



\*D-9295\*

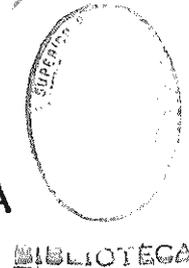
671.22  
7676



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica**



“ SISTEMA HIDRAULICO PARA MAQUINA  
INYECTORA DE METALES ”



**REPORTE TECNICO**

Previo a la obtención del Título de:  
**INGENIERO MECANICO**

Presentado por:

**Miguel Fernando Toral Cabrera**

Guayaquil - Ecuador

1.988

## AGRADECIMIENTO



AI ING. IGNACIO WIESNER F.  
Director de Reporte, por su  
ayuda y colaboración para  
la realización de este tra  
bajo.

AI CIMEG por su ayuda e  
impulso.

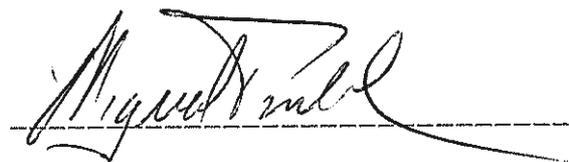
DEDICATORIA

A MIS PADRES  
A MIS HERMANOS  
A MI ESPOSA  
A MI HIJA

## DECLARACION EXPRESA

" La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Reporte, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal dashed line. The signature is cursive and appears to read 'Miguel Fernando Toral Cabrera'.

Miguel Fernando Toral Cabrera



BIBLIOTECA

*Marcos Tapia G.*

Ing. Marcos Tapia G.  
SUBDECANO

*Ignacio Wiesner F.*

Ing. Ignacio Wiesner F.  
DIRECTOR REPORTE

*Homerito*

Ing. Homero Ortíz  
MIEMBRO TRIBUNAL

## RESUMEN

La fundición por el sistema de inyección no es todavía muy utilizado en nuestro medio, existiendo esta actividad en las grandes ensambladoras de electrodomésticos.

En su afán de integrar esta tecnología en el sector productivo, el área de Metalurgia Mecánica de la ESPOL se propuso desarrollar una máquina de este tipo, por lo tanto inscribió esta idea en el proyecto de construcción de equipos financiados por BID-ESPOL que se ha llevado a cabo desde 1987 hasta la presente.

Uno de los problemas que tuvo que enfrentar la construcción, fue la toma de decisión sobre el sistema de accionamiento de los componentes de cierre de molde y la inyección, acción que estaba acompañada de limitaciones de orden técnico y económico.

El presente informe técnico se basa específicamente en la adaptación y montaje del sistema hidráulico a esta máquina, fabricada totalmente en los talleres de la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.

Los componentes del sistema hidráulico que se adquirieron para la máquina en mención formaban parte de un sistema

de dirección de un cargador frontal, los cilindros hidráulicos, la bomba de una grúa telescópica, el bloque de mandos y sistema de seguridad fueron partes de una cosechadora de cabezal hidráulico.

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	6
INDICE GENERAL .....	8
INDICE DE FIGURAS .....	9
1.- ANTECEDENTES	
1.1.- HISTORIA .....	10
1.2.- JUSTIFICACION .....	12
1.3.- OBJETIVO .....	13
2.- DEFINICION DEL PROBLEMA	
2.1.- DESCRIPCION DE LA MAQUINA .....	16
2.2.- FUNCIONES DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS .....	20
2.3.- CARACTERISTICAS DEL DISEÑO DE LA MAQUINA ...	24
2.4.- SELECCION DE ELEMENTOS HIDRAULICOS Y ADAPTACIONES REQUERIDAS .....	25
2.5.- SISTEMAS DE MANDOS Y SISTEMA DE SEGURIDAD ..	40
2.6.- CICLO DE OPERACION O DE TRABAJO .....	45
3.- MONTAJE DEL SISTEMA	
3.1.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	47
3.2.- SUGERENCIAS PARA MEJORAR DISEÑO .....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	57

## INDICE DE FIGURAS

- FIG. 1.- MAQUINA PATENTADA POR STURBISS.
- FIG. 2.- MECANISMO DE CERRADO DE LA MATRIZ.
- FIG. 3.- SISTEMA DE INYECCION
- FIG. 4.- MAQUINA DE FUNDICION FABRICADA EN LA ESPOL.
- FIG. 5.- CAMARA CALIENTE.
- FIG. 6.- CIRCUITO HIDRAULICO BASICO.
- FIG. 7.- FUNCIONAMIENTO DE BOMBA.
- FIG. 8.- FUNCIONAMIENTO DE CILINDRO.
- FIG. 9.- FUNCIONAMIENTO FILTRO.
- FIG.10.- SELECCION DE MANGUERAS.
- FIG.11.- ADOFLAMIENTO DE MANGUERAS.
- FIG.12.- FUNCIONAMIENTO BLOQUE DE MANDOS.
- FIG.13.- FUNCIONAMIENTO VALVULA DE SEGURIDAD.
- FIG.14.- FUNCIONAMIENTO VALVULA AUXILIAR.
- FIG.15.- BELLLOS HIDRAULICOS.
- FIG.16.- INSPECCION DE LOS COMPONENTES DE BOMBA.
- FIG.17.- UBICACION BLOQUE DE MANDOS.
- FIG.18.- VALVULA RESTRICTORA.
- FIG.19.- HERRAMIENTA HIDRAULICA.
- FIG.20.- VALVULA SOLENOIDE.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

#### 1.1. HISTORIA.

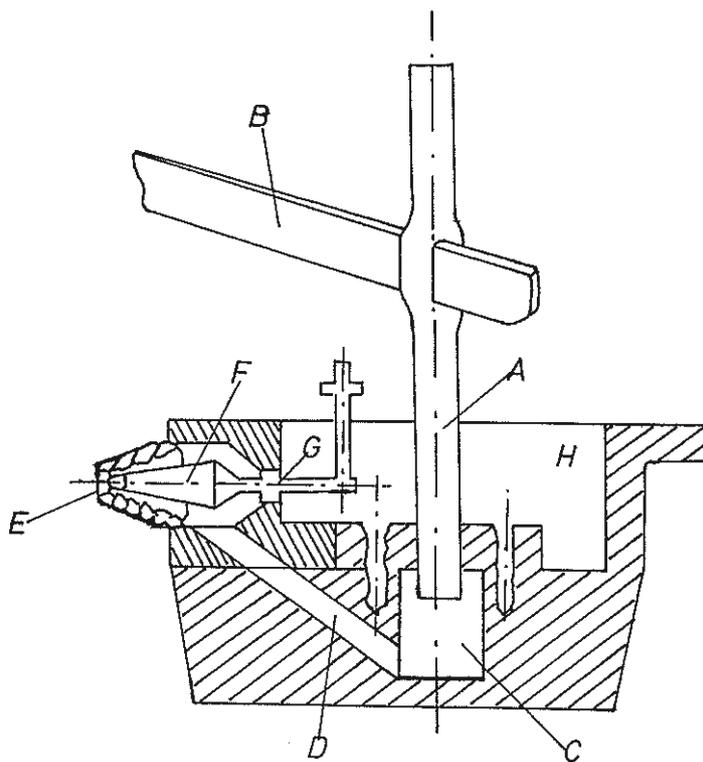
La tecnología moderna recurre a diversos procedimientos y procesos para transformar las materias primas metálicas en productos terminados. En todos estos procesos se aprovechan una o varias propiedades de los metales, tales como la fusibilidad, ductilidad o tenacidad.

Uno de los procedimientos está relacionado con el desarrollo de la fundición a presión. La primera máquina fue patentada en el año 1849 por Sturgiss, aunque ya antes se practicó en forma primitiva y con aleaciones inadecuadas este método de fundición. La máquina patentada por Sturgiss, está representada esquemáticamente en la figura 1.

El año de 1904 significó la etapa inicial en el desarrollo de la fundición a presión, desarrollo que iría en los años sucesivos en paralelo con el progreso increíble de la industria automotriz ya que ella ha sido y es todavía el consumidor mayor de piezas fundidas a presión.

En cuanto a los metales empleados por la fundición a presión en esta época, o sea alrededor del año 1900, los mismos se redujeron a plomo y al estaño, y a las aleaciones de ambos debido a sus puntos de fusión bajos.





- A - EMBOLO  
 B - PALANCA  
 C - CAMARA DE PRESION  
 D - CANAL  
 E - EMBOCADURA  
 F - DISPOSITIVO QUE SEPARA LA PIEZA  
 COLADA DEL METAL LIQUIDO  
 G - ORIFICIO DE ADMISION  
 H - CRISOL

FIG. No 1 DISEÑO DE STURGISS

Desde el año 1906, el progreso en la construcción de las máquinas para la fundición a presión fue muy rápido, en este año fue patentada otra máquina por Doehler y en 1907 Van Wagner patentó una máquina que puede considerarse la primera del tipo "CUELLO DE CISNE", este tipo de máquina reúne ya los elementos principales de las máquinas cuello de cisne actualmente en uso, pero con la única diferencia de que en las modernas el cuello de cisne puede estar dispuesto de tal manera de que este pueda oscilar hacia arriba y hacia abajo.

#### 1.2. JUSTIFICACION.

En la construcción moderna de máquinas de fundición a presión, se recurre cada vez más a dispositivos de maniobra mecánica. Las máquinas accionadas a mano sirven únicamente para la fundición de piezas pequeñas. Casi todas las máquinas mayores que utilizan un émbolo para la inyección del metal líquido, tienen mecanismos neumáticos o hidráulicos para el accionamiento del mismo.

Ahora bien, todas las máquinas cuyo émbolo se acciona por aire comprimido, y también las máquinas de cuello de cisne, requieren un suministro de aire a presión. Este se efectúa por un compresor de aire, instalado separadamente, y que tiene por lo general una potencia suficiente para abastecer varias

máquinas de fundición a la vez. Las máquinas accionadas por presión hidráulica pueden tener sus bombas individuales y por lo tanto no ser tan complejas sus instalaciones.

Para maniobrar las matrices se recurre por lo regular a sistemas neumáticos o hidráulicos, que actúan directamente sobre las mismas o por intermedio de palancas acodadas. En todas las máquinas se dispone de un enclavamiento entre el mecanismo que regula la inyección del metal y el mecanismo que acciona la matriz, de manera que el metal no puede ser inyectado hasta que el cierre de las matrices este asegurado.

Existen máquinas que están diseñadas para un funcionamiento semi-automático. En estas los hoyos dispuestos en la matriz de eyección, son operados por medios mecánicos o hidráulicos. Otras máquinas son enteramente automáticas, poseen una eyección automática de las piezas fundidas y requieren solo una atención ocasional del operario.

### 1.3. OBJETIVO.

El área de metalurgia mecánica encargó al Señor José Izaguirre llevar a cabo, el diseño y construcción de una máquina inyectora de metales de bajo punto de fusión, con el objetivo de desarrollar la tecnología de fundición en molde metálico bajo presión.

Por este proceso se pueden resolver problemas de piezas de alta precisión, buen acabado superficial y alta producción.

Las piezas típicas que se producen por medio de este proceso son: accesorios para tubería de conducción eléctrica, todo tipo de herrajes para muebles metálicos y de madera y eventualmente podrían también incorporarse los accesorios para tubería de agua potable que hasta el momento son de importación en hierro maleable.

En definitiva dicho proponente desarrollo todo el esquema de la máquina teniendo que escoger una alternativa para los accionamientos de cierre de moldes y de inyección del metal.

El uso de sistemas hidráulicos es normal en este tipo de máquinas ya que proporcionan una operación confiable, fácil operación y requieren poco mantenimiento.

No habiendo experiencia suficiente en la ESPOL sobre estos sistemas, el proponente de la tesis y su director optaron por consultarme, ya que conocían que mi actividad profesional está íntimamente relacionada con estos sistemas.

El presente informe técnico tiene relación con la ayuda que he prestado al proyecto en mención a fin de que pueda llegar a culminarse, haciendo uso adecuado de los sistemas en relación a su selección,

montajes y pruebas de funcionamiento del sistema hidráulico para accionamiento del molde metálico y cilindro de inyección del metal líquido.



## CAPITULO II

### DEFINICION DEL PROBLEMA

#### 2.1. DESCRIPCION DE LA MAQUINA.

Una máquina de fundición a presión tipo cámara caliente debe ser capaz de:

A) Mantener el metal líquido a una temperatura determinada.

B) Inyectar metal líquido a la matriz en las cantidades adecuadas para la pieza a colar, a una presión elevada, y a una velocidad requerida, manteniendo esta presión hasta la formación y solidificación de la pieza.

C) Sostener la matriz y accionarla durante el proceso.

D) Eyectar la pieza formada.

Aunque existe gran variedad de máquinas de fundición a presión, todas están constituidas por tres elementos principales:

1. Un bastidor fuerte fijo al armazón de la máquina que sostiene ambas mitades de la matriz en una posición determinada con respecto a la cámara de presión. Las partes principales que forman el bastidor de máquina son dos placas y de dos a cuatro barras de construcción fuerte. Las dos placas sirven como sostén para las dos mitades de

la matriz. La placa a la cual se fija la matriz de cubierta es casi siempre estacionaria; mientras que la placa a la cual viene unida la otra mitad de la matriz "la matriz de eyección" puede efectuar un movimiento de vaivén, abriéndose las dos mitades de la matriz una vez efectuada la colada. Las barras sirven como guías para el movimiento de la placa móvil y unen al propio tiempo la placa fija con el dispositivo por el cual se acciona la matriz de eyección.

El bastidor debe ser de construcción rígida y fuerte, pudiendo soportar, además del peso de las dos mitades de la matriz y de la pieza colada, la presión elevada que se aplica al metal durante la inyección.

De su diseño correcto y de su solidez suficiente, depende el funcionamiento satisfactorio de la máquina. En efecto; la presión elevada aplicada al metal líquido, se transmite a los dos semimatrices, las cuales tienden a separarse. En el caso de una construcción inadecuada, se deformarían las barras de unión y el chorro de metal líquido saldría por la juntura de las dos semimatrices.

Una construcción deficiente del bastidor tendría, pues, consecuencias desastrosas: el metal líquido que saldría con velocidad alta entre los

intersticios de las semimatrices, pondría en peligro al operario que atiende la máquina. Las piezas coladas resultarían deformadas y defectuosas, ya que, debido a la pérdida de presión durante el proceso de colada, la densidad del metal sería insuficiente.

De la construcción del bastidor y del mecanismo de la matriz depende el tamaño máximo de la pieza, que puede fundirse a una presión establecida.

2. Un mecanismo que permita cerrar y mantener firmes las dos mitades de la matriz mientras se efectúa la colada. Fig. 2.
  3. Una cámara de presión, en la cual el metal líquido es sometido a presión elevada para ser inyectado en la matriz. Esta cámara está provista de agujeros para eliminar el metal fundido desde el baño metálico hacia el interior de la misma. El émbolo está provisto de anillos que aseguran la compresión del metal y reducen el desgaste, su movimiento debe realizarse en dos fases, inicialmente a baja velocidad hasta tapar los agujeros de carga y seguidamente a alta velocidad hasta llenar el molde a alta presión, para este último suministro hidráulico se requiere un acumulador. Fig. 3.
- El sistema de generador de energía facilita los

MAQUINAS DE INYECCION

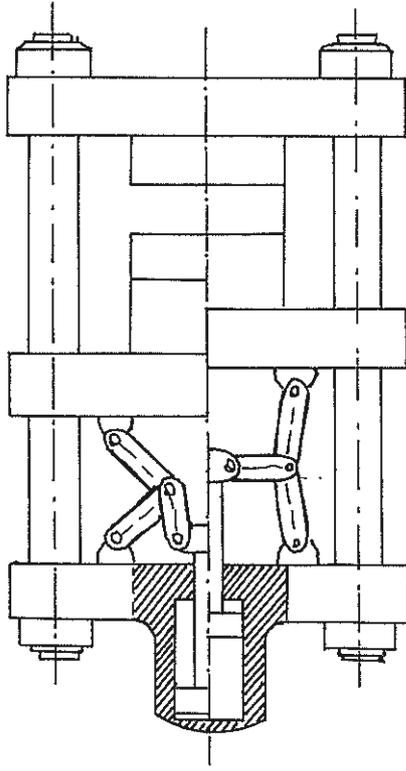


Fig. 2 RETENCION POR CIERRE DE FORMA MEDIANTE  
PALANCAS ACODADAS

104101

movimientos de cierre e inyección, y este puede ser: mecánico neumático o hidráulico, dependiendo del tamaño de las piezas que se quiera moldear y de las facilidades para operar. Fig. 4.

## 2.2. FUNCIONES DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS.

En todo tipo de máquinas de fundición a presión existen dos movimientos importantes que son los que accionan los mecanismos de cierre y de inyección.

La presión que se aplica sobre el metal inyectado trata de abrir o separar las dos partes de la matriz. Debe pues preverse un mecanismo que, además de accionar la apertura y el cierre de la matriz, pueda ejercer sobre las mismas una presión mayor que la que tiende a abrirla, esto es lo que se conoce como el mecanismo de cierre.

Existe una gran variedad de construcción para obtener este propósito. Por lo general se recurre a un mecanismo de cilindros hidráulicos o neumáticos, que hacen mover la matriz de eyección; en máquinas pequeñas previstas para una producción reducida, el mecanismo está constituido por un sistema de palancas articuladas que actúan sobre la matriz de eyección y que son manejadas a mano. La disposición de estos mecanismos es casi siempre horizontal, es decir, que la matriz de eyección es movida en sentido horizontal.

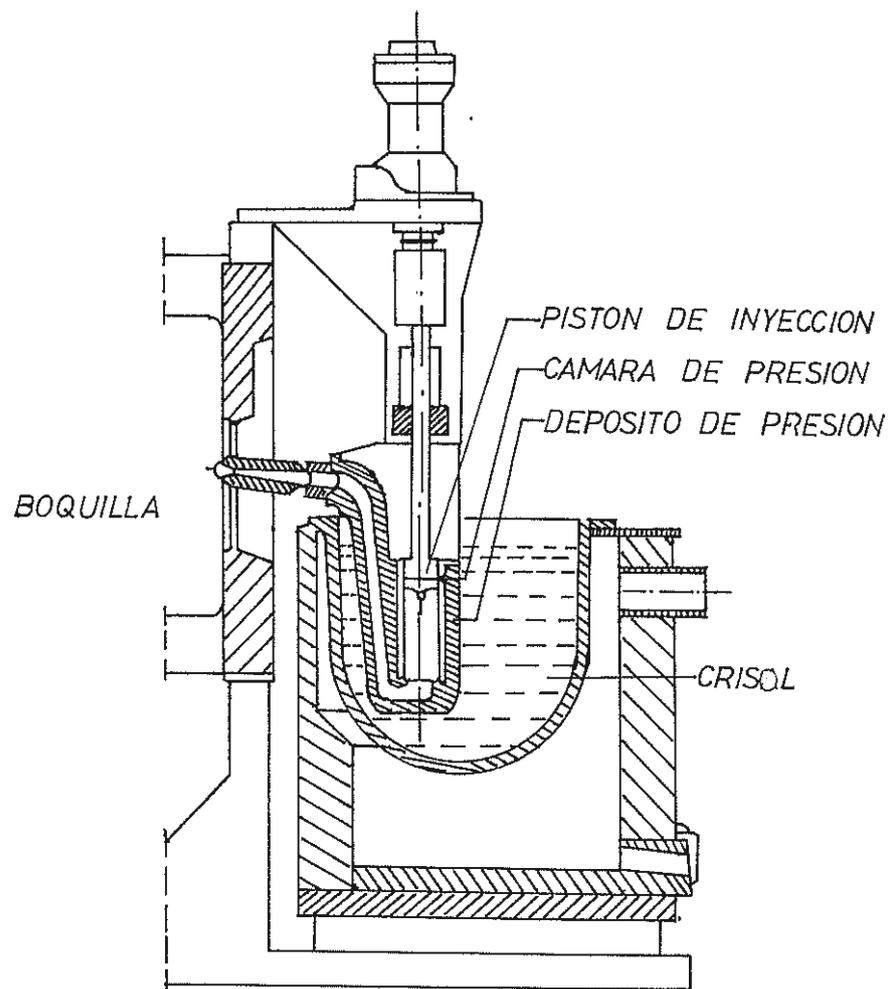


Fig. 3. GRUPO DEL PISTON DE INYECCION DE  
UNA MÁQUINA DE CAMARA CALIENTE

El tamaño máximo de la pieza que puede fundirse, depende de la construcción del mecanismo de accionamiento de la matriz.

En efecto el metal introducido a presión en la matriz, tiende a separar ambas mitades de la misma, por lo tanto el mecanismo de cierre de la matriz debe resistir esta presión.

Cuanto mayor sea la fuerza de cierre del mecanismo, tanto mayor puede ser el tamaño de la pieza a fundir para una presión de inyección determinada.

El otro movimiento importante es el mecanismo de inyección, y en este como en el caso anterior también es producido por un cilindro, el metal líquido se introduce en la matriz a través del cuello de cisne mediante la acción del émbolo de un cilindro hidráulico.

En la máquina de cámara caliente, la cámara de presión en la cual se produce la sobrepresión, está ubicada generalmente en el baño del metal líquido y es mantenida durante el proceso de fundición constante, por lo menos a la temperatura de colada; de ahí la denominación de cámara caliente. Fig. 5.

En este tipo de máquinas un horno forma parte integrante de la máquina misma; el calentamiento se efectúa mediante quemadores de petróleo o gas, o bien electricamente por inducción.

La inyección de metal líquido en este tipo de

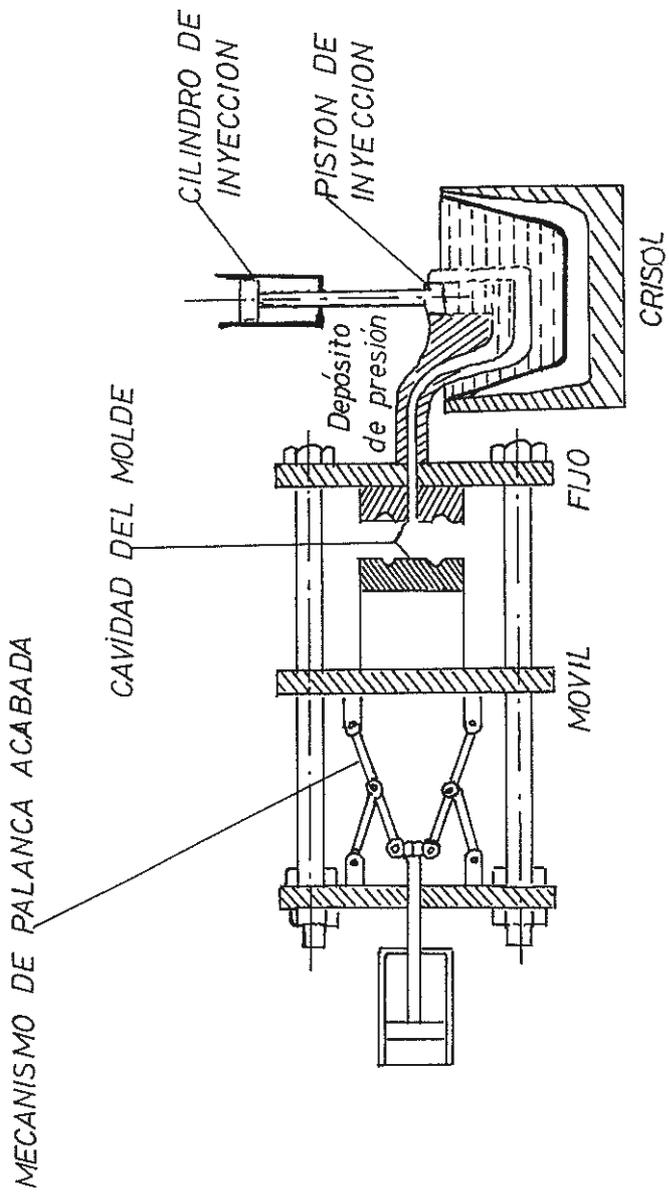


FIG N. 5 REPRESENTACION ESQUEMATICA DE UNA MAQUINA DE CAMARA CALIENTE CON PISTON DE INYECCION

máquinas se eleva hasta 300 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 2.3. CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA.

Los datos del diseño de la máquina proporcionados por el Sr. Izaguirre están ubicados en la tabla #1 y se comparan con las características de los elementos montados en la máquina.

#### Características Generales

Tamaño de placas 0.45 x 0.45 m

Diámetro de las columnas  $5.08 \times 10^{-4}$  m

Area máxima a inyectarse  $8.2 \times 10^{-3}$  m

Peso de la máquina 1000 Kg

Espesor de las placas  $6 \times 10^{-4}$  m



MOVIMIENTOS CON:

	ELEMENT. ORIG.	ELEM. ADOPT
<u>Grupo cierre</u>		
Fuerza accionar cierre	26000 N	31705 N
Presión de cierre	85 kg/cm <sup>2</sup>	85 kg/cm <sup>2</sup>
Velocidad de cierre	0.1 m/seg	0.1-0.2m/s
Carrera apert. moldes	0.12 m	0.12 m
<u>Grupo inyección</u>		
Fuerza de inyección	3000 N	16760 N
Presión de inyección	85 Kg/cm <sup>2</sup>	85 Kg/cm <sup>2</sup>
Velocidad de inyección	1 m/seg	.1-.4 m/s

TABLA # 1.- CUADRO COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTI-  
CAS DE LOS ELEMENTOS ORIGINALES CON LOS ELEMENTOS  
ADAPTADOS EN EL SISTEMA DE MOVIMIENTO DE CIERRE E  
INYECCION.

La definición del problema del presente informe está determinado por la toma de las siguientes decisiones:

- Seleccionar que tipo de accionamiento para mover el mecanismo de cierre de molde.
- Seleccionar que tipo de accionamiento para mover el mecanismo de inyección de metal.
- Optar por un sistema sencillo de operación que pueda ser manejado sin esfuerzo físico.

Para realizar estas actividades se prefirió seguir un análisis comparativo de ventajas y desventajas de los diversos sistemas de accionamiento, tanto para el movimiento de cierre como para el de inyección y para cumplir estos objetivos se presentan las tablas # 2 y # 3, con los resultados de este análisis, y se llegó a la conclusión de que el mejor sistema a emplear, era el hidráulico por su eficiencia, poco mantenimiento y seguridad. En la figura 6 se muestra el circuito hidráulico básico.

#### 2.4. SELECCION DE ELEMENTOS HIDRAULICOS Y ADAPTACIONES REQUERIDAS.

La bomba hidráulica que se seleccionó para el sistema, fue la de engranajes por su fácil mantenimiento y reparación.

Su funcionamiento se funda en el engrane de dos

	SIN PALANCAS			CON PALANCAS	
	MANUAL	NEUMAT.	HIDRAUL.	NEUMATIC.	HIDRAUL.
PRESION DE SERVICIO	M	M	B	M	B
FUERZA MOTRIZ	M	M	B	M	B
FUERZA DE CIERRE	M	M	B	B	B
REGULACION DE LA VEL. DE CIERRE	M	R	B	R	B
VELOCIDAD CIERRE	M	R	R	B	B
CARRERA CIERRE	R	R	R	B	B
DEMANDA ENERGIA	R	M	M	R	R
MANTENIMIEN.	R	R	B	R	B
SEGURIDAD	M	M	M	B	B
COSTO	B	M	B	R	B
TAMANO Y PESO	M	M	M	R	B
EFICIENCIA	R	R	B	R	B

TABLA # 2.- ANALISIS COMPARATIVO DE SELECCION DEL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO PARA EL MOVIMIENTO DE CIERRE DE MOLDES

M = MALO

R = REGULAR

B = BUENO

	MANUAL	NEUMAT.	HIDRAUL.
PRESION DE SERVICIO	M	R	B
PRESION INYECCION	M	M	B
REGULACION VELOCIDAD	M	R	B
VELOCIDAD INYECCION	M	R	B
SEGURIDAD	M	R	B
MANTENIMIENTO	R	M	B
COSTO	R	R	R
TAMANO Y PESO	M	M	B
EFICIENCIA	M	R	B

TABLE 3.- ANALISIS COMPARATIVO PARA SELECCION DEL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE INYECCION.

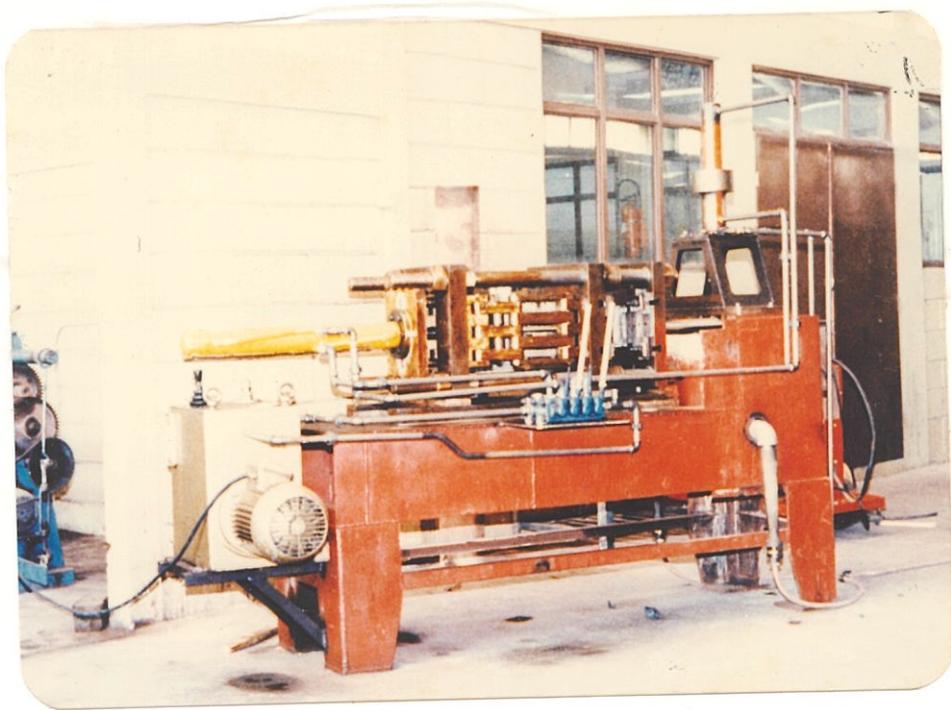


Fig. # 4 .- MAQUINA DE FUNDICION A PRESION FABRICADA EN LA  
ESPOL.

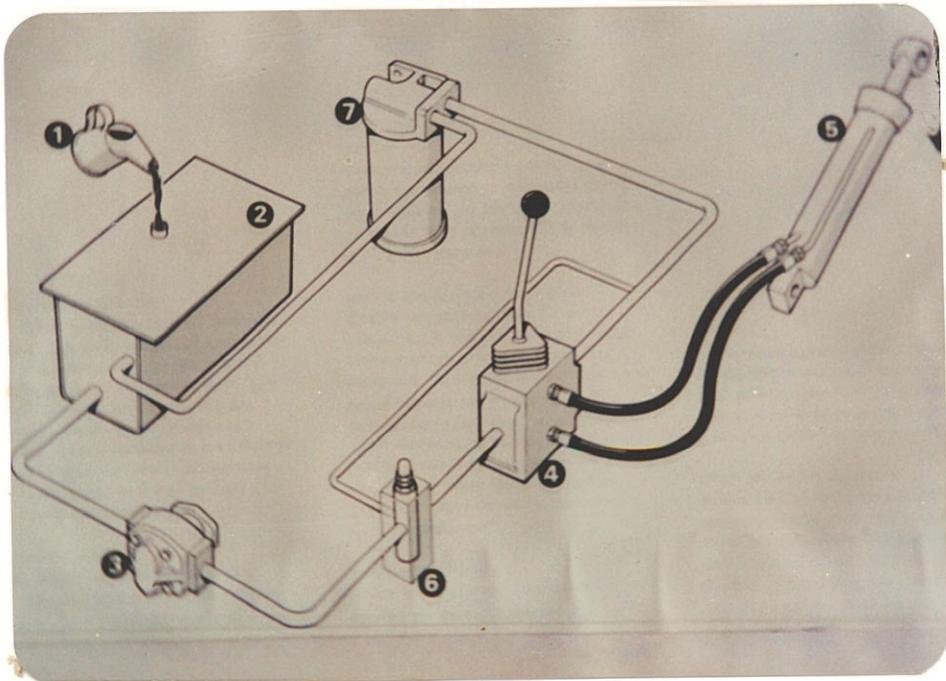


Fig. #6 .- CIRCUITO HIDRAULICO BASICO.

ruedas dentadas de dientes rectos, una de las cuales es motriz y la otra gira arrastrada por esta. El aceite es captado en el lado de la admisión de la bomba y atrapado en los espacios entre dos dientes contiguos de cada rueda y la pared del cuerpo de la bomba.

A medida que las ruedas dentadas giran, el aceite es arrastrado a lo largo de la pared del cuerpo de bomba, hasta que el espacio correspondiente llega a engranar con un diente de la otra rueda. Cuando el aceite llena este espacio, el aceite es impelido hacia afuera por el orificio de impulsión de la bomba.

De acuerdo a la potencia del motor eléctrico que es la fuerza motriz con que se contaba y la presión necesaria de trabajo 85 Kg/cm<sup>2</sup> (figura 7) sus características generales son:

Q = caudal = 30 litros/min

P<sub>max</sub> = presión máxima = 140 Kg/cm<sup>2</sup>

Orificio de alimentación = 380 mm diametro

Orificio de descarga = 250 mm diametro.

La bomba hidráulica se la acopló directamente al motor eléctrico mediante un matrimonio flexible de caucho para evitar cualquier daño en la bomba, cuando la presión alcance un valor alto por alguna mala operación.

### Cilindros hidráulicos

Los cilindros hidráulicos que fueron seleccionados en el sistema fueron los de doble acción, es decir que el aceite puede producir doble movimiento del émbolo tanto hacia afuera como hacia adentro. Fig. 8.

La cabeza del émbolo está obturada contra las paredes del cilindro por medio de los retenes A de manera que la presión del aceite comprime al reten contra la pared y así cuanto mayor es la presión tanto mayor es la fuerza de obturación.

Un tipo similar de reten y un anillo teórico B se encuentran en la empaquetadura C para evitar que el aceite salga entre el eje del émbolo y la empaquetadura y entre este y el cilindro.

Unos anillos de nylon D de desgaste, instalados en la cabeza E evitan el contacto metal-metal entre la cabeza del émbolo y la pared del cilindro. Otro anillo teórico F va montado en la cabeza del émbolo para evitar que el aceite a presión salga a través del conjunto hasta el lado sin presión del cilindro. Un reten rascador G va montado en el cilindro para evitar que penetren en el mismo suciedades arrastradas por el eje del émbolo, cuando este entra en el cilindro.

A causa de la elevada presión a que puede funcionar un cilindro hidráulico, cualquier falla en el cierre

puede ocasionar efectos dañinos en el funcionamiento del sistema. La falla de los retenes de la cabeza del émbolo supone fugas entre los lados de presión y baja presión y da lugar a una reducción de la fuerza del cilindro.

La falla de los retenes de la empaquetadura puede dar lugar a los mismos resultados y, además a una pérdida de aceite, mientras que si falla el reten rascador entrará polvo y suciedad ocasionando un daño a los retenes restantes. Se admite una pequeña fuga como por ejemplo para humedecer el eje ya que lubrica el reten y aumenta la duración del mismo.

La fuerza ejercida por el cilindro no es igual en ambos sentidos, la fuerza es mayor cuando el aceite está empujando el émbolo hacia afuera que cuando se está recogiendo, debido a que el área del émbolo donde se ejerce la presión en el primer caso es mayor que el segundo, ya que en este último hay que descontar el diámetro del vástago.

Por consiguiente, el sentido en que se precise la mayor fuerza, determinará la posición de los cilindros en la máquina fundidora de metales a presión.

Las dimensiones más importantes son las siguientes:

Cilindro de cierre

Diámetro exterior            70 mm

Diámetro de émbolo        38 mm

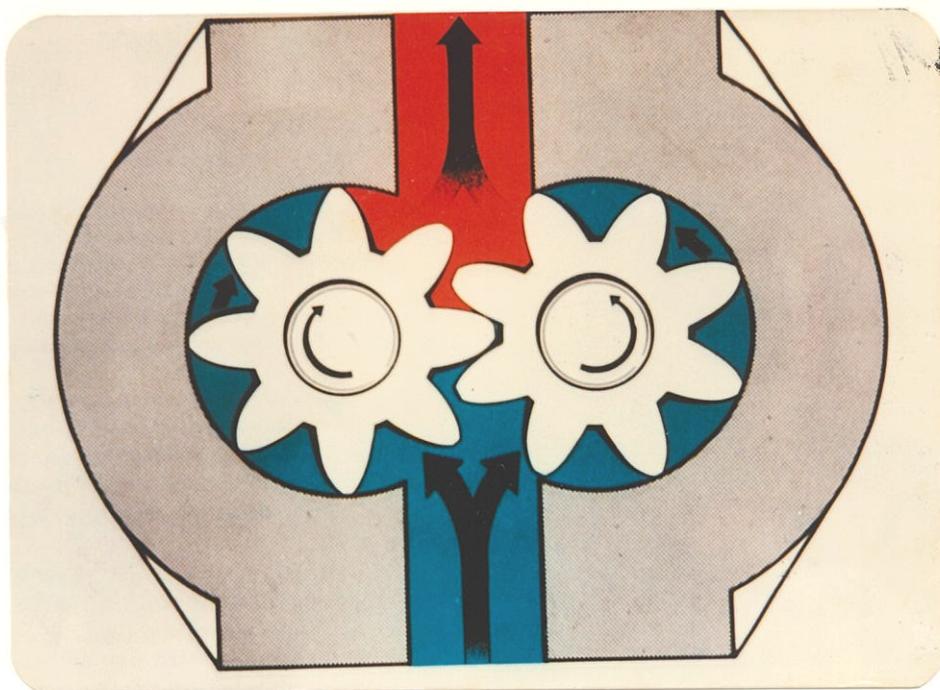


Fig. # 7.- FUNCIONAMIENTO DE BOMBA HIDRAULICA DE ENGRANAJES.

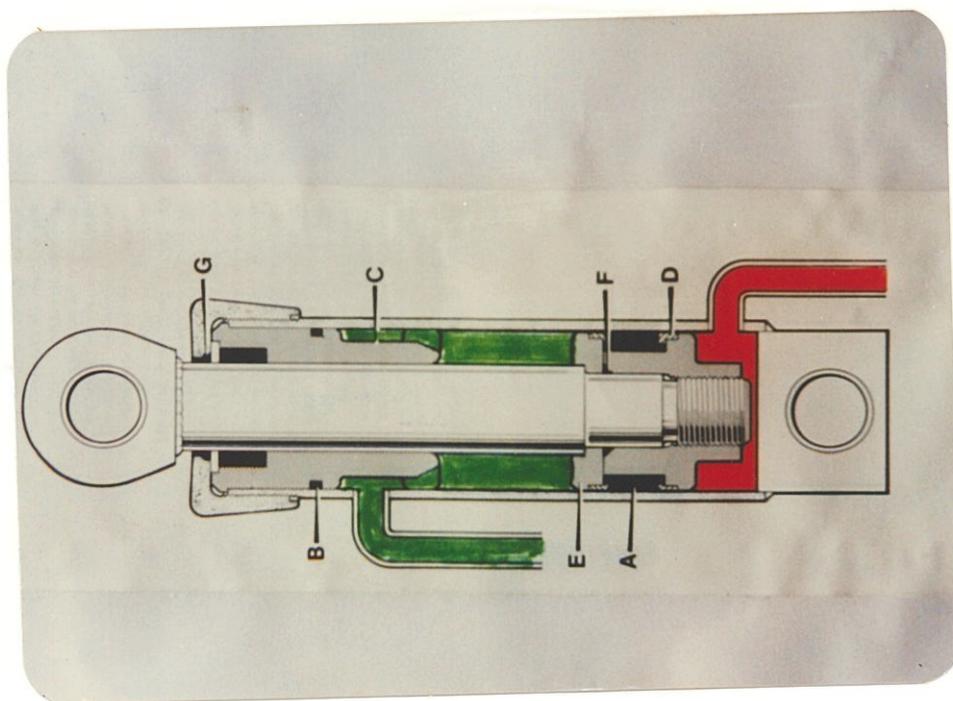


Fig. # 8.- FUNCIONAMIENTO DE CILINDRO HIDRAULICO.

Longitud	660 mm
<u>Cilindro de Inyección</u>	
Diámetro exterior	64 mm
Diámetro de émbolo	25 mm
Longitud	430 mm

Las demás características están ubicadas en la tabla #1.

#### Filtro hidráulico

Para evitar la posibilidad de que circulen partículas metálicas o polvo por el sistema hidráulico se incorporó un filtro y un tamiz.

El filtro incorporado fue del tipo de paso total. Todo el aceite que circula a través del sistema pasa por un elemento capaz de eliminar partículas de 15  $\mu$ . En el caso de que el elemento se obstruya, la presión del aceite abre una válvula de derivación y permite que continúe la circulación del aceite.

Este filtro se lo intercaló en la línea de retorno al tanque donde la presión es baja, del orden de 50 lb.; el tamiz se lo ubicó a la entrada de succión de la bomba. Fig. 9.

#### Manqueras hidráulicas

Las mangueras hidráulicas se seleccionaron de acuerdo a la presión máxima de trabajo y rango de

temperatura del sistema y sujetas a un uso normal, para el cilindro de accionamiento del cierre.

La variedad de mangueras hidráulicas es muy grande dependiendo de las condiciones de trabajo, para el presente sistema se seleccionó mangueras de norma SAE 100 R2 tipo AT de alta presión que son usadas por lo regular en equipos camineros, esta manguera está construida en su parte interior de Neopren reforzado con dos mallas de acero y recubierta exteriormente con Neopren. Fig. 10.

El diámetro interior seleccionado fue de 1/2 pg. y su exterior de 7/8 pg. cuya presión recomendable de trabajo es 3500 lb<sub>r</sub>/pg<sup>2</sup> y de 14000 lb<sub>r</sub>/pg<sup>2</sup> para su rotura.

La velocidad del aceite que se consiguió en base al diámetro interior de la manguera, de la potencia del motor y de la presión de trabajo fue la adecuada para el funcionamiento del cilindro del sistema de cierre. El rango de temperatura para este tipo de mangueras en condiciones normales es de - 40°C a + 93°C.

Los acoples curvos de 90° y rectos fueron colocados en los extremos mediante el sistema de prensado que es más confiable que otros como por ejemplo el de acoples reusables. Fig. 11.

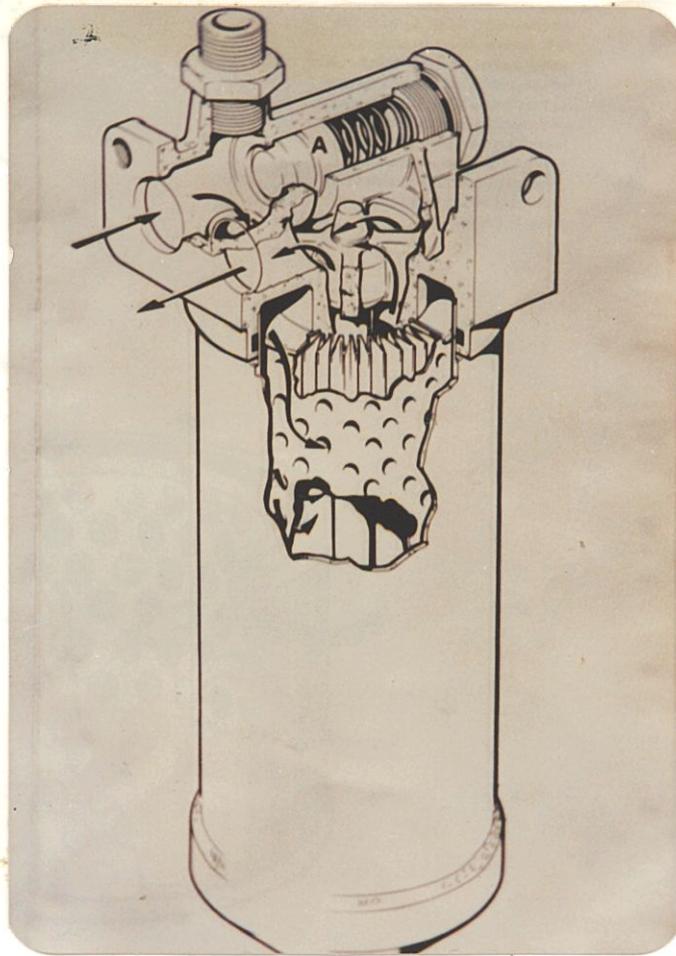


Fig. # 9 .- FUNCIONAMIENTO FILTRO HIDRAULICO.

**H425 SAE 100R2 Type AT Hydraulic Hose**

**H42506 COLL-CRIMP**

**TWO WIRE BRAID REINFORCEMENT**  
 Most commonly used for high pressure hydraulic lines found on off-the-road construction equipment, farm equipment with high pressure hydraulic systems, and other high pressure hydraulic applications.  
**TEMPERATURE RANGE:** - 40° F. to +200° F. (1)

Mining Enforcement and Safety Admin.(MSHA) accepted.

Use Hose End Fittings for Rubber Hose (Pages 16-21)						
1/4	19/32	H42504	5000	20000	4	30
3/8	3/4	H42506	4000	16000	5	30
1/2	7/8	H42508	3500	14000	7	30
5/8	1	H42510	2750	11000	8	30
3/4	1-5/32	H42512	2250	9000	9-1/2	-
1	1-1/2	H42516	2000	8000	12	-
1-1/4	1-7/8	H42520	1625	6500	16-1/2	-
430 Series Hose Ends (Pages 30-33) May Be Used with These Hoses.						
3/4	1-5/32	H42512	2250	9000	9-1/2	-
1	1-1/2	H42516	2000	8000	12	-
1-1/4	1-7/8	H42520	1625	6500	16-1/2	-
1-1/2	2-3/16	H42524	1250	5000	20	-
2	2-11/16	H42532	1125	4500	25	-

Fig. #10.- SELECCION DE MANGUERAS HIDRAULICAS.

### Aceite hidráulico

El aceite hidráulico debe desempeñar ciertos cometidos vitales dentro de un sistema, y en consecuencia, debe reunir las siguientes propiedades, ya sea de una manera natural o mediante el empleo de aditivos.

- a. Lubricidad
- b. Resistencia pelicular
- c. Alto índice de viscosidad
- d. Viscosidad correcta
- e. Punto de congelación
- f. Demulsionabilidad
- g. Resistencia a la formación de espuma
- h. Estabilidad química.

#### a. Lubricidad

Es la capacidad para engrasar partes móviles del sistema tales como las de bombas, motores, válvulas y pistones.

#### b. Resistencia pelicular

Es la resistencia que opone la película de aceite a la rotura bajo una presión extrema. En las bombas hidráulicas, en especial, existen superficies de metal contra metal que están sujetas a elevadas presiones y, si la película de aceite existente entre las mismas se rompe, se

produce rápidamente el desgaste de las superficies con el consiguiente agarrotamiento de la bomba.

c. Viscosidad correcta

Es la propiedad del aceite de reducir al mínimo el goteo y las fugas, y de garantizar una circulación fácil del aceite por el circuito. Las valvulas utilizadas en los sistemas hidráulicos se mecanizan con tolerancias muy rigurosas, de forma que resulta impracticable el empleo de retenes normales y la viscosidad del aceite se utiliza como un cierre. Un aceite demasiado denso no fluiría fácilmente por el circuito y se necesitaría más potencia de la bomba; en cambio, si es demasiado fluido surgirían problemas a causa de las posibles fugas, que se agravarían al aumentar la temperatura del aceite.

d. Alto índice de viscosidad

Es la aptitud del aceite para reducir los cambios de viscosidad debidos a los cambios de temperatura. Como de la energía de la bomba y del rozamiento entre el aceite y las paredes de tubería y órganos, se comunica calor al aceite hidráulico, calor que hace que el aceite hidráulico sea más fluido al aumentar la

temperatura, ocasionando los mismos problemas que si utiliza aceite muy fluido desde el principio. Idealmente, la viscosidad del aceite debe mantenerse constante, cualesquiera que sean los cambios de temperatura.

e. Punto de congelación

Es la capacidad del aceite para mantener la fluidez a bajas temperaturas, idealmente, la temperatura de este punto deberá ser baja y esto significa que el aceite continuará fluyendo por el circuito, incluso a temperaturas muy bajas. Un aceite que se congele a temperaturas bajas es inutilizable en los sistemas hidráulicos, ya que es preciso dejar cierto tiempo para que la temperatura del aceite aumente antes de que el sistema pueda reaccionar con la rapidez necesaria.

f. Demulsionabilidad

Es la facultad del aceite de separarse rápidamente del agua. El sistema hidráulico puede contener humedad, a causa de la condensación, o bien de la entrada de agua en el depósito durante el llenado. Cuando el agua se mezcla íntimamente con el aceite, forma una emulsión que puede ser fina y viscosa, o de consistencia pegajosa. También

hidráulico de otro barato, el aceite Tellus de Shell elaborado por CEPE fue el que reunió todas las características anteriormente mencionadas.

## 2.5. SISTEMA DE MANDOS Y SEGURIDAD.

Al presente sistema se lo equipó con mandos o bloque de válvulas de la marca Hamworthy que es una pieza de fundición con una serie de canales o galerías. El número de carretes necesarios depende del número de servicios a controlar, para nuestro sistema se usó el de cuatro carretes ya que fué el que se pudo conseguir, estos servicios son accionados directamente por palancas. Fig. 12.

Los carretes para los servicios están diseñados en tal forma que cuando todos están en posición neutra permiten que el aceite de la bomba circule alrededor de los mismos a través del centro o circuito neutro de la válvula. Esta disposición se denomina circuito abierto.

Si se selecciona un servicio moviendo una de las palancas y esta a su vez a su carrete hacia arriba o hacia abajo se interrumpirá el circuito neutro por el carrete que se mueve a su través y el aceite se desviará entonces hacia dos galerías ciegas denominadas circuito paralelo. Los carretes están diseñados de forma tal que cuando suben o bajan, los agujeros radiales perforados en los mismos se mueven

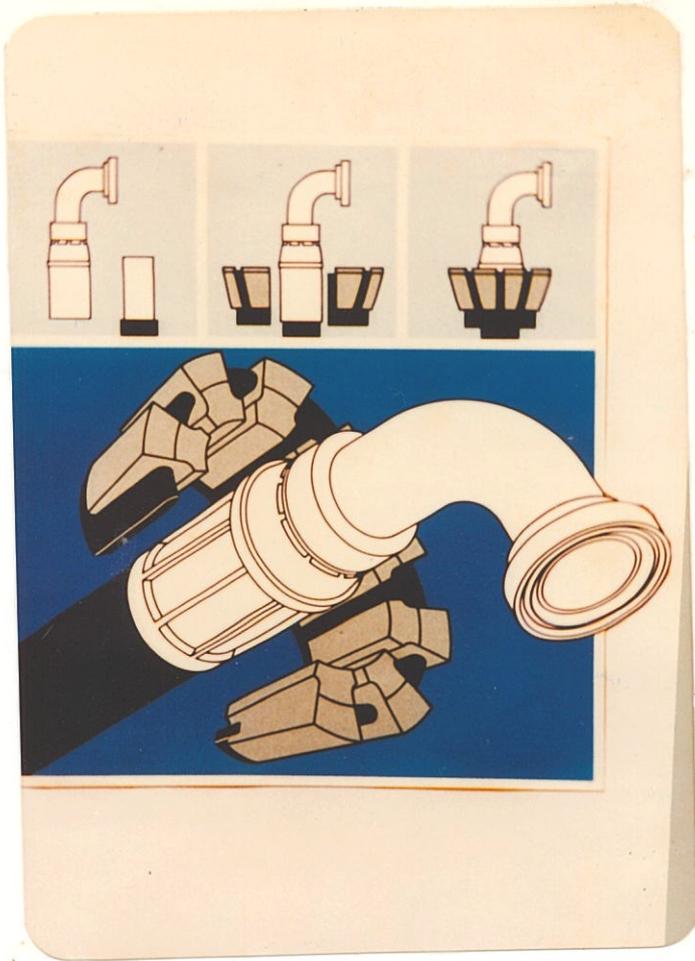


Fig. #11.- ACOPLAMIENTO DE NEPLOS EN MANGUERAS HIDRAULICAS.

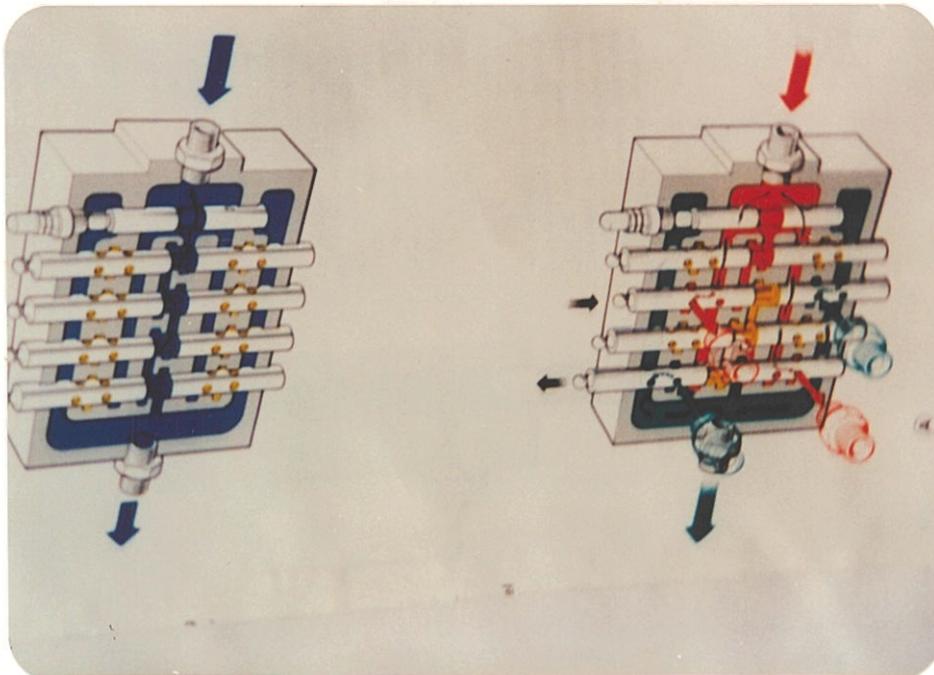


Fig. #12.- FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE MANDOS.

en línea con el circuito paralelo en un extremo del carrete. Esto significa que cuando se selecciona un servicio, el aceite pasa a presión al circuito paralelo y desde aquí, el aceite se dirige, a través de los agujeros del carrete al cilindro que se desea accionar.

Simultáneamente el aceite que retorna del cilindro (de doble acción) penetra en el bloque de mandos y pasa a través de los agujeros del extremo opuesto del carrete a la galería o canal de escape, volviendo al tanque a través de una salida o retorno.

#### Válvulas de seguridad principal

La válvula de seguridad principal viene incorporada en el mismo bloque de mandos evitando de esta manera tener que colocar más líneas de flujo en el sistema. Su funcionamiento tiene por objeto limitar la presión de salida de la bomba a un valor que no dañe los elementos del circuito (bomba, cilindros, mangueras, tuberías). En el circuito está instalada después de la bomba. Fig. 13.

Durante su funcionamiento el émbolo principal "A" se mantiene en el asiento "B" por medio de un resorte y de la presión de salida de la válvula de la cámara "F" mientras la presión de la bomba sobre la parte exterior de la válvula trata de abrir esta.

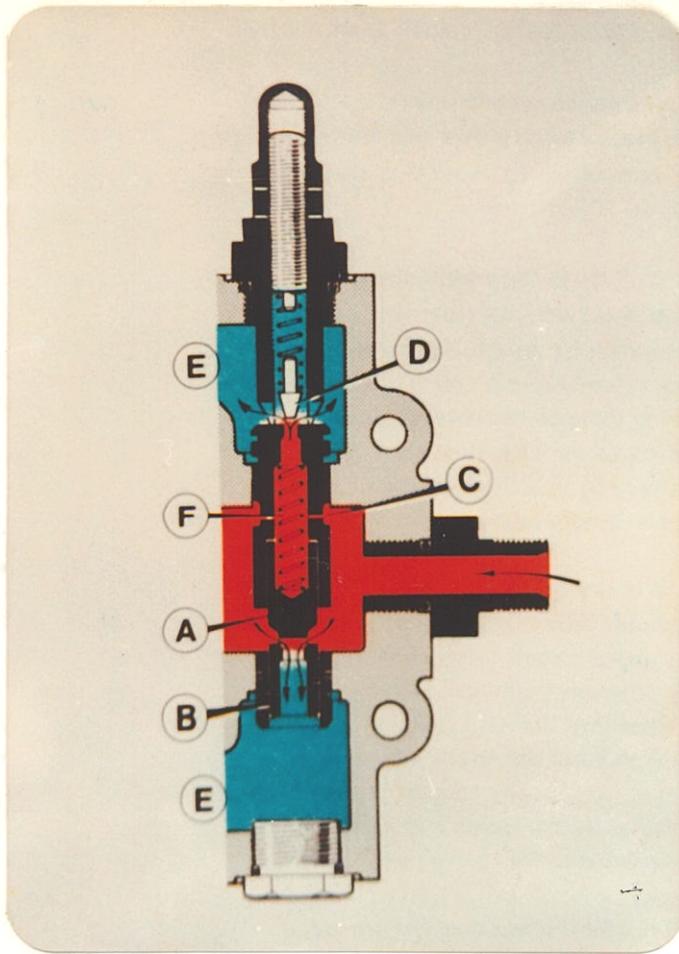


Fig. #13.- FUNCIONAMIENTO VALVULA DE SEGURIDAD PRINCIPAL.

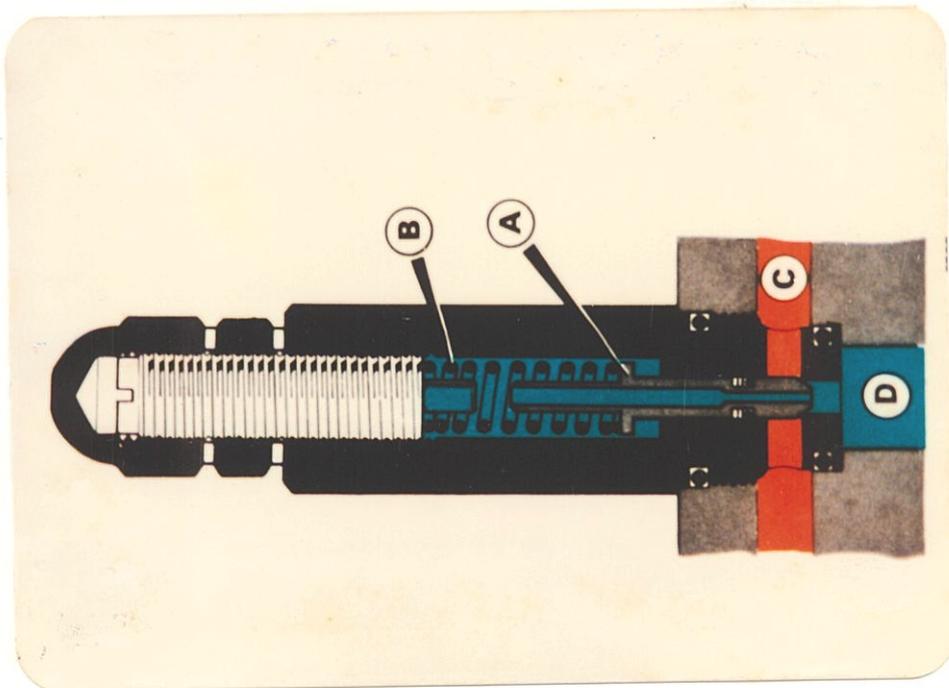


Fig. #14.- FUNCIONAMIENTO VALVULA AUXILIAR.

Cuando la presión de la bomba aumenta, alcanza un valor suficiente para sacar de su asiento a la válvula piloto "D" y la presión de la cámara "F" pasa a la galería de escape "E". Entonces, la presión de la bomba es suficiente para levantar el embolo "A" venciendo la presión del resorte y la presión se evacúa entonces hacia la galería de escape "E".

Cuando la presión disminuye, la válvula piloto vuelve a su asiento, la presión de la cámara "F" aumenta y contribuye a que el resorte vuelva a colocar en su asiento el embolo "A".

La cámara "F" está sometida a presión a través del orificio "C". Un alambre colocado alrededor de la válvula tiene uno de sus extremos metido en el orificio y el caudal hace que este alambre vibre manteniendo el orificio sin obstrucciones.

#### Válvulas de seguridad auxiliares

Estas válvulas vienen incorporadas como la anterior en el mismo bloque de mandos, y su cantidad varía de acuerdo al número de carretes o servicios, una por cada servicio. Fig. 14.

Se instalan para proteger los servicios que están sujetos a sobrecargas de presión. Estas sobrecargas se producen en los circuitos cuando no están accionados y son producidas por efecto de una mala

operación.

Su funcionamiento es el siguiente:

La válvula "A" se mantiene en su asiento por medio del muelle "B". La presión "C" actúa en la base de la válvula de su asiento, derivando la presión hacia la galería de escape "D".

Cuando la presión disminuye, el resorte vuelve a asentar la válvula.

## 2.6. CICLO DE OPERACION O TRABAJO

El ciclo de trabajo comienza con el movimiento de cierre, y este se efectúa a través de un cilindro hidráulico acoplado horizontalmente, y que permite cerrar y mantener engatilladas a las dos mitades de la matriz durante el proceso de la colada y que se abre una vez que la pieza fundida se ha solidificado.

En las máquinas de inyección por émbolo con cámara caliente, la cámara de presión está constituida por un cilindro dispuesto generalmente en forma vertical, en el cual un embolo efectúa un movimiento de vaivén. El cilindro y el embolo están colocados dentro del crisol de modo que el primero es rodeado de metal en estado de fusión. Al subir el émbolo, el metal líquido entra por gravedad en el cilindro, por los orificios de admisión practicados en el mismo. Cuando el émbolo baja, se cierran los orificios de

admisión y el metal es introducido en la matriz mediante la presión mecánica transmitida por el émbolo. Una vez efectuada la colada, el émbolo retrocede y cualquier exceso de metal vuelve al fondo de la cámara de presión. Alcanzando el émbolo cierta posición en su carrera de vuelta, penetra nuevo metal por los orificios de admisión, quedando la máquina preparada para la operación siguiente. Los orificios de admisión están ubicados lo más cerca posible del fondo del recipiente con el objeto de evitar la entrada de impurezas en la cámara de presión o sea en el cilindro.

## CAPITULO III

### MONTAJE DEL SISTEMA

#### 3.1. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO.

Antes de establecer las pruebas de funcionamiento del sistema hidráulico constituyente de la máquina de fundición a presión, fue necesario establecer un chequeo minucioso de todos los componentes a fin de asegurar un normal funcionamiento, eliminar causas impredecibles de falla.

En relación a la verificación de los cilindros tanto de cierre como de inyección, se procedió a su desarmado completo y comprobó lo siguiente:

- Estado de sellos de empuje y retención
- Condición del cromado del émbolo
- Verificación del estado superficial de camisa del cilindro
- Chequeo de las tuberías de alimentación
- Comprobación por partículas magnéticas la condición de la soldadura.

De acuerdo a la inspección realizada, los sellos del cilindro de inyección resultaron defectuosos y se procedió a su reemplazo (fig. 15).

Tanto el cilindro como el émbolo no presentaron ninguna anomalía.

A la bomba hidráulica también se la desarmó para verificar su condición y se comprobó lo siguiente:

- La condición de los platos de presión fue buena,

no presentaban ningún desgaste.

- Con un calibrador se midió el desgaste de los engranajes y este fué de 0.02 mm, lo cual está dentro del rango de seguridad.
- A la carcasa de la bomba se le comprobó su desgaste, igual que en el caso anterior estuvo dentro de la tolerancia permitida, 0.10 mm.
- se efectuó una inspección visual de los rulimanes, y los palillos no presentaron ningún defecto. Fig. 16.
- El acople de la bomba con el motor no presentó desalineamiento y la junta flexible no presentó defectos.

En cuanto a la unidad Motor-Bomba, perteneció a una grúa telescópica marca "POTAIN" y en esta unidad estaban incluidos los siguientes elementos:

- Bloque de mandos
- Motor eléctrico
- Válvula de seguridad

Igual que en los casos anteriores se comprobó su condición para un buen funcionamiento.

- El bloque de mandos hubo que reemplazarlo porque presentaba una fisura en uno de los carretes de mando, falla que se detectó visualmente.

Estas fallas no pueden ser reparadas ya que el fabricante maquina el orificio donde va insertado el carrete exclusivamente para él, no pudiendo

intercambiarse uno con otro; por consiguiente se optó por eliminar dicho bloque.

Como la válvula de seguridad era parte de este bloque de mandos, quedó también fuera de servicio. El reemplazo de este bloque de mandos se lo consiguió de una máquina cosechadora "NEW HOLLAND" de cabezal hidráulico, el cual tenía las válvulas de seguridad principal y auxiliar incorporadas, además cuatro carretes que pueden dar ciertas ventajas de operación en caso de aumentar las funciones en la máquina de fundición a presión.

- Se procedió a desarmar el motor eléctrico para revisar el estado de sus rulimanes y someterlo a un secado para extraerle la humedad, luego se lo recubrió con un protector para embobinados CRC, el cual aísla las bobinas formando una fina película. Después de revisar todos los componentes del circuito hidráulico, se realizó el montaje de los mismos en la máquina de fundición a presión, para lo cual se efectuaron los siguientes pasos:
- Selección de la ubicación y construcción de soportes para la ubicación de mandos en zona frontal de la máquina. Fig. 17.
- Montaje de los cilindros en zona de cierre de molde y en el cuello de cisne.
- Finalmente se procedió a interconectar el sistema por medio de tuberías de alta presión cédula 40.



Fig. # 15.- SELLOS HIDRAULICOS REEMPLAZADOS.

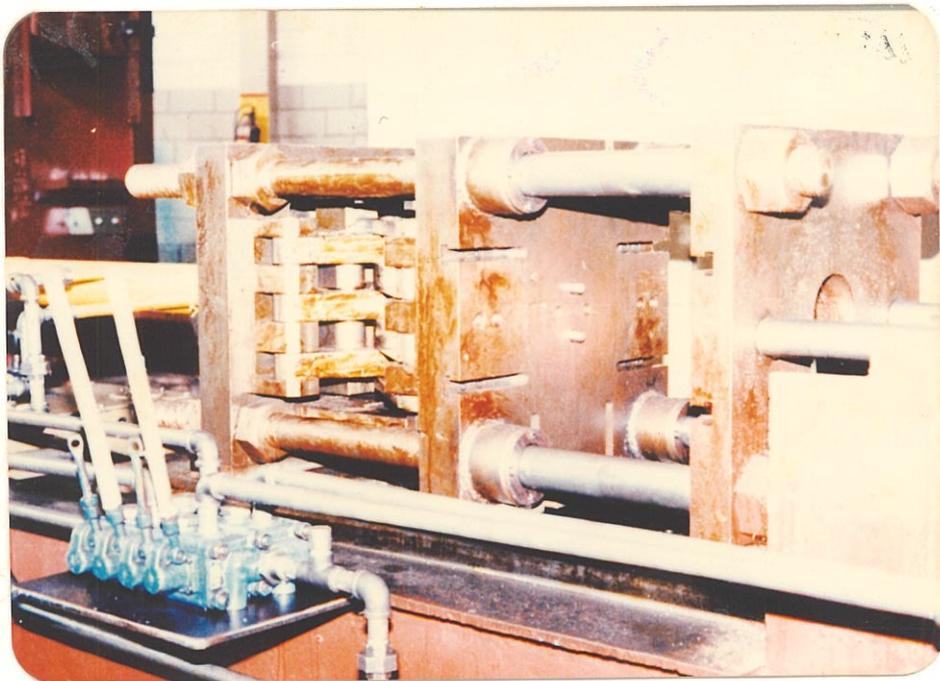


Fig. #17 .- UBICACION BLOQUES DE MANDOS.

Para realizar las pruebas de funcionamiento del sistema, se hicieron las siguientes verificaciones:

- Se llenó el tanque-reservorio con aceite hidráulico TELLUS 27 de SHELL.
- Se comprobó la bomba hidráulica sin carga, haciendo circular el aceite por el sistema neutral, midiendo su presión, esta fue de 300 PSI.
- Bajando la tensión del resorte hasta que el manómetro marque 200 PSI, y luego tensionándolo hasta 1500 PSI, se chequeó de esta manera la válvula de seguridad o de descarga.

Después de efectuar todas estas inspecciones, se probó el sistema con carga accionando todos los cilindros hasta el final de recorrido.

- El motor eléctrico demandó un consumo de 8 amperios.
- La presión permaneció constante, no hubo fluctuaciones.
- Intercalando un flujómetro en la línea de salida de la bomba, se chequeó el caudal, y este fue de 30 litros por minuto.

Finalmente, se realizó el ciclo de operación que consta de las siguientes etapas:

- Cierre de molde
- Inyección del metal líquido
- Retorno del pistón de inyección

- Apertura de molde y eyección de la pieza fundida.

### 3.2. SUGERENCIAS PARA MEJORAR EL DISEÑO.

Algunas de las sugerencias que se podrían plantear para mejorar la eficiencia de este circuito hidráulico básico son las siguientes:

Instalar dentro del cilindro de inyección un amortiguador de carrera para evitar que el émbolo cuando termine su recorrido es decir al final de su carrera, golpee con la tapa debido a la velocidad de salida del mismo.

Otra mejora sería instalar una válvula restrictora de flujo en el cilindro de cierre para limitar la velocidad de retorno una vez que ha terminado el cierre de la matriz. Fig. 18.

En el bloque de mandos múltiple que en este caso es de cuatro servicios, de los cuales solo dos se están usando, uno para el cierre y otro para la inyección, los dos restantes se los podría emplear para accionar cualquier otro elemento hidráulico, y usarlo por ejemplo en la eyección de las piezas terminadas, o para mover alguna herramienta hidráulica, que se pueda usar en la fabricación de las piezas fundidas. Fig. 19.

La inyección en esta máquina no se está realizando con la velocidad requerida, por lo que corre el

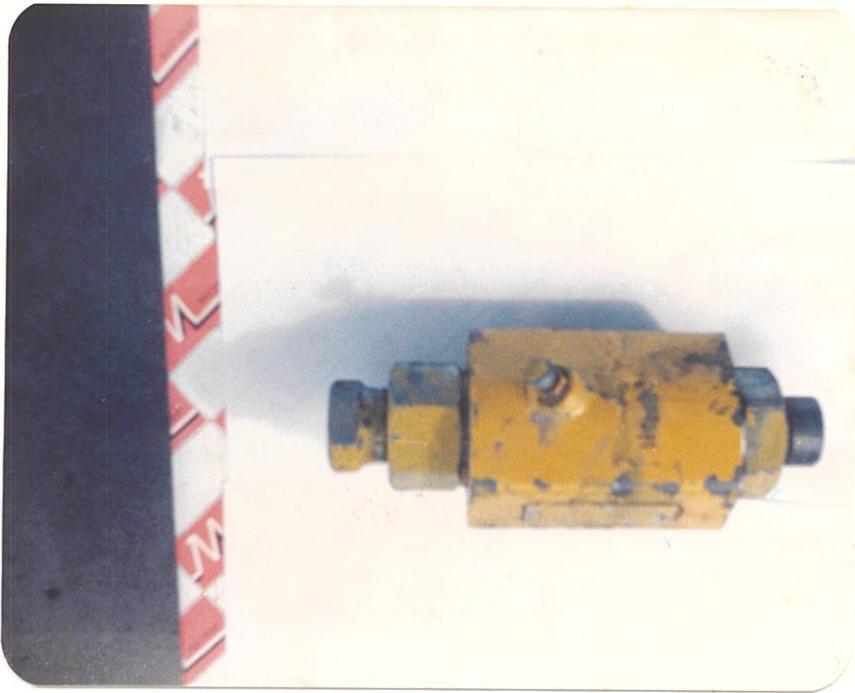


Fig. # 18.- VALVULA RESTRICTORA DE FLUJO.

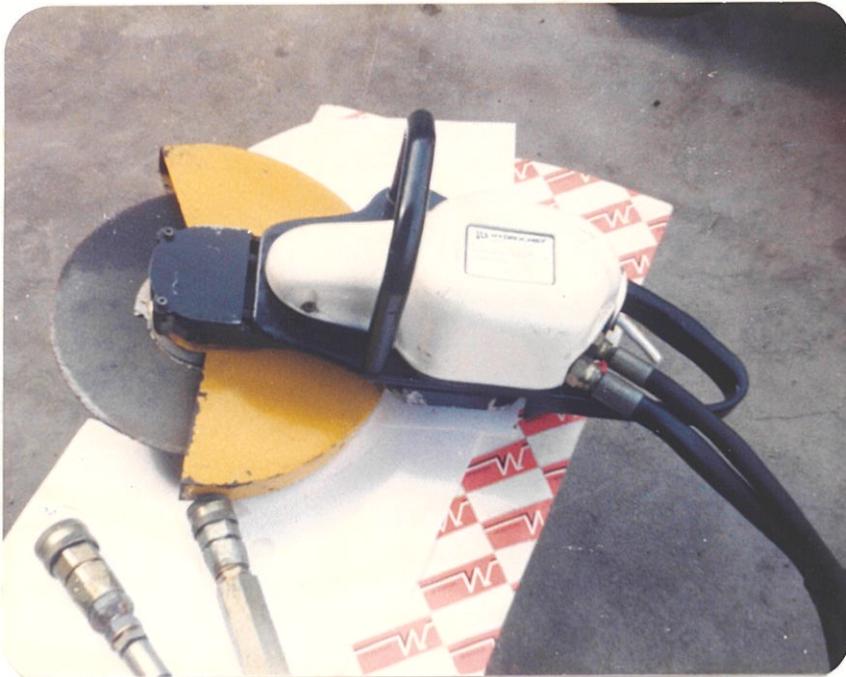


Fig. #19 .- HERRAMIENTA HIDRAULICA.

riesgo de que el metal líquido se solidifique en el cuello de cisne, para evitar este inconveniente sería necesario instalar un acumulador de nitrógeno que sea capaz de almacenar suficiente presión para que de esta manera mejore la velocidad de inyección. Incorporando válvulas tipo solenoide se puede operar la máquina con solo apretar un botón y a cualquier distancia, ya que estas válvulas se cierran y se abren electricamente dejando pasar flujo de aceite y en otros casos cortandolo o restringiendolo. Fig. 20.

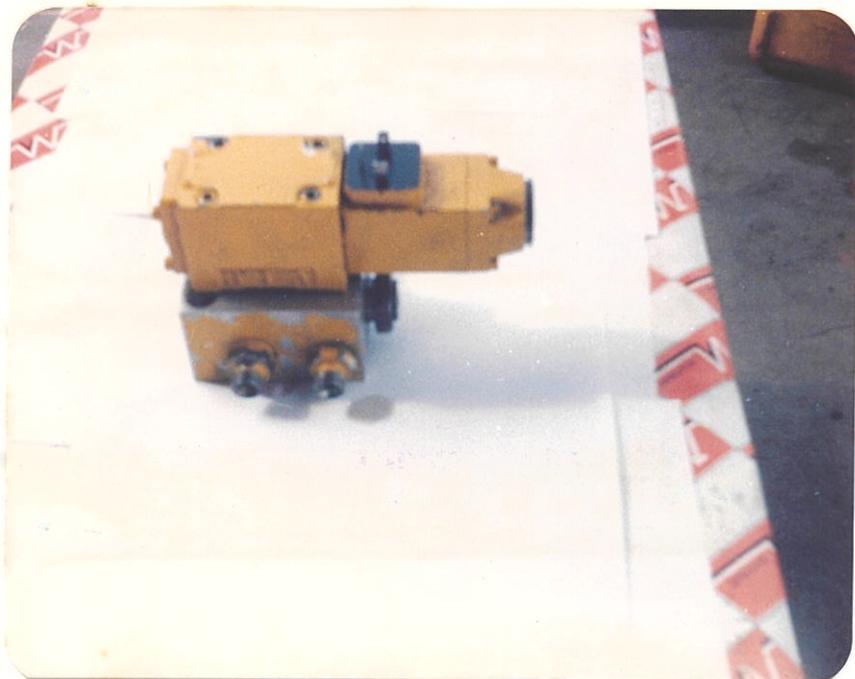


Fig. #20.- VALVULA SOLENOIDE.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de tecnología apropiada para la producción de bienes de capital necesarios para la pequeña industria, exige de la Ingeniería Nacional, ejemplos como el aquí presentado ya que las circunstancias económicas que vive actualmente el país impiden la importación de equipos nuevos o usados, puesto que su inversión sobrepasa las capacidades de financiamiento propias de este sector; en términos monetarios una máquina de similares características costaría alrededor de S/. 35'000.000, en cambio la máquina desarrollada por la Facultad de Ingeniería Mecánica, con las adaptaciones que se han propuesto, incluyendo también tiempo de Ingeniería, mano de obra especializada y valor agregado sobre este bien de capital, no sobrepasa los S/. 10'000.000.

Esta acción de la Facultad de Ingeniería Mecánica no es una respuesta aislada a los caminos que se pueden encontrar, a las limitaciones de la producción nacional, ya que también CEBCA está encaminando una acción similar al proponer la creación del CENTRO NACIONAL DE DISEÑO DE MAQUINARIA, para lo cual en los últimos días del mes de Noviembre de 1988, realizó una mesa redonda con el objetivo de establecer una línea de trabajo entre Productores de Bienes de Capital, Colegio de

Ingenieros Mecánicos y Escuelas Politécnicas; consiguiéndose en esta reunión de trabajo apoyar la activación del mecanismo de la Bolsa de Subcontratación, el mecanismo de Desagregación Tecnológica para Bienes de Capital y la Creación del Centro Nacional de Diseño; el rol que le toca a la ESPOL en los próximos años es apoyar intensivamente los proyectos de esta naturaleza, ya que a través de este trabajo se está demostrando que es posible la construcción de Bienes de Capital y por consiguiente el desarrollo de nuevos proyectos de inversión que darían un marco dinámico, entre las actividades de Ingeniería y Producción.

De la presente conclusión se pueden enumerar las siguientes recomendaciones:

- La Facultad de Ingeniería Mecánica debería propender el desarrollo de diseño y construcción para la pequeña Industria.
- Desarrollar el mecanismo de Bolsa de Subcontratación, para establecer relaciones permanentes entre la gran industria y los pequeños productores, actuando como nexo de dichas relaciones.
- establecer proyectos de inversión dedicados a la pequeña industria, que puedan ascribirse al programa de Bolsa de Subcontratación.
- En relación a la máquina fundidora de metales a

presión, motivo del presente informe, se recomienda realizar los siguientes trabajos:

1. Estudio metalúrgico de materiales procesados por el método de fundición a presión.
2. Incorporación de sistemas de acumuladores de presión para variar velocidades de inyección, y
3. Adaptar automatismos a sistemas de fusión, inyección y mecanismo de accionamiento de molde.

## BIBLIOGRAFIA

1. A. Biedermann, Tratado Moderno de Fundición por Inyección (Madrid-España: 1952).
2. Introduction to Hydraulics, Volumen 5 (Londres, England: Editorial JCB, 1988), pp. E1.2-E7.2.