

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA HIDRAULICO DE 15 HP, PARA  
ACCIONAMIENTO DE UN FILTRO PRENSA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECANICO**

**JOSE ARMANDO AYZANO PIZARRO**

**PROMOCION 1995 – I**

**LIMA – PERU**

**2010**

## **DEDICATORIA**

En los momentos más difíciles me acompaño una maravillosa mujer que me dio tres hijos ejemplares, a ella con humildad le dedico este trabajo; y a mis hijos por ser el motor de mi vida.

A mis padres les estoy infinitamente agradecido por el apoyo y su constante aliento.

A mis suegros por enseñarme el camino correcto, y el gran apoyo moral.

A mi madre quien está en los cielos y que seguro se sentirá orgullosa de mí.

Los temas tratados son de especialidad oleohidráulica y espero contribuir con la difusión de la misma hacia las futuras generaciones de profesionales.

# INDICE

PROLOGO .....	01
CAPITULO I	
INTRODUCCION.....	03
1.1 ANTECEDENTES .....	03
1.2 OBJETIVOS .....	04
1.3 ALCANCES .....	04
CAPITULO II	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	05
2.1 GENERALIDADES DEL FILTRO PRENSA .....	05
2.1.1 DEFINICION .....	05
2.1.2 DESCRIPCION .....	06
2.1.3 CICLOS DE FILTRACION .....	06
2.1.4 USOS Y APLICACIONES .....	07
2.2 ARREGLO GENERAL DEL FILTRO PRENSA .....	08
2.3 MATERIAL A FILTRAR .....	09
2.3.1 PROPIEDADES FISICAS .....	09
2.3.2 PROPIEDADES QUIMICAS .....	10
2.3.3 USOS DEL CADMIO .....	11
2.3.4 PRODUCCION Y CONSUMO NACIONAL Y MUNDIAL.....	18
2.4 FUNCIONAMIENTO ACTUAL .....	20

2.5 REQUERIMIENTO .....	21
2.5.1 PRESION DE FILTRADO .....	21
2.5.2 VELOCIDAD .....	21
2.5.3 TEMPERATURA .....	21

### CAPITULO III

GENERALIDADES SOBRE EL SISTEMA HIDRAULICO .....	22
3.1 BASE TEORICA .....	22
3.1.1 HIDRAULICA .....	22
3.1.2 DEFINICIONES IMPORTANTES .....	22
3.1.2.1 HIDROSTATICA .....	22
3.1.2.1.1 LEY DE PASCAL .....	23
3.1.2.1.2 PRESION COMO CONSECUENCIA DEL PESO DEL FLUIDO .....	23
3.1.2.2 HIDRODINAMICA .....	24
3.1.2.2.1 CONSERVACION DE LA MASA .....	24
3.1.2.2.1.1 ECUACION DE CONTINUIDAD .....	25
3.1.2.2.2 CONSERVACION DE LA ENERGIA .....	26
3.1.2.2.2.1 ECUACION DE BERNOULLI .....	26
3.1.2.3 PRESION .....	29
3.1.2.4 DIVISION DE DISTANCIAS .....	29
3.1.2.5 MULTIPLICADOR DE PRESIONES .....	30
3.1.2.6 UNIDADES DE PRESION .....	31
3.1.2.7 MEDICION DE PRESION .....	32
3.1.2.7.1 ESCALA DE PRESION ABSOLUTA .....	32
3.1.2.7.2 ESCALA DE PRESION RELATIVA .....	32
3.1.2.7.3 MANOMETRO .....	33
3.1.2.8 CAIDA DE PRESION .....	35

3.1.3 OLEOHIDRAULICA .....	37
3.2 FLUIDO HIDRULICO .....	38
3.2.1 FUNCIONES .....	38
3.2.2 PROPIEDADES FISICAS .....	38
3.2.2.1 INCOMPRESIBILIDAD .....	38
3.2.2.2 GRAVEDAD ESPECIFICA .....	39
3.2.2.3 DILATACION VOLUMETRICA .....	39
3.2.2.4 VISCOSIDAD .....	39
3.2.2.4.1 RELACION ENTRE VISCOSIDAD Y PRESION .....	40
3.2.2.5 INDICE DE VISCOSIDAD .....	41
3.2.2.6 PUNTO DE INFLAMACION Y DE IGNICION.....	41
3.2.2.7 PUNTO DE FLUIDEZ O SOLIDIFICACION .....	41
3.2.3 DESIGNACION NORMALIZADA DE ACEITES HIDRAULICOS .....	42
3.2.3.1 DE ACUERDO A LA NORMA ISO .....	42
3.2.3.2 DE ACUERDO A SAE .....	43
3.2.3.2.1 ACEITES MULTIGRADO .....	43
3.2.4 SELECCIÓN DEL FLUIDO HIDRAULICO .....	44
3.2.5 CUALIDADES DEL ACEITE HIDRAULICO .....	45
3.2.5.1 VISCOSIDAD ADECUADA .....	45
3.2.5.2 ALTO INDICE DE VISCOSIDAD .....	45
3.2.5.3 PELICULA RESISTENTE DE ACEITE .....	45
3.2.5.4 ANTIESPUMANTES .....	46
3.2.5.5 DEMULSIBILIDAD ELEVADA .....	46
3.2.5.6 BAJA CIFRA DE NEUTRALIZACION .....	46
3.2.5.7 RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO .....	46
3.3 COMPONENTES DEL SISTEMA .....	47
3.3.1 MOTOR ELECTRICO .....	47
3.3.1.1 PARTES DEL MOTOR ELECTRICO .....	47
3.3.1.1.1 LA CARCASA .....	47

3.3.1.1.2 EL INDUCTOR .....	47
3.3.1.1.3 EL INDUCIDO .....	47
3.3.1.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	48
3.3.1.3 VENTAJAS .....	49
3.3.1.4 CLASIFICACION GENERAL DE MOTORES ELECTRICOS .....	49
3.3.1.4.1 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA .....	49
3.3.1.4.2 MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA .....	49
3.3.1.4.3 MOTORES UNIVERSALES .....	49
3.3.1.5 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA .....	50
3.3.1.6 MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA .....	50
3.3.1.6.1 CLASIFICACION DE MOTORES DE C.A. ....	51
3.3.1.6.1.1 POR SU VELOCIDAD DE GIRO .....	51
3.3.1.6.1.1.1 ASINCRONOS .....	51
3.3.1.6.1.1.1 SINCRONOS .....	51
3.3.1.6.1.2 POR EL TIPO DE ROTOR .....	51
3.3.1.6.1.3 POR EL NUMERO DE FASES DE ALIMENTACION .....	52
3.3.1.6.1.3.1 MOTORES MONOFASICOS .....	52
3.3.1.6.1.3.2 MOTORES TRIFASICOS .....	53
3.3.1.7 MOTORES UNIVERSALES .....	53
3.3.2 TANQUE HIDRAULICO .....	54
3.3.2.1 PARTES DE UN TANQUE HIDRAULICO .....	54
3.3.2.1.1 TAPA DE LLENADO .....	54
3.3.2.1.2 REJILLA DE LLENADO .....	54
3.3.2.1.3 INDICADOR DE NIVEL .....	54
3.3.2.1.4 TUBERIA DE SUMINISTRO Y RETORNO .....	55
3.3.2.1.5 DRENAJE .....	55
3.3.2.1.6 DEFLECTORES .....	55
3.3.2.1.7 TAPA DE REGISTRO .....	56
3.3.2.2 CLASIFICACION DE TANQUES HIDRAULICOS .....	56

3.3.2.2.1 TANQUE PRESURIZADO.....	56
3.3.2.2.1.1 VALVULA DE ALIVIO DE VACIO .....	57
3.3.2.2.2 TANQUE NO PRESURIZADO .....	57
3.3.3 BOMBA HIDRAULICA .....	58
3.3.3.1 SIMBOLOGIA .....	58
3.3.3.2 PARAMETROS DE LA BOMBA HIDRAULICA .....	58
3.3.3.2.1 VOLUMEN DESPLAZADO .....	58
3.3.3.2.2 CAUDAL .....	59
3.3.3.2.2.1 CAUDALIMETRO .....	59
3.3.3.2.2.2 TURBINAS DE MEDICION .....	59
3.3.3.2.3 REVOLUCIONES .....	60
3.3.3.2.4 EFICIENCIA .....	61
3.3.3.2.4.1 EFICIENCIA VOLUMETRICA .....	61
3.3.3.2.4.2 EFICIENCIA HIDRAULICA-MECANICA .....	61
3.3.3.2.4.3 EFICIENCIA TOTAL .....	61
3.3.3.3 CLASIFICACION DE BOMBA HIDRAULICA .....	62
3.3.3.4 BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO VOLUMETRICO CONSTANTE .....	62
3.3.3.4.1 BOMBA DE ENGRANAJES EXTERIORES .....	62
3.3.3.4.2 BOMBA DE ENGRANAJES INTERIORES .....	63
3.3.3.4.3 BOMBA DE HUSILLOS HELICOIDALES .....	63
3.3.3.4.4 BOMBA GEROTOR .....	64
3.3.3.5 BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO VOLUMETRICO REGULABLE .....	65
3.3.3.5.1 BOMBA PALETAS .....	65
3.3.3.5.2 BOMBA DE PISTONES AXIALES DE PLATO INCLINADO .....	66
3.3.3.5.3 BOMBA DE PISTONES AXIALES DE EJE INCLINADO .....	67
3.3.3.5.4 BOMBA DE PISTONES RADIALES .....	69
3.3.4 VALVULA HIDRAULICA .....	70
3.3.4.1 CLASIFICACION DE VALVULAS HIDRAULICA .....	70
3.3.4.2 VALVULAS DE CONTROL DE PRESION .....	70

3.3.4.2.1 VALVULAS DE ALIVIO .....	70
3.3.4.2.1.1 V. A. DE ACCIONAMIENTO DIRECTO .....	71
3.3.4.2.1.2 V. A. DE ACCIONAMIENTO INDIRECTO .....	72
3.3.4.2.1.3 REGULACION DE V.A. ....	74
3.3.4.2.2 VALVULAS DE SECUENCIA .....	75
3.3.4.2.3 VALVULAS REDUCTORA DE PRESION .....	75
3.3.4.2.4 VALVULAS DE CONTRABALANCE .....	77
3.3.4.2.5 VALVULAS DE DESCARGA .....	78
3.3.4.3 VALVULAS DE CONTROL DE DIRECCION .....	79
3.3.4.3.1 CARACTERISTICAS ESPECIALES .....	79
3.3.4.3.2 CLASIFICACION .....	81
3.3.4.3.3 VALVULAS DE CIERRE .....	81
3.3.4.3.4 VALVULAS DE CORREDERA .....	82
3.3.4.3.5 DE ACUERDO A NUMERO DE VIAS Y POSICIONES.....	82
3.3.4.3.6 VALVULAS DE DESPLAZAMIENTO CONTINUO .....	83
3.3.4.3.7 VALVULAS DE DESPLAZAMIENTO DISCRETO .....	83
3.3.4.3.8 TIPOS DE ACCIONAMIENTO .....	83
3.3.4.3.8.1 ACCIONAMIENTO MANUAL .....	84
3.3.4.3.8.2 ACCIONAMIENTO MECANICO .....	84
3.3.4.3.8.3 ACCIONAMIENTO ELECTRICO .....	85
3.3.4.3.8.4 ACCIONAMIENTO POR SEÑAL .....	85
3.3.4.3.9 TAMAÑOS NOMINALES .....	86
3.3.4.3.9.1 PROCEDENCIA AMERICANAS .....	86
3.3.4.3.9.2 PROCEDENCIA EUROPEAS .....	86
3.3.4.4 VALVULAS DE CONTROL DE CAUDAL .....	86
3.3.4.4.1 CLASIFICACION .....	86
3.3.4.4.2 VALVULAS DE ESTRANGULAMIENTO .....	87
3.3.4.4.3 VALVULAS REGULADORAS DE CAUDAL .....	87
3.3.4.4.4 VALVULAS DIVISORAS DE CAUDAL .....	87



3.3.5 CILINDRO HIDRAULICO .....	88
3.3.5.1 CLASIFICACION DE LOS CILINDROS HIDRAULICOS .....	88
3.3.5.2 CILINDROS DE SIMPLE EFECTO .....	88
3.3.5.3 CILINDROS DE DOBLE EFECTO .....	89
3.3.6 MANGUERAS HIDRAULICAS .....	89
3.3.7 TUBERIAS .....	90
3.3.8 FILTRO HIDRAULICO .....	91
3.3.8.1 CLASIFICACION DE FILTROS HIDRAULICOS .....	91
3.3.8.1.1 DE IMPULSION O PRESION .....	92
3.3.8.1.2 DE RETORNO .....	92
3.3.8.1.3 DE VENDEO .....	93
3.3.8.1.4 DE RECIRCULACION .....	93
3.3.8.1.5 DE SUCCION .....	93
3.3.8.1.6 DE LLENADO .....	93
3.3.8.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE FILTRACION .....	94
3.3.8.2.1 ELEMENTO FILTRANTE .....	94
3.3.8.2.2 DE CARCASA .....	95
3.3.8.2.3 DISPOSITIVO DE CONTROL .....	96
3.3.8.2.4 VALVULAS .....	96
3.3.8.2.5 DE ESPECIFICACIONES DE FILTRACION .....	97

## CAPITULO IV

CALCULO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRAULICO .....	98
4.1 UNIDAD DE POTENCIA .....	98
4.2 OPERACIÓN .....	99

4.2.1 INICIO .....	99
4.2.2 CIERRE .....	99
4.2.3 APERTURA .....	99
4.3 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES .....	100
4.3.1 CILINDRO HIDRAULICO .....	100
4.3.2 BOMBA HIDRAULICA .....	101
4.3.3 MOTOR ELECTRICO .....	103
4.3.4 TANQUE HIDRAULICO .....	105
4.3.5 VALVULA DE CONTROL DE PRESION .....	106
4.3.6 VALVULA DE CONTROL DIRECCIONAL .....	106
4.3.7 TUBERIAS .....	107
4.3.7.1 TUBERIA DE SUCCION .....	107
4.3.7.2 TUBERIA DE RETORNO .....	109
4.3.7.3 TUBERIA DE PRESION .....	109
4.3.7 MANGUERAS HIDRAULICAS .....	111
4.3.9 FILTROS HIDRAULICO .....	112
4.3.9.1 FILTRO DE RETORNO .....	112
4.3.9.1 FILTRO DE SUCCION .....	113
4.3.9.1 FILTRO DE LLENADO .....	114

## CAPITULO V

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA .....	115
5.1 SECUENCIA DE ENCENDIDO Y PUESTA EN MARCHA .....	115
5.2 SECUENCIA DEL CIRCUITO HIDRAULICO .....	118
5.2.1 MOTOR ENCENDIDO, INICIO .....	118
5.2.2 VALVULA ACCIONADA, VASTAGO SALIENDO .....	119
5.2.3 VALVULA ACCIONADA, VASTAGO ENTRANDO .....	120

## CAPITULO VI

RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	121
6.1 MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	121
6.2 CAVITACION .....	122
6.3 DAÑO POR CAVITACION .....	123

## CAPITULO VII

ESTRUCTURA DE COSTOS .....	125
7.1 COSTO DE INGENIERIA .....	125
7.1.1 DISEÑO MECANICO .....	125
7.1.2 DISEÑO ELECTRICO .....	125
7.1.3 RESUMEN DE COSTOS DE INGENIERIA .....	126
7.2 COSTO DE FABRICACION .....	126
7.2.1 COSTOS DE MATERIALES .....	126
7.2.2 COSTOS MANO DE OBRA .....	129
7.2.3 EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTA .....	129
7.2.4 RESUMEN DE COSTOS DE FABRICACION .....	129
7.3 COSTO DE MONTAJE E INSTALACION .....	130
7.3.1 COSTOS MATERIALES Y PREPARACION.....	130
7.3.2 COSTOS DE MANO DE OBRA .....	130
7.3.3 EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTA .....	130
7.3.4 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO .....	130
7.3.5 RESUMEN DE COSTOS DE INSTALACION .....	131
7.4 RESUMEN GENERAL DE COSTOS .....	131
CONCLUSIONES .....	132

BIBLIOGRAFIA .....	134
PLANOS .....	135
ESQUEMA DEL PROCESO DE OBTENCION DEL CADMIO .....	136
DIAGRAMA HIDRAULICO .....	137
CILINDRO HIDRAULICO .....	138
UNIDAD HIDRAULICA .....	139
APENDICE .....	140
TABLAS EMPLEADAS .....	141
CATALOGO MOTORES ELECTRICOS .....	149
CATALOGO BOMBAS HIDRAULICAS .....	153
CATALOGO DE MANOMETOS .....	155
CATALOGO FILTRO DE RETORNO .....	157
CATALOGO FILTRO DE SUCCION .....	162
CATALOGO TAPON .....	163
CATALOGO VISOR DE NIVEL Y TEMPERATURA .....	164
CATALOGO VALVULA DE ALIVIO .....	165
CATALOGO VALVULA DIRECCIONAL .....	166
CATALOGO LIMITES DE CARRERA .....	171
CATALOGO BASE DE VALVULAS .....	174

## PROLOGO

La Oleohidráulica ha avanzado considerablemente en los últimos años; tal es así que está presente en las máquinas o mecanismos que requieren de grandes fuerzas pero que a la vez sean de volumen reducido comparado con la potencia que desarrollan.

Así pues los vemos aplicados en maquinaria minera, agrícola y petrolera; desde una simple gata para levantar peso, como cargadores modernos que en una sola cucharada levantan 90 Ton.

En equipos marinos tenemos grúas de remolques, grúas de izaje, así como también compuertas enormes para bloquear oleajes y subidas de nivel del agua de mar.

Para la mejor comprensión del presente trabajo se ha dividido en 7 capítulos

*hace*  
El Capítulo I se una introducción al tema y se precisa el alcance del presente informe.

El Capítulo II trata del planteamiento del problema, de la descripción de filtro prensa, del material a filtrar y del funcionamiento del filtro prensa.

El Capítulo III trata del marco teórico; definiéndose todos los conceptos principales y también describiéndose el funcionamiento de los elementos a emplearse como el motor eléctrico, la bomba hidráulica, los filtros, las válvulas y demás accesorios.

El Capítulo IV trata del cálculo y selección de los componentes del sistema hidráulico a emplearse; basados en el marco teórico descrito en el Capítulo III.

El Capítulo V trata sobre el funcionamiento del sistema diseñado; mostrándose los esquemas hidráulicos para la mejor comprensión de la misma.

El Capítulo VI trata sobre recomendaciones de operación y mantenimiento que se deben tener presente sobre el equipo diseñado.

El Capítulo VII trata sobre la estructura de costos; considerando costos de ingeniería, costos de fabricación, costos de montaje.

Finalmente se dan las conclusiones y recomendaciones sobre el presente trabajo; se anexa la bibliografía utilizada; los planos y los catálogos empleados.

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

### 1.1. ANTECEDENTES

La empresa proveedora de la unidad hidráulica, es una empresa nacional, con personal altamente capacitado, ubicado en la ciudad de Lima, desde sus inicios solo se dedico a la comercialización de sellos y elementos hidráulicos. Atendiendo preferentemente a la industria minera, pesquera y manufacturera, hoy se encuentra atendiendo a la industria agrícola también.

Los servicios que presta son: overhaul, reparación de componentes hidráulicos y neumáticos, flushing y análisis cuantitativo de contaminación; medición de flujo por ultrasonido, mecanizado en maquinas herramientas CNC.

Para aplicaciones mineras y pesqueras los equipos que fabrica son cilindros hidráulicos y neumáticos, unidades de poder hidráulico, unidades con sistemas hidrostáticos, winches, elevadores de plataforma, brazo hidráulico para martillo rompebancos, cuchara excavadora.

Para el sector industrial y agrícola se fabrican cilindros hidráulicos de diferentes aplicaciones; equipos integrales como compactadoras de cartón, compactadoras de cascaras de arroz y limón.

## 1.2. OBJETIVOS

El presente informe de suficiencia tiene por objeto Diseñar el Sistema Hidráulico de un Filtro Prensa de 15 HP, para el filtrado de Cadmio.

Asimismo brindar una metodología de selección de componentes en el diseño del sistema hidráulico; mostrando criterios utilizados para el dimensionamiento de los elementos así como también la base teórica en que se fundamentan.

## 1.3. ALCANCES

El presente informe de suficiencia trata sobre el sistema hidráulico, unidad de poder hidráulica; y no sobre el equipo filtro prensa.

La etapa de diseño comprende la selección de componentes del sistema hidráulico, desde la selección del motor eléctrico hasta la selección del cilindro hidráulico; no se consideran cálculos estructurales.

No se trataran los cálculos eléctricos y circuitos, solo los costos correspondientes.

La etapa de montaje comprende la instalación de tuberías y accesorios necesarias para la conexión desde el cilindro hidráulico hasta a toma del filtro prensa.



## **CAPITULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La creciente demanda actual de Cadmio ha generado un replanteo en la producción del mismo; pero para lograr esto había que modernizar algunas de los procesos intermedios, y como consecuencia modernizar la maquinaria presente pues hasta la fecha se realiza el filtrado con un mecanismo accionado con bomba manual.

Lo que se busca hoy es conseguir incrementar la producción de Cadmio en 200%, reduciendo el tiempo del proceso de filtrado, para ello se requiere una reducción de 28 minutos a tan solo 2 minutos.

#### **2.1 GENERALIDADES DEL FILTRO PRENSA**

##### **2.1.1 DEFINICION**

Es un sistema de filtración por presión. Es uno de los tipos de filtros más importantes usados en la industria; consisten en una serie de placas y marcos alternados con una tela filtrante a cada lado de las placas. Las placas tienen incisiones con forma de canales para drenar el filtrado en cada placa. Con capacidad de 0,5 a 300 pies cúbicos (0,014 a 8,50 m<sup>3</sup>). Podemos encontrarlas en acero al carbón resistencia química o bien de acero inoxidable.

### 2.1.2 DESCRIPCION

Los filtros prensa de placas y marcos están concebidos para suspensiones cargadas que forman una torta, están formados por una serie de platos verticales yuxtapuestos alternativamente con armazones huecos en los cuales se acumula la torta. El soporte de filtración está formado por telas que sujetan los platos acanalados. El filtrado fluye tras cruzar el tejido filtrante por las conducciones adecuadas. Los platos y los armazones reposan sobre tirantes de acero horizontales y robustos que se ajustan unos contra otros entre dos soportes, uno de los cuales es fijo y el otro móvil. El cierre del filtro es manual en los modelos pequeños: hidráulico y más o menos automatizado en los aparatos más importantes. Cuando los bastidores están completamente llenos de torta el caudal de filtración es prácticamente nulo y finaliza la filtración.

### 2.1.3 CICLOS DE FILTRACION

Los filtros prensa son sistema de deshidratación intermitente. Cada operación de prensado supone los siguientes pasos:

1. **Cierre de la prensa:** cuando el filtro está totalmente vacío, la cabeza móvil que es activado por el sistema hidráulico cierra las placas. La presión de cierre es autorregulada mediante filtración.
2. **Rellenado:** Durante esta fase corta la cámara se llena con lodos para su filtración. El tiempo de relleno depende del flujo de la bomba de alimentación. Para lodo con gran capacidad de filtración es mejor rellenar el filtro rápidamente para evitar la formación de una pasta en la cámara primaria antes de que se haya relleno del todo.
3. **Filtración:** Una vez rellena la cámara, la llegada de manera continua de lodo a tratar para ser desaguado provoca un aumento de la presión debido a la formación de una capa espesa de lodo en las membranas. Esta fase de filtración puede reducirse de manera manual, mediante un

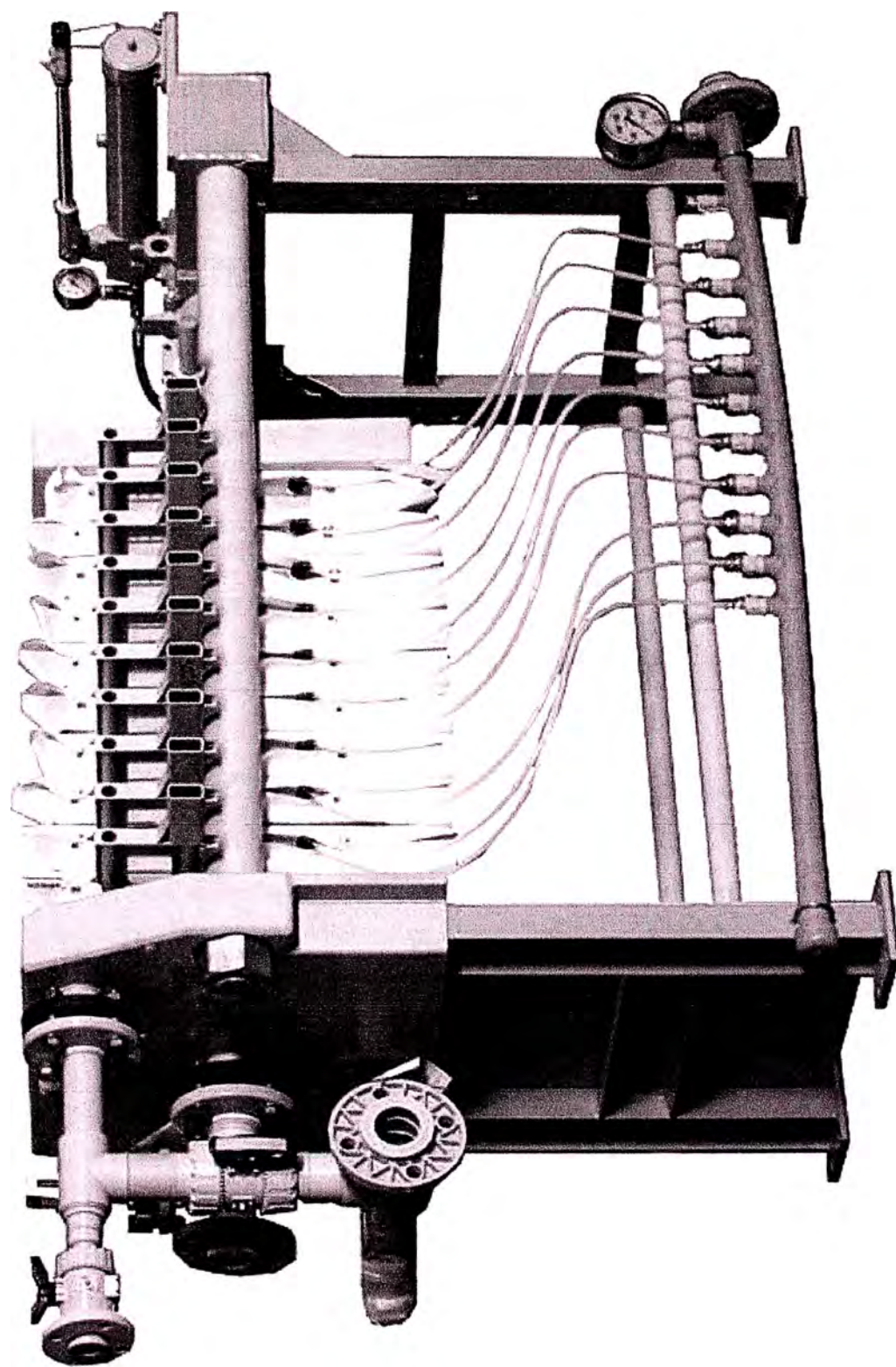
temporizador o un indicador del flujo que activa una alarma de parada cuando se alcanza el final de la capacidad de filtración. Cuando se ha parado la bomba de filtración, los circuitos de filtración y ductos centrales, que están todavía rellenos de lodo se les aplica aire comprimido para su purgado.

4. **Apertura del filtro:** La cabeza movable se retira para desarmar la primera cámara de filtración. La pasta cae por su propio peso. Un sistema mecanizado tira de las placas una por unas. La velocidad en la separación de las placas puede ajustarse teniendo en cuenta la textura de la pasta.
5. **Limpieza:** la limpieza de las membranas puede llevarse a cabo entre 15 a 30 operaciones del proceso. Para unidades largas o medianas esto tienen lugar en prensados usando spray de agua de altas presiones (80 a 100 bar). La limpieza esta sincronizada con la separación de las placas.

#### **2.1.4 USOS Y APLICACIONES**

Los filtros prensa tienen una amplia aplicación en la separación sólido-liquido. Se utilizan mucho para el filtrado y clarificación de numerosos líquidos, también tienen utilidad en las industrias químicas o en las de los textiles artificiales, industria azucarera, cervecería, vinificación, industrias aceiteras, industria cerámica o en ciertas industrias extractivas. Actualmente los filtros prensa tienen un uso preferencial en muchas industrias por los altos rendimientos obtenidos, factor determinante en la industria pesada y minera, donde se exigen respuestas muy efectivas con equipos de nivel técnico especial.

ARREGLO GENERAL DEL FILTRO PRENSA



## 2.3 MATERIAL A FILTRAR

### 2.3.1 PROPIEDADES FISICAS

El cadmio es un metal blanco azulado plateado, de lustre y brillo metálico, se cristaliza en pirámides hexagonales, vista a la luz (lámina delgada) es de color azul violeta, de peso atómico 112,41, punto de fusión 320,9° C, punto de ebullición 770° C.

Gravedad específica 8,65 g/cm<sup>3</sup> y un potencial Cd++ = -0,4 V

Los vapores de cadmio son de color amarillo anaranjado, hay veces que la densidad del cadmio varía desde 8.63 – 8.69 g/cm<sup>3</sup>, dependiendo del tratamiento térmico y mecánico, por debajo del punto de fusión la densidad del cadmio es de 8.37 g/cm<sup>3</sup>, la densidad del cadmio moldeado es de 8.65 g/cm<sup>3</sup> y cadmio forjado 8.69 g/cm<sup>3</sup> y al cero absoluto la densidad es de 9.45 g/cm<sup>3</sup>.

Coefficiente de expansión lineal desde 0° - 100° C = 3 x 10<sup>-6</sup> m, su coeficiente de expansión térmica 318° - 351° C = 0.0001 mm.

La densidad del cadmio al estado vapor en su punto de ebullición es de 1.39 g/l, la dureza del cadmio en la escala MOHS es 2.0, la dureza Brinell de cadmio moldeado bajo una carga de 500 kg es de 16 – 20 kg/mm<sup>2</sup>, Cd recocido 21.3 - 25.5 kg/mm<sup>2</sup>, el cadmio puede ser cortado por un cuchillo, siendo más duro que el Sn (estaño) pero más blando que el zinc.

El cadmio puede ser fácilmente trabajado, puede ser rolo en planchas y estirado en alambres de cadmio.

La resistencia a la tensión ó tracción es de 9.45 kg/mm<sup>2</sup>, el cadmio calentado a 80° C se vuelve frágil y puede ser desmenuzado.

El Cadmio es un metal blanco brillante, blando, dúctil y maleable, en estado puro es como se utiliza, como capa protectora sobre los objetos de hierro y acero debido a que no se corroe, el calor latente de fusión es de 18 cal/g.

El cadmio metal blanco, más grisáceo que el zinc, poco alterable al aire, calentado arde y da humos pardos de CdO.

### 2.3.2 PROPIEDADES QUIMICAS

Como sabemos el cadmio se encuentra ubicado en el II grupo de la Tabla Periódica de Mendeleiev, peso atómico = 112,41, número atómico = 48, metal divalente con distintas propiedades básicas, de menor actividad química que el zinc, insoluble en el agua, pero si en ácidos diluidos, como también en el nitrato de amonio, presenta un potencial mayor al del hidrógeno, sus sales son por lo general incoloras e insoluble en agua, poco ionizados, dando lugar a la formación de complejos por su poca conductividad eléctrica.

El cadmio es estable en el aire a temperaturas normales, en el aire húmedo se forma una película de sub-óxido de color blanco grisáceo, calentado arde produciendo vapores de CdO, en presencia de oxiácidos en el aire se forma una película de sales básicas sobre la superficie lo cual lo protege de la corrosión.

El cadmio sometido a 300° C en el aire aparecen en la superficie unos puntos de colores, siendo éstos más opacos que el zinc. Se estableció durante un estudio que la velocidad de oxidación del cadmio por medio de interferencia de colores en el calentamiento, que el color corresponde a un espesor definido de la película de óxido sobre el metal, así el color azul aparece a los 170° C, después de calentar por 7 días el polvo de cadmio se quema en el aire dando una flama de color rojo.

A temperatura normal el cloro seco no tiene efecto sobre el cadmio, el cloro con el cadmio reacciona formando cloruros, lo mismo sucede el comportamiento del cadmio con los vapores de Br y I.

El cadmio es pasivo hacia el nitrógeno ordinario, pero reacciona al nitrógeno activo formando Nitruros  $Cd_3N_2$ .

El cadmio no descompone el agua a temperatura ordinaria, cuando el polvo de Cd es mezclado con agua que contiene aire, se forma cierta cantidad de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como:



Los vapores de Cd reaccionan con el vapor de agua formando H<sub>2</sub> y CdO:



El SO<sub>2</sub> seco reacciona con el Cd en caliente formando sulfuros y cierta cantidad de sulfato.



La conducta del cadmio bajo, ciertas condiciones de soluciones espontáneas en ácidos depende no solamente de la concentración del ión H<sup>+</sup>, sino también de la naturaleza y concentración de otros iones en la solución.

### 2.3.3 USOS DEL CADMIO

#### a) Metales

Como sabemos el cadmio es un metal que con el transcurso de los años ha incrementado su importancia por su cada vez mayor número de aplicaciones en la industria, no solo como metal, sino más bien por su aplicación en aleaciones con otros metales, galvanotecnia, pigmentos para plástico, sales en la industria química.

Básicamente para la producción de aleaciones denominadas de bajo punto de fusión ó fusibles, acompañan como elementos fundamentales el Pb, Sn, Bi, Sb.

Actualmente el 40% de la producción mundial se utiliza en electroenchapado, para proteger partes de automóviles, electrodoméstico, equipos electrónicos y elementos de fijación como tuercas y tornillos.

El cadmio como metal se utiliza mucho para la fabricación de aleaciones de bajo punto de fusión. Hay aleaciones con 10% de cadmio que funden entre los 55° C y los 65° C.

Los recubrimientos galvánicos de cadmio sobre hierro, acero y aluminio pueden ser muy delgados y ser sin embargo resistentes (cadmiado). Los recubrimientos de cadmio tienen un brillo mate, de buen aspecto y se emplea para micrómetros, tambores de medida en las máquinas, herramientas, etc. El cadmio se emplea además para metales de cojinetes (construcción de automóviles) y para placas de acumuladores (acumulador de Ni-Cd)

- El cadmio también se utiliza en la industria de la pigmentación como estabilizadores para plásticos de vinilo.

- También como electrodos en baterías Ni- Pb, por lo tanto es objetivo producir cadmio de alta pureza, siendo la composición ideal la siguiente:

Tabla Nº 2.1

Composicion Ideal					
Cd	Zn	Cu	Fe	Tl	Pb
99,95	0,005	0,01	0,002	0,015	0,02
99,91	0,010	0,01	0,005	-----	0,02
99,97	0,050	0,05	0,010	-----	0,10

Por lo tanto las propiedades específicas del cadmio, permiten que sean empleados en nuevas industrias, siendo su mayor uso en la galvanoplastia y aleaciones con otros metales, los artículos de acero son recubiertos con la finalidad de protegerlos de la corrosión, reemplaza al Ni, Sn, Zn, puesto que protegidos con el cadmio tienen buena ductilidad, los protegidos con cadmio pueden fácilmente ser forjados y estampados, ser soldados más fácilmente que los recubiertos con el zinc. Un revestimiento de cadmio reacciona con



menor intensidad con los ácidos y álcalis que los revestidos con Zn, Ni y Sn debido a la baja ó poca porosidad y a la vez la propiedad de formar una superficie más lisa, también un artículo revestido con cadmio se corroe menos que los revestidos con zinc, níquel, cuando la superficie revestido sufre una avería el revestido, es decir no se pela como sucede con los de ZnNi, por lo que por regla los artículos expuestas a la corrosión, están protegidos con cadmio pero no están sometidos a esfuerzos mecánicos. Ejemplo: carros, armas, máquinas cortadoras de metal, cuerdas de piano y utensilios domésticos, etc.

Como sabemos, más de la mitad de la producción de cadmio en el mundo es usado en revestimiento, y una parte para aleaciones tales como:

Cojinetes resistentes a la fricción, aleaciones especiales con metales preciosos. Las aleaciones antifriccionales contienen hasta 18% de cadmio. El cadmio es un buen sustituto del Sn para rodamientos que trabajan sometidos a altas cargas, el cadmio entra en aleaciones Cu- Cd Pb, Cd - Ni + Cd – Ag – Cu y otras aleaciones usadas en piezas para los aviones y otras máquinas de combustión interna los cuales operan a altas velocidades, presión y temperatura.

Por introducción del cadmio en aleaciones para rodamientos, se obtiene un bajo coeficiente de fricción aún con un prolongado uso. Las aleaciones de este tipo generalmente más usados contienen un segundo componente y 1.3% Ni, 0.5 – 2.25 % Ag y 0.25 - 0.50 % de Cu.

Según estadística hasta el 20% de la producción mundial se usa para aleaciones para rodamientos; E.E.U.U consume el 11% de su producción para aleaciones.

La habilidad del cadmio a formar eutécticos de bajo punto de fusión con Bi, Sn, Pb, Zn es aplicado en la manufactura de soldaduras y aleaciones de bajo punto de fusión, equipos automáticos de prevención de incendios y

fusibles para artefactos, también contiene cadmio junto con otros elementos, se dan el caso que algunas aleaciones de bajo punto de fusión que contiene cadmio, su punto de fusión está por debajo del punto de ebullición del agua como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla N° 2.2

Aleaciones con bajo punto de Fusión				
Cd	Pb	Sn	Bi	°C
10,0	27,0	13,0	50	55 - 66
12,5	25,0	12,5	50	± 70
10,0	28,0	17,0	45	± 70

Las aleaciones de cadmio son caracterizados por su color blanco plateado, éstos son dúctiles blandos que fácilmente son manufacturables, las soldaduras contienen hasta 30% de cadmio, el estaño puede ser reemplazado generalmente por el cadmio en las soldaduras.

Así una parte de cadmio es equivalente a 3 hasta 5 partes de Sn, una aleación eutéctica Pb- Sn que funde a 145° C se usa en artefactos de seguridad para calderas y extintores automáticos de incendio.

Una aleación Pb – Sn con 20% de cadmio se usa para la fabricación de planchas tipográficas.

Los troles de tranvía y alambres para teléfono son hechos de aleaciones Cd – Cu (Bronce al Cadmio)

La adición de 12% de Cd al Cu aumenta la resistencia del alambre a la rotura y el desgaste causado por la fricción del cable hacia los polos con una reducción de la conductividad eléctrica del 91% en comparación del 100% para el Cu puro.

El Cu puro tiene una fuerza de rendimiento de 12 kg/mm<sup>2</sup>, de este modo, una reducción del 10% en la conductividad del alambre de cobre con adicción del 1% de cadmio es compensado por un aumento del doble en su esfuerzo de rendimiento.

Una aleación de Cu – Zn- Cd es usado en las líneas de transmisión de alto voltaje y se distingue por una resistencia y dureza mucho mayor que aquellas aleaciones Cu- Cd. Los recubrimientos mecánicos con la aleación Sn-Cd, la resistencia a la corrosión de las aleaciones Sn – Cd, con un nuevo método para la aplicación de los recubrimientos, está proporcionando nuevas aplicaciones del Cd al Sn en la Industria del automóvil, los dispositivos de sujeción mecánica con recubrimiento de zinc carecen de duración, cuando se desgasta el recubrimiento de zinc, existe el peligro de corrosión bimetalica entre el acero y aluminio, en muchos casos se ha superado esta dificultad mediante el empleo de los recubrimientos Sn-Cd, cuya duración es mayor y su efecto de corrosión electrolítica es mínimo en el aluminio.

En E.E.U.U se emplea el recubrimiento Sn-Cd mediante una técnica mecánica desarrollada a partir de 1960 por la Cía 3M (Minnesota) que consiste en un método de “soldeo en frío”, básicamente consiste en un barril giratorio con agua y las piezas a recubrir se le adiciona producto promotor químico especial, por medio de su acción limpiadora, hacen que el polvo metálico quede soldado sobre las piezas (polvo metálico es una mezcla de Cd – Zn), la ventaja de esta técnica es que se evita la fragilización debido al H que se dan en los recubrimientos electrolíticos cuando el H atómico es absorbido, ocasionará la pérdida de ductilidad y otras ventajas mecánicas.

El cadmio permite lograr:

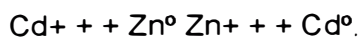
- Recubrimientos más gruesos, aún ligeramente mayor que otros metales
- Capacidad para recubrir zonas de difícil accesibilidad, tales como esquinas y roscas e interiores de tubos
- Idoneidad para el enchapado de combinaciones de metales, como Sn- Cd.
- Ningún problema de eliminación de residuos excesivos.

- Son susceptibles de recubrimiento mecánico, aceros al carbono, chapas emplomadas, algunos aceros inoxidable, fundiciones inyectados de Zn, fundición de hierro y aceros nitrurados, piezas fabricadas por pulvimetalurgia, pueden ser tratados piezas de hasta 15 cm de longitud y peso 1 kg, 3M Company proporciona equipos capaces de manipular en tandas de de 8 hrs, cargas individuales de hasta 500kg (0.04 m<sup>3</sup>) en pequeñas unidades ó 6 TM (5.4m<sup>3</sup>) en instalaciones mayores.
- Las empresas fabricantes de automóviles han hecho uso del Sn-Cd depositando mecánicamente para recubrir tuercas de acero en tubos de aluminio destinados a acondicionadores de aire de automóviles, también la protección contra la corrosión, tienen ventajas a los recubiertos con zinc, los recubiertos mecánicos de Sn- Cd como medio de protección de superficies.
- La adición de cadmio en aleaciones de Hg, permite la resistencia a la corrosión, como por ejemplo una amalgama de cadmio que contiene 25% de Cd y 75% de Hg es usada en mecánica dental, la amalgama fresca se distingue por su elasticidad y pureza.
- El cadmio entra en la composición de las aleaciones Pt-Fe, las cuales son usadas en la manufactura de resortes diamagnéticos inoxidable con un bajo coeficiente de expansión en la fabricación de relojes.
- Los acumuladores con electrodos de cadmio tienen la ventaja sobre los acumuladores con electrodos de Pb, puesto que los de cadmio pueden ser descargados y permanecen en esa condición por un largo tiempo sin deteriorarse.
- Las baterías de acumuladores usados en las lámparas de seguridad de los mineros contienen un electrolito alcalino con electrodos de Al y Fe-Cd.
- Las lámparas de cadmio operan a una corriente de 3-5 amperios y 20-30 voltios, el cadmio es el elemento estándar principal para la fabricación de instrumentos de medición de la fuerza electromotriz.

- El Sb y Cd son usados en las aleaciones de Pb con Sn en la cubierta de los cables con el fin de aumentar la resistencia del Pb a la vibración hasta un 0.25% de cadmio se usa en éstas aleaciones.

#### b) Sales de Cadmio

Compuestos importantes, como  $\text{CdSO}_4$  de aplicación medicinal, también como electrolito junto con el  $\text{H}_2\text{SO}_4$  para la obtención de Cd metálico, al ser tratado con Zn, el cadmio se precipita en forma de esponja, se le utiliza también en la pila Weston:



El  $\text{CdSO}_4$  es una sal que tiene propiedades antisépticas (tratamiento de ciertas enfermedades), soluble en el agua, entre los múltiples usos de las sales de cadmio, tiene una vasta aplicación en la manufactura de pigmentos, los cuales se distinguen por su estabilidad y por mantener fresco y brillante por un largo tiempo, entre estos tenemos el CdS que es el más usado en la industria de pigmentos. Los pigmentos de CdS tienen un alto poder de recubrimiento y son estables ante el  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$  y otras condiciones atmosféricas, el CdS puede ser obtenido en varios colores desde amarillo limón al anaranjado y rojo oscuro, dependiendo de la temperatura y la concentración de los iones H de la solución a partir del cual el CdS es precipitado.

- El CdS se utiliza en pinturas al óleo (amarillo limón), también como capa protectora de pinturas de las correas, agregado a artículos de vidrio, porcelana le proporciona lustre y color característico, colorea el jebe al color amarillo, manteniendo elasticidad y resistencia.

- El  $\text{CdS} + \text{BaS}$  Colorear papel, utilizado en los fuegos artificiales varía de color azul a la flama.

-  $\text{CdSO}_4 + \text{BaS} \rightarrow \text{CdS} + \text{BaSO}_4$  amarillo a carnosí.

- El CdS se prepara haciendo pasar una corriente de  $H_2S$  a través de las disoluciones de las sales de cadmio, se puede emplear para precipitar el sulfuro sódico, es un polvo amarillo invariable a la acción de la luz, también es un semi conductor, se le utiliza en los rectificadores.
- Otra sal de cadmio, es el  $CdNO_3$  para colorear vidrio y porcelana
- El  $CdCl_2$ ,  $CdBr_2$ ,  $CdI_2$  sustancias solubles en el alcohol son utilizados en la industria, para la manufactura de películas para fotografía.
- $CdSe$  pigmento artístico en vidrio (Rubí) y componentes para pinturas luminosos, otras sales de cadmio de importancia son el  $CdWO_3$  utilizado en Radioscopia,  $Cd(OH)_2$  polvo blanco materia prima para la preparación de varias sales de cadmio, materia prima para la fabricación de estabilizadores líquidos para la industria plástica y fabricación de compuestos PVC (estabilizante Ba-Cd)
- El  $CdO$  de color pardo marrón y amarillo limón, insoluble en los álcalis, soluble en minerales y amonio.

Finalmente podemos decir que el 10% de la Producción Mundial de cadmio es utilizado en la manufactura de sales de cadmio.

También el cadmio de pureza 99.99 % es utilizado en aleaciones con propiedades semi-conductores y las  $Cd_3 Ag$ ,  $Cd_3 Sb_2$  tienen propiedades semi conductores.

#### **2.3.4 PRODUCCION Y CONSUMO NACIONAL Y MUNDIAL**

##### **a) Producción Nacional de Cadmio**

Desde el año de 1942 los residuos de la producción electrolítico de Zn fueron almacenados para su posterior tratamiento, así a partir del año 1952 se inicia la producción de cadmio con carácter industrial en el país, básicamente en la Oroya, partiendo de productos secundarios provenientes de tres fuentes:

- a) Del queque de purificación de la precipitación con polvo de Zn, del Cu y Cd contenidos en la solución impura de  $ZnSO_4$ .
- b) De los polvos espumados de los hornos de manga de Pb recuperado en las unidades 13- 15 del sector Central.
- c) Del queque de cadmio obtenido en la planta de tratamiento de los residuos de lixiviación del zinc.

Los tres materiales son tratados en dos circuitos de lixiviación y por separados para producir ambos esponjas de cadmio crudo, los cuales son procesados para producir cadmio de alta pureza.

Recién en 1981 Minero Perú inicia su producción teniendo como materia prima lo que fue obtenido de la purificación del  $ZnSO_4$  y justamente es el punto de partida de la aplicación de la tecnología adecuada para lo obtención del cadmio metálico de alta pureza.

Actualmente la producción del Cadmio a nivel nacional se da en las dos empresas privadas: Doe Run Perú S.R.L y Sociedad Minera Refinería de zinc Cajamarquilla S.A, se detalla en las siguientes tablas:

Tabla N° 2.3

<b>Producción Minero Metálica 2000 - 2008</b>										
<b>Producto</b>	<b>Unid</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Cobre	TMF(*)	554	722	845	843	1036	1010	1048	1190	1268
Plomo	TMF(*)	271	290	306	309	306	319	313	329	345
Zinc	TMF(*)	910	1057	1233	1374	1209	1202	1203	1444	1603
Oro	TMF	133	139	158	173	173	208	203	170	180
Plata	TMF(*)	2,4	2,6	2,9	2,9	3,1	3,2	35	3,5	3,7
Hierro	TMF(**)	2,8	3,1	3,1	3,5	4,3	4,6	4,9	5,2	5,2
Estaño	TMF(*)	37	38	39	40	42	42	38	39	39
Cadmio	TMF	482	485	422	530	532	481	416	347	371
Molibdeno	TMF(*)	7,2	9,5	8,6	9,6	14,2	17,3	17,2	16,8	16,7
Bismuto	TMF	744	640	568	832	988	952	1081	1114	1061
Antimonio	TMF	461	274	352	616	465	807	691	590	531
Indio	TMF	4,6	4,3	5,5	5,5	6,3	6,6	6,0	5,5	6,0

TMF(\*): Toneladas métricas finas X  $10^3$

TMF(\*\*): Toneladas métricas finas X  $10^6$

El Perú es un país líder en la producción minera a nivel mundial. Es el primer productor de oro, zinc, plomo, estaño, bismuto, telurio e indio entre otros metales en Latinoamérica de acuerdo con la United States Geological Survey. Asimismo el Perú está ubicado en los rankings mundiales de producción de los principales metales.

Este liderazgo no es reciente: la producción de oro, cobre y zinc ha crecido a tasas promedio de 18%, 10% y 6% respectivamente durante el período 1994 y 2004.

Entre el 1995 y el 2004 la tasa de crecimiento promedio del Producto Bruto Interno (PBI) del sector minero fue 12%, bastante mayor al promedio nacional de 3,3%. El PBI del sector minero creció alrededor de 5,3% en el 2004. La tasa de PBI minero ha sido positiva desde 1995.

Este crecimiento minero se ha alcanzado gracias al potencial geológico del país y a un clima de inversión propicio. Actualmente, invierten en el Perú empresas mundialmente líderes en la producción minera como Noranda, BHPBilliton, Teca- Cominco, Barrick Gold, Newmont, Phelps Dogde, Grupo México, Mitsui, Shougang. Las mismas que han desarrollado minas de clase mundial como Yanacocha, Antamina y Pierina.

## **2.4 FUNCIONAMIENTO ACTUAL**

Actualmente la producción de Cadmio a través del filtro prensa se obtiene con filtros prensa no automáticas.

El ingreso de la masa se debe al impulso de la bomba de suministro de alto caudal, debiéndose llenar las cámaras en el menor tiempo posible, pues hay que tener cuidado que no se forme pasta en el filtro y obstruya la lona filtrante.

A continuación para realizar el filtrado se acciona una bomba manual, que acciona un cilindro hidráulico y se demora en promedio 20 minutos, perjudicando la calidad y



eficiencia del filtrado; el operador termina muy extenuado debido al gran esfuerzo para accionar la bomba.

Finalmente se retira manualmente la cabeza movable para desarmar las cámaras cayendo la pasta formada por su propio peso empleando para ello 15 minutos, preparándose a la cámara para el próximo filtrado.

La limpieza se efectúa solo 2 veces al día la primera antes del refrigerio y la última antes del cambio de turno. Este proceso también es manual con agua a presión se tiene especial cuidado de las zonas esquinas donde se dificulta la limpieza.

## **2.5 REQUERIMIENTO**

### **2.5.1 PRESION DE FILTRADO**

La presión de filtrado solicitado es de 240 PSI; y necesariamente con una fuerza de 30 Toneladas.

### **2.5.2 VELOCIDAD**

La velocidad depende del tipo de material a filtrar; para nuestro caso no permiten una velocidad comprendida entre 0,30 a 7,50 mm/s.

### **2.5.3 TEMPERATURA**

La temperatura ambiente del área de trabajo es de 30°C para el verano y 14°C para el invierno

## **CAPITULO III**

### **GENERALIDADES SOBRE EL SISTEMA HIDRAULICO**

#### **3.1 BASE TEORICA**

##### **3.1.1 HIDRAULICA**

La hidráulica es una rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa y empuje de la misma.

##### **3.1.2 DEFINICIONES IMPORTANTES**

###### **3.1.2.1 HIDROSTATICA**

Es el estudio de los fluidos en reposo.

La hidrostática es la rama de la mecánica de fluidos que estudia los fluidos en estado de equilibrio, es decir, sin que existan fuerzas que alteren su movimiento o posición. Los principales teoremas que respaldan el estudio de la hidrostática son el principio de Pascal y el principio de Arquímedes.

En hidráulica consideraremos a un fluido en reposo, cuando la energía de velocidad es comparativamente pequeña en comparación con la energía de presión.

Es decir a pesar de que el fluido este en movimiento, la energía de presión es la que predomina, de aquí que se conoce a los sistemas hidráulicos como Sistemas Hidrostáticos.

### 3.1.2.1.1 LEY DE PASCAL

El incremento de la presión aplicada a una superficie de un fluido incompresible (líquido), contenido en un recipiente indeformable, se transmite con el mismo valor a cada una de las partes del mismo. Es decir, que si se aplica presión a un líquido no comprimible en un recipiente cerrado, ésta se transmite con igual intensidad en todas direcciones y sentidos.

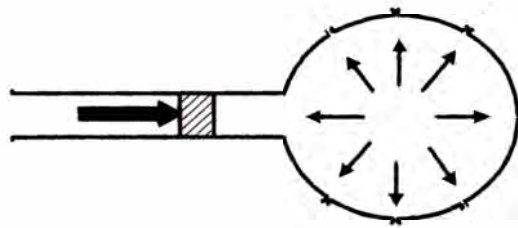


Figura N° 3.1

### 3.1.2.1.2 PRESION COMO CONSECUENCIA DEL PESO DEL FLUIDO

El peso del fluido genera presión a una determinada altura.

Este parámetro es insignificante, ya que la altura de los equipos es solo del orden de pocos metros.

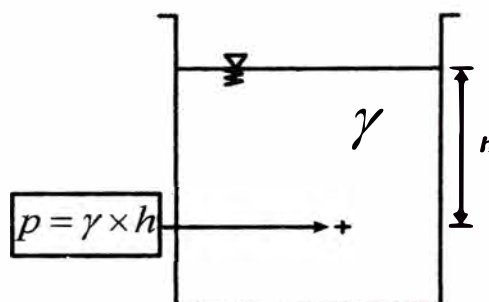


Figura N° 3.2

### 3.1.2.2 HIDRODINAMICA

Estudio de los fluidos en movimiento; en los sistemas Hidrodinámicos la energía que predomina es la energía de velocidad.

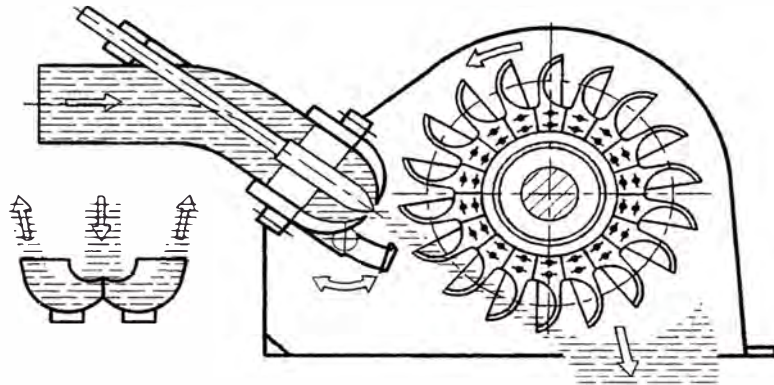


Figura N° 3.3

Los principios básicos que rigen el comportamiento de los fluidos en movimiento son:

#### 3.1.2.2.1 CONSERVACION DE LA MASA

$$\dot{m} = \rho \times Q = \rho_1 \times v_1 \times A_1 = \rho_2 \times v_2 \times A_2 = Cte.$$

El flujo másico  $\dot{m}$  permanece constante

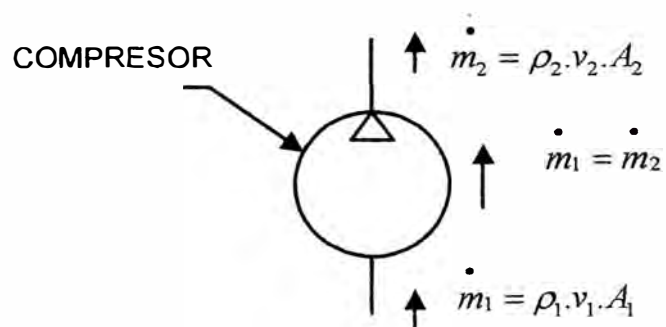


Figura N° 3.4

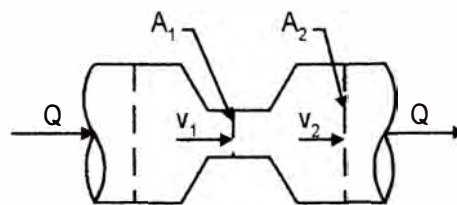
### 3.1.2.2.1.1 ECUACION DE CONTINUIDAD

A partir de la ecuación anterior, para el caso de un fluido incompresible como el aceite ( $\rho = \rho_1 = \rho_2 = \text{Cte}$ ).

$$v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 = \text{Cte.}$$

Donde:

$$Q = v \times A$$

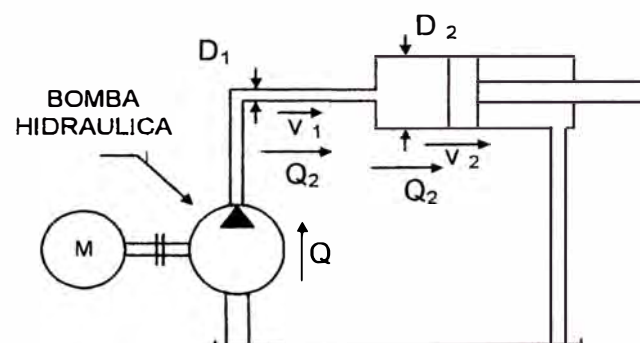


$$A_1 < A_2$$

$$v_1 > v_2$$

$$Q_1 = Q_2$$

Figura N° 3.5



$$D_1 < D_2$$

$$v_1 > v_2$$

$$Q_1 = Q_2$$

Figura N° 3.6

### 3.1.2.2.2 CONSERVACION DE LA ENERGIA

(PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA)

$$\dot{E}_{ingresa} = \dot{E}_{sale}$$

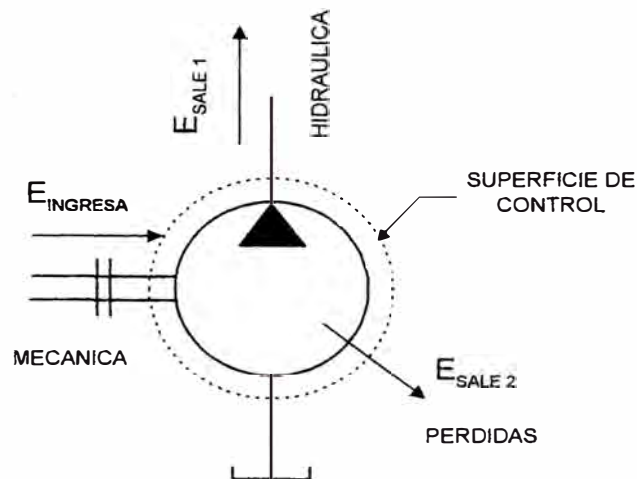


Figura N° 3.7

$$E_{INGRESA} = E_{SALE 1} + E_{SALE 2}$$

#### 3.1.2.2.2.1 ECUACION DE BERNOULLI

En un fluido incompresible, no viscoso, SIN ROZAMIENTO, cualquier punto de una línea de corriente tiene los siguientes tipos de energía cuya suma permanece constante:

$$E_{PRESION} + E_{VELOCIDAD} + E_{POSICION} = Cte$$

$$m \frac{p}{\rho} + m \frac{v^2}{2} + mgh = Cte$$

Si predomina el término  $m \frac{p}{\rho}$  de la energía de presión tendremos un sistema hidrostático.

Si predomina el término  $m \frac{v^2}{2}$  de la energía de velocidad tendremos un sistema hidrodinámico.

Las unidades de la ecuación anterior son de energía, en cambio es muy común expresar la ecuación de Bernoulli en términos de altura.

$$\frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + h = Cte$$

Normalmente la  $E_{POSICION} \approx 0$

$$\frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = Cte$$

En la ecuación anterior  $\gamma$  y  $g$  son constantes. Luego si:

$p \uparrow \Rightarrow v \downarrow$     **Ensanchamiento**  
 $p \downarrow \Rightarrow v \uparrow$     **Estrangulamiento**

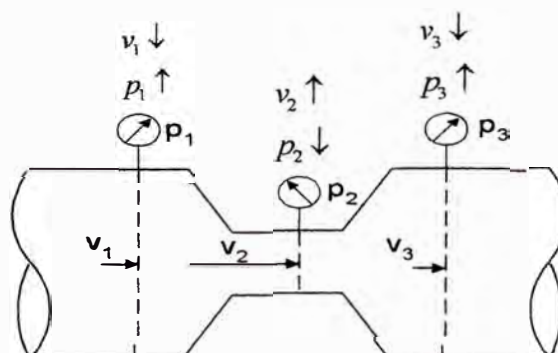


Figura N° 3.8

En un fluido incompresible, viscoso, CON ROZAMIENTO en dos puntos de una línea de corriente se establece:

$$E_{PRESIOM} + E_{VELOCIDAD} + E_{POSICION} = E_{PRESION2} + E_{VELOCIDAD2} + E_{POSICION2} + PERDIDAS_{1-2}$$

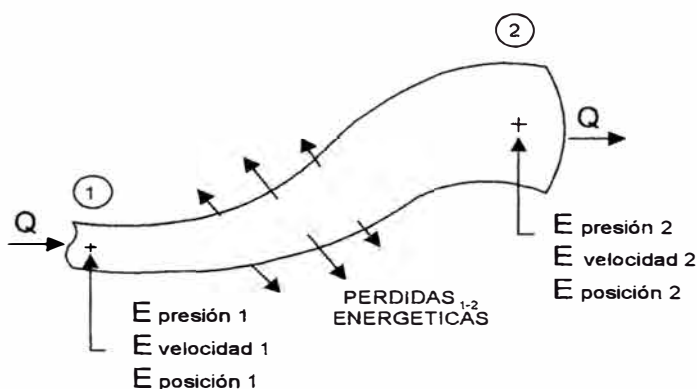


Figura N° 3.9

Donde el término:

$$PERDIDAS_{1-2} = PERDIDAS_{PRIMARIAS} + PERDIDAS_{SECUNDARIAS}$$

$PERDIDAS_{PRIMARIAS}$  = Función (Tipo de flujo, Viscosidad, Temperatura, Rozamiento, Velocidad, Diámetro, Longitud de la Tubería, etc.)

$PERDIDAS_{SECUNDARIAS}$  = Función (Velocidad, Forma de la Tubería, Codos, Válvulas, Accesorios, etc.)



### 3.1.2.3 PRESION

Todo cuerpo ejerce una presión "p" sobre la superficie en la que se apoya, cuya magnitud depende de la fuerza F del peso del cuerpo y la superficie A en la que se apoya dicho cuerpo.

$$p = \frac{F}{A}$$

### 3.1.2.4 DIVISION DE DISTANCIAS

En el diagrama: Al aplicar la fuerza F1 el embolo 1 se desplazara hacia abajo una determinada distancia S1, lo cual determinara el desplazamiento de una determinada distancia S2. Como el fluido es incompresible el volumen desplazado por el embolo 1 es igual al volumen desplazado por el embolo 2.

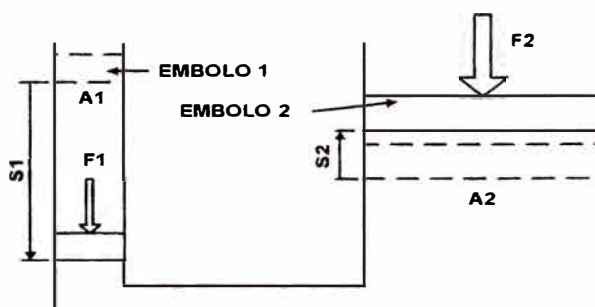


Figura N° 3.10

$$\begin{aligned} V_1 &= S_1 \times A_1 \\ V_1 &= V_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= S_2 \times A_2 \\ S_1 \times A_1 &= S_2 \times A_2 \end{aligned}$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

El desplazamiento S es inversamente proporcional a las áreas.

### 3.1.2.5 MULTIPLICADOR DE PRESIONES

En la figura mostrada: la presión  $p_1$  ejercida sobre un área  $A_1$  ejerce una fuerza  $F_1$ , la cual es transmitida mediante el vástago al embolo pequeño. En este caso, se genera en el embolo pequeño una presión  $p_2$  que será de mayor magnitud que  $p_1$ , debido a que su área de aplicación  $A_2$ , es menor, para una misma fuerza  $F_2$  que es igual a  $F_1$ .

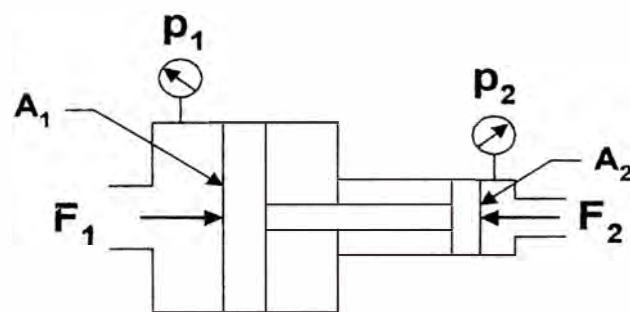


Figura N° 3.11

$$F_1 = p_1 \times A_1$$

$$F_2 = p_2 \times A_2$$

$$F_1 = F_2 \quad (\text{SISTEMA EN EQUILIBRIO})$$

$$p_1 \times A_1 = p_2 \times A_2$$

Luego:

$$\boxed{\frac{p_1}{p_2} = \frac{A_2}{A_1}}$$

Las presiones generadas son inversamente proporcionales a las áreas.

### 3.1.2.6 UNIDADES DE PRESION

En el Sistema Internacional:

$$1Pa = \frac{N}{m^2}$$

Un Múltiplo del Pascal es el bar:  $1bar = 10^5 Pa$

También se utiliza el MPa:  $1bar = 0,1 MPa$

En el Sistema Técnico:

$$1kgf / cm^2$$

En el Sistema Inglés:

$$1libf / pul^2 = 1psi$$

Otros:

Atmósferas (atm),

Metros de columna de agua (m H<sub>2</sub>O),

Milímetros de mercurio (mm Hg)

En la industria de nuestro país se emplean indistintamente, equipos cuyos indicadores de presión se encuentran en cualquiera de las unidades mencionadas, razón por la cual es importante saber la equivalencia entre cada una de ellas:

Tabla N° 3.1

atm	kg/cm <sup>2</sup>	bar	Pa=N/m <sup>2</sup>	Psi=lbf/pulg <sup>2</sup>	m H <sub>2</sub> O
1	1,033	1,013	$1,013 \times 10^5$	14,662	10,33
0,968	1	0,981	98100	14,194	10
0,987	1,02	1	$10^5$	14,468	10,2
$9,87 \times 10^{-4}$	$1,02 \times 10^{-5}$	$10^{-5}$	1	$1,447 \times 10^{-4}$	$10,2 \times 10^{-5}$
0,068	0,070	0,069	6910,8	1	0,705

### 3.1.2.7 MEDICION DE PRESION

Para medir la presión se toma como base dos escalas de medida.

#### 3.1.2.7.1 ESCALA DE PRESION ABSOLUTA

Toma como punto de partida el Cero Absoluto, que es el punto donde no existe presión.

#### 3.1.2.7.2 ESCALA DE PRESION RELATIVA O MANOMETRICA

Toma como punto de partida la presión Atmosférica.

$$p_{absoluta} = p_{atmosferica} + p_{manometrica}$$

A las presiones que se encuentran por debajo de la presión atmosférica se denominan:

presión de vacío o presión negativa o presión de succión o depresión.

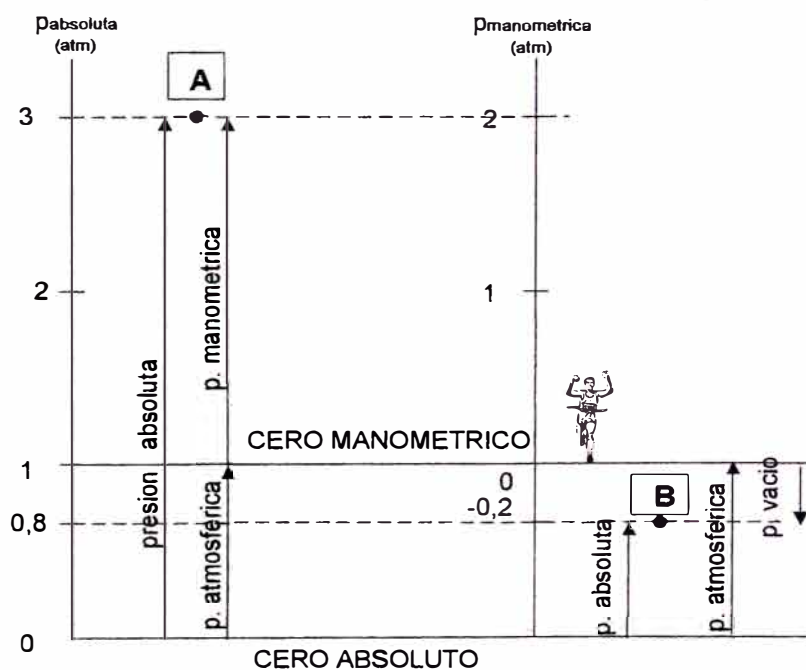


Figura N° 3.12

Los instrumentos que miden la presión tomando como referencia la presión atmosférica se denominan **MANÓMETROS**.

Los instrumentos que miden la presión negativa o depresión se denominan **VACUÓMETROS**.

Los instrumentos que miden la presión atmosférica se denominan **BARÓMETROS**.

Las presiones absolutas se miden comúnmente en forma indirecta: con un Manómetro y un Barómetro. En la práctica predominan totalmente las presiones Manométricas o Relativas.

### 3.1.2.7.3 MANOMETRO

El manómetro de Bourdon es el instrumento más importante que se utiliza en oleohidráulica. Nos indica el valor de la presión relativa (sobrepresión) y puede tener comúnmente unidades: bar, psi, kg/cm<sup>2</sup>, etc. Consta de los siguientes elementos:

1	Carcasa	5	Piñón
2	Muelle tubular	6	Aguja
3	Palanca	7	Escala
4	Segmento de cremallera	8	Estrangulación

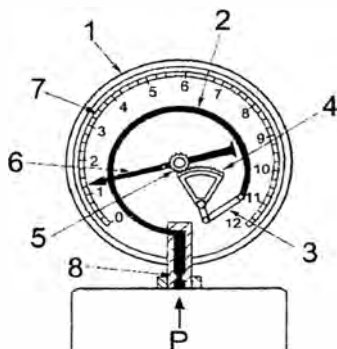


Figura N° 3.13

Simbolo: 

El muelle tubular es desdoblado por una sobrepresión  $p$ . Tanto mayor la presión, tanto mayor es también la abertura del radio de doblado. Este movimiento se transmite a la aguja mediante la palanca, el segmento de cremallera y el piñón. La sobrepresión puede leerse en la escala.

En la parte conectada del manómetro se encuentra el punto de estrangulación que tiene por objetivo amortiguar las sobrepresiones (picos de presión) y hacer una lectura más estable.

Comúnmente está inmerso en glicerina la que amortigua las vibraciones de la aguja, sin este fluido de alta viscosidad la aguja vibraría y se deterioraría rápidamente.

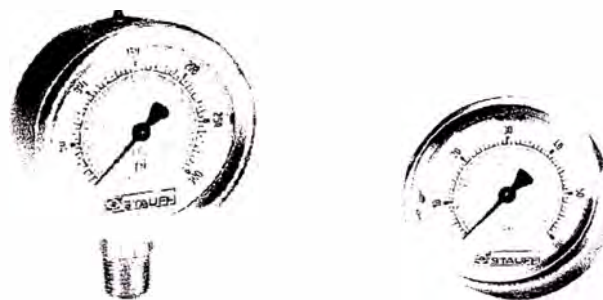


Figura N° 3.14

### 3.1.2.8 CAÍDA DE PRESIÓN

Cuando el fluido pasa por un paso restringido o cualquier elemento que le representa resistencia, se produce una diferencia de presión (caída de presión). Se denomina caída de presión, puesto que si un fluido circula por un orificio, la presión a la salida del orificio, (en el sentido de la corriente), es menor que la presión a la entrada.

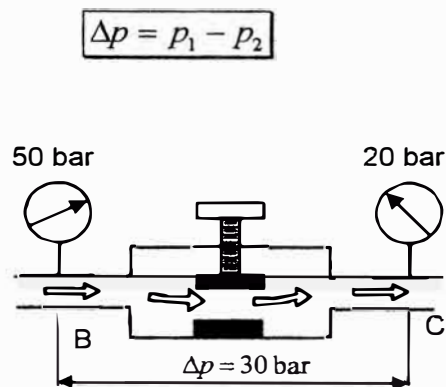


Figura N° 3.15

Dicha caída de presión depende principalmente del caudal:

$$\Delta p = kQ^2$$

Para la determinación del valor K influyen los siguientes parámetros como:

- La viscosidad.
- La temperatura.
- El área (diámetro) del estrangulamiento.
- La rugosidad.
- La longitud.
- La forma del conducto.

La relación anterior se aplica tanto al caudal o a la velocidad con que circula el fluido en su punto de estrangulamiento:

$$\Delta p = kv^2$$

Ejemplo:

Si a través de la misma tubería circula mayor caudal la caída de presión aumenta.

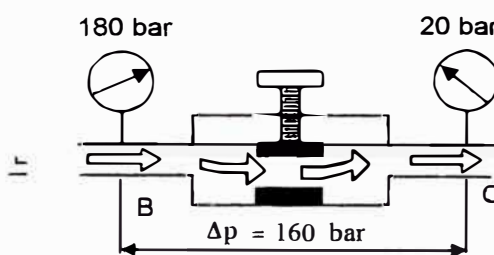


Figura N° 3.16

Lógicamente si no hay caudal, la caída de presión es cero, lo que no indica que no exista presión.

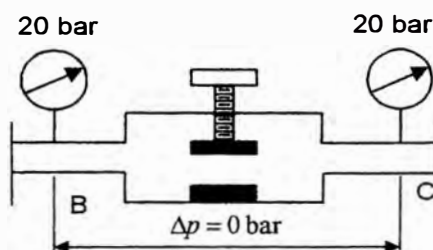


Figura N° 3.17



Estos valores los podemos representar a través del gráfico:

$$\Delta p = kQ^2$$

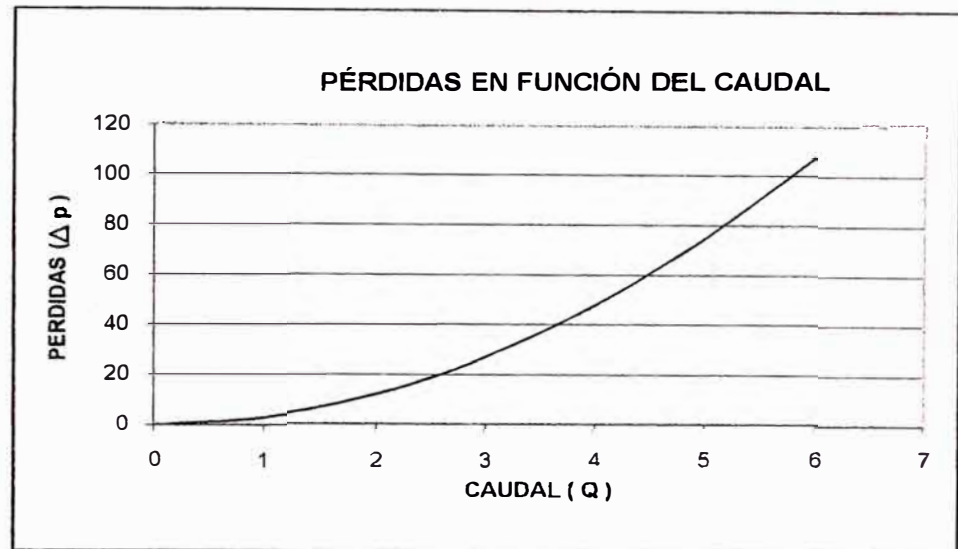


Figura N° 3.18

La generación de presión es sinónimo de energía disponible. Las caídas de presión son sinónimos de energía pérdida. Por efecto de las caídas de presión se condicionan los diseños, tamaños, formas, etc. de un sistema.

La importancia de estos temas radica en que leyendo los valores de presión correspondientes es posible diagnosticar el funcionamiento o la falla de un sistema hidráulico.

### 3.1.3 OLEOHIDRAULICA

La oleohidráulica es una rama de la hidráulica, el prefijo "oleo" se refiere a los fluidos en base a derivados del petróleo, como el aceite mineral por ejemplo. En esencia, la oleohidráulica es la técnica aplicada a la transmisión de potencia mediante fluidos confinados.

## 3.2 FLUIDO HIDRULICO

### 3.2.1 FUNCIONES

- Transmitir energía.
- Transmitir señales.
- Minimizar fugas.
- Lubricar componentes móviles.
- Evacuar calor.
- Evacuar partículas abrasivas.
- Impedir la corrosión.
- Amortiguar vibraciones.

### 3.2.2 PROPIEDADES FISICAS

#### 3.2.2.1 INCOMPRESIBILIDAD

Es la capacidad de los fluidos para no reducir su volumen al aumentar la presión.

Esto se aplica a instalaciones de poco volumen y bajas presiones, aún a presiones de 200 a 300 bar la compresibilidad es un factor de mínima incidencia si se trata de instalaciones pequeñas.

El aceite hidráulico tiene el siguiente Coeficiente de compresibilidad a Temperatura constante:

$$\beta_v = 0,000049$$

Así si la presión varía en 1 bar:

$$\Delta V = 49 \times 10^{-6} V$$

Así si la presión varía en 100 bar:

$$\Delta V = 49 \times 10^{-4} V \approx 0,5\% V$$

### 3.2.2.2 GRAVEDAD ESPECIFICA O PESO ESPECIFICO

El Peso Específico es la relación del peso con respecto al volumen.

El aceite mineral tiene un menor peso que el agua para un mismo volumen y temperatura ( T = 20 °C ):

$$\gamma_{ACEITE} = [0,88 - 0,95] \frac{grf}{cm^3}$$

$$\gamma_{AGUA} = 1,00 \frac{grf}{cm^3}$$

De aquí que el agua contenida en los sistemas hidráulicos se ubique en el fondo de los tanques o instalaciones y que sea preciso purgar, ya que su presencia es nociva para el aceite y para el sistema.

### 3.2.2.3 DILATACION VOLUMETRICA

El Coeficiente de dilatación Volumétrica de los aceites a 20 °C es:

$$\beta_T = 0,00065$$

Esto significa que por cada grado que se eleve la temperatura en el aceite, aumenta su volumen en aproximadamente 0,07 %

### 3.2.2.4 VISCOSIDAD

Es la principal característica del fluido oleohidráulico.

Es la resistencia a fluir de una sustancia fluida, semi fluida o semi sólida.

Se define como el esfuerzo al corte de un elemento fluido dividido entre la relación del esfuerzo.

Si un fluido tiene poca viscosidad entonces fluye fácilmente; Cuando tiene alta viscosidad, fluye lentamente.

La viscosidad depende de la temperatura. A menor temperatura mayor viscosidad, a mayor temperatura menor viscosidad.

En las unidades más comunes la viscosidad se mide en:

Unidades Absolutas:

- Unidad Absoluta o Dinámica:  $\mu = \frac{\text{dina} \times \text{s}}{\text{cm}^2} = \text{Poise}$

- Unidad Cinemática:  $\nu = \frac{\text{cm}^2}{\text{s}} = \text{Stoke}$

- Unidad Normalizada Cinemática:  $\nu = cSt = \frac{1}{100} \text{Stoke}$

Unidades Convencionales:

- Europa : Grados ENGLER ( E ° )
- Inglaterra : Segundos REDWOOD ( R ° )
- EE.UU. : Segundos SAYBOLT UNIVERSAL ( SSU )

### 3.2.2.4.1 RELACION ENTRE VISCOSIDAD Y PRESION

La viscosidad aumenta con el aumento de la presión.

$$p \uparrow \Rightarrow \nu \uparrow$$

Esta influencia es importante tenerla en cuenta a partir de 200 bar.

La viscosidad se habrá duplicado en relación con una presión de 0 bar si la presión asciende de 350 a 400 bar

$$p \geq 350 \text{bar} \Rightarrow 2\nu$$

### **3.2.2.5 INDICE DE VISCOSIDAD ( IV )**

El índice de Viscosidad de un fluido es la medida relativa de la variación de viscosidad con la temperatura.

Un fluido con un alto IV si su viscosidad varía poco con la variación de temperatura.

El IV de los aceites minerales empleados en oleohidráulica debe ser superior a 75, comúnmente son de 100 y los aceites de alto IV son superiores de 150.

El IV no tiene unidades, es solo una relación numérica obtenida por comparación con los aceite PARAFINICO ( IV = 100 ) y los aceite NAFTENICO ( IV = 0 )

### **3.2.2.6 PUNTO DE INFLAMACION Y DE IGNICION**

Es la temperatura en la cual se desprende tantos vapores que la mezcla: vapor de aceite y aire pueden encenderse con un punto de ignición exterior pudiendo ser del tipo explosivo. Los aceites hidráulicos tienen su punto de inflamación arriba de los 200 °C. El punto de ignición es la temperatura en la cual la superficie libre del aceite puede encenderse es aún mayor.

### **3.2.2.7 PUNTO DE FLUIDEZ O SOLIDIFICACION**

Es la temperatura en la cual el aceite, bajo la acción de su propio peso, comienza a fluidificarse. Esta entre - 15 °C y - 30 °C.

### 3.2.3 DESIGNACION NORMALIZADA DE ACEITES HIDRAULICOS

#### 3.2.3.1 DE ACUERDO A LA NORMA ISO

Se indica la viscosidad a través del término GRADO DE VISCOSIDAD (VG ) en cSt o su equivalente en  $mm^2/s$  y a 40 ° C con un rango de variación de +/- 10 %.

Tabla N° 3.2

GRADO DE VISCOSIDAD ISO - VG	VISCOSIDAD CINEMATICA cSt	LIMITES DE VISCOSIDAD CINEMATICA	
		MINIMO	MAXIMO
ISO VG 10	10	9.00	11.0
ISO VG 15	15	13.5	16.5
ISO VG 22	22	19.8	24.2
ISO VG 32	32	28.8	35.2
ISO VG 46	46	41.4	50.6
ISO VG 68	68	61.2	74.8
ISO VG 100	100	90.0	110

El ACEITE HIDRAULICO SE LO SOLICITA comúnmente por su designación normalizada y no por el genérico HIDROLINA, el cual es un tipo especial de fluido, que en nuestro medio se aplica a las cajas automáticas de transmisión, a los sistemas de dirección de los vehículos y en los convertidores de torque. Por lo tanto:

HIDROLINA ⇒ FLUIDO PARA CAJAS DE TRANSMISION
--

### 3.2.3.2 DE ACUERDO A SAE

En algunos equipos de maquinaria móvil se acostumbra usar el aceite de cárter del motor como el mismo aceite para los sistemas oleohidráulicos, por las siguientes razones.

Resisten mayor temperatura.

Tienen un solo aceite lo que no provoca confusión por parte del operario.

Tiene un mejor suministro, ya que es más fácil adquirir en nuestro medio aceite de motor que aceite de sistemas hidráulico.

Se procede a una eliminación del aceite por suciedad que este pueda tener y no por desgaste.

SAE (Society of Automotive Engineers). Esta clasificación permite establecer el rango de viscosidad de los aceites (en cSt) a través de un número SAE medido a 100 ° C. Así:

SAE 20

SAE 30

SAE 40

SAE 50

También hay rangos de viscosidad (en cP) evaluados a través de un número SAE con el sufijo W (winter) medidos a -18 ° C

SAE 10 W

SAE 15 W

SAE 20 W

SAE 25 W

#### 3.2.3.2.1 ACEITES MULTIGRADO

Hay actualmente en el mercado aceites de cárter de motor con un alto índice de viscosidad IV, (130 - 140 ) que mantienen una viscosidad más estable con los cambios de temperatura.

De aquí que tengan un comportamiento de viscosidad en bajas temperaturas (  $-18^{\circ}\text{C}$  ) y un comportamiento de viscosidad a altas temperaturas (  $100^{\circ}\text{C}$  ), por lo tanto se definen con dos números SAE:

SAE 20 W / 50

Así a bajas temperaturas de comporta como un SAE 20 W y a altas temperaturas como un SAE 50

Comúnmente para sistemas hidráulicos de maquinaria móvil se recomienda aceites:

SAE 10 W / 40

SAE 20 W / 50

### 3.2.4 SELECCION DEL FLUIDO HIDRAULICO

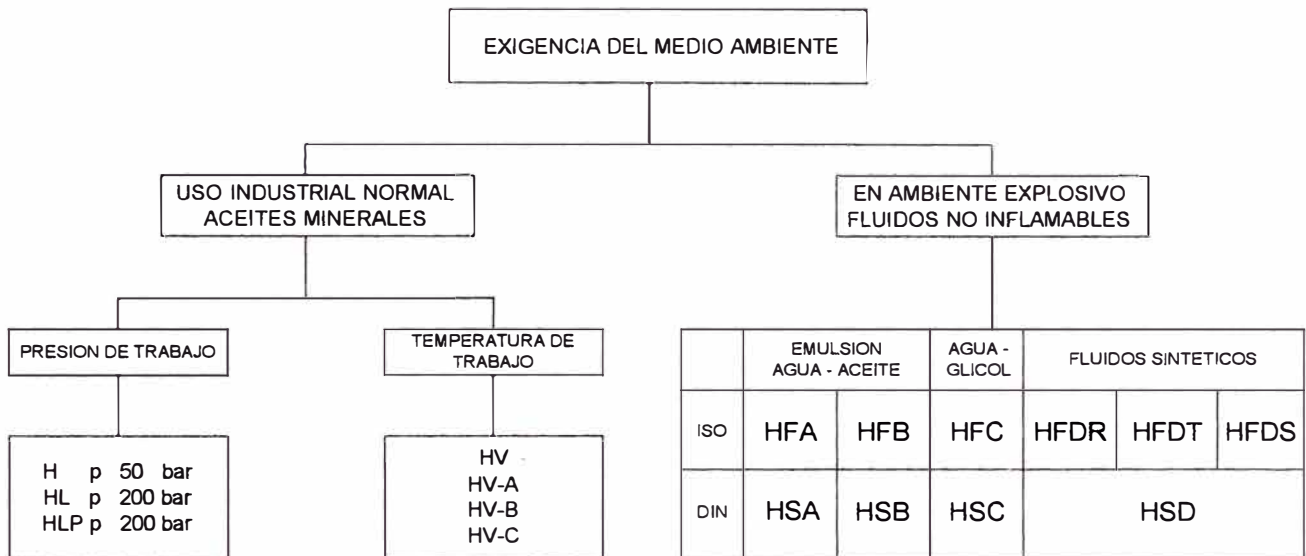
Los fluidos hidráulicos son aceites minerales y en algunos casos especiales emulsiones aceite - agua, aceite - solución con agua, aceites sintéticos ( aceite - solución sin agua ).

Tabla N° 3.3

NORMA	ACEITES MINERAL ES	EMULSION		ACEITE + SOLUCION (CON AGUA)	ACEITE + SOLUCION (SIN AGUA) FLUIDOS SINTETICOS		
		ACEITE en AGUA	AGUA en ACEITE	AGUA GLICOL	ESTERES FOSFATOS	ESTERES ORGANICOS	HIDROCARBUR OS CLORADOS
ISO	H HL HLP HV	HFA	HFB	HFC	HFD-R	HFD-T	HFD-S
DIN	H HL HLP HV	HSA	HSB	HSC	HSD	HSD	HSD



Tabla N° 3.4



### 3.2.5 CUALIDADES DEL ACEITE HIDRÁULICO

#### 3.2.5.1 VISCOSIDAD ADECUADA

Para sellar los juegos existentes en los componentes como bombas válvulas, etc.

#### 3.2.5.2 ALTO INDICE DE VISCOSIDAD

Para que mantenga su viscosidad, tanto a bajas temperaturas ( muy viscosos ), como a altas temperaturas ( muy fluidos).

#### 3.2.5.3 PELICULA RESISTENTE DE ACEITE

Para prevenir el desgaste de las bombas, válvulas, cilindros, pistones y en general, de todos los órganos en los cuales las superficies de frotación sufren presiones elevadas. También se le denomina "facilidad de engrase".

#### **3.2.5.4 ANTIESPUMANTES**

Para eliminar rápidamente el aire no disuelto, por ello la tensión superficial de un buen aceite debe ser pequeña.

#### **3.2.5.5 DEMULSIBILIDAD ELEVADA**

Para facilitar la separación rápida del agua, impedir la formación de la emulsión y de vapores e impedir la absorción del aire. Por regla general los aceites oleohidráulicos deben tener una demulsibilidad HERSCHEL igual o superior a 1,620.

#### **3.2.5.6 BAJA CIFRA DE NEUTRALIZACION**

Para que asegure un débil grado de acidez y permita así evitar la corrosión de las superficies de los elementos del sistema. Los aceites deben tener una cifra de neutralización menor de 0,08 ( representa en mg el peso de potasa cáustica (KOH) necesaria para neutralizar un gramo de aceite.

#### **3.2.5.7 RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO O ESTABILIDAD QUIMICA**

Para asegurar una resistencia a la oxidación e impedir de este modo la formación de lacas negruzcas o gomosas. La oxidación del aceite se da por arriba de las temperaturas normales de trabajo (50 - 60 ° C). El grado de envejecimiento viene determinado por su índice de acidez NZ.

En general un aceite hidráulico viene provisto de todas estas cualidades, a través de aditivos agregados por los mismos fabricantes por lo que no se deben aditar adicionalmente, ni tampoco mezclar aceites de distintos fabricantes debido al peligro de la reacción de los componentes usados, tampoco se recomienda mezclar aceites de distinta viscosidad, aun sean estos del mismo fabricante.

### 3.3 COMPONENTES DEL SISTEMA

#### 3.3.1 MOTOR ELECTRICO

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos.

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos.

##### 3.3.1.1 PARTES DEL MOTOR ELECTRICO

###### 3.3.1.1.1 LA CARCASA

Caja que envuelve las partes eléctricas del motor, es la parte externa.

###### 3.3.1.1.2 EL INDUCTOR

Llamado **estator** cuando se trata de motores de corriente alterna, consta de un apilado de chapas magnéticas y sobre ellas esta enrollado el **bobinado estatórico**, que es una parte fija y unidad a la carcasa.

###### 3.3.1.1.3 EL INDUCIDO

Llamado **rotor** cuando se trata de motores de corriente alterna, consta de un apilado de chapas magnéticas y sobre ellas está enrollado el **bobinado rotórico**, que constituye la parte móvil del motor y resulta ser la salida o eje del motor.

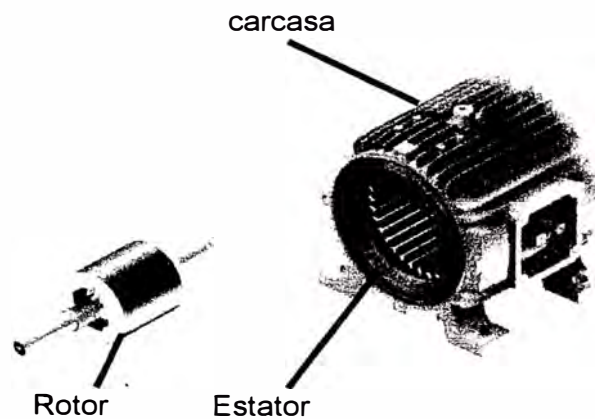


Figura N° 3.19

### 3.3.1.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente por un conductor produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha.

### **3.3.1.3 VENTAJAS**

En diversas circunstancias presenta muchas ventajas respecto a los motores de combustión:

A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos.

Se pueden construir de cualquier tamaño.

Tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante.

Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 75%, aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina).

Este tipo de motores no emite contaminantes, aunque en la generación de energía eléctrica de la mayoría de las redes de suministro se emiten contaminantes

### **3.3.1.4 CLASIFICACION GENERAL DE MOTORES ELECTRICOS**

#### **3.3.1.4.1 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA**

Suelen utilizarse cuando se necesita precisión en la velocidad, montacargas, locomoción, etc.

#### **3.3.1.4.2 MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

Se usan mucho en la industria, sobretodo, el motor trifásico asíncrono de jaula de ardilla.

#### **3.3.1.4.3 MOTORES UNIVERSALES**

Son los que pueden funcionar con corriente alterna o continua, se usan mucho en electrodomésticos. Son los motores con colector.

### 3.3.1.5 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Los motores de corriente continua se clasifican según la forma como estén conectados, en:

Motor serie

Motor compound

Motor shunt

Motor eléctrico sin escobillas

Además de los anteriores, existen otros tipos que son utilizados en electrónica:

Motor paso a paso, Servomotor y Motor sin núcleo.

### 3.3.1.6 MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA

Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que funcionan con corriente alterna. Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía en energía mecánica de rotación o par. Un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.

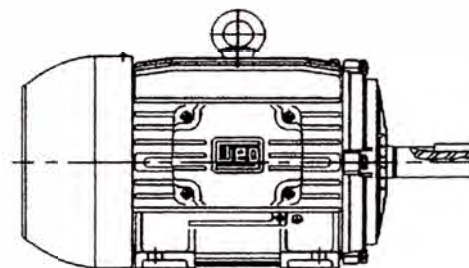


Figura N° 3.20

### **3.3.1.6.1 CLASIFICACION DE MOTORES DE C.A.**

#### **3.3.1.6.1.1 POR SU VELOCIDAD DE GIRO**

##### **3.3.1.6.1.1.1 ASINCRONOS**

Un motor se considera asíncrono cuando la velocidad del campo magnético generado por el estator supera a la velocidad de giro del rotor.

##### **3.3.1.6.1.1.2 SINCRONOS**

Un motor se considera síncrono cuando la velocidad del campo magnético del estator es igual a la velocidad de giro del rotor. Dentro de los motores síncronos, nos encontramos con una subclasificación:

- Motores síncronos trifásicos.
- Motores asíncronos sincronizados.
- Motores con un rotor de imán permanente.

#### **3.3.1.6.1.2 POR EL TIPO DE ROTOR**

- Motores de anillos rozantes.
- Motores con colector.
- Motores de jaula de ardilla.

### 3.3.1.6.1.3 POR EL NUMERO DE FASE DE ALIMENTACION

- Motores monofásicos.
- Motores bifásicos.
- Motores trifásicos.
- Motores con arranque auxiliar bobinado.
- Motores con arranque auxiliar bobinado y con condensador.

#### 3.3.1.6.1.3.1 MOTORES MONOFASICOS

**Motor de arranque a resistencia.** Posee dos bobinas una de arranque y una bobina de trabajo.

**Motor de arranque a condensador.** Posee un capacitador electrolítico en serie con la bobina de arranque la cual proporciona más fuerza al momento de la marcha y se puede colocar otra en paralelo la cual mejora la reactancia del motor permitiendo que entregue toda la potencia.

**Motor de marcha.**

**Motor de doble capacitor.**

**Motor de polos sombreados.**



### **3.3.1.6.1.3.2 MOTORES TRIFASICOS**

La mayoría de los motores trifásicos tienen una carga equilibrada, es decir, consumen lo mismo en las tres fases, ya estén conectados en estrella o en triángulo. Las tensiones en cada fase en este caso son iguales al resultado de dividir la tensión de línea por raíz de tres. Por ejemplo, si la tensión de línea es 380 V, entonces la tensión de cada fase es 220 V. :

### **3.3.1.7 MOTORES UNIVERSALES**

Los motores universales trabajan con voltajes de corriente continua o corriente alterna. Tal motor, llamado universal, se utiliza en sierra eléctrica, taladro, utensilios de cocina, ventiladores, sopladores, batidoras y otras aplicaciones donde se requiere gran velocidad con cargas débiles o pequeñas fuerzas. Estos motores para corriente alterna y directa, incluyendo los universales se distinguen por su conmutador devanado y las escobillas. Los componentes de este motor son: Los campos (estator), la masa (rotor), las escobillas (los excitadores) y las tapas (las cubiertas laterales del motor). El circuito eléctrico es muy simple, tiene solamente una vía para el paso de la corriente, porque el circuito está conectado en serie. Su potencial es mayor por tener mayor flexibilidad en vencer la inercia cuando está en reposo, o sea, tiene un par de arranque excelente, pero tiene una dificultad, y es que no está construido para uso continuo o permanente.

### **3.3.2 TANQUE HIDRAULICO**

La principal función del tanque hidráulico es almacenar aceite, también debe eliminar el calor y separar el aire del aceite, además permitir asentarse a los contaminantes.

Generalmente es de forma paralelepípedo, con fondo inclinado.

#### **3.3.2.1 PARTES DE UN TANQUE HIDRAULICO**

Los componentes principales de un tanque hidráulico son:

- Tapa de llenado
- Rejilla de llenado
- Indicador de nivel de aceite
- Tuberías de suministro y de retorno
- Drenaje
- Deflectores
- Tapa de registro

##### **3.3.2.1.1 TAPA DE LLENADO**

Mantiene los contaminantes fuera de la abertura usada para llenar y añadir el aceite al tanque.

##### **3.3.2.1.2 REJILLA DE LLENADO**

Evita que entren contaminantes grandes al tanque cuando se quita la tapa de llenado.

##### **3.3.2.1.3 INDICADOR DE NIVEL**

Permite revisar el nivel de aceite del tanque hidráulico. El nivel de aceite debe revisarse cuando el aceite está frío. Si el aceite está en un nivel a la mitad de la mirilla, indica que el nivel de aceite es correcto.



Figura N° 3.21

#### **3.3.2.1.4 TUBERIAS DE SUMINISTRO Y RETORNO**

La tubería de suministro permite que el aceite fluya del tanque al sistema. La tubería de retorno permite que el aceite fluya del sistema al tanque.

#### **3.3.2.1.5 DRENAJE**

Ubicado en el punto más bajo del tanque, el drenaje permite sacar el aceite en la operación de cambio de aceite. El drenaje también permite retirar contaminantes como el agua y sedimentos.

#### **3.3.2.1.6 DEFLECTORES**

Evita que el aceite de retorno fluya directamente a la línea de succión, y da tiempo para que las burbujas presentes en el aceite lleguen a la superficie. También evita que el aceite salpique, lo que reduce la formación de espuma en el aceite.

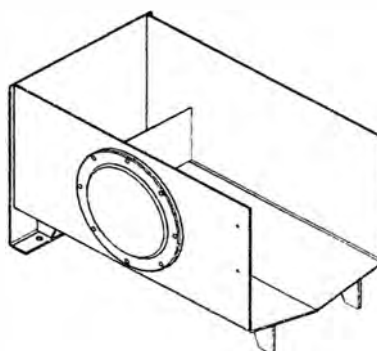


Figura N° 3.22

### 3.3.2.1.7 TAPA DE REGISTRO

Sirve para dar mantenimiento del tanque hidráulico, así mismo es de mucha utilidad en la etapa de ensamblaje.

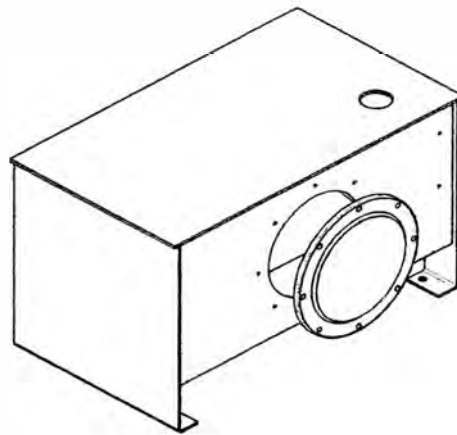


Figura N° 3.23

### 3.3.2.2 CLASIFICACION DE TANQUES HIDRAULICOS

Los dos tipos principales de tanques hidráulicos son:

- Tanque presurizado
- Tanque no presurizado

#### 3.3.2.2.1 TANQUE PRESURIZADO

El tanque está completamente sellado. La presión atmosférica no afecta la presión del tanque. Sin embargo, a medida que el aceite fluye por el sistema, absorbe calor y se expande. La expansión del aceite comprime el aire del tanque. El aire comprimido obliga al aceite a fluir del tanque al sistema.

#### **3.3.2.2.1.1 VALVULA DE ALIVIO DE VACIO**

Evita el vacío y limita la presión máxima del tanque.

Evita que se forme vacío en el tanque al abrirse y permite que entre aire al tanque cuando la presión cae a 3,45 Kpa (0,5 psi).

Cuando la presión del tanque alcanza el ajuste de presión de la válvula de alivio de vacío, la válvula se abre y descarga el aire atrapado a la atmósfera. La válvula puede ajustarse a presiones de entre 70 Kpa (10psi) y 207 Kpa (30 psi).

#### **3.3.2.2.2 TANQUE NO PRESURIZADO**

Tiene un respiradero que lo diferencia del tanque presurizado.

El respiradero permite que el aire entre y salga libremente. La presión atmosférica que actúa en la superficie del aceite obliga al aceite a fluir del tanque al sistema.

### 3.3.3 BOMBA HIDRAULICA

La bomba hidráulica se encarga de transformar la energía mecánica proveniente del equipo de accionamiento (motor eléctrico, de combustión o simplemente de accionamiento manual), en energía de fluido (presión y caudal).

Realmente la bomba impulsa al fluido, es decir "La bomba da caudal", la presión se forma como consecuencia de la resistencia que encuentra el fluido.

#### 3.3.3.1 SIMBOLOGIA

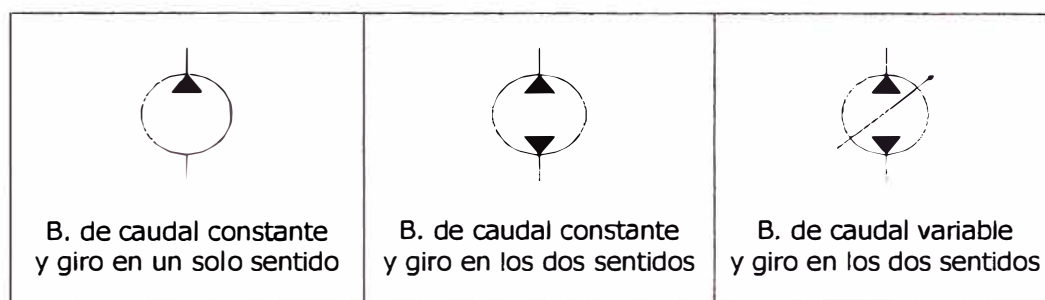


Figura N° 3.24

#### 3.3.3.2 PARAMETROS DE LA BOMBA HIDRAULICA

##### 3.3.3.2.1 VOLUMEN DESPLAZADO

El volumen desplazado o desplazamiento volumétrico **D.V.** es un parámetro que indica el tamaño de la bomba. Se refiere al volumen del fluido que es transportado por la bomba en cada giro o carrera. Es una característica geométrica propia de cada bomba.

### 3.3.3.2.2 CAUDAL

El caudal es el flujo volumétrico. Es decir es el volumen de fluido  $V$  que fluye por un punto en el tiempo  $t$ .

Este caudal es el resultado de la multiplicación del desplazamiento volumétrico ( $DV$ ) por el número de revoluciones por minuto ( $n$ ).

$$Q = DV \times n$$

#### 3.3.3.2.2.1 CAUDALIMETRO

Instrumentos que miden el caudal

Se representan:

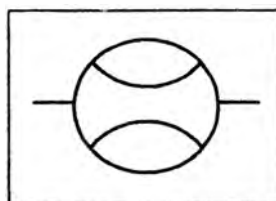


Figura N° 3.25

#### 3.3.3.2.2.2 TURBINAS DE MEDICIÓN

Sus revoluciones indican la magnitud del caudal; es decir, las revoluciones son proporcionales al caudal.

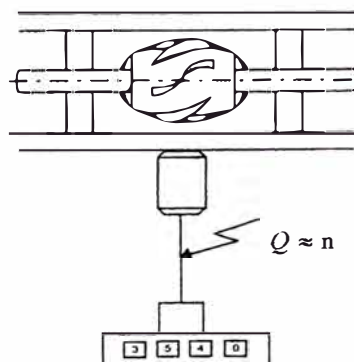


Figura N° 3.26

### 3.3.3.2.3 REVOLUCIONES

Las revoluciones de una bomba son un criterio importante de selección, ya que el caudal de transporte es determinado por las revoluciones  $n$ . Muchas bombas no deben rebasar ciertos márgenes de revoluciones.

El régimen de revoluciones más frecuente para la maquinaria estacionaria es de  $n = 1800 \text{ min}^{-1}$ , ya que suelen ser accionadas por motores síncronos de corriente trifásica que dependen de la frecuencia de la red eléctrica.

El régimen de revoluciones para la maquinaria móvil en cambio es amplio (800 a 5000 rpm) tomándose como referencia de diseño a 1500 rpm.

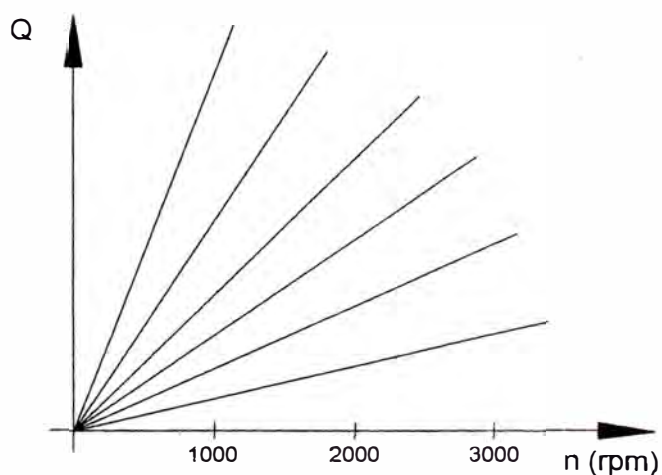


Figura N° 3.27



### 3.3.3.2.4 EFICIENCIA

Las bombas transforman la energía mecánica en energía hidráulica y en ese proceso se producen pérdidas expresadas mediante el grado de eficiencia.

#### 3.3.3.2.4.1 EFICIENCIA VOLUMETRICA ( $\eta_v$ )

Es la relación entre el caudal real que impulsa la bomba con respecto al caudal teórico determinado por el producto del Desplazamiento Volumétrico por el número de RPM.

$$\eta_v = \frac{Q_{REAL}}{Q_{TEORICO}} = \frac{Q_{REAL}}{D.V. * n}$$

#### 3.3.3.2.4.2 EFICIENCIA HIDRAULICA-MECANICA ( $\eta_{hm}$ )

Es la relación entre la energía mecánica que entrega la bomba con respecto a la energía mecánica que recibe.

$$\eta_{hm} = \frac{E_{MECANICA \text{ QUE RECIBE}} - P_{ERDIDAS}}{E_{MECANICA \text{ QUE RECIBE}}}$$

#### 3.3.3.2.4.3 EFICIENCIA TOTAL ( $\eta_T$ )

El grado de eficiencia total de una bomba se calcula multiplicando la eficiencia volumétrica y la eficiencia hidráulica-mecánica.

$$\eta_T = \eta_v * \eta_{hm}$$

En general la eficiencia total de una bomba oleohidráulica oscila entre el 80% al 90%.

### 3.3.3.3 CLASIFICACION DE BOMBA HIDRAULICA

Las bombas hidráulicas pueden clasificarse en dos tipos básico aplicando el criterio de volumen de expulsión.

- Bombas de DESPLAZAMIENTO VOLUMETRICO CONSTANTE.
- Bombas de DESPLAZAMIENTO VOLUMETRICO REGULABLE o AJUSTABLE

### 3.3.3.4 BOMBAS DESPLAZAMIENTO VOLUMETRICO CONSTANTE

#### 3.3.3.4.1 BOMBA DE ENGRANAJES EXTERIORES

La bomba de engranajes consta de dos engranajes generalmente rectos engranados entre sí y girando en sentidos opuestos dentro de una carcasa. Una de las ruedas dentadas es el impulsor y está conectada al motor; la otra gira por efecto del engranaje con la primera rueda. En la cámara de aspiración se produce una depresión a raíz del aumento del volumen causado cuando el diente sale de su asiento en el engranaje. El aceite fluye de la línea T a las cámaras entre los dientes del engranaje y la carcasa hacia la zona de alta presión. Aquí el aceite es expulsado hacia la línea P cuando los dientes se unen.

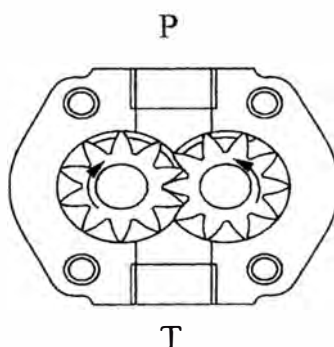


Figura N° 3.28

#### 3.3.3.4.2 BOMBA DE ENGRANAJES INTERIORES

En las bombas de engranajes interiores, el rotor es una corona, mientras que el piñón es la parte que se desplaza. Esto asegura el cierre de las cámaras de trabajo, es decir los espacios entre los dientes de ambos engranajes.

Cada vuelta del engranajes conductor se suministra un volumen de liquido igual al correspondiente a dos veces el numero de los dientes de dicho engranaje.

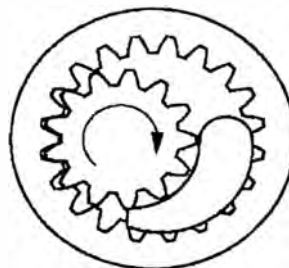


Figura N° 3.29

#### 3.3.3.4.3 BOMBA DE HUSILLOS HELICOIDALES

Esta bomba utiliza un tornillo helicoidal excéntrico que se mueve dentro de una carcasa y hace fluir el líquido entre el tornillo y la carcasa.

Esta específicamente indicadas para bombear fluidos viscosos, con altos contenidos de sólidos, que no necesiten removerse o que formen espumas o se agiten.

Uno de los usos que tiene es la de bombear fangos de las distintas etapas de las depuradoras, pudiendo incluso bombear fangos deshidratados procedentes de filtros prensa con un 22-25% de sequedad.

Este tipo de bombas son ampliamente utilizadas en la industria petrolera a nivel mundial, para el bombeo de crudos altamente

viscosos y con contenidos apreciables de sólidos. Nuevos desarrollos de estas bombas permiten el bombeo multifásico. En este tipo de bombas pueden operar con flujos fijos a su descarga, aún cuando bombeen contra una red de presión variable. Convirtiéndolas en excelentes equipos de bombeo a utilizar en redes de recolección de petróleo. En el caso de las bombas centrífugas, el flujo entregado depende de la presión a su descarga

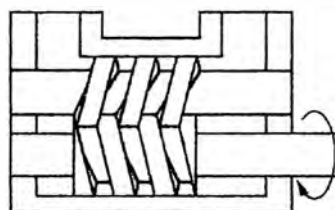


Figura N° 3.30

#### 3.3.3.4.4 BOMBA GEROTOR

Consiste en un par de engranajes que están siempre en contacto. El rotor interno arrastra al externo que a su vez tiene un diente más, girando en la misma dirección.

El fluido entra a la cámara donde los dientes se separan y es expulsado cuando se entrelazan de nuevo.

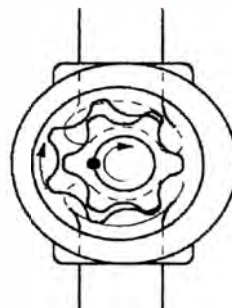


Figura N° 3.31

### **3.3.3.5 BOMBAS DESPLAZAMIENTO VOLUMETRICO REGULABLE**

#### **3.3.3.5.1 BOMBA DE PALETAS**

Consisten básicamente de una carcasa, un anillo de ajuste con un dispositivo de ajuste y un rotor con paletas deslizantes en sentido radial. El rotor esta unido al eje, el cual está apoyado en la carcasa.

El rotor con las paletas consisten básicamente de una carcasa, un anillo de ajuste con un dispositivo de ajuste. Al arrancar la bomba las paletas presionan la superficie interior del muelle.

Si entre el muelle y la fuerza de presión hay equilibrio, entrega la bomba solamente la cantidad necesaria para mantener constante la presión de sistema. Si los usuarios necesitan el aceite, decae la presión del sistema. La relación entre la fuerza de la presión estática y la fuerza del resorte se desequilibran y el resorte ajusta el anillo aumentando la excentricidad, luego la bomba vuelve a entregar aceite al sistema hasta restituir el equilibrio.

Durante la rotación, a medida que aumenta el espacio comprendido entre las paletas, el rotor y el anillo, se crea un vacío que hace que entre el fluido por el orificio de aspiración. Cuando se reduce el espacio, se ve forzado a salir. La estanqueidad se consigue entre el conjunto paletas-rotor y las placas laterales, así como al ajustar el vértice de las paletas y el anillo.

Normalmente estas bombas no están recomendadas a trabajar en velocidades inferiores a 600 RPM.

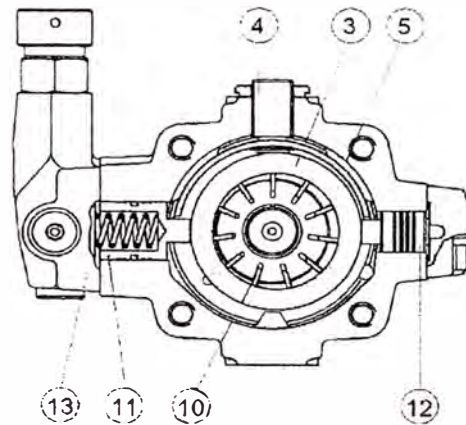


Figura N° 3.32

Anillo de ajuste(3), tornillo de ajuste de altura(4), anillo posicionador(5), paletas(10), regulador de presión(11), tornillo de posicionamiento para cilindrada(12), tornillo de ajuste para presión máxima de servicio(13).

### 3.3.3.5.2 BOMBA DE PISTONES AXIALES DE PLATO INCLINADO

El grupo rotativo de placa inclinada es una máquina de desplazamiento, cuyos pistones de desplazamiento se encuentran dispuestos axialmente al eje del motor. Se apoyan sobre una placa inclinada.

Cuando el eje del motor gira, el cilindro es arrastrado por el dentado. Los pistones realizan una carrera, fijada por la placa de desplazamiento (placa inclinada). El fluido llega a la bomba por el lado de baja presión y es transportado por los pistones hacia el sistema del lado de alta presión.

La variación del ángulo de inclinación de la placa inclinada se realiza mecánicamente a través de un pivote o hidráulicamente mediante un pistón de posicionamiento. La placa inclinada se mueve con facilidad está apoyada sobre cojinetes de desplazamiento y la posición cero está centrada por resorte. Al aumentar el ángulo de basculamiento también aumenta la

cilindrada y el par de giro; en caso de reducción, estos valores se reducen correspondientemente. Si no hay ángulo de inclinación la cilindrada es igual a cero. Normalmente se emplean variadores de efecto mecánico o hidráulico, los cuales, a su vez se comanda o regula mecánica, hidráulico o eléctricamente.

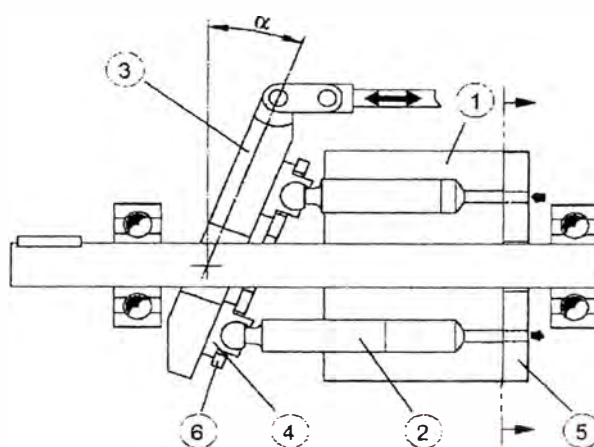


Figura N° 3.33

Tambor (1), pistones (2), plato inclinado (3), apoyos articulados (4), disco de distribución (5).

### 3.3.3.5.3 BOMBA DE PISTONES AXIALES DE EJE INCLINADO

El mecanismo propulsor de eje inclinado es una máquina de desplazamiento, cuyos pistones de desplazamiento están dispuesto en forma inclinada respecto al eje motor.

Girando el eje motor, el cilindro es arrastrado sin cardan a través de pistones articulados y comienza a rotar. En los agujeros del cilindro los pistones recorren una carrera, cuya magnitud depende del ángulo de inclinación del eje inclinado.

El fluido es conducido hacia la bomba del lado de baja presión y transportado por los pistones del lado de alta presión hacia el sistema.

La variación del ángulo de basculamiento del eje inclinado se produce mecánicamente por medio de un husillo de posicionamiento o hidráulicamente por medio de un pistón de posicionamiento. Aquí la parte hidráulica del cilindro del grupo rotor se bascula con la placa de mando y, según el tipo de circuito y la función, se mantiene mecánica o hidráulicamente en posición cero o posición inicial. Cuando el ángulo aumenta, aumenta la cilindrada y el par de giro; en caso de reducción los valores se reducen correspondientemente. Si no hubiera un ángulo de inclinación, la cilindrada sería igual a cero. Comúnmente se emplea variadores mecánico o hidráulicos, que a su vez se comandan o regulan mecaniza, hidráulica o eléctricamente.

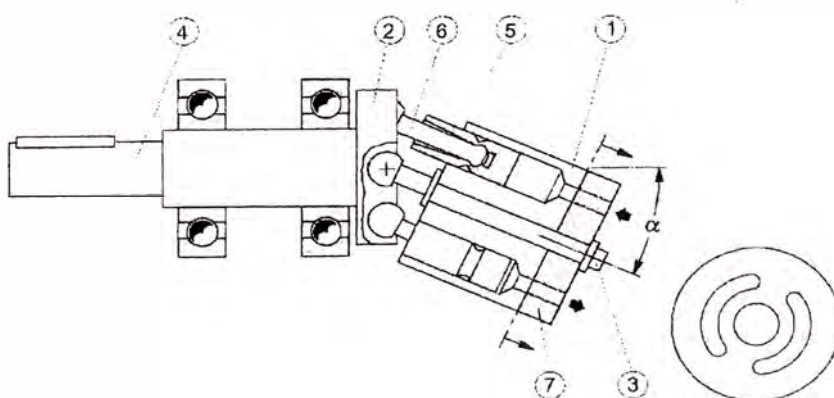


Figura N° 3.34

Tambor de mando(1), eje motriz(2)(4), disco distribuidor(7), émbolo(5), biela(6)



### 3.3.3.5.4 BOMBA DE PISTONES RADIALES

Para el sector de alta presión, superiores a 400 bar., se emplean bombas de pistones radiales.

El eje de accionamiento en el sector de los elementos de la bomba es excéntrico.

El momento de accionamiento se transmite a la estrella de cilindros a través de un acoplamiento. La estrella de cilindros está apoyada sobre el eje de control. Los émbolos que están colocados en la estrella se apoyan hidrostáticamente a través de un patín sobre un anillo. Los patines se mantienen en posición de reposo con la ayuda de dos anillos. En funciona con la fuerza centrífuga y la presión de aceite, los patines con los émbolos se apoyan en el anillo fijador de caudal.

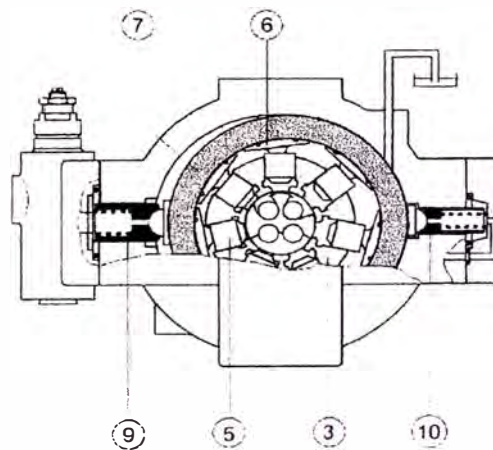


Figura N° 3.35

Carcasa de estrella de cilindros (3), émbolo (5), patín (6), anillo de ajuste de la carrera (7), émbolo de ajuste (9) y (10)

### **3.3.4 VALVULA HIDRAULICA**

Sirven para controlar el flujo de fluido. En los sistemas hidráulicos regulan la presión la dirección y la cantidad de flujo.

#### **3.3.4.1 CLASIFICACION DE VALVULAS HIDRAULICAS**

Una clasificación general por la función que desempeñan, pudiendo ser:

- Válvula de control de presión
- Válvula de control de dirección
- Válvula de control de flujo

#### **3.3.4.2 VALVULA DE CONTROL DE PRESION**

Su función es controlar la presión de un sistema hidráulico.

Estas válvulas la podemos subdividir en:

- Válvulas de Alivio
- Válvulas de Secuencia
- Válvulas Reductoras de Presión
- Válvulas de Contrabalance
- Válvulas de Descargas

##### **3.3.4.2.1 VALVULA DE ALIVIO**

Los sistemas hidráulicos se diseñan para operar dentro de cierta gama de presión. Exceder esta gama puede dañar los componentes del sistema o convertirse en un peligro potencial para el usuario. La válvula de alivio mantiene la presión dentro de límites específicos y, al abrirse, permite que el aceite en exceso fluya a otro circuito o regrese al tanque.

NORMALIZADO ISO 1219

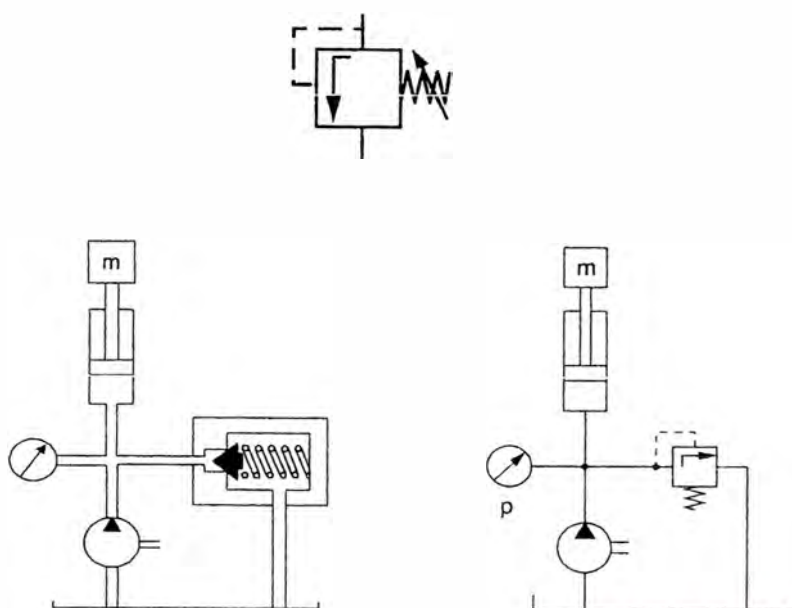


Figura N° 3.36

Conocido también como válvula limitadora de presión, válvula de seguridad o válvula relief. Existen dos tipos de válvula de alivio:

1. Válvula de alivio de accionamiento directo
2. Válvulas de alivio de accionamiento indirecto

#### 3.3.4.2.1.1 V. DE ALIVIO DE ACCIONAMIENTO DIRECTO

La válvula de alivio de accionamiento directo se mantiene cerrada por acción de la fuerza del resorte. La tensión del resorte se ajusta a una PRESION DE REGULACION. Sin embargo, el ajuste de la presión de regulación no es la presión a la que la válvula comienza a abrirse.

Cuando ocurre una condición que causa resistencia en el circuito al flujo normal de aceite, el flujo de aceite en

exceso hace que la presión de aceite aumente. El aumento de la presión de aceite produce una fuerza en la válvula de alivio. Cuando la fuerza de la presión de aceite, en aumento, sobrepasa la fuerza del resorte de la válvula de alivio, la válvula se mueve contra el resorte y la válvula comienza a abrirse. La presión requerida para comenzar a abrir la válvula se llama **PRESION DE APERTURA**. La válvula se abre lo suficiente para permitir que solo el aceite en exceso fluya a través de la válvula.

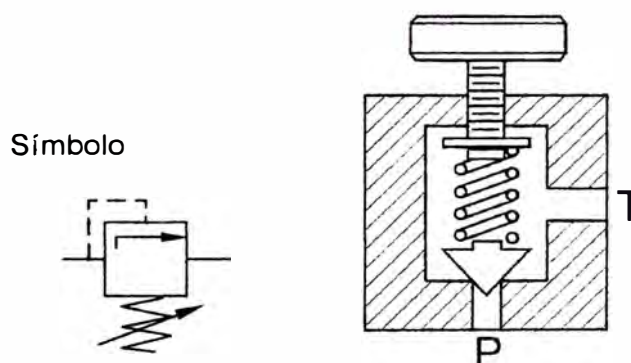


Figura N° 3.37

#### 3.3.4.2.1.2 V. DE ALIVIO DE ACCIONAMIENTO INDIRECTO

Las válvulas de alivio de accionamiento indirecto se les conocen como válvulas de alivio accionadas por piloto. Se usa con frecuencia en sistemas que requieren un gran volumen de aceite y donde hay una diferencia pequeña entre la presión de apertura de la válvula y la presión de flujo pleno.

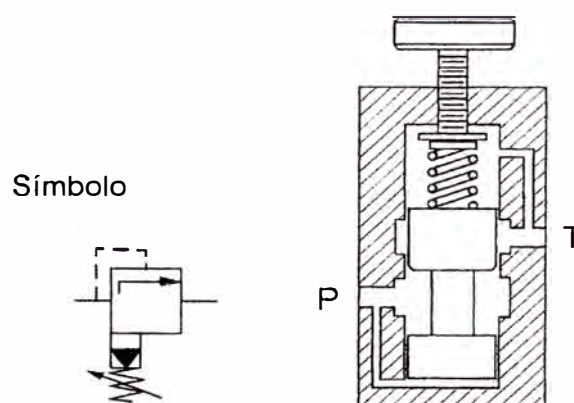


Figura N° 3.38

En la válvula accionada por piloto, una válvula piloto (válvula de alivio directo) controla la válvula de descarga (válvula principal).

La válvula piloto es mucho más pequeña y no maneja un volumen grande de flujo de aceite; por lo tanto, el resorte de la válvula piloto es también mucho más pequeño y permite un control de presión más preciso. La diferencia entre la presión de apertura de la válvula piloto y la presión máxima se mantiene al mínimo.

La válvula de descarga es lo suficientemente grande para manejar el flujo completo de la bomba a la presión de alivio máxima determinada.

La válvula de descarga usa la presión de aceite del sistema para mantener la válvula cerrada. Por tanto, el resorte de la válvula de descarga no necesita ser muy fuerte y pesado. Esto permite a la válvula de descarga tener una presión de apertura más precisa.

El aceite del sistema fluye a la caja de la válvula de alivio a través del orificio de la válvula de descarga y llena la cámara del resorte de la válvula de descarga. El aceite en la cámara del resorte de la válvula de

descarga entra en contacto con una pequeña área de la válvula piloto.

Esto permite que la válvula piloto use un resorte pequeño para controlar una presión alta. Cuando la presión de aceite aumenta en el sistema, la presión será la misma en la cámara del resorte de la válvula de escape. Por tanto, la presión de aceite sea igual en ambos lados de descarga. La fuerza combinada de la presión de aceite del sistema en la cámara del resorte de la válvula de descarga, es mayor que la fuerza de la presión de aceite del sistema contra la parte inferior de la válvula. La fuerza combinada en la cámara del resorte mantiene la válvula de descarga cerrada.

### 3.3.4.2.1.3 REGULACION DE V.A.

La válvula limitadora de presión se regula con la ayuda de un manómetro cerrando todos los caminos alternativos al paso del aceite, haciendo que todo el aceite que envía la bomba pase por la limitadora de presión.

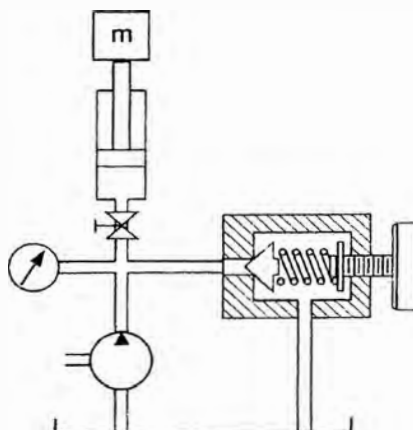


Figura N° 3.39

### 3.3.4.2 VALVULA DE SECUENCIA

Una válvula de secuencia es una válvula de control de presión normalmente cerrada que asegura que una operación se produzca antes que otra, en base a la presión.

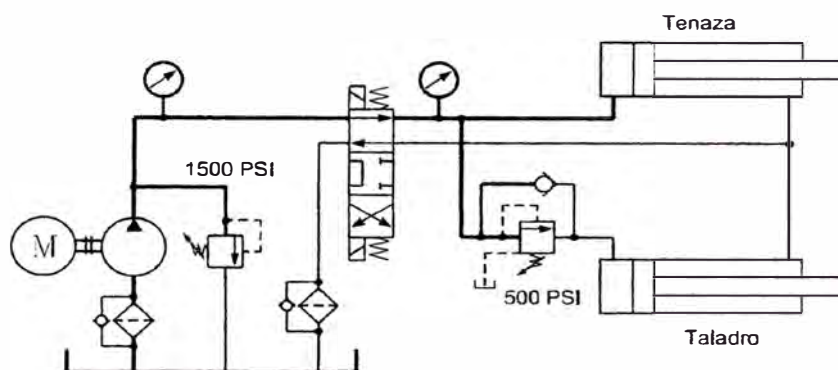


Figura N° 3.40

En el grafico se muestra un sistema de tenaza y taladro; lo que queremos es que el cilindro de la tenaza se extienda completamente antes de que se extienda el cilindro del taladro. Para lograr esto colocamos una válvula de secuencia inmediatamente antes del cilindro del taladro. Ajustamos la válvula a 500 psi; esto asegura que el taladro no se extienda antes de haber alcanzado los 500 psi en el cilindro de la tenaza.

### 3.3.4.2.3 VALVULA REDUCTORA DE PRESION

Una válvula reductora de presión es una válvula de control de presión normalmente abierta utilizada para limitar la presión en una o más ramas de un circuito hidráulico. La reducción de presión tiene como resultado una reducción en la fuerza generada.

La válvula reductora de presión es el único tipo de válvula de presión que se encuentra normalmente abierta; es decir tiene los pasajes primarios y secundarios conectados. La presión en la parte inferior del carrete se percibe desde la línea del piloto que se conecta al puerto secundario.

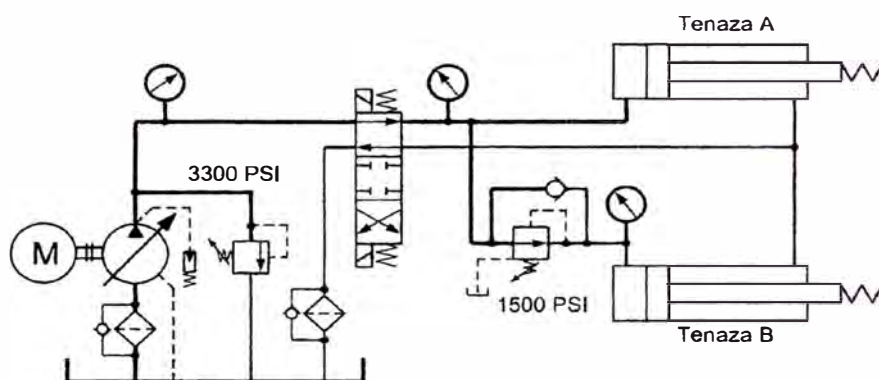


Figura N° 3.41

En el gráfico se requiere que el cilindro de tenaza B aplique una fuerza menor que el cilindro de tenaza A. Una válvula reductora de presión colocada justo antes del cilindro de la tenaza B permite que el flujo vaya al cilindro hasta que la presión alcance el ajuste de la válvula. En este punto la válvula empieza a cerrarse, limitando la acumulación subsiguiente de la presión. A medida que el fluido se filtra al depósito a través del pasaje de descarga de la válvula, la presión empieza a bajar y la válvula vuelve a abrirse. El resultado es una presión reducida modulada equivalente al ajuste de la válvula.



### 3.3.4.2.4 VALVULA DE CONTRABALANCE

Una válvula de contrabalance es una válvula de presión normalmente cerrada que se utiliza con los cilindros para compensar un peso o una carga potencialmente descontrolada.

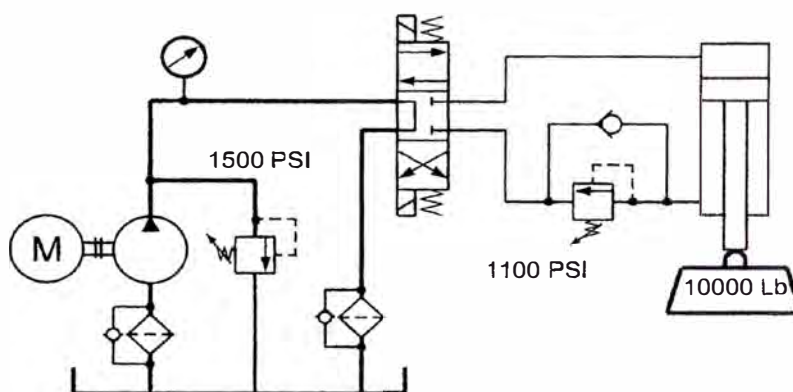


Figura N° 3.42

En este circuito, sin una válvula de contrabalance la carga puede caer sin control o descontrolarse, y el flujo de la bomba no podrá mantener el ritmo. Para evitar una operación descontrolada, colocamos una válvula de contrabalance inmediatamente después del cilindro.

El ajuste de presión de la válvula de contrabalance se fija levemente por encima de la presión inducida por carga de 1100 psi. Esto compensa la carga. A medida que extendemos el cilindro, la presión debe elevarse levemente para bajar la carga.

### 3.3.4.2.5 VALVULA DE DESCARGA

Una válvula de descarga es una válvula de control de presión normalmente cerrada pilotada en forma remota que dirige el flujo hacia el depósito cuando la presión en esa ubicación alcanza el nivel predeterminado.

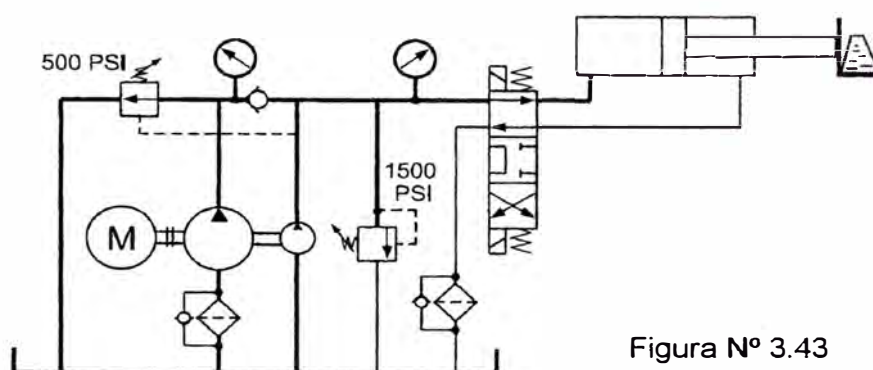


Figura N° 3.43

Una buena aplicación de válvula de descarga sería un sistema alta-baja. Un sistema alta-baja puede componerse de dos bombas. Una bomba de alto volumen, y la otra de volumen bajo. El sistema está diseñado para suministrar un acercamiento o retorno rápido en el cilindro de trabajo. El volumen total de ambas bombas se envía al cilindro de trabajo hasta que se contacta la carga.

En este punto la presión del sistema aumenta, lo que hace que se abra la válvula de descarga. El flujo desde la bomba de volumen alto se dirige de vuelta al depósito a una presión mínima. La bomba de volumen bajo sigue enviando flujo para satisfacer el requisito de presión más alta del ciclo de trabajo.

Ambas bombas se unen nuevamente para un rápido retorno del cilindro. Esta aplicación permite aplicar menos caballos de potencia de entrada para los requisitos de velocidad y fuerza.

### 3.3.4.3 VÁLVULA DE CONTROL DE DIRECCION

Estas válvulas son elementos que abren o cierran o modifican los pasos del flujo en sistemas hidráulicos: Estas válvulas permiten controlar la dirección del movimiento y la parada de los de los elementos de trabajo. De hecho, la válvula de control direccional designa el tipo de diseño del sistema hidráulico, que puede ser abierto o cerrado.

#### 3.3.4.3.1 CARACTERISTICAS ESPECIALES

Las válvulas se simbolizan mediante varios cuadrados concatenados, cada cuadro representa una posición.

Los conductos se representan por líneas y las direcciones por flechas; los cierres mediante barras transversales en el interior de los cuadros.

Los empalmes o vías se representan mediante una letra mayúscula:

- P : Presión
- T : Tanque
- A, B : Conductos hacia los actuadores (motores, cilindros).

La válvula se dibuja en posición de reposo, es decir aquella que asume la válvula cuando se retira la fuerza de accionamiento.

La denominación de las válvulas depende del numero de las conexiones útiles (no se cuentan las conexiones de mando) y del numero de posiciones de conmutación.

Por lo tanto, una válvula con 2 conexiones útiles y 2 posiciones de conmutación se denomina válvula direccional 2/2 vías.

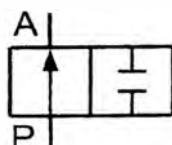


Figura N° 3.44

Una válvula direccional con 4 conexiones útiles y 3 posiciones de conmutación se denomina válvula direccional 4/3 víaS.

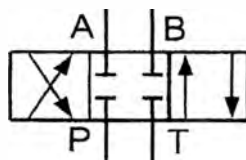


Figura N° 3.45

Las posiciones de conmutación con sus órganos correspondientes de accionamiento se caracterizan con letras minúsculas "a" y "b". En las válvulas con 2 posiciones de conmutación la posición de reposo se denomina "a" o "b".

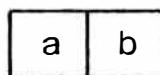


Figura N° 3.46

En la válvula direccional con 3 posiciones de conmutación la del medio es la posición de reposo.

En las válvulas con 3 o más posiciones de conmutación la posición de reposo se denomina "0".

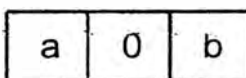


Figura N° 3.47

### 3.3.4.3.2 CLASIFICACION

Las válvulas distribuidoras se clasifican:

A – De acuerdo a su construcción:

- Válvulas de cierre
- Válvulas de corredera

B – De Acuerdo al número de vías y posiciones

C – De Acuerdo al desplazamiento de la corredera

- Válvulas de desplazamiento continuo
- Válvulas de desplazamiento discreto

### 3.3.4.3.3 VALVULAS DE CIERRE

Son estancas, es decir no permiten fugas.

Necesitan gran fuerza de accionamiento ya que se debe vencer a la fuerza de la presión para aperturar la válvula.

Son limitadas en el número de vías.

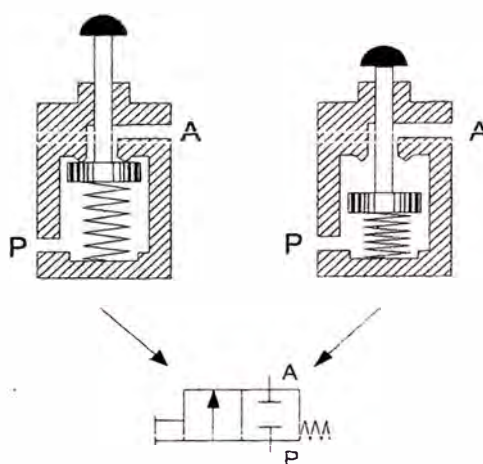


Figura N° 3.48

### 3.3.4.3.4 VALVULAS DE CORREDERA

Tienen un spool o carrete o corredera el que se desplaza dentro del cuerpo de la válvula.

No son estancas, esto es existe una pequeña fuga de fluido a través de la corredera, la que depende de la viscosidad del aceite utilizado y de la temperatura.

Necesitan poca fuerza de accionamiento, no les afecta la presión de trabajo.

Es posible tener muchas vías.

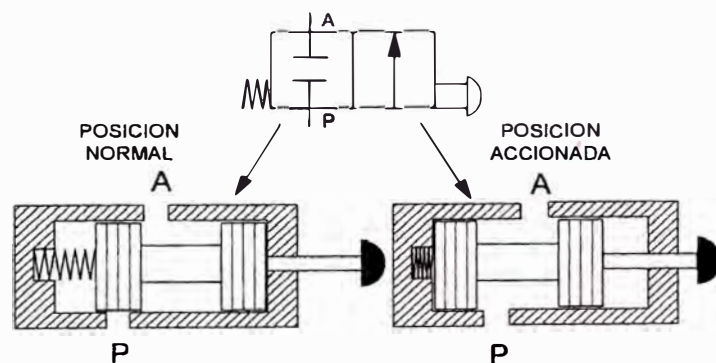


Figura N° 3.49

### 3.3.4.3.5 DE ACUERDO AL NUMERO DE VIAS Y POSICIONES

Las más usadas en oleohidraulica.

La representación es una sola y que en ella se muestran las posiciones que tiene la válvula indicándose en cada posición las comunicaciones y dirección entre las vías.

Las flechas indican la dirección que debe seguir el fluido; son solo convencionales debido a que realmente hay comunicación física entre las vías y no unidireccionalidad. Esto es importante

cuando se tiene que comprobar el buen funcionamiento de la válvula al aplicar por ejemplo aire comprimido a las vías de la válvula y comprobar justamente esta comunicación entre las vías.

- Válvula 2/2 (2 vías, 2 posiciones)
- Válvula 3/2 (3 vías, 2 posiciones)
- Válvula 4/2 (4 vías, 2 posiciones)
- Válvula 4/3 (4 vías, 3 posiciones)
- Válvula 6/3 (6 vías, 3 posiciones)
- Válvula 6/4 (6 vías, 4 posiciones)

#### **3.3.4.3.6 VALVULAS DE DESPLAZAMIENTO CONTINUO**

Estas válvulas tienen dos posiciones finales y una cantidad ilimitada de posiciones intermedias con diferentes características de estrangulamiento. Por ejemplo válvulas accionadas por joystick, válvulas proporcionales, servoválvulas.

#### **3.3.4.3.7 VALVULAS DE DESPLAZAMIENTO DISCRETO**

Estas válvulas siempre tienen una cantidad definida de posiciones (2, 3, 4...). Por ejemplo: válvulas con enclavamiento, electroválvulas.

#### **3.3.4.3.8 TIPOS DE ACCIONAMIENTO**

Las válvulas distribuidoras pueden tener los diversos tipos de accionamiento:

### 3.3.4.3.8.1 ACCIONAMIENTO MANUAL

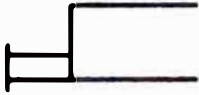
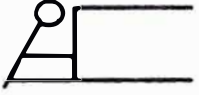
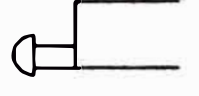
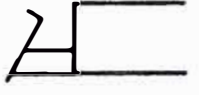
GENERAL	
POR PALANCA	
POR PULSADOR	
POR PEDAL	

Figura N° 3.50

### 3.3.4.3.8.2 ACCIONAMIENTO MECANICO


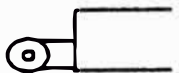

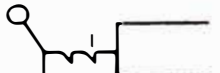
POR PALPADOR	
POR RODILLO	
POR RESORTE	
CON ENCLAVAMIENTO	

Figura N° 3.51



### 3.3.4.3.8.3 ACCIONAMIENTO ELECTRICO

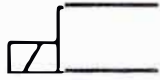
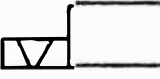


POR SOLENOIDE (UN SOLO BOBINADO)	
DOS SOLENOIDES UBICADOS EN UN MISMO LADO DE LA VÁLVULA	
SOLENOIDE DE ACCIONAMIENTO VARIABLE ( PROPORCIONAL )	
DOS SOLENOIDES UBICADOS EN UN MISMO LADO DE LA VÁLVULA	

Figura N° 3.52

### 3.3.4.3.8.4 ACCIONAMIENTO POR SEÑAL

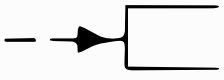

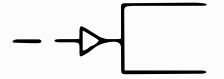
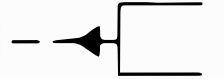
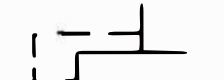

	POR SEÑAL DE PRESIÓN, ACCIONAMIENTO DIRECTO		POR SEÑAL DE PRESIÓN ACCIONAMIENTO INDIRECTO
	POR SEÑAL NEUMÁTICA ACCIONAMIENTO DIRECTO		POR DEPRESIÓN O SUCCIÓN HIDRÁULICA
	POR CANAL INTERIOR DE CONTROL.		POR DEPRESIÓN O SUCCIÓN NEUMÁTICA

Figura N° 3.53

### **3.3.4.3.9 TAMAÑOS NOMINALES**

De acuerdo a su país de origen, americanos o europeos, las válvulas distribuidoras se dimensionan en su tamaño, sinónimo de caudal.

#### **3.3.4.3.9.1 PROCEDENCIA AMERICANAS**

Por el diámetro de su conexión:

3/8", 1/4", 1/2", 3/8", 1", 1 1/4".

#### **3.3.4.3.9.2 PROCEDENCIA EUROPEAS**

Por el diámetro de la vía: (expresado en mm.)

Se antepone el término TN (Tamaño Nominal)

TN 4, TN 6, TN 8, TN 10, TN 16, TN 25, TN 36.

### **3.3.4.4 VALVULA DE CONTROL DE CAUDAL**

Las válvulas de control de caudal permiten disminuir y mantener controlada la velocidad de los actuadores, motores o cilindros,

#### **3.3.4.4.1 CLASIFICACION**

Se clasifican en:

- Válvulas de estrangulamiento
- Válvulas reguladoras de caudal
- Válvulas divisoras de caudal

### 3.3.4.4.2 VALVULAS DE ESTRANGULAMIENTO

Generan una caída de presión cuando circula un caudal.

El caudal de aceite que ingresa al estrangulamiento es el mismo que sale, ya que el fluido es incompresible.

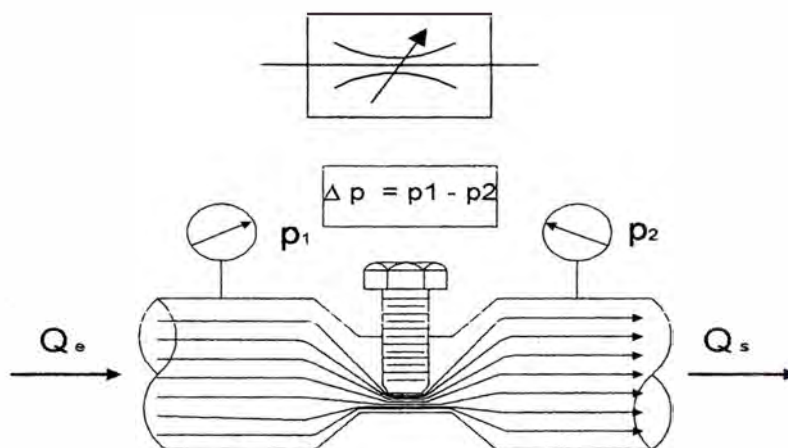


Figura N° 3.54

$$Q_e = Q_s$$

### 3.3.4.4.3 VALVULAS REGULADORAS DE CAUDAL

Las válvulas reguladoras de caudal influyen sobre el caudal también al reducir o aumentar la sección de paso de fluido, pero no son dependientes de la presión diferencial, es decir, con la misma sección de paso entregan el mismo caudal para cualquier presión diferencial.

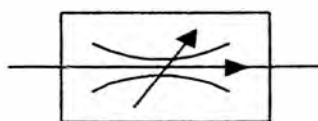


Figura N° 3.55

### 3.3.4.4.4 VALVULAS DIVISORAS DE CAUDAL

Las válvulas divisoras de caudal dividen el caudal total en partes.

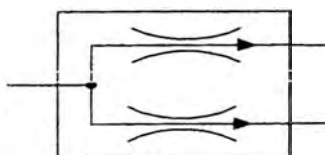


Figura N° 3.56

### 3.3.5 CILINDRO HIDRAULICO

Los cilindros hidráulicos son motores lineales. Con ellos se producen movimientos lineales en máquinas e instalaciones donde se puede alcanzar grandes fuerzas y desplazamientos longitudinales. Los cilindros obtienen la energía del fluido. El cilindro hidráulico consiste básicamente en dos piezas: un cilindro barril y un pistón móvil conectado a un vástago. El cilindro barril está cerrado por los dos extremos, en uno está el fondo y en el otro, la cabeza por donde se introduce el pistón, que tiene una perforación por donde sale el vástago. El pistón divide el interior del cilindro en dos cámaras: la cámara inferior y la cámara del vástago. La presión hidráulica actúa en el pistón para producir el movimiento lineal.

#### 3.3.5.1 CLASIFICACION DE LOS CILINDRO HIDRAULICOS

De acuerdo con su efecto los cilindros hidráulicos se dividen en:

- Cilindros de simple efecto y
- Cilindros de doble efecto

#### 3.3.5.2 CILINDROS DE SIMPLE EFECTO

Solo pueden entregar su fuerza en un sentido. El retroposicionamiento del pistón solo se puede llevar a cabo mediante un resorte, por peso propio del pistón o por efecto de una fuerza externa. Básicamente los cilindros de simple efecto tienen una superficie efectiva.

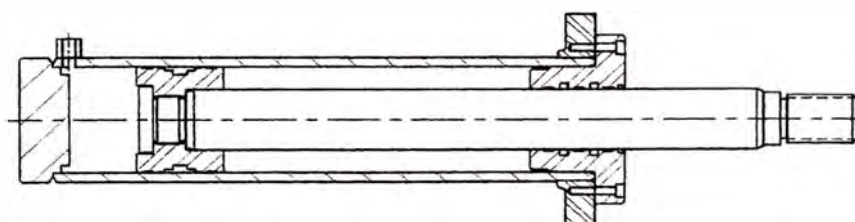


Figura N° 3.57

### 3.3.5.3 CILINDROS DE DOBLE EFECTO

Poseen dos superficies de efecto opuesto, de igual o de distinto tamaño. Disponen de dos conexiones de tuberías independientes entre sí, de las conexiones "A" o "B" el pistón puede transmitir fuerza de tracción o de compresión en ambos sentidos de carrera. Este tipo de cilindro se emplea en prácticamente todos los campos de aplicación.

Los cilindros de doble efecto se subdividen en cilindros diferenciales y cilindros de doble vástago.

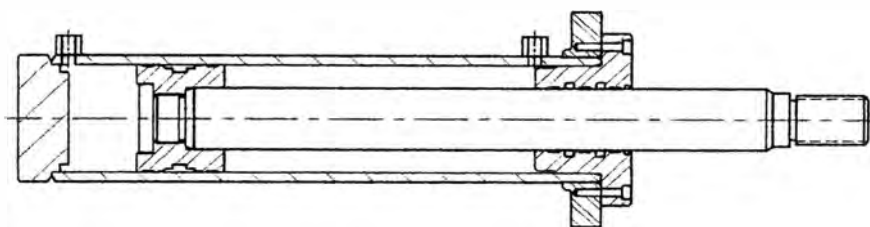


Figura N° 3.58

### 3.3.6 MANGUERAS HIDRAULICAS

Las mangueras hidráulicas se utilizan en aplicaciones en las que las líneas de conducción se deben flexionar o doblar. Al tener en cuenta el uso de mangueras, primero se debe verificar la presión del sistema, los pulsos de presión, la velocidad, la compatibilidad del fluido y las condiciones ambientales. La fabricación de mangueras ha sido normalizada por la sociedad de ingenieros de la industria automotriz bajo la norma SAE I 5-17. Esto se conoce como serie R; por ejemplo 100R2 o 100R4, esta denominación describe la cubierta, la fabricación, la clasificación de presión y la aplicación.

Las mangueras generalmente reciben una clasificación de presión con un factor de seguridad de 4 a 1. Los distintos tipos y cantidades de refuerzo contribuyen a las clasificaciones de presión específicas de la manguera. El refuerzo puede ser una fibra natural o sintética o un alambre metálico. El refuerzo puede ser

trenzado o una conexión en espiral. Los tamaños de manguera requeridos dependen del volumen y de la velocidad del flujo de fluido. A diferencia de lo que ocurre con los tubos y las tuberías. Los tamaños de mangueras se designan por D.I., o diámetro interno. Los tamaños se designan en dieciseisavos de pulgada, utilizando un guión y un equivalente numérico par el numerador de la fracción.

La vida útil de las mangueras es bastante larga, pero el caucho siempre se deteriora lentamente al estar en contacto con diversas sustancias, como por ejemplo solventes, agua, luz solar, calor, etc. Las mangueras hidráulicas no son tan duraderas como los conductos metálicos y se deben cambiara a los pocos años.

La instalación correcta de la manguera es muy importante. Si se dobla de forma inadecuada, si se tuerce o se sujeta inadecuadamente, esto puede provocar una falla en la manguera.



Figura N° 3.59

### 3.3.7 TUBERIAS

Las tuberías de acero generalmente son los conductores preferidos desde el punto de vista estándar de rendimiento y costo. Sin embargo, a menudo son difíciles de montar. También requieren un flushing costoso para asegurar que el sistema esté libre de contaminantes al ponerlo en marcha.

La tubería se especifica según el diámetro externo nominal, pero la capacidad de flujo real es determinada por el área interna.

### **3.3.8 FILTRO HIDRAULICO**

Un filtro hidráulico es el componente principal del sistema de filtración de una máquina hidráulica, de lubricación o de engrase. Estos sistemas se emplean para el control de la contaminación por partículas sólidas de origen externo y las generadas internamente por procesos de desgaste o de erosión de las superficies de la maquinaria, permitiendo preservar la vida útil tanto de los componentes del equipo como del fluido hidráulico.

#### **3.3.8.1 CLASIFICACION DE FILTROS HIDRAULICOS**

Según la complejidad estructural de la máquina, su entorno de funcionamiento o su importancia en la secuencia del proceso productivo en el que se encuentra integrada, el sistema de filtración hidráulico puede estar construido por filtros de diferente diseño y materiales situados en puntos específicos del equipo.

En función de su situación, las características de diseño y la naturaleza de cada filtro puede ser diferente de manera a responder de manera eficiente a su función, de manera que se distinguen:

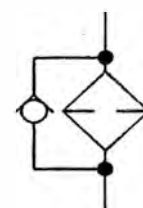
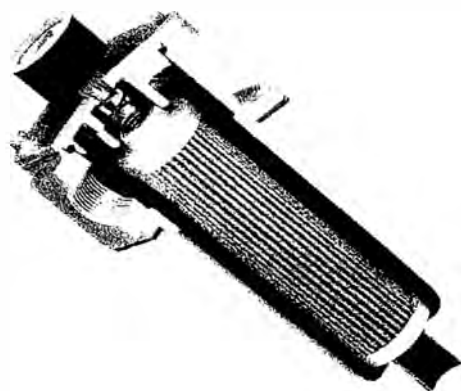
- DE IMPULSION O PRESION
- DE RETORNO
- DE VENTEO
- DE RECIRCULACION
- DE SUCCION
- DE LLENADO

### 3.3.8.1.1 DE IMPULSION O PRESION

Situado en la línea de alta presión tras el grupo de impulsión o bombeo, permite la protección de componentes sensibles como válvulas o actuadores.

### 3.3.8.1.2 DE RETORNO

En un circuito hidráulico cerrado, se emplaza sobre la conducción del fluido de retorno al depósito a baja presión o en el caso de filtros semi-sumergidos o sumergidos, en el mismo depósito. Actúan de control de las partículas originadas por la fricción de los componentes móviles de la maquinaria.



Símbolo

Figura N° 3.60

### 3.3.8.1.3 DE VENTEO

Situado en los respiraderos del equipo, permite limitar el ingreso de contaminantes procedentes del aire.



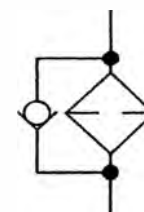
### 3.3.8.1.4 DE RECIRCULACION

Situados off-line, normalmente sobre la línea de refrigeración que alimenta el intercambiador de calor, permiten retirar los sólidos acumulados en el depósito hidráulico.

### 3.3.8.1.5 DE SUCCION

Llamados también strainers, se disponen inmediatamente antes del grupo de impulsión a manera de proteger la entrada de partículas al cuerpo de las bombas.

Figura N° 3.61



Símbolo

### 3.3.8.1.6 DE LLENADO

Se instalan, de manera similar a los filtros de venteo, en la entrada del depósito habilitada para la reposición del fluido hidráulico de manera que permiten su filtración y la eliminación de posibles contaminantes acumulados en el contenedor o la línea de llenado de un sistema centralizado.

Figura N° 3.62



Símbolo

### 3.3.8.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE FILTRACION

En general, los filtros están constituidos por un conjunto formado por:

- El elemento filtrante o cartucho
- La carcasa o contenedor.
- Dispositivo de control de colmatación.
- Válvulas de derivación, antirretorno, purgado y toma de muestras.

En el caso de los strainers, el propio elemento filtrante puede ser el único componente si se sitúa en el extremo de una línea de aspiración, normalmente sumergida en el depósito del fluido.

#### 3.3.8.2.1 ELEMENTO FILTRANTE

El emplazamiento, características de viscosidad y naturaleza del fluido, presión, caudal o el tipo de sólidos a retener determinan la naturaleza de los materiales de construcción y del diseño de cada filtro hidráulico y en especial, del medio empleado para el elemento filtrante.

En general, los elementos filtrantes hidráulicos emplean materiales sintéticos para conformar un medio filtrante profundo formado por fibras entrecruzadas resistentes que atrapan las partículas por mecanismos de bloqueo o adhesión, diseñados con una geometría plegada de manera a optimizar el máximo de medio filtrante en el menor espacio posible. Este tipo de filtros no permiten su regeneración y deben sustituirse una vez que resultan colmatados.

Los medios filtrantes metálicos suponen una resistencia menor o pérdida de carga en fluidos de alta viscosidad y permiten ser reutilizados tras algún proceso de regeneración o limpieza aunque su rendimiento y eficacia disminuye progresivamente.

Otro material de frecuente utilización es el empleado para los medios con base de fibras de papel o celulosa reforzada que representan un coste menor pero resultan de menor eficacia que los sintéticos.

Además del medio filtrante, se emplean diferentes materiales para construir el núcleo del filtro, en torno al cual se desarrolla el medio, capas de soporte y refuerzo para aumentar su resistencia o propiedades dinámicas o el cerramiento que le protege de deformaciones.

Las juntas o asientos permiten asegurar el ajuste necesario del filtro a su carcasa o contenedor de manera a asegurar la máxima estanqueidad del dispositivo.

#### **3.3.8.2.2 CARCASA**

La carcasa del filtro se compone en los filtros de presión, de retorno o de recirculación de una cabeza conectada de manera permanente a las líneas de conducción del fluido en el circuito. En su interior, la cabeza puede alojar una válvula de derivación o by-pass que permite el paso libre de fluido en caso de colmatación del elemento filtrante. La cubeta del filtro es otro componente de la carcasa y permite albergar el cuerpo del elemento filtrante. Si se instala en una configuración en T y posición vertical hacia arriba, la cubeta se cierra en su extremo por una tapa mientras que en una configuración en L, como el caso de los filtros de retorno sumergidos en el depósito, se puede acceder al elemento por una tapa adaptada a la cabeza del filtro. En ciertos modelos llamados spin-on, comunes a los motores de automoción, la cubeta es también un componente desechable al contener el propio medio filtrante.

### 3.3.8.2.3 DISPOSITIVO DE CONTROL

Mediante canales internos que entran en contacto con el fluido a la entrada y a la salida del sistema, en la cabeza se instala el dispositivo de control de colmatación por medida de la presión diferencial. La misión del dispositivo es la de advertir del momento de sustitución del elemento filtrante ya que a medida que aumenta la retención de sólidos, aumenta la pérdida de carga.

Estos dispositivos pueden ser desde un simple manómetro hasta conjuntos electrónicos que registran la variación de presión con el tiempo.

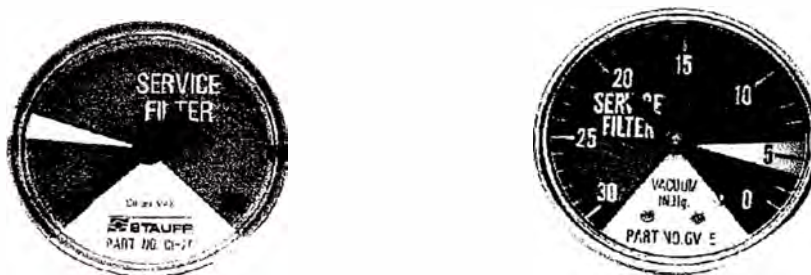


Figura N° 3.62

### 3.3.8.2.4 VALVULAS

El sistema se completa por diversas válvulas o llaves que permiten aislar el filtro para su mantenimiento o prevenir los efectos asociados a las variaciones de presión. La válvula de by-pass, normalmente alojada en la cabeza o la válvula antirretorno se emplean para evitar el «golpe de ariete». Otras válvulas permiten el purgado de aire o el vaciado de la cubeta. Accesoriamente, pueden incluirse válvulas especiales para la toma de muestras del fluido.

### 3.3.8.2.5 ESPECIFICACIONES DE FILTRACION

Diversas normas internacionales especifican las características de construcción o diseño relativas a los sistemas de filtración hidráulicos:

- ISO 2941: Elementos filtrantes –verificación del índice de presión de colapso/ruptura.
- ISO 2942: Elementos filtrantes –verificación de la integridad de fabricación y determinación del primer punto de burbuja
- ISO 2943: Elementos filtrantes –verificación de la compatibilidad del material con los fluidos
- ISO 3724: Elementos filtrantes –determinación de la resistencia a la fatiga del caudal utilizando un contaminante formado por partículas
- ISO 3968: Filtros –evaluación de la presión diferencial frente a las características del caudal
- ISO 10949: Directrices para conseguir y controlar la limpieza de componentes que van de la fabricación a la instalación
- ISO 11170: Elementos filtrantes –secuencia de pruebas para verificar las características de rendimiento
- ISO 16889: Elementos filtrantes –Método de evaluación por recirculación del rendimiento de filtrado de un elemento filtrante
- ISO 18413: Limpieza de componentes –documento de inspección y principios relacionados con la recogida de contaminante, análisis y recopilación de datos
- ISO 23181: Elementos filtrantes –determinación de la resistencia a la fatiga del caudal utilizando fluidos de alta viscosidad
- SAE ARP4205: Elementos filtrantes –método para evaluar la eficiencia dinámica con un caudal cíclico

## **CAPITULO IV**

### **CALCULO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRAULICO**

#### **4.1 UNIDAD DE POTENCIA**

Se ha considerado una unidad de poder capaz de mantener operativa el filtro prensa para un trabajo intermitente durante 24 horas.

Se estima que existen paradas a consecuencia del mismo proceso; que contribuirán a la refrigeración del aceite hidráulico.

Se ha diseñado el sistema según requerimiento del cliente, de acuerdo a las especificaciones solicitadas.

Se ha considerado además y de acuerdo al ambiente de trabajo, componentes que cumplan con exigencias de protección; como el caso del motor eléctrico.

Asimismo se ha dado recubrimiento de pintura especial debido al ambiente agresivo, y la humedad.

## **4.2 OPERACIÓN**

### **4.2.1 INICIO**

Para la etapa del inicio del filtro prensa se ha determinado que el sistema hidráulico no interviene.

En esta etapa está comprendido el llenado del filtro prensa a través de los conductos de bombeo; independiente del sistema hidráulico.

Además se considera que existe una línea de agua a alta presión para el lavado de la lona filtrante.

### **4.2.2 CIERRE**

Para la etapa de cierre del filtro prensa se ha determinado que el sistema hidráulico ejecutara el cierre de la placa principal, generando una fuerza de cierre de 30 toneladas.

La acción de este cierre comienza cuando se comanda la válvula direccional 4/3.

### **4.2.3 APERTURA**

Para la etapa de apertura del filtro prensa se ha determinado que el sistema hidráulico ejecutara la apertura de la placa principal.

La acción de apertura comienza cuando se comanda la válvula direccional 4/3.

## 4.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES

### 4.3.1 CILINDRO HIDRAULICO

Para el cálculo de las dimensiones del cilindro hidráulico contamos con los datos proporcionados por el cliente:

Fuerza de compactación = 30 Toneladas

Tiempo de compactación = 76 seg.

Carrera de compactación = 450 mm.

Además asumimos la presión del sistema:

$P_s = 220 \text{ bar}$

Perdidas:

$P_{\text{perd}} = 30 \text{ bar}$

$P = P_s - P_{\text{perd}} = 220 - 30 = 190 \text{ bar}$

Entonces aplicamos la formula :

$$P = 10 * F / A$$

Donde:

$$P = 190 \text{ bar}$$

$$F = 30000 \text{ Kgf} = 294300 \text{ N}$$

Calculamos:

$$A = 10 * F / P$$

$$A = 10 * 294300 / 190$$

$$A = 15489,47 \text{ mm}^2$$

Esta es el área efectiva que debe tener el embolo para manifestar la Fuerza indicada bajo la presión del sistema.



Con este dato calculamos el valor del diámetro de dicho embolo.

Aplicamos la formula:

$$A = \text{Pi} * D^2 / 4$$

Despejamos D:  $D = ( 4 * A / \text{Pi} )^{1/2}$

$$D = ( 4 * 15489,47 / \text{Pi} )^{1/2}$$

$$D = 140,43$$

Valor comercial :  $D = 140 \text{ mm}$

Finalmente seleccionamos un cilindro hidráulico con las siguientes características:

$$D_i = 140 \text{ mm}$$

$$D_e = 165 \text{ mm}$$

$$L = 650 \text{ mm}$$

#### 4.3.2 BOMBA HIDRAULICA

Para el cálculo de las dimensiones de la bomba hidráulica contamos con los datos proporcionados por el cliente:

$$\text{Tiempo de compactación} = 76 \text{ seg.}$$

$$\text{Carrera de compactación} = 450 \text{ mm.}$$

Datos obtenidos del cálculo del cilindro:

$$\text{Diámetro del embolo} = 140\text{mm.}$$

Además asumimos la presión del sistema:

$$P = 220 \text{ bar}$$

Entonces para obtener el caudal Q1 en un cilindro aplicamos la formula:

$$Q1 = 1,5 * 10^{-5} * \text{Pi} * D^2 * C / t$$

Donde:

$$D = 140 \text{ mm.}$$

$$C = 450 \text{ mm.}$$

$$t = 76 \text{ seg.}$$

Luego:

$$Q1 = 1,5 * 10^{-5} * \text{Pi} * (140)^2 * 450 / 76$$

$$Q1 = 5,47 \text{ L / min.}$$

Y el Qmin de bomba:

$$Q_{\text{min}} = 3 * Q1$$

$$Q_{\text{min}} = 3 * 5,47 = 16,41 \text{ L / min.}$$

Como usaremos motor eléctrico para la fuerza motriz; asumimos:

$$N = 1750 \text{ RPM}$$

Y asumimos la eficiencia volumétrica de la bomba:

$$nv' = 0,95$$

Aplicaremos la formula:

$$Q = Dv' * N * nv' / 1000$$

De donde:

$$Dv' = 1000 * Q / ( N * nv')$$

$$Dv' = 1000 * 16,41 / ( 1750 * 0,95)$$

$$Dv' = 9,87 \text{ cm}^3 / \text{rev}$$

Con el valor de  $9,87 \text{ cm}^3 / \text{rev}$  buscamos en el catalogo de bombas (ver Apéndice). Para nuestro caso en estudio, asumimos Bomba hidráulica de engranajes internos marca Eckerle modelo EIPH 2 y seleccionamos el indicado con las siguientes características:

$$Dv = 10,9 \text{ cm}^3 / \text{rev}$$

$$nv = 0,93$$

$$nhm = 0,92$$

$$P_{\text{max}} = 350 \text{ bar}$$

### 4.3.3 MOTOR ELECTRICO

Para el cálculo del motor eléctrico contamos con los siguientes datos:

Datos de la bomba hidráulicas a usar:

$$Dv = 10,9 \text{ cm}^3 / \text{rev}$$

$$nv = 0,93$$

$$nhm = 0,92$$

$$P_{\text{max}} = 350 \text{ bar}$$

Además asumimos una presión del sistema:

$$P = 220 \text{ bar}$$

Y velocidad de rotación del motor eléctrico:

$$N = 1750 \text{ RPM}$$

Previamente calcularemos el caudal que se requiere que entregue la Bomba:

$$Q_r = Dv * N * nv / 1000$$

$$Q_r = 10,9 * 1750 * 0,93 / 1000$$

$$Q_r = 17,74 \text{ L / min}$$

### Cálculo de Potencia Hidráulica

$$P_H = P * Q_r / 600$$

$$P_H = 220 * 17,74 / 600$$

$$P_H = 6,5 \text{ Kw}$$

### Cálculo de Potencia al Freno

$$P_{\text{freno}} = P_H / n_b = P_H / (n_v * n_{hm})$$

$$P_{\text{freno}} = 6,5 / (0,92 * 0,93)$$

$$P_{\text{freno}} = 7,6 \text{ Kw}$$

$$P_{\text{freno}} = 7,6 \text{ Kw} = 7,6 / 0,746 = 10,19 \text{ HP}$$

Exigiremos al motor solo el 75% de su potencia, entonces:

$$P_{\text{freno}} = 10,19 \text{ HP} / 0,75 = 13,59 \text{ HP}$$

Finalmente seleccionamos del catalogo (ver Apéndice) un motor eléctrico de las siguientes características :

**Motor eléctrico 3Ø 440VAC Serie W21 marca WEG**

$$Pot = 15 \text{ HP}$$

$$N = 1750 \text{ RPM}$$

$$n_r = 88,20\% \quad ; \quad \text{a 75\% de Pot. Nominal}$$

$$\cos(\phi) = 0,81 \quad ; \quad \text{a 75\% de Pot. Nominal}$$

Protegido completamente contra contacto, contra acumulación de polvos nocivos y contra chorros de agua en todas las direcciones IP55.

#### 4.3.4 TANQUE HIDRAULICO

Regla para determinar la capacidad del tanque:

$$V = [ 3 - 5 ] Q_b$$

Datos de la bomba hidráulicas a usar:

$$D_v = 10,9 \text{ cm}^3 / \text{rev}$$

Datos del motor eléctrico a usar:

$$N = 1750 \text{ RPM}$$

Cálculo del caudal teórico de la bomba:

$$Q_b = D_v * N / 1000$$

$$Q_b = 10,9 * 1750 / 1000$$

$$Q_b = 19,075 \text{ L} / \text{min}$$

Entonces el volumen del tanque:

$$V = [ 3 - 5 ] * 19,075$$

$$V = [ 57 - 95 ] \text{ L}$$

Finalmente escogeremos el volumen de 90 L; además consideramos 15% de volumen adicional libre; los cuales nos darán las medidas del tanque hidráulico, como se aprecia en el siguiente grafico.

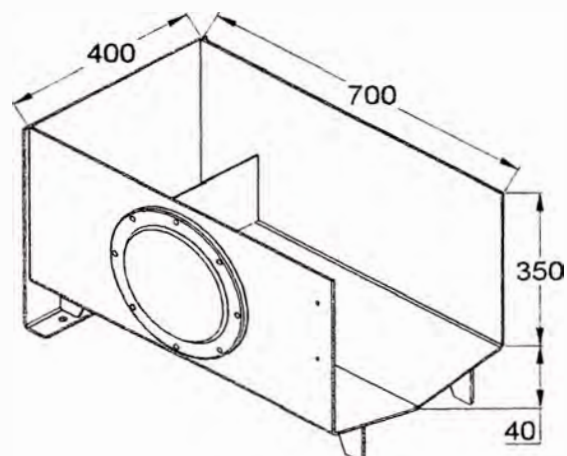


Grafico N° 4.1

Medidas en mm.

#### 4.3.5 VALVULA DE CONTROL DE PRESION

Datos de la bomba hidráulica:

$$Q_b = 19,075 \text{ L / min} = 5,04 \text{ GPM}$$

$$P_{\max} = 350 \text{ bar} = 5075 \text{ PSI}$$

$$P_{\text{sistema}} = 220 \text{ bar} = 3190 \text{ PSI}$$

Del catalogo de válvulas SUN (ver Apéndice) seleccionamos la válvula de alivio de presión pilotada tipo cartucho con las siguientes características:

Modelo:	RPEC-LWN
Rango de operación:	0 – 4500 PSI
Flujo nominal:	0 – 25 GPM
Cavidad:	T – 10A

#### 4.3.6 VALVULA DE CONTROL DIRECCIONAL

Del catalogo de válvulas Atos (ver Apéndice), seleccionamos:

Modelo:	DHI-0 711-X 230/60AC
Vías / Posiciones:	4/3
Tamaño:	NG6
Accionamiento:	por bobinas de 220 VAC
Centrado:	por resortes
Flujo permitido:	hasta 50 L / min
Presión de operación:	hasta 350 bar

### 4.3.7 TUBERIAS

#### 4.3.7.1 TUBERIA DE SUCCION

Datos de la bomba hidráulica:

$$Q_b = 19,075 \text{ L / min}$$

$$P = 100 \text{ bar}$$

Para líneas de succión se asume la velocidad en el rango:

$$v = [0,6 - 1,3] \text{ m / s}$$

$$v = 1,2 \text{ m / s}$$

Aplicamos la formula:

$$Q = P_i * d_i^2 * v / 4$$

Despejamos  $d_i$ :  $d_i = ( 21,22 * Q / v )^{1/2}$

$$d_i = ( 21,22 * 19,075 / 1,2 )^{1/2}$$

$$d_i = 18,37$$

Valor nominal :  $d_i = 19 \text{ mm}$

Elegimos de las tablas (ver Apéndice) los valores :

-Material : St 52.4

-Limites elástico

$$K = 350 \text{ N / mm}^2$$

-Coeficiente de seguridad

$$S = 1,5$$

-Factor de calidad, tubos sin soldadura

$$w = 1$$

Cálculo del espesor de Tuberías según ecuación de Barlow:

$$S_v = d_i * P / (20 * K * w / S - 2 * P )$$

$$S_v = 19 * 100 / ( 20 * 350 * 1 / 1,5 - 2 * 100 )$$

$$S_v = 0,43$$

Control de relación de diámetros :

Según DIN 2413 (ver Apéndice), se establece que la relación de diámetros no debe ser mayor que 1,7

Para nuestro caso:

$$d_e / d_i = 1,05 < 1,7$$

Factores influyentes (ver Apéndice) :

Discrepancia por valor inferior en el espesor de pared:

$$C1 = 10\%$$

Desgaste por corrosión :

$$C2 = 1 \text{ mm}$$

Nuevo espesor considerando factores influyentes:

$$S = ( S_v + C2 ) * 100 / (100 - C1 )$$

$$S = ( 0,43 + 1 ) * 100 / ( 100 - 10 )$$

$$S = 1,44$$

Diámetro exterior :

$$d_e = d_i + 2 * S = 22,18$$

Elegimos valor comercial:

$$d_e = 22$$

$$d_e / d_i = 1,16 < 1,7$$



#### 4.3.7.2 TUBERIA DE RETORNO

Empleando el mismo método descrito para la tubería de succión

Para líneas de retorno se asume la velocidad en el rango:

$$v = [1 - 4,5] \text{ m / s}$$

$$v = 1,0 \text{ m / s}$$

Hallamos los valores:

$$d_i = 22 \text{ mm}$$

$$d_e = 28 \text{ mm}$$

#### 4.3.7.3 TUBERIA DE PRESION

Empleando el mismo método descrito para la tubería de succión

Para líneas de presión se asume la velocidad en el rango:

$$v = [1 - 6] \text{ m / s}$$

$$v = 3,5 \text{ m / s}$$

$$d_i = 12 \text{ mm}$$

$$d_e = 18 \text{ mm}$$

Calculo de pérdidas de presión en la tubería de presión:

Calculo de la velocidad del aceite en el tubo de presión:

$$v = 4 * Q / ( \pi * d_i^2 )$$

$$v = 21,22 * Q / d_i^2$$

$$v = 21,22 * 19,075 / 12^2$$

$$v = 2,81 \text{ m/s}$$

Cálculo del número de Reynolds Re:

$$\text{Viscosidad : } \nu_c = 37 \text{ cSt} = 37 \text{ mm}^2 / \text{s}$$

$$\text{Re} = 1000 * v * d_i / \nu_c$$

$$\text{Re} = 1000 * 2,81 * 12 / 37$$

$$\text{Re} = 911$$

Con el valor encontrado del número de Reynolds, determinamos que el flujo es laminar.

Cálculo del rozamiento  $\lambda$ :

$$\lambda = 64 / \text{Re}$$

$$\lambda = 64 / 911$$

$$\lambda = 0,07$$

Cálculo de pérdidas:

$$\Delta P / L = \lambda * \rho * v^2 / ( 2 * d_i )$$

$$\rho = 900 \text{ Kg} / \text{m}^3 ; \text{ densidad del aceite}$$

$$\Delta P / L = \lambda * \rho * v^2 / ( 200 * d_i )$$

$$\Delta P / L = 0,07 * 900 * 4,05^2 / ( 200 * 12 )$$

$$\Delta P / L = 0,207 \text{ Bar} / \text{m}$$

Pérdidas, para una longitud aproximada de 5 m.

$$L = 5 \text{ m}$$

$$\Delta P = 0,207 * 5$$

$$\Delta P = 1,036 \text{ Bar}$$

#### 4.3.8 MANGUERAS HIDRAULICAS

Los valores de diámetro se asumen iguales a las calculadas para tuberías.

De las tablas de mangueras hidráulicas (ver Apéndice), se selecciono el modelo 100 R15, el cual nos ofrece seguridad y confiabilidad pues resiste más presión a la calculada ofreciendo un factor de seguridad razonable, y sus características se ajustan bastante a los requerimientos planteados para nuestro diseño, pues es especializada para líneas de altas presiones.

Se selecciona:

Modelo:	100 R15 (SAE J517)
Diam. nominal :	1/2"
Presión máxima de trabajo:	414 Bar
Presión de prueba:	828 Bar
Presión mínima de rotura:	1656 Bar

Datos de su Construcción:

Tubo int.: Caucho sintético

Refuerzo: Múltiples espirales de alambre de acero de alta resistencia

Tubo Ext.: Caucho sintético resistente al ozono, intemperie y abrasión, aprobado por MSHA (Agencia de Administración de Mina, Seguridad y Salud del Departamento del Trabajo de E.U.)

Temp.: -40°C a +121°C

### 4.3.9 FILTROS HIDRAULICOS

#### 4.3.9.1 FILTRO DE RETORNO

Datos:

$$Q_{\max} = 19,075 \text{ L / min}$$

$$P_{\text{sistema}} = 220 \text{ bar}$$

$$Pot = 15 \text{ HP}$$

Pre-selección de filtro

Del catalogo de seleccionamos: RF-014

$$Q_{\text{NOMINAL}} = 60 \text{ L / min}$$

$$\Delta P_{\text{CARCAZA}} = 0,08 \text{ Bar}$$

$$\Delta P_{\text{ELEMENTO}} = 0,4 \text{ Bar}$$

Cálculo del factor de corrección K:

$$U_{\text{operación}} = 37 \text{ mm}^2 / \text{s}$$

$$U_{\text{standar}} = 30 \text{ mm}^2 / \text{s}$$

$$K = ( (37/30) + (37/30)^{0,5} ) / 2$$

$$K = 1,17$$

Cálculo de presión diferencial de operación:

$$\text{Condicion : } \Delta P_{\text{OPERACION}} < 0,5 \text{ Bar}$$

$$\Delta P_{\text{OPERACION}} = \Delta P_{\text{CARCAZA}} + K * \Delta P_{\text{ELEMENTO}}$$

$$\Delta P_{\text{OPERACION}} = 0,08 + 1,17 * 0,2$$

$$\Delta P_{\text{OPERACION}} = 0,31 \text{ Bar}$$

Como se cumple la condición de un filtro de retorno;  
entonces el filtro pre-seleccionado es el adecuado.

Del catalogo de Filtros Stauff seleccionamos: RF-014

Para la carcasa del filtro:

Flujo nominal: 60 LPM  
 Sello: Nitrilo  
 Conexión: 3/4" NPT  
 Indicador de Saturación: Lado Derecho  
 Rosca de salida: 1" NPT  
 Modelo Seleccionado: RF-014-G10-B / N M1 G

Para el elemento del filtro:

Flujo nominal: 60 LPM  
 Material del filtro: Inorgánico,  
 diferencia presión 30 Bar  
 Rango de micronaje: 10 micras  
 Sello: Nitrilo  
 Modelo Seleccionado: RE-014-G 10-B

#### **4.3.9.2 FILTRO DE SUCCION**

Del catalogo de Filtros Stauff seleccionamos:

Para el elemento del filtro:

Flujo nominal: 38 LPM  
 Tipo de tapa: Plástico  
 Válvula de saturación: Si  
 Modelo Seleccionado: TFS-100-3-P

#### 4.3.9.3 FILTRO DE LLENADO

Para el elemento del filtro:

Flujo llenado: 416 LPM

Rango micronaje: 10 micras

Longitud de cesta: 80 mm

Modelo Seleccionado: SES3-10-S80

## CAPITULO V

### FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

#### 5.1 SECUENCIA DE ENCENDIDO Y PUESTA EN MARCHA

- 5.1.1 Verificar que la tensión de alimentación para fuerza sea de 440VAC – 60 Hz, y para control sea de 110VAC
- 5.1.2 Verificar el nivel de aceite en el tanque hidráulico de la unidad
- 5.1.3 El encendido de la unidad hidráulica se prolonga energizando el motor de 15 HP luego de lo cual se tendrá que esperar un tiempo de 5 a 6 segundos.
- 5.1.4 Para ello el tablero eléctrico, consta de un selector, en el cual se puede optar por dos formas de trabajo: en forma local o remota. Ver la figura 5.1

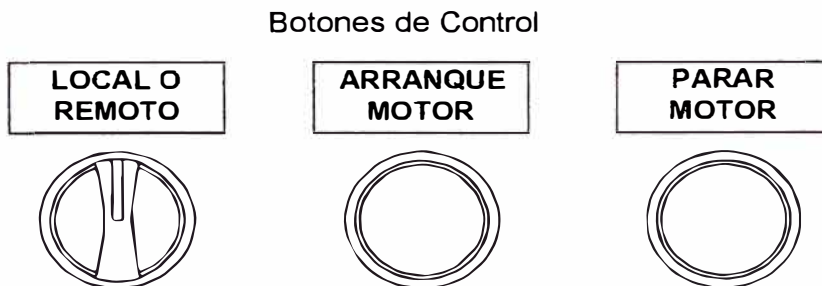


Figura N° 5.1

5.1.5 En forma local, arranca el motor accionando el pulsador verde: **ARRANQUE MOTOR (S1.1)**. Y se apaga el motor con el pulsador rojo: **PARADA MOTOR (S0.0)**

5.1.6 Además, el tablero poseen tres lámpara que indican que el motor esta encendido MOTOR ENCENDIDO (H3H), apagado MOTOR APAGADO (H2H), y uno que indica si el sistema se encuentra energizado MANDO ENERGIZADO (H1H). Ver figura 5.2

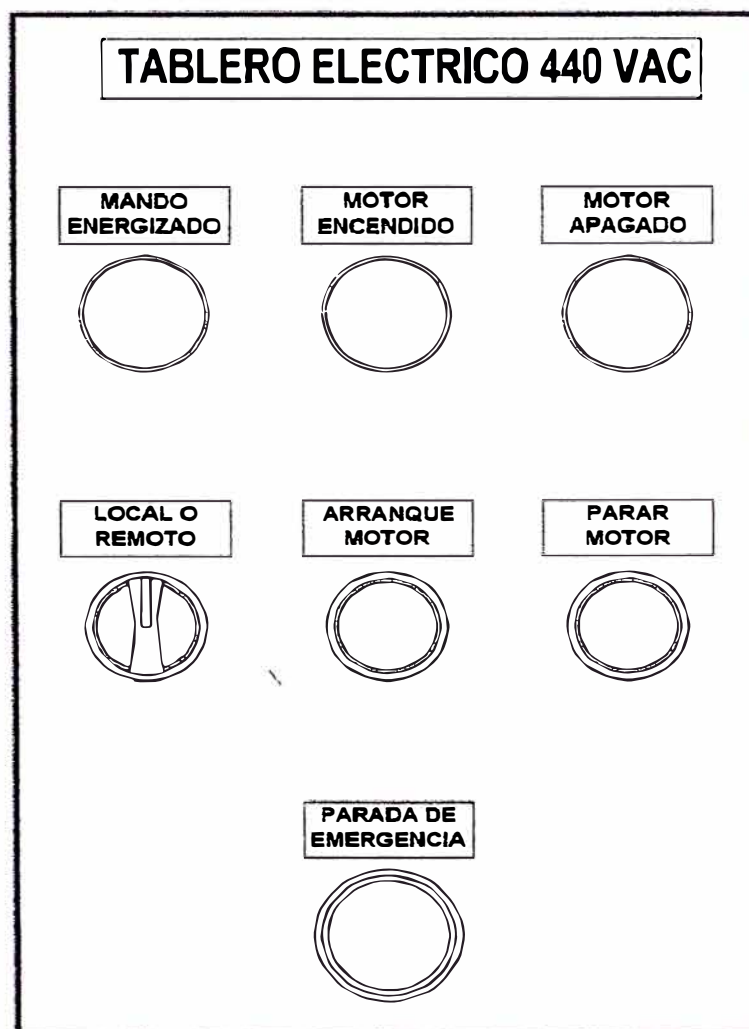


Figura N° 5.2



5.1.7 En forma remota, el encendido se logra cuando se opera una de las válvulas direccionales VD1, que a su vez hace extender el cilindro hidráulico de la prensa C1. Ver figura 5.3

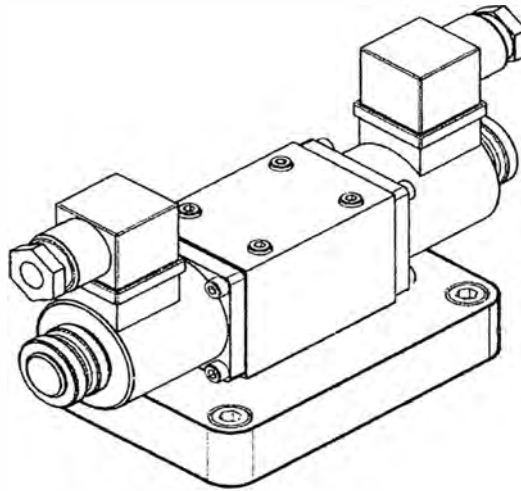


Figura N° 5.3

5.1.8 Para extender los vástagos de los otros cilindros hidráulicos C2 y C3 se debe accionar manualmente sus válvulas direccionales VD2 y VD3 respectivamente.

5.1.9 La válvula de alivio alta presión VA1 está regulada en 220 bar

## 5.2 SECUENCIA DEL CIRCUITO HIDRAULICO

### 5.2.1 MOTOR ENCENDIDO, INICIO

Al encender el Motor Eléctrico (6) acciona la Bomba Hidráulica (8), porque se encuentra acoplada, por medio del acople flexible (7).

Funcionando la Bomba Hidráulica (8) envía caudal, aguas abajo, y como el circuito está cerrado, debido a que ninguna válvula esta accionada, la presión luego de un tiempo empezara a subir.

La Válvula de Alivio (10) regulara esta presión a 220 Bar

La Válvula Direccional (11) se encuentra en estado neutro "o".

### CIRCUITO HIDRAULICO: MOTOR PRENDIDO

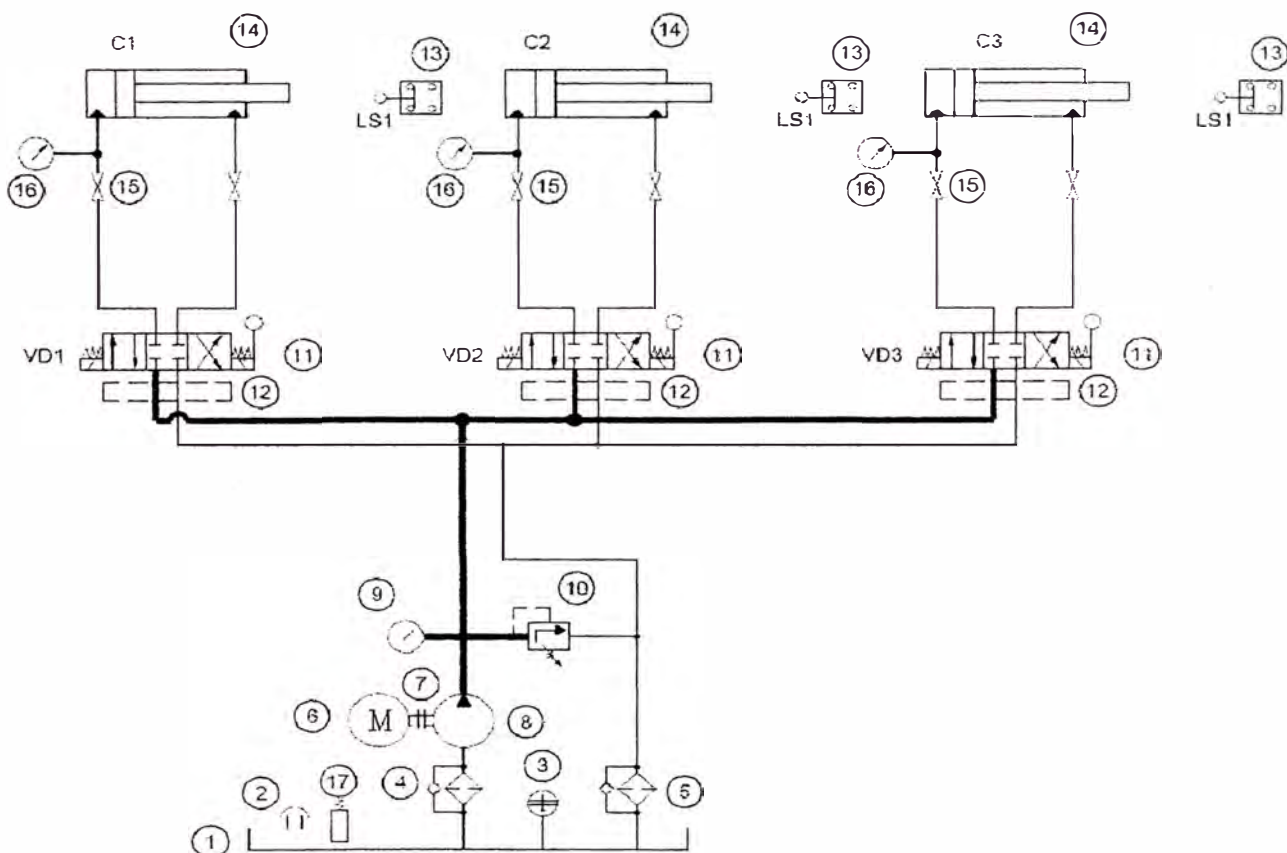


Figura N° 5.4

### 5.2.2 VALVULA ACCIONADA, VASTAGO SALIENDO

Como la Bomba se encuentra enviado caudal, y la presión del sistema está controlada en 220 Bar; se dispone entonces de energía para realizar trabajo.

Cuando se desea iniciar el proceso de filtrado se acciona la Válvula Direccional (11), que a su vez es accionada por su solenoide que recibe señal eléctrica del tablero de control.

La Válvula Hidráulica (11) se acciona a la posición "a" (lado izquierdo), esto da pase al aceite que al ingresar al Cilindro Hidráulico (14) desplaza al Embolo a la derecha (posición vástago saliendo).

Esta acción (vástago saliendo), genera la compresión de las placas del Filtro Prensa, y se efectúa el proceso de filtrado.

#### CIRCUITO HIDRAULICO: VALVULA ACCIONADA ("a")

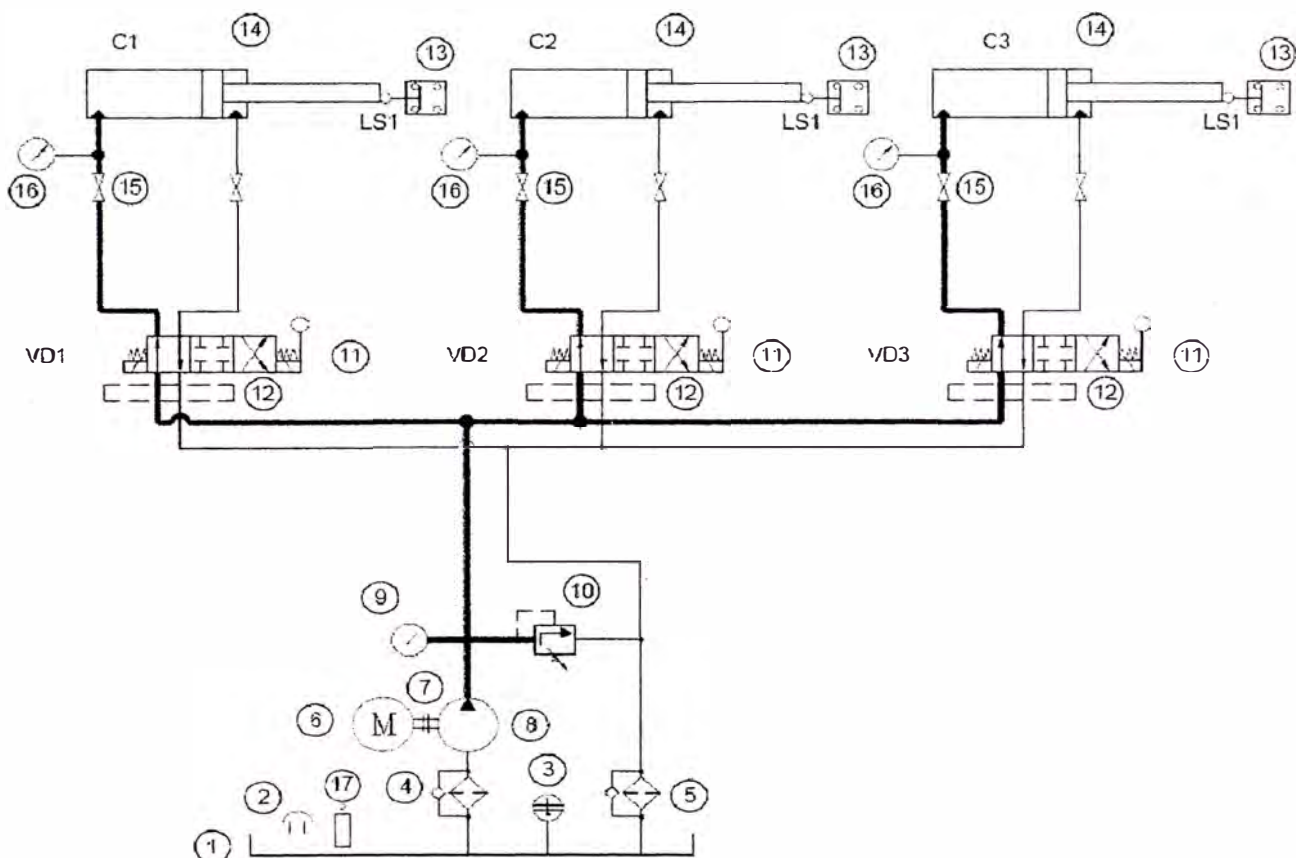


Figura N° 5.5

### 5.2.3 VALVULA ACCIONADA, VASTAGO ENTRANDO

Terminado el tiempo de filtrado, se acciona el comando eléctrico para desplazar la Válvula a la posición "b" (lado derecho).

Esta acción generara que el aceite ingrese al cilindro por el lado del vástago, y será desplazado hacia dentro del cilindro (vástago entrando).

Este proceso de retorno del vástago, descomprime las placas del Filtro Prensa, y comienza la separación de las placas.

#### CIRCUITO HIDRAULICO: VALVULA ACCIONADA ("b")

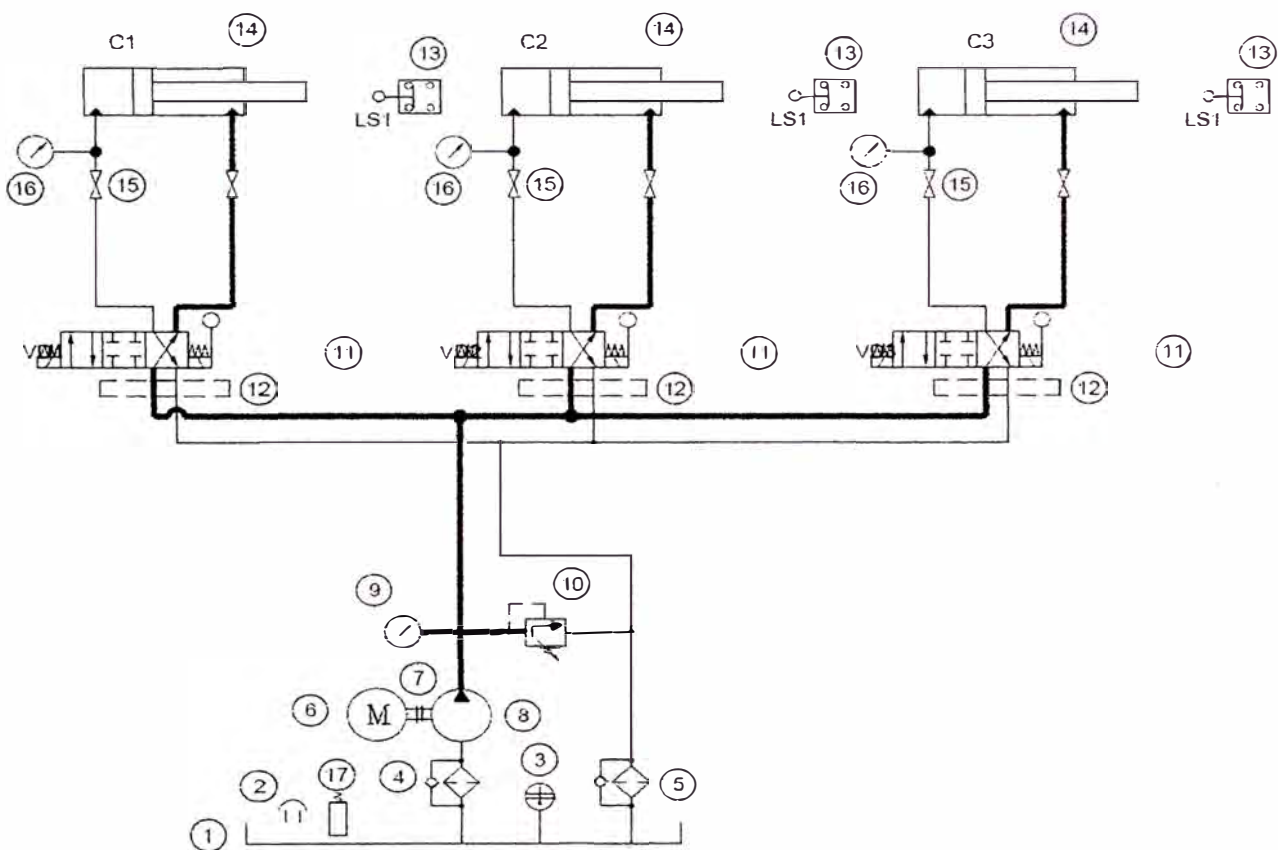


Figura N° 5.6

## **CAPITULO VI**

### **RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

#### **6.1 MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

- 6.1.1 Chequear diariamente el nivel de aceite antes de la puesta en marcha por medio del indicador de nivel y temperatura ubicado en un lado del tanque. Luego verificar el estado del filtro de retorno, mediante el indicador visual ubicado en la tapa del mismo.
- 6.1.2 Utilizar el aceite hidráulico señalado según la temperatura ambiental. Se recomienda el uso de aceite hidráulico ISO VG 37.
- 6.1.3 Chequear el grado de temperatura y nivel de aceite durante el funcionamiento.
  - Temperatura en el tanque : 50°C
  - Temperatura en la bomba y tuberías: 60°C
- 6.1.4 Cambiar los elementos del filtro de retorno cuando el manómetro indique la zona de color rojo (saturación).
- 6.1.5 Cambiar el aceite cada 300 horas de trabajo o cada 9 meses, cualquiera que ocurra primero. Para el cambio de aceite proseguir como sigue:
  - 6.1.5.1 Drenar el aceite del tanque sacando el tapón ubicado en la parte lateral inferior izquierda. Colocar recipientes adecuados para recibir el aceite y poder desecharlos adecuadamente.
  - 6.1.5.2 Sacar la tapa de mantenimiento y proceder a limpiar el interior del tanque.
  - 6.1.5.3 Examinar el filtro de succión, si está sucio o saturado reemplazar por uno nuevo.
  - 6.1.5.4 Colocar la tapa de mantenimiento, tener cuidado del o'ring de sellado.

- 6.1.5.5 Llenar el aceite nuevo por el tapón de llenado, Utilizar solo aceite nuevo de depósitos sellados para asegurar una calidad uniforme de aceite.

## 6.2 CAVITACION

Cuando un líquido fluye a través de una región donde la presión es menor que su presión de vapor, el líquido hierve y forma burbujas de vapor. Estas burbujas son transportadas por el líquido hasta llegar a una región de mayor presión, donde el vapor regresa al estado líquido de manera súbita, implotando bruscamente las burbujas. Este fenómeno se llama cavitación. Si las burbujas de vapor se encuentran cerca o en contacto con una pared sólida cuando cambian de estado, las fuerzas ejercidas por el líquido al aplastar la cavidad dejada por el vapor dan lugar a presiones localizadas muy alto, ocasionando picaduras sobre la superficie sólida. El fenómeno generalmente va acompañado de ruido y vibraciones, dando la impresión de que se tratara de grava que golpea con diferentes partes de la máquina.

Según se ha dicho, cuando, la corriente de un punto de una estructura o de una máquina alcanza una presión inferior a la presión de saturación de vapor, el líquido se evapora y se originan en el interior del líquido cavidades de vapor, de ahí el nombre de cavitación. En el interior del fluido existen, pues, zonas en que reina un gradiente fuerte de presiones que aceleran las burbujas y producen un impacto en el contorno (Venturis, bombas, turbinas, etc.).

En contraste con la ebullición, la cual puede ser causada por la introducción de calor o por una reducción de la presión estática ambiente del líquido, la CAVITACION es una

vaporización local del líquido, inducido por una reducción hidrodinámica de la presión.

### 6.3 DAÑO POR CAVITACION

El daño por cavitación es una forma especial de corrosión-erosión debido a la formación y al colapso de burbujas de vapor en un líquido cerca de una superficie metálica, que ocurre en las bombas y otras superficies sobre las cuales se encuentran líquidos de alta velocidad con cambios de presión.

Un daño por cavitación tiene un aspecto semejante a picaduras por corrosión, pero las zonas dañadas son más compactas y la superficie es más irregular en el caso de la cavitación. El daño por cavitación se atribuye parcialmente a efectos de desgaste mecánico. La corrosión interviene cuando el colapso de la burbuja destruye la película protectora, como se muestra esquemáticamente en las figuras 6,1 y 6,2, con los pasos siguientes:

- 1- Se forma una burbuja sobre la película protectora.
- 2- El colapso de la burbuja causa la destrucción local de la película.
- 3- La superficie no protegida del metal está expuesta al medio corrosivo y se forma una nueva película por medio de una reacción de corrosión.

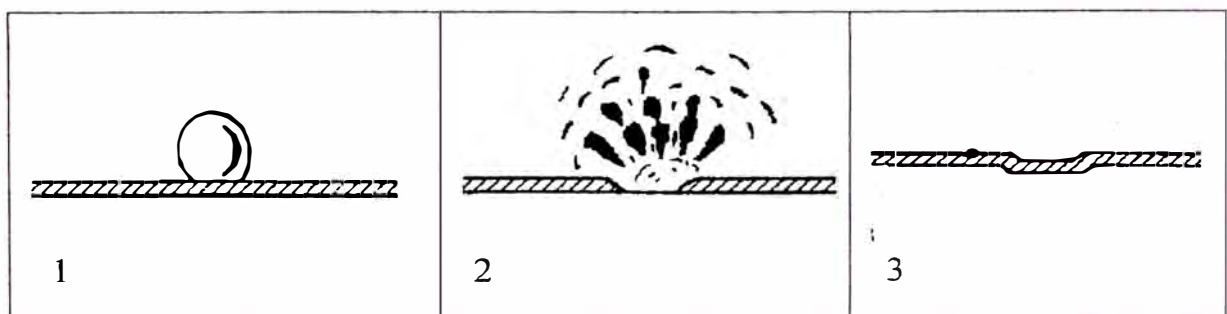


Figura Nº 6.1

- 4- Se forma una nueva burbuja en el mismo lugar, de la superficie irregular.
- 5- El colapso de la nueva burbuja destruye otra vez la película.
- 6- La película se forma de nuevo y el proceso se repite indefinidamente hasta formar huecos bastante profundos.

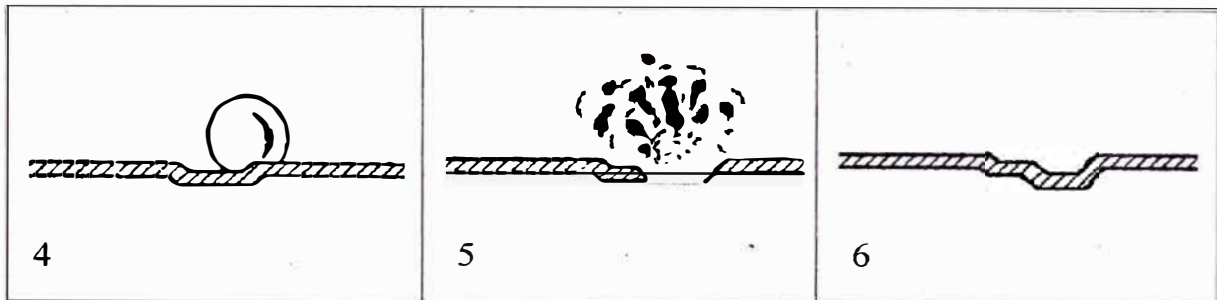


Figura N° 6.2

El mecanismo anterior también funciona sin la presencia de una película protectora, ya que la implosión de la burbuja ya es suficiente para deformar el metal plásticamente y arrancarle pedazos de material. Se acepta generalmente que la cavitación es un fenómeno de corrosión-erosión.

En forma general, es posible prevenir el daño por cavitación con los métodos descritos en la prevención de corrosión-erosión:

- Modificar el diseño para minimizar las diferencias de presión hidráulica en el flujo de medio corrosivo
- Seleccionar materiales con mayor resistencia a la cavilación.
- Dar un acabado de pulido a la superficie sujeta a efectos de cavilación, ya que es más difícil nuclear burbujas sobre una superficie muy plana
- Recubrimiento con hules o plásticos que absorben las energías de choque.



## **CAPITULO VII**

### **ESTRUCTURA DE COSTOS**

La estructura de costos del sistema hidráulico comprende los costos de ingeniería, los materiales de producción, la mano de obra de producción, los materiales y la mano de obra de instalación, todos los valores se encuentran expresados en dólares americanos (\$).

El costo hora de ingeniería es 20 \$/hr.

El costo hora de operarios es 12 \$/hr.

#### **7.1 COSTOS DE INGENIERIA**

##### **7.1.1 DISEÑO MECANICO**

El costo del diseño mecánico comprende los cálculos del sistema hidráulico y de las estructuras.

Para el cálculo del sistema hidráulico se empleo 16 hr.

Para el cálculo del diseño estructural del tanque y cilindros, se empleo 16 hr.

$$\text{Costo del sistema hidráulico} = 16 \text{ hr} \times 20 \text{ \$/hr} = 320 \text{ \$}$$

$$\text{Costo de diseño estructural} = 16 \text{ hr} \times 20 \text{ \$/hr} = 320 \text{ \$}$$

$$\text{Costo total de diseño mecánico} = 320 + 320 = 640 \text{ \$}$$

##### **7.1.2 DISEÑO ELECTRICO**

El costo del diseño eléctrico comprende los cálculos del sistema eléctrico de arranque del motor y del sistema eléctrico de control.

Para el cálculo del sistema eléctrico se empleo 8 hr.

$$\text{Costo total de diseño eléctrico} = 8 \text{ hr} \times 20 \text{ \$/hr} = 160 \text{ \$}$$

### 7.1.3 RESUMEN DE COSTOS DE INGENIERIA

Costo total de diseño mecánico = 640 \$

Costo total de diseño eléctrico = 160 \$

Costo total de ingeniería = 640 + 160 = 800 \$

## 7.2 COSTOS DE FABRICACION

### 7.2.1 COSTOS DE MATERIALES

#### 7.2.1.1 C. MATERIALES DEL CILINDRO HIDRAULICO

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIT. \$	PRECIO TOTAL
0,59	m	Tubo Lapeado Ø 160 x Ø 140	401,20	236,71
0,70	m	Barra cromada Ø 80	334,55	234,19
2,00	Und	Conector	10,00	20,00
1,00	Kit	Kit de sellos	160,00	160,00
35,30	Kg.	Barra de acero Ø 230 x 1115 mm	4,80	169,44
9,20	Kg.	Barra de acero Ø 160 x 60 mm	4,80	44,16
9,70	Kg.	Barra de acero Ø 140 x 115 mm	4,80	46,56
22,10	Kg.	Plancha acero 2" x 280 x 280mm	4,80	106,08
0,50	Kg.	Barra hexagonal 20mm	4,80	2,40
16,00	Und	Pernos socket Ø 5/16" x 2 1/2" UNC	0,40	6,40
12,00	Und	Pernos socket Ø 3/8" x 3 1/2" UNC	0,80	9,60
0,50	Kg.	Barra de acero Ø 1 1/2" x 50 mm	4,80	2,40
0,70	Kg.	Soldadura especial	16,00	11,20
0,13	Gal	Pintura	95,00	12,35
1,00	Kit	Thinner, trapo, pintura base	16,00	16,00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>1077,48</b>

Costo Total Materiales de 01 C.H. = 1077,48 \$

Costo Total Materiales de 03 C.H. = 3232,44 \$

### 7.2.1.2 C. MATERIALES DEL TANQUE HIDRAULICO

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIT. \$	PRECIO TOTAL
15,20	Kg.	Plancha ASTM A36 1/4"	1,74	26,51
60,20	Kg.	Plancha ASTM A36 3/16"	1,76	105,95
4,09	Kg.	Soldadura	4,80	19,63
0,25	Gal	Pintura base	45,00	11,25
0,50	Gal	Pintura acabado	95,00	47,50
1,00	Kit	Thinner, trapo	12,00	12,00
1,00	Unid	Tapa de mantenimiento	48,00	48,00
<b>SUB TOTAL</b>				270,84

Costo Total Materiales de Tanque H. = 270,84 \$

### 7.2.1.3 C. MATERIALES DEL TABLERO DE CONTROL

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIT. \$	PRECIO TOTAL
1	UNID	Tablero 400x300x200	85,00	85,00
1	UNID	Interruptor Autoático 3x20A	77,00	77,00
1	UNID	Contacto Tripolar 3x18A	39,00	39,00
1	UNID	Relé Termico 12-18A	38,00	38,00
5	UNID	Rele 11 Pines con base 220VAC	16,00	80,00
10	UNID	Pulsador	13,50	135,00
1	UNID	Parada de Emergencia	27,00	27,00
1	UNID	Transformador 150VA 440V/220V	55,00	165,00
10	UNID	Piloto de señalización con LED	21,00	252,00
1	UNID	Acc. Varios de Montaje	60,00	60,00
				958,00

Costo Total Materiales de Tablero E. = 958,00 \$

#### 7.2.1.4 C. MATERIALES DE LA U.P.H. (ACCESORIOS)

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIT. \$	PRECIO TOTAL
1	UND	Bomba Engranajes Interiores 10,9 CCR	657,25	657,25
1	UND	Acoplamiento GET 38-45 A-B	57,20	57,20
1	UND	Filtro Succión 1" NPT 140 µm c/check	28,22	28,22
1	UND	Elemento Filtro RF 014 G - 10 µm	87,62	87,62
1	UND	Cabeza Filtro Retorno 3/4" NPT 60 L/min	145,48	145,48
1	UND	Manómetro Filtro de Retorno	47,52	47,52
2	UND	Manómetro c/glicerina 0-340 BAR 1/4" NPT	28,22	56,43
3	UND	Válvula 4/3 - NG06 Centro Cerrado	282,24	846,71
1	UND	Válvula Cartucho Limitadora 10 - 315 Bar	67,71	67,71
3	UND	Base de Válvula	55,61	166,84
1	UND	Indicador de Nivel y Temperatura 5"	27,79	27,79
1	UND	Respiradero y Tapón de Llenado 416 L/min	19,17	19,17
1	UND	Switch de Nivel, 150 PSIG	49,50	49,50
3	UND	Final de Carrera	38,50	115,50
3	UND	Válvula Bola Acero DN 13; 500 Bar	37,36	112,07
9	KIT	Tuberías y Accesorios de Conexión	165,00	1485,00
1	UND	Motor Eléctrico 15 HP IP55 3Ø 1800 RPM	538,84	538,84
1	UND	Brida Motor Eléctrico 132 FF	51,88	51,88
1	UND	Campana Ø 110 Bomba-Motor	35,00	35,00
20	m	Manguera Hidráulica Ø 1/2"	6,05	133,10
90	L	Aceite Hidráulico	3,21	289,08
<b>SUB TOTAL</b>				<b>5017,89</b>

Costo Total Materiales de U.P.H. = 5017,89 \$

#### 7.2.1.5 COSTO TOTAL DE MATERIALES

Costo Total Materiales de 03 C.H. = 3232,44 \$

Costo Total Materiales de Tanque H. = 270,84 \$

Costo Total Materiales de Tablero E. = 958,00 \$

Costo Total Materiales de la U.P.H. = 5017,89 \$

Costo Total Materiales = 3232,44 \$ + 270,84 \$ + 958,00 \$ + 5017,89 \$

Costo Total Materiales = 9479,17 \$

### 7.2.2 COSTOS MANO DE OBRA

Costo Total M. O. 03 C.H. = 1566,00 \$

Costo Total Mano de obra del T.H. = 270,25 \$

Costo Total Mano de obra de U.P.H. = 570,00 \$

Costo Total Mano de Tablero E. = 60,00 \$

Costo Total M.O. = 1566,00 \$ +270,25 \$+570,00 \$ + 60,00 \$ = 2466,25 \$

### 7.2.3 EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTA

Los equipos y/o herramientas usadas en las labores de producción, así como el consumo de energía eléctrica se considera en 2,5% del costo de mano de obra.

### 7.2.4 RESUMEN DE COSTOS DE FABRICACION

DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL
Costo total de materiales	9479,17
Costo total de M. O.	2466,25
Equipamiento y herramientas (2,5% de M. O.)	61,70
<b>COSTO TOTAL DE FABRICACION ( \$ )</b>	<b>12 007,12</b>

### 7.3 COSTOS DE MONTAJE E INSTALACION

#### 7.3.1 COSTOS DE MATERIALES Y PREPARACION

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIT. \$	PRECIO TOTAL
18	UNID.	Soporte de tubería OD13	4,50	81,00
<b>SUB TOTAL</b>				81,00

#### 7.3.2 COSTOS DE MANO DE OBRA

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIT. \$	PRECIO TOTAL
16,0	Hr	Supervisor	15,00	240,00
16,0	Hr	Técnico Hidráulico (01)	12,00	192,00
12,0	Hr	Técnico Eléctrico (01)	12,00	144,00
32,0	Hr	Ayudantes (02)	7,00	224,00
<b>SUB TOTAL</b>				500,00

#### 7.3.3 EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTA

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIT. \$	PRECIO TOTAL
1,0	UNID.	Uso de Equipos y Herramientas	100	100,00
<b>SUB TOTAL</b>				100,00

#### 7.3.4 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIT. \$	PRECIO TOTAL
4,0	Hr	Supervisor	15,00	60,00
16,0	Hr	Técnico Hidráulico (01)	10,00	160,00
4,0	Hr	Técnico Eléctrico (01)	10,00	40,00
16,0	Hr	Ayudantes (01)	5,00	80,00
<b>SUB TOTAL</b>				340,00

### 7.3.5 RESUMEN DE COSTOS DE INSTALACION

DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL \$
Materiales y preparación	81,00
Mano de Obra	500,00
Equipamiento y herramientas	100,00
Pruebas y puesta en servicio	340,00
<b>COSTO TOTAL DE MONTAJE E INSTALACION</b>	<b>1.021,00</b>

### 7.4 RESUMEN GENERAL DE COSTOS

DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL \$
<b>COSTO TOTAL DE INGENIERIA</b>	<b>800,00</b>
<b>COSTO TOTAL DE FABRICACION</b>	<b>12 007,12</b>
<b>COSTO TOTAL DE MONTAJE E INSTALACION</b>	<b>1.021,00</b>
<b>COSTO GENERAL</b>	<b>13 828,12</b>

## CONCLUSIONES

En el desarrollo del presente Informe de Suficiencia se ha tratado básicamente sobre Oleohidráulica, el proyecto descrito se ejecuto y esta operativo, de ello recojo algunas de las siguientes conclusiones:

1. Es de vital importancia el buen entendimiento de la teoría Oleohidráulica para realizar diseños de sistemas hidráulicos fiables y económicos.
2. Las buenas aplicaciones de sistemas hidráulicos en la industria en general están íntimamente ligadas a las bases teóricas.
3. En la actualidad los diseños eficientes están muy relacionados con la información disponible, los catálogos y manuales de los fabricantes de partes y/o elementos hidráulicos, que nos ayudan mucho a decidir sobre la selección de los componentes a emplearse.
4. Tan importante como el diseño del sistema hidráulico, es el recojo de información básica sobre la necesidad del mismo, y es aquí donde influyen los parámetros de diseño solicitados y que han de contrastarse con los ofrecidos.

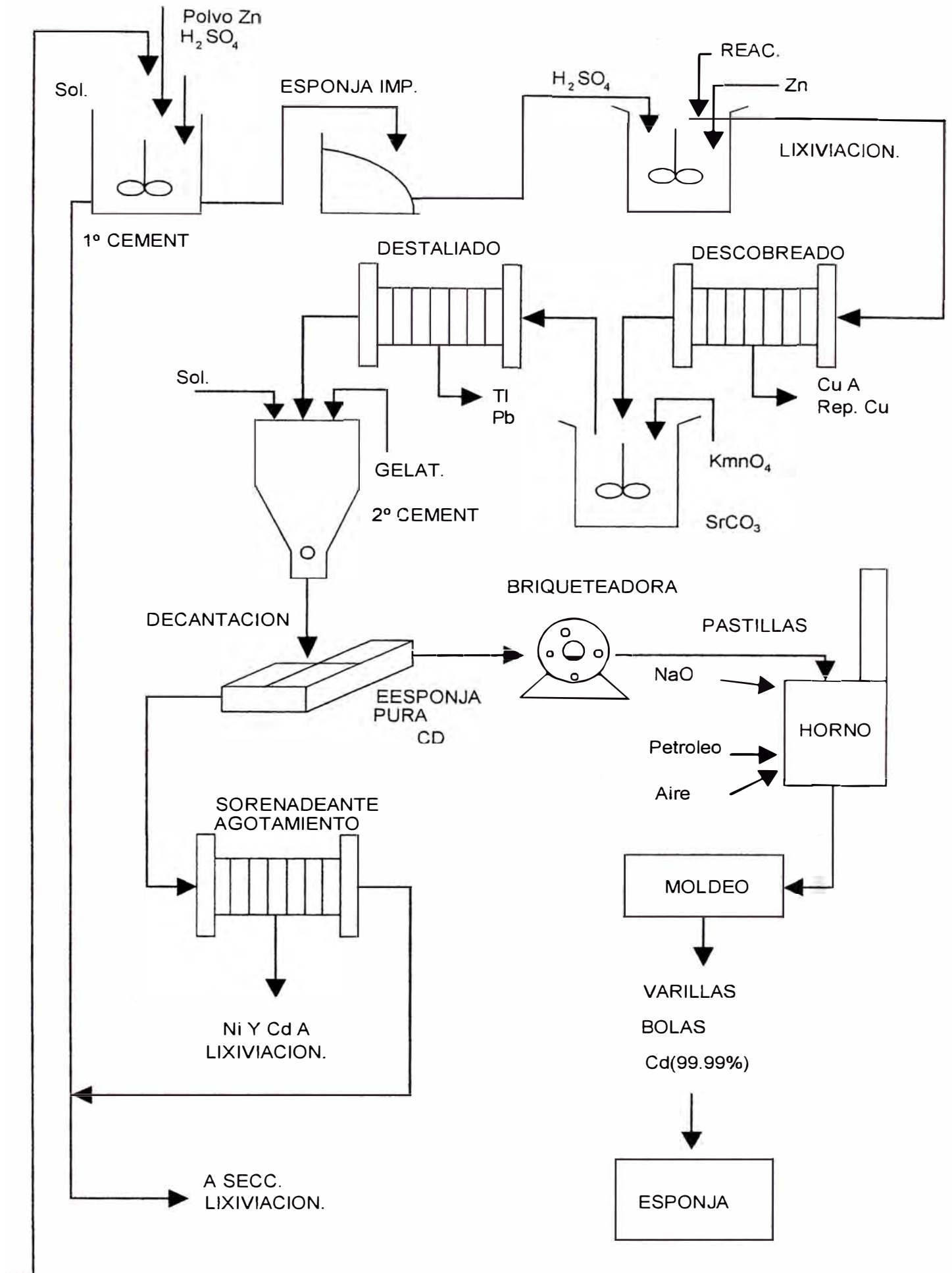


5. Si bien es cierto que los sistemas hidráulicos, logran desarrollar grandes fuerzas, es necesario cuantificar las necesarias para cada solicitud, así estaremos seguros de haber diseñado eficiente y económicamente un proyecto.
6. Debemos siempre tener sumo cuidado con los componentes del sistema hidráulicos, desde el mantenimiento como en la operación de las mismas. Jamás operemos un comando, interruptor o válvula si no sabemos qué función cumple y cuál será su desplazamiento.
7. Antes de iniciar el funcionamiento de un equipo hidráulico debemos revisar el nivel de aceite; también es muy importante verificar que no se estén produciendo fugas de aceites por las uniones; si es así se debe corregir antes de hacer funcionar el equipo.
8. También es de sumo cuidado tener en cuenta los estados del circuito eléctrico, prestando interés a las lámparas indicadoras de estado.



## **PLANOS**

<b>PLANO N°1</b>	<b>ESQUEMA DEL PROCESO DE OBTENCION DEL CADMIO</b>
<b>PLANO N°3</b>	<b>DIAGRAMA HIDRAULICO</b>
<b>PLANO N°3</b>	<b>CILINDRO HIDRAULICO</b>
<b>PLANO N°4</b>	<b>UNIDAD HIDRAULICA</b>

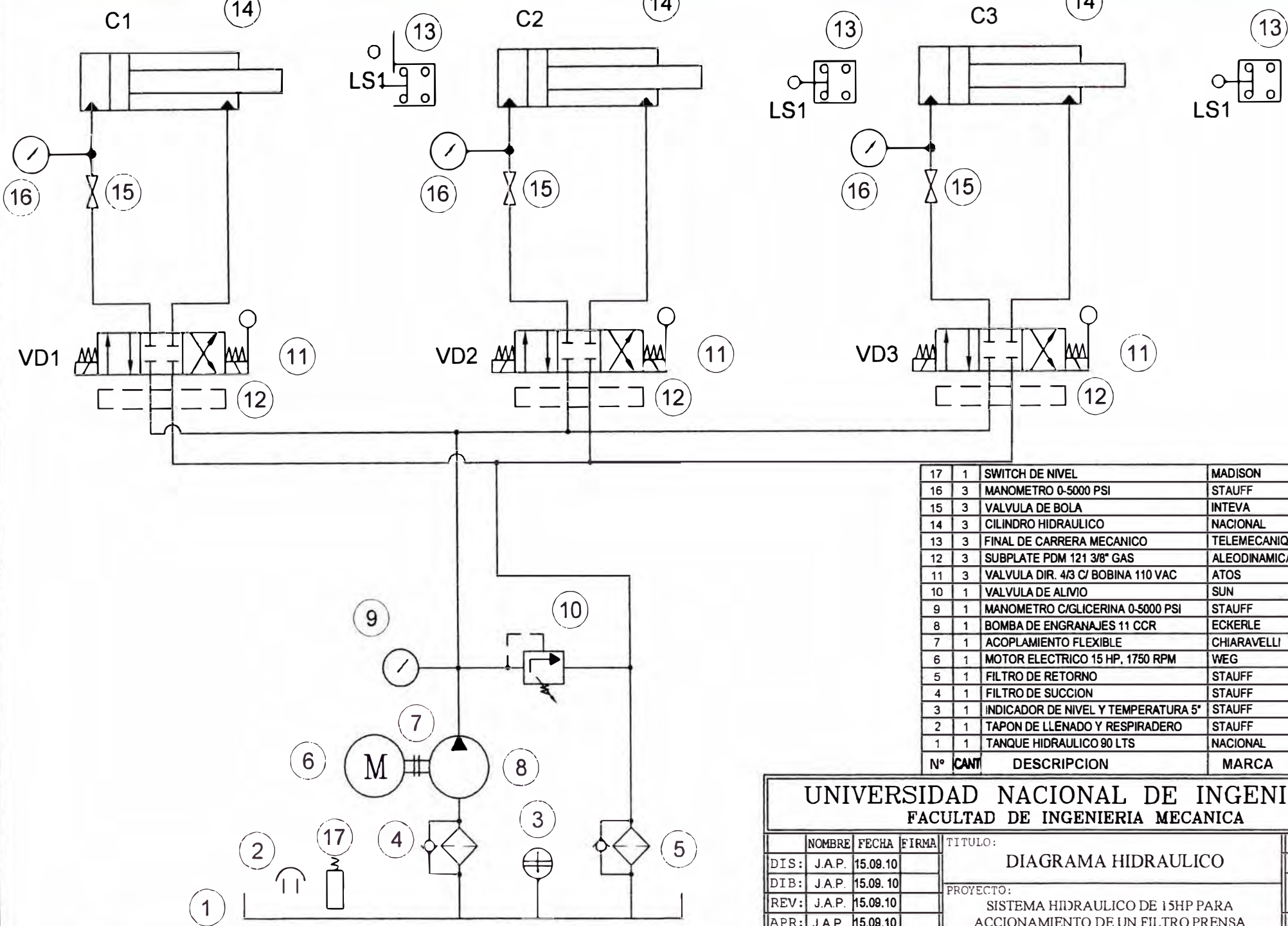


ESQUEMA DEL PROCESO DE OBTENCION DEL CADMIO

FILTRO PRENSA N°1

FILTRO PRENSA N°2

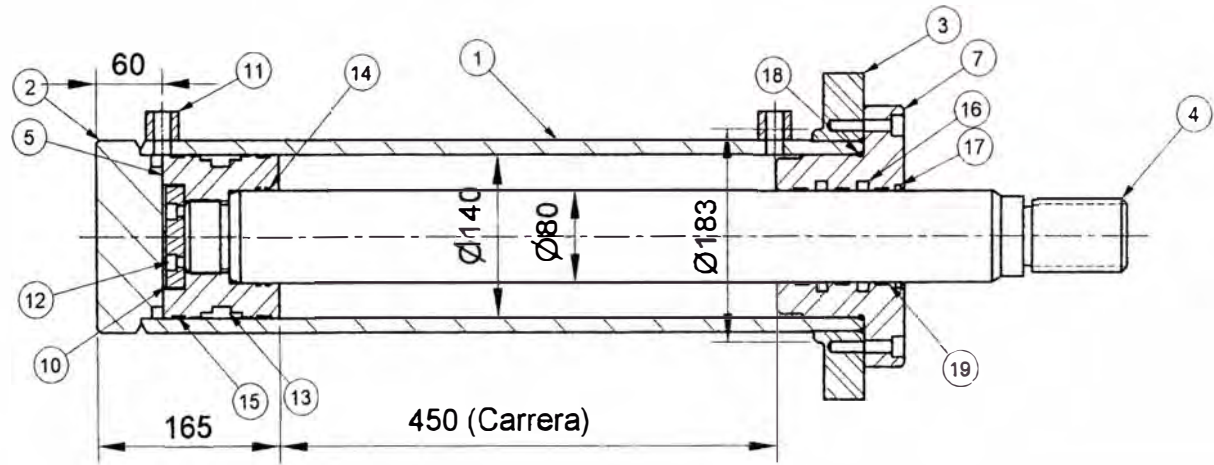
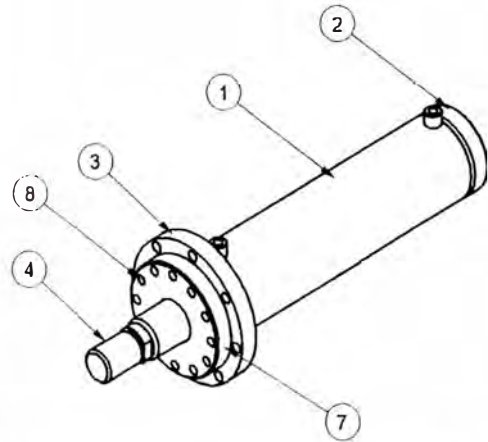
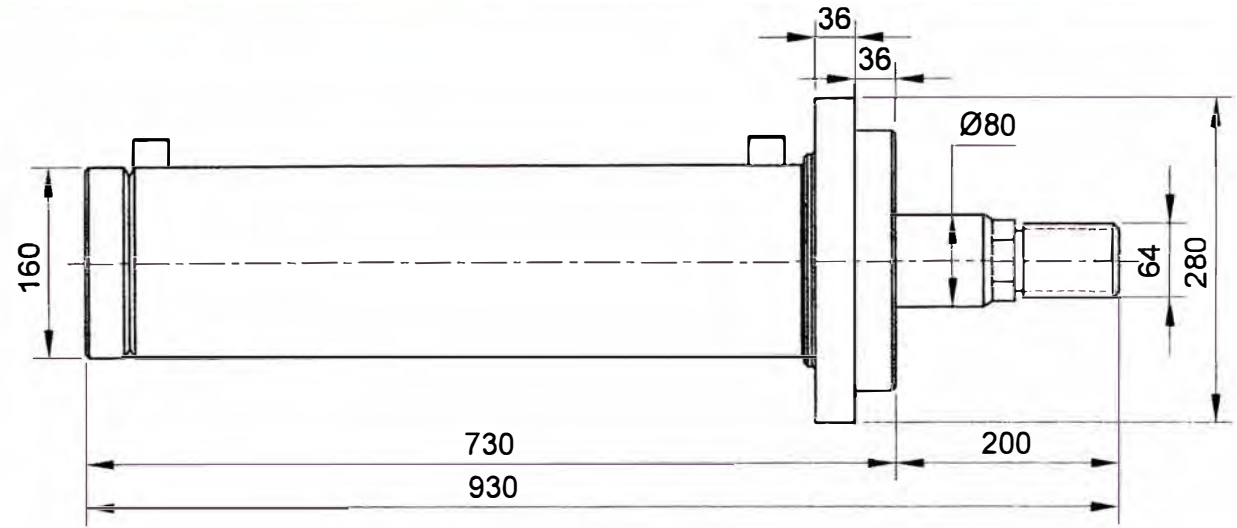
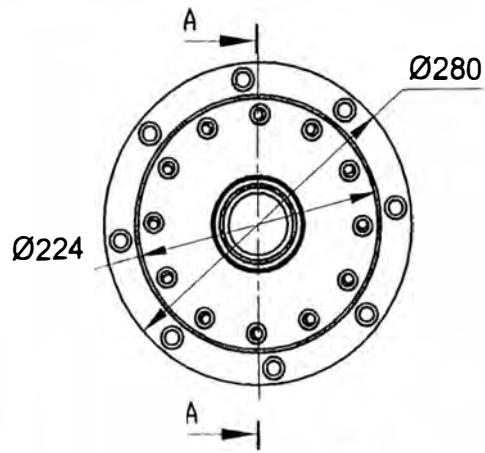
FILTRO PRENSA N°3



N°	CANT	DESCRIPCION	MARCA	OBSERVACION
17	1	SWITCH DE NIVEL	MADISON	
16	3	MANOMETRO 0-5000 PSI	STAUFF	
15	3	VALVULA DE BOLA	INTEVA	
14	3	CILINDRO HIDRAULICO	NACIONAL	
13	3	FINAL DE CARRERA MECANICO	TELEMECANIQUE	
12	3	SUBPLATE PDM 121 3/8" GAS	ALEODINAMICA	
11	3	VALVULA DIR. 4/3 C/ BOBINA 110 VAC	ATOS	
10	1	VALVULA DE ALMIO	SUN	
9	1	MANOMETRO C/GLICERINA 0-5000 PSI	STAUFF	
8	1	BOMBA DE ENGRANAJES 11 CCR	ECKERLE	
7	1	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	CHIARAVELLI	
6	1	MOTOR ELECTRICO 15 HP, 1750 RPM	WEG	
5	1	FILTRO DE RETORNO	STAUFF	
4	1	FILTRO DE SUCCION	STAUFF	
3	1	INDICADOR DE NIVEL Y TEMPERATURA 5"	STAUFF	
2	1	TAPON DE LLENADO Y RESPIRADERO	STAUFF	
1	1	TANQUE HIDRAULICO 90 LTS	NACIONAL	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

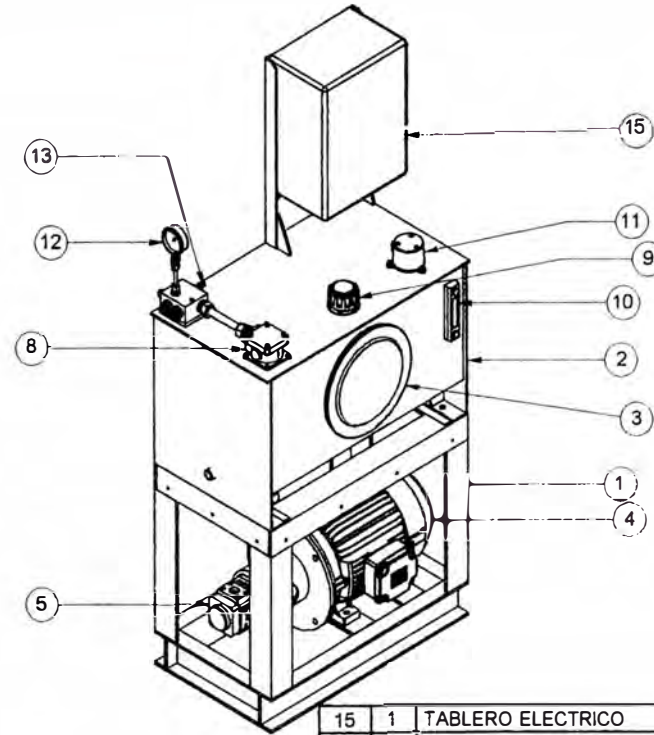
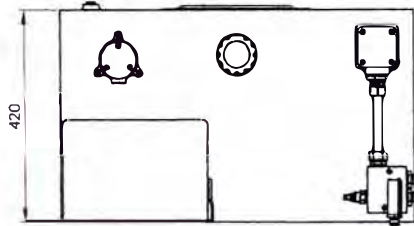
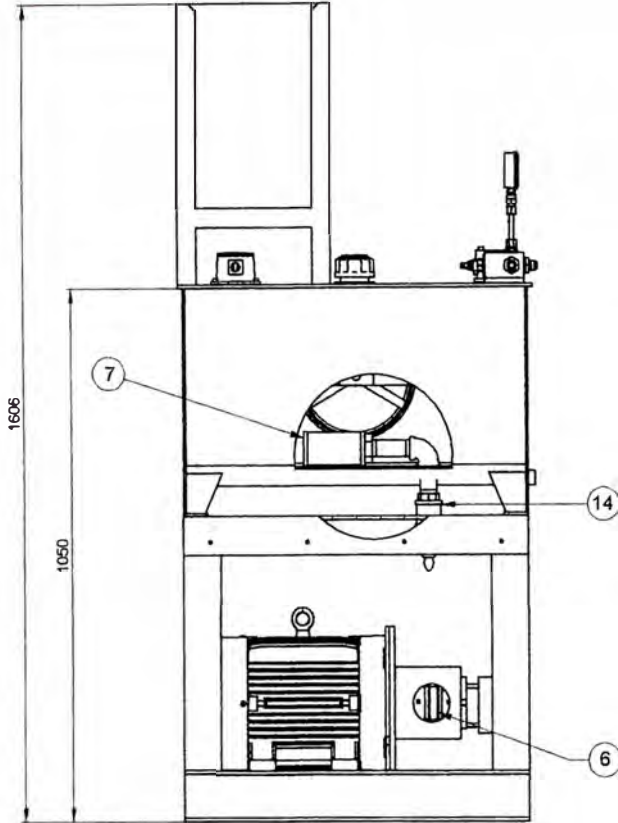
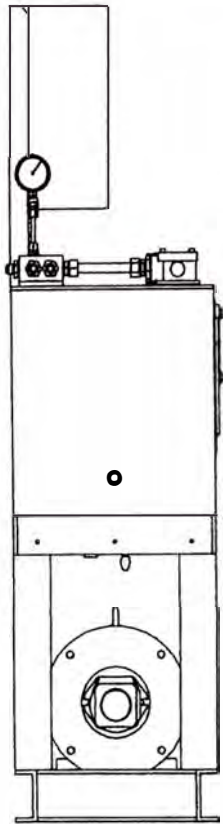
DIS:	J.A.P.	15.09.10	FIRMA	TITULO:	DIAGRAMA HIDRAULICO	PLANO N°: 01
DIB:	J.A.P.	15.09.10		PROYECTO:	SISTEMA HIDRAULICO DE 15HP PARA ACCIONAMIENTO DE UN FILTRO PRENSA	HOJA N°: 01
REV:	J.A.P.	15.09.10				ESCALA: S/E
APR:	J.A.P.	15.09.10				



SECCIÓN A-A

Nº	CANT	DESCRIPCION	MATERIAL
18	8	PERNO SOCKET	Ø3/8"x3 UNC
17	12	PERNO SOCKET	Ø5/16"x2 1/2 UNC
16	2	BOCINA ROSCADA	ACERO
15	2	O-RING PARA PISTON	NITRILO
14	1	CILINDRO	TUBO LAPEADO Ø160xØ140
13	1	O-RING PARA BRIDA	NITRILO
12	1	BRIDA	PL. 2" ASTM A36
11	1	TAPA DELANTERA	Ø230x115mm
10	2	SELLO PARA VASTAGO	NITRILO
9	1	RASCADOR	NITRILO
8	1	VASTAGO	BARRA CROMADA Ø80
7	1	GUIA PARA VASTAGO	NEOPRENE
6	1	SELLO PARA PISTON	NITRILO
5	4	GUIA PARA PISTON	NITRILO
4	1	TAPA PARA EMBOLO	BARRA RED. ACERO H Ø90
3	2	PERNO SOCKET	Ø3/16"x3/4 UNF
2	1	EMBOLO	FUNDICION SAE 1020
1	1	TAPA POSTERIOR	PL. 2 1/2" ASTM A36

NOMBRE	FECHA	FIRMA	TITULO:	PLANO N°: 01
DIS: J.A.P.	15.09.10		<b>CILINDRO HIDRAULICO</b> PROYECTO: SISTEMA HIDRAULICO DE 15HP PARA ACCIONAMIENTO DE UN FILTRO PRENSA	HOJA N°: 01
DIB: J.A.P.	15.09.10			
REV: J.A.P.	15.09.10			
APR: J.A.P.	15.09.10			<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>



15	1	TABLERO ELECTRICO	NACIONAL	
14	1	VALVULA BOLA 1" NPT	INTEVA	
13	1	VALVULA DE ALIMO	SUN	
12	1	MANOMETRO	STAUFF	
11	1	SWITCH DE NIVEL	MADISON	
10	1	INDICADOR DE NIVEL	STAUFF	
9	1	TAPON DE LLENADO	STAUFF	
8	1	FILTRO RETORNO	STAUFF	
7	1	FILTRO SUCCION	STAUFF	
6	1	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	CHIARAVELLI	
5	1	BOMBA HIDRAULICA	ECKERLE	
4	1	MOTOR ELECTRICO	WEG	
3	1	TAPA DE MANTENIMIENTO	NACIONAL	
2	1	TANQUE DE 90 LTS	NACIONAL	
1	1	ESTRUCTURA DE SOPORTE	NACIONAL	
N°	CANT	DESCRIPCION	MARCA	OBSERVACION

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	TITULO:	PLANO N°: 01
DIS:	J.A.P.	15.09.10		UNIDAD HIDRAULICA	HOJA N°: 01
DIB:	J.A.P.	15.08.10		PROYECTO: SISTEMA HIDRAULICO DE 15HP PARA ACCIONAMIENTO DE UN FILTRO PRENSA	
REV:	J.A.P.	15.09.10			ESCALA: S/E
APR:	J.A.P.	15.09.10			

## **APENDICE**



Tubería de aspiración		Tubería de presión		Tubería de retorno
Viscosidad cinemática $\nu$ en mm <sup>2</sup> /s	$w$ en m/s	presión $p$ en bar	$w$ en m/s	$w$ en m/s
150	0,6	25	2,5 bis 3	1,7 bis 4,5
100	0,75	50	3,5 bis 4	
50	1,2	100	4,5 bis 5	
30	1,3	200	5 bis 6	
		> 200	6	
		Con $\nu =$ 30 hasta 150 mm <sup>2</sup> /s		

Tabla 41: Valores recomendados para velocidades de flujo en tuberías de sistemas hidráulicos

	10	100
	12	125
	15	150
	20	200
	25	250
3	32	300 350
4	40	400 450
5	50	500
6	65	600 700
8	80	800 900

Tabla 42: Diámetros nominales (DN) de tuberías según DIN 2402 (extracto)

República Federal Alemana			Gran Bretaña		Estados Unidos		Francia	
Denominación del material	Nº del material	Norma	Denominación del material	Norma	Denominación del material	Norma	Denominación del material	Norma
St 37.4	1.0255	DIN 1630	CDS 23	BS 3602	A	ASTM A53	—	—
St 52.4	1.0581	DIN 1630	HFS 23	BS 1775	3	ASTM A252	—	—
St 35	1.0308	DIN 2391	CDS 3	BS 980	1010	ASTM A519	Tu 37-b	PRA 49-310
St 37.0	1.0254	DIN 1626	ERW 360	BS 3601	A	ASTM A53	Tu 37-b	A 49.112
X6CrNiMoTi 17122	1.4571	DIN 17 458	320 S17	BS 970 P.4	316Ti	AISI	Z8CNDT 17-12	A 35-572
X6CrNiTi 1810	1.4541	DIN 17 458	321 S12	BS 970 P.4	321	AISI	Z6CNDT 18-11	A 35-572

Tabla 43: Materiales de uso preferencial según normas nacionales y extranjeras

En caso de emplear tubos con soldadura, a raíz de las posibles altas presiones solamente deberían emplearse aquellos que han sido fabricados según prescripciones de calidad (Grupo de calidad 2) y posean una calidad de la soldadura de 1. No pueden emplearse tubos soldados para racores con casquillo de filo cortante y racores rebordeados. En el *Tabla 43* se ha realizado una comparación de los materiales de tubos más utilizados en hidráulica de acuerdo con normas nacionales y extranjeras. También se han incluido aceros inoxidables para tubos de precisión según DIN 2463 [7]. Los materiales de origen extranjero equivalen a los alemanes y deberán emplearse según las prescripciones.

Por lo general para el empleo de tubos con alta presurización se necesita un certificado de fábrica según DIN 50049-3.1B [8]. No se recomienda el empleo de tubos de "calidad comercial", ya que poseen un rango de presión limitado y habrá que considerar coeficientes de seguridad elevados.

## 4 Presiones nominales

La presión nominal de tuberías y partes de tuberías es la característica para un rango de presión en el cual se han resumido partes de igual terminación e iguales medidas de conexión. Los rangos de presión han sido escalonados según números normalizados en DIN 2401, parte 1 [9] (*Tabla 44*). La indicación de la presión nominal (abreviatura PN) se ha hecho sin la dimensión "bar". El valor numérico de la presión nominal corresponde a la máxima presión utilizable a una temperatura de referencia de °C.

1	10	100	1000
1,6	16	160	1600
2,5	25	250	2500
4	40	400	4000
6	63	630	6300

Tabla 44: Rangos de presión (PN) de tuberías según DIN 2401, parte 1

## Cálculo del espesor de pared

El cálculo del espesor de pared requerido para una tubería en general puede realizarse según DIN 2413 [10] para un caso de carga predeterminada o, según la Hoja de instrucción AD-B1 [11], como parte de un recipiente a presión de recepción obligatoria. Los fundamentos para dichos cálculos rigen para sistemas de tuberías que se ponen en servicio en el país o que, al ser montados en el extranjero, sean reconocidos por la sociedad de recepción correspondiente. En la *Tabla 45* se han representado las ecuaciones para calcular el grosor de pared según las prescripciones mencionadas. Los coeficientes de seguridad  $S$  contenidos en las ecuaciones (3) a (6) y las calidades de soldadura  $v$  pueden extraerse de las *Tablas 46 y 47*. También se encuentran en la *Tabla 46* los valores característicos de resistencia  $K$ , que deberán utilizarse en las ecuaciones respectivas.

Las ecuaciones según DIN 2413 están sujetas a la exigencia de que, a causa de la presión de servicio, no se produzca flujo de material en la fibra interior más solicitada del tubo.

Aquí se diferencian tres casos de cargas:

- Campo de aplicación I  
Carga predominantemente estática hasta una temperatura máxima de 120 °C
- Campo de aplicación II  
Carga predominantemente estática superior a 120 °C (bajo ciertas circunstancias puede emplearse para temperaturas inferiores a 120 °C)
- Campo de aplicación III  
Carga pulsátil.

En los casos I y II se parte básicamente de una carga estática para la cual no deberán superarse determinados valores límites del número de ciclos de carga. Bajo ciclos de carga se entienden cambios de presión con gran amplitud en las fluctuaciones de presión, como por ejemplo en caso de arranque y descenso del sistema hidráulico. En los *Tablas 48 y 49* se han indicado los valores límites de ciclos de carga en función de la resistencia a la tracción  $R_m$  y la tensión admisible  $K/S$  para dos tubos de acero de diferente fabricación. En los valores de ciclos de carga que se encuentran por encima de los valores límites de ciclos de carga, se realiza en primer lugar el cálculo del grosor de pared para sollicitación estática.

Prescripción para el cálculo	Límites de empleo	Tipo de carga	Ecuación para el grosor de pared calculado
DIN 2413	$d_a/d_i \leq 1,7$ Temperatura $\leq 120$ °C	I, preferentemente estática	$s_v = \frac{d_i \cdot p}{20 \frac{K}{S} \cdot v - 2p} \quad (3)$
DIN 2413	a) $d_a/d_i \leq 1,7$ Temperatura $> 120$ °C b) $d_a/d_i \geq 1,1$ y $\leq 1,7$ Temperatura $< 120$ °C	II, preferentemente estática	$s_v = \frac{d_i \cdot p}{(20 \frac{K}{S} - p) \cdot v} \quad (4)$
DIN 2413	$d_a/d_i \leq 1,7$	III, pulsatoria	a) $s_v$ según ecuación (3) b) $s_v = \frac{d_i \cdot (\hat{p} - \check{p})}{20 \frac{K}{S} - 3 \cdot (\hat{p} - \check{p})} \quad (5)$ $s_{v, \max}$ emplear de a) y b)
Hoja de instrucción AD-B1	$d_a/d_i \leq 1,2$ ó $d_a \leq 200$ mm y $d_a/d_i \leq 1,7$	preferentemente estática	$s_v = \frac{d_i \cdot p}{20 \frac{K}{S} \cdot v - p} \quad (6)$ $s_{v, \min} = 2$ mm

Tabla 45: Fundamentos para realizar los cálculos según DIN 2413 y Hoja de instrucción AD-B1

Prescripción para el cálculo	Valor característico de resistencia $K$	Alargamiento de ruptura $A_5$	Coefficiente de seguridad para tubos con certificado de recepción según DIN 50049 $S$
DIN 2413 Campo de aplicación I	$R_{p0.2}$ a 20 °C	≥ 25 % 20 % 15 %	1,5 1,6 1,7
DIN 2413 Campo de aplicación II	a) Valor mínimo de $R_{p0.2}^{*)}$ y $R_{m/2 \cdot 10^5}$ a temperatura de cálculo		1,5
	b) $R_{p0.2}$ a 20 °C	≥ 25 % 20 % 15 %	1,6 1,7 1,8
DIN 2413 Campo de aplicación III	$\sigma_{Sch}$		1,5
Hoja de instrucción AD-B1	$R_{p0.2}$ ó $R_{m/10^5}$ a temperatura de cálculo según hoja de instrucción AD-W4		1,5
*) Para tubos de 1.4571 ó 1.4541 $R_{p1}$ puede insertarse a temperatura de cálculo			

Tabla 46: Fundamentos para el cálculo según DIN 2413 y Hoja de instrucción AD-B1

Tubos	Material según	Pruebas	Factor de calidad $v$
Para empleo general (calidad comercial) DIN 1626	DIN 17 100 Rango de calidad 1	sin admisión por parte de la empresa	0,5
		con admisión por parte de la empresa	0,7
Con prescripciones de calidad DIN 1626	DIN 17 100 Rango de calidad 2	sin prueba de suministro	0,8
		con prueba de suministro	0,9
Con prescripciones de calidad especiales*	por lo menos DIN 17 100 Rango de calidad 2	pruebas especiales, ante todo control indestructible de soldadura, 100 %	1,0
* Como tubos con soldadura longitudinal, éstos deberán emplearse preferentemente en el ámbito de fluidos por las posibles presiones.			

Tabla 47: Calidad de la soldadura en tubos con soldadura longitudinal según DIN 2413

Además habrá que realizar el cálculo para el caso III, pero se considerarán solamente los ciclos de carga con la misma amplitud de fluctuación de presión, entre la presión máxima  $\beta$  y la presión mínima  $p$ . De ambos cálculos se empleará el grosor de pared que resulte mayor. No es posible calcular el grosor de pared según las ecuaciones indicadas para tuberías que están expuestas a una gran amplitud de fluctuación de presión en intervalos irregulares. En estos casos habrá que realizar estudios especiales que básicamente tratarán de comprobar los deterioros esperados durante el servicio.

A diferencia de una sollicitación estática, en caso de carga dinámica deberán incluirse los valores característicos correspondientes para la resistencia. La forma más sencilla de obtener dichos valores para una sollicitación pulsátil de presión interna es a partir del Diagrama Wöhler. En el Diagrama 55, en el cual se ha representado esquemáticamente el Diagrama Wöhler, se puede observar que el cálculo del grosor de pared bajo sollicitación dinámica se puede realizar en el rango de la resistencia temporaria o de la resistencia constante. Aquí cabe observar que la resistencia a la fatiga está unida a los ciclos de carga, por lo cual el cálculo del grosor de la pared solamente es válido para ese valor de ciclos de carga.

lculo y dimensionamiento de tuberías en sistemas hidráulicos

Tensión admisible K/S en N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción $R_m$ en N/mm <sup>2</sup>				
	≤ 450	500	550	600	650
160	100 000	> 100 000	> 100 000	> 100 000	> 100 000
180	50 000	90 000	> 100 000	> 100 000	> 100 000
200	30 000	50 000	80 000	> 100 000	> 100 000
250	10 000	17 000	26 000	40 000	56 000
300				16 000	22 000
350					10 000

Tola 48: Valores límites de ciclos de carga según DIN 2413 (Campos de aplicación I y II) para tubos de acero sin soldadura y con soldadura HF ( $v = 1$ ) con seguridad de ciclo de carga  $S_L = 10$

Tensión admisible K/S en N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción $R_m$ en N/mm <sup>2</sup>				
	≤ 500	550	600	650	700
120	32 000	50 000	80 000	> 100 000	> 100 000
140	18 000	26 000	40 000	56 000	80 000
160	10 000	15 000	22 000	30 000	42 000
180	6 000	10 000	13 000	19 000	25 000
200	4 000	6 000	8 000	11 000	16 000
250			3 000	5 000	6 000
300				2 000	3 000

Tola 49: Valores límites de ciclos de carga según DIN 2413 (Campos de aplicación I y II) para tubos de acero con soldadura UP ( $v = 1$ ) con seguridad de ciclo de carga  $S_L = 10$

lo contrario, para la resistencia constante no existe la limitación en el valor de ciclos de carga. En los *Diagramas 56 y 57* se han representado los diagramas Wöhler para tubos de acero sujetos a carga pulsatoria, para tubos sin soldadura y tubos con soldadura HF o soldadura UP según DIN 2413, de los cuales se pueden obtener directamente los datos de resistencias.

Para tuberías que son parte de un recipiente de presión, el cálculo del espesor de pared se realiza según la Hoja de instrucción AD-B1 (véase ecuación 6). Los valores característicos de resistencia son los indicados en la Hoja de materiales AD-W1.

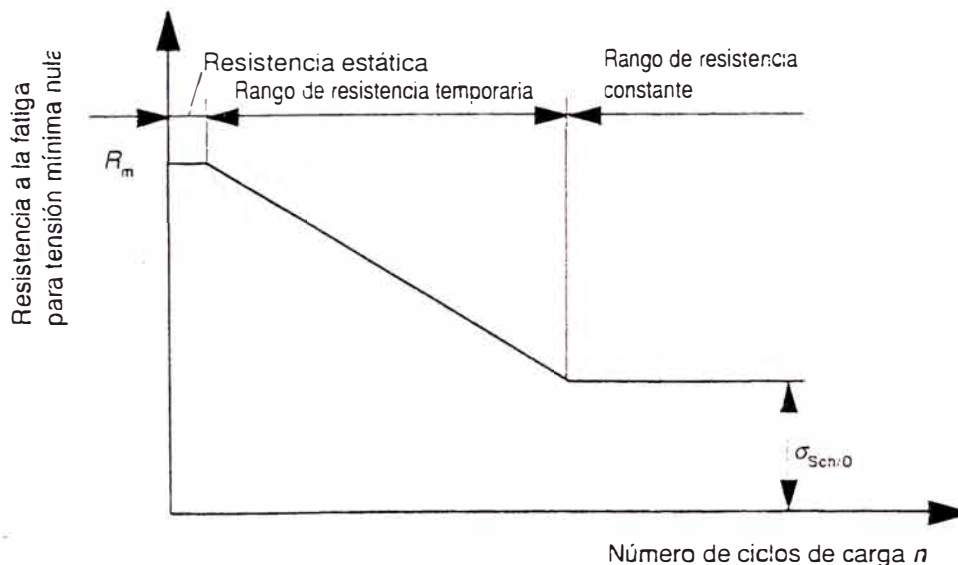
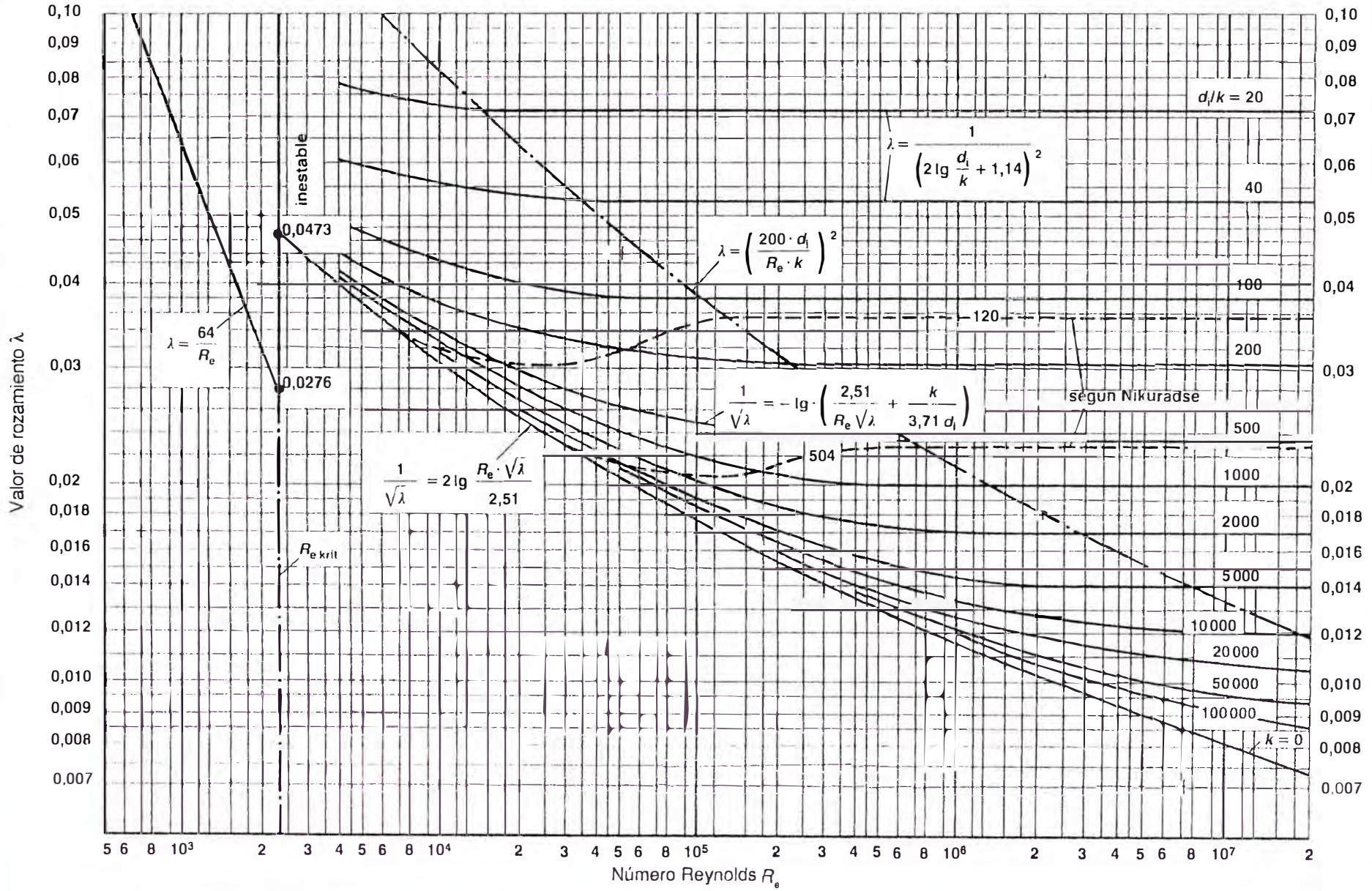


Diagrama 55: Diagrama Wöhler, representación esquemática

Diagrama 59: Valor de rozamiento  $\lambda$  en función del número Reynolds  $Re$  (véase p. ej. [16])



Material	Tubos		rugosidad absoluta $k$ en mm
	Tipo	Estado	
Acero	sin soldadura (calidad comercial)	nuevo <ul style="list-style-type: none"> <li>• capa de laminación</li> <li>• decapado</li> <li>• revestido</li> </ul>	0,02 hasta 0,06 0,03 hasta 0,04 0,07 hasta 0,10
	soldado longitudinal	nuevo <ul style="list-style-type: none"> <li>• capa de laminación</li> <li>• embetunado</li> <li>• galvanizado</li> </ul>	0,04 hasta 0,10 0,01 hasta 0,05 0,008
	sin soldadura y soldado longitudinal	usado <ul style="list-style-type: none"> <li>• oxidación moderada o poca costra</li> </ul>	0,1 hasta 0,2

Tabla 52: Rugosidad interna de tubos de acero (véase p.ej. [16])

## 8 Valores mecánicos de materiales y tabla de selección de tubos

Denominación	St 37.4	St 52.4	St 37.4	St 37.0	St 35 NBK	X6CrNiMoTi17 122	X6CrNiTi1810
Material N° DIN	1.0255 1630	1.0581 1630	1.0255 1628	1.0254 1626	1.0308 2391	1.4571 17458	1.4541 17458
Resistencia $R_m$ en N/mm <sup>2</sup> a la tracción (mín)	340	490	340	340	340	500	500
0,2%-límite elástico (mín) ó límite superior de alargamiento (mín) $R_{p0,2}$ en N/mm <sup>2</sup> $R_{eH}$ en N/mm <sup>2</sup>	235 *	350 *	235 *	235	235	20 °C: 210 50 °C: 202 100 °C: 185	200 190 176
1% límite elástico (mín) $R_{p1}$ en N/mm <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	20 °C: 245 50 °C: 234 100 °C: 218	235 222 208
Alargamiento de ruptura (mín) $A_5$ en % ( $L_3 = 5 \cdot d_0$ )	25	21	25	25	25	> 30	> 30
Valor característico de resistencia según hoja de instr. AD-W 4 a 20 °C a 100 (120) °C $K$ en N/mm <sup>2</sup>	235 186	355 255	235 186	235 186	235 186	—	—
Resistencia a la fatiga $\sigma_{Scn, D}$ en N/mm <sup>2</sup> según DIN 2445 hoja suplementaria según DIN 2413 véase hoja 3.1/3.2	226	—	—	—	—	(190) **	(190) **

\* Para cálculos según DIN 2413 los valores indicados pueden emplearse hasta 120°C  
\*\* No está considerado en DIN 2445 (véase [1]).

Tabla 53: Valores mecánicos característicos de diversos materiales

Material St 52.4 según DIN 1630, certificado p.ej. según DIN 50 049-3.1 B												
DN	PN 100			PN 160			PN 320			PN 400		
	$d_a$	s	$d_i$	$d_a$	s	$d_i$	$d_a$	s	$d_i$	$d_a$	s	$d_i$
40	48,3	3,6	41,1	48,3	4	40,3	48,3	8	32,3	70	14,2	41,6
50	60,3	4,5	51,3	60,3	5	50,3	60,3	10	40,3	88,9	17,5	53,9
65	76,1	4,5	67,1	76,1	6,3	63,5	76,1	12,5	51,1	101,6	20	61,6
80	88,9	6,3	76,7	101,6	8,8	84	101,6	16	69,6	139,7	28	83,7
100	114,3	8,8	96,7	114,3	10	94,3	114,3	17,5	79,3	168,3	32	104
125	139,7	10	119,7	152,4	12,5	127	193,7	30	134	219,1	45	129
150	168,3	12,5	143,3	177,8	16	146	219,1	36	147	244,5	50	144
200	219,1	16	187,1	244,5	20	204	298,5	45	208	323,9	65	194
250	273	20	233	298,5	25	248	355,6	55	246	406,4	75	256
300	355,6	25	305,6	355,6	30	296	—	—	—	—	—	—

Denominación de un tubo de acero según DIN 2448 con 76,1 mm de diámetro externo y 12,5 mm de espesor de pared de acero St. 52.4 con prueba de entrega según DIN 1630  
**Tubo DIN 2448-76,1 x 12,5 DIN 1630-St 52.4**

Tabla 54: Tabla de selección de tubos de acero sin soldadura para carga pulsatoria según DIN 2445, hoja 1

Material St 35; estado de entrega según DIN 2391, parte 2, Julio 81; certificado p.ej. según DIN 50 049-2.2

Tubo 4 hasta 16 mm				Tubo 18 hasta 42 mm			
$d_a$	s	$d_i$	PN	$d_a$	s	$d_i$	PN
4	1,0	2	400	18	1,5	15	160
6	1,0	4	320	20	3,0	14	320
6	1,5	3	400	22	2,0	18	160
8	1,5	5	320	25	3,0	19	250
10	1,5	7	320	25	4,0	17	320
10	2,0	6	400	28	3,0	22	160
12	1,5	9	160	30	4,0	22	250
12	2,0	8	320	35	3,0	29	160
12	3,0	6	400	38	4,0	30	160
15	1,5	12	160	38	5,0	28	250
16	2,5	11	320	42	3,0	36	160

Denominación de un tubo de acero de precisión con diámetro externo de 30 mm y espesor de pared de 4 mm de St 35, estado de entrega según DIN 2391, parte 2, Julio 81, recocido brillante de normalizado NBK

**Tubo DIN 2391-C- 30 x 4-St 35 NBK**

Tabla 55: Tabla de selección de tubos de acero de precisión según DIN 2391

DN	PN 16			PN 160			PN 320		
	$d_a$	s	$d_i$	$d_a$	s	$d_i$	$d_a$	s	$d_i$
	Material St 37.0 según DIN 1629, Oct. 84 Certificado p.ej. según DIN 50 049-2.2			Material St 37.0 según DIN 1629, Oct. 84 Certificado p.ej. según DIN 50 049-3.1 B			Material St 37.4 N según DIN 1630, Oct. 84 Certificado p.ej. según DIN 50 049-3.1 B		
40	48,3	3,2	41,9	48,3	4,5	39,3	48,3	8,0	32,3
50	60,3	3,6	53,1	60,3	5,6	49,1	60,3	10,0	40,3
63	76,1	3,6	68,9	76,1	7,1	61,9	76,1	12,5	51,1
80	88,9	3,6	81,7	101,6	8,8	84,0	88,9	14,2	60,5
100	114,3	3,6	107,1	114,3	10,0	94,3	114,3	20,0	74,3
125	139,7	4,0	131,7	139,7	12,5	114,7	152,4	25,0	102,4
150	168,3	4,5	159,3	139,7	12,5	114,7	177,8	30,0	117,8
200	219,1	5,9	207,3	193,7	25,0	143,7	219,1	38,0	143,1

Denominación de un tubo de acero sin soldadura según DIN 2448 con 88,9 mm de diámetro externo y 14,2 mm de espesor de pared de acero St 37.4 DIN 1630 (Número de material 1.0255) en estado recocido de normalizado (N):

**Tubo DIN 2448 - 88,9 x 14,2 DIN 1630-St 37.4 N**

Tabla 56: Tabla de selección de tubos de acero sin soldadura según DIN 2448

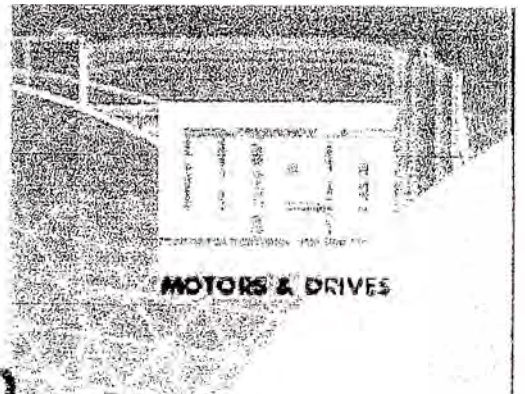
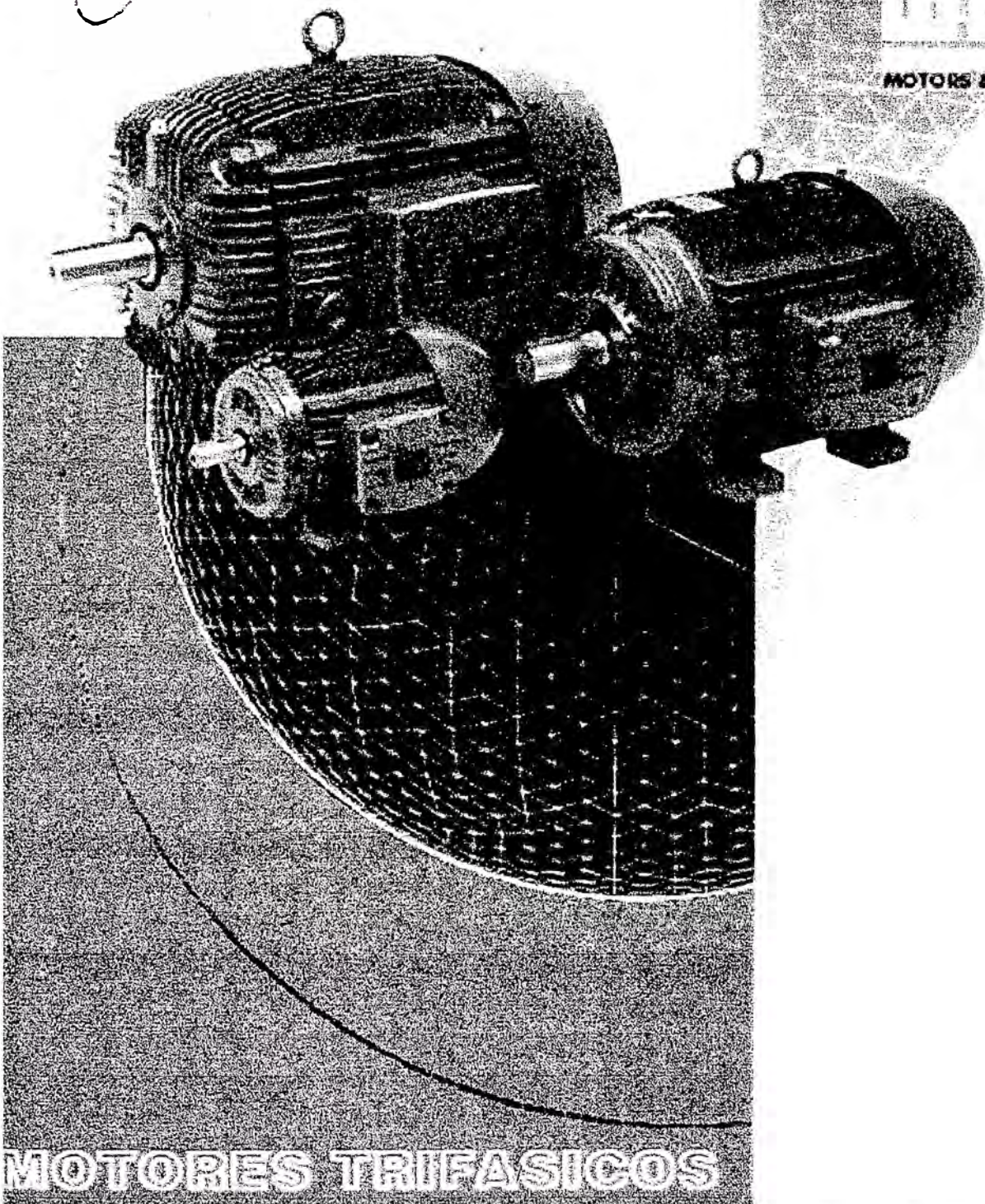
ita

En las Tablas 54, 55 y 56 se ha elegido la denominación según DIN 1629 ó respectivamente DIN 1630.



linea

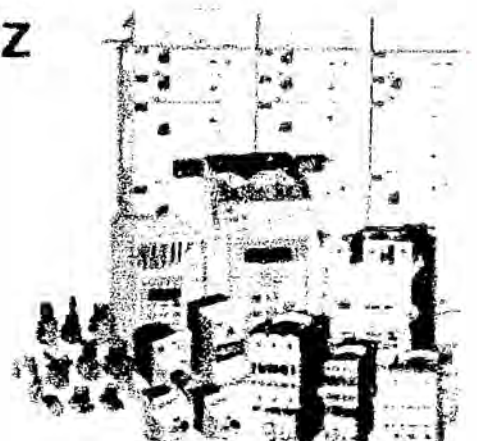
**W21**



MOTORS & DRIVES

**MOTORES TRIFASICOS**

**FERRADOS - IEC - 60Hz**



## CARACTERISTICAS NORMALES

- Motor trifásico, 60Hz
- Tensiones Nominales: 220/380V, 380/660V o 220/380/440V
- Potencias: 0,12kW hasta 370kW (0,16HP hasta 500HP)
- Con rotor de jaula
- Rodamientos de bolas (Rodamientos de Rodillos para carcaza 355 IV, VI y VIII polos)
- Protección: **IP55** (IEC-34)
- Anillos V´ring en ambas las tapas
- Placa de identificación en acero inoxidable
- Carcazas de fundición gris: 63 hasta 355M/L
- Aislación: IEC-34-1
  - carcazas 63 hasta 200L - aislación clase "B" (130°C)  $\Delta T$  80K
  - carcazas 225S/M (inclusive) y superiores - aislación clase "F" (155°C) -  $\Delta T$  80K
- Servicio Continuo (S1)
- Temperatura ambiente: 40°C
- 1000 m.s.n.m.
- Placa Bornera con 6 terminales
- Forma Constructiva B3D
- Sistema de reengrase para carcazas 225S/M (inclusive) y superiores
- Drenos automáticos de plástico
- Pintura:
  - Acabamiento RAL 5007 para motores de eficiencia estándar
  - Acabamiento Munsell 7.5 B 4/4 para motores de alta eficiencia

Controle su motor  
con convertidores  
de frecuencia y  
soft-starters WEG

## CARACTERISTICAS ESPECIALES

### (bajo consulta)

- Protección IP65 o IP56
- Rodamientos de rodillos
- Laberinto taconite o retentor
- Doble punta de eje
- Eje con dimensiones especiales
- Sombrero
- Pintura especial
- Sistema de reengrase para carcazas 160M hasta 200L
- Termistores
- Termostatos
- RTD PT100
- Resistencias de calentamiento (para baja temperatura ambiente)
- Con brida "FF", "C" o "C-Din"
- Sin pies
- Otras características eléctricas y mecánicas bajo consulta

Contactores y  
reles de  
sobrecarga  
WEG, la mejor  
protección para  
su motor

## APLICACIONES

Bombas, ventiladores, extractores de aire, chancadoras, correas transportadoras, molinos, puentes rodantes, compresores y máquinas operatrizas (tomos, rectificadoras, fresas, agujereadoras, atornilladoras, mandriles, plainas, etc.).

Y en los mas diversos ramos de la industria, conforme ejemplos a seguir:

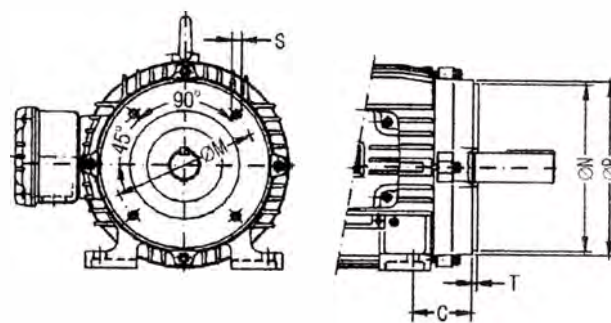
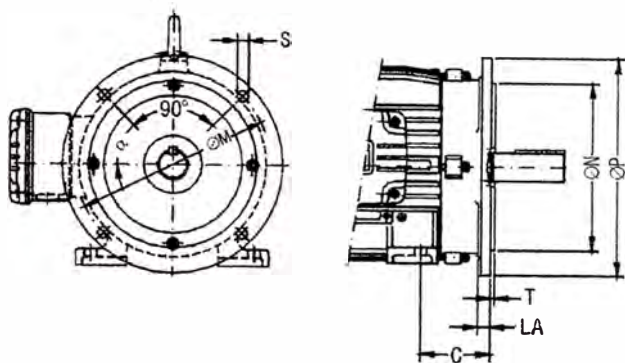
Química y petroquímica, extracción mineral y vegetal, textil, de papel y celulosa, alimenticia, madereras, siderúrgicas, usinas de azúcar, destilerías de alcohol, construcción civil, automatización industrial, automovilística, industrias mecánicas en general, entre otras.

## DESEMPEÑO Y CALIDAD

Los motores WEG son proyectados con altos torques, adecuados para accionar cargas pesadas. Todos los materiales utilizados en los motores pasan por un riguroso sistema de control de características normalizadas.

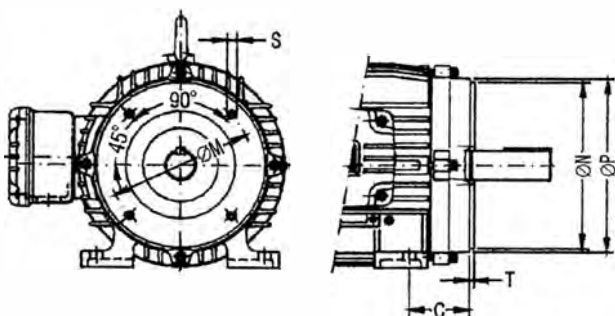
Todos los motores son ensayados en la línea de montaje, antes de ser embalados. Los productos WEG tienen origen en una ingeniería técnica, cuya asesoría a los clientes permite la optimización y la correcta selección en cada aplicación.

**DIMENSIONES DE LA BRIDA**



Carcaza IEC	Brida	C	LA	φ M	φ N	φ P	T	S	α	Canti- dad
63	FF 115	40		115	95	140	3			4
71	FF 130	45	9	130	110	160		10		
80	FF 165	50	10	165	130	200	3,5	12	45°	
90 S/L		56								
100 L	FF 215	63	11	215	180	250	4	15	45°	
112 M		70								
132 S/M	FF 265	89	12	265	230	300			8	
160 M/L	FF 300	108		300	250	350				
180 M/L		121								
200 M/L	FF 350	133	18	350	300	400	5	19		
225 S/M	FF 400	149								400
250 S/M	FF 500	168		500	450	550				
280 S/M		190								
315 S/M	FF 600	216	22	600	550	660				
315 B	FF 740	20		740	680	800	6	24		22°30'
355 M/L		254								

Carcaza IEC	Brida	C	φ M	φ N	φ P	S	T	Canti- dad
63		40						4
71	FC 95	45	95.2	76.2	143	UNC 1/4" 20		
80		50						
90 S/L	FC 149	56	149.2	114.3	165	UNC 3/8" 16		
100 L		63						
112 M	C 184	70	184.2	215.9	225	UNC 1/2" 13		
132 S/M		89						
160 M/L	FC 228	108	228.6	266.7	280			
180 M/L		121						
200 M/L	133	279.4	317.5	395				
225 S/M	149							
250 S/M	FC 279	149	279.4	317.5	395	UNC 5/8" 11	6.3	
280 S/M	FC 355	168	355.6	406.4	455			
315 S/M	FC 368	190	368.3	419.1				
355 M/L		216						



Carcaza IEC	Brida	C	φ M	φ N	φ P	S	T	Canti- dad
63	C 90	40	75	60	90	M 5		4
71	C 105	45	85	70	105	M 6	2.5	
80	C 120	50	100	80	120		3	
90 S/L	C 140	56	115	95	140		3.5	
100 L	C 160	63	130	110	160	M 8		
112 M		70						
132 S/M	C 200	89	165	130	200	M 10		

**FORMAS CONSTRUCTIVAS NORMALIZADAS**

Los motores eléctricos WEG son normalmente fabricados en forma constructiva B3D, para funcionar en posición horizontal.

Pueden también ser aplicados en cualquier otra posición. Bajo consulta y de acuerdo con las posibilidades de la fábrica, se aceptan encomiendas de motores especiales: con brida, eje con características especiales, verticales, sin pies, etc.

El cuadro al lado indica los diversas formas constructivos estándar — IEC 34-1. Cada figura presenta la configuración, referencia, ejecución de carcaza (con o sin pies), localización de la punta de eje (con relación a la carcaza y a la caja de conexiones) y el modo de fijación del motor.

Forma Constructiva	Configuración	Referencia	Carcaza	Punta de eje	Fijación
Forma Constructiva B3D		B3E	con pies	a la izquierda	base o rieles
		B3T	sin pies	a la izquierda	brida FF
		B3E	con pies	a la izquierda	brida FF
Forma Constructiva B3S		B5E	con pies	a la izquierda	bases o bridas FF
		B5T	sin pies	a la izquierda	bases o bridas FF
		B35E	con pies	a la izquierda	bases o bridas FF
Forma Constructiva B3F		B34E	con pies	a la izquierda	brida FC
		B34T	sin pies	a la izquierda	brida FC
		B34E	con pies	a la izquierda	brida FC
Forma Constructiva B3V		V5	con pies	para abajo	pared
		V5	sin pies	para abajo	pared
		V5	con pies	para abajo	brida FF
Forma Constructiva B3H		B6	con pies	hacia el frente	pared
		B6	sin pies	hacia el frente	pared
		B6	con pies	hacia el frente	brida FF
Forma Constructiva B3C		B7	con pies	hacia el frente	brida FF
		B7	sin pies	hacia el frente	brida FF
		B7	con pies	hacia el frente	brida FF
Forma Constructiva B3G		B8	con pies	hacia el frente	techo
		B8	sin pies	hacia el frente	techo
		B8	con pies	hacia el frente	techo

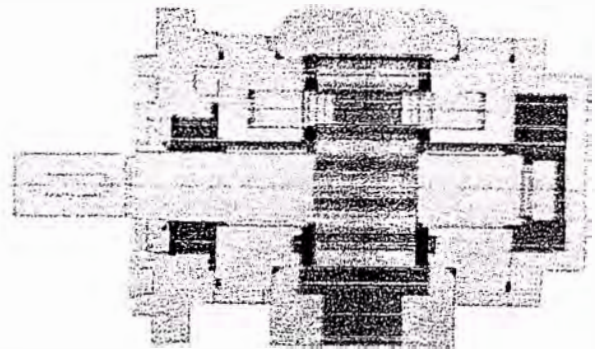
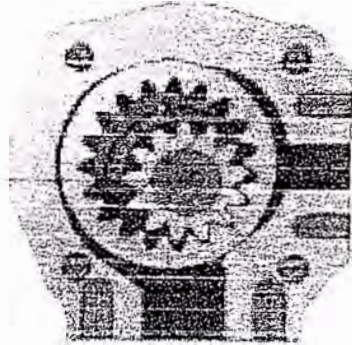
# Innenzahnradpumpe Typ EIPH 2 Hochdruckpumpe mit konstantem Verdrängungsvolumen



# EIPH 2

## Merkmale

- Innenzahnradpumpe mit axialer und radialer Spaltkompensation
- Radialkompensation mit Segmenten
- Saug- und Druckseite radial
- Einsatzgebiet: Industriehydraulik
- Geräuscharm
- Lange Lebensdauer
- Geringe Pulsation (Druckpulsation ~2 %)
- Mehrstromkombinationen



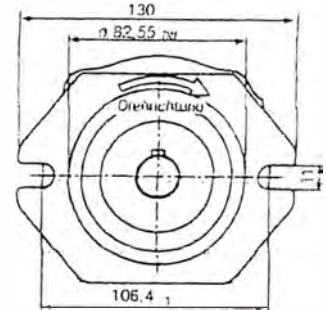
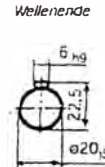
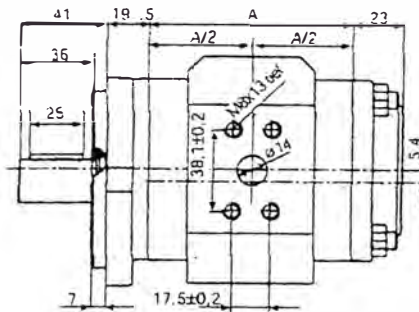
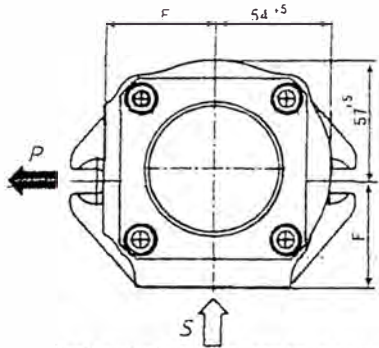
## Technische Daten:

Nenngröße NG	004	005	006	008	011	013	016	019	022	025
Spez. Volumen V <sub>th</sub> [cm <sup>3</sup> /U]	3,8	5,4	6,4	7,9	10,9	13,3	15,8	19,3	22,2	25,2
Dauerbetriebsdruck [bar]				330				300		250
Spitzenbetriebsdruck [bar] max. 10sec. 15% ED				350				300		280
Einschaltdruckspitze [bar]				400				350		325
Max. Drehzahl [min <sup>-1</sup> ]	4.200			4.000				3.600		
Nenn-Drehzahl [min <sup>-1</sup> ]	400 - 4.000			400 - 3.600				400 - 3.000		
Betriebsviskosität [mm <sup>2</sup> /s]						10 - 300				
Startviskosität [mm <sup>2</sup> /s]						2.000				
Betriebstemperatur [°C]						-20 bis +100				
Betriebsmedium	HL = HLP DIN 51 524 Teil 1/2									
Max. Mediumtemperatur [°C]	120									
Min. Mediumtemperatur [°C]	-20									
Max. Umgebungstemperatur [°C]	80									
Min. Umgebungstemperatur [°C]	-20									
Max. Eingangsdruck (Saugseite) [bar]	2 bar absolut									
Min. Eingangsdruck (Saugseite) [bar]	0,8 bar absolut (Start 0,6)									
Masse ca. [kg]:	4,9	4,9	5,0	5,2	5,4	5,5	5,7	6,1	6,3	6,5
Verschmutzungsgrad	Klasse 19/17/14 nach ISO 4406									
Wirkungsgrad η <sub>vol</sub> :	90	91	92	93	93	94	95	95	95	95
Wirkungsgrad η <sub>hm</sub> :	88	90	90	91	92	92	93	93	93	93
Pumpengeräusch* (gemessen im Schallraum) dB(A)	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63
n = 1.450                      Δp = 250 bar                      T = 50 °C                      Medium: HLP 46										
*Gemessen im Schallmessraum Eckerle Hydraulic Division; Mikrofonabstand: 1,0 m axial										



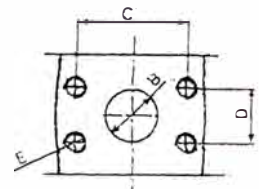
## Pumpe mit SAE 2-Lochflansch

Bestellbeispiel: EIPH2-\_\_\_RK03-10



NG	A	B	C	D	F	F
004	71	14	38,1	17,5	M8x13 tief	50
005	71	14	38,1	17,5	M8x13 tief	50
006	73	19	47,5	22,0	M10x15 tief	50
008	76	19	47,5	22,0	M10x15 tief	50
011	82	25	52,4	26,2	M10x15 tief	50
013	87	25	52,4	26,2	M10x15 tief	50
016	92	25	52,4	26,2	M10x15 tief	50
019	99	25	52,4	26,2	M10x15 tief	55
022	105	25	52,4	26,2	M10x15 tief	55
025	111	25	52,4	26,2	M10x15 tief	55

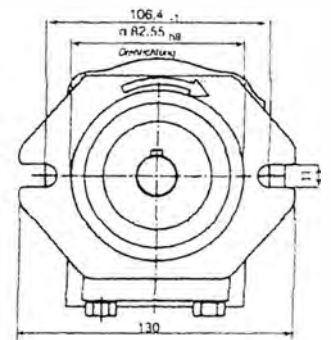
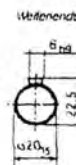
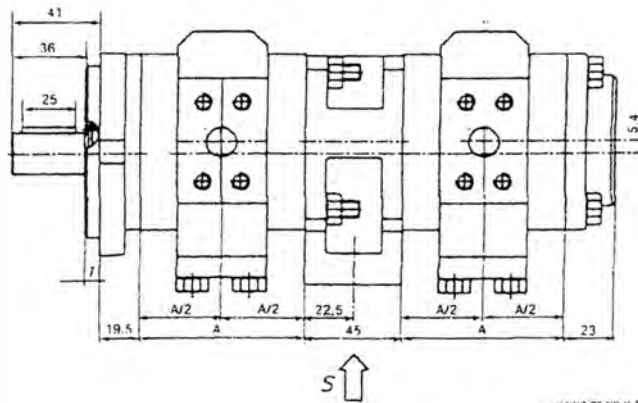
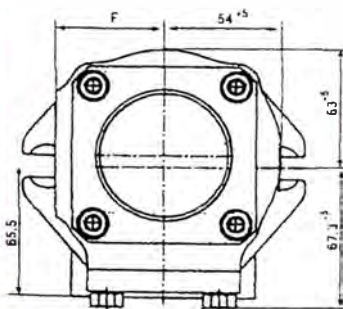
Sauganschluss



## Doppelpumpe mit SAE 2-Lochflansch und zylindrischer Welle

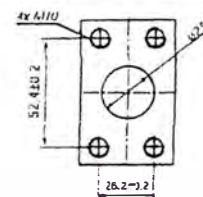
Bestellbeispiel: EIPH2-\_\_\_RK00-10

EIPH2-\_\_\_RP30-10

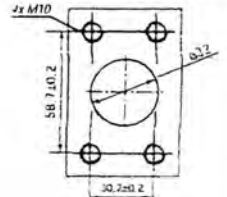


NG	A	F
005	71	50
006	73	50
008	76	50
011	82	50
013	87	50
016	92	50
019	99	55
022	105	55
025	111	55

gemeinsamer Sauganschluss NG 005-016



gemeinsamer Sauganschluss NG 019-025



Druckanschluss siehe Einzelpumpe

# PRESSURE GAUGES

TYPE SPG, WPG

## SPECIFICATIONS

- Copper Alloy Bourden Tube
- Dual Scales
- Built in Relief Valve
- Operating Temperatures  
Ambient -4°F to 140°F (-20°C to 60°C)  
Media 140°F (+60°C)
- Acrylic Lens
- Accuracy + 1.5% of Full Scale
- Built in Snubber

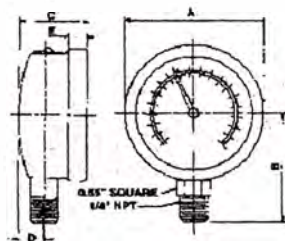
## OPTIONS

- 2 1/2" or 4" Diameter Available
- Forged Brass Case Available in 2 1/2" Version.
- Stainless Steel Case Available in 2 1/2" and 4" Version.
- Front Flange
- Custom Dials & Pressure Gauges Available on Special Request.



## DIMENSIONS

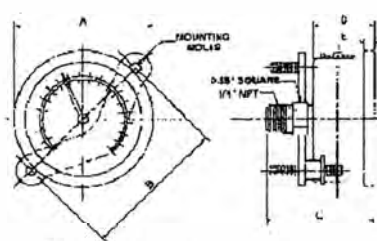
### WPG SERIES



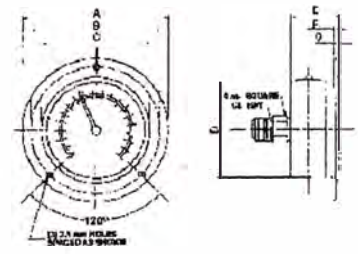
STEM



STEM

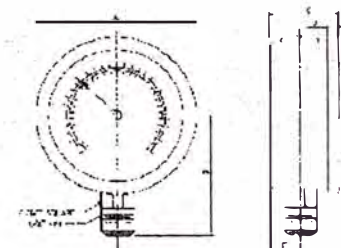


PANEL MOUNT - U BOLT

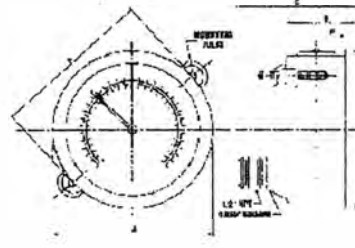


PANEL MOUNT - FRONT FLANGE

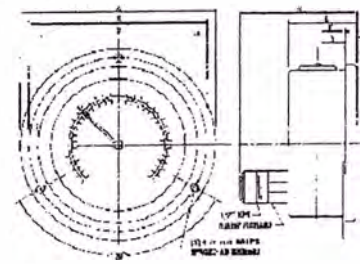
### SPG-63 - XXXX SERIES



STEM



PANEL MOUNT - U BOLT



PANEL MOUNT - FRONT FLANGE

### SPG-100 - XXXX SERIES

STEM

PANEL MOUNT - U BOLT

PANEL MOUNT - FRONT FLANGE

STANDARD STOCK PRESSURE RANGES

	SPG 63 SERIES STEM	SPG 63 SERIES PANEL	SPG 100 SERIES STEM	SPG 100 SERIES PANEL	WPG 63 SERIES STEM
30" Hg - 0 psi	•	•			
15" Hg - 30 psi					•
30" Hg - 30 psi	•	•			
0 - 30 psi					•
0 - 60 psi	•	•			•
0 - 160 psi	•	•			•
0 - 300 psi	•	•	•	•	
0 - 600 psi	•	•	•	•	•
0 - 1000 psi	•	•	•	•	•
0 - 1500 psi	•	•	•	•	•
0 - 2000 psi	•	•	•	•	
0 - 3000 psi	•	•	•	•	•
0 - 5000 psi	•	•	•	•	•
0 - 6000 psi					•
0 - 7500 psi					•
0 - 10000 psi	•	•	•	•	

SERIES	STYLE	SIZE	A B C D E F G												
			in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm			
SPG	STEM MOUNT	2 1/2"	2.5	63	2.1	53	1.2	31	0.51	13	0.26	6.5	-	-	
	PANEL MOUNT U-BOLT	2 1/2"	2.5	63	2.8	72	2.4	62	1.2	31	0.26	6.5	-	-	
	PANEL MOUNT FRONT FLANGE	2 1/2"	3.3	85	2.9	75	2.5	63	2.44	62	1.2	31	0.08	0.08	
	STEM MOUNT	4"	4.2	107	3.4	86	1.85	47	0.3	7.5	0.64	16.3	-	-	
	PANEL MOUNT U-BOLT	4"	4.2	107	4.25	108	3.15	80	1.85	47	0.3	7.5	-	-	
	PANEL MOUNT FRONT FLANGE	2 1/2"	5.2	132	4.7	118	4.2	107	3.15	80	1.85	47	0.05	1.25	0.3
	WPG	STEM MOUNT	2 1/2"	2.5	63.5	2.13	54	1.5	38	0.44	11	0.50	12.2	-	-

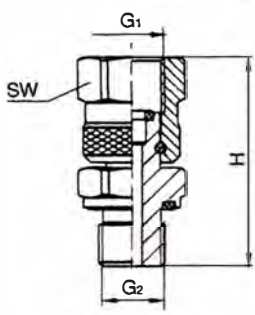
ORDERING INFORMATION

<b>SPG</b>		<b>63</b>	<b>1500</b>	<b>S</b>	<b>-</b>
<b>CASE TYPE</b>		<b>PRESSURE RANGE</b>		<b>ATTACHMENT</b>	
SPG - STAINLESS STEEL		-30" HG-30		- NONE	
WPG - FORGED BRONZE		0-30		U U - BOLT	
		0-60		FF FRONT FLANGE	
		0-160*			
		0-300			
		0-600*			
		0-1000*			
		0-1500*			
		0-2000*			
		0-3000*			
		0-5000*			
		0-6000			
		0-7500			
		0-10,000			
<b>DIAL SIZE</b>				<b>MOUNTING</b>	
63 - 2 1/2"				S STEM - NPT	
100 - 4"				P PANEL - NPT	
				SU STEM - 7/16-20 UNF	
				PU PANEL - 7/16-20 UNF	

\* UNF only available in these ranges

ADJUSTABLE GAUGE FITTING EMV

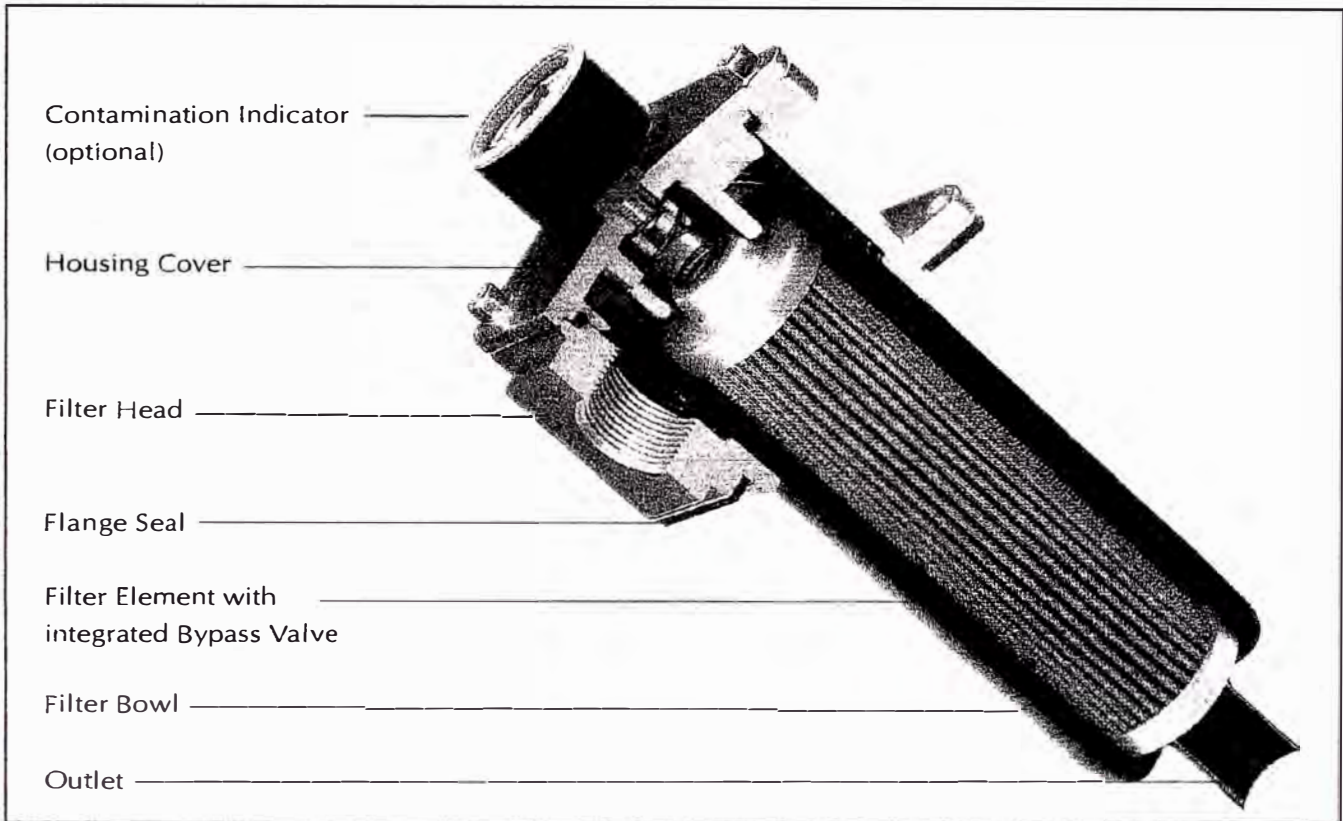
Order No.	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	H	SW	Order No.	
					NBR	FPM
EMV-G <sub>1</sub> / <sub>4</sub> -P-OR-PC	G <sub>1</sub> / <sub>4</sub>	G <sub>1</sub> / <sub>4</sub>	42	19		EMV-G <sub>1</sub> / <sub>4</sub> -V-OR-VC
EMV-G <sub>1</sub> / <sub>4</sub> /G <sub>1</sub> / <sub>2</sub> -P-OR-PC	G <sub>1</sub> / <sub>4</sub>	G <sub>1</sub> / <sub>2</sub>	47	19		EMV-G <sub>1</sub> / <sub>4</sub> /G <sub>1</sub> / <sub>2</sub> -V-OR-VC
EMV-G <sub>1</sub> / <sub>2</sub> /G <sub>1</sub> / <sub>4</sub> -P-OR-PC	G <sub>1</sub> / <sub>2</sub>	G <sub>1</sub> / <sub>4</sub>	51	27		EMV-G <sub>1</sub> / <sub>2</sub> /G <sub>1</sub> / <sub>4</sub> -V-OR-VC
EMV-G <sub>1</sub> / <sub>2</sub> -P-OR-PC	G <sub>1</sub> / <sub>2</sub>	G <sub>1</sub> / <sub>2</sub>	55,5	27		EMV-G <sub>1</sub> / <sub>2</sub> -V-OR-VC



3700

**TECHNICAL DATA**

STAUFF RF return line filters are designed as tank top filters. They are mounted directly on the tank top and if 100% of the system oil is filtered, they provide the optimum removal of contaminant from the system. This provides the pump with clean oil thus reducing contaminant generated wear. The filter bowl is designed to return oil beneath the tank oil surface thus preventing the entrainment of air by the returning oil.



**TECHNICAL SPECIFICATIONS/OPTIONS**

- Construction** – Tank Top flange mounting
- Filter head** – Aluminum
- Filter bowl** – Steel
- Seals** – NBR Buna-N, FPM (Viton) or EPDM (Ethylene-Propylene)
- Threaded connection** – NPT- and SAE-“O”-Ring thread  
– SAE-flange (3000 psi)
- Max. Operating press.** – 230 psi (16 bar)
- Proof pressure** – 350 psi (24 bar)
- Temperature Range** – -10°C up to +100°C  
14°F to 212°

- Bypass valve (integrated in the filter element)** – Opening pressure 43 psi ± 4 psi (3 bar ± 0.3 bar)  
– Other pressures available on request
- Contamination indicator** – Gauge indicator 0-58 psi (0-4 bar) with colored segments  
– Electrical switch, setting 36 psi (2.5 bar)
- Filter elements** – Filter material specification A, B, G, S: Collapse rating per ISO 2941 430 psi (30 bar) Δp  
– Filter material specification D, N: Collapse rating per ISO 2941 230 psi (16 bar) Δp
- Media** – Mineral oils  
– Other fluids on request



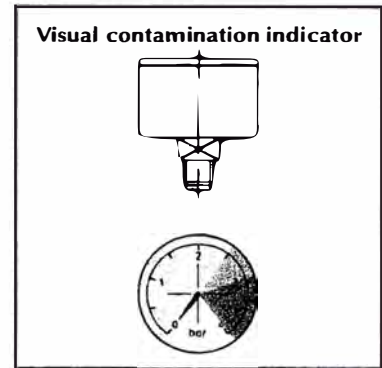
## OPTIONS

### 1. Visual contamination indicator

The gauge displays the degree of contamination of the element. The colored segments allow quick visual checking.

green	0 -36 psi (0.0-2.5 bar)	Element has service life left
yellow	36-43 psi (2.5-3.0 bar)	Element is contaminated and should be changed
red	>43 psi (>3.0 bar)	Bypass valve open, unfiltered oil passing to tank

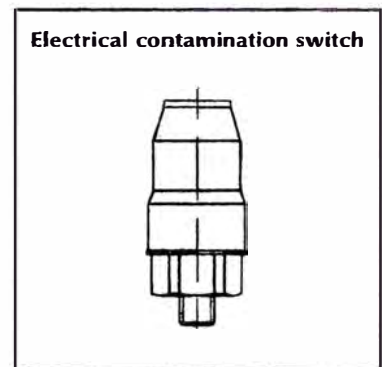
The contamination indicator can be mounted on the top or on the side of the filter head (see drawing on page 96).



### 2. Electrical contamination switch

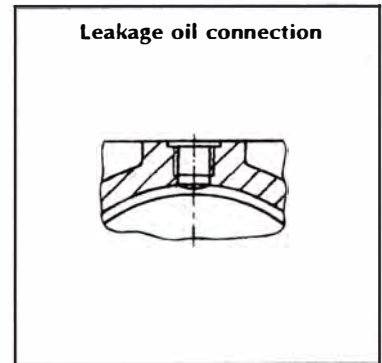
The switch is used where an electrical signal is needed to indicate when the element needs changing. The switch can turn on a light, or shut the machine down, or any other function controlled by an electric signal. The switching pressure is 36 psi (2.5 bar) and this allows the element to be changed before the bypass setting of 43 psi (3.0 bar) is reached.

Maximum Voltage	Switch Type
24 V	G 24V
110 V	G 110
220 V	G 220



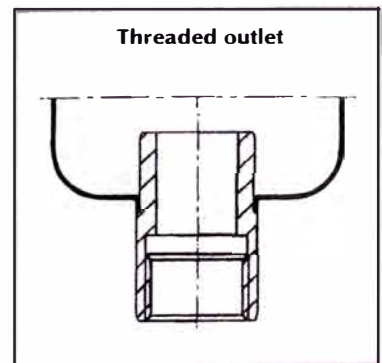
### 3. Leakage oil connection

Seal or case drain lines can be connected to the filter through either of the contamination indicator ports providing that the leakage oil can accept a pressure of 43 psi (3.0 bar.) It ensures that no un-filtered oil returns to the reservoir.



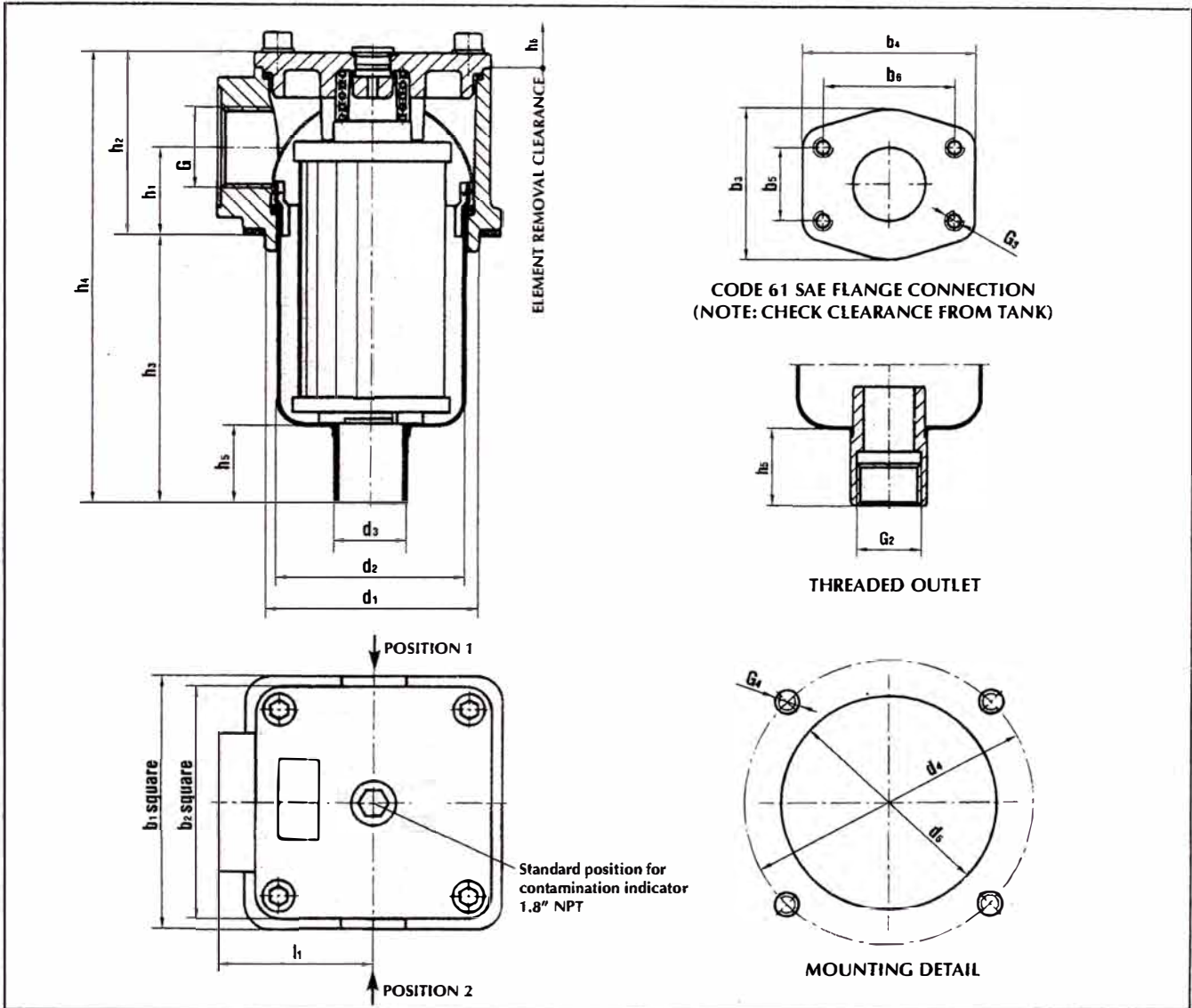
### 4. Filter bowl with threaded connection

Under some circumstances such as a tall reservoir or one with oil levels which vary greatly during operation, it is necessary to extend the filter bowl so that the returning oil returns beneath the surface and no air enters during the process. The optional bowl with a female thread allows an extension to be fitted quite simply.



# RETURN LINE FILTERS SERIES

## DIMENSIONS



## DIMENSIONS RETURN LINE FILTERS

Filter Size	NPT G	SAE-"O" Ring Port	SAE-flange	Dimensions																				Wt.				
				b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>5</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>	h <sub>5</sub>	h <sub>6</sub>	l <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>	lbs.	kg.		
RF 014	3/4"	1 1/16"-12 UNF	-	mm.	89	80	-	-	-	-	73	60	22	100	78	33	66	94	155	30	140	5.51	48	1"	1/4"	2.0	.9	
RF 030	1"	1 5/16"-12 UNF	-	in.	3.50	3.15	-	-	-	-	2.87	2.36	0.87	3.94	3.07	1.3	2.6	161.5	222.5	1.2	210	1.89	NPT	UNC	2.40	1.09		
RF 045	1 1/8"	1 5/8"-12 UNF	-	mm.	120	110	-	-	-	-	100	87	34	135	105	41	86	121	207	180	173	271	235	66	1 1/2"	3/16"	4.55	2.06
RF 070	1 1/2"	1 7/8"-12 UNF	-	in.	4.72	4.33	-	-	-	-	3.94	3.43	1.34	5.31	4.13	1.61	3.39	179	265	1.0	240	2.6	NPT	UNC	5.10	2.30		
RF 090	2"	1 7/8"-12 UNF	2"	mm.	150	135	88	102	42.9	77.8	126	113	48.3	170	131	47	98	173	271	34	235	85	2"	1/2"	1/8"	8.45	3.80	
RF 130	2"	1 7/8"-12 UNF	2"	in.	5.91	5.31	3.46	4.02	1.69	3.06	4.96	4.45	1.90	6.69	5.16	1.85	3.86	255	353	1.3	315	3.35	NPT	UNC	9.50	4.30		

## ORDERING CODE FILTER HOUSINGS

**RF 090 G10 B / N M2 L1**

<b>Filter type</b>	<b>RF</b>
--------------------	-----------

Group		
SIZE	NOMINAL FLOW*	
	L/MIN	GPM
014	60	14
030	110	30
045	160	45
070	240	70
090	330	90
130	500	130

Note: Exact flow will depend on filter element selected. Consult Technical Data on page 98 and 99.

FOR COMPLETE FILTERS:	
identification filter material + micron rating code <small>(see ordering code filter elements below)</small>	

SEAL MATERIAL	
<b>B</b>	NBR - Buna-N
<b>V</b>	FPM - Viton
<b>E</b>	EPDM
other seal material on request	

ADDITIONAL FEATURES		Pos.*	
L	Drain line connection	1	2
G	Threaded outlet		

\* position of leakage oil connection see page 96 without any code: assembly in the middle of the filter cover

CONTAMINATION INDICATOR		Pos.*	
M	Pressure gauge	1	2
G 24	Electrical switch 24 V		
G 110	Electrical switch 110 V		
G 220	Electrical switch 220 V		

\* position of contamination indicator see page 96 without any code: assembly in the middle of the filter cover

CONNECTION STYLE		GROUP					
Code	Connection style	014	030	045	070	090	130
N	NPT	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2"
N 1	NPT	1"	3/4"	1 1/2"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"
U	SAE-"O"-Ring thread	1 1/16"	1 5/16"	1 5/8"	1 7/8"	1 7/8"	1 7/8"
U 1	SAE-"O"-Ring thread	1 5/16"	1 1/16"	1 7/8"	1 5/8"	1 5/8"	1 5/8"
F	SAE-flange (3000 psi)	-	-	-	-	2"	2"

## ORDERING CODE FILTER ELEMENTS

**RE 090 G 10 B**

<b>SERIES</b>	<b>RE</b>
---------------	-----------

<b>GROUP</b>	according to filter housing
--------------	-----------------------------

Filter material		Micron ratings available
Code	Material	
<b>A</b>	Stainless fiber	
<b>N, D</b>	Paper	
<b>G, E</b>	Inorganic glass fiber	
<b>S, B</b>	Stainless mesh	

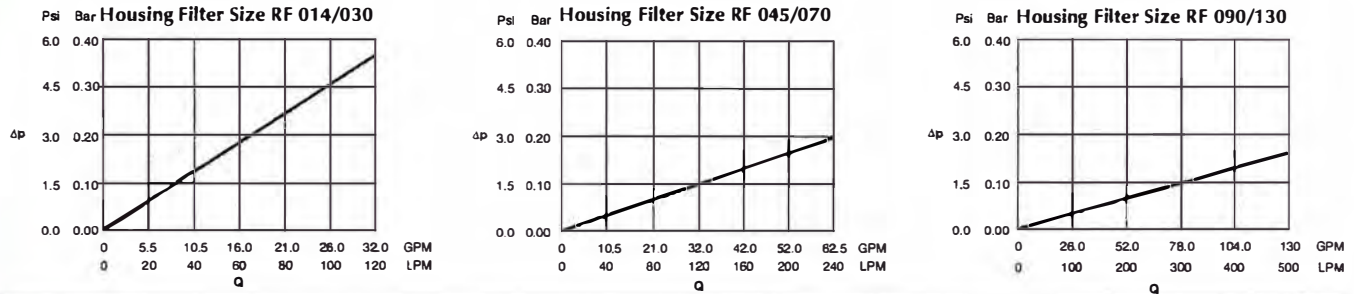
Seal material	
<b>B</b>	NBR - Buna-N
<b>V</b>	FPM - Viton
<b>E</b>	EPDM
other seal materials on request	

Micron rating	
<b>03</b>	3 µm
<b>05</b>	5 µm
<b>10</b>	10 µm
<b>20</b>	20 µm
<b>25</b>	25 µm
<b>40</b>	40 µm
<b>60</b>	60 µm
<b>100</b>	100 µm
other micron ratings on request	

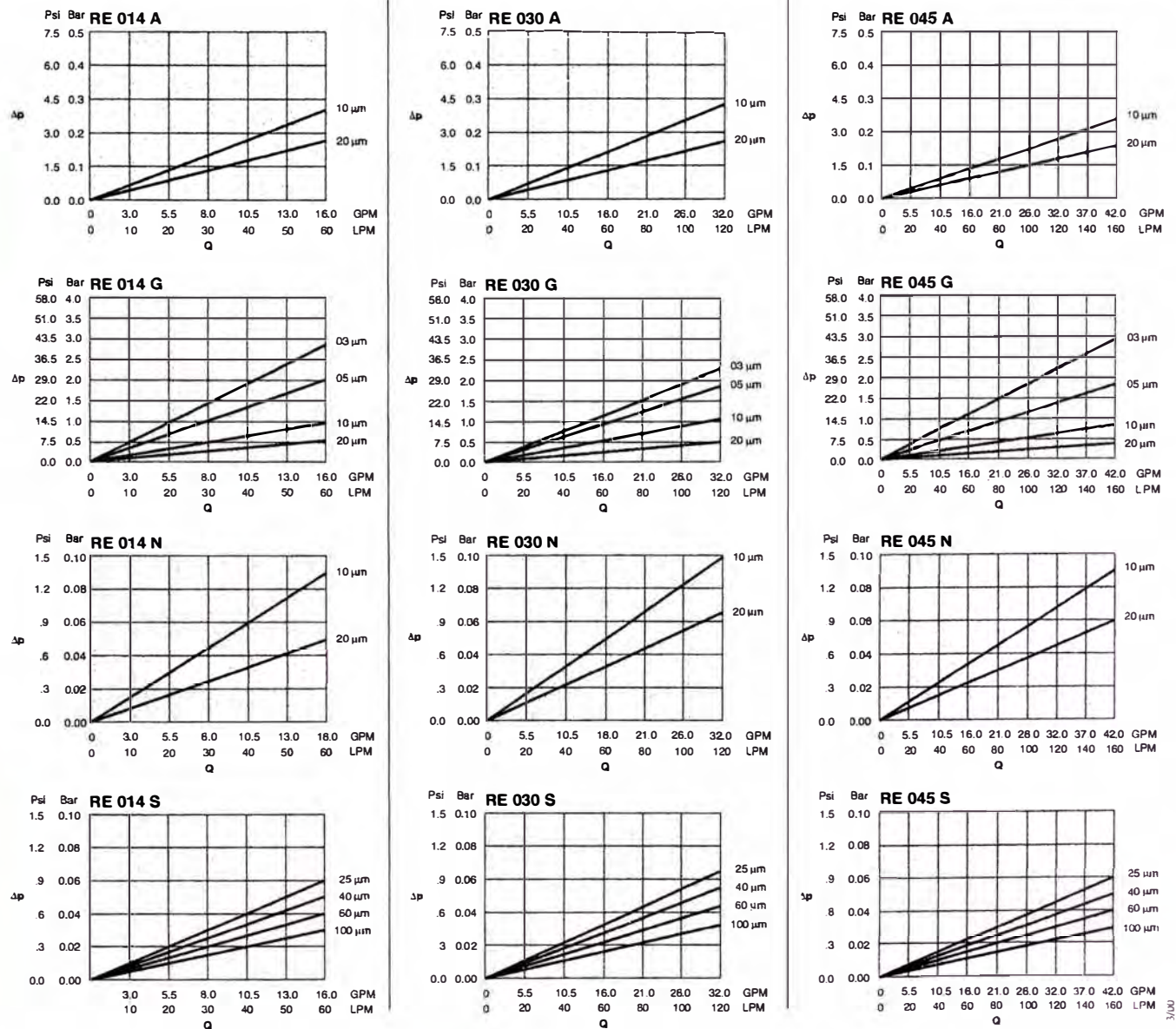
3/00 Bold type identifies preferred material.

## FLOW CHARACTERISTICS OF RETURN LINE FILTERS

The following flow characteristics are valid for mineral oils with a specific gravity of 0.85 and the kinematic viscosity of 141 SSU (30 cSt). The characteristics have been determined in accordance to ISO 3968.



## ELEMENT FLOW CHARACTERISTICS



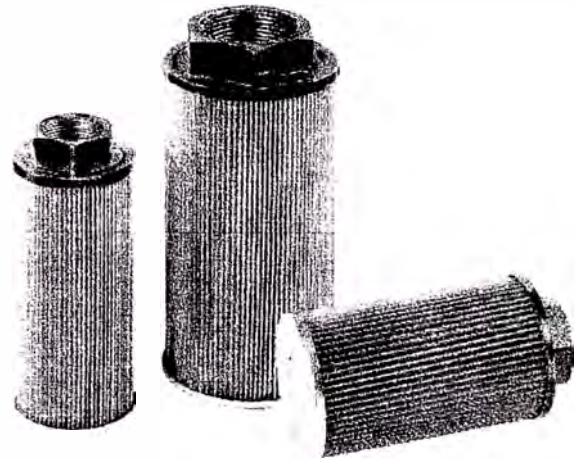
# SUCTION STRAINER TFS SERIES PLASTIC END CAP

## SPECIFICATIONS

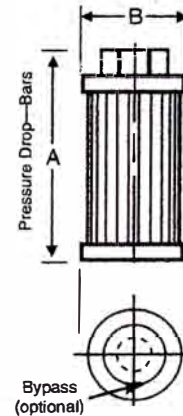
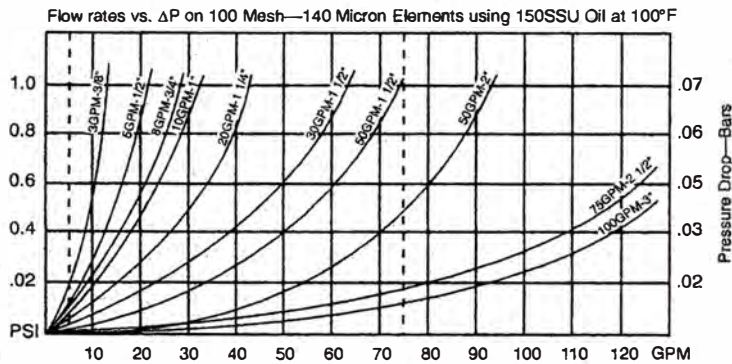
- Stainless Steel Mesh 140 $\mu$ —100 Mesh
- Temperature to 250°F (+120°C)
- Epoxy Bonded for Compatibility with Petroleum & Mineral Based Fluids.
- Plastic/Aluminum End Caps

## OPTIONS

- No By-pass or 3psi By-pass Available
- Custom Sizes on Request



## TECHNICAL INFORMATION



## DIMENSIONS / ORDERING INFORMATION

PART NO. METAL NO BY-PASS	PORT (NPT)	NOMINAL FLOW		FILTER AREA		LENGTH		DIA.		WT (LB.)
		GPM	L/MIN	IN <sup>2</sup>	CM <sup>2</sup>	in A	mm	in B	mm	
TFS-040-0-P	3/8"	3	11	20	130	1.9	50	1.9	50	0.3
TFS-050-0-P	1/2"	5	19	25	161	4.0	101	1.9	50	0.4
TFS-070-0-P	3/4"	8	31	62	400	4.1	105	2.6	68	0.5
TFS-100-0-P	1"	10	38	110	710	5.5	141	2.6	68	0.7
TFS-120-0-P	1 1/4"	20	88	162	1050	5.5	141	3.5	88	1.0
TFS-150-0-P	1 1/2"	30	120	225	1450	5.5	141	3.5	88	1.2
TFS-1540-0-P	1 1/2"	50	198	340	2190	7.9	201	3.9	102	1.4
TFS-200-0-P	2"	50	198	340	2190	10.2	261	3.9	102	1.8
TFS-250-0-P	2 1/2"	75	283	400	2580	8.4	209	5.1	131	2.3
TFS-300-0-P	3"	100	379	500	3230	10.7	273	5.1	131	3.0

For Bypass Option Specify -3 (Eg. TFS-100-3-P)

ACCESSORIES

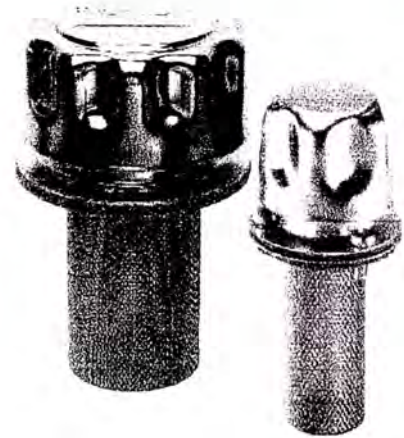
# FILLER BREATHERS BAYONET STYLE SES3, SES6

## SPECIFICATIONS

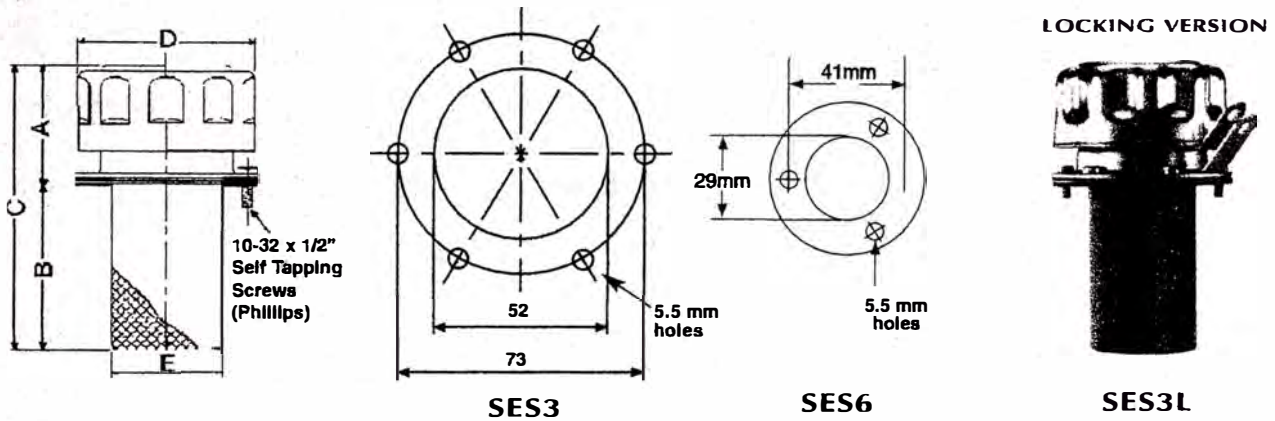
- Chrome-Plated Metal Cap
- 30 Mesh Metal Basket
- Cork Gaskets
- Air Flow to 25cfm

## OPTIONS

- Two Diameter Caps Available: 3.15" for SES3, 1.85" for SES6.
- 3 $\mu$ , 10 $\mu$  40 Filtration Available on SES3 Version. 40 $\mu$  Only on SES6 Version.
- 3, 6, and 8 inches Basket Length Available on SES3.
- Weatherproof Black Epoxy Coated Version Available.
- Special Versions Available on Request



## DIMENSIONS



PART NO.	MICRON RATING	AIR FLOW CAPACITY		OIL DISPLACEMENT		A		B		C		D		E		SCREWS
		cfm	m <sup>3</sup> /min	gpm	lpm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	
SES3-03	3	10.0	0.28	72	272	2.17	55	3.14	80	5.32	135	3.15	80	1.90	48	10-32x1/2
SES3-10	10	15.2	0.43	110	416	2.17	55	3.14	80	5.32	135	3.15	80	1.90	48	10-32x1/2
SES3-40	40	26.4	0.75	190	720	2.17	55	3.14	80	5.32	135	3.15	80	1.90	48	10-32x1/2
SES6-40	40	10.0	0.28	72	272	1.89	48	2.44	62	4.41	112	2.05	52	1.14	29	10-32x1/2

## ORDERING INFORMATION

SES3		P	40	S80	D
<b>PRODUCT TYPE</b>		<b>FILTRATION LEVEL</b>		<b>DIPSTICK</b>	
SES3	Standard Air Breather Bayonet	03	3 Micron Paper	D	Dipstick
SES6	Mini Air Breather Bayonet *	10	10 Micron Foam	Blank	No Dipstick
SES3L	Lockable Breather	40	40 Micron Foam	<b>BASKET LENGTH</b>	
<b>PLATING</b>				S80	Standard 80mm
-	Chrome			S65	Mini Breather Basket (SES 6 only)
P	Weatherproof			S150	Extended 150mm
				S200	Extended 200mm

\*Only 40 $\mu$  available in SES 6 version.



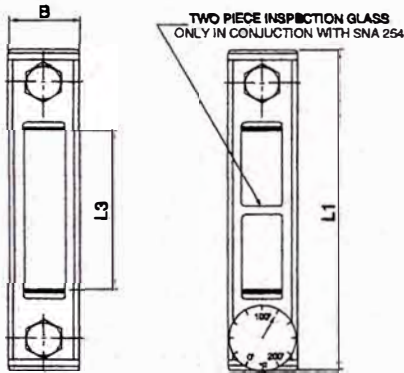
### SPECIFICATIONS

- Black Epoxy Coated Metal Shroud with Polyamid Sight Tube
- Suitable for Use with Mineral and Petroleum Based Hydraulic Fluids, Lubricants and /Gasoline.
- Maximum Operating Temperature 194°F (90°C)
- Thermometer Calibration from -20°F to 180°F (-10°C to 80°C)
- SNA 076 has M10 Bolts as Standard
- SNA 127, SNA 254 has M12 Bolts as Standard
- Tightening Torque 70"/lb (7.9 Nm)

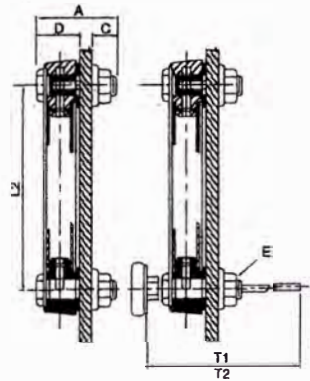
### OPTIONS

- Viton Seals
- Dial Thermometer Available with 7.9 in (200mm) or 11.8 in (300mm) Probe
- Other Special Seals on Request
- Special Customized Scale Plates Available
- 1/2" UNC Bolts Available on SNA 127 and 254
- M12 Bolts Available on SNA 076

### DIMENSIONS



	SNA 076	SNA 127	SNA 254
<b>A</b>	1.77	1.77	1.77
<b>B</b>	1.34	1.34	1.34
<b>C</b>	0.32 <sub>MAX</sub>	0.32 <sub>MAX</sub>	0.32 <sub>MAX</sub>
<b>D</b>	1.06	1.06	1.06
<b>E</b>	M10	M12	M12
<b>L1</b>	4.25	6.25	11.25
<b>L2</b>	3.00	5.00	10.00
<b>L3</b>	1.45	3.00	8.00
<b>T1</b>	7.88	7.88	7.88
<b>T2</b>	11.88	11.88	11.88



### ORDERING INFORMATION

**SNA 127 B S T1 12 O60**

<b>TYPE</b>								<b>THERMO SWITCH</b> (see page 155 for details)	
SNA								OMIT	Without Thermo Switch
<b>SERIES</b>								O60	TS-SNA/SNK-O-60
076	SNA 076 (3")							O70	TS-SNA/SNK-O-70
127	SNA 127 (5")							O80	TS-SNA/SNK-O-80
254	SNA 254 (10")							<b>BANJO BOLTS</b>	
<b>SEAL MATERIAL</b>								12	M 12
B	NBR (standard)							10	M 10
V	FPM							U	1/2" UNC
<b>DESIGN OF SCALE PLATE</b>								<b>THERMOMETER</b> (Dial thermometer with probe T1/T2 for size M 12 only)	
S	With Stauff-Logo							O	Without Thermometer
N	Neutral							T	Capillary Tube Thermometer on Scale Plate
X	Special executions							T1	Dial Thermometer With 200 mm Probe
								T2	Dial Thermometer With 300 mm Probe

# PILOT OPERATED RELIEF VALVES PRESSURE REGULATING UP TO 5000 psi



- Pilot operated for easy adjustment and accurate pressure control.
- Balanced spool design for minimum hysteresis ( $\pm 1\%$ ).

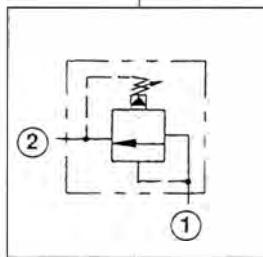
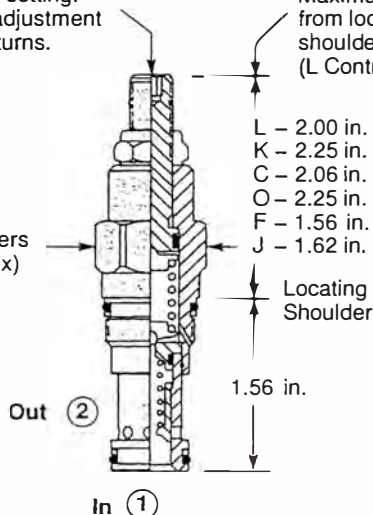
**0 to 25 GPM Nominal**  
**Series 1 Cartridge T-10A Cavity**  
Installation Torque 30 to 35 lb. ft.

**0 to 50 GPM Nominal**  
**Series 2 Cartridge T-3A Cavity**  
Installation Torque 45 to 50 lb. ft.

Turn screw clockwise to increase setting. Complete adjustment range in 5 turns.

Control Option: Maximum extension from locating shoulder. (L Control shown)

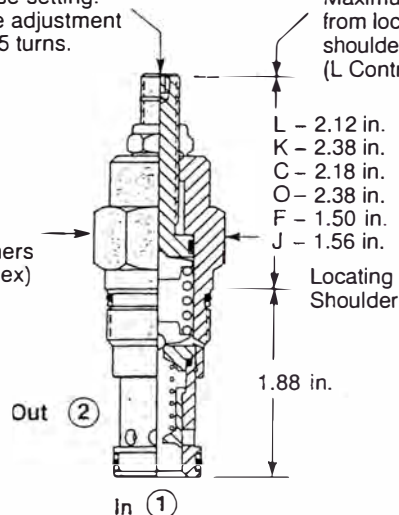
1.98 in. Across Corners (.88 in. Hex)



Turn screw clockwise to increase setting. Complete adjustment range in 5 turns.

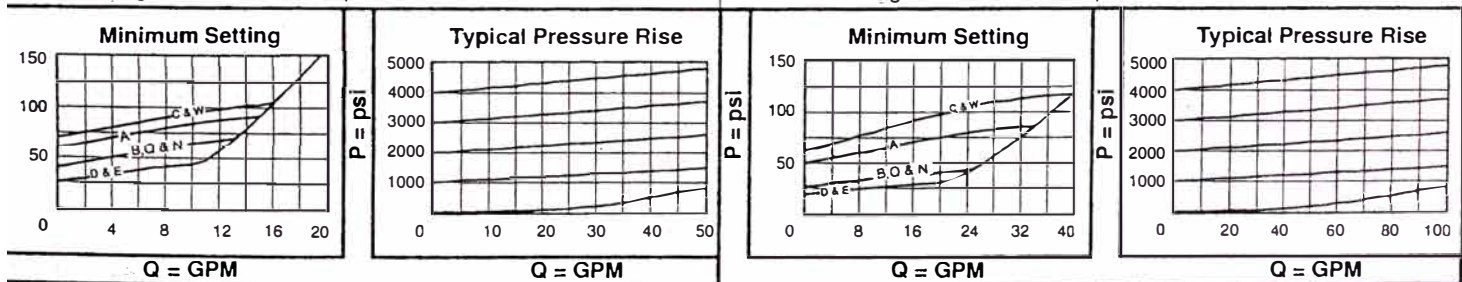
Control Option: Maximum extension from locating shoulder. (L Control shown)

1.30 in. Across Corners (1.12 in. Hex)



Will accept maximum pressure at Port 2. Pressure at Port 2 is directly additive to valve setting. Typical response time 10 ms. Maximum leakage = 2 in<sup>3</sup>/min./1000 psi at 150 SUS.

Will accept maximum pressure at Port 2. Pressure at Port 2 is directly additive to valve setting. Typical response time 10 ms. Maximum leakage = 3 in<sup>3</sup>/min./1000 psi at 150 SUS.



MODEL **RPEC-LAN**

MODEL **RPGC-LAN**

## OPTIONS

**RP \* C - \* \* \* - \* \* \* / \***  
Basic cartridge from above

### CONTROLS

See page x for more details on Optional Controls

- Standard Sealed Screw Adjustment
- Handknob with Lock Knob
- Handknob with Panel Mount
- Hex Head Screw with Locknut
- Socket Head Set Screw with Cap

### Nonstandard Controls

- Tamper Resistant Factory Set

### ADJUSTMENT RANGES

- A** 100 to 3000 psi  
1000 psi Standard Setting
- B** 50 to 1500 psi  
1000 psi Standard Setting
- D** 25 to 800 psi  
400 psi Standard Setting
- E** 25 to 400 psi  
200 psi Standard Setting
- Q** 60 to 400 psi  
200 psi Standard Setting
- N** 60 to 800 psi  
400 psi Standard Setting
- W** 150 to 4500 psi  
1000 psi Standard Setting
- C** 150 to 6000 psi  
1000 psi Standard Setting

Customer Specified Setting Stamped on Hex

### SEALS

- N** Buna-N
- V** Viton

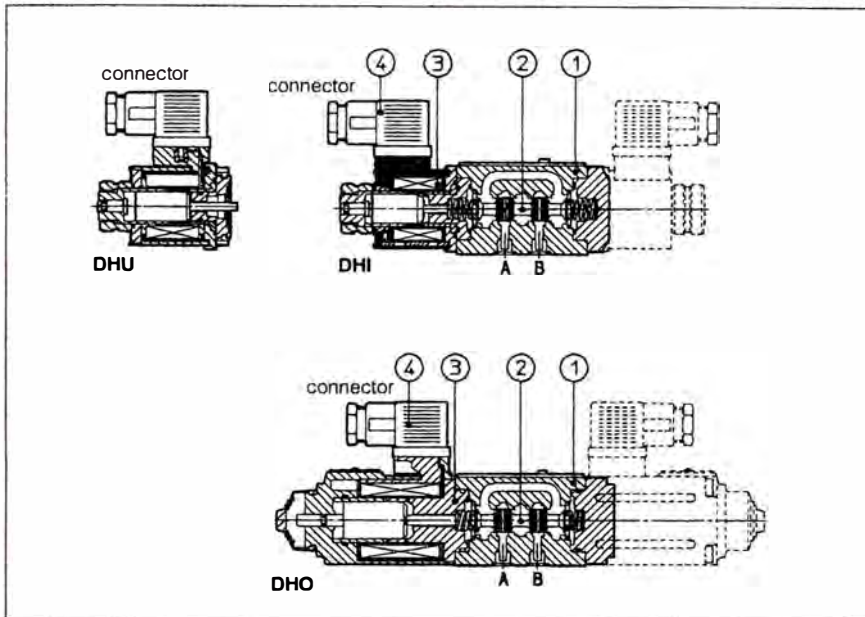
### BODY

Omit for Cartridge Only or See Body Locator Page 1.04



# Solenoid directional valves type DHI, DHU, DHO

direct operated, ISO/Cetop size 03



DHI, DHU and DHO are spool type, three or four way, two or three position direct operated solenoid valves designed to operate in oil hydraulic systems.

They are operated by wet and pressure sealed solenoid ③ with manual override:

- OI solenoid suitable for AC and DC supply;
- OU solenoid for DC supply with improved performance;
- OO solenoid for DC supply with high performance.

Moving parts are protected, lubricated and cushioned in oil.

Shell-moulding casting ① machined by transfer lines and then cleaned by thermal deburring.

Optimized flow paths largely cored with extrawide channels to tank for low pressure drops.

Interchangeable spools ② available in a wide variety of configurations.

DHU and DHO valves can be supplied with optional devices for control of switching times.

Standard electric/electronic connectors ④ able to satisfy the requirements of modern machines for electric interfaces characteristics.

Coils are fully encapsulated (class H).

In DHI and DHU, coils are easily replaceable without aid of tools.

Rugged execution suitable for outdoor use.

**Surface mounting ISO/Cetop 03.**

**Max flow up to 60 l/min for DHI/DHU and up to 80 l/min for DHO.**

**Max pressure: 350 bar.**

## 1 MODEL CODE

**DHI - 0 63 1/2 /A - X 24 DC \*\* /\***

Directional control valves ISO/Cetop 03  
**DHI-0** = solenoid OI for AC and DC supply  
**DHU-0** = solenoid OU for DC supply  
**DHO-0** = solenoid OO for DC supply

Valve configuration, see table ②

- 61** = single solenoid, center plus external position, spring centered
  - 63** = single solenoid, 2 external positions, spring offset
  - 67** = single solenoid, center plus external position, spring offset
  - 70** = double solenoid, 2 external positions, without spring
  - 71** = double solenoid, 3 positions, spring centered
  - 75** = double solenoid, 2 external positions, with detent (not available for DHO models)
- Other configurations are available on request.

Spool type, see table ③.

Synthetic fluids  
**WG** = water glycol  
**PE** = phosphate ester

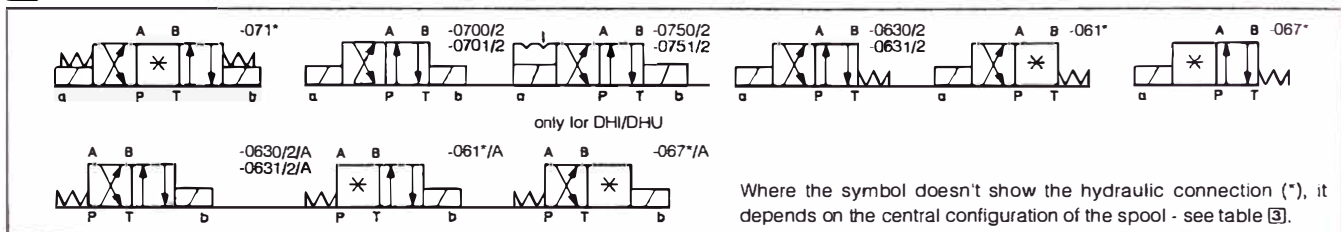
Design number

External supply voltage see section ⑤  
**00** = valve without coils (only for DHI and DHU).

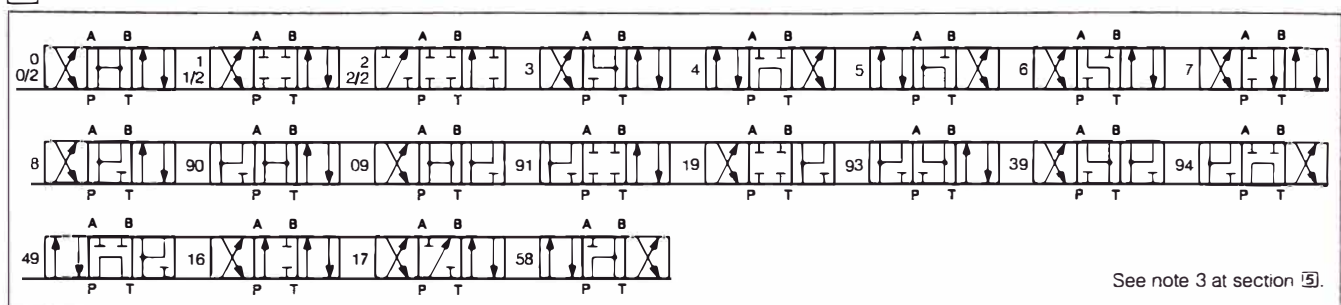
**X** = without connector  
 See note 2 at section ③ for available connectors, to be ordered separately

Options, see note 1 at section ⑤.

## 2 CONFIGURATION



## 3 SPOOLS - for intermediate passages, see tab. E001.



See note 3 at section ⑤.

#### 4 MAIN CHARACTERISTICS OF DHI, DHU AND DHO DIRECTIONAL VALVES

Assembly position / location	Any position for all valves except for type - 070* (without springs) that must be installed with horizontal axis if operated by impulses
Subplate surface finishing	Roughness index $\sqrt{Ra}$ flatness ratio 0,01/100 (ISO 1101).
Ambient temperature	from -20°C to +70°C.
Fluid	Hydraulic oil as per DIN 51524 .... 535; for other fluids see section 11.
Recommended viscosity	15 – 100 mm <sup>2</sup> /s at 40°C (ISO VG 15 – 100).
Fluid contamination class	ISO 19/16, achieved with in line filters at 25 µm value to $\beta_{25} \geq 75$ (recommended).
Fluid temperature	T ≤ 80°C if T ≥ 60°C select /PE seals
Flow direction	As shown in the symbols of tables 2 and 3.
Operating pressure	Ports P,A,B: 350 bar; Port T: 120 bar for DHI; 210 bar for DHU and DHO; For versions with proximity switches (/F/NC and /F/NO versions) maximum counter pressure allowed on T port is 5 bar
Rated flow	See diagrams Q/Δp at section 7.
Maximum flow	60 l/min for DHI and DHU; 80 l/min for DHO, see operating limits at section 8.
Relative duty factor	100%
Supply voltage and frequency	See model code at section 11.
Supply voltage tolerance	± 10%

#### 5 NOTES

##### 1 Options

- A** = Solenoid mounted at side of port B (only for single solenoid valves). In standard versions, solenoid is mounted at side of port A.  
**WP** = prolonged manual override protected by rubber cap (standard for DHO models).  
**L1, L2, L3**, = device for controlling switching time (only for DHU and DHO models). Not available for valves with connectors E-SA or E-SE. For spools 4 and 4/8 only device L3 is available.  
**F\*** = with proximity switch for monitoring spool position: see tab. E110.

##### 2 Type of electric/electronic connector DIN 43650, to be ordered separately

- SP-666** = standard connector IP-65, suitable for direct connection to electric supply source.  
**SP-667** = as SP-666, but with built-in signal led.  
**SP-669** = with built-in rectifier bridge for supplying DC coils by alternate current (AC).  
**E-SA** = electronic connector (only for DHI and DHU valves) which improves performances and give faster shifting times for DC solenoid supplied by AC power.  
**E-SE** = electronic connector (only for DHI and DHU valves) which improves performances and reduces power consumption for DC solenoid supplied by DC power.  
**E-SR** = electronic connector which permits switching of solenoid valves by a low power signal (max 20mA).  
**E-SD** = electronic connector which eliminates electric disturbances when solenoid valves are de-energized.  
 Note: disturbance suppressor devices, similar to E-SD are, standard, built in all E-SA, E-SE, E-SR.

##### 3 Spools

- spools type 0/2, 1/2, 2/2 are only used for two position valves: single solenoid valves, type DH\*-063\*/2 and double solenoid valves type DH\*-070\*/2 and DH\*-075\*/2.
- spools type 0 and 3 are also available as 0/1 and 3/1 that, when in centre position, oil passage from ports to tank are restricted.
- spools type 1,4 and 5 are also available as 1/1, 4/8 and 5/1. They are properly shaped to reduce water-hammer shocks during the swiching.
- spools type 1,3, 8 and 1/2 are available as 1P, 3P, 8P and 1/2P to limit valve leakage.
- Other types of spools can be supplied on request.

#### 6 ELECTRIC FEATURES

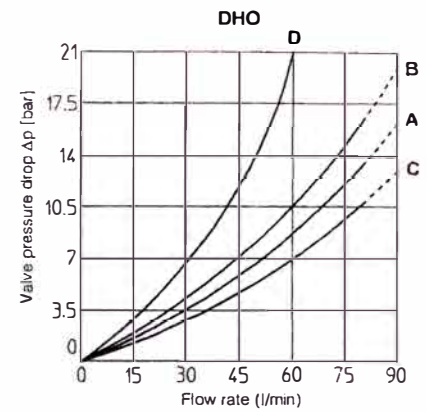
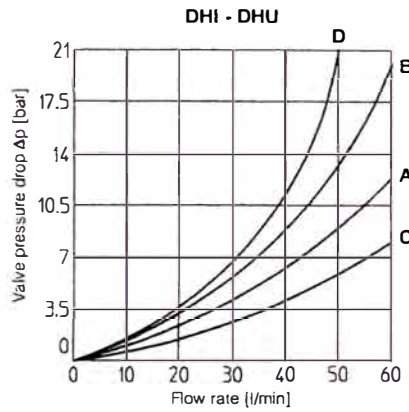
Valve	External supply nominal voltage (1) (2)		Type of connector	Power consumption (4)	Code of spare coil (8)	Colour of coil label		
OHI and OHU	DIRECT CURRENT	6 DC	SP-666 or SP-667	33 W	SP-COU-6DC / 80	brown		
		12 DC			SP-COU-12DC / 80	green		
		12 DC			SP-COUR-12 DC /10	green		
		24 DC			SP-COU-24DC / 80	red		
		24 DC			SP-COUR-24DC /10	red		
		48 DC			SP-COU-48DC / 80	silver		
	ALTERNATE CURRENT	12 DC	E-SE	7 W (5)	SP-COU-6DC / 80	brown		
		24 DC			SP-COU-12DC / 80	green		
		24 DC			SP-COUR-12DC /10	green		
		110/50 AC			E-SA	67 VA (6)	SP-COU-24DC / 80	red
		120/60 AC				60 VA (6)	SP-COUR-24DC /10	red
		230/50 AC				67 VA (6)	SP-COU-48DC / 80	silver
230/60 AC	SP-669	40 VA	SP-COU-110RC / 80	gold				
110/50 AC		35 VA	SP-COUR-110RC /10	gold				
120/60 AC		40 VA	SP-COU-230RC / 80	blue				
OHI	ALTERNATE CURRENT	230/50 AC	SP-666 or SP-667	60 VA (7)	SP-COU-230RC /10	blue		
		230/60 AC			35 VA	SP-COUR-230RC /10	blue	
OHO	ALTERNATE CURRENT	110/50 AC (3)	SP-666 or SP-667	60 VA (7)	SP-COI-110/50/60AC /80	yellow		
		120/60 AC			SP-COI-120/60AC /80	white		
		230/50 AC (3)			SP-COI-230/50/60AC /80	light blue		
		230/60 AC			SP-COI-230/60AC /80	silver		
	DIRECT CURRENT	12 DC	SP-666 or SP-667	32 W	-	-		
		24 DC			-	-		
		110 DC			-	-		
		220 DC			-	-		
		110/50 AC			SP-669	40 VA	-	-
		120/60 AC				35 VA	-	-
230/50 AC	SP-669	40 VA	-	-				
230/60 AC		35 VA	-	-				

- (1) Tolerance on the nominal voltage is ± 10%.  
 (2) Other supply voltages are available on request: 9 DC (12 DC coil with 50% duty cycle), 28 DC, 110 DC, 125 DC, 220 DC, 24/50/60 AC, 48/50/60 AC. Supply voltages 14 DC, 28 DC, 110 DC and 220 DC for DHU (and DLOH, DLOK, technical table E041) are available with coil type SP-COUR.  
 (3) Coil can be supplied also with 60 Hz of voltage frequency: in this case the performances are reduced by 10 +15% and the power consumption is 55 VA.  
 (4) Average values based on tests performed at nominal hydraulic condition and ambient/coil temperature of 20°C.  
 (5) in a cycle, where solenoid is energized/de-energized in 1 second (1 Hz), the average power consumption is 7 W; for longer cycles, the power consumption is lower. When solenoid is energized the inrush current is 6 A at 12 VDC and 3 A at 24 VDC corresponding to power consumption peak of 72 W. These current peaks persist for a period shorter than 100 msec and they must be considered when electric circuit is designed.  
 (6) When solenoid is energized the inrush current is 4,6A at 110 VAC and 2,3A at 230 VAC; the power consumption peak is 500 VA; these current peaks persist for a period shorter than 40 msec and they must be considered when electric circuit is designed.  
 (7) When solenoid is energized, the inrush current is approx 3 times the holding current. Inrush current values correspond to a power consumption of about 150 VA.  
 (8) Protection class H; Duty cycle: 100%. Connector protection degree: IP 65. Coils type SP-COUR-\*\* are available only for DHU.

### 7 Q/ΔP DIAGRAMS

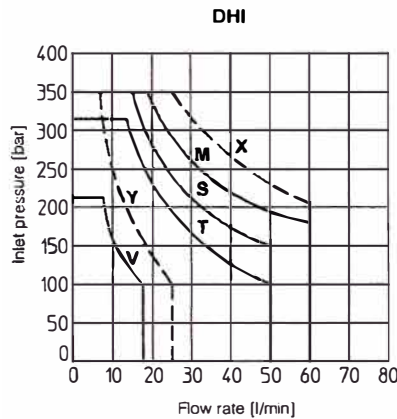
Spool type	Flow direction				
	P→A	P→B	A→T	B→T	P→T
0	C	C	C	C	
0/2, 1, 1/2	A	A	A	A	
2, 3	A	A	C	C	
2/2, 4, 5, 9*	D	D	D	D	A
6	A	A	C	A	
7	A	A	A	C	
8	C	C	B	B	

Based on fluid viscosity of 43 mm<sup>2</sup>/s at 40°C.

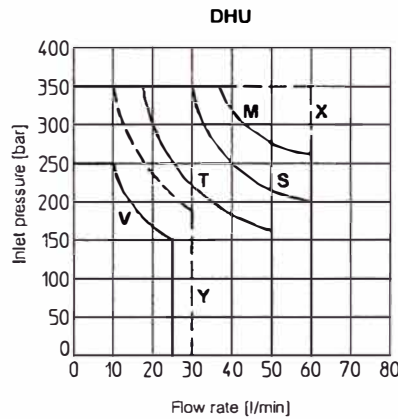


### 8 OPERATING LIMITS

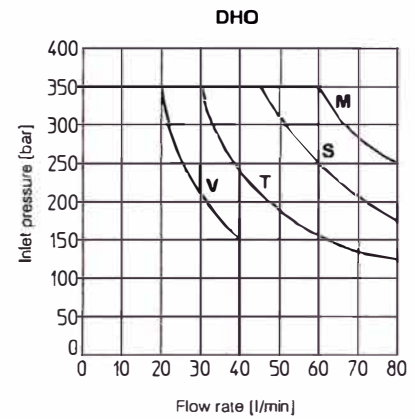
The diagrams have been obtained with warm solenoids and power supply at lowest value ( $V_{nom} - 10\%$ ). The curves refer to application with symmetrical flow through the valve (i.e. P→A and B→T). In case of asymmetric flow and if the valves have the devices for controlling the switching times the operating limits must be reduced.



- X = Spools 0, 0/2, 1, 1/2, 3, 6, 7, 8, with E-SA or E-SE connectors.
- M = Spools 0, 1, 1/2, 8 with electric connectors.
- S = Spools 0/2, 3, 6, 7 with electric connectors.
- Y = Spools 2, 2/2, \*9, 9\* with E-SA or E-SE connectors.
- V = Spools 2, 2/2, \*9, 9\* with electric connectors.
- T = Spools 4, 5 with electric connectors



- X = Spools 0, 0/2, 1, 1/2, 3, 6, 7, 8 with E-SA or E-SE connector.
- M = Spools 0, 1, 1/2, 8 with electric connectors;
- S = Spools 0/2, 3, 6, 7 with electric connectors.
- Y = Spools 2, 2/2, \*9, 9\* with E-SA or E-SE connectors.
- V = Spools 2, 2/2, \*9, 9\* with electric connectors.
- T = Spools 4, 5 with electric connectors.



- M = Spools 0, 1, 1/2, 8.
- S = Spools 0/2, 3, 6, 7.
- V = Spools 2, 2/2, \*9, 9\*
- T = Spools 4, 5.

### 9 SWITCHING TIMES (average values in msec)

Valve	DHI		
	Switch-on AC	Switch-on DC	Switch-off
DHI + SP-666 SP-667	30	45	20
DHI + SP-669	45	—	80
DHI + E-SA	20	—	40
DHI + E-SD E-SR	30	45	50
DHI + E-SE	—	30	40

Test conditions:

- 36 l/min; 150 bar
- nominal voltage
- 2 bar of counter pressure on port T
- mineral oil: 43 mm<sup>2</sup>/s viscosity at 40°C.

Valve	DHU		
	Switch-on AC	Switch-on DC	Switch-off
DHU + SP-666 SP-667	—	45	20
DHU + SP-669	45	—	80
DHU + E-SA	20	—	40
DHU + E-SD E-SR	—	45	50
DHU + E-SE	—	30	40
DHU-*L1	—	60	60
DHU-*L2	—	80	80
DHU-*L3	—	110	150

Valve	DHO		
	Switch-on AC	Switch-on DC	Switch-off
DHO + SP-666 SP-667	—	50	20
DHO + SP-669	50	—	80
DHO + E-SD E-SR	—	50	50
DHO-*L1	—	60	60
DHO-*L2	—	80	80
DHO-*L3	—	150	150

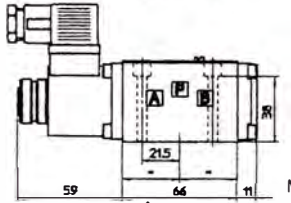
The elasticity of the hydraulic circuit and the variations of the hydraulic characteristics and temperature affect the response time.

10 DIMENSIONS [mm]

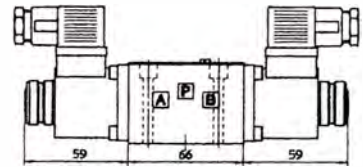
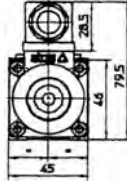
ISO/Cetop 03

Fastening bolts: 4 socket head screws M5x50  
 Seals: 4 OR 108  
 Ports P,A,B,T:  $\varnothing = 7.5$  mm (max).  
 P = PRESSURE PORT  
 A, B = USE PORT  
 T = TANK PORT  
 For the max pressures on ports, see section 4

DHI-06



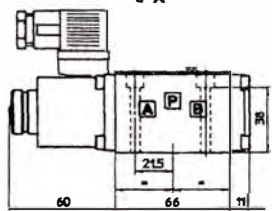
Mass: 1,5 kg



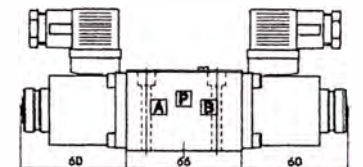
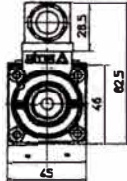
DHI-07

Mass: 1,8 kg

DHU-06



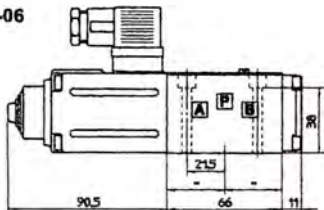
Mass: 1,5 kg



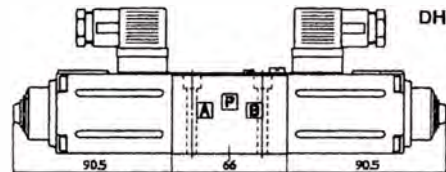
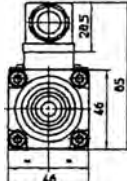
DHU-07

Mass: 1,8 kg

DHO-06



Mass: 1,9 kg



DHO-07

Mass: 2,6 kg

Overall dimensions refer to valves with connectors type SP-666

11 ELECTRIC/ELECTRONIC CONNECTORS ACCORDING TO DIN 43650 - The connectors must be ordered separately

<p><b>SP-666, SP-667</b> (for AC or DC supply) <b>E-SD/DC</b> (for DC supply)</p> <p><b>SP-666, SP-667</b> 1 = Positive ⊕ 2 = Negative ⊖ ⊕ = Coil ground</p>	<p><b>SP-669</b> (for AC supply)</p> <p><b>SP-669</b> 1,2 = Supply voltage Vac 3 = Coil ground</p>	<p><b>E-SA</b> (for AC supply) <b>E-SE</b> (for DC supply) <b>E-SR/AC</b> (for AC supply)</p> <p><b>E-SA</b> 1,2 = Supply voltage Vac 3 = Coil ground</p> <p><b>E-SE</b> 1 = Positive ⊕ 2 = Negative ⊖</p> <p><b>E-SR/AC</b> 1,2 = Supply voltage Vac 3 = Coil ground 4 = Negative pilot signal Voc 5 = Positive pilot signal Voc</p>	<p><b>E-SR/DC</b> (for DC supply)</p> <p>Power supply Voc: RED = Positive ⊕ BLUE = Ground ⊖</p> <p>Pilot signal Voc: YELLOW = Positive ⊕ WHITE = Negative ⊖</p> <p>Supplied with 5 m long cable.</p>	<p><b>E-SD/AC</b> (for AC supply)</p> <p>1,2 = Supply voltage VAC</p>
--	--	---	--	---

12 MOUNTING SUBPLATES

Model	Ports location	GAS Ports A-B-P-T	Ø Counterbore [mm] A-B-P-T	Mass [kg]
BA-202	Ports A, B, P, T underneath;	3/8"	-	1,2
BA-204	Ports P, T underneath; ports A, B on lateral side	3/8"	25,5	1,8
BA-302	Ports A, B, P, T underneath	1/2"	30	1,8

**electrohydraulics**



Global Detection

**Osiris-Osiprox-Osiswitch-Nautilus**

Detectores e Interruptores de posición

2006-07

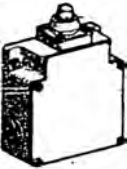





# Limit switches

Osiswitch® Classic

Metal, 2 x 2-pole contacts, type XCK ML

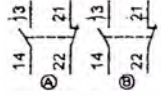
Complete switches with 3 ISO M20 x 1.5 or Pg 13 cable entries

Type of head	Plunger (fixing by the body)		Rotary (fixing by the body)	
				
Type of operator	Metal end plunger	Steel roller plunger	Thermoplastic roller lever plunger, horizontal actuation in 1 direction	Thermoplastic roller lever (1)

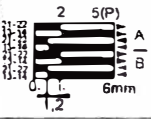
## References (2)

Switches with 3 entries tapped ISO M20 x 1.5

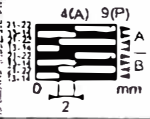
2 x 2-pole N/C + N/O snap action (XES P2151L)



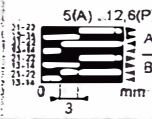
XCK ML110H29 ⊖



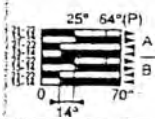
XCK ML102H29 ⊖



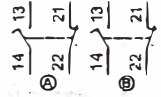
XCK ML121H29 ⊖



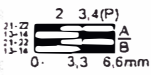
XCK ML115H29 ⊖



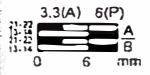
2 x 2-pole N/C + N/O break before make, slow break (XEN P2151L)



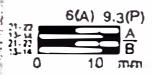
XCK ML510H29 ⊖



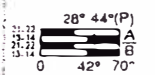
XCK ML502H29 ⊖



XCK ML521H29 ⊖

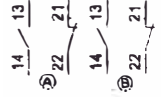


XCK ML515H29 ⊖

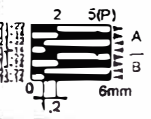


Switches with 3 entries tapped for Pg 13 cable gland

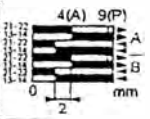
2 x 2-pole N/C + N/O snap action (XES P2151L)



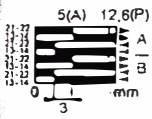
XCK ML110 ⊖



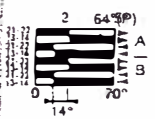
XCK ML102 ⊖



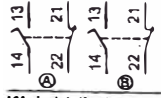
XCK ML121 ⊖



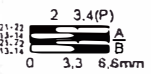
XCK ML115 ⊖



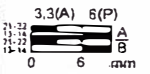
2 x 2-pole N/C + N/O break before make, slow break (XEN P2151L)



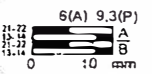
XCK ML510 ⊖



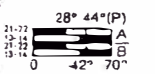
XCK ML502 ⊖



XCK ML521 ⊖







XCK ML515 ⊖



Weight (kg)	0.400	0.405	0.450	0.430
Contact operation	■ contact closed □ contact open	(A) = cam displacement (P) = positive opening point	⊖ N/C contact with positive opening operation	

## Characteristics

Switch actuation	On end	By 30° cam		
Type of actuation				
Maximum actuation speed	0.5 m/s	1.5 m/s		
Mechanical durability	3 million operating cycles			
Minimum force	For tripping	15 N	12 N	8 N
	For positive opening	60 N	50 N	50 N
Cable entry	3 entries tapped ISO M20 x 1.5, damping capacity 7 to 13 mm, or 3 entries tapped for n° 13 cable gland conforming to NF C 68-300 (DIN Pg 13.5), damping capacity 9 to 12 mm.			

(1) Adjustable throughout 360° in 5° steps, or in 90° steps by reversing the notched washer.

(2) Switches available with other 2-pole slow break contact blocks: N/O + N/C make before break, N/C + N/C simultaneous (with positive opening operation), N/C + N/C simultaneous, please consult your Regional Sales Office.

### Note: replacement parts

The heads of limit switches type XCK ML are the same as those for types XCK M and XCK L (see heads ZCK D10, ZCK D02, ZCK D21 and ZCK D15 on page 32103/2).

# Limi switches

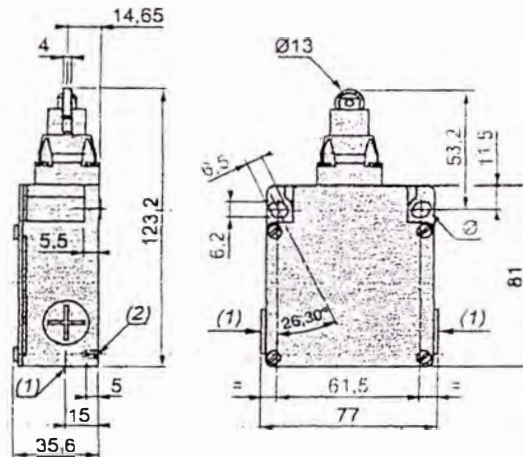
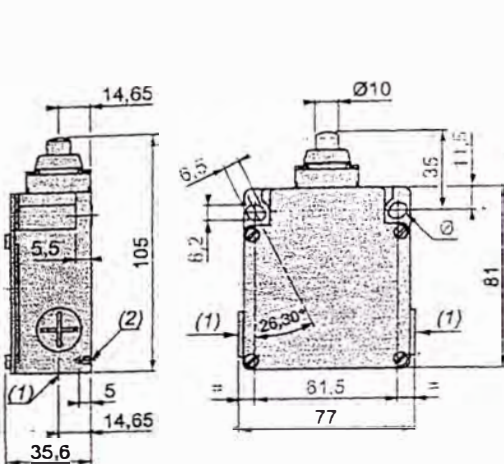
## Osiswitch® Classic

Metal, 2 x 2-pole contacts, type XCK ML

Complete switches with 3 ISO M20 x 1.5 or Pg 13 cable entries

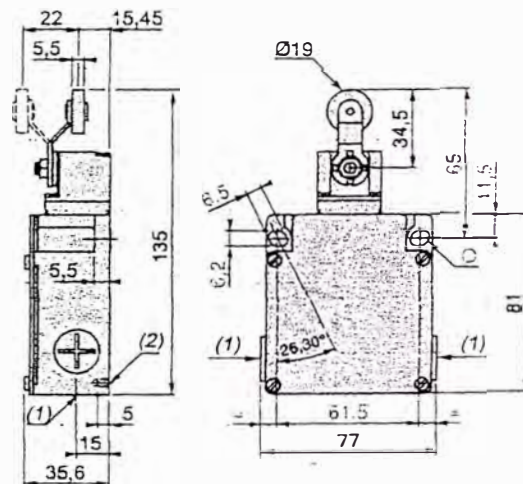
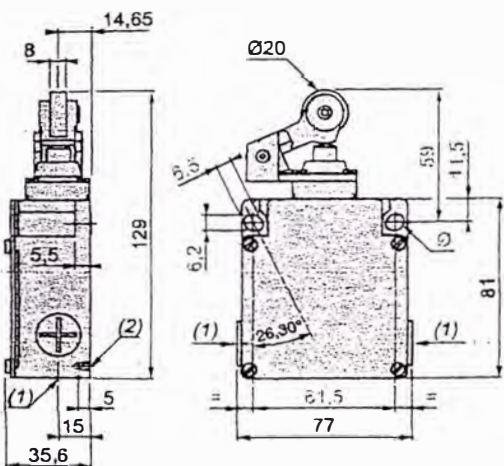
XCK ML110H29, XCK ML510H29, XCK ML110,  
XCK ML510

XCK ML102H29, XCK ML502H29, XCK ML102, XCK ML502



XCK ML121H29, XCK ML521H29, XCK ML121,  
XCK ML521

XCK ML115H29, XCK ML515H29, XCK ML115, XCK ML515

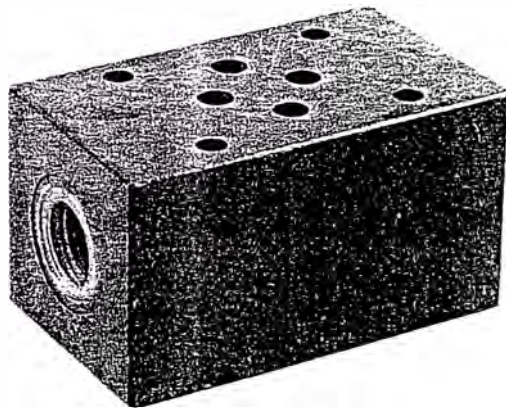


(1) XCK ML...H29: 3 entries tapped M20 x 1.5. XCK ML...: 3 entries tapped for n° 13 cable gland.  
(2) 2 centering holes  $\varnothing 3.9 \pm 0.2$ , cover fixing holes axis.

© Schneider Electric 2010. All rights reserved. Schneider Electric is a registered trademark of Schneider Electric.



**Piastre speciali**  
 Embases spéciales  
*Special sub-plates*  
 Sonderplatten



**Piastre di chiusura**  
**Piastre di riduzione**  
**Piastre di collegamento**  
**Piastre modulari**

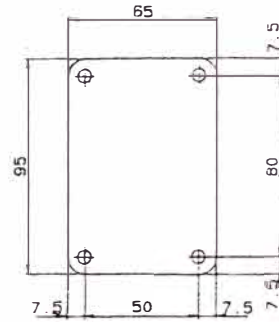
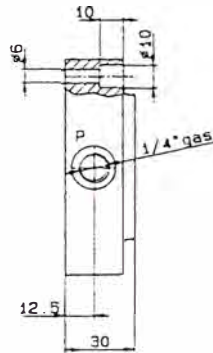
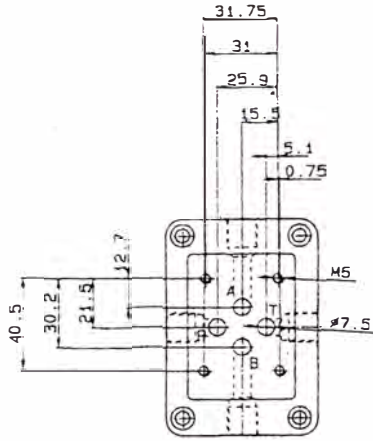
Embases de fermeture  
 Embases de réduction  
 Embases de connexion  
 Embases modulaires

*Closing plates*  
*Reduction plates*  
*Connection sub-plates*  
*Packing plates*

Verschlussplatten  
 Umarbeitungsplatten  
 Verbindungsplatten  
 Längsverkettungsplatten

PIASTRE SPECIALI LC 1 - NW6 • EMBASES SPÉCIALES LC 1 - NW6  
 SPECIAL SUB-PLATES LC 1 - NW6 • SONDERPLATTEN LC 1 - NW6

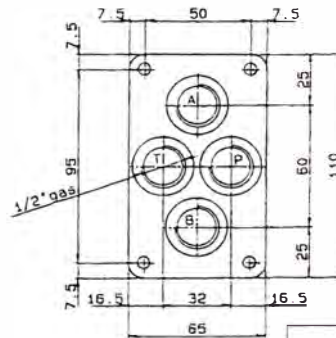
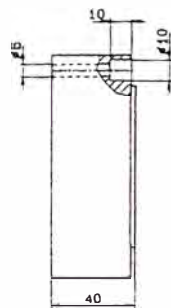
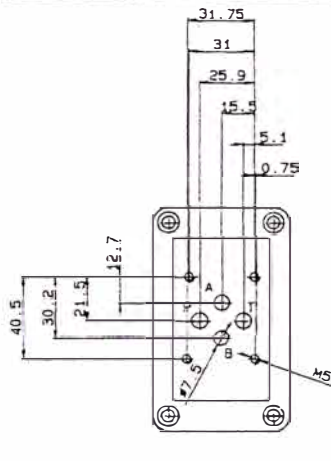
PDM 124 ABPT LAT. 1/4" gas



Pesi • Poids • Weights • Gewichte

1 kg.

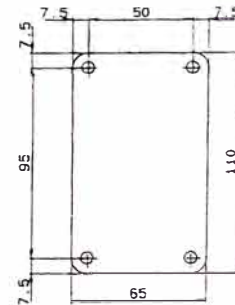
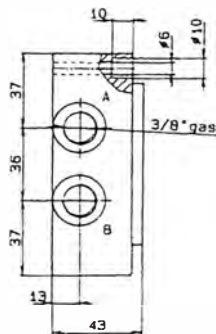
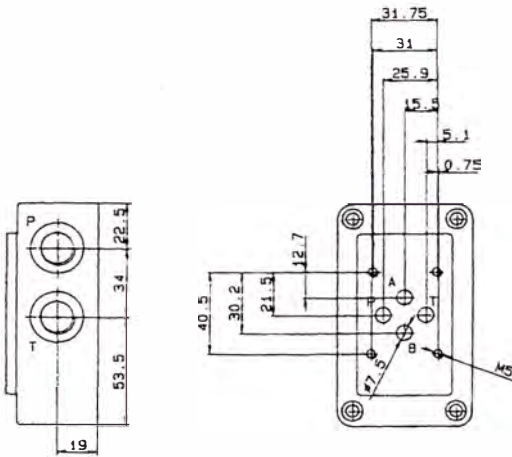
PDM 121 ABPT INF. 1/2" gas



Pesi • Poids • Weights • Gewichte

1,84 kg.

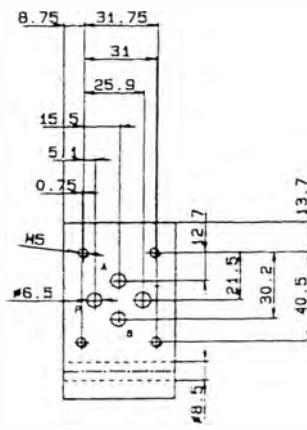
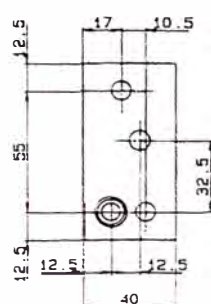
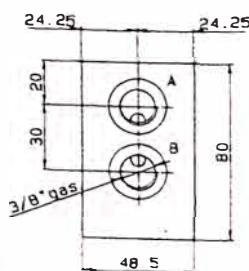
PDM 121 ABPT LAT. 3/8" gas



Pesi • Poids • Weights • Gewichte

1,84 kg.

PDT 130 ritegno su P 3/8" gas  
 PDT 130 anti-retour sur P 3/8" gas  
 PDT 130 check valve in P 3/8" gas  
 PDT 130 Rückschlagventil in P 3/8" gas



Pesi • Poids • Weights • Gewichte

1,84 kg.