

A detailed view of a mechanical testing machine, likely a tensile tester. The machine features a dark, heavy base. A central frame holds five circular pressure gauges with white faces and black markings. Below the gauges are five vertical tubes, each ending in a small ring. The machine is equipped with various mechanical components, including a large horizontal cylinder on the left, a vertical cylinder on the right, and several hoses and fittings. The overall design is industrial and precise.

Tamaños	- DN 40 hasta 150
Caudal	- hasta 580 m ³ /h
Altura	- hasta 1.400 m
Temperatura	- hasta 200°C
Rotación	- hasta 5.500 rpm
Presión final	hasta 116 bar

Aviso legal / Derechos de autor

Manual Técnico HDA

Todos los derechos reservados. El contenido aquí suministrado no debe ser distribuido, copiado, reproducido, editado o procesado para cualquier otro propósito, ni de otro modo transmitido, publicado o puesto a disposición de terceros sin el previo consentimiento expreso del fabricante.

Norma general: nos reservamos el derecho a realizar modificaciones técnicas.

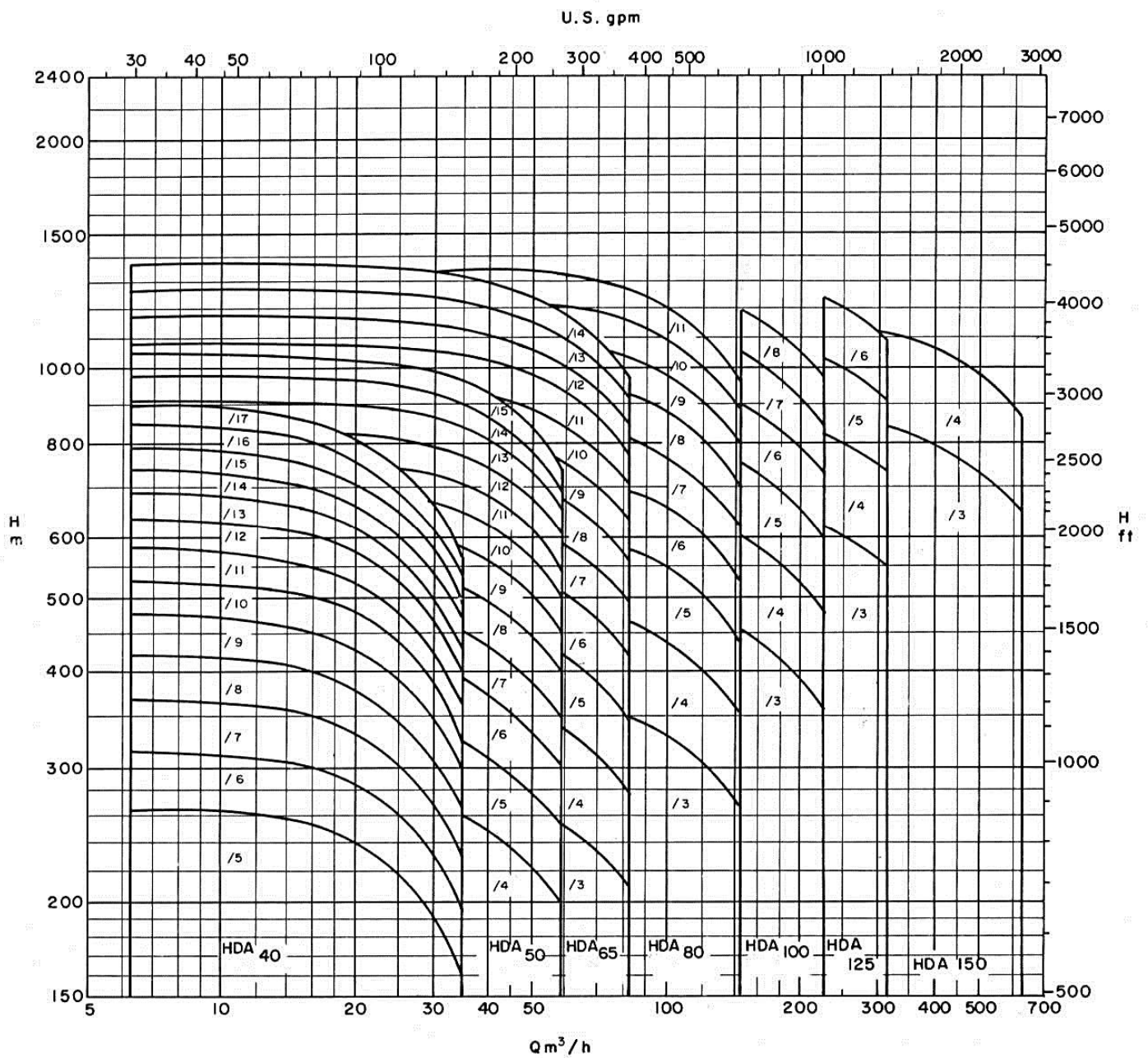
© KSB Brasil Ltda., Várzea Paulista 16/05/2018

Índice

1. Aplicación	1
2. Descripción General	1
3. Denominación	1
4. Datos de Operación	1
5. Campos característicos – 60 Hz	5
6. Campos característicos – 50 Hz	6
7. Datos Constructivos	7
8. Descripción General	8
8.1 Cuerpo	8
8.2 Rodete	8
8.3 Eje	8
8.4 Sellado del eje	8
8.5 Equilibrio del empuje axial	8
8.5.1 Descripción y principio de funcionamiento del dispositivo de equilibrio del empuje axial	8
8.6 Cojinetes	10
8.7 Accesorios (opcionales)	10
9. Datos Técnicos	11
9.1 Flujo de descarga para el equilibrio de las fuerzas axiales	11
9.2 Límites de presión y temperatura	12
9.3 Límites de rotación en función del diámetro del rodete y material	13
9.4 Rotaciones críticas	13
9.5 Regulación de la rotación	14
9.6 NPSH requerido	15
10. Construcción	16
10.1 Montaje del conjunto y ambiente de trabajo	16
10.2 Cuerpo	17
10.3 Rodetes	17
10.4 Eje	17
10.5 Cojinetes y Tipos de Lubricación	17
10.5.1 Cojinetes	17
10.5.2 Dispositivo de equilibrio de empuje axial	20
10.5.3 Tipos de lubricación	23
10.5.3.1 Ejecución con cojinetes deslizantes y lubricación a presión	23
10.6 Sellado del eje	26
10.6.1 Empaquetadura	26
10.6.2 Sello mecánico	27
10.7 Refrigeración	28
10.7.1 Sellado por empaquetadura	28
10.7.1.1 Temperatura del líquido bombeado entre 106°C hasta 150°C	28
10.7.1.2 Temperatura del líquido bombeado superior a 150°C	29
10.7.2 Sellado por sello mecánico	29
10.7.2.1 Con circulación y sin enfriador (-5°C hasta +70°C)	29
10.7.2.2 Sin circulación y con refrigeración de la cámara de sellado (71°C hasta 120°C)	30
10.7.2.3 Con refrigeración de las cámaras de sellado y sellos mecánicos en paralelo	30
10.7.2.4 Para una temperatura ambiente > 45°C y una temperatura del líquido bombeado > 150°C hasta 180°C	30

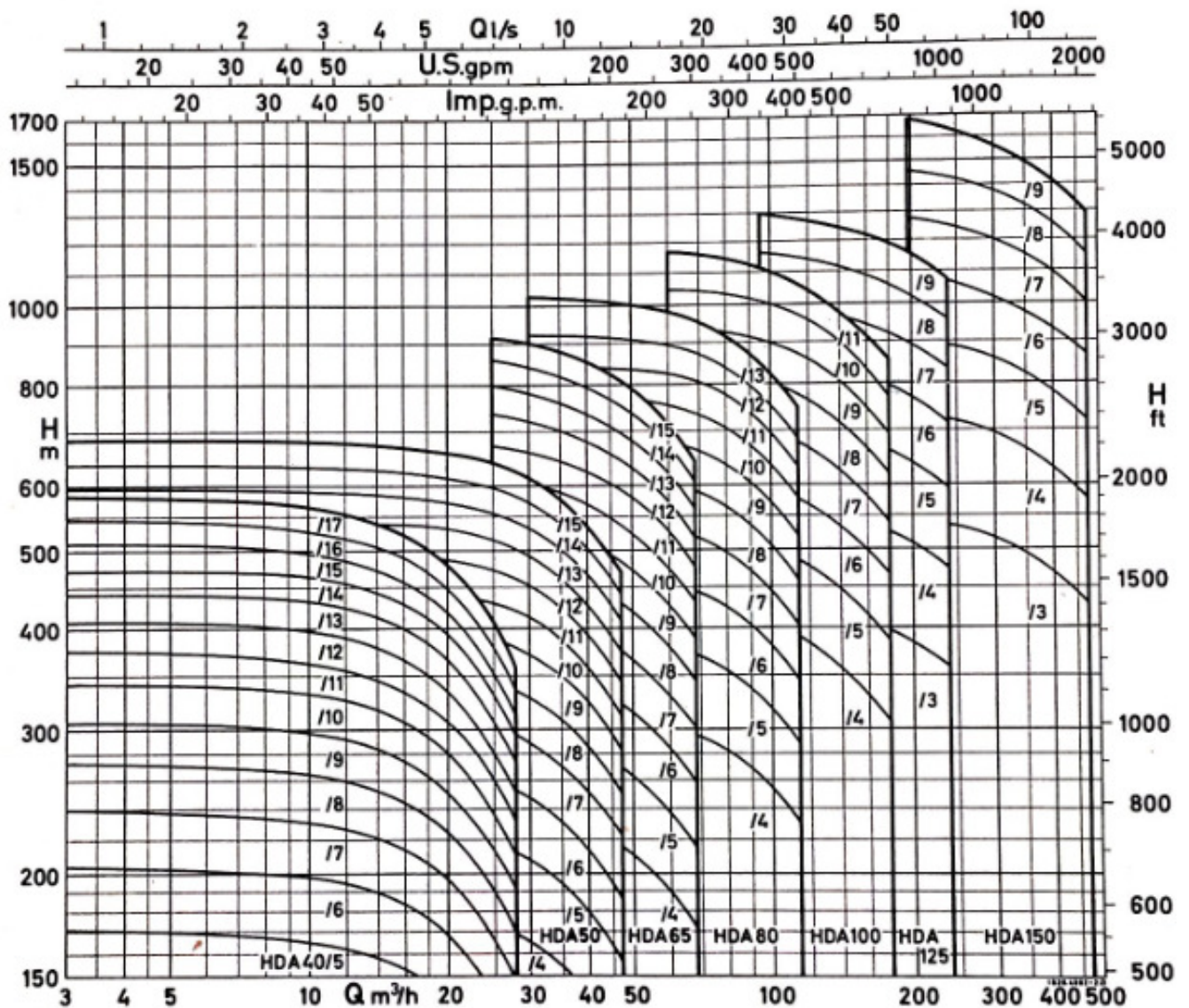
10.7.2.5 Con circulación para un intercambiador de calor para cada sello mecánico y refrigeración de la cámara de sellado	31
10.8 Cámara de calentamiento	32
10.9 Inercia	33
10.10 Accionamiento	33
10.11 Acoplamientos	33
10.11.1 Protección del acoplamiento	33
10.11.2 Bases	33
11. Materiales	34
11.1 Directrices para la elección de materiales para las bombas de alimentación de caldera	34
11.1.1 Reglas Generales	34
12. Combinaciones de Materiales	35
12.1 Holguras	36
13. Fuerzas y Momentos	36
13.1 Posición del centro de gravedad	37
14. Piezas de repuesto	37
15. Dimensiones	37
16. Cortes transversales y Lista de Piezas	39
16.1 Ejecución estándar tamaño 40 hasta 150 con cojinetes de deslizamiento y empaquetadura	39
16.2 Ejecución estándar tamaño 40 hasta 150 con cojinetes de deslizamiento y sello mecánico	41
16.3 Detalles específicos	43
16.4 Accesorios especiales	45
16.4.1 Estapa ciega	45
16.4.2 Carcasa de etapa con derivación	45
16.4.2. Combinación de materiales para derivaciones atornilladas y soldadas	46
16.4.3 Bomba de engranaje instalada em el eje de la bomba	46
16.4.4 Instalación de la válvula de caudal mínimo	46
16.4.5 Filtros	47
16.4.6 Dispositivos	48
16.4.7 Herramientas	49
17. Curvas características	49

5. Curvas características – 60 Hz



Rotación: 3550 rpm

6. Curvas características – 50 Hz



Rotación: 3550 rpm

7. Datos Constructivos

Tamaño de la Bomba			40	50	65	80	100	125	150								
Datos técnicos			30						25								
Presión máxima de succión (bar)			85						100								
Presión máx. descarga (bar)	Comb. de material	01	95						135								
		02 y 03	116						135								
		04	130						135								
Presión diferencial máx. por etapa (bar)	Comb. de material	01	17						20								
		02 y 03	20						22								
		04	20						22								
Presión máx. Prueba Hidrostática (bar)	1ª etapa	Comb. de material	60														
	Demás etapas		01	105													
			02	115						120							
			03 y 04	140						140							
Caudal mínimo			Indicada en la curva característica														
Caudal máximo			1.15 x Q _{opt.}														
Temperatura mín/máx (°C)			Ver ítem 9.2														
Sentido de rotación			Accionamiento del lado succión: sentido horario (visto desde el lado del accionamiento)														
Bridas(1)	Succión	Comb. de material	01	ANSI B16.1 - 250 lbs													
	Descarga		02 a 04	ANSI B16.5 - 150 lbs													
			02 a 04	ANSI B16.5 – 600 e 900 lbs													
Cojinetes		Deslizantes DxL (mm)	35x50		45x60		50x60	50x70		75x85							
Volumen de aceite por cojinete (l)		Deslizantes	0.4		0.5		0.7		1.3								
Caudal de aceite p/ lubric. bajo presión (l/s) por cojinete			0.033		0.05		0.066		0.133								
Caudal de aceite adicional necesaria para lubric. dispositivo de equilibrio de empuje empujo hidráulico axial (l/s)			0.1		0.133		N/A	0,166									
Dispositivo de equilibrio del empuje axial ejecución con cojinetes de rodamiento	Rodamientos tipo contacto angular de dos carreiras, para bombas con cojinetes deslizantes		3309-C3		3310-C3												
	Volumen de aceite		0.2		0,4												
P/n máx. admisible eje (kW/rpm) – Material		SAE1045	0,0625		0,1333		0,1785		0,159 (4)		0,56 (4)						
		AIISI 6F3	0,0700		0,1600		0,2200		0,279 (4)		0,70 (4)						
Tipos de cojinete (2)			GR	GP	GR	GP	GR	GP	GR	GP	GRE	GR	GP	GR	GP		
Rotación máxima por número de etapas (3)	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3600	3000	3600	3000	3600		
	4	-	-	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3600	4000	3600	3000	3600	3000	3600	
	5	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3600	4000	3600	3000	3600	3000	3350	
	6	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3600	4000	3600	3000	3600	3000	3250	
	7	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3600	3750	-	3000	3250	3000	3000	
	8	3600	5500	3600	5500	3600	4650	3600	4200	3500	3500	-	3000	3000	3000	3000	
	9	3600	5500	3600	5250	3600	4350	3600	3800	3350	3350	-	3000	3000	3000	3000	
	10	3600	5500	3600	4950	3600	4150	3450	3700	3150	3150	-	-	-	-	-	
	11	3600	5500	3600	4750	3600	4000	3300	3550	3000	3000	-	-	-	-	-	
	12	3600	5370	3600	4500	3650	3800	3150	3400	-	-	-	-	-	-	-	
	13	3600	5150	3600	4350	3400	3650	3000	3250	-	-	-	-	-	-	-	
	14	3600	4900	3600	4200	3250	3500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15	3600	4800	3600	4000	3150	3400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16	3600	4400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17	3600	4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Número mínimo de etapas			5		4		3		3		3		3		3	
	Momento inercia J=GD²/4 (Kg·m²) con agua	1ª etapa	0.0072	0.0121		.0219		0.0318		0.0660		0.2166		0.3700			
cada etapa adicional		0.00415	0.0075		0.0158		0.0211		0.0442		0.1681		0.2200				
Peso final de la bomba por número de etapas en kg	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	605	900				
	4	-	-	149	-	211	-	264	-	393	-	660	1000				
	5	128	-	161,5	-	229	-	287	-	432	-	715	1100				
	6	137,5	-	174	-	247	-	310	-	466	-	770	1200				
	7	147	-	186,5	-	265	-	333	-	500	-	825	1300				
	8	156,5	-	199	-	283	-	356	-	534	-	880	1400				
	9	166	-	211,5	-	301	-	379	-	563	-	935	1500				
	10	175,5	-	224	-	319	-	402	-	602	-	-	-				
	11	185	-	236,5	-	337	-	425	-	635	-	-	-				
	12	194,5	-	249	-	355	-	448	-	-	-	-	-				
	13	204	-	261,5	-	373	-	471	-	-	-	-	-				
	14	213,5	-	274	-	391	-	-	-	-	-	-	-				
	15	223	-	286,5	-	409	-	-	-	-	-	-	-				
	16	232,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	17	232,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

Tabla 1 - Datos técnicos

La presión no debe ser inferior al 25% de la presión en el punto de operación ni inferior a 15 bar.

a. Otras normas de bridas, sobre consulta.

b. Tipos de cojinetes:

W – Cojinetes de rodamientos

GR - Cojinetes deslizantes con lubricación por anillo de lubricación

GP - Cojinetes deslizantes con lubricación a presión

GRE – Cojinetes deslizantes, lubricación por anillo de lubricación y cuerpo de cojinete especial (con aletas). En esta ejecución no existe la posibilidad de instalar el dispositivo de equilibrio de empuje axial. Por lo tanto, sólo se recomienda este cojinete en aplicaciones estables y continuas con pocas partidas y paradas del equipo, también es fundamental que se utilice solamente acoplamiento con doble engranaje para este tipo de cojinete.

c. Es admisible sobrepasar la rotación en un 10% por un corto espacio de tiempo tomando en consideración las limitaciones de presión admisibles conforme a la figura 3.

d. Eje con dos chavetas para accionamiento.

8. Descripción General

8.1 Cuerpo

Bridas de succión y de descarga en disposición radial, vertical hacia arriba. Es posible prever bridas para caudal parcial de agua bajo presión, en uno o más cuerpos de etapas.

8.2 Rodete

Tipo radial, cerrado y de succión simple.

8.3 Eje

El eje de la bomba tiene casquillo protector y casquillo distanciador.

8.4 Sellado del eje

El eje es sellado por medio de empaquetaduras. Opcionalmente el sellado puede ser por sello mecánico. Para temperaturas superiores a 105°C es necesaria una cámara de refrigeración.

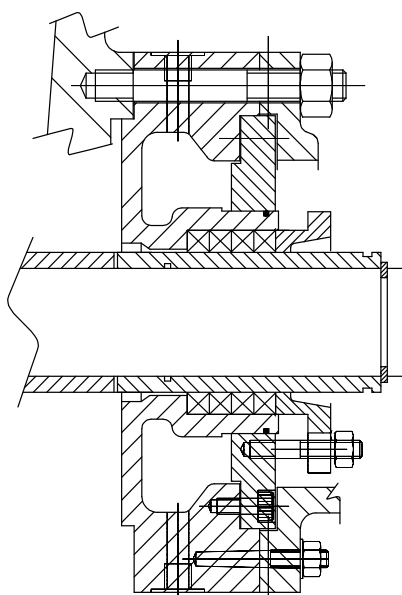


Fig.1 - Sellado del eje por empaquetadura con cámara de refrigeración

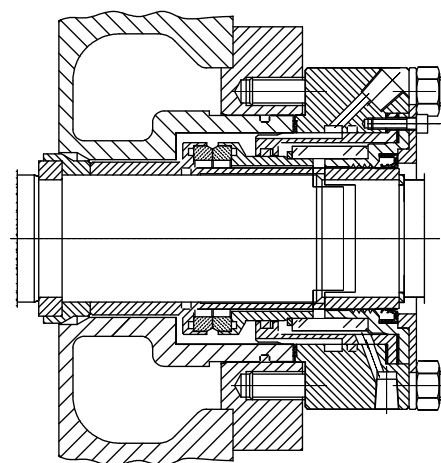


Fig.2 - Sellado del eje por sello mecánico

8.5 Equilibrio del empuje axial

Através de disco y contra disco, con tubería de alivio, volviendo a la carcasa de succión o tanque de succión.

8.6 Descripción y principio de funcionamiento del dispositivo de equilibrio del empuje axial.

El líquido bombeado fluye a través de la carcasa de succión (106) hasta el primer rodete. Sale del rodete (230), presuriza los lados de éste y va hacia el difusor (171.1), y del difusor para la entrada del siguiente rodete.

Este proceso se repite en cada etapa, durante la cual, la presión es aumentada en un mismo valor sucesivamente, es decir, por la capacidad de elevación de la etapa.

Del último rodete el líquido pasa para la cámara del disco de descarga y al difusor de la última etapa (171.2). Del difusor de la última etapa para la carcasa de presión y para la tubería de descarga.

Sobre cada rodete actúa una fuerza axial A que es causada por la presión diferencial del área entre DSP (diámetro interno del anillo de desgaste) y Da (diámetro del casquillo de la etapa). Ver figura 3. Este empuje axial tiende a desplazar el conjunto rotatorio para el lado de succión de la bomba.

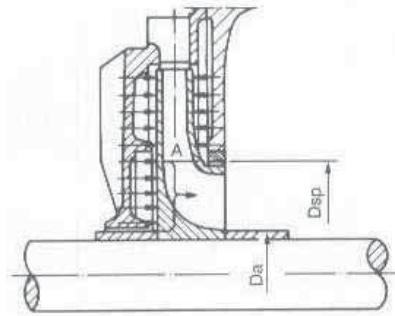


Fig.3 - Empuje axial del rodete

Para equilibrar el empuje es necesario un dispositivo específico de equilibrio. Este dispositivo consiste en un disco de descarga (601), contra disco (602) y tubería de alivio actuando por la disposición en serie de una holgura radial entre el casquillo distanciador (525.2) – holgura "B" - y una holgura axial entre disco y contra disco - holgura "C".

Siendo por ejemplo, la holgura "C" bastante pequeña, prácticamente la presión final de la bomba actuará sobre la cámara del disco desplazando el conjunto rotatorio hacia el lado descarga de la bomba, con lo que la holgura C aumentará. Siendo la holgura C muy grande habrá alivio de la presión sobre la cámara del disco, reduciendo con esto el empuje y haciendo que el conjunto regrese hacia el lado succión. Durante el funcionamiento se establecerá una holgura media y la bomba quedará equilibrada axialmente. Ver la figura 4.

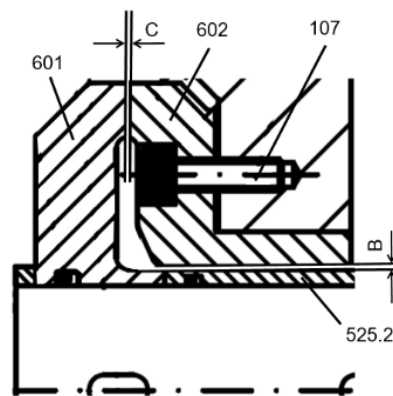


Fig.4 - Dispositivo de equilibrio de empuje axial

En la parte trasera del disco, entre en la carcasa de descarga (107) y la caja del prensaestopas (451) existe una cámara donde se instala una tubería de equilibrio, que puede retornar a la carcasa de succión o tanque dependiendo de condiciones específicas. Ver- las figuras 6 y 10.

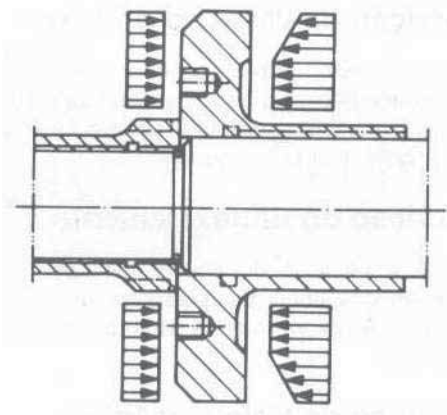


Fig.5 - Fuerza de acción en el disco de descarga

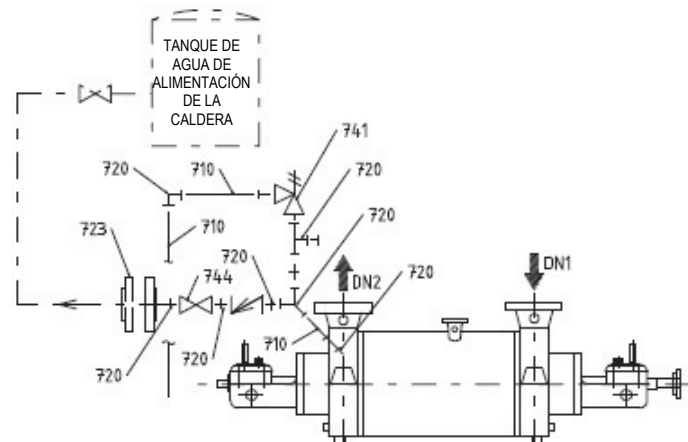


Fig.6 - Esquema de la tubería de alivio con retorno para tanque de succión

Atención: La presión diferencial mínima para desplazar el disco es de 15 bar. Con valores inferiores, la holgura "C" de la figura 4 no existirá y el dispositivo de equilibrio se desgastará por fricción, violentamente.

8.7 Cojinetes

Se alojan en dos soportes, con bridas en ambas extremidades de la bomba. Los cojinetes pueden ser de rodamientos o deslizantes con lubricación por anillos o por circulación de aceite bajo presión.

8.8 Accesorios (opcionales)

8.8.1 Accionamiento

Directo a través de acoplamiento flexible o indirecto por medio de reductores, por motor eléctrico, turbina, motor diésel, etc.

8.8.2 Acoplamiento

Acoplamiento flexible que permite movimiento axial del eje de la bomba.

8.8.3 Protector del acoplamiento

Estándar KSB.

8.8.4 Base

Estándar KSB de acero estructural soldado.

8.8.5 Filtro de succión

Para proteger la bomba, debe siempre estar provista de un filtro en la tubería de succión.

8.8.6 Sensores de temperatura (PT100)

Instalados en los cojinetes con el objetivo de monitorear la temperatura de éstos.

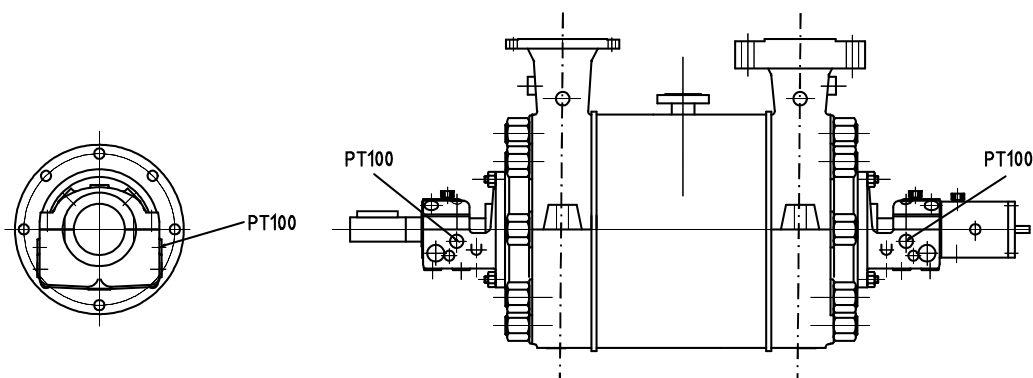


Fig.7 - Posicionamiento de los sensores de temperatura

8.8.7 Sensores de vibración

Se pueden instalar en los cojinetes y con características dependientes de la especificación del cliente y del tipo del cojinete.

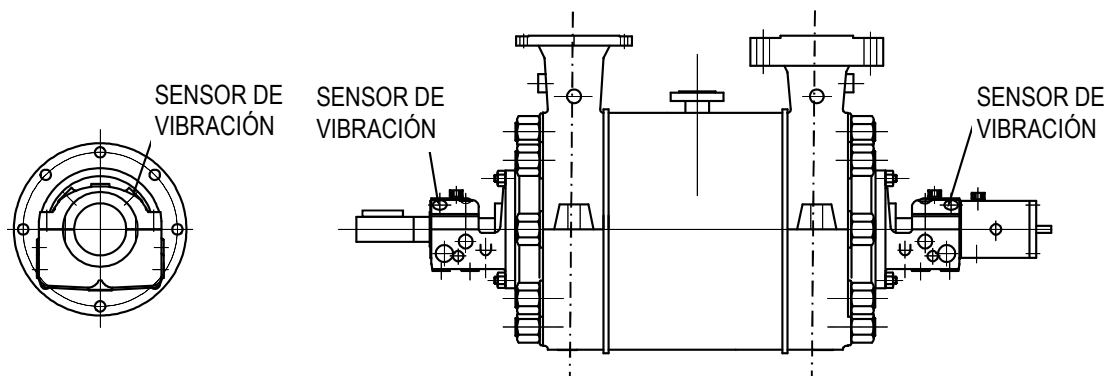


Fig.8 - Posicionamiento de los sensores de vibración

9. Datos Técnicos

9.1 Flujo de descarga para el equilibrio de las fuerzas axiales

Los flujos de descarga Q_E son valores medios resultantes de varias mediciones y se muestran en la figura 9. Estos flujos se refieren a la rotación de la bomba $n = 3550$ rpm, 60 Hz y pueden ser transformados linealmente para las otras rotaciones.

El flujo de descarga retorna a la brida de succión de la bomba o a la caldera de alimentación de la bomba en función de la temperatura del flujo y del número de etapas (ver figura 10). Condiciones: $Q_{\min} = 20\%$ de $Q_{\eta_{\text{opt}}}$ y NPSH disponible \cong NPSH requerido.

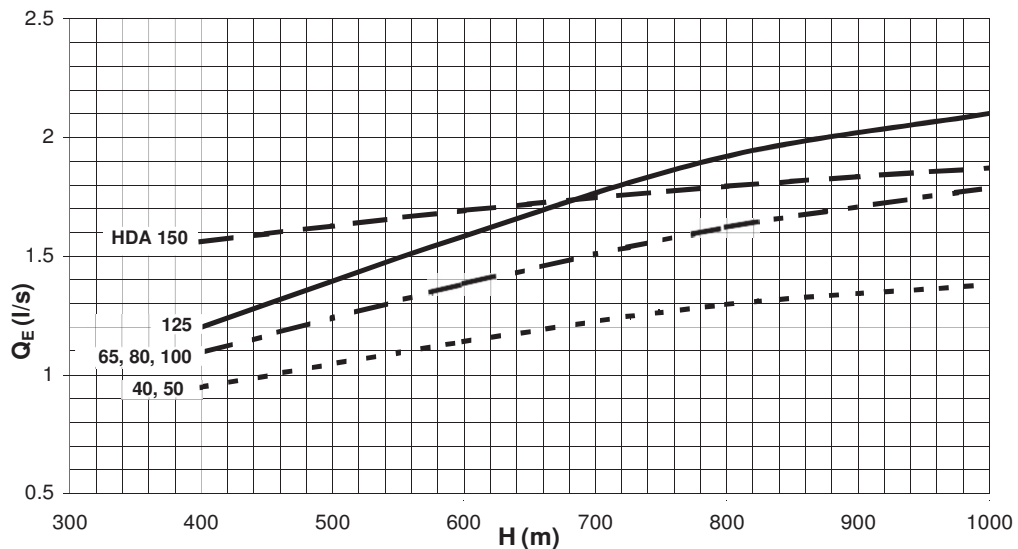


Figura 9 - Flujos de descarga Q_E en l/s para rotación de 3550 rpm.

Conexión del caudal de descarga DN 25 (1").

En el caso de retorno a la caldera de alimentación de la bomba es necesario aumentar el diámetro de la tubería de flujo de descarga a DN 40 (1 1/2") cuando:

- La extensión de la tubería es mayor o igual a 20 m, para tamaños 40 y 50;
- La extensión de la tubería es igual o mayor que 10 m, a partir del tamaño 65.

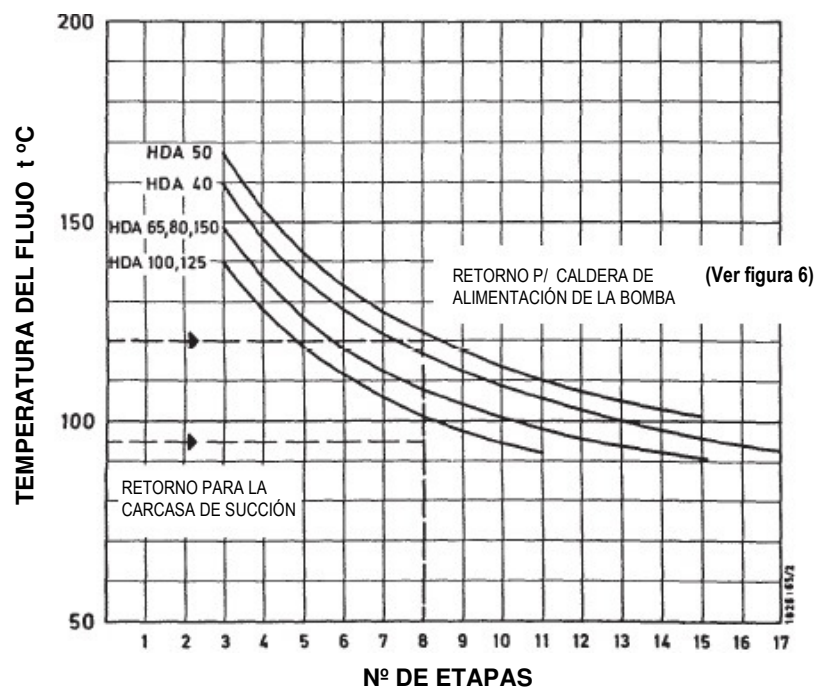


Figura 10 - Valores para retorno de flujo

9.2 Límites de presión y temperatura

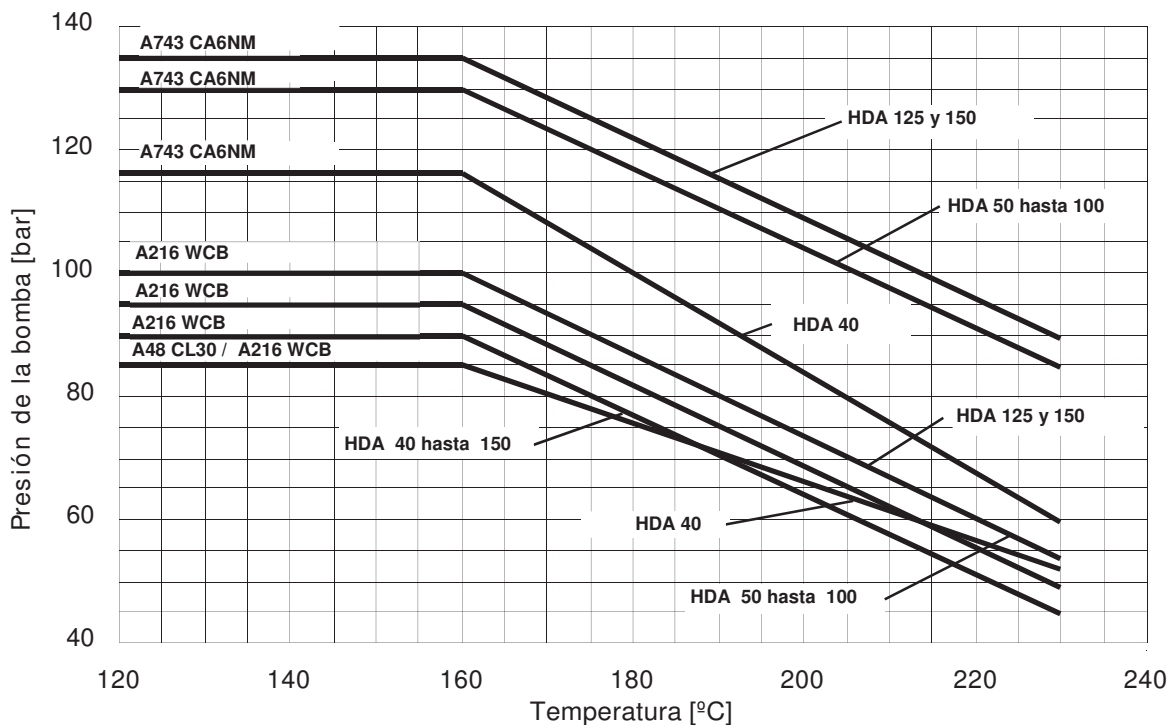


Figura 11- Límites de presión y temperatura (con precalentamiento).

La figura 11 determina las limitaciones de presión válidas para bombas cuyas diferencias de temperaturas entre la condición de operación de la bomba y del fluido son pequeñas, por ejemplo.

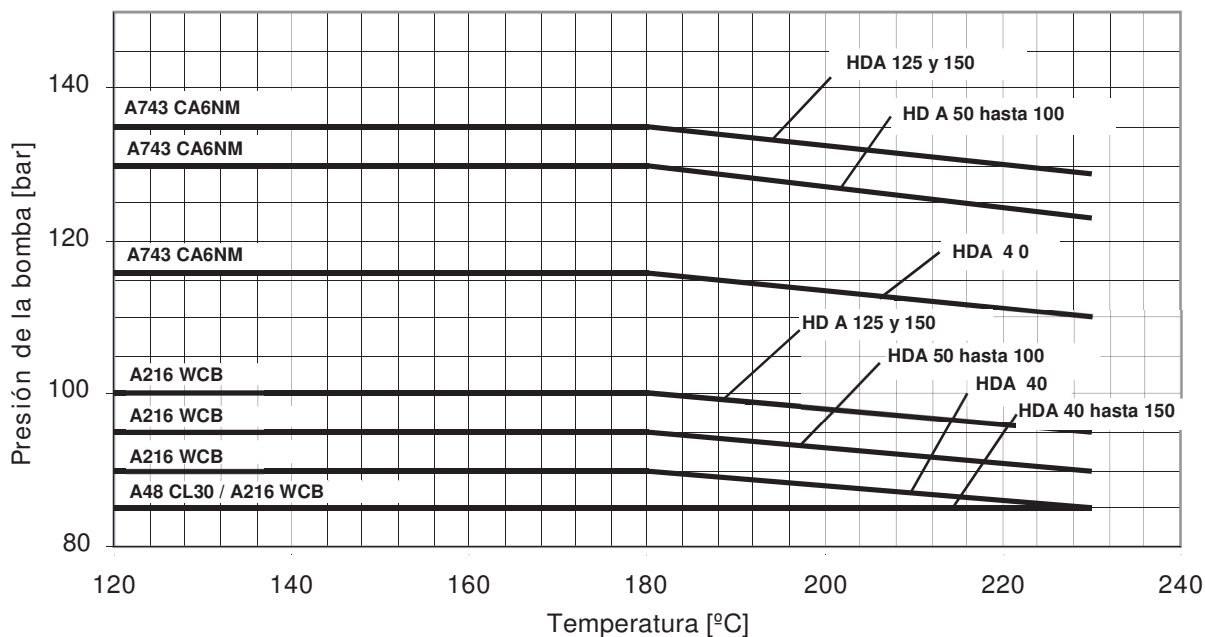


Figura 12 - Límites de Presión y temperatura (partida en estado frío).

9.3 Límites de rotación en función del diámetro del rodete y material

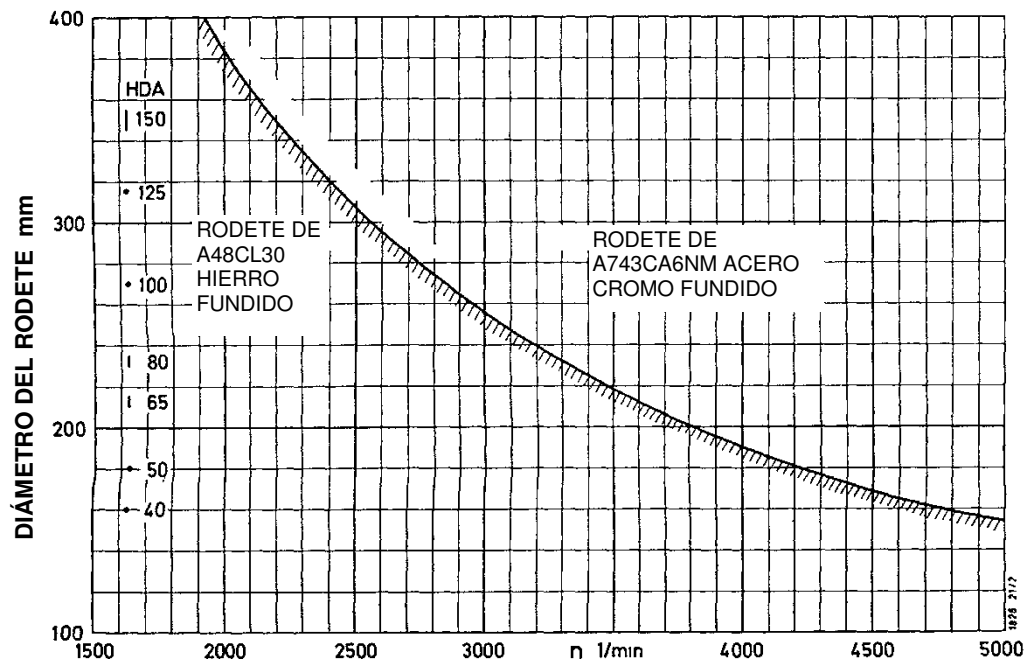


Figura 13 - Limitaciones de la rotación según el material del rodete

Rodetes de A48 CL30 para velocidad periférica de hasta 40m/s admisible. Fuera de eso se pueden utilizar rodetes de acero cromado fundido (figura 13).

9.4 Rotaciones críticas

En la figura 14 mostramos las rotaciones críticas que son determinadas de acuerdo con las características hidráulicas.

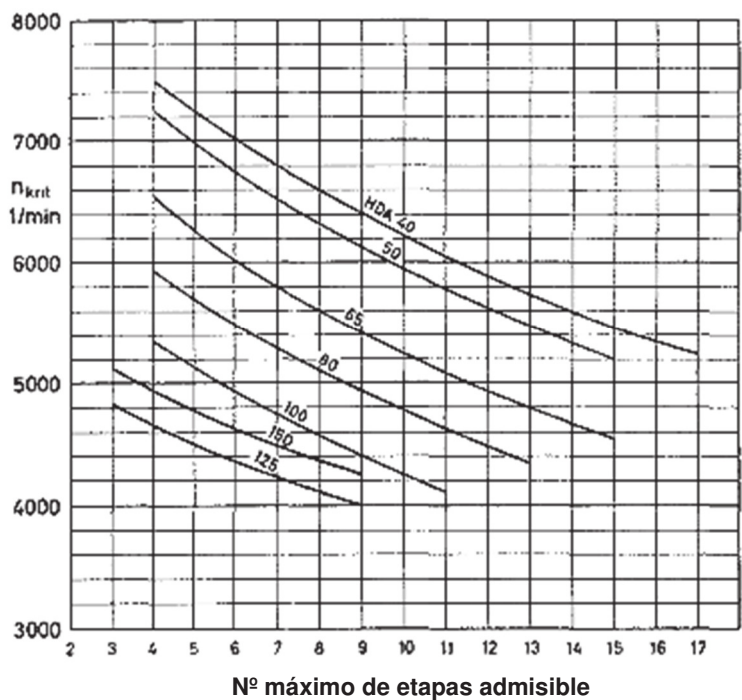
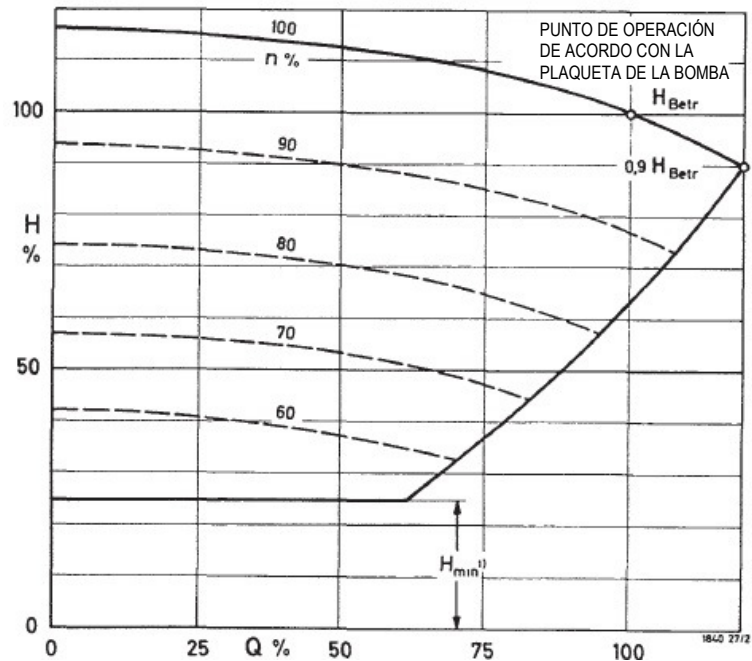


Figura 14 - Rotaciones críticas conforme el número de etapas.

9.5 Regulación de la rotación

Para máquinas de accionamiento con regulación de velocidad (turbina, reductor, inversor de frecuencia, etc.) tendrán otros valores para la altura manométrica de la bomba que se muestran en el gráfico de la figura 15.

En caso que la rotación de la bomba sea por ejemplo el 80% de la rotación nominal, cuando esta trabaja con $\frac{3}{4}$ de la carga, recibiremos solamente 65% de la altura manométrica de la bomba, en comparación con el 100% de la carga y la rotación nominal.



1) Ver ítem 6 — Datos técnicos

Figura 15 - Regulación de la rotación

9.6 NPSH requerido

Para evitar la cavitación de la bomba, el NPSH disponible debe ser siempre mayor que el NPSH requerido (no están considerados en los catálogos los complementos de seguridad para las tolerancias de construcción y medidas).

En la figura 16 se muestran gráficamente las relaciones entre los factores.

Para presión constante de agua del tanque de succión, debe existir para Q_{\max} un margen de seguridad de no menos de 1 m.

En caso de instalación de filtro dentro de la tubería de succión, la pérdida del filtro es supuestamente 2 m para Q_{\max} , suponiendo que el área de filtración libre debe ser tres veces mayor que el área libre del tubo de succión. Información detallada sobre la pérdida de carga del filtro, consultar KSB.

En el caso de la bomba HDA recibiera una presión de entrada necesaria por una pre-bomba (tipo BOOSTER), la presión dada por esta pre-bomba debe ser considerada para determinar el NPSH requerido por la HDA.

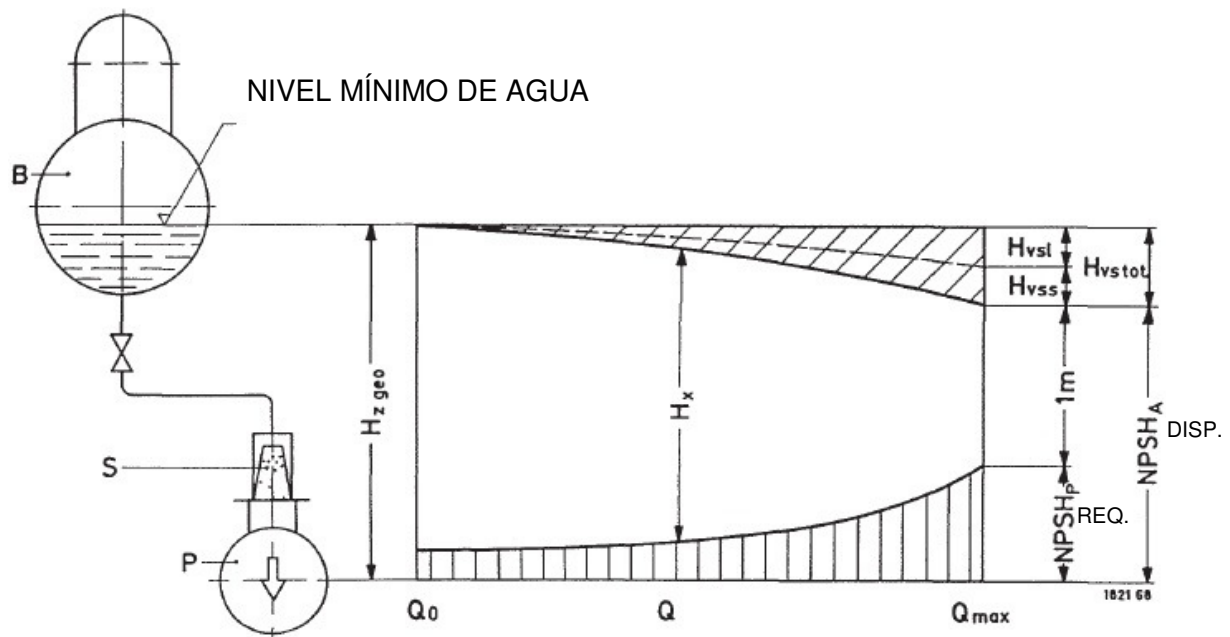


Figura 16

NPSH req.	=	NPSH requerido [m]
NPSH disp.	=	NPSH disponible [m]
$H_{z\text{ geo}}$	=	altura geodésica de entrada del flujo de la bomba [m]
H_{vstot}	=	pérdidas por fricción dentro de la tubería de entrada incluso pérdidas en el filtro [m]
H_{vsl}	=	pérdidas en la salida de la caldera y tubería hasta la bomba, sin pérdidas en el filtro [m]
H_{vss}	=	pérdidas en el filtro [m]
H_x	=	alturas de seguridad
B	=	caldera de alimentación de la bomba
P	=	bomba
S	=	filtro

10. Construcción

Se trata de una bomba centrífuga de alta presión multietapas de construcción horizontal.

Las carcasas de varias etapas y los tornillos de unión de fijación son colocados dentro de una cobertura de placa. Las carcasas de succión y de descarga tienen bridas dirigidas hacia arriba. Los pies de la bomba se colocan en línea de centro del eje para evitar la influencia de dilataciones térmicas.

10.1 Montaje del conjunto y ambiente de trabajo

Las bombas y los motores, incluso otros accesorios, son colocados en la mayoría de los casos sobre una base única y dentro de recintos cerrados.

Para bombas de agua caliente es posible precalentar la bomba a través del caudal de la bomba operando (veja figura 17).

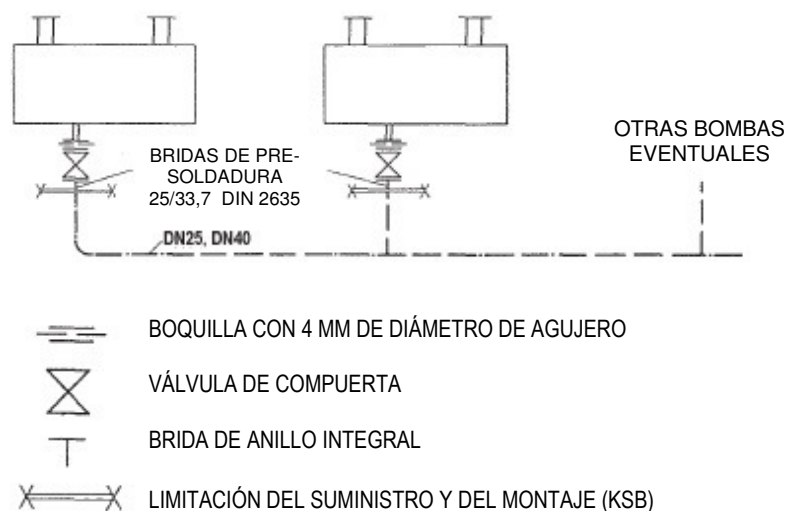


Figura 17 - Ubicación de las bombas para agua fría al aire libre

Para bombas de agua fría colocadas al aire libre es posible colocar entre la carcasa de la bomba y la base, un espiral de calentamiento durante el periodo de bajas temperaturas (figura 18).

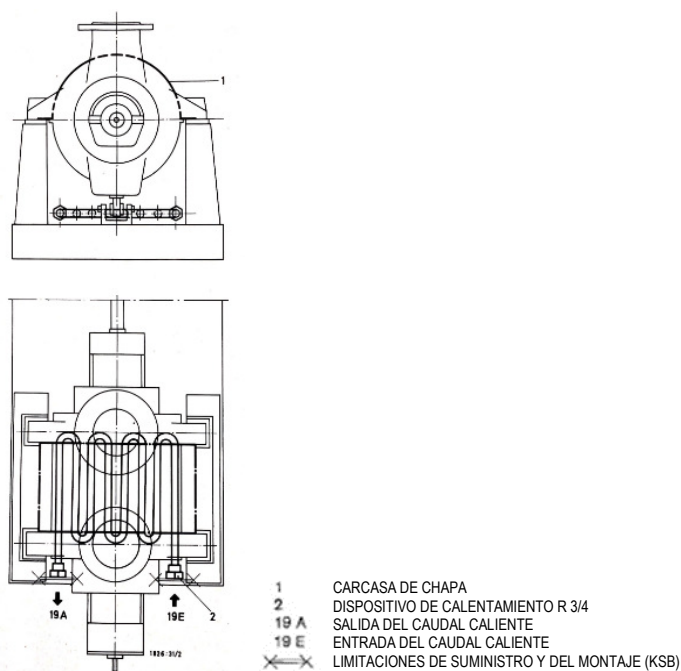


Figura 18 - Bomba con dispositivo de calentamiento

10.2 Carcasa

Las bombas HDA tienen cuerpos de succión, etapas y empaquetadura dispuestas radialmente al eje.

Las carcasas son unidas metal-metal (sin utilizar juntas de sellado) para evitar fugas.

Dentro de las carcasas de las etapas y de la carcasa de presión se colocan difusores. En la carcasa de succión y en las carcasas de etapas se colocan anillos de desgaste.

Las clases de presión estandarizadas son conforme a la norma ANSI, pudiendo ser aplicadas otras normas bajo consulta.

Tamaño de la Bomba	Carcasa de succión		Carcasa de presión
	A48 CL30	A216 WCB e A743 CA6NM	A216 WCB y A743 CA6NM
40	250 lbs.	150 lbs.	600 lbs o 900 lbs
50			
65			
80			
100			
125			
150			

Tabla 2 - Presión nominal de las bridas conforme norma

ANSI. Conexiones de las bridas, ver sección Medidas.

10.3 Rodetes

Las bombas HDA tienen rodetes radiales con sentido de dirección horario, de succión única. Los rodetes se fijan al eje por medio de chavetas, siendo que las distancias entre los rodetes se mantienen con casquillo distanciador de etapas y bujes distanciadores en el lado de succión y en el lado de descarga.

10.4 Eje

Confeccionados en una pieza única en diferentes materiales, los ejes están protegidos por casquillos protectores y distanciadores según la combinación especificada. Se presenta en la combinación "estándar" en las regiones de los cojinetes y fijación de los rodetes, y tratamiento superficial del cromado.

La resistencia mecánica del eje depende del material del eje y del acoplamiento.

Nota: No se aplica para este tipo de bomba, acoplamientos que no permitan fluctuación axial (Ej.: Steelflex de la "Falk"), en virtud del desplazamiento axial del conjunto rotatorio debido a la puesta en marcha.

10.5 Cojinetes y Tipos de Lubricación

10.6 Cojinetes

Los cojinetes de las bombas HDA no necesitan equilibrar fuerzas axiales porque las mismas son equilibradas por el conjunto de equilibrio hidráulico.

Para tamaños de los cojinetes y cantidad de aceite en las carcasas de los cojinetes, ver tablas 3, 4, 5 y 6.

Como la temperatura máxima de los cojinetes se considera 45°C por arriba de la temperatura ambiente, entonces no debe sobrepasar 80°C.

En las aplicaciones con temperaturas ambiente mayores que 45°C y temperatura del agua bombeada por arriba de 150°C es necesario el refrigeración de la carcasa del cojinete en el caso de cojinetes deslizantes, ver figura 21.

Este refrigeración no es necesario si la lubricación de los cojinetes se realiza con aceite sobre presión. La holgura en los cojinetes deslizantes es aproximadamente 0,001 x Ø eje.

Tabla 3 - Bombas con cojinetes deslizantes y lubricación por anillo de lubricación

Tamaño de la Bomba	Cojinetes deslizantes Øint. x long. (mm)	Volumen de aceite por cojinete (l)
40 y 50	35 x 50	0,4
65	45 x 60	0,4
80	45 x 60	0,4
100	50 x 60	0,5
125 (cojinete GR)	50 x 70	0,56
125 (cojinete GRE)	50 x 70	1,90
150	75 x 85	1,3

Tabla 4 - Bombas con cojinetes deslizantes y lubricación a presión

Tamaño de la Bomba	Cojinetes deslizantes Øint. x long. (mm)	Caudal de aceite para lubricación a presión
40 y 50	35 x 50	0,033
65	45 x 60	0,050
80	45 x 60	0,050
100	50 x 60	0,066
125	50 x 70	0,100
150	75 x 85	0,133

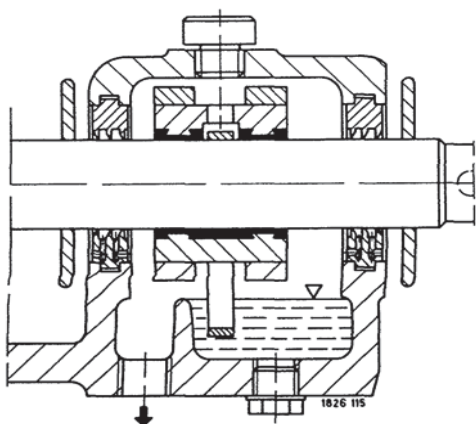


Figura 20 - Sello de los cojinetes deslizantes para la colocación de los accesorios al aire libre (se refiere a la ejecución estándar).

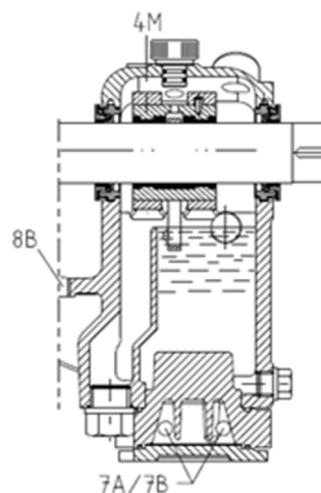


Figura 20 A - (Sólo válido para HDA 125 con carcasa de cojinete con aletas (GRE)).

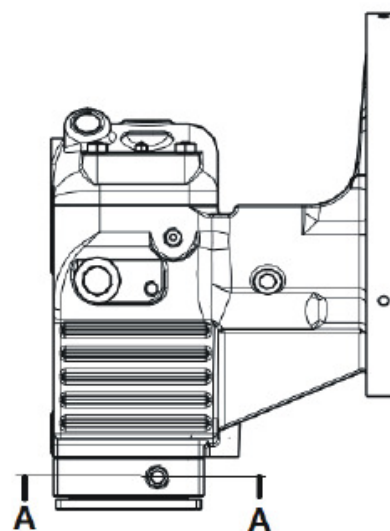
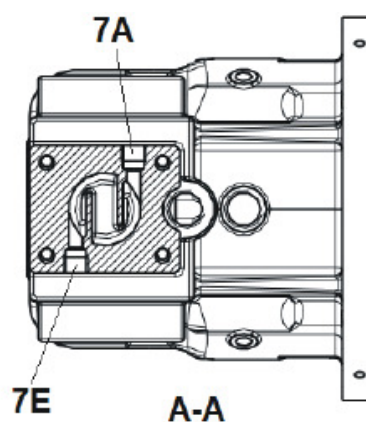
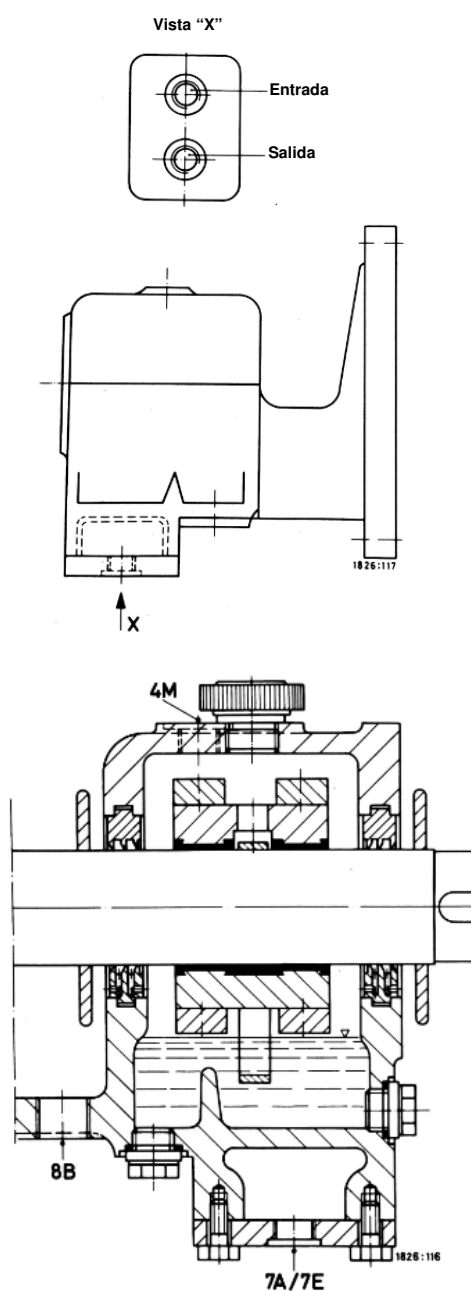


Figura 21A - (Sólo válido para para HDA 125 con carcasa del cojinete con aletas (GRE))

CONEXIONES	DENOMINACIÓN
4M	PUNTO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA
7A	SALIDA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN
7E	ENTRADA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN
8B	DRENAJE PARA AGUA DE GOTEO

Figura 21 - Enfriamiento de la carcasa del cojinete

10.6.1 Dispositivo de compensación del empuje axial

A velocidad bajo 50% de la rotación nominal, con presiones de descarga por bajo el 25% de la presión en el punto de operación o bajo 15 bar, el dispositivo de equilibrio del empuje hidráulico axial (conjunto disco y contra disco de descarga) no tiene prácticamente efecto, es decir, el disco y el contra disco de descarga tendrían contacto metálico. Para evitar el desgaste de estas piezas es necesario delimitar la velocidad de la bomba en caso de regulación automática, en una velocidad mínima. Cuando la bomba es puesta en marcha y parada, inevitablemente cruzando las fajas de velocidad arriba mencionadas (por ejemplo: más de una vez al día en el caso de motor eléctrico y en el caso de turbo-bomba cuando la turbina funciona a largo plazo a baja velocidad) se recomienda utilizar el dispositivo para equilibrio del empuje axial.

La función de este dispositivo es evitar el contacto metálico entre el disco y el contra disco de descarga, así como efectuar el equilibrio del bajo empuje hidráulico axial que ocurre a bajas velocidades.

Dependiendo del tamaño de la bomba y de la velocidad, diferenciamos dos tipos de ejecución para los dispositivos de compensación, es decir, ejecución con rodamientos (figura 22) y con cojinetes de segmentos (figuras 23 y 24). Para cojinetes deslizantes con lubricación a presión se debe utilizar el dispositivo según las figuras 23 y 24. Estas ejecuciones necesitan aceite a presión con consumo conforme tabla 6.

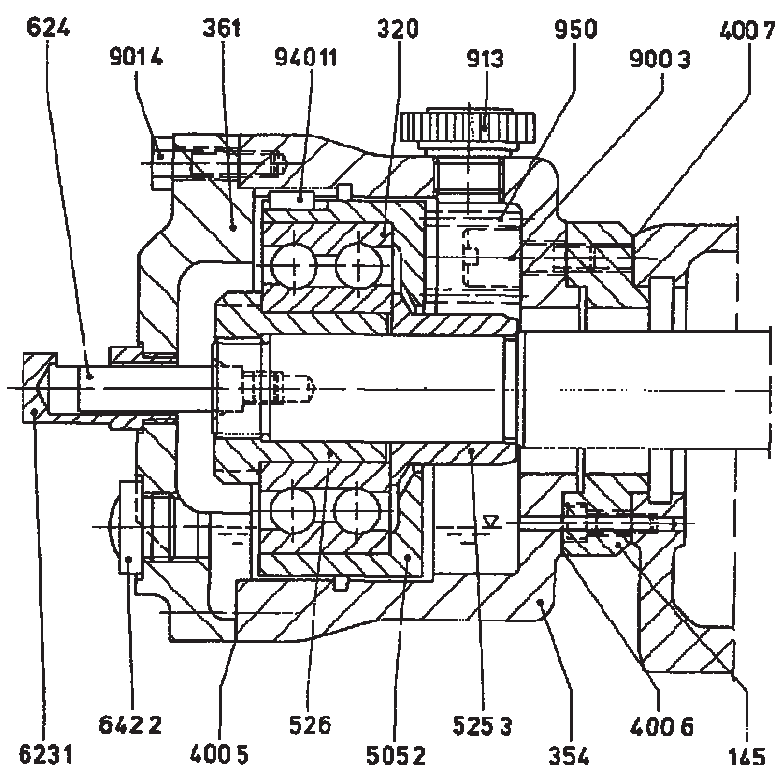


Figura 22 - Dispositivo de compensación del empuje axial en ejecución con rodamientos para bombas con cojinetes deslizantes.

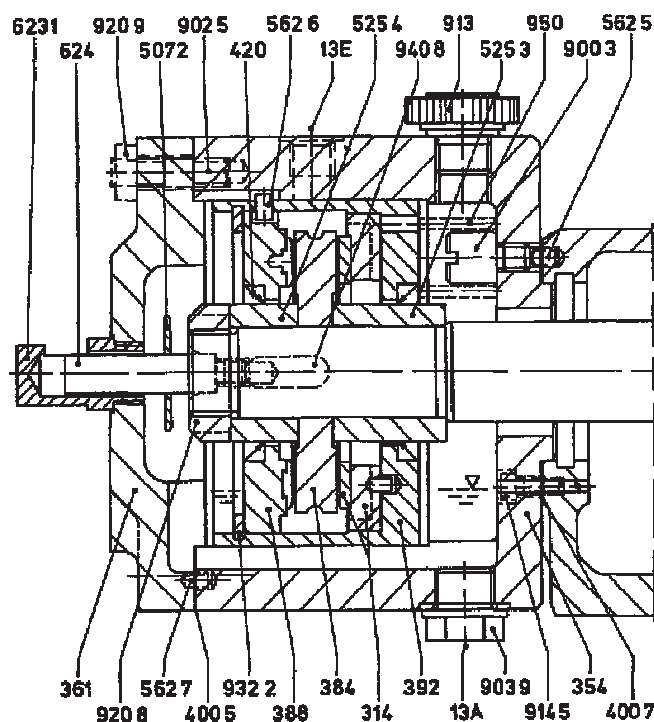


Figura 23 - Dispositivo de compensación del empuje axial con aceite a presión para bombas con cojinetes deslizantes

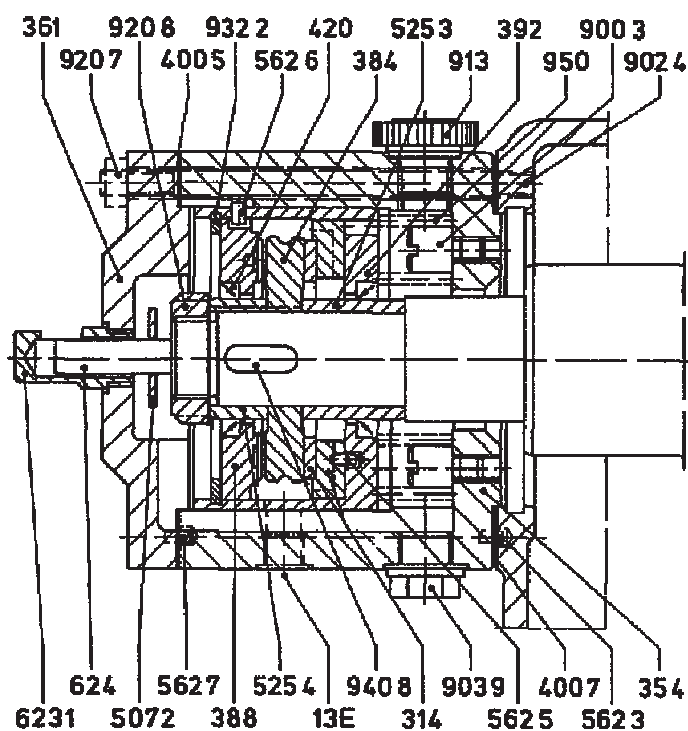


Figura 24 - Dispositivo de compensación del empuje axial con aceite a presión para bombas con cojinetes deslizantes (sólo HDA 150).

Cant. piezas p/ bomba	Pieza nº	Denominación	Dispositivo de compensación del empuje axial					
			Ejecución con rodamiento			Ejecución con cojinetes de segmento		
			Bomba con cojinete de rodamiento			Bomba con cojinete deslizante		
			Fig. 22	Material	WSZ	Fig. 23 y 24	Material	WSZ
			Material		(interno)	Material		(interno)
			DIN 17007			DIN 17007		
1	145	Pieza de unión	10.033	SAE1045	260	-	-	-
2	160.2	Tapa	-	-	-	-	-	-
1	314	Cojinete axial	-	-	-	-	St/Lg Sn 80	9801
1	320	Rodamiento	-	Acero	-	-	-	-
1	354	Carcasa del cojinete axial	0.6025	A48CI30	1821	0.6025	A48CI30	1821
1	361	Tapa de cojinete lado no accionado	0.6025	A48CI30	1821	0.6025	A48CI30	1821
1	384	Plato del cojinete axial	-	-	-	1.0542.6	AISI 420	361
1	388	Plato del contracojinete axial	-	-	-	1.0542.6	St/Lg Sn 80	361
1	392	Porta segmentos	-	-	-	1.0542.6	SAE1045	361
1	400.5 ³⁾	Junta plana	-	Pap. Hidrául.	5126	-	Pap. Hidrául.	5126
1	400.6	Junta plana	-	Pap. Hidrául.	5126	-	-	-
1	400.7	Junta plana	-	Pap. Hidrául.	5126	-	Pap. Hidrául.	5126
2	420	Anillo de junta del eje	-	-	-	-	Acero/NB	9801
1	505.2	Anillo con reborde	-	AISI 420	7501	-	-	-
1	507.2	Anillo difusor	-	-	-	-	AISI 316	-
1	525.3	Casquillo distanciador	-	AISI 420	7501	-	AISI 420	1812
1	525.4	Casquillo distanciador	-	-	-	-	AISI 420	1812
1	526	Casquillo de centrage	-	Acero	7501	-	-	-
3	562.3	Pasador cilíndrico	-	-	-	-	SAE1045	-
1	562.5	Pasador cilíndrico	-	-	-	-	SAE1045	-
2	562.6	Pasador cilíndrico	-	-	-	-	SAE1045	-
2	562.7	Pasador cilíndrico	-	-	-	-	SAE1045	-
1	623.1	Indicador de posición del conjunto rotatorio	-	Latón	353	-	Latón	353
1	624	Perno para control de desgaste	-	SAE1020	353	-	SAE1020	353
1	642.2	Visor del nivel de aceite	-	Latón/Vidrio	-	-	-	-
2	672	Dispositivo de desaieración	-	Aluminio	-	-	Aluminio	-
8	900.3	Tomillo	-	SAE1045	353	-	SAE1045	353
8	901.4	Tomillo hexagonal	-	SAE1045	-	-	-	-
4	902.4 ¹⁾	Espárrago	-	-	-	-	SAE1045	-
4	902.5 ²⁾	Espárrago	-	-	-	-	SAE1045	-
4	902.7	Espárrago	-	-	-	-	-	-
1	903.4	Tomillo de cierre	-	-	-	-	-	-
1	903.9	Tomillo de cierre	-	-	-	-	Acero	-
4	920.7 ¹⁾	Tuerca	-	-	-	-	SAE1045	-
4	920.8	Tuerca	-	-	-	-	SAE1045	-
4	920.9 ²⁾	Tuerca	-	-	-	-	SAE1045	-
4	920.14	Tuerca	-	-	-	-	-	-
1	920.15	Tuerca	-	-	-	-	-	-
1	932.2	Anillo de seguridad	-	-	-	-	Acero Muelle	-
1	940.8	Chaveta	-	-	-	-	AISI 420	-
1	940.11	Chaveta	-	AISI 420	-	-	-	-
8	950	Muelle	-	Acero Muelle	-	-	Acero Muelle	-

- 1) Sólo para tamaño 150
 2) Sólo para tamaños 40 a 125
 3) Para cojinetes de segmento de presión 2 piezas
 ■ repuesto recomendadas

- 13A Salida de aceite
 13B Salida de aceite
 13E Entrada de aceite Piezas de

Tabla 5 - Lista de materiales para el dispositivo de compensación del empuje hidráulico axial

10.5.3 Tipos de lubricación

10.5.3.1 Ejecución con cojinetes deslizantes = lubricación con anillo de lubricación o lubricación a presión

En el caso de instalaciones con aceite a presión, se recomienda realizar el cambio de aceite cada 8000 horas de operación o en un máximo de dos años. Para lubricación con cojinete de deslizamiento y anillo de lubricación se recomienda el primer cambio después de 500h de operación y las demás después de 8000h en no más de un año.

Para la unidad de lubricación a presión, el control de aceite en el depósito o el control del filtro debe ser hecho mensualmente.

La figura 25 y la tabla 6 muestran el tamaño y la posición de las conexiones en la carcasa del cojinete deslizante.

En caso de accionamiento por turbina de vapor, la alimentación de aceite va a ser ejecutada normalmente por la circulación de aceite a presión de la turbina.

En el caso de accionamiento directo por motor eléctrico, se debe instalar una unidad de aceite a presión en separado con construcción en bloque que consiste de depósito de aceite y sobre éste, colocada una bomba de engranaje accionada por motor eléctrico, con más un enfriador y un filtro de aceite, tuberías internas, presostatos, accesorios e instrumentaciones. La instalación de aceite a presión está conectada eléctricamente de forma que luego después el motor de la bomba de aceite es puesta en marcha, el presostato acciona el motor principal de accionamiento de la bomba.

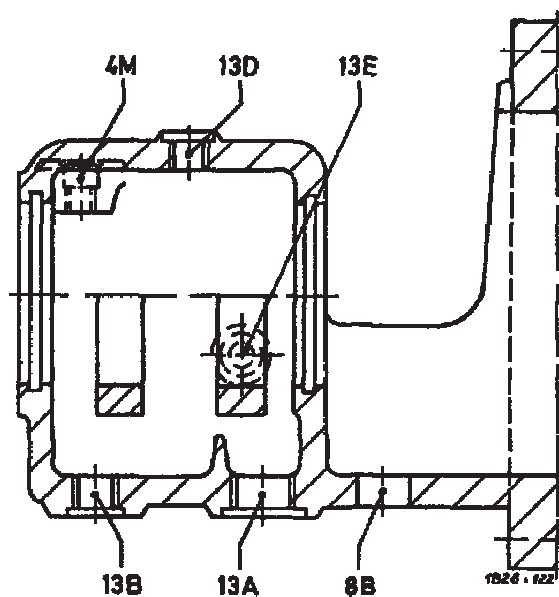


Figura 25 – Conexiones

Tamaño de la Bomba	Oleo			Conexión p/ control de temperatura 4M	Tapa desaireación 13D	Salida de goteo 8B
	Entrada 13E	Salida 13A	Drenaje 13B			
40	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
50	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
65	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
80	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
100	R 3/8"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
125	R 3/8"	R 1"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
150	R 3/8"	R 1"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 3/4"

Tabla 6 - Conexiones para lubricación con aceite a presión en la carcasa de los cojinetes deslizantes

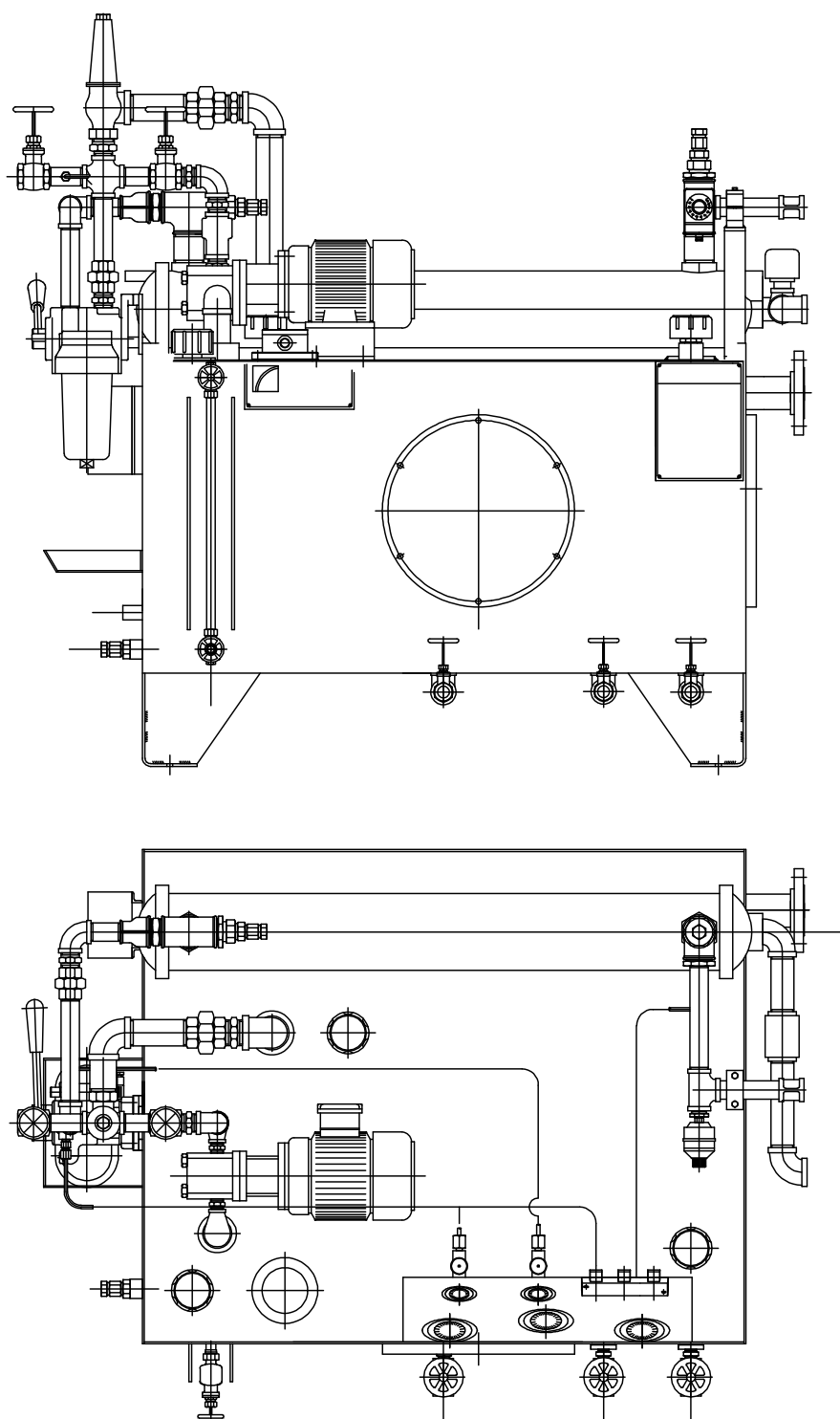


Figura 26 - Unidad de lubricación a presión (ejemplo)

Tamaño de la Bomba	Distribución de aceite con flujo de la bomba en l/s	
	Sin dispositivo de compensación del empuje hidráulico	Con dispositivo de compensación del empuje hidráulico
40, 50, 65 y 80	0,083	0,166
100, 125 e 150	0,166	0,333

Tabla 7 - Distribución del aceite en relación al tamaño y ejecución de la bomba

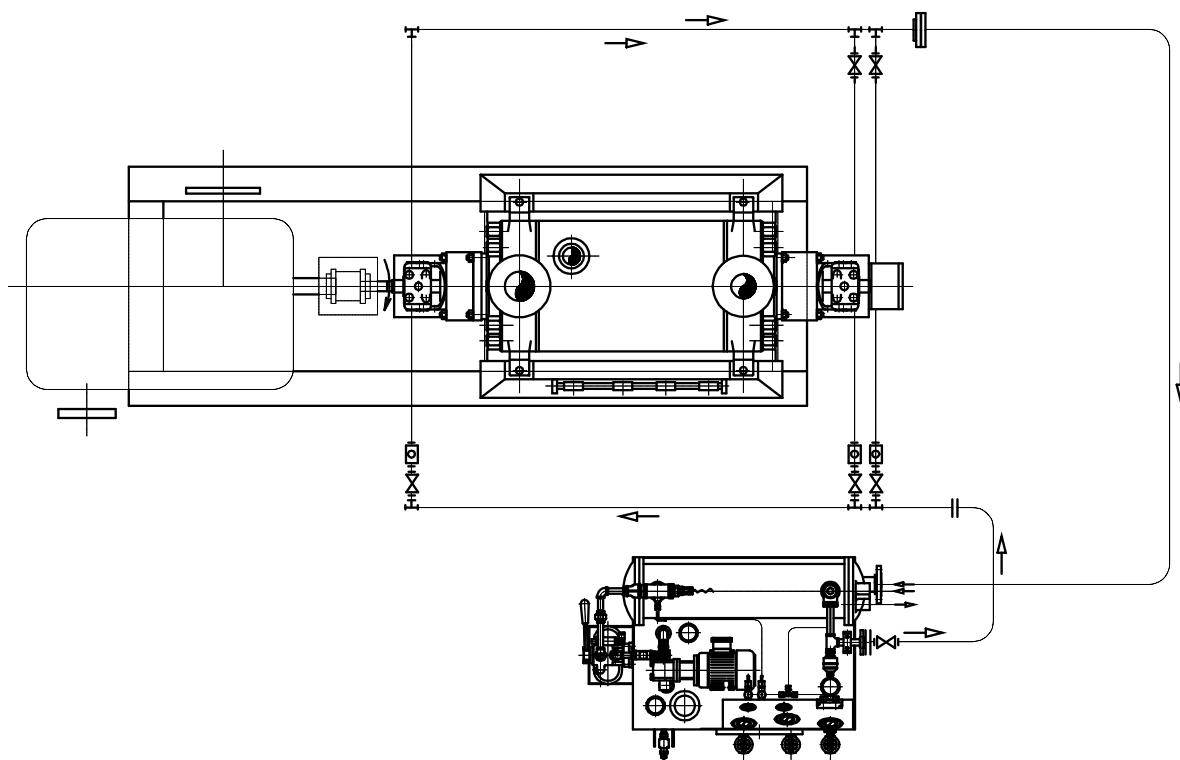


Figura 27 - Unidad de lubricación a presión al lado de la bomba solamente para alimentación de la bomba

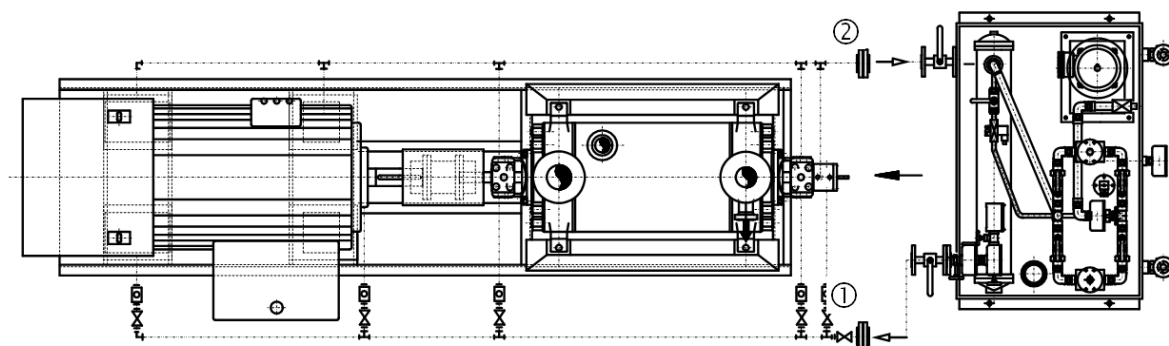


Figura 28 - Unidad de lubricación a presión atrás de la bomba para alimentación de la bomba o eventualmente del reductor o motor

Tamaño de la Bomba	P/ consumo máximo de aceite	Conexiones para tuberías de aceite PN 6 ①	Conexiones para tuberías de retorno de aceite PN 6 ②
40 y 50	0,133 l/s	R 3/4"	R 2"
65 y 80	0,150 l/s	R 3/4"	R 2"
100	0,200 l/s	R 1"	R 2"
125	0,266 l/s	R 1"	R 2"
150	0,300 l/s	R 1"	R 2"

G) Los números 1 y 2 se refieren a las posiciones de las figuras 29 y 30.

Tabla 8 - Tubería de aceite

10.6 Sellado del eje

10.6.1 Empaquetadura

El material estándar de la empaquetadura para aplicación con agua caliente es PTFE con grafito. El número de anillos es 4 por lado de sellado.

La fuga de la empaquetadura debe ser aproximadamente 10 hasta 20 ml/min, dependiendo de la condición de la condición de los sellos.

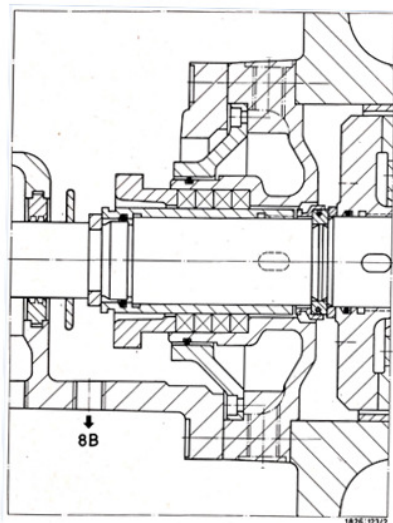


Figura 29- Ejecución estándar con empaquetadura
(a partir de -5°C hasta 150°C)

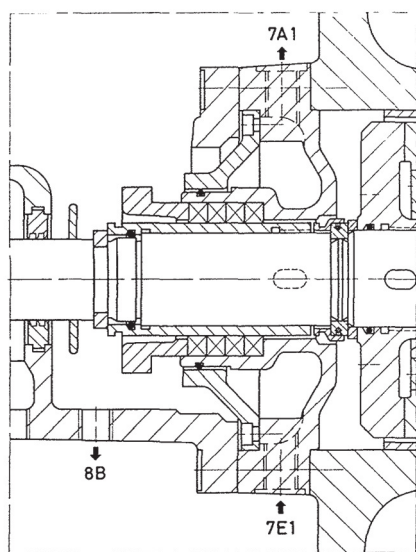


Figura 30 - Ejecución estándar con empaquetadura
(105°C hasta 150°C)

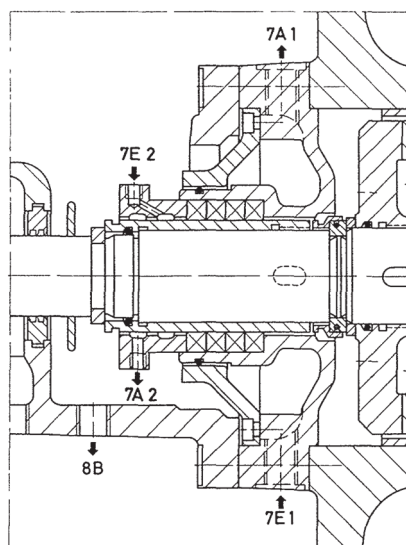


Figura 31 - Ejecución de empaquetadura con
refrigeración para temperaturas > 150°C

Tamaño de la Bomba	Cámara de sellado dimensiones (mm)	Anillos de empaquetadura		Longitud	
		Cantidad	∅ mm	por anillo (mm)	total (mm)
40 y 50	Ø 45/ 65 x 45	4	10	180	720
65 y 80	Ø 66/ 90 x 50	4	12	255	1020
100	Ø 70/ 95 x 50	4	12	265	1060
125	Ø 80/ 105 x 50	4	12	300	1200
150	Ø 101/ 125 x 53	4	12	365	1460

Tabla 9 - Cámara para empaquetadura y dimensiones de la empaquetadura

Pérdidas por fricción por la empaquetadura

Para determinar la potencia de aceleración deben considerarse las pérdidas por la empaquetadura de acuerdo con la figura 32.

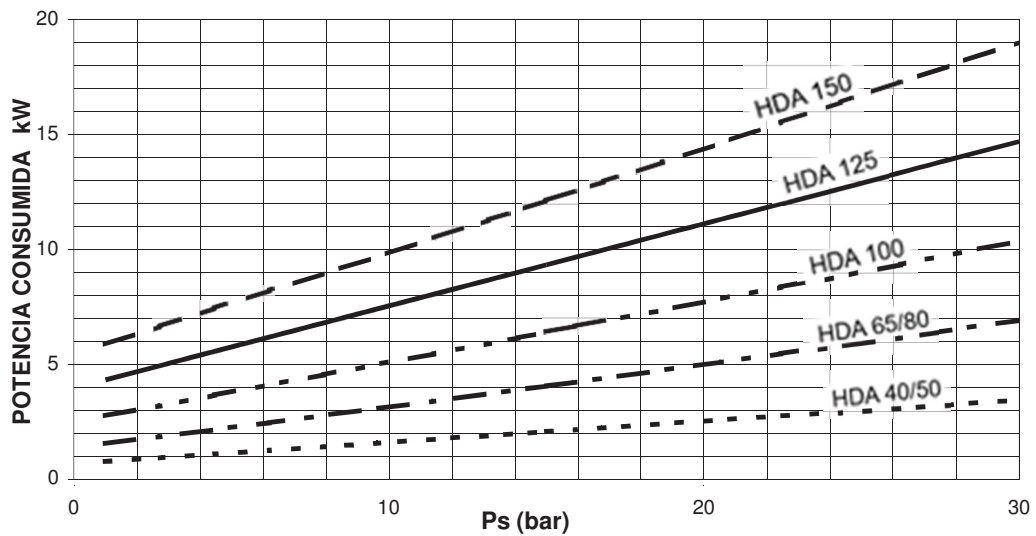


Figura 32 - Pérdidas de potencia por la empaquetadura (p/ bomba)

Atención: Para otras rotaciones, las pérdidas son calculadas proporcionalmente a la rotación.

10.6.2 Sello Mecánico

La aplicación del sellado por sellos mecánicos y su respectivo plan de sellado debe ser definida de común acuerdo entre cliente, KSB y suministrador del sello.

Como referencia, la tabla siguiente indica algunas aplicaciones usuales:

Líquido bombeado	Temperatura	Plan de sellado	Tipo de sello
Agua	167°C	21 / 61	J.C.8B1T
Agua	122°C	02	01-H75G115 BdB
Agua	145°C	02	01-H75G115 BdB
Agua	145°C	11	J.C.8B1T
Agua	167°C	21	J.C.8B1T
Agua	40°C	32	J.C.8B1T-0

Tabla 10

10.7 Refrigeración

10.7.1 Sellado por empaquetadura

Para refrigeración se debe usar agua limpia que no contenga sólidos que puedan con el correr del tiempo atascar la tubería, por ejemplo condensado.

10.7.1.1 Temperatura del líquido bombeado entre 106°C y 150°C

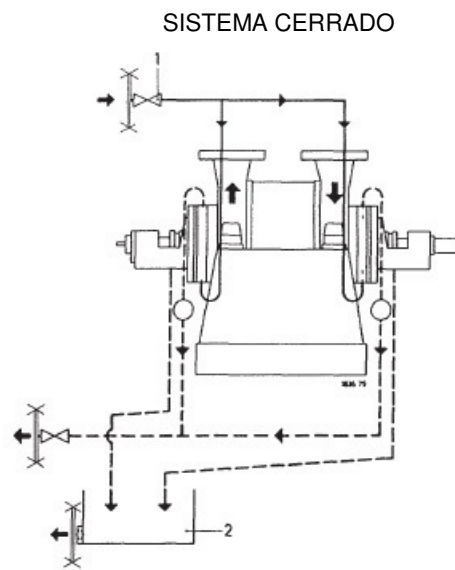
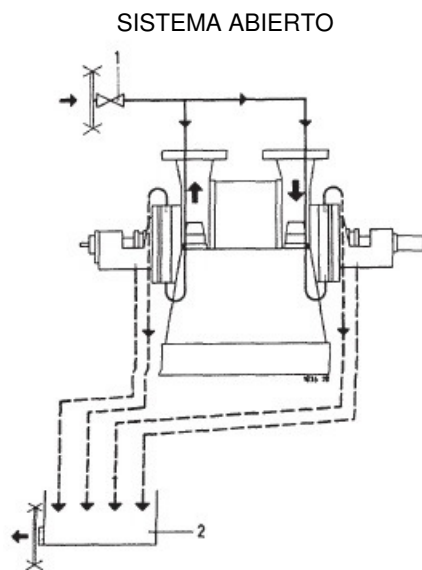
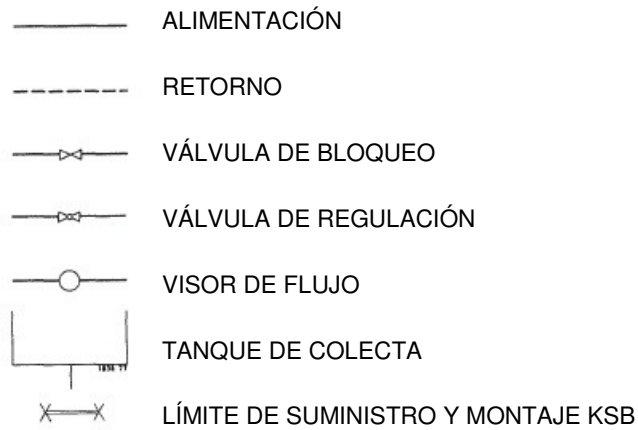


Figura 33 - Refrigeración de la carcasa del prensaestopas

10.7.1.2 Temperatura del líquido bombeado superior a 150°C

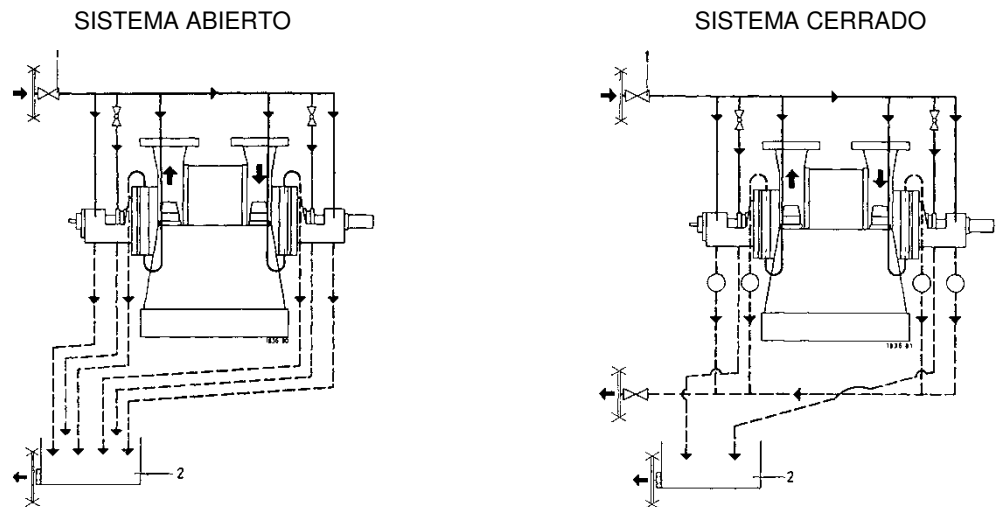


Figura 34 — Refrigeración de la cámara de empaquetadura, del prensaestopas y del cojinete

Obs: Refrigeración del cojinete sólo para temperatura ambiente > 45°C y temperatura del flujo > 150°C

Sistema abierto

Tamaño de la bomba	Válvula de bloqueo 1) rosca interna	Recipiente de colecta 2) de agua servida
40	R1"	R1"
50	R1"	R1"
65	R1¼"	R1"
80	R1¼"	R2"
100	R1¼"	R2"
125	R1½"	R3"
150	R1½"	R3"

Sistema cerrado

Tamaño de la bomba	Válvula de bloqueo 1) rosca interna	Recipiente de colecta 2) de agua servida
40	R1"	R1"
50	R1"	R1"
65	R1¼"	R1"
80	R1¼"	R1"
100	R1¼"	R1"
125	R1½"	R1"
150	R1½"	R1"

Tabla 11 - Conexiones para refrigeración de las figuras 33 y 34

10.7.2 Sellado por sello mecánico

La refrigeración necesaria y adecuada debe ser definida entre cliente, KSB y suministrador del sello. Como referencia, presentamos los siguientes esquemas de refrigeración:

10.7.2.1 Con circulación y sin enfriador (-5°C hasta +70°C)

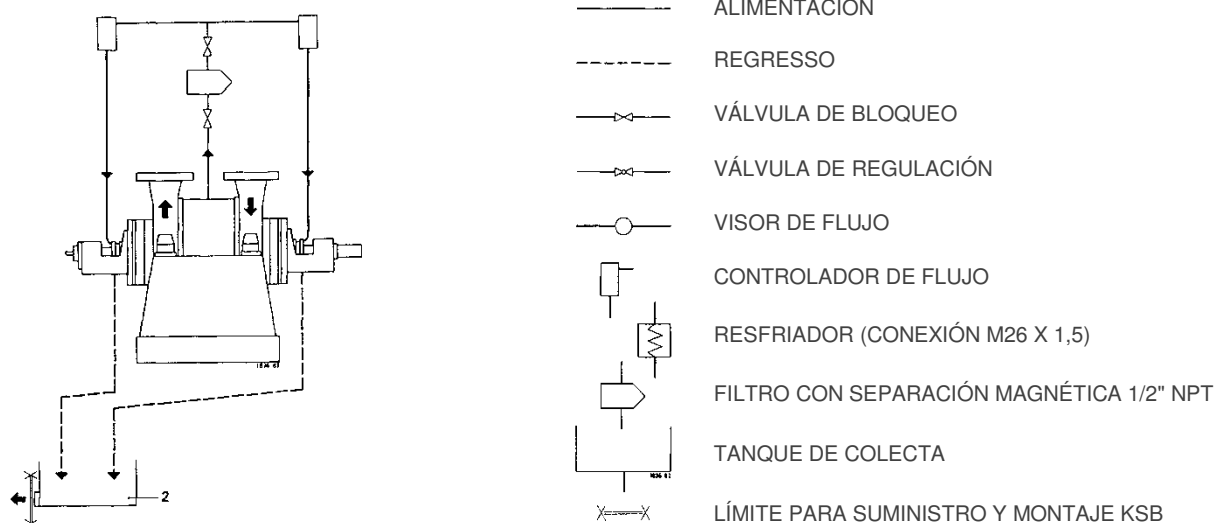


Figura 35 - Refrigeración con extracción intermedia y circulación a los sellos mecánicos

10.7.2.2 Sin circulación y con refrigeración de la cámara de sellado (71°C hasta 120°C)

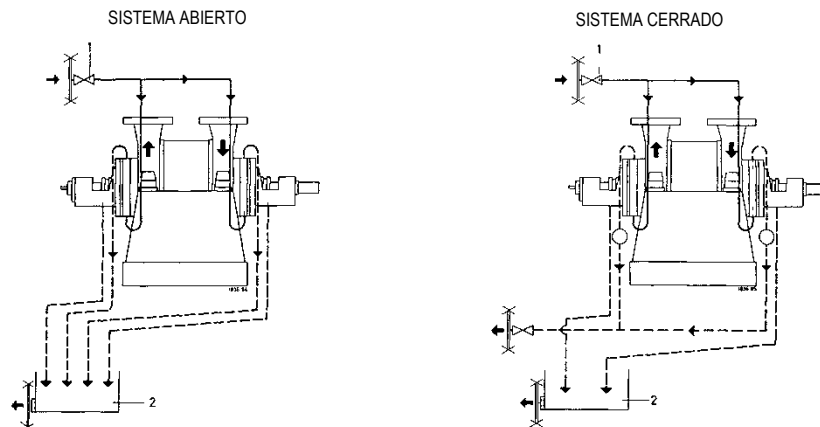


Figura 36

10.7.2.3 Con refrigeración de las cámaras de sellado y sellos mecánicos en paralelo

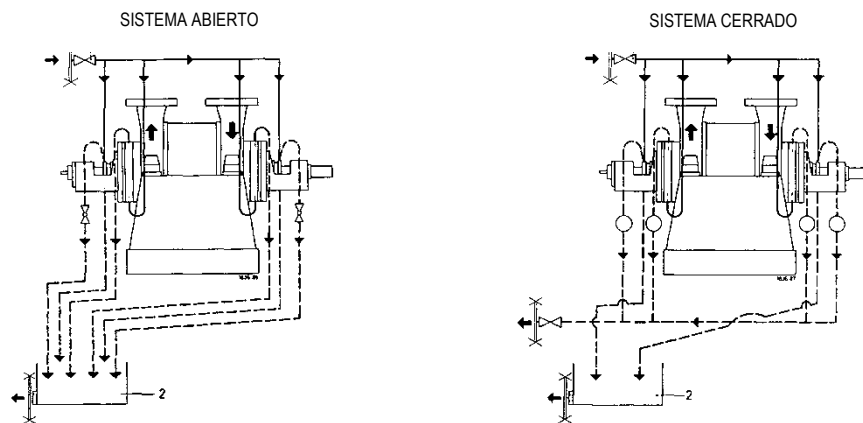


Figura 37

10.7.2.4 Para una temperatura ambiente > 45°C y una temperatura del líquido bombeado > 150°C hasta 180°C es necesario una refrigeración adicional de las carcasas de cojinete (ver figura 37).

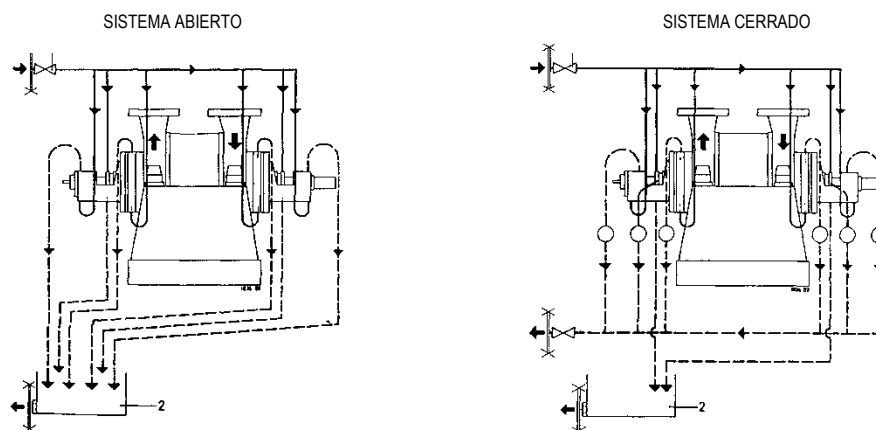


Figura 38

10.7.2.5 Con circulación para un intercambiador de calor para cada sello mecánico y refrigeración de la cámara de sellado en las condiciones de temperatura:

Para HDA 40 hasta 100, T = 181°C hasta 230°C, ver figura 40

Para HDA 125 y 150, T = 181°C hasta 200°C, ver figura 40

Para temperatura ambiente > 45°C es necesario refrigeración adicional de las carcasas de cojinete, ver figura 39.

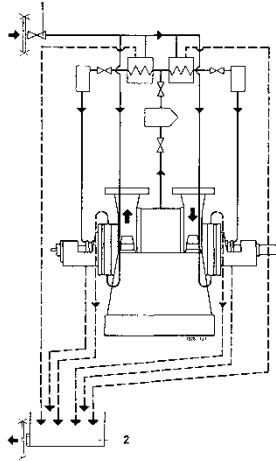


Figura 39

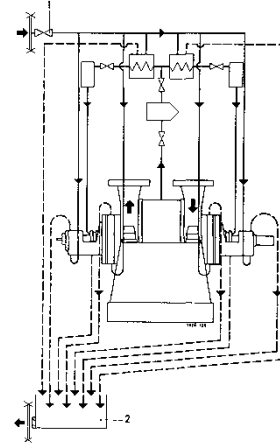


Figura 40

Sistema abierto

Tamaño de la bomba	Válvula de bloqueo 1) rosca interna	Recipiente de colecta 2) de agua servida
40	R1"	R1"
50	R1"	R1"
65	R1¼"	R1"
80	R1¼"	R2"
100	R1¼"	R2"
125	R1½"	R3"
150	R1½"	R3"

Sistema cerrado

Tamaño de la bomba	Válvula de bloqueo 1) rosca interna	Recipiente de colecta 2) de agua servida
40	R1"	R1"
50	R1"	R1"
65	R1¼"	R1"
80	R1¼"	R1"
100	R1¼"	R1"
125	R1½"	R1"
150	R1½"	R1"

Tabela 12 - Conexiones para refrigeración de las figuras 34 a 39

El flujo necesario del agua de refrigeración puede ser tomado en la figura 41. En este diagrama se supone un calentamiento del líquido de refrigeración de un $\Delta t = 10^\circ\text{C}$. Cuando esta supuesta diferencia de temperatura Δt cambia, en este caso se puede modificar la cantidad del líquido de refrigeración por la fórmula:

$$\frac{10 \cdot Q}{\Delta t} = \text{cantidad del líquido de refrigeración efectiva}$$

La temperatura del líquido de refrigeración en la salida no puede sobrepasar 50°C . Los valores dentro de los diagramas deben tener un aumento de aproximadamente 10% para la refrigeración de las prensaestopas.

Añadir 10% para la refrigeración del cojinete.

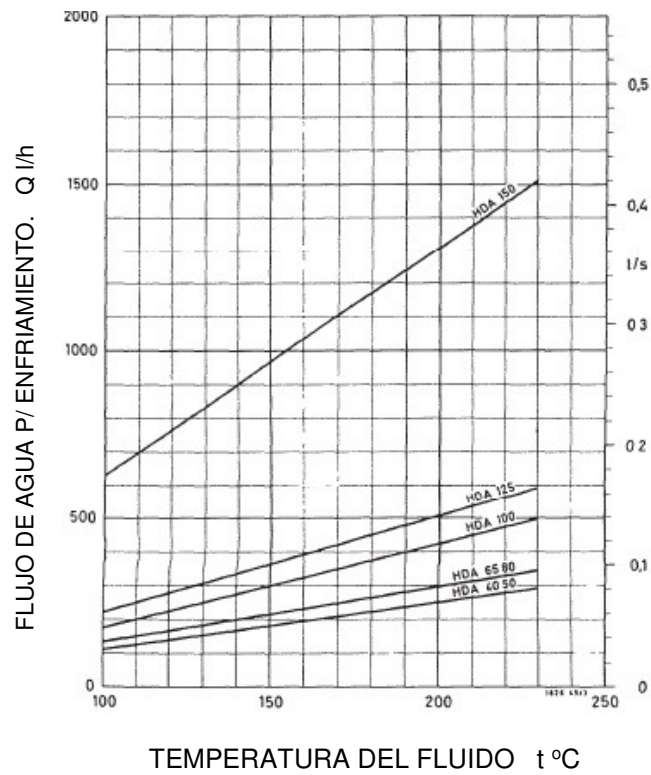


Figura 41 - Líquido de refrigeración

10.8 Cámara de calentamiento

Carcasa de la empaquetadura, ejecución con agua caliente

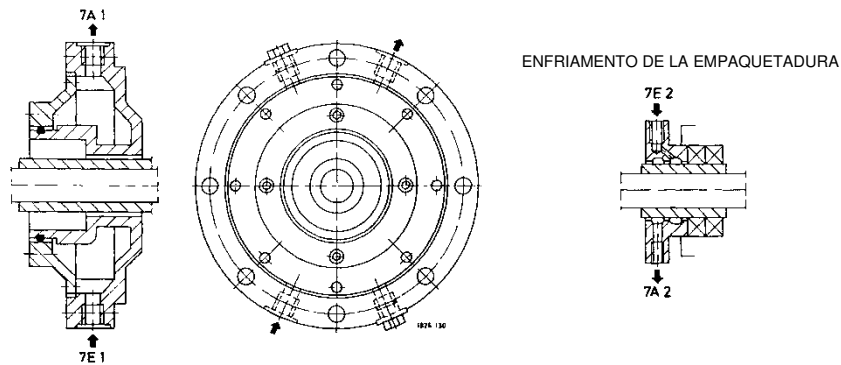


Figura 42

10.9 Inercia

En la figura 43 se demuestra la curva de momentos de inercia durante la puesta en marcha contra una válvula cerrada. El momento de inercia de la puesta en marcha va a ser aproximadamente 10% del momento nominal.

A - puesta en marcha hasta la rotación máxima

B - válvula abriéndose

C - válvula abierta

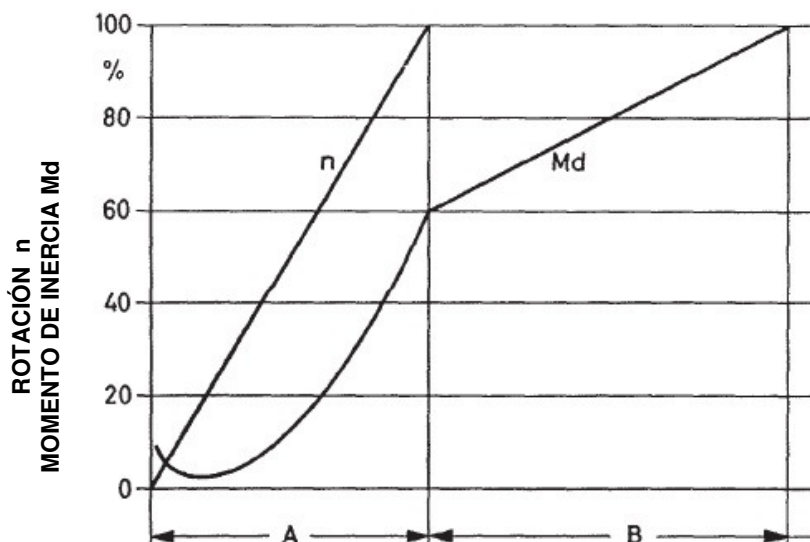


Figura 43 - Curva del momento de inercia durante la puesta en marcha

10.10 Accionamiento

La transmisión puede ser directa por el acoplamiento flexible, o indirecta por reductor y el acoplamiento flexible conectado al motor eléctrico, turbina de vapor o motor a combustión interna. La reserva de potencia debe ser 15% para potencias de hasta 50 kW y del 10% para potencias mayores.

10.11 Acoplamientos

Normalmente para las bombas HDA se deben utilizar acoplamientos con espaciadores. Con esto se evita que durante la verificación, por ejemplo del cojinete o casquillo de protección del eje, la bomba o la máquina de accionamiento deban ser desmontadas de la base.

La longitud necesaria para el espaciador está en la tabla 13.

Tamaño de la Bomba	Longitud del espaciador
40 - 80	140 mm
100	150 mm
125	210 mm
150	230 mm

Tabla 13 - Longitud mínima necesaria para el espaciador

10.12 Protección del acoplamiento

La protección del acoplamiento depende del tamaño del acoplamiento y debe ser fijada sobre la base.

10.12.1 Bases

De construcción robusta, normalmente diseñadas para soportar la bomba y el respectivo accionador en el mismo "skid". Son desarrolladas para cada suministro.

11. Materiales

Las combinaciones estandarizadas de materiales pueden ser obtenidas en la tabla 17 conforme el tipo de líquido que va a ser bombeado.

11.1 Directrices para la elección de materiales para las bombas de alimentación de caldera

11.1.1 Reglas Generales

- Limitación de presión

Sobre la presión de 100 bar en punto de trabajo se debe utilizar básicamente material de acero cromo fundido para carcasas y piezas internas (combinación 04).

- Limitación de rotación

Hasta $n = 3600$ rpm (para HDA 125 y 150 hasta 3000 rpm). Para rotaciones mayores deberá ser usada una combinación de material 04.

- Agua para la alimentación de caldera

El agua deberá estar libre de sólidos abrasivos.

- Valor de pH

Agua para alimentación de calderas con valores de pH entre 7,0 y 10,5 (referente a 20°C).

- Temperatura del agua de alimentación

Hasta un máximo de 230°C.

- Preparación del agua

Es diferenciada entre:

- desalinización total: aguas desmineralizadas de alimentación de calderas.
- desalinización parcial: agua de caldera (preparada con poca dureza residual, contenido de cloro máximo 150 ppm, contenido de sulfato máximo 100 ppm).

Obs.: Bombas de alimentación para usinas nucleares serán básicamente en acero cromado fundido.

- Contenido de oxígeno

El contenido de oxígeno debe ser de no más de 0,03 ppm O₂; para operación continua de 0,02 ppm O₂, no pudiendo sobrepasar estos valores.

Es necesario considerar precisamente los valores de limitación mencionados para O₂, para todas las condiciones de operación antes de la entrada de la bomba (puesta en marcha y parada). Los contenidos de oxígeno mayores son más corrosivos, especialmente para agua de alimentación con desalinizaciones parciales.

Oxígeno disuelto contenido máximo		< 0,02 ppm (Poco tiempo ≤ 0,03 ppm)	< 0,03 ppm (Poco tiempo ≤ 0,04 ppm)
Preparación		desalinización parcial	desalinización total
pH para 20°C	≥ 9,3	01, 02 o 03	01 o 02
	≥ 8,5		03
	≥ 7,0	04	04

Tabla 14 - Selección de material, basado en la concentración de oxígeno disuelto.

Atención: Para un tipo de operación desfavorable (intermitente, con alta variación de frecuencia, etc.) o cuando no se controlan el contenido de oxígeno y el valor de pH debido a la ausencia de equipo/instrumentos, o falta de supervisión del personal, debe elegirse la combinación de material superior.

Dimensión:

1 ppm (parte por millón) = 1 mg/l (para densidad = 1)

- Tipo de operación

Operación intermitente (muchas puestas en marcha), con parada durante el fin de semana (peligro de enriquecimiento de oxígeno dentro de las instalaciones con desgasificación térmica) y cuando la unidad va a operar muchas veces con carga parcial, en estos casos existe el peligro de una erosión-corrosión.

Operación continua y con bomba de repuesto disponible para entrar en operación inmediatamente (aprox. 1 vez al mes) es el tipo de operación preferible.

Para el puesta en marcha en instalaciones nuevas, las bombas de alimentación deben ser protegidas contra la corrosión de paradas (perturbaciones de operación durante el puesta en marcha, posibilitan la entrada de oxígeno en todo circuito).

12. Combinaciones de Materiales

Pieza	Denominación	Cat	01	02	03	04
106	Cuerpo de succión	1	A48 CL30	A216 WCB	A216 WCB	A743 CA6NM
107	Cuerpo de presión	1	A216 WCB	A216 WCB	A216 WCB	A743 CA6NM
108.1	Cuerpo de etapa	S-1	A216 WCB	A216 WCB	A216 WCB	A743 CA6NM
165	Tapa Cámara de refrigeración	2	A48 CL30	A216 WCB	A748 CF8M	A743 CA6NM
171.1	Difusor	S-1	A48 CL30	A216 WCB	A748 CF8M	A743 CA6NM
171.2	Difusor de la última etapa	1	A48 CL30	A216 WCB	A743 CF8M	A743 CA6NM
210	Eje 1)	1	SAE 1045/ cromo	SAE 1045/ cromo	SAE 1045/ cromo	SAE 1045/ cromo
230	Rodete	S-1	A48 CL30	A216 WCB	A743 CF8M	A743 CA6NM
231	Rodete de succión (150)	1	A48 CL30	A216 WCB	A743 CF8M	A743 CA6NM
400.1	Junta plana	1	Klingersil	Klingersil	Klingersil	Klingersil
400.2	Junta plana	2	Klingersil	Klingersil	Klingersil	Klingersil
411.3	Anillo de junta	2	Cu	Cu	Cu	Cu
412.1	Anillo "O"	5	Viton70	Viton70	Viton70	Viton70
412.2	Anillo "O"	1	Viton70	Viton70	Viton70	Viton70
412.3	Anillo "O"	2	Viton70	Viton70	Viton70	Viton70
412.4	Anillo "O"	2	NB80	NB80	NB80	NB80
412.5	Anillo "O"	2	Viton70	Viton70	Viton70	Viton70
451	Carcasa de prensaestopas	2	A48CL35	A216 WCB	A216 WCB	A743 CA6NM
452.1	Brida de prensaestopas s/ refrigeración	2	G-CUSN10	G-CUSN10	G-CUSN10	G-CUSN10
461	Cordón para empaquetadura	2	Teflon con Grafito			
501	Anillo bipartido	1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
502.1	Anillo de desgaste / etapa succión	1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
502.2	Anillo de desgaste	S-1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
504.1	Anillo distanciador	1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
505.1	Anillo con reborde	1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
507.1	Anillo difusor	2	AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 316
512	Anillo de protección	1	AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 420
521	Casquillo de etapa	S-1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
524.1	Casquillo protector del eje / lado succión	1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
524.2	Casquillo protector del eje / lado presión	1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
525.1	Casquillo distanciador / lado succión	1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
525.2	Casquillo distanciador / lado presión	1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
540	Casquillo / lado presión sol. tam. 125 y 150	1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
541	Casquillo para tamaños 125 y 150	S-1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
550.1	Disco	16	SAE 1020	SAE 1020	SAE 1020	SAE4140
601	Disco de descarga	1	AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 316
602	Contra disco de descarga	1	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420
680	Cubierta de protección	1	SAE 1020	SAE 1020	SAE 1020	SAE 1020
702	Tubería para línea de equilibrio	1	Acero	Acero	Acero	Acero
900.1	Tornillo Allen sin cabeza	4	AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 316
902.1	Espárrago	2	SAE 1045	SAE 1045	SAE 1045	SAE 1045
902.2	Espárrago	4	AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 316
905	Tornillo de unión	8	A193 GR.B7	A193 GR.B7	A193 GR.B7	A193 GR.B7
914	Tornillo de unión	8	AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 316
920.1	Tuerca	16	A194GR.2H	A194GR.2H	A194GR.2H	A194 GR.2H
920.2	Tuerca	16	SAE 1020/6	SAE 1020/6	SAE 1020/6	SAE 1020/6
920.3	Tuerca	4	AISI 304	AISI 304	AISI 304	AISI 304
932.3	Anillo seguridad	2	Acero Muelle	Acero Muelle	Acero Muelle	Acero Muelle

1) = Verificar P/n. Si fuera necesario utilizar otro material

 = Piezas de repuesto recomendadas

S = nº de etapas

Tabla 15

12.1 Holguras

Las indicaciones sobre rendimiento y altura manométrica referentes a las curvas características se refieren a una holgura entre el rodete y el anillo de desgaste igual a 0,3 mm (combinaciones de materiales 01 hasta 03).

Los anillos de desgaste en acero al cromo (combinaciones de materiales 04) exigen un aumento de la holgura a 0,4 mm, y reducción del rendimiento (η):

- HDA 40 hasta 80: 2 puntos
- HDA 100 hasta 150: 1 punto

13. Fuerzas y Momentos

Las fuerzas y los momentos de la tubería no deben sobrecargar la bomba mecánicamente. Cuando sea necesario, en casos específicos, hacer un pre-cálculo para todas las fuerzas y momentos así como sus combinaciones admisibles, las cuales deben satisfacer la siguiente fórmula:

$$320000 D \geq \sqrt{(3F_x)^2 + (F_y)^2 + (3F_z)^2} + \frac{0,3}{D} \sqrt{(1,3M_x)^2 +$$

Dimensiones:

F en N

M en N

D en m

Obs.: Las fuerzas y momentos pueden cargar simultáneamente la brida de succión y la brida de presión.

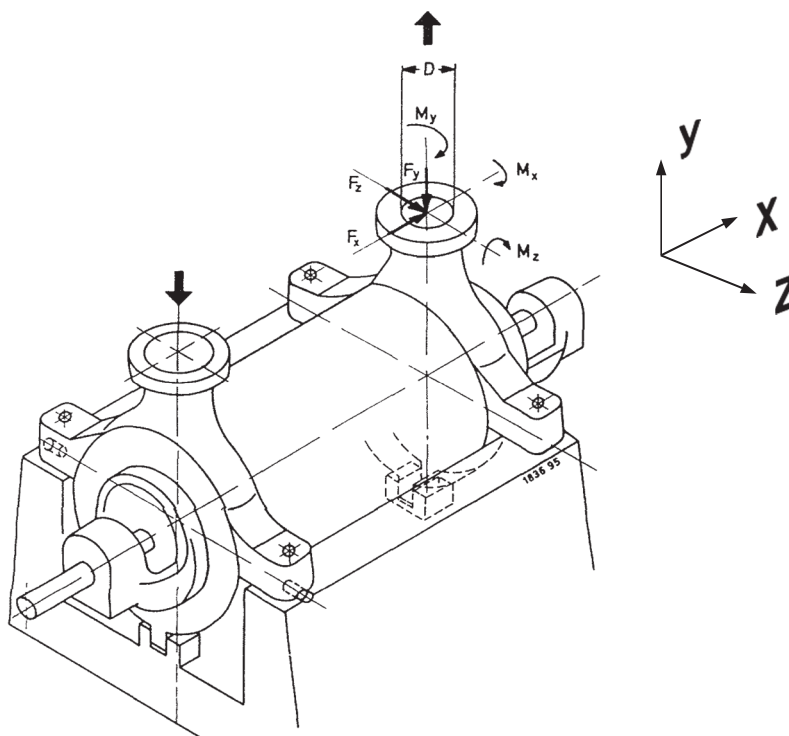


Figura 44 - Fuerzas y momentos en las bridas de la bomba

La letra F indica la dirección de carga de las fuerzas y la letra M la dirección de carga de los momentos, la letra D el diámetro de las bridas de succión y de presión.

No es recomendable la fijación de la bomba después del calentamiento de las conexiones y tuberías, pues puede causar vibraciones y alto desgaste de la bomba y acoplamiento. El posicionamiento y la fijación con los pernos de la bomba y sus accesorios sólo se puede hacer en estado frío y como se muestra en la figura 45.

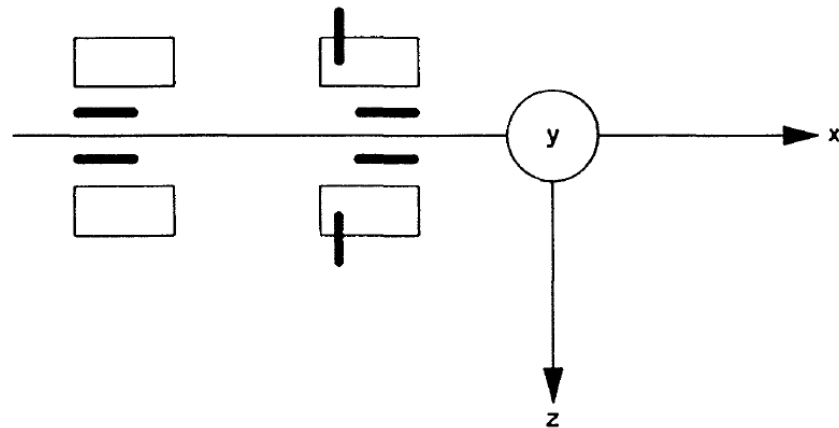


Figura 45 - Fijación de la bomba a la base a través de pernos

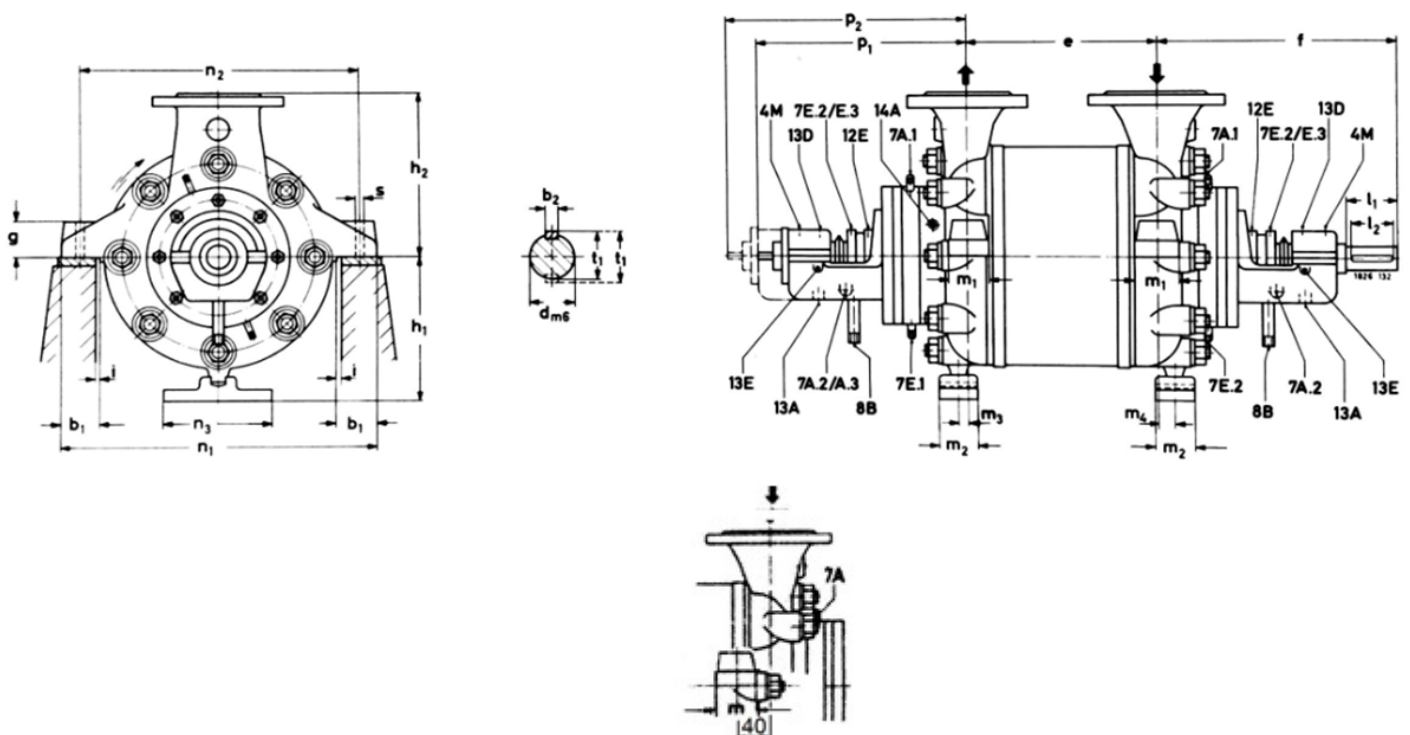
13.1. Posición del centro de gravedad

La posición del centro de gravedad de la bomba está aproximadamente a la mitad de la bomba.

14. Piezas de repuesto

En la tabla de combinación de materiales se indican las piezas de repuesto recomendadas.

15. Dimensiones



Detalle del pie del cuerpo de succión para HDA 125
doble succión

Figura 46

Ejecución con cojinetes de deslizamiento																					
Tamaño de la Bomba	Brida de Succión	Brida de Presión	Medidas de la bomba																		
			b ₁	e (para cada número de etapas)																	
				3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	f	g	h ₁
40	50	40	70	186	234	282	330	378	426	474	522	570	618	666	714	762	810	858	400	50	210
50	65	50	70	199	251	303	355	407	459	511	563	615	667	719	771	823	--	--	405	50	235
65	80	65	70	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	--	--	480	60	250
80	100	80	80	240	305	370	435	500	565	630	695	760	825	890	--	--	--	--	485	60	275
100	125	100	90	290	360	430	500	570	640	710	780	850	--	--	--	--	--	--	515	60	310
125	150	125	110	335	420	505	590	675	760	845	--	--	--	--	--	--	--	--	570	80	355
125*	150	125	110	NA	460	545	630	715	800	885	--	--	--	--	--	--	--	--	665	80	355
150	200	150	120	402	498	594	690	786	882	978	--	--	--	--	--	--	--	--	630	90	395

* Con doble succión

Tabla 16

Ejecución con cojinetes de deslizamiento																		
Tamaño de la Bomba	Medidas de la bomba													Punta del eje				
	h ₂	i	m ₁	m ₂	m ₃	m ₄	n ₁	n ₂	n ₃	p ₁	p ₂ [*]	p ₂ ^{**}	s	b ₂	d _{m6}	l ₁	l ₂	t ₁
40	250	5	60	60	15	20	445	395	170	329	478	483	17	10	34	85	70	37
50	275	5	70	60	15	20	490	440	170	334	483	488	17	10	34	85	70	37
65	325	5	70	60	15	25	530	470	170	368	519	522	22	12	44	130	120	47
80	350	5	80	60	25	25	605	545	170	378	532	529	22	12	44	130	120	47
100	400	5	90	60	25	25	680	620	170	400	552	555	22	14	48	140	120	51,5
125	450	5	100	60	40	35	820	750	170	555	707	711	24	14	48	140	120	51,5
125 ⁺	450	5	100	60	40	65	820	750	170	555	707	711	24	14	48	140	120	51,5
150	500	5	120	60	40	40	920	840	170	496	647	651	33	20	74	140	120	83

* Con doble succión

Tabla 17

* Con dispositivo de compensación del empuje hidráulico con cojinetes de rodamiento

** Con dispositivo de compensación del empuje hidráulico con cojinetes de segmentos

Ejecución con cojinetes de deslizamiento								
Tamaño de la Bomba	Conexiones							
	Líquido de refrigeración							
	Carcasa empaquetadura	Prensa-estopas	Refrigeración de la carcasa del cojinete	Fluido de sellado	Salida de aire	Lubricante de presión		Líquido de descarga
						13E	13A	
	7E.1/7A.1	7E.2/7A.2	7E.3/7A.3	8B	13D			14A
40	R 3/8"	R 1/8"	R 1/4"	R 1/2"	R 1/2"	R 1/4"	R 3/4"	R 3/8"
50	R 3/8"	R 1/8"	R 1/4"	R 1/2"	R 1/2"	R 1/4"	R 3/4"	R 3/8"
65	R 1/2"	R 1/8"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"	R 1/4"	R 3/4"	R 3/8"
80	R 1/2"	R 1/8"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"
100	R 1/2"	R 1/8"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"	R 3/8"	R 1"	R 1/2"
125	R 1/2"	R 1/4"	R 1/4"	R 1/2"	R 1/2"	R 3/8"	R 1"	R 1"
150	R 3/4"	R 1/4"	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1"	R 1 1/4"

Tabla 18

16. Cortes transversales y Lista de Piezas

16.1 Ejecución estándar tamaño 40 hasta 150 con cojinetes de deslizamiento y empaquetadura.

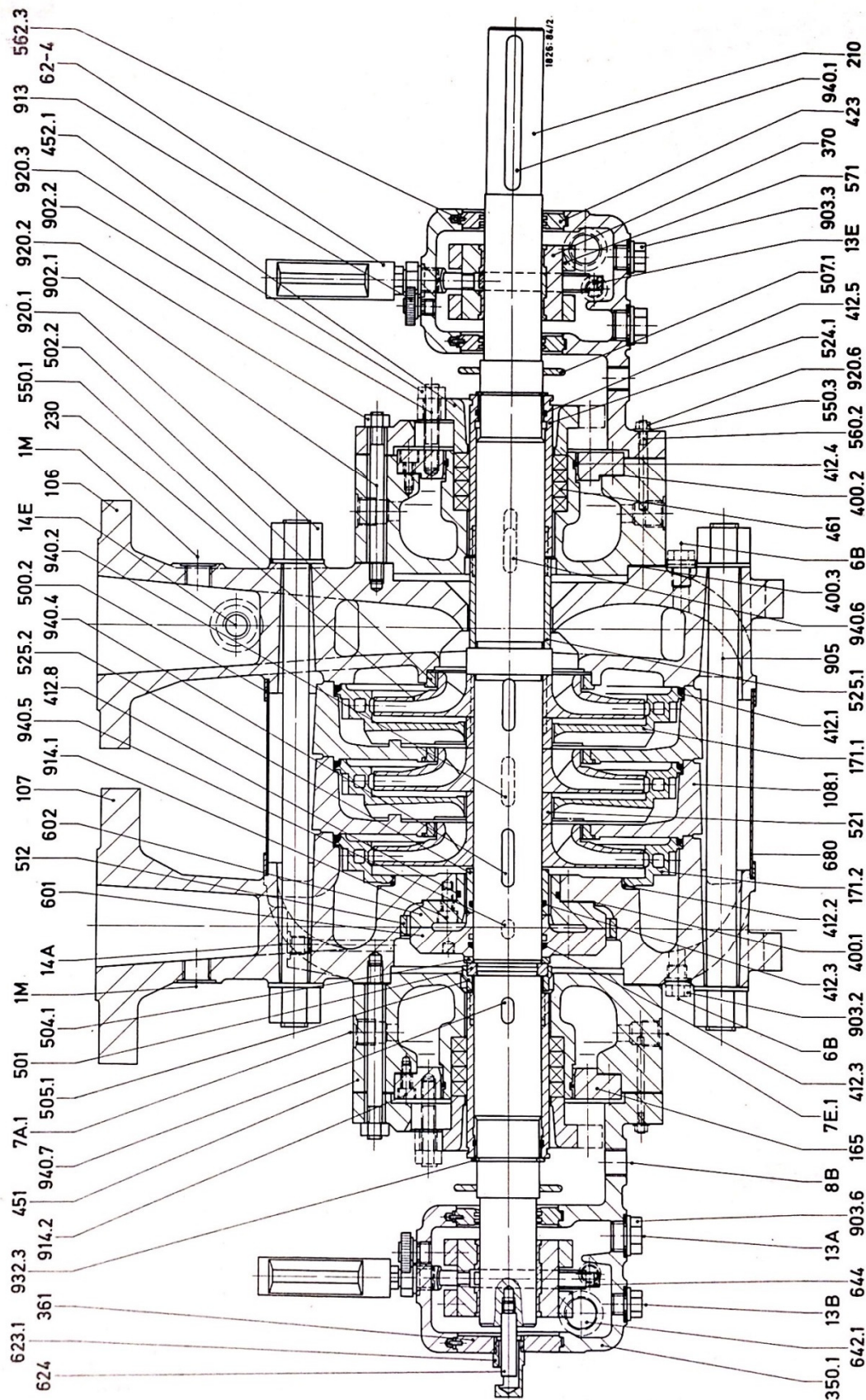
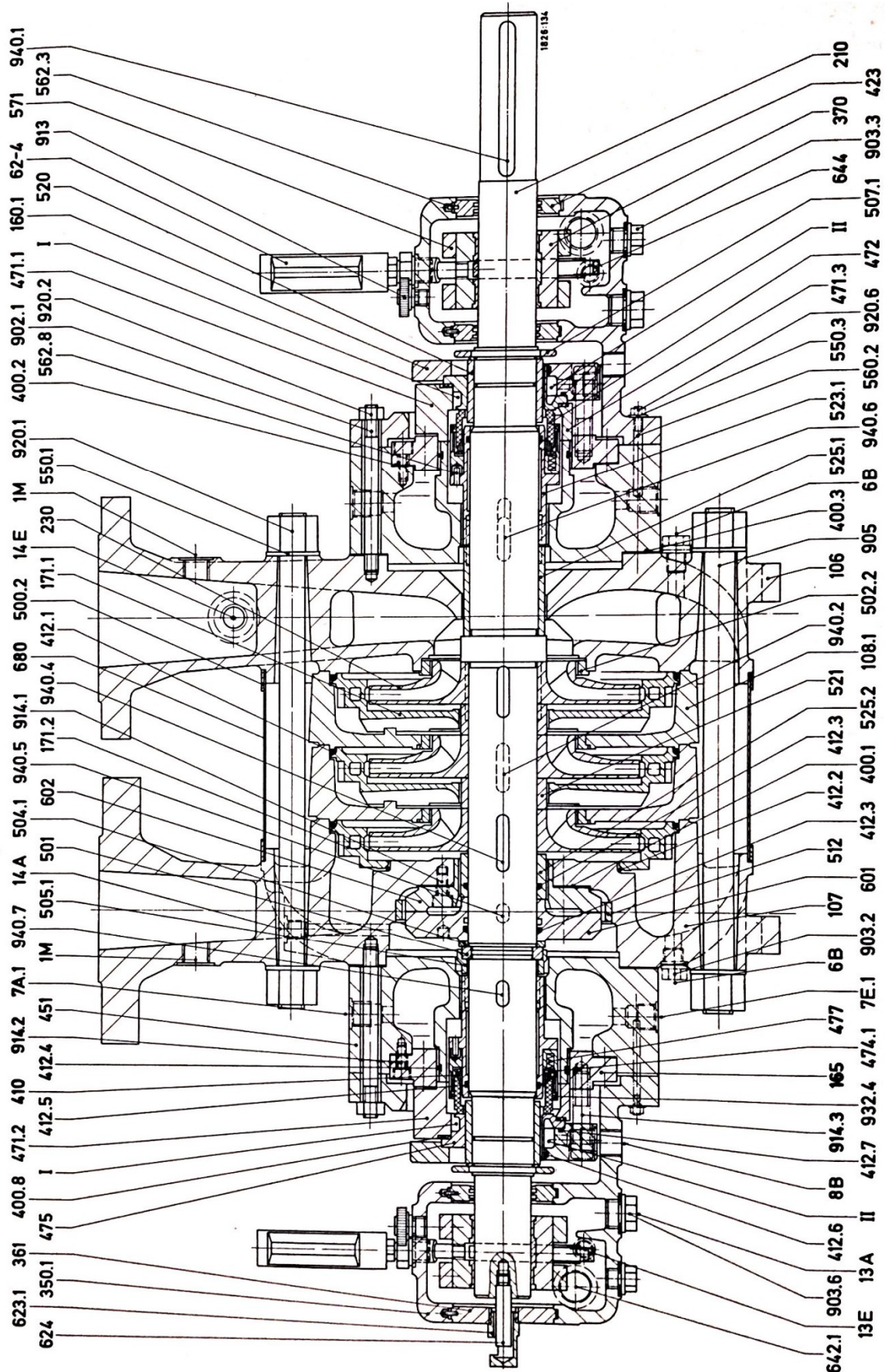


Figura 47 - Ejecución estándar tamaño 65 hasta 150 con cojinetes de deslizamiento y empaquetadura.
(Detalles específicos de los tamaños 125, ver fig.50)

Ejecución estándar tamaño 40 hasta 150 con cojinetes de deslizamiento y empaquetadura
Lista de piezas

<u>Pieza nº</u>	<u>Denominación</u>	<u>Pieza nº</u>	<u>Denominación</u>
106	carcasa de succión	503.1	anillo para rodete (sólo p/ tamaño 150)
107	carcasa de presión	503.2	anillo para rodete
108.1	carcasa de etapa	504.1	anillo distanciador
108.2	carcasa de etapa c/ derivación	505.1	anillo con reborde
108.3	carcasa de etapa c/ derivación	507.1	anillo difusor
160.3	tapa	512	anillo de desgaste p/ conjunto de disco y contra disco de descarga
165	tapa de la cámara de refrigeración	521	casquillo distanciador de etapa
171.1	difusor	524.1	casquillo de protección del eje lado succión
171.2	difusor de la última etapa	524.2	casquillo de protección del eje lado presión
210	eje	525.1	casquillo distanciador lado succión
230	rodete	525.2	casquillo distanciador
350	carcasa del cojinete	525.5	casquillo distanciador de etapa ciega
361	tapa de cojinete lado no accionado	540	casquillo
370	cojinete	541	casquillo de etapa
400.1	junta plana	54-1	casquillo de etapa ciega
400.2	junta plana	550.1	arandela
400.3	junta plana	500.3	arandela
400.9	junta plana	560.2	pasador cónico
412.1	junta tórica	562.3	pino cilíndrico
412.2	junta tórica	571	abrazadera
412.4	junta tórica	601	disco de descarga
412.46	junta tórica (cojinete GRE-HDA125)	602	contra disco de descarga
412.5	junta tórica	623.1	indicador de posición del conjunto rotatorio
423	anillo de labirinto bipartido	624	perno para control de desgaste
451	carcasa del prensaestopas	62-4	termómetro
452.1	prensaestopas sin refrigeración	642.1	visor del nivel de aceite
452.2	prensaestopas con refrigeración	644	anillo de lubricación
461	Empaquetadura	752	sede de la cámara de refrigeración (cojinete GRE-HDA125)
500.2	anillo	680	cubierta
502.1	anillo de desgaste de la carcasa	900	tornillo Allen sin cabeza
502.2	anillo de desgaste de la carcasa	940.5	chaveta para disco de descarga
901.46	tornillo hexagonal (cojinete GRE-HDA125)	940.6	chaveta para casquillo protector del eje
901.6	tornillo hexagonal	940.7	chaveta para casquillo protector del eje
902.1	espárrago	1M	conexión para manómetro
902.2	espárrago	6B	drenaje de la bomba
903.2	tapón roscado	7A1	salida del líquido de refrigeración / cuerpo empaquetadura
903.3	tapón roscado	7E1	entrada del líquido de refrigeración / cuerpo empaquetadura
903.6	tapón roscado	7A2	salida del líquido de refrigeración / caja de sellado
905	tornillo de unión	7E2	entrada del líquido de refrigeración / caja de sellado
913	tapa de desaireación	7A3	salida del líquido de refrigeración/ carcasa del cojinete
914.1	tornillo Allen	7E3	entrada del líquido de refrigeración/ carcasa del cojinete
914.2	tornillo Allen	8B	drenaje de la carcasa del cojinete
920.1	tuerca hexagonal	13A	salida de aceite
920.2	tuerca hexagonal	13B	salida de aceite
920.3	tuerca hexagonal	13E	entrada de aceite
920.6	tuerca hexagonal	14A	salida del líquido de equilibrio hidráulico
932.3	anillo de seguridad	14E	entrada del líquido de equilibrio hidráulico
920.6	tuerca hexagonal		
932.3	anillo de seguridad		
940.1	chaveta para acoplamiento		
940.2	chaveta para rodete		
940.4	chaveta para rodete última etapa		

16.2 Ejecución estándar tamaño 40 hasta 150 con cojinetes de deslizamiento y sello mecánico



.Figura 48 - Ejecución estándar tamaño 65 hasta 150 con cojinetes de deslizamiento y sello mecánico.
(Detalles específicos de los tamaños 125, ver fig.50)

Ejecución estándar tamaño 40 hasta 150 con cojinetes de deslizamiento y sello mecánico
Lista de piezas

<u>Pieza nº</u>	<u>Denominación</u>	<u>Pieza nº</u>	<u>Denominación</u>
106	carcasa de succión	471.2	tapa de junta lado presión
107	carcasa de presión	471.3	tapa de junta
108.1	carcasa de etapa	472	anillo rotativo
108.2	carcasa de etapa c/ derivación	473	soporte del anillo rotativo
108.3	carcasa de etapa c/ derivación	474.1	anillo de presión
160.1	tapa	475	anillo con reborde
160.3	tapa	477	muelle
165	tapa de la cámara de refrigeración	500.2	anillo
171.1	difusor	501	anillo bipartido
171.2	difusor de la última etapa	502.1	anillo de desgaste de la carcasa
210	eje	502.2	anillo de desgaste de la carcasa
230	rodete	503.1	anillo de desgaste para rodete (sólo p/ tamaño 150)
231	rodete con doble succión	503.2	anillo de desgaste para rodete
350.1	carcasa del cojinete	504.1	anillo distanciador
361	tapa de cojinete lado no accionado	504.2	anillo distanciador
370	cojinete	505.1	anillo con reborde
400.1	junta plana	507.1	anillo difusor
400.2	junta plana	512	anillo de desgaste para conjunto de disco y contra disco de descarga
400.3	junta plana	520	casquillo distanciador
400.4	junta plana	521	casquillo distanciador de etapa
400.8	junta plana	523.1	casquillo protector del eje
400.9	junta plana	523.2	casquillo protector del eje
410	junta perfilada	525.1	casquillo distanciador lado succión
412.1	junta tórica	525.2	casquillo distanciador lado presión
412.2	junta tórica	525.2	casquillo distanciador de etapa ciego
412.3	junta tórica	540	casquillo
412.4	junta tórica	541	casquillo de etapa
412.5	junta tórica	54-1	casquillo de etapa ciego
412.6	junta tórica	550.1	arandela
412.7	junta tórica	550.3	arandela
423	anillo de laberinto bipartido	560.2	pasador cónico
451	caja de sellado	562.1	perno cilíndrico
471.1	tapa de junta lado succión	562.3	perno cilíndrico
562.8	perno cilíndrico	920.6	tuerca hexagonal
571	abrazadera	932.3	anillo de seguridad
601	disco de descarga	932.4	anillo de seguridad
602	contra disco de descarga	940.1	chaveta para acoplamiento
623.1	indicador de posición del conjunto rotatorio	940.2	chaveta para rodete
624	perno para control de desgaste	940.4	chaveta para rodete última etapa
62-4	termómetro	940.5	chaveta para disco de descarga
642.1	visor del nivel de aceite	940.6	chaveta para casquillo protector del eje
644	anillo de lubricación	940.7	chaveta para buje protector del eje
680	cubierta	940.9	chaveta para sello mecánico
900.1	tornillo Allen sin cabeza	1M	conexión para manómetro
901.6	tornillo hexagonal	6B	dreno de la bomba
902.1	espárrago	7A1	salida del líquido de refrigeración/ caja de sellado
903.2	tapón roscado	7E1	entrada del líquido de refrigeración/ caja de sellado
903.3	tapón roscado	7A3	salida del líquido de refrigeración/ carcasa del cojinete
903.6	tapón roscado	7E3	entrada del líquido de refrigeración/ carcasa del cojinete
905	tornillo de unión	8B	dreno de la carcasa del cojinete
913	tapa de desaireación	13A	salida de aceite
914.1	tornillo Allen	13E	entrada de aceite
914.2	tornillo Allen	14A	salida del líquido de equilibrio hidráulico
914.3	tornillo Allen	14E	entrada del líquido de equilibrio hidráulico
920.1	tuerca hexagonal		
920.2	tuerca hexagonal		

16.3 Detalles específicos

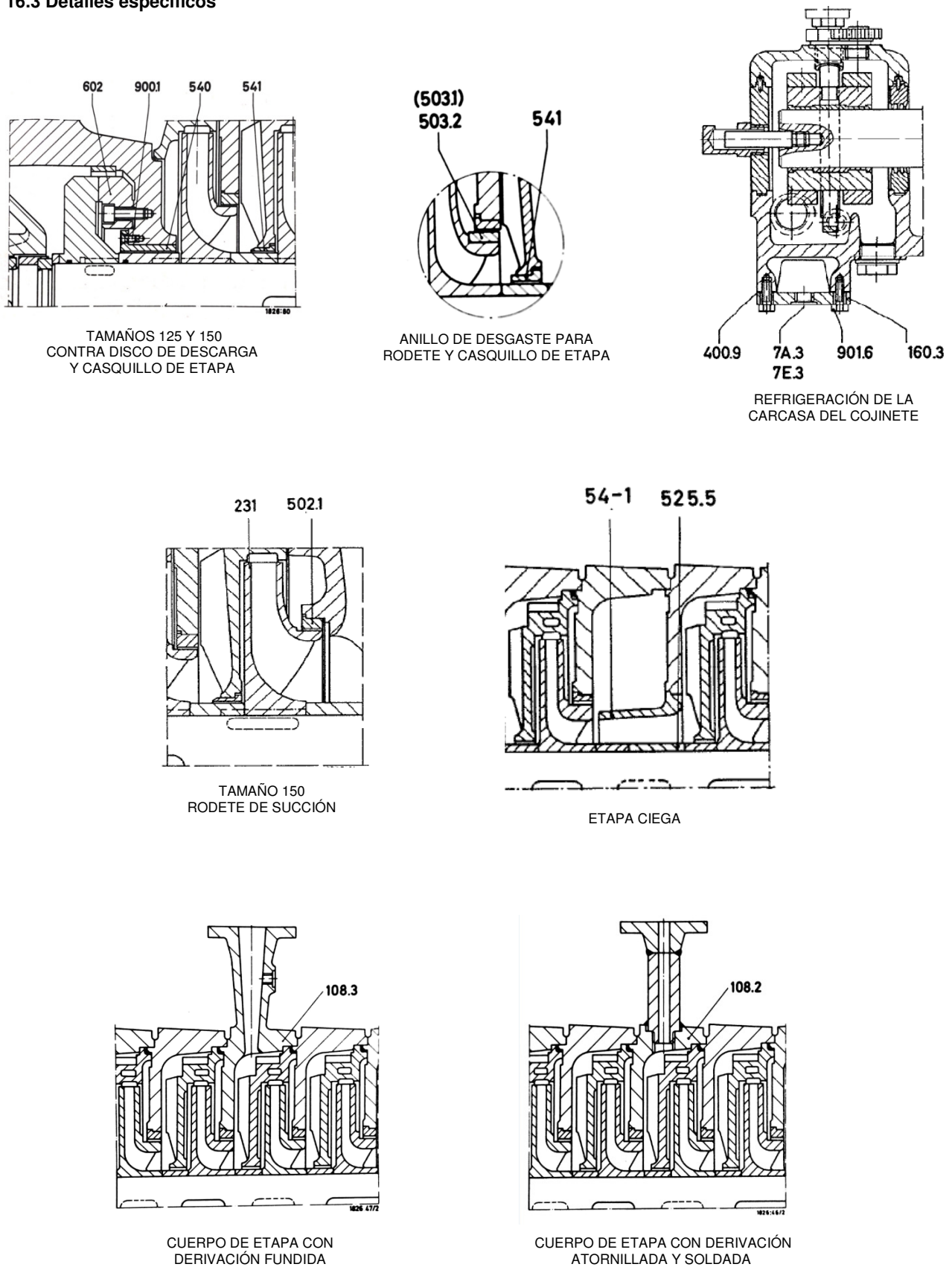


Figura 49 – Detalles específicos

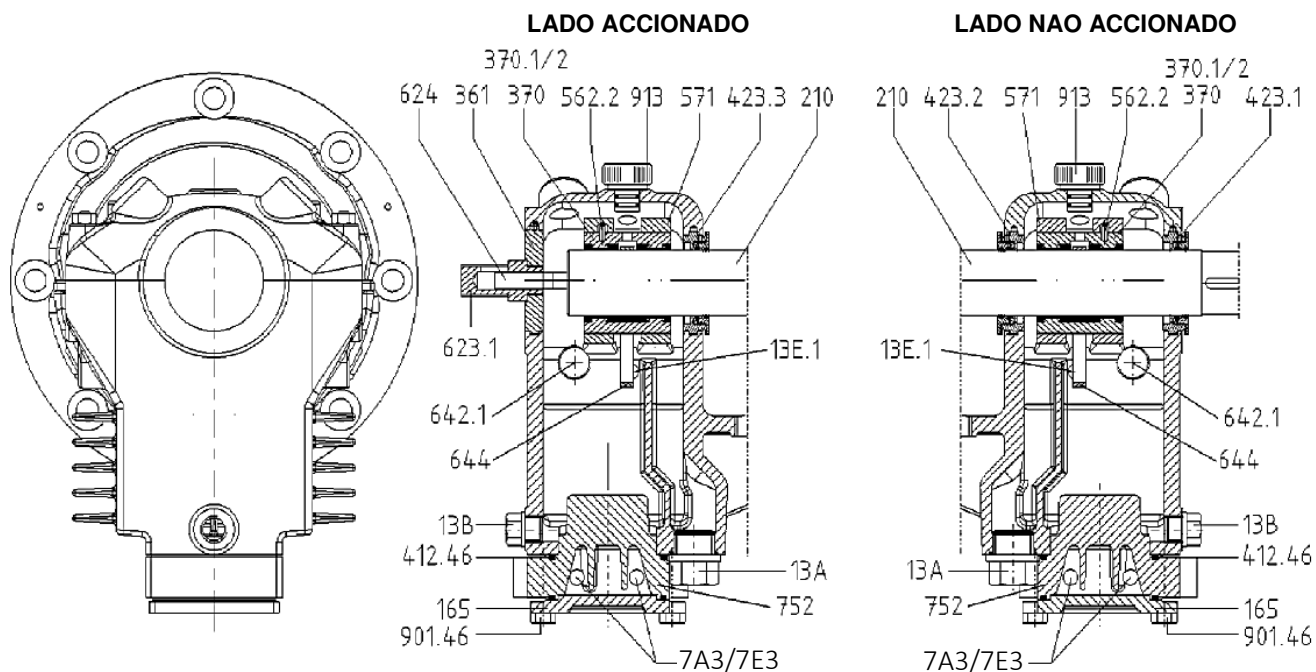


Figura 50 - Carcasa de cojinete con aletas (GRE), válido solo para HDA 125

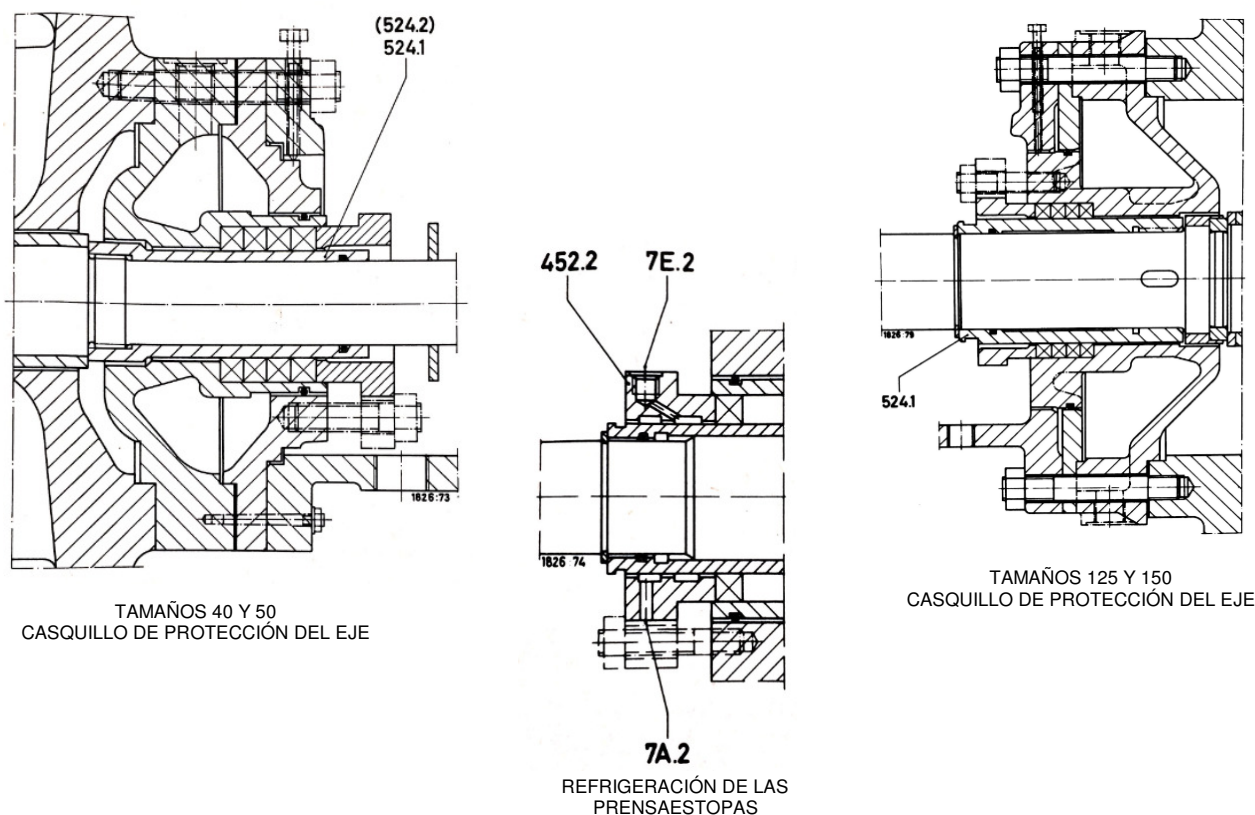


Figura 51 – Detalles específicos para ejecución estándar con cojinetes de deslizamiento y empaquetadura

16.4 Accesorios especiales

16.4.1 Etapa ciega

En el caso de operación futura con presión más alta que la primera etapa, uno o más rodets serán sustituidos por casquillos de etapa ciega y casquillos distanciadores. Para la etapa siguiente, los rodets necesarios se suministran junto con la bomba.

PIEZA Nº	DENOMINACIÓN
525.5	CASQUILLO DISTANCIADOR
54-1	CASQUILLO DE ETAPA CIEGA

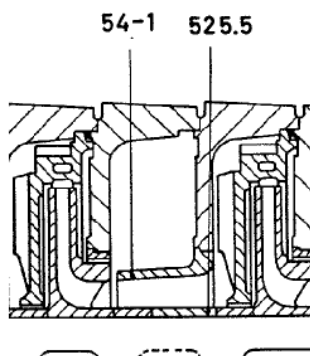


Figura 52 – Etapa ciega

16.4.2 Carcasa de etapa con derivación

Cuando se necesita en paralelo a la presión final de la bomba una presión más baja (por ejemplo, para inyección dentro de un calefactor intermedio), en este caso se pueden suministrar las carcasas de etapa con una conexión de derivación.

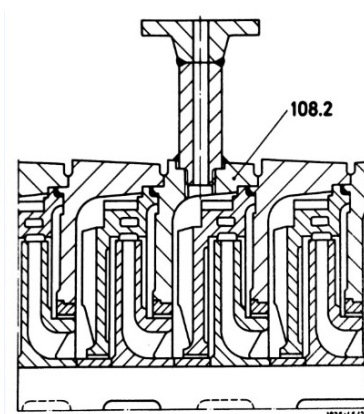


Figura 53 - Cuerpo de etapa con derivación atornillada y soldada

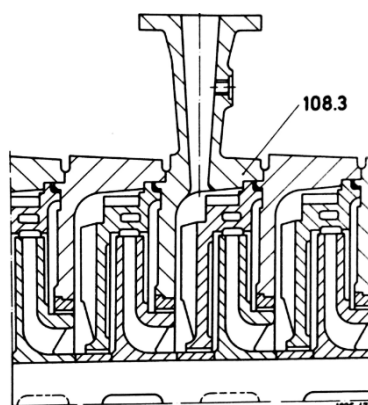


Figura 54 - Cuerpo de etapa con derivación fundida

Tamaño de la Bomba	Derivación atornillada y soldada		Derivación fundida	
	DN	Caudal parcial máximo C (l/s)	DN	Caudal parcial máximo C (l/s)
40	15	2	40	8
50	15	2	50	12,5
65	25	4	65	19,5
80	25	4	80	30,5
100	25	4	100	47
125	25	4	125	75
150	25	4	150	105,5

Tabla 19 - Datos técnicos para las figuras 53 y 54

16.4.2.1 Combinación de materiales para derivaciones atornilladas y soldadas

HDA 40 hasta 150	Cuerpo de etapa (material)	Derivación (material)
	A216 WCB	SAE 1020
	A743 CA6NM	AISI 420

Tabla 20 - Materiales para carcasa de etapa con derivación

16.4.3 Bomba de engranaje instalada en el eje de la bomba

La bomba de engranaje es aplicada en bombas con dispositivo de compensación del empuje axial y lubricación a presión. Se acciona por medio de un juego de engranajes acoplado directamente al eje principal de la bomba.

Su objetivo es suministrar aceite presurizado a los cojinetes de la bomba principal, sin la necesidad de uso continuo de la unidad de lubricación a presión, ahorrando energía y garantizando la lubricación adecuada.

Pieza	Cant.	Descripción
400.29	1	Junta plana
525.4	1	Casquillo distanciador
87-1	1	Pinón
872	1	Engranaje
99.3	1	Bomba de engranaje
902.29	2	Espárrago
904.29	1	Tornillo prisionero
916.29	1	Tapón
920.29	2	Tuerca

Tabla 21 – Piezas de la bomba de engranaje

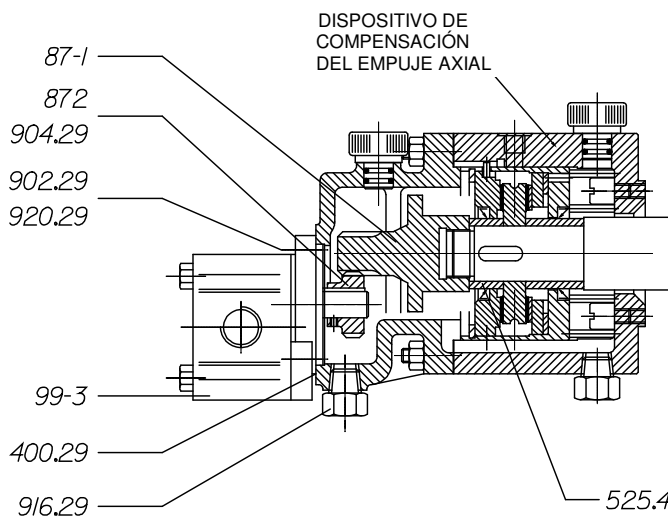
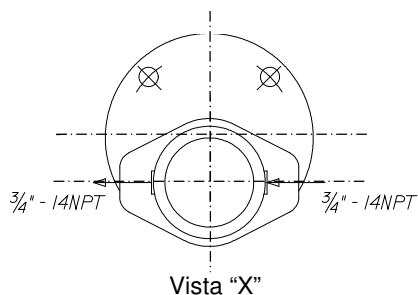


Figura 55 – Bomba de engranaje instalada en el eje de la bomba

16.4.4 Instalación de la válvula de caudal mínimo

El Caudal mínimo puede ser mantenido por la instalación de una válvula de caudal mínimo en la línea de descarga. La selección de esta válvula debe realizarse caso por caso.

16.4.5 Filtros

Los filtros son frecuentemente necesarios para proteger la bomba de materiales extraños en la instalación y para proteger las holguras entre componentes estacionarios y rotativos de la bomba contra la contaminación.

Un filtro es particularmente importante si los estanques y las tuberías no han sido suficientemente decapados o soplados totalmente durante la puesta en marcha de nuevas instalaciones. Además, los residuos de soldadura, carcassas o impurezas similares a menudo aparecen después de un cierto período de operación, y pueden reaparecer después del mantenimiento o la reparación.

Los filtros se pueden instalar en la tubería de succión, en posición horizontal o vertical, preferentemente lo más cerca posible de la boquilla de la bomba.

Es aconsejable instalar filtros temporales dentro de la tubería de alimentación.

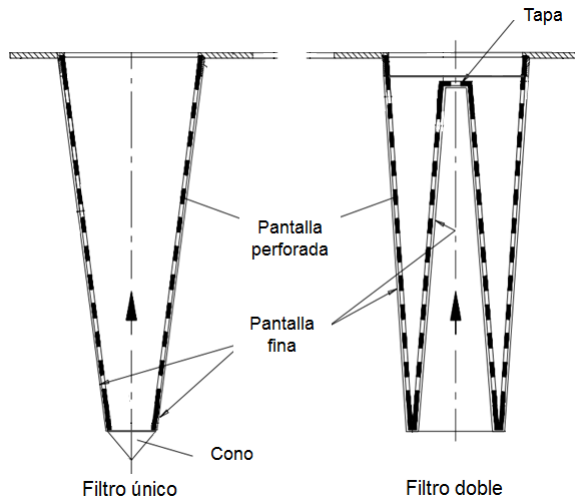


Figura 56 – Filtro Único y Doble

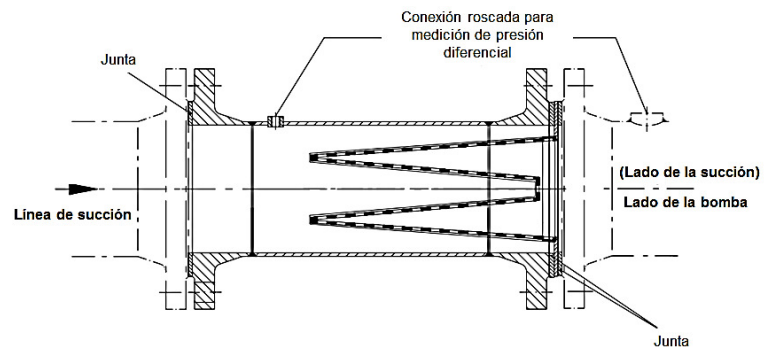


Figura 57 – Ejemplo de instalación horizontal

Para el monitoreo de la presión diferencial, suministre una conexión roscada en las tuberías arriba y abajo del cuerpo del filtro de succión.

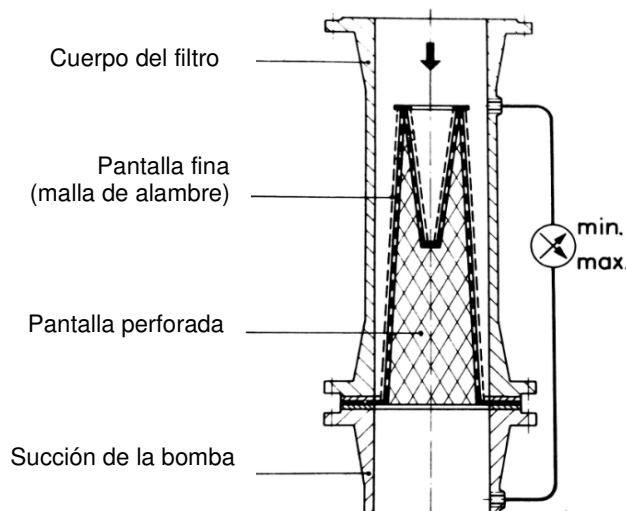


Figura 58 – Filtro de succión con monitoreo

16.4.6 Dispositivos

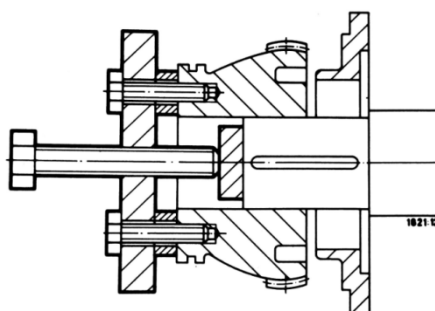


Figura 59 – Dispositivo para tirar acoplamiento

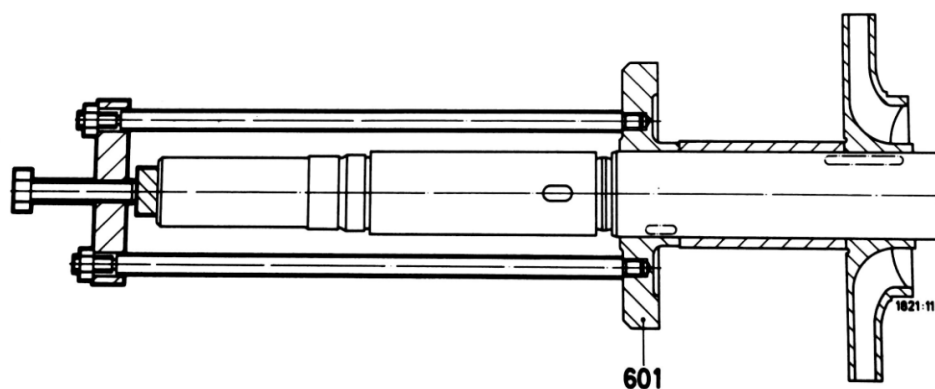
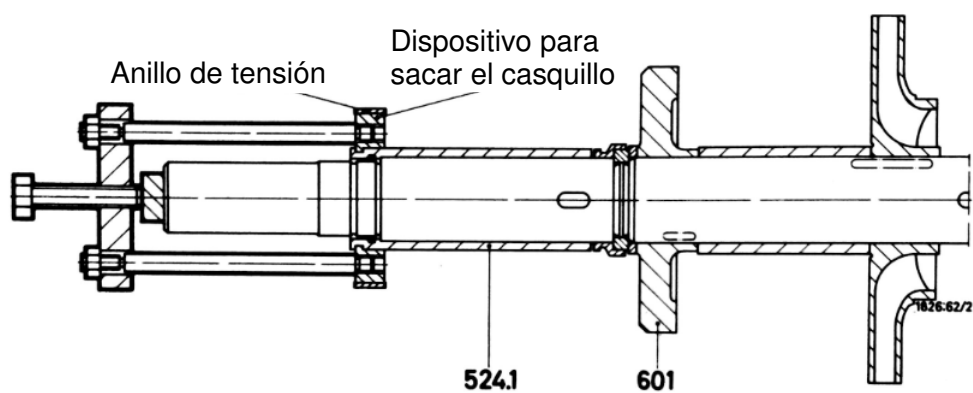


Figura 60 – Dispositivo para sacar el disco de descarga hidráulico



Peça nº	Denominación
524.1	Casquillo protector del eje
601	Disco de descarga

Figura 61 – Dispositivo para sacar el casquillo protector del eje

16.4.7 Herramientas

Tamaño de la Bomba	Llave de estrella (N 85)	Llave anillo (N 89)	Llave Allen (DIN 911)		Alicate para anillos de seguridad (DIN 5254)
	DN	DN			
40	46	27	6		--
50	46	30	6		--
65	--	36	6	8	A40
80	--	41	6	8	A40
100	--	41	6	10	A40
125	--	60	6	8	A40
150	--	75	10	--	A40

Tabla 22 - Herramientas

17. Curvas características

Ver el catálogo de curvas características A1826.4P.

16/05/2018

A1826.0ES/0

KSB Brasil Ltda.

Rua José Rabello Portella, 400

Várzea Paulista SP 13220-540

Brasil <http://www.ksb.com.br>

Tel.: +55 11 4596 8500

SAK – KSB Servicio de atención al cliente KSB

e-mail: sak@ksb.com