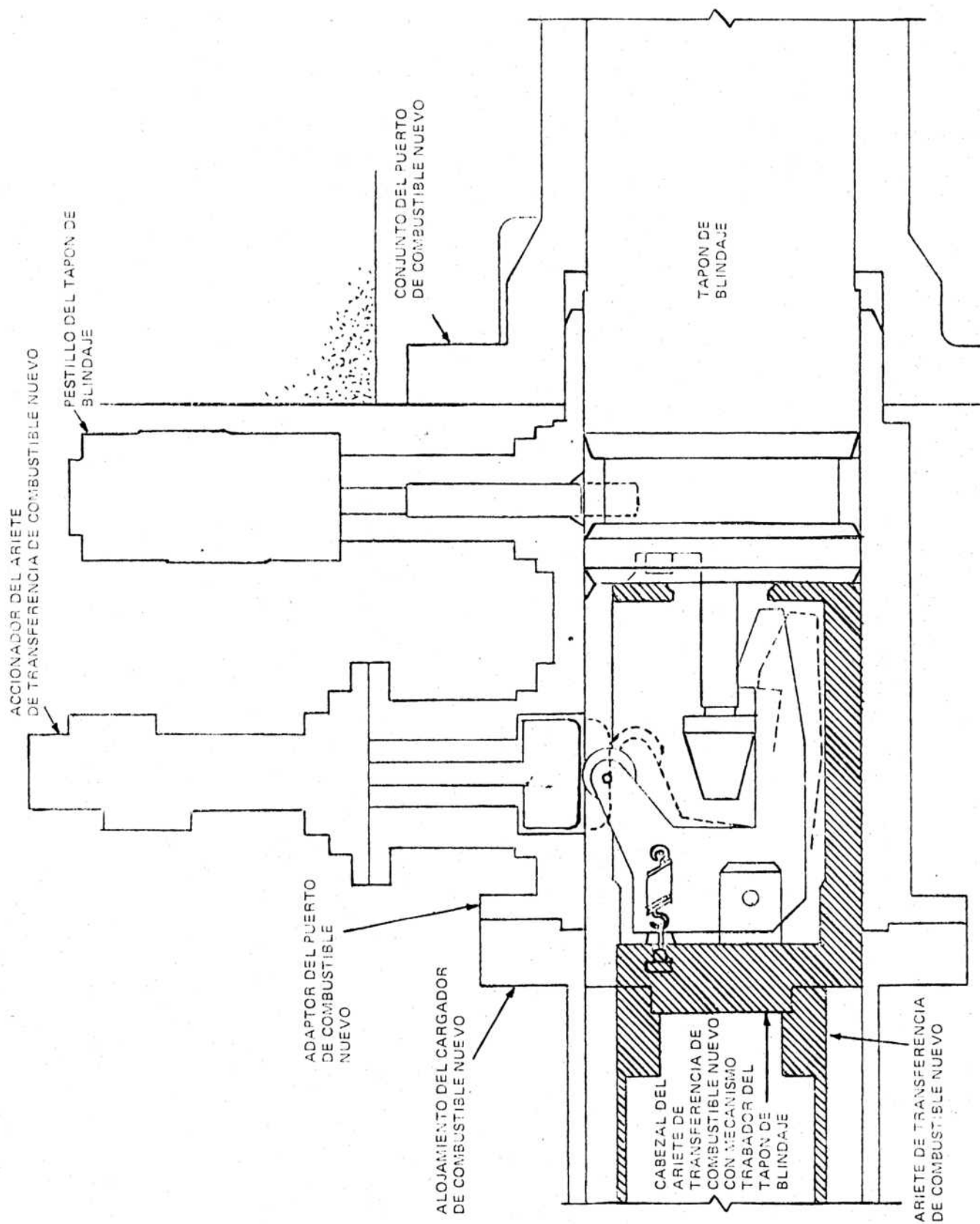
TM 35100 FIGURA 5 INDICADOR DE ENCLAVAMIENTO DEL ESPACIADOR DE ELEMENTOS DE COMBUSTIBLE NUEVO



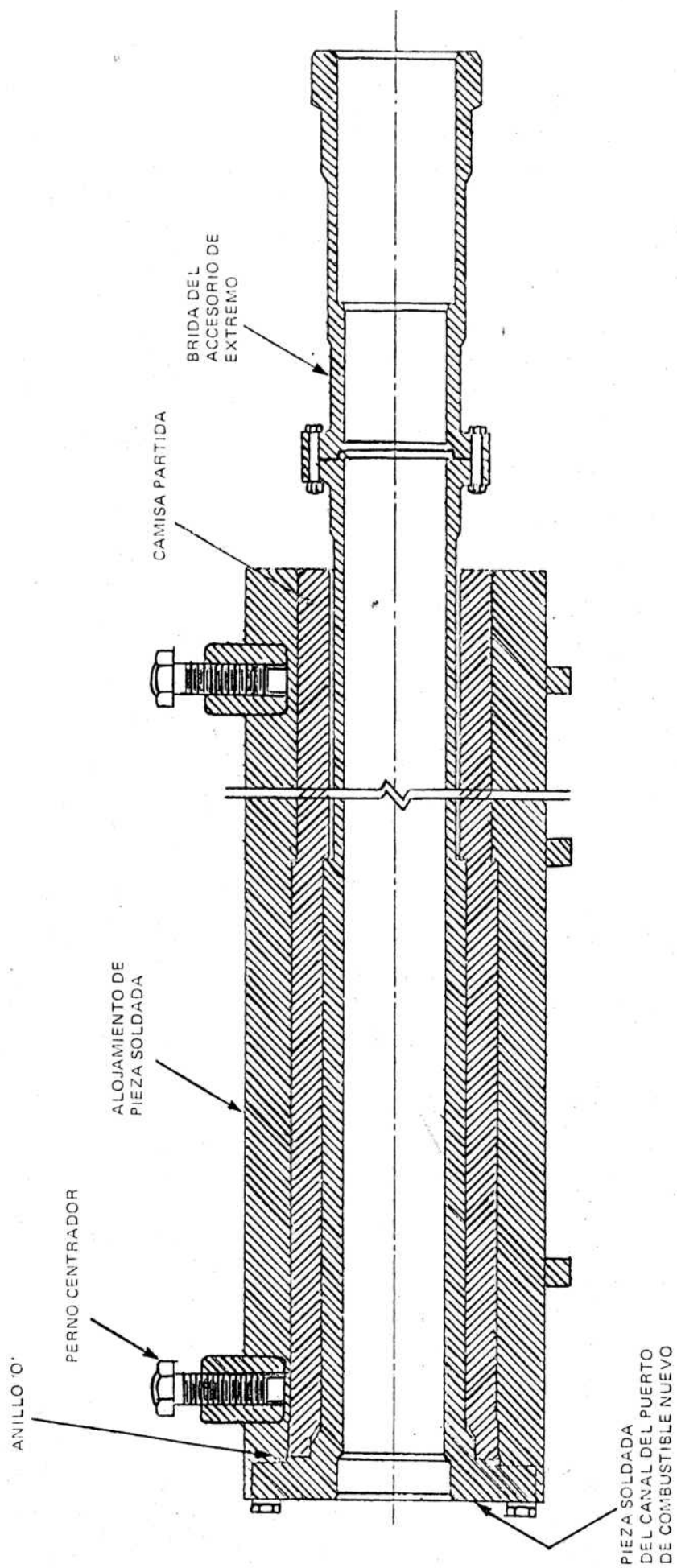
TM 35100 FIGURA 6 ACCIONADOR DEL CARGADOR DE COMBUSTIBLE NUEVO



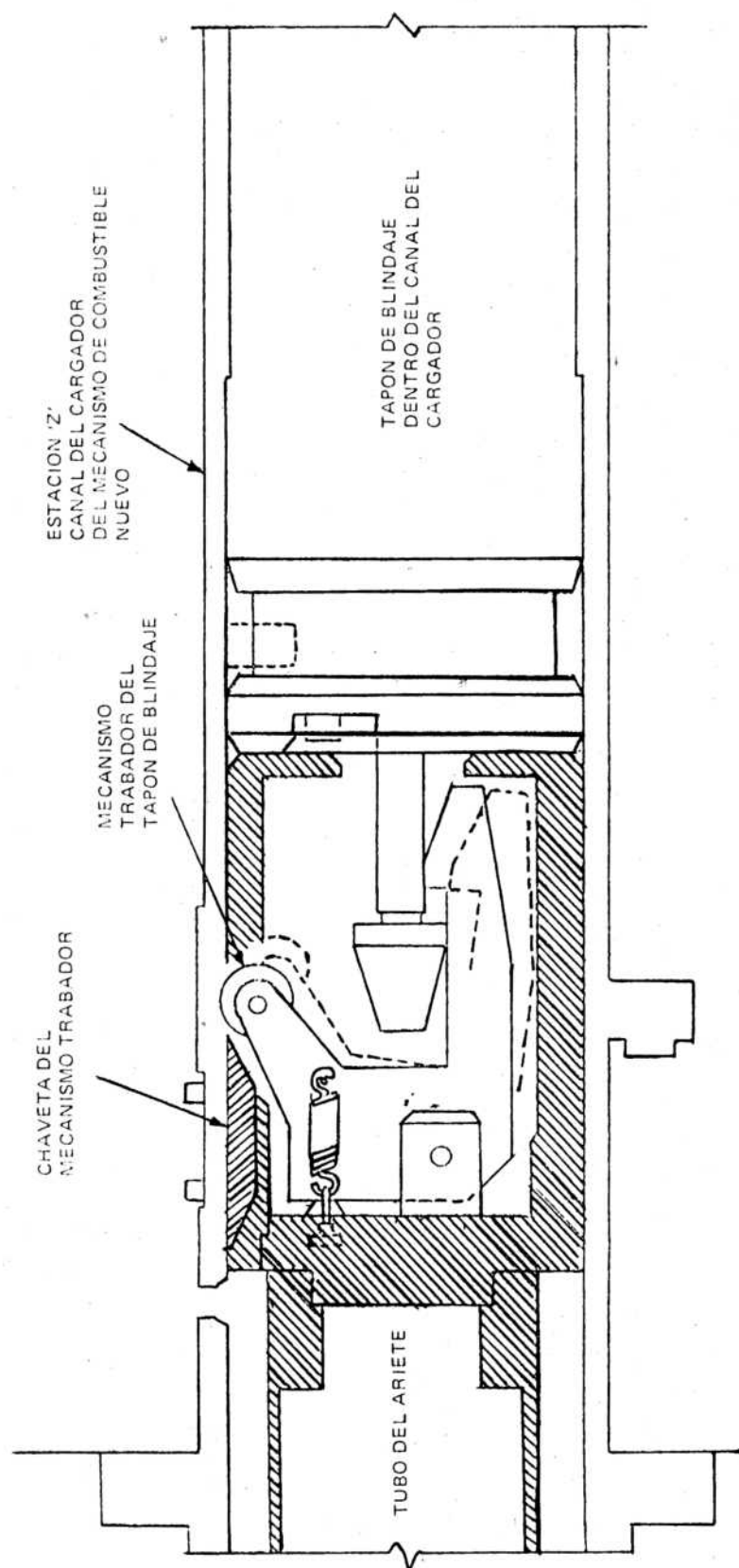
TM 35100 FIGURA 7 VALVULA DE LA ESCLUSA DE AIRE



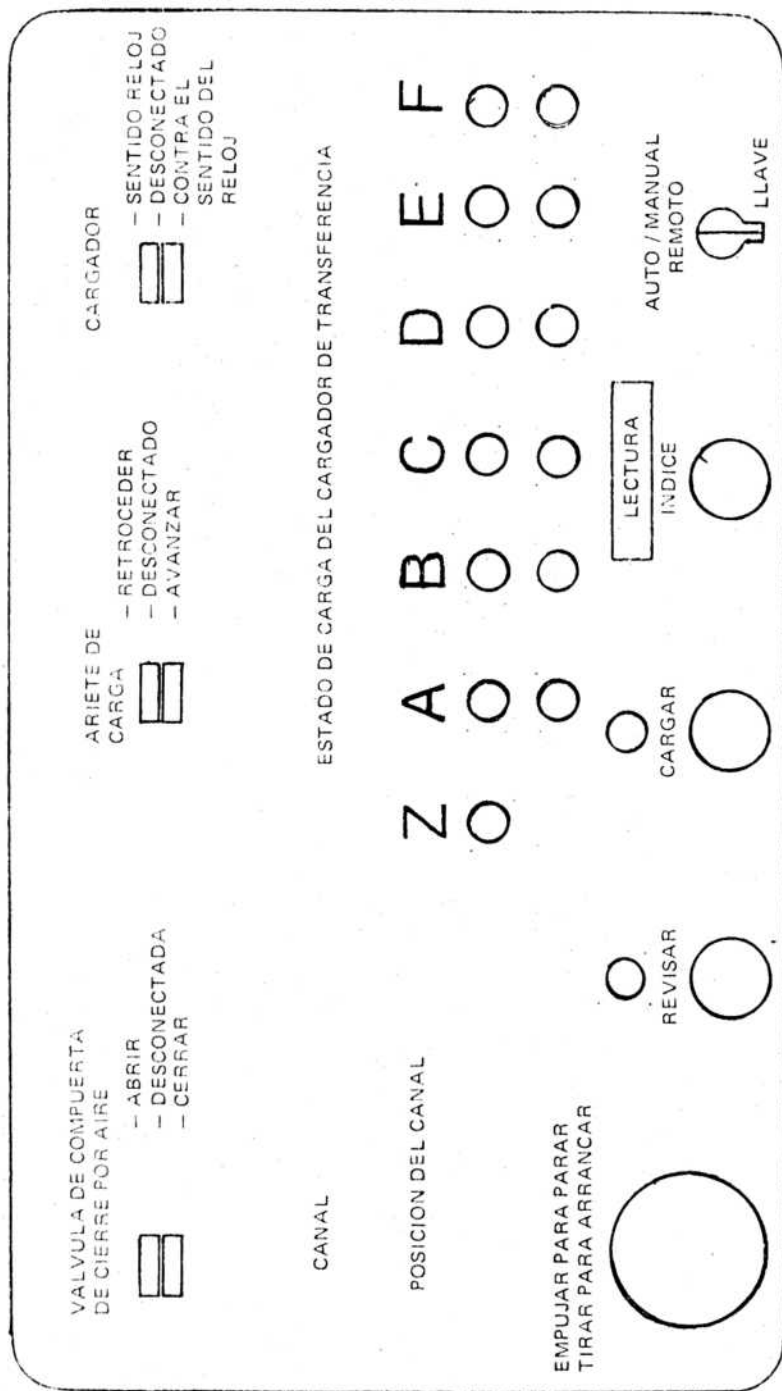
TM 35100 FIGURA 8 TAPON DE BLINDAJE EN EL PUERTO DE COMBUSTIBLE NUEVO



TM 35100 FIGURA 9 CONJUNTO DEL PUERTO DE COMBUSTIBLE NUEVO



TM 35100 FIGURA 11 TAPON DE BLINDAJE DENTRO DEL CANAL DEL CARGADOR DEL
MECANISMO DE COMBUSTIBLE NUEVO, ESTACION 'Z'



TM 3510C FIGURA 12 PANEL DE CONTROL LOCAL DEL MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE NUEVO