Extracción de Aguas Subterráneas

Aguas subterráneas

UNIDAD 7

A. **Tipos de Bombas:** Tipos de Bombas de profundidad: girostáticas (de eje) y electrobombas.

B. **Equipos Girostáticos:** Partes constitutivas de las bombas girostáticas, su funcionamiento, curvas características. Instalación de los equipos girostáticos, su accionamiento con motor eléctrico o con motor a explosión.

C. **Bombas sumergibles:** Las electrobombas, partes constitutivas, su funcionamiento, curvas características. La instalación de las electrobombas. Variadores de frecuencia.

D. **Selección de bombas:** Selección del equipo de bombeo, aspectos a considerar, fabricantes, modelos. Baterías de bombeo, su ubicación dentro de las cuencas.

SUPERFICIE



PERFORACIÓN

Agua Subterránea

ACUÍFERO

PERFORACIÓN

Surgente → Eª para llegar a superficie → Sale sola

Semisurgente → NO tiene Eª para llegar a superficie → Sacarla















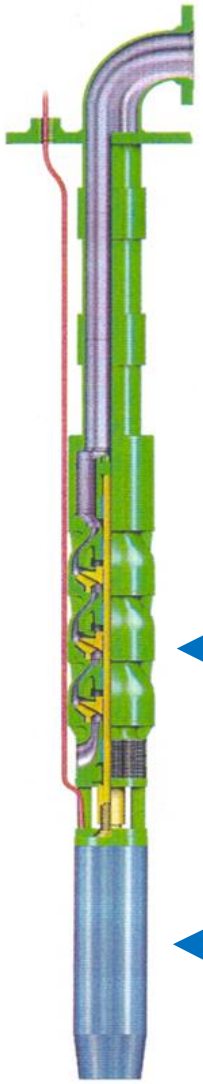
Bombas de profundidad
(o sumergibles)

Girostáticas (de eje)

Electrosumergibles

Electrosumergible

Girostática



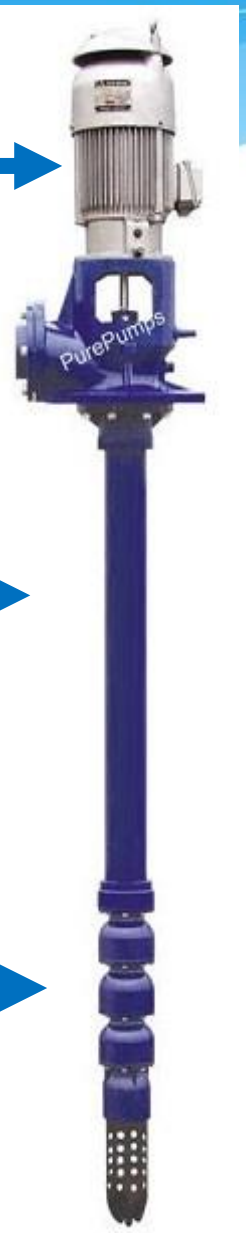
Cabezal de descarga

Cañería de elevación o impulsión

Cuerpo hidráulico

Motor sumergido

Motor en superficie



Funcionamiento (1)

El giro del impulsor, accionado por el eje, transforma la **energía mecánica** del motor en **energía cinética** en el fluido, generando una diferencia de presión entre la entrada y la salida de la bomba.

El fluido ingresa por el centro del impulsor, éste le transfiere energía a través de los álabes, sale por su diámetro exterior y pasa al difusor.

El difusor transforma la **Eª cinética** en **Eª de presión**.

Eª de alta velocidad y baja presión → **DIFUSOR** → **Eª de baja velocidad y alta presión**

Funcionamiento (2)

El difusor dirige al fluido a través del tazón hasta el siguiente impulsor (etapa) y así sucesivamente hasta que ingresa a la cañería de impulsión.

Se superponen varias ETAPAS (tazones) para vencer la ALTURA DE ELEVACIÓN de la columna (hm), **NO** para obtener mayor caudal.

El CAUDAL erogado por la bomba lo da el DISEÑO del IMPULSOR, **NO** el número de impulsores.

Girostáticas (de eje)

Características

Motor de accionamiento en superficie →
- eléctrico
- explosión

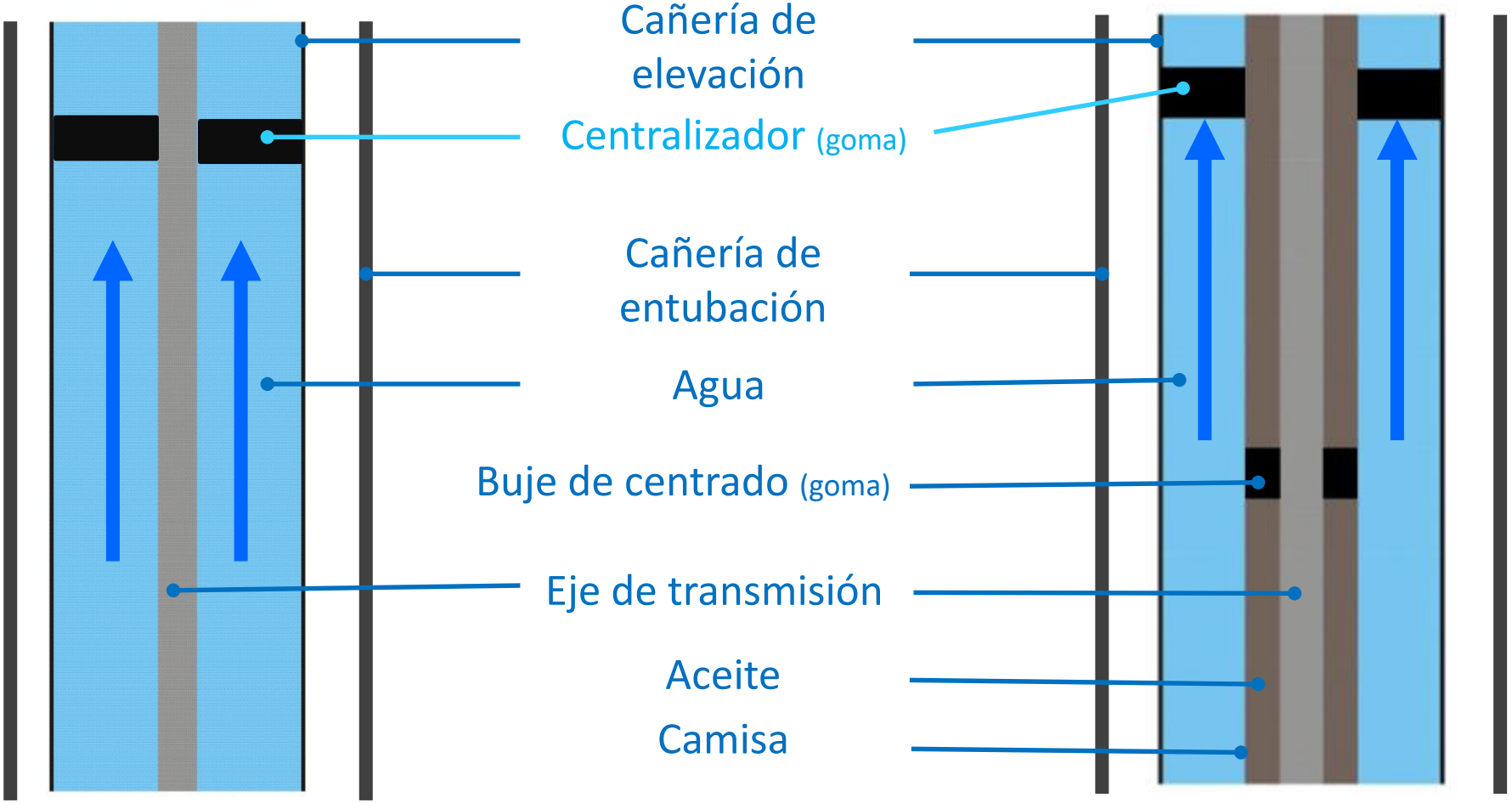
Bomba en profundidad → eje de transmisión

Eje de transmisión →
- lubricado con agua
- **lubricado con aceite**

Lubricación del eje

por AGUA

por ACEITE



Motorización eléctrica



Coaxial



Correas y Poleas

Motorización a explosión

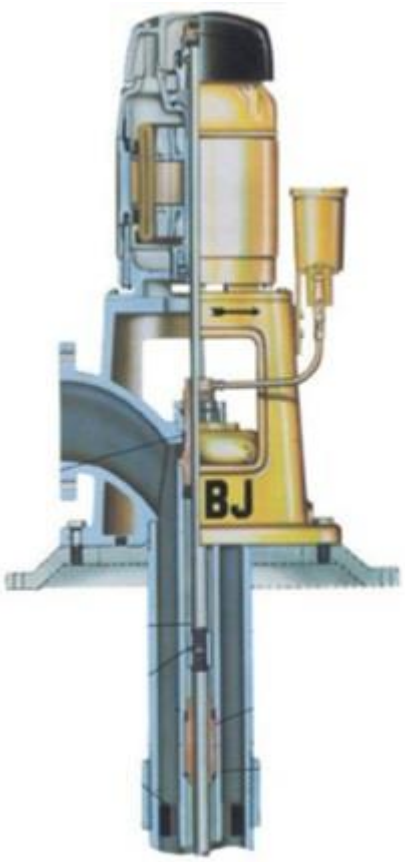


Cardan



Correas y Poleas

Partes constitutivas



Motor / Cabezal / Transmisión



Cuerpo hidráulico

CONJUNTO DE COJINETE DE TENSIÓN EXCLUSIVO
Mantiene el tubo que contiene el eje, en tensión para soportar todos los cojinetes lubricados por aceite. El cojinete de tensión de largo triple asegura la perfecta alineación del eje.


1)


2)


3)


4)


5)

1) Tuerca de fijación
2) Empaquetadora
3) Tuerca del cojinete de tensión
4) Empaquetadura de plomo
5) Cojinete de tensión en bronce

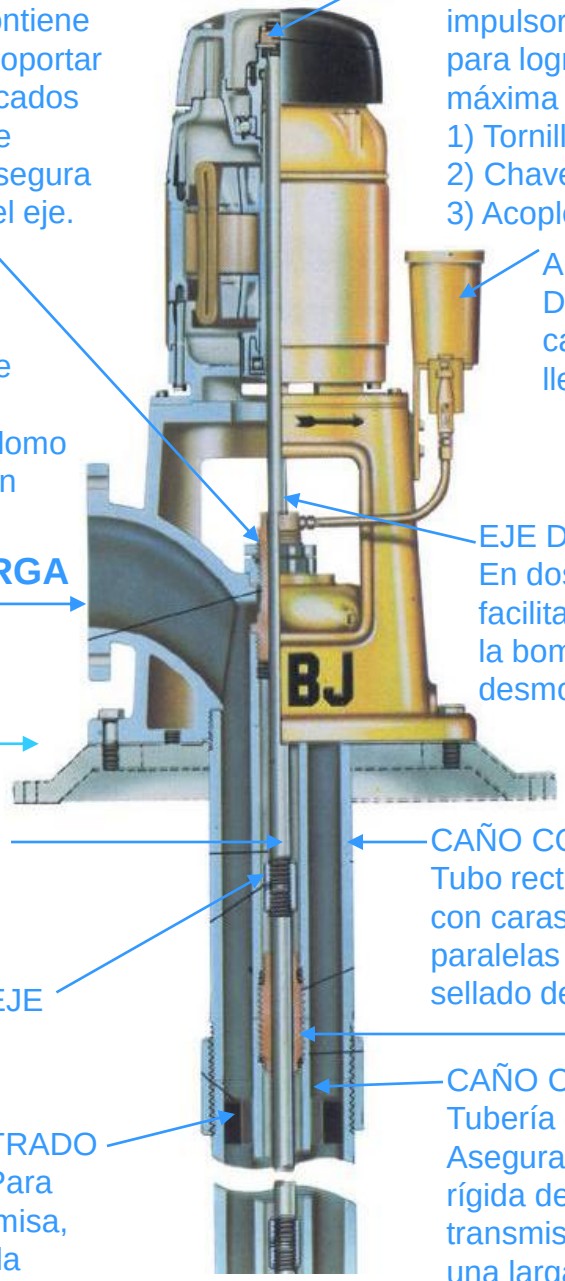
CABEZAL DE DESCARGA

BASE


EJE DE TRANSMISIÓN
De acero pulido para máxima resistencia

ACOPLAMIENTO DEL EJE


ESTRELLA DE CENTRADO
De goma reforzada. Para estabilizar el caño camisa, abrazándolo durante la instalación y funcionamiento

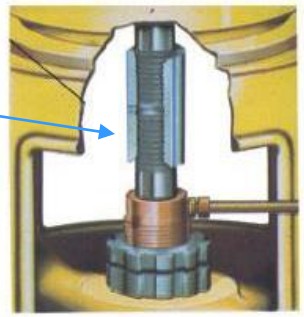


TUERCA DE AJUSTE
Permite regular los impulsores
para lograr una eficiencia máxima
1) Tornillo de fijación
2) Chaveta plana con Talón
3) Acople de motor



ACEITERA
Depósito de aceite de 2 litros de capacidad con tapa para su fácil llenado y limpieza

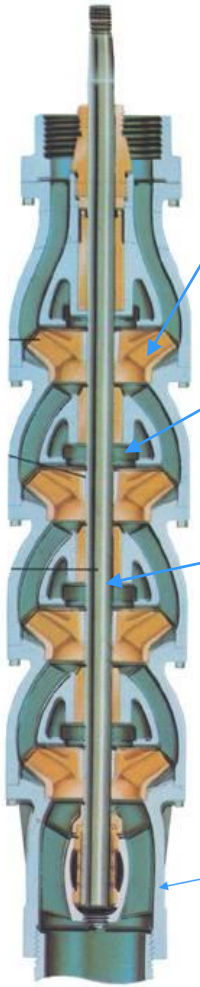
EJE DE CABEZAL
En dos piezas lo que facilita la instalación de la bomba o su desmonte



CAÑO COLUMNA
Tubo recto standard, roscado, con caras perfectamente paralelas para un perfecto sellado de las uniones


COJINETE DEL EJE DE TRANSMISIÓN

CAÑO CAMISA
Tubería de acero extra pesado. Asegura una correcta alineación rígida de los cojinetes del eje de transmisión dando a los mismos una larga duración



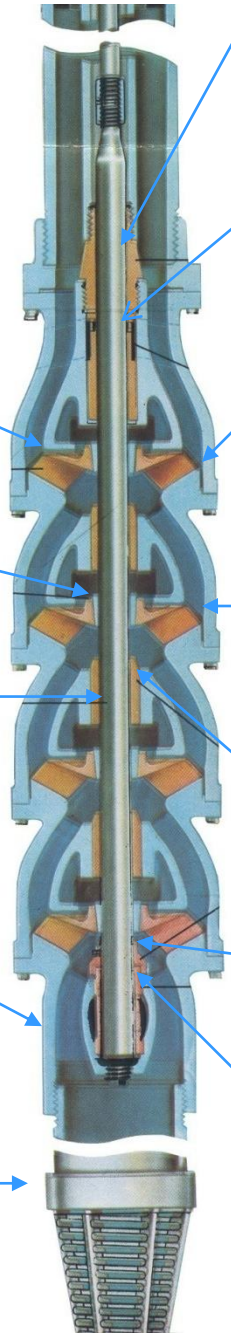
IMPULSOR
Diseñado para alta eficiencia.
Maquinado con precisión y balanceado dinámicamente

CONO DE FIJACIÓN
Fija el impulsor al eje de la bomba, asegurando su correcta posición

EJE DE LA BOMBA
De gran diámetro, en acero pulido AISI C 1045 de alta resistencia

TAZÓN INFERIOR o de SUCCIÓN
Guía el fluido al primer impulsor con el mínimo de pérdida de fricción

TUBO DE SUCCIÓN Y COLADOR
El tubo es suministrado al largo requerido.
El colador protege la vida de la bomba sin prejuicio del flujo normal



COJINETE DE TAZÓN SUPERIOR
En bronce de la mejor calidad para larga vida y perfecto soporte del eje de la bomba

SELLO BY PASS
Sello by pass y cojinete de largo extra para mantener la alta eficiencia de la bomba

TAZÓN SUPERIOR
Diseñado para flujo eficiente perma ports disminuyen la presión para proteger los cojinetes

TAZÓN INTERMEDIO
Diseñado para ofrecer máxima eficiencia dentro de amplia gama de diferentes condiciones de bombeo

COJINETE DE TAZÓN INTERMEDIO
Construído para un perfecto soporte del eje dando larga vida a la bomba

CASQUETE DE ARENA
Protege al cojinete del desgaste producido por el bombeo de abrasivos

COJINETE DEL TAZÓN INFERIOR
Extra largo, lubricado por grasa y de diseño libre de mantenimiento



Neptuno Pumps

https://youtu.be/5v8rj3Pyvds



Tazón superior (salida) c/eje s/impulsor



Interior tazón
Difusores



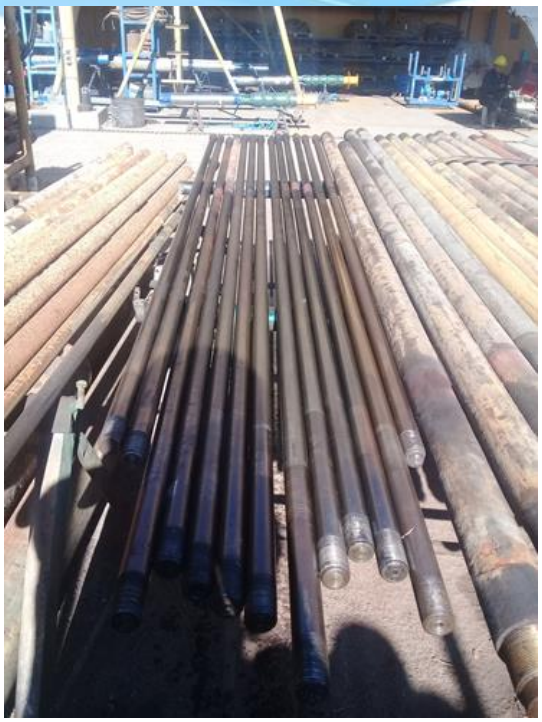
Impulsores



Ejes de bomba c/cupla



Ejes de bomba s/cupla



Ejes



Cojinete eje



Tazón superior (salida) c/eje c/impulsor



Cañería de impulsión caño camisa / eje estrella de goma

Girostáticas (de eje)

Ventajas

Regulación del Q

- Motor eléctrico: con nro. poleas / correas
- Motor a explosión: variando rpm

Menor arrastre de arena

- Trabajan a < rpm que las electrosumergibles

Aumentar profundidad de succión

- Caño de auxiliar de succión

Desventajas

- Lubricadas por aceite: probabilidad de contaminación
- Desgaste de la transmisión en pozos torcidos
- Limitación de profundidad de instalación (máx. 100m/120m)
- Mayor tiempo de instalación: eje de transmisión desfasado de caño de elevación

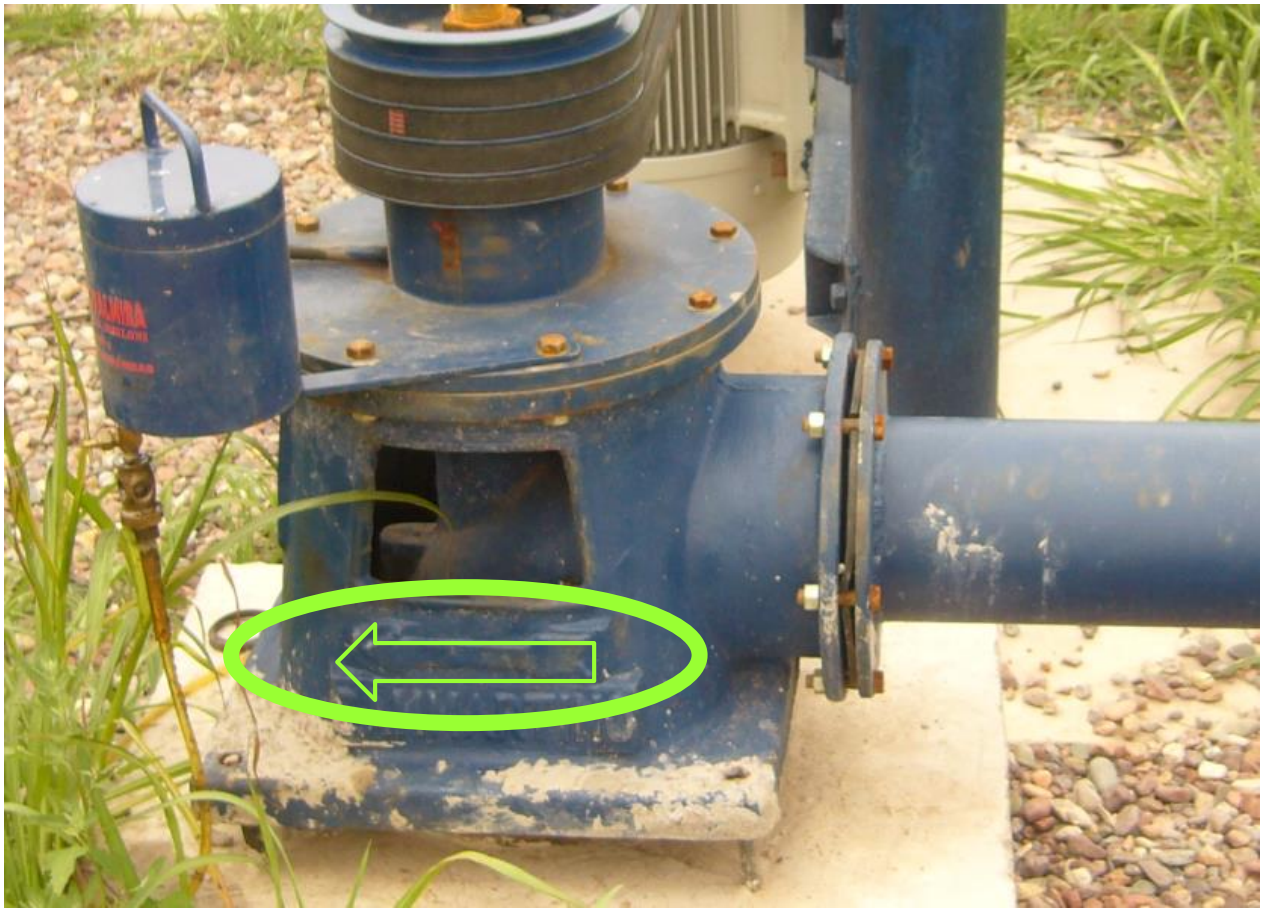
Girostáticas (de eje)

Reparaciones más comunes

Transmisión	• eje • bujes
Cuerpo de bomba	• impulsores • bujes • tazones

PRECAUCIÓN

- Estas bombas GIRAN EN UN SOLO SENTIDO
- Ver bien el SENTIDO DE GIRO DEL MOTOR



Electrosumergible

Características

Motor de accionamiento sumergido (eléctrico)

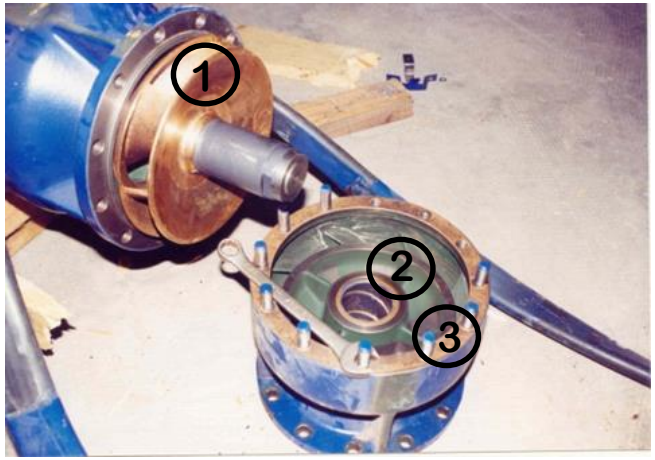
Bomba en profundidad

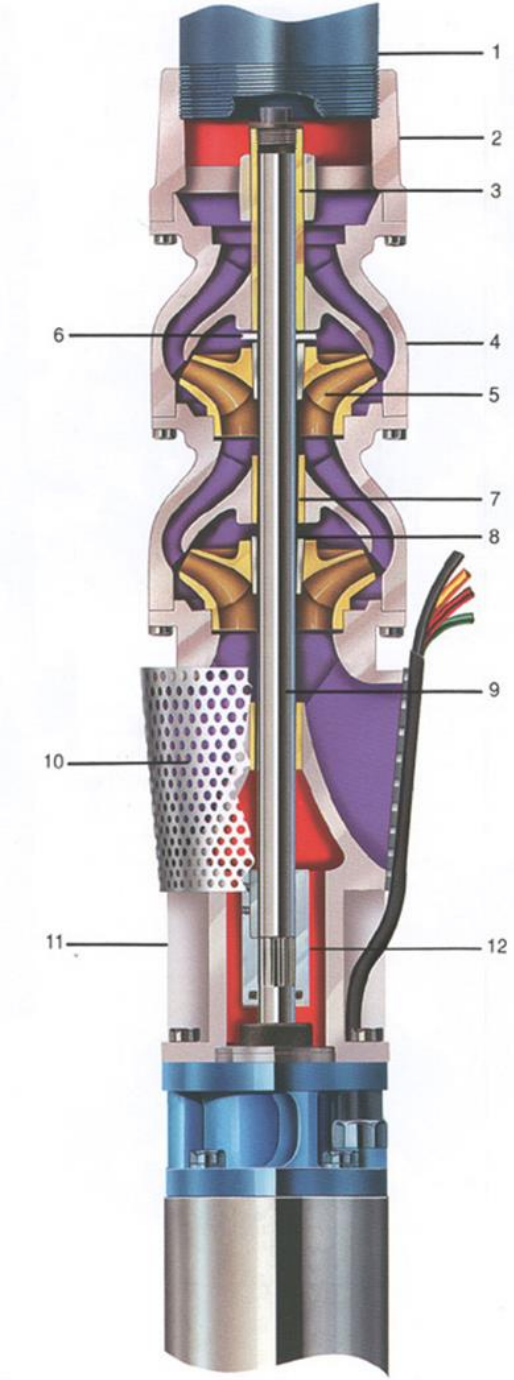
} no requiere transmisión

Son bombas centrífugas multietapas

Cada etapa está compuesta por:

1. un impulsor
2. un difusor
3. un tazón





Características

1 Tubo de descarga
Propiamente diseñado para máximas velocidades de agua a fin de asegurar el rendimiento hidráulico pico.

2 Tazón de descarga
Varios tamaños de descarga disponible para rosca NPT o tubo bridado.

3 Cojinete de descarga
Cojinete de bronce protegido en la parte superior extra largo, asegura la alineación positiva del eje y la estabilización para larga duración.

4 Tazón intermedio
De hierro fundido de grano apretado Clase 30; con conductos de agua revestidos de vidrio para máxima eficiencia y resistencia a la abrasión.

5 Impulsores
Diseñados para máxima eficiencia con amplios límites de cobertura hidráulica y equilibrados de precisión para operación suave.

6 Collar de empuje hacia arriba
Diseñado para margen de seguridad extra contra posibles empujes hacia arriba momentáneos que ocurren al arrancar.

7 Cojinetes de tazón intermedio
Cojinetes de bronce o goma, confiables de larga duración.

8 Collares con traba
Maquinados con precisión para asegurar la traba positiva del impulsor al eje de la bomba.

9 Eje de la bomba
De acero inoxidable de alta resistencia de 100.000 libras/pulgada2, proporciona resistencia estructural y excelente resistencia a la corrosión. Esmerilado y pulido para una superficie de cojinete suave.

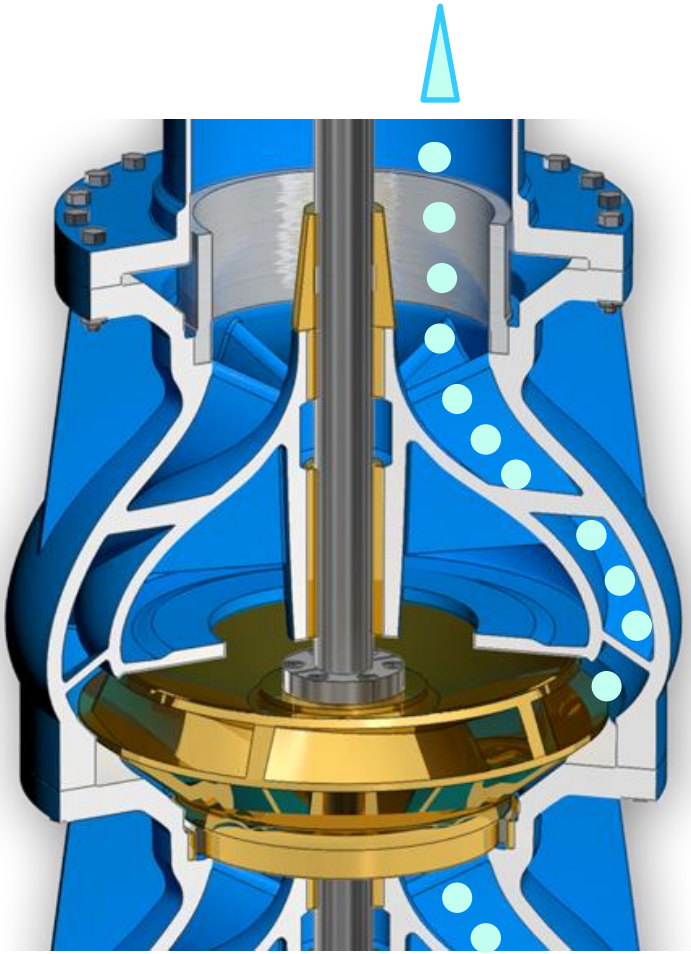
10 Entrada de succión
Contorneada para una entrada suave del caudal. Protegido por una cesta de aspiración de acero inoxidable sobredimensionada para impedir la entrada de sólidos dañinos.

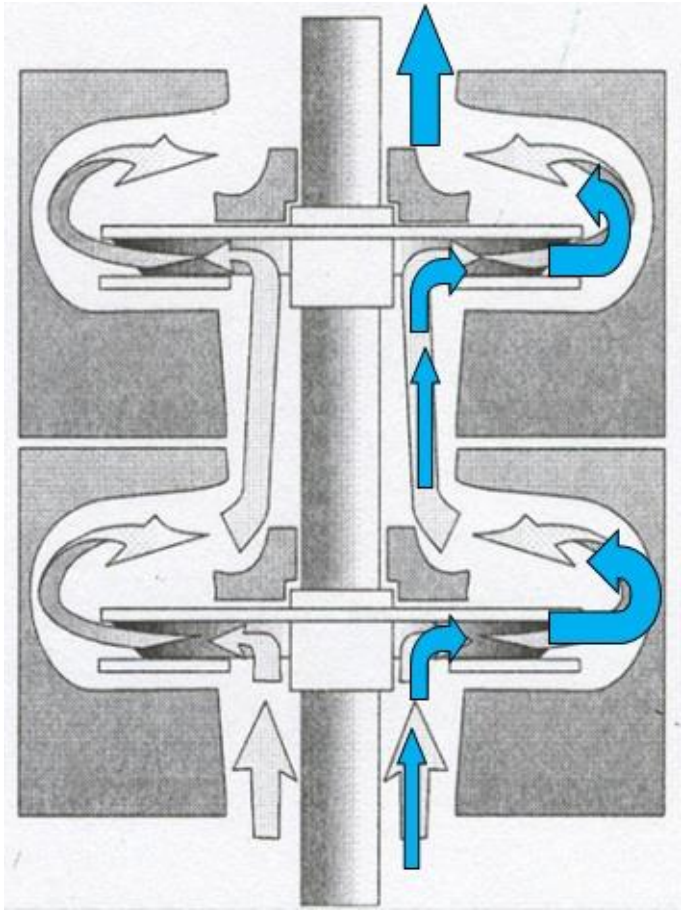
11 Adaptador de succión
De hierro dúctil, proporciona un aumento de resistencia y alineación positiva del motor. El área abierta permite acceso fácil al acoplamiento de la bomba/motor.

12 Acoplamiento de la bomba/motor
Acoplamiento grande de acero inoxidable maquinado con precisión para el alineamiento, equilibrio y transmisión de potencia perfectos.

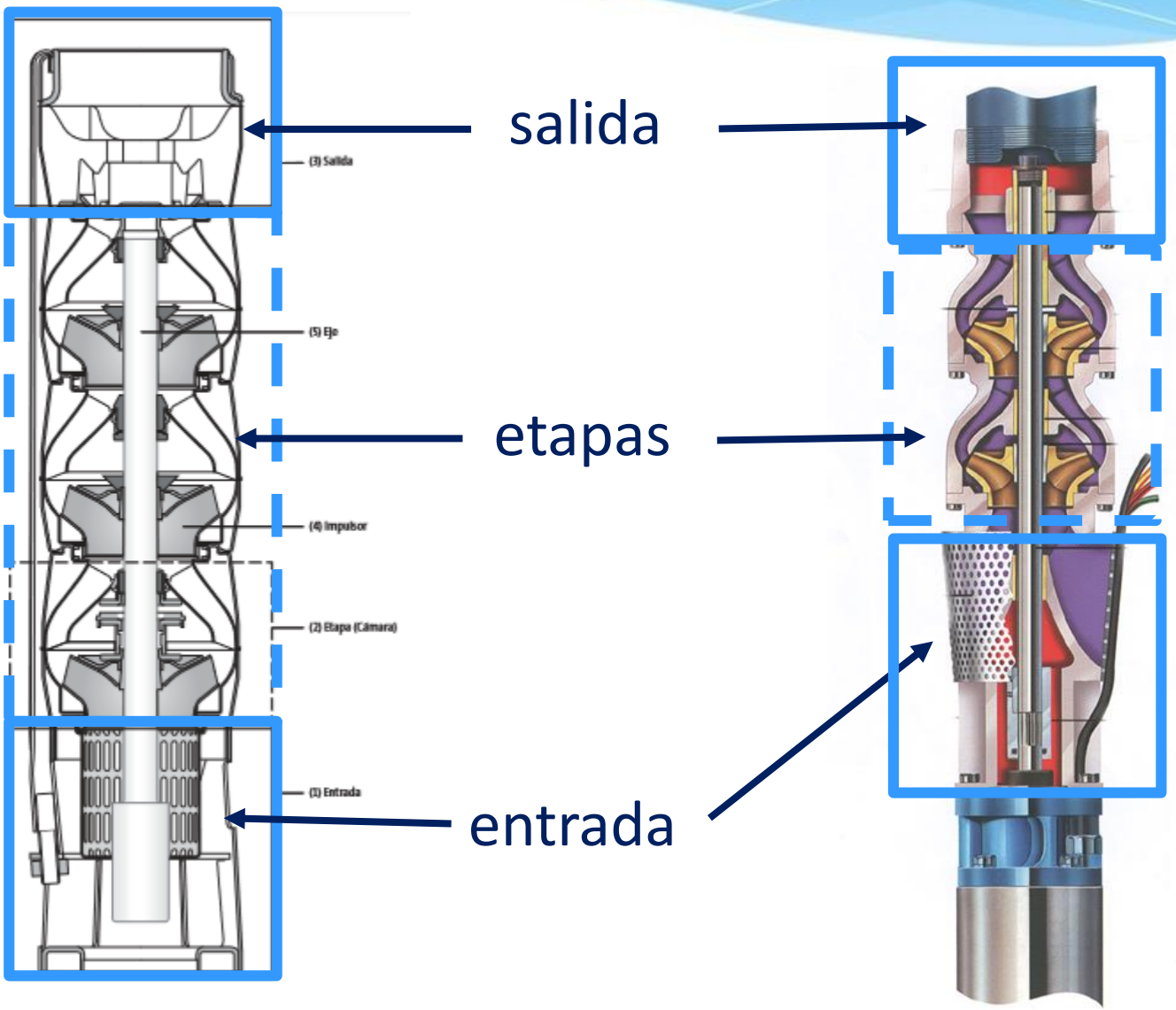
Las bombas y motores sumergibles proporcionan una lista extensa de opciones versus otros sistemas de equipo de bombeo de pozos profundos. Los diseños de ingeniería avanzados y la experiencia ahora aseguran que las unidades tengan una larga duración de bombeo. Las aplicaciones de pozos de agua proporcionan la oportunidad perfecta de evaluar las características y beneficios del equipo sumergible.

Etapa (corte)



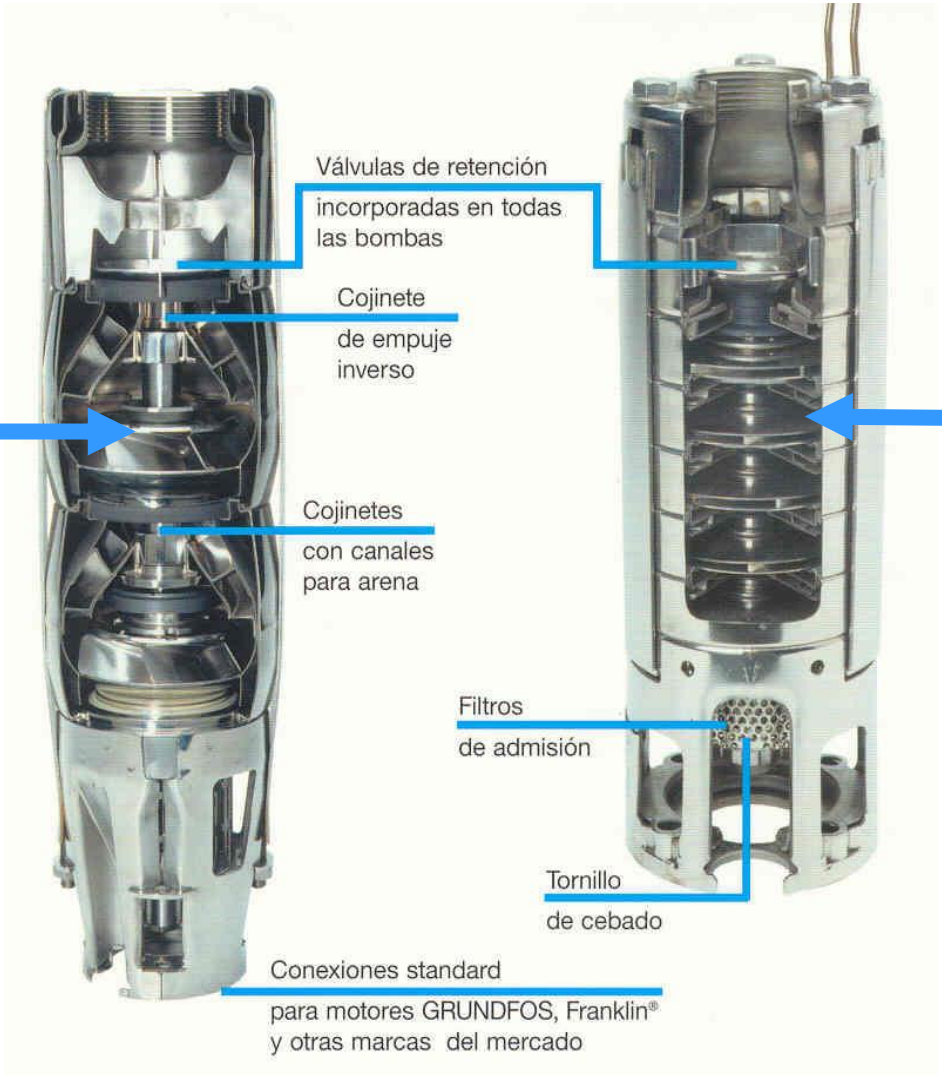


Electrosumergible



Impulsores

Impulsor SEMIAXIAL



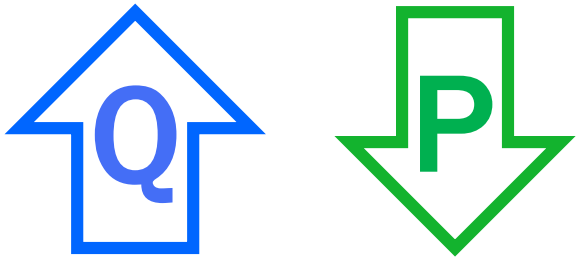
Impulsor RADIAL

Impulsores de caudal semi-axial

Los impulsores de caudal semi-axial son muy similares a los de caudal axial, pero someten al fluido a un determinado grado de caudal radial para mejorar la eficiencia.

Pueden manejar caudales mayores que los axiales, y las bombas con este impulsor se utilizan normalmente para la recogida de grandes cantidades de agua o para la distribución en aplicaciones de suministro de agua, riego o refrigeración.





Impulsores de caudal radial

Los impulsores de caudal radial funcionan moviendo el fluido fuera de la bomba de una forma "radial" o perpendicular al eje de la misma.

Este diseño de bomba crea un relativo nivel alto de presión en comparación con el caudal.

Los impulsores de caudal radial se utilizan normalmente en las bombas circuladoras, en las de máquina herramienta, calderas de alimentación y bombas industriales de hasta 20–30 m^3/h. También se utilizan en la mayoría de bombas monocelulares.







Válvula de retención (1)

Evita el **descenso abrupto** del agua en el interior de la tubería de impulsión, al **detener** la bomba.

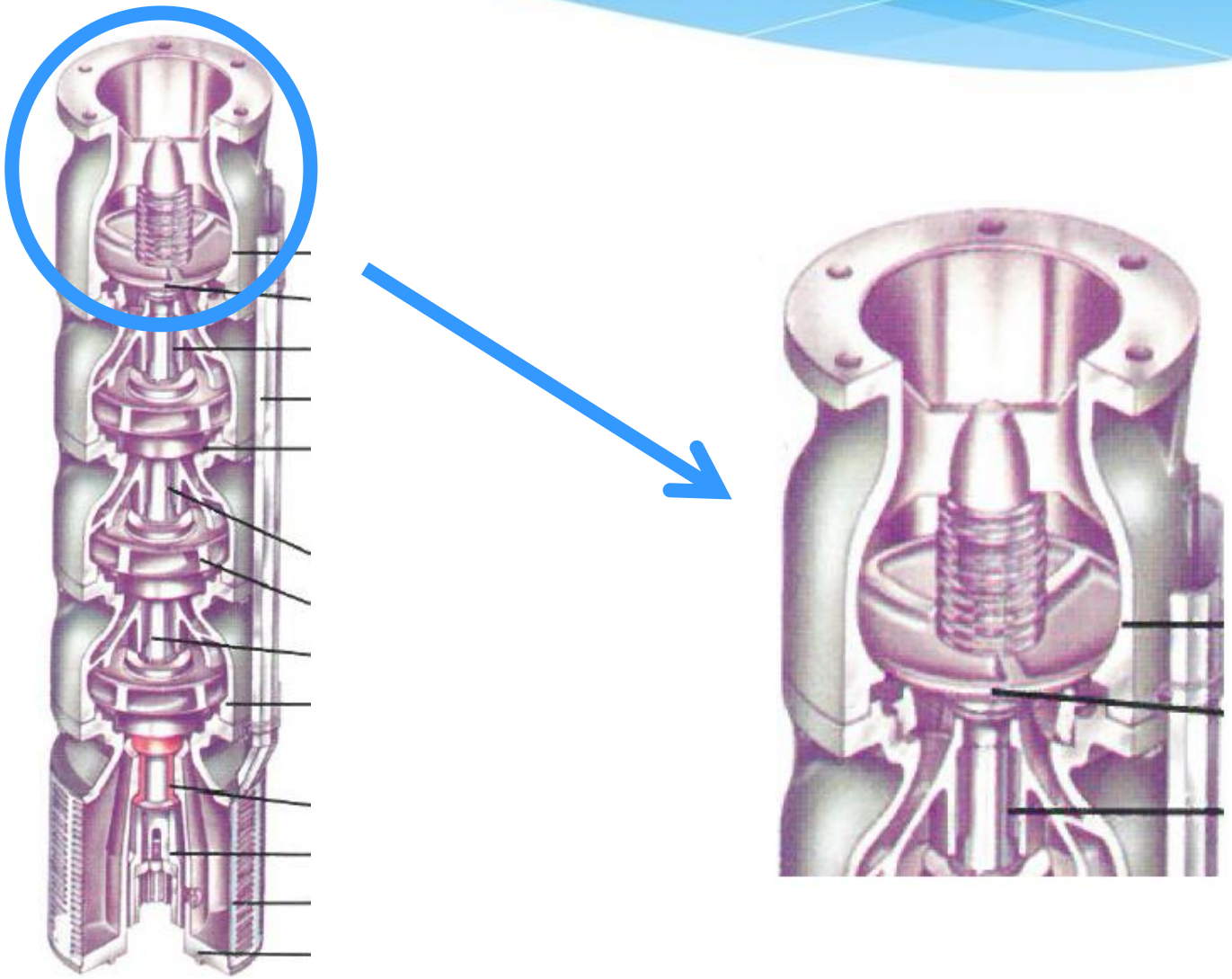
Todas las **bombas** de **motor sumergible** deberían tener incorporada una válvula de retención en la salida.

La **ausencia** de **válvulas de retención** en las bombas de motor sumergido siempre produce **daños** a la **bomba**, al **motor** y a veces al **pozo**.

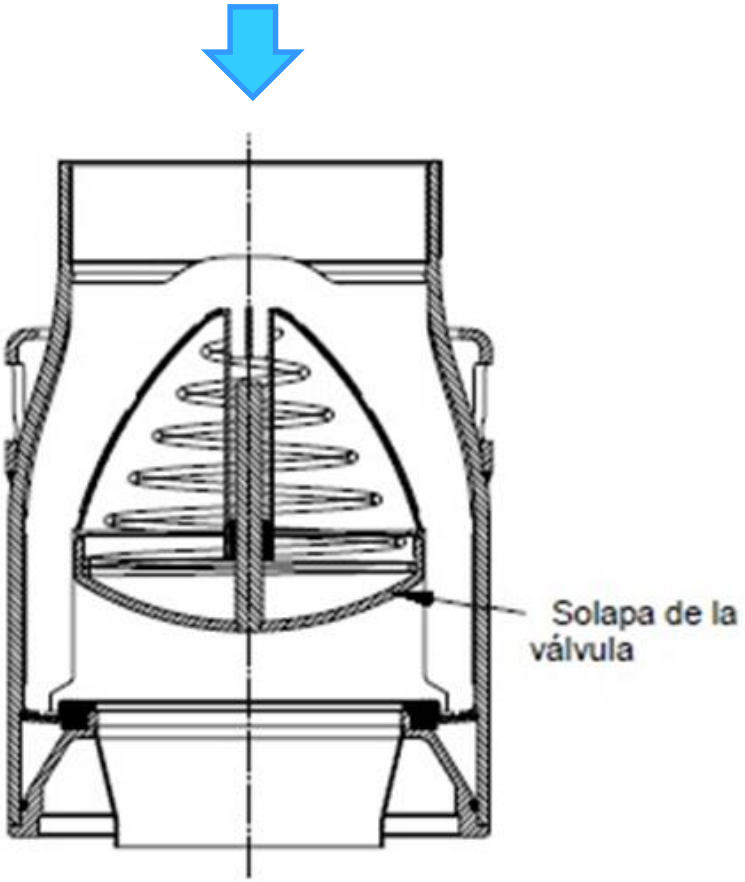
El efecto de la masa de agua que vuelve atrás, hace **girar la bomba al revés y a baja velocidad**, produciéndose un rápido **deterioro** del **cojinete axial**.

El regreso del agua al pozo por caída libre, producirá una corriente inversa que **modificará** la **estructura** del **material** de la **formación** en los alrededores del filtro; es posible que el pozo **erogue** en cada puesta en marcha, una cantidad de **arena** que producirá desgastes prematuros en el equipo.

Válvula de retención (2)



Válvula de retención (3)







Ventajas

- Buena altura de elevación
- La presión se logra agregando etapas
- Funcionan en cualquier posición
- Pueden girar en los dos sentidos
- Instalación sencilla
- Requieren poco mantenimiento
- Menor costo
- Diversas aplicaciones
  - > agua
  - > petróleo
  - > minería

Desventajas

- Gira a un número fijo de rpm (2.950 rpm)
- Difícil modificar las revoluciones; variador de frecuencia
- Mayor arrastre de sólidos finos (> erosión)

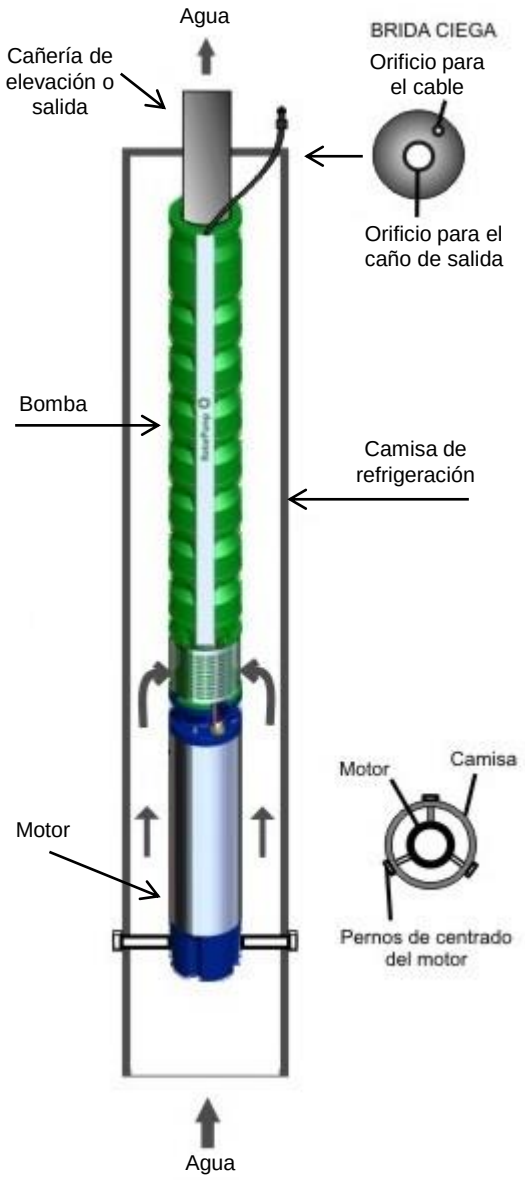
Motor eléctrico

Características



- sumergible
- trifásico
- cable (3 conductores) **» sección**
- potencia ƒ(profundidad)
- refrigeración x agua (30°C); camisa de refrigeración
- sentido de rotación (cambio de 2 fases)
- **2.950 rpm / 50 hz**

Camisas de refrigeración



Se recomienda el uso de camisas inductoras para garantizar la refrigeración del motor, cuando ésta es insuficiente.

- En pozos profundos, donde existe el **riesgo** de que el **agua fluya** hacia la entrada de la bomba **desde arriba** y no pase en torno al motor: La refrigeración del motor se logra cuando el agua circula por el espacio anular entre el motor y la camisa inductora.
- Cuando el diámetro de la cañería de entubación es muy superior al diámetro de la bomba/motor: **El agua debe circular a una determinada velocidad para asegurar la refrigeración**. Por ejemplo no es lo mismo que un equipo de 6” esté instalado en una entubación de 8” que en una de 12”.

Al usar camisas de refrigeración, el flujo de agua a lo largo del motor reducirá la temperatura de éste y, consecuentemente, aumentará su vida útil.

Algunas MARCAS comerciales

GRUNDFOS

RotorPump

KSB

aturia

Motorarg
BOMBAS Y MOTORES

Sylwan

Nomenclatura

Significado de las siglas

Grundfos **SP** **215** **5** A

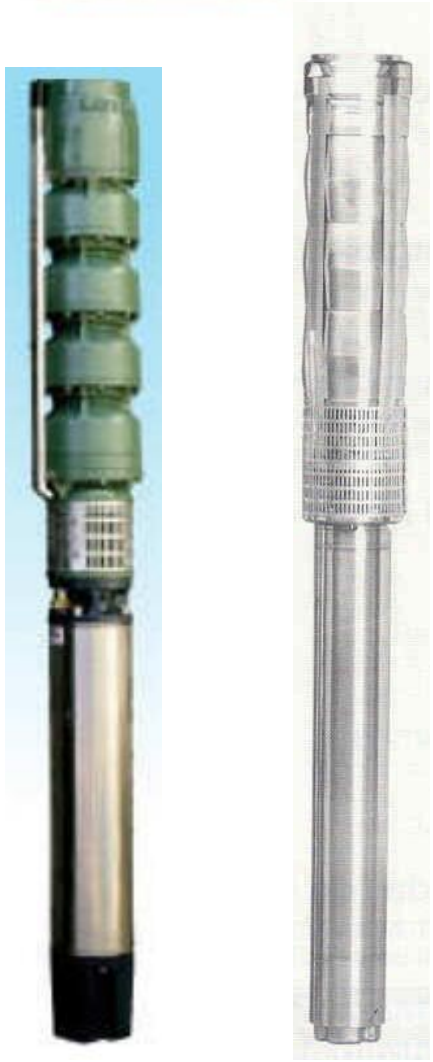
Tipo de bomba

Q nominal (m^3/h)

N° de etapas o impulsores

Material

Rotor Pump	RP10S55-3A
KSB	UPA250C
Sylwan	S4J 507
Motorarg	BMS10250R2/60



Cañería de elevación

Características

- diámetros varios » pérdidas de carga $f(\Phi)$
- espesores varios
- conexiones
  - cuplas de hierro
  - cuplas de acero
  - bridas



Cuplas
ROSCADAS



- PIEZÓMETRO

Armadura de Boca de Pozo

Características

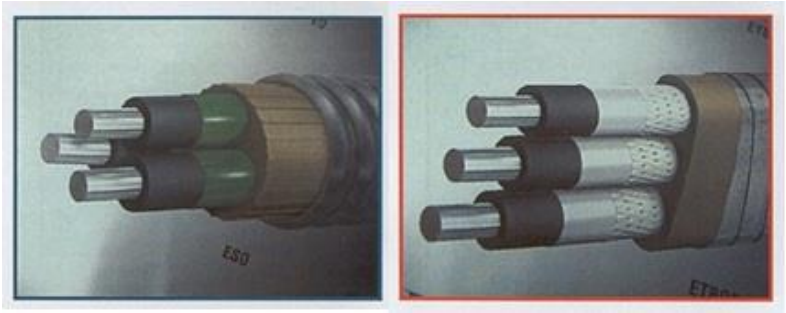


- platina de apoyo
- codo / curva
- bridas
- válvulas
- accesorios

Cables

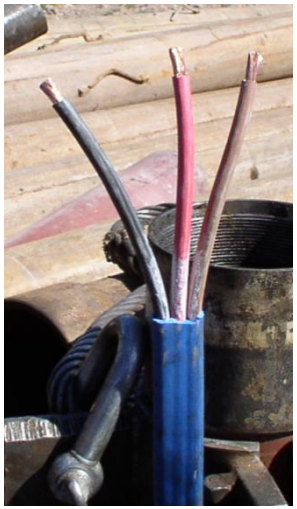
Sección

ƒ (potencia del motor)
ƒ (profundidad de la bomba)



Características

- tres conductores
- tipo Protodur (sumergibles)
- soportar baja y sobre tensión
- conexión entre cables adecuada; buena aislación



Empalmes

- manguitos de conexión metálicos
- cinta de aislación y manga termocontraíble
- medir aislación (sumergido > 10 Mohms)

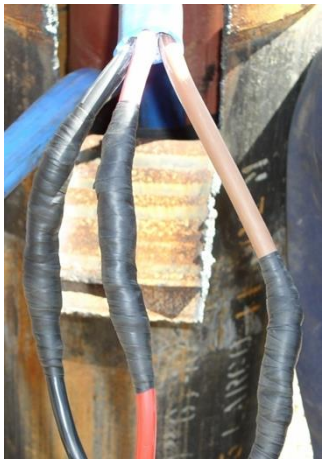


Tabla para selección del cable de alimentación

Potencia

ELECCION DEL CABLE DE ALIMENTACION PARA MOTORES SUMERGIBLES

ARRANQUE DOS TENSIONES – (ESTRELLA-TRIANGULO) ó (380/660 VOLT) – CONDUCTORES DE COBRE ELECTROLIT

CV	LARGO DEL CABLE DESDE EL MOTOR A LA CAJA DE COMANDO (m)															Sección del cable (mm²)
	20	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	300	
7,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	4	4	4	6	6	6	6	
10	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	4	4	6	6	6	6	10	10	
15	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	6	6	6	10	10	10	10	10	16	
20	1,5	1,5	2,5	4	4	6	6	10	10	10	10	16	16	16	16	
25	2,5	2,5	4	4	6	10	10	10	10	16	16	16	16	16	25	
30	2,5	2,5	4	6	10	10	16	16	16	16	16	16	25	25	25	
40	4	4	6	10	10	16	16	16	16	25	25	25	25	35	35	
50	6	6	6	10	16	16	16	25	25	25	25	35	35	35	35	
60	10	10	10	10	16	16	25	25	25	35	35	35	35	50	50	
75	16	16	16	16	16	25	25	35	35	35	50	50	50	50	70	
85	16	16	16	16	25	25	35	35	35	50	50	50	50	70	70	
100	25	25	25	25	25	35	35	35	50	50	50	70	70	70	70	
125	25	25	25	25	35	35	50	50	50	70	70	70	95	95	95	
150	35	35	35	35	35	50	50	70	70	70	95	95	95	—	—	

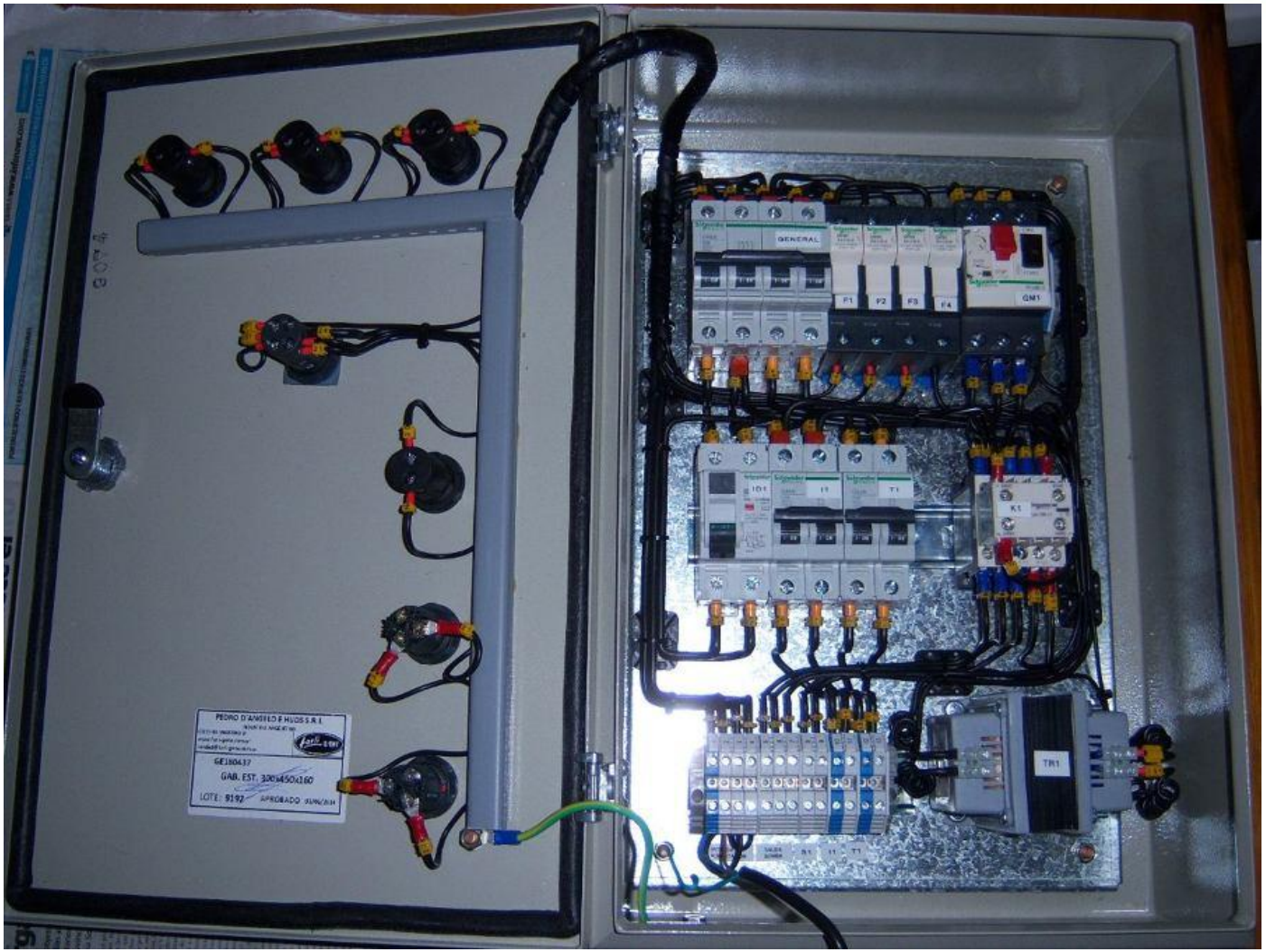
Tablero de comando

Elementos

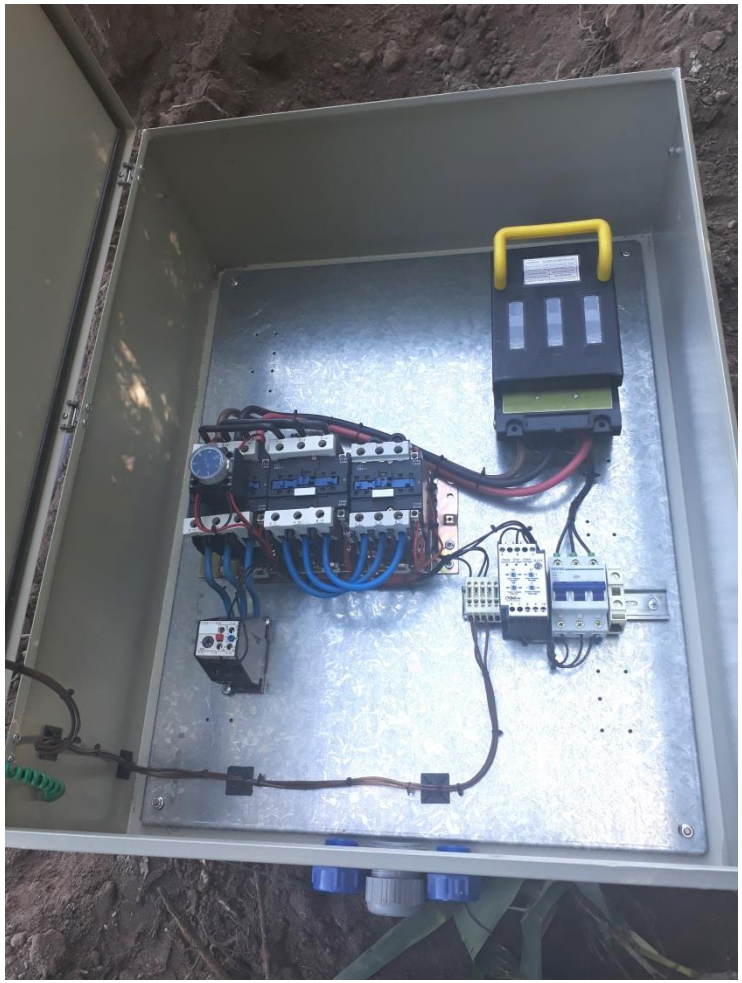
- botones/llaves ON-OFF
- amperímetro
- voltímetro
- protecciones del motor
  - temperatura
  - falta de fase
  - nivel de agua



Interior Tablero de comando



Interior Tablero de comando





Arrancadores

Corriente de arranque es 4 a 7 veces la corriente a plena carga

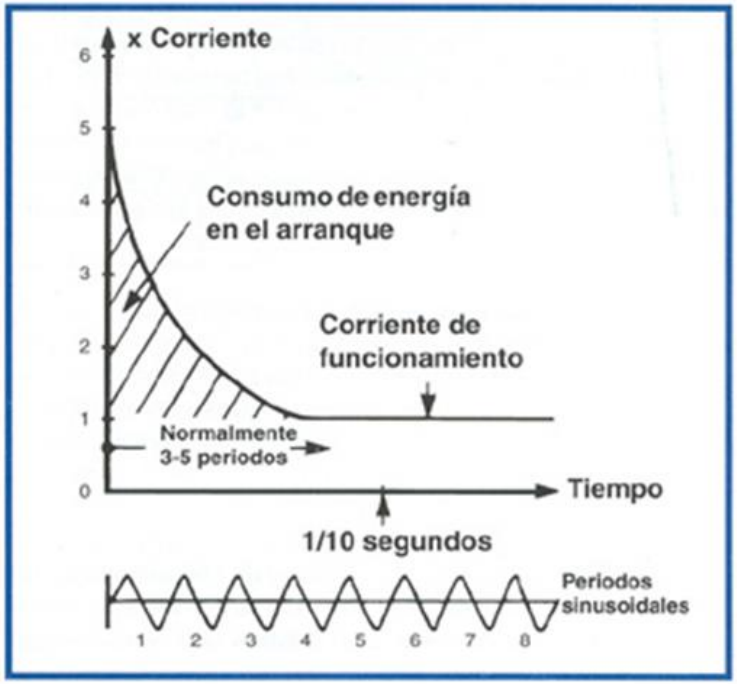


Pico de tensión en el motor

Tipos de arrancadores

1. Directo
2. **ESTRELLA / TRIÁNGULO**
3. Suave
4. Convertidor de frecuencia

1) Arranque directo (DOL)

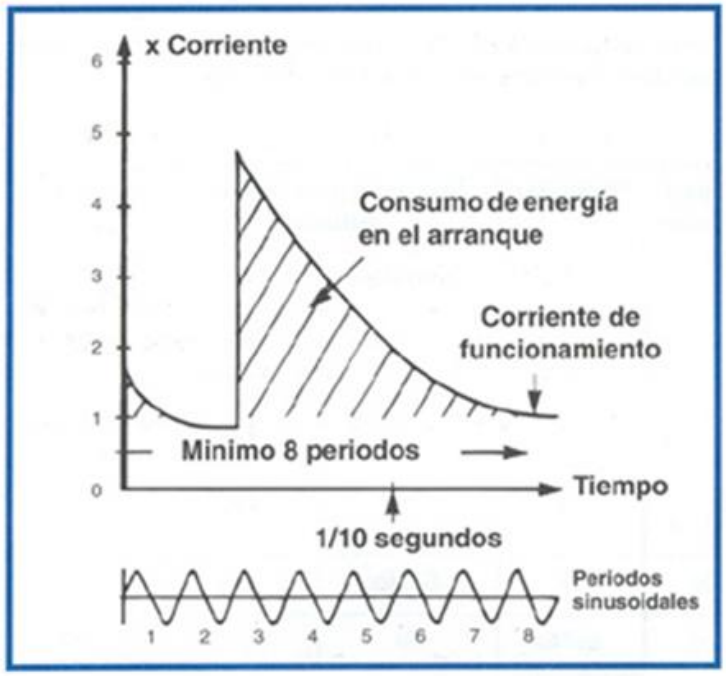


El motor se conecta directamente a la red mediante un interruptor.

Hasta 45 kW es el método que generará el menor calentamiento en el motor y por consiguiente su mayor duración.

Por encima de los 45 kW el impacto mecánico sobre el motor será considerable.

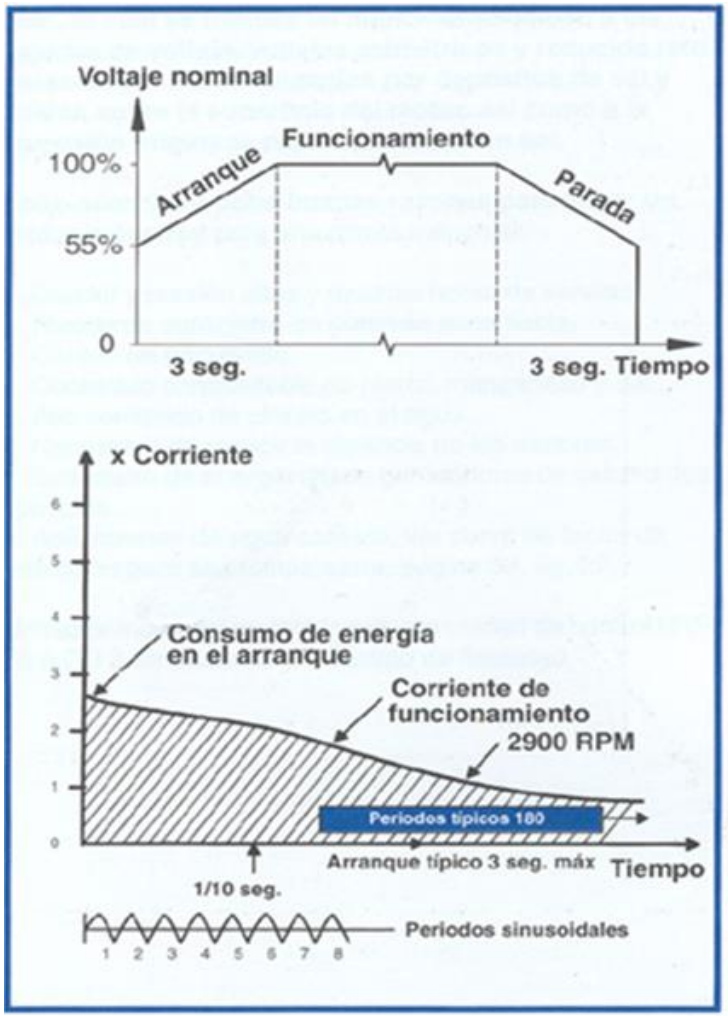
2) Arranque Estrella /Triángulo (SD)



Durante el **arranque,** el motor está conectado para su funcionamiento en **estrella;** cuando el motor está **funcionando** se cambia a **triángulo,** automáticamente.

Método de arranque relativamente **barato, sencillo** y **fiable,** lo que lo convierte en el método más común para reducir la corriente de arranque en los motores.

3) Arranque suave (SS)



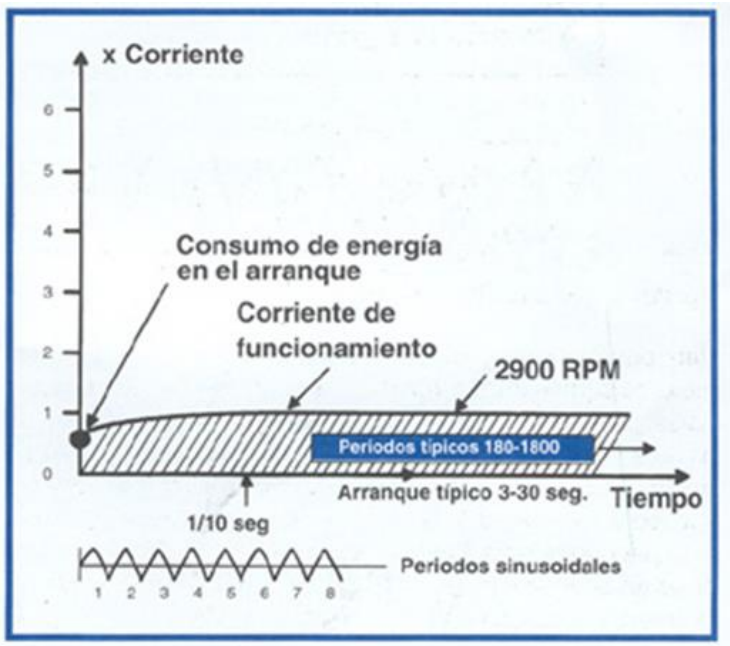
Es una **unidad electrónica** que **reduce** la tensión y, por lo tanto la **corriente de arranque**, controlando el ángulo de fase.

La corriente de arranque se verá **reducida** a un valor comprendido **entre 2 y 3 veces** la corriente de funcionamiento.

Se ha desarrollado una nueva generación de sistemas de arrancadores suaves, equipados con una **función en rampa** de arranque programable para reducir aún más el par de arranque.

Deben usarse tiempos máximos en rampa (de arranque y parada) de **tres segundos**.

4) Convertidor de frecuencia (FC)



Los convertidores de frecuencia son un dispositivo ideal para controlar el rendimiento de la bomba, al ajustar la velocidad del motor.

Muy útil para reducir la corriente de arranque y los picos de presión de aspiración.

Ventaja: **La corriente de arranque se puede mantener al valor nominal de la corriente de funcionamiento** del motor todo el tiempo. Es posible tener tantas paradas y arranques como se requiera.

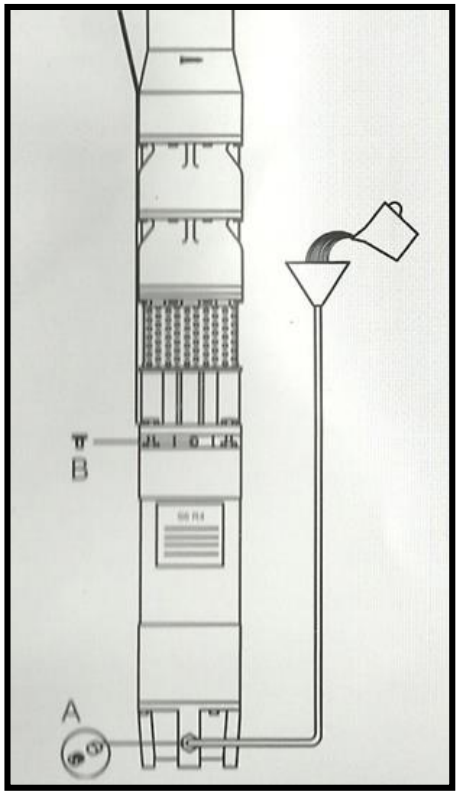
Desventaja: es el **MÁS CARO** de los descriptos y se usan principalmente en aplicaciones con rendimiento variable.

Precauciones de instalación

- Con la **bomba**
  - verticalidad del pozo
  - bomba/motor centrado
  - llenar el motor con agua
  - funcionamiento de la válvula retención
- Con **cables**
  - bordes filosos
  - enterrar cable sobrante
  - NO enrollar el sobrante
- Con las **conexiones** → (**Electricista**)

Instalación

- Llenar el motor con agua
- Medir aislación: tierra/cables de alimentación (megohmetro)
- Verificar tensión entre fases



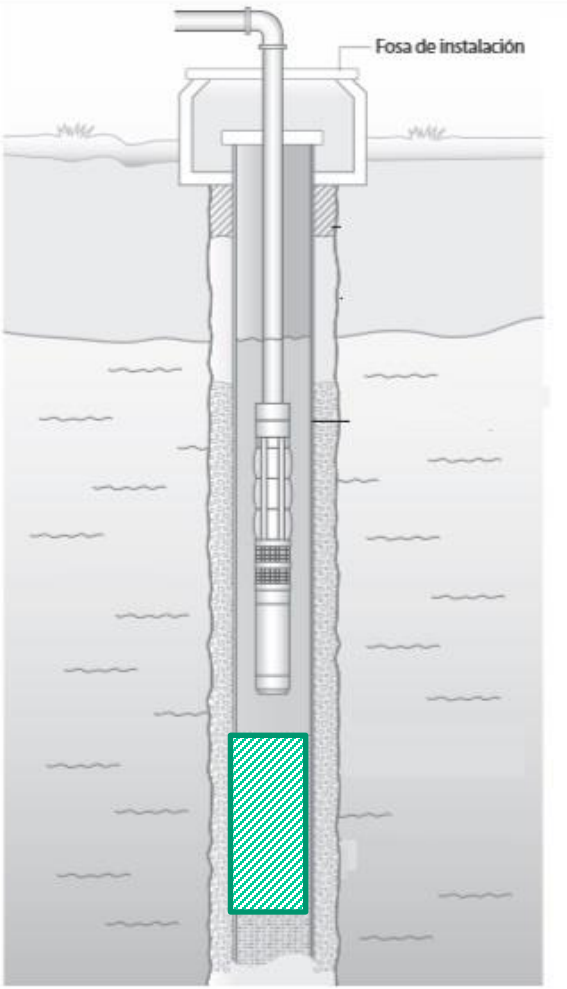
Durante la instalación

- velocidad moderada
- enrosque de los caños
- fijar cable (grampas)
- fijar caño piezométrico (zunchos)
- armar boca de pozo



Ubicación de la bomba dentro de la perforación

- Sumergencia adecuada (≥ 5m)
- Sobre los filtros (forzar el pasaje del agua por el motor y refrigerarlo)
- Entre los filtros (solución de compromiso; camisa enfriadora)
- **NUNCA** frente a los filtros



Medidas a tener en cuenta

Operación INICIAL

- Medir aislación (> 5 M ohms)
- Verificar tensión entre fases
- Abrir la válvula (1 vuelta)
- Arrancar la bomba (tablero)
- Verificar sentido de rotación
- Con la válvula apenas abierta (pozos nuevos) dejar salir agua h/que aclare
- **NUNCA** detener la bomba si el agua no aclaró

Operación NORMAL

- Abrir la válvula a una posición intermedia
- Abrir la válvula totalmente
- Verificar que la corriente del motor sea la adecuada

Instalación de bomba en la perforación (1)



Instalación de bomba en la perforación (2)



Instalación de bomba en la perforación (3)



Instalación de bomba en la perforación (4)



Instalación de bomba en la perforación (5)



Instalación de bomba en la perforación (6)



Instalación de bomba en la perforación (7)



Selección del Equipo de Bombeo

Para seleccionar una bomba, PRIMERO es necesario calcular el **CAUDAL** y la **ALTURA** (o presión).

La altura de elevación total es la suma de los siguientes factores:

- ✓ nivel **dinámico** (ND)
- ✓ elevación punto de descarga
- ✓ presión de descarga
- ✓ pérdidas en las tuberías, válvulas y accesorios

$$\Sigma = Hm(P)$$

Q y ND → **Test de pozo**

Con CAUDAL y ALTURA → **Gama de trabajo**

MODELO BOMBA

Tablas para cálculo de pérdidas

Pérdidas por fricción en caños rectos

Caudal (m3/h)	Pérdidas (en metros por cada 100 metros)							
	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
1,14	7,7	2,4	0,6	0,3	0,1			
2,27	27,8	8,6	2,3	1,1	0,4			
3,40	58,6	18,5	4,8	2,2	0,8	0,3		
4,55	99,5	30,8	8,1	3,8	1,3	0,5		
5,68		46,9	12,1	5,7	2,0	0,7	0,3	
6,80		65,2	16,9	8,1	2,8	1,0	0,4	
7,95		87,0	23,9	10,8	3,8	1,3	0,5	
9,10		111,5	29,5	13,8	4,8	1,6	0,7	
10,2			35,0	17,0	6,0	2,0	0,8	
	5"							
11,4			44,0	20,8	7,3	2,5	1,0	0,2
13,6			62,3	29,0	10,2	3,4	1,4	0,3
15,9			82,8	38,2	13,6	4,5	1,9	0,4
17,0				44,0	15,4	5,1	2,1	0,5
18,2	0,2			49,8	17,4	5,8	2,4	0,6
		6"						
20,4				61,7	21,7	7,3	3,0	0,7
22,7	0,3			75,2	26,2	8,8	3,7	0,9
28,4	0,4		8"		39,3	13,1	5,4	1,3
34,1	0,5	0,2			55,4	18,3	8,0	1,8
39,8	0,8					24,3	10,1	2,5
42,0	0,9	0,3		10"		27,3	11,3	2,7
45,4	1,1	0,4	0,1			31,8	13,1	3,2
56,8	1,6	0,7					19,5	3,6
62,4	1,9	0,8	0,2				23,1	5,7
68,2	2,3	0,9			12"		27,7	6,8
79,4	3,1	1,2	0,3					8,9
85,0	3,4	1,4						10,1
90,8	3,9	1,6	0,4	0,1		14"		11,7
102	4,9	1,8	0,5					14,5
108	5,3	2,0						15,9
113	5,9	2,1	0,6	0,2	0,1		16"	17,6
170	12,6	4,9	1,3	0,4	0,2	0,1		
227	19,4	8,8	2,2	0,7	0,3			
250		10,3	2,6	0,9	0,4	0,2		
234		13,2	3,2	1,1	0,5		0,1	18"
341		18,8	4,6	1,6	0,6	0,3	0,2	
454			7,9	2,6	1,1	0,5	0,3	
568				3,9	1,6	0,8	0,4	0,2
683				5,6	2,2	1,1	0,6	0,3
796				7,3	3,0	1,4	0,8	0,4
910					3,9	1,9	1,0	0,6
1022					4,7	2,3	1,2	0,7
1137					5,8	2,7	1,5	0,9
1250					7,1	3,4	1,7	1,0
1363						3,9	2,0	1,2

- Los valores de la tabla corresponden a agua limpia en cañería nueva de hierro. Para cañerías viejas de hierro, multiplicar los valores de tabla por 1,33. Para los distintos tipos de cañerías, dichos valores deben ser multiplicados por los factores detallados a continuación:

- Acero laminado nuevo : 0,8
- Acero arrugado : 1,25
- Fibrocemento : 1,25
- Aluminio : 0,7
- P.V.C. : 0,65
- Hidrobronz : 0,67

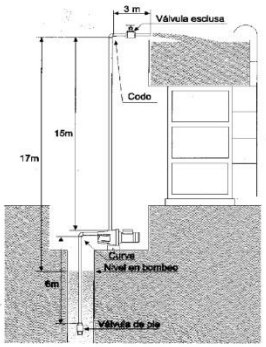
PERDIDAS POR FRICCION EN ACCESORIOS

(LONGITUD EQUIVALENTE DE CAÑO RECTO DEL MISMO DIAMETRO EN METROS)

Diámetro nominal de los caños normales		Válvula esclusa totalmente abierta	Válvula globo totalmente abierta	Válvula ángulo totalmente abierta	Válvula de retención	Codo normal o Te de 6 mm de reducción	Curva normal o Te normal	Te normal
mm.	Pulg.							
12	1/2	0,12	5,18	2,44	1,22	0,46	0,30	1,00
19	3/4	0,15	6,71	3,36	1,83	0,61	0,45	1,37
25	1	0,18	8,24	4,27	2,44	0,82	0,52	1,74
32	1 1/4	0,24	11,00	5,49	3,66	1,07	0,70	2,32
38	1 1/2	0,30	13,12	6,71	4,27	1,31	0,82	2,74
51	2	0,36	16,78	8,24	5,80	1,68	1,07	3,66
63	2 1/2	0,43	20,43	10,06	7,01	1,98	1,28	4,27
76	3	0,52	25,01	12,50	9,76	2,44	1,59	5,18
102	4	0,70	33,55	16,16	13,12	3,36	2,14	6,71
127	5	0,88	42,70	21,35	17,69	4,27	2,74	8,24
152	6	1,07	51,85	24,40	20,74	4,88	3,36	10,00
203	8	1,37	68,02	36,60	——	6,10	4,27	13,12
254	10	1,77	85,40	42,70	——	7,93	5,18	16,16
305	12	2,07	100,65	48,80	——	9,76	6,10	20,74
356	14	2,44	115,90	58,00	——	11,28	7,32	23,79
406	16	2,74	134,20	67,10	——	12,81	8,24	26,84

UNA VALVULA DE PIE PUEDE SER DESPRECIADA SI SU SECCION DE PASAJE ESTA BIEN DIMENSIONADA

Diámetro nominal de los caños normales		Te normal con salida lateral	Codo 45º	Codo 180º	Ensanchamiento brusco	Contracción brusca	Entrada ordinaria	Entrada de borda
mm.	Pulg.							
12	1/2	1,00	0,24	1,09	0,30	0,18	0,27	0,49
19	3/4	1,37	0,30	1,52	0,45	0,24	0,40	0,61
25	1	1,74	0,40	1,83	0,52	0,30	0,46	0,76
32	1 1/4	2,32	0,51	2,53	0,70	0,40	0,61	1,04
38	1 1/2	2,74	0,61	3,05	0,82	0,45	0,73	1,22
51	2	3,66	0,76	3,96	1,07	0,58	0,91	1,52
63	2 1/2	4,27	0,92	4,58	1,28	0,67	1,10	1,83
76	3	5,18	1,16	5,49	1,59	0,85	1,37	2,38
102	4	6,71	1,52	7,32	2,14	1,16	1,83	3,26
127	5	8,24	1,92	9,46	2,74	1,43	2,29	4,12
152	6	10,00	2,29	11,28	3,36	1,77	2,74	4,70
203	8	13,12	3,05	15,55	4,27	2,29	3,96	6,07
254	10	16,16	3,96	18,60	5,18	3,05	4,58	7,47
305	12	20,74	4,58	22,57	6,10	3,66	5,49	9,09
356	14	23,79	5,18	25,92	7,32	3,96	6,10	10,64
406	16	26,84	5,80	30,50	8,24	4,58	7,02	12,20



Instalación típica y cálculo de su altura total

En la instalación representada, compuesta por cañería y accesorios de Ø2", se solicita un caudal de Q=20 m3/h. Además se conoce o se estima que, durante el bombeo, el nivel del pozo desciende hasta que la distancia entre éste y la boca de impulsión de la bomba alcanza a 2 m. Por consiguiente, la altura desde el nivel de bombeo hasta la descarga del líquido es de 17 m (altura geométrica). En una correcta determinación de la altura que debe superar la bomba a instalar, es necesario calcular las pérdidas causadas por la fricción del líquido, para lo cual se debe:

1) Mediante la tabla 2 (dorso), convertir todos los accesorios a su equivalencia en caño recto. (Por ejemplo en el caso de la curva normal de Ø2" se observa que produce las mismas pérdidas de carga que 1,07 m de caño de la misma altura).

2) Sumar estas equivalencias a la longitud de caño recto que posea la instalación. De esta operación se obtiene la longitud total de un caño imaginario de Ø2", que para el caudal solicitado de Q=20 m3/h (tabla 1 - frente) ocasionaría las mismas pérdidas de carga que la instalación completa funcionando. En nuestro problema las pérdidas se deben a lo siguiente:

En la cañería de aspiración a:

6 m de caño de Ø2"	6	metros de caño de Ø2"
1 curva normal de Ø2" equivalente a	1,07	metros de caño de Ø2"
1 entrada a la válvula de pie	1,52	metros de caño de Ø2"

En la cañería de impulsión a:

15 + 3 = 18 m de caño de Ø2"	18	metros de caño de Ø2"
1 codo normal de Ø2" equivalente a	1,68	metros de caño de Ø2"
1 válvula esclusa totalmente abierta Ø2" equivalente a	0,36	metros de caño de Ø2"
Y la suma de todos los elementos totalizan	28,63	

De la tabla 1, para un caudal de Q=20 m3/h, un caño recto de Ø2" y 100 mts de longitud origina pérdidas que representan 21 m, por consiguiente:

100 m _____ 21 metros

28,63 m _____ $\frac{28,63 \times 21}{100}$ = 6 metros

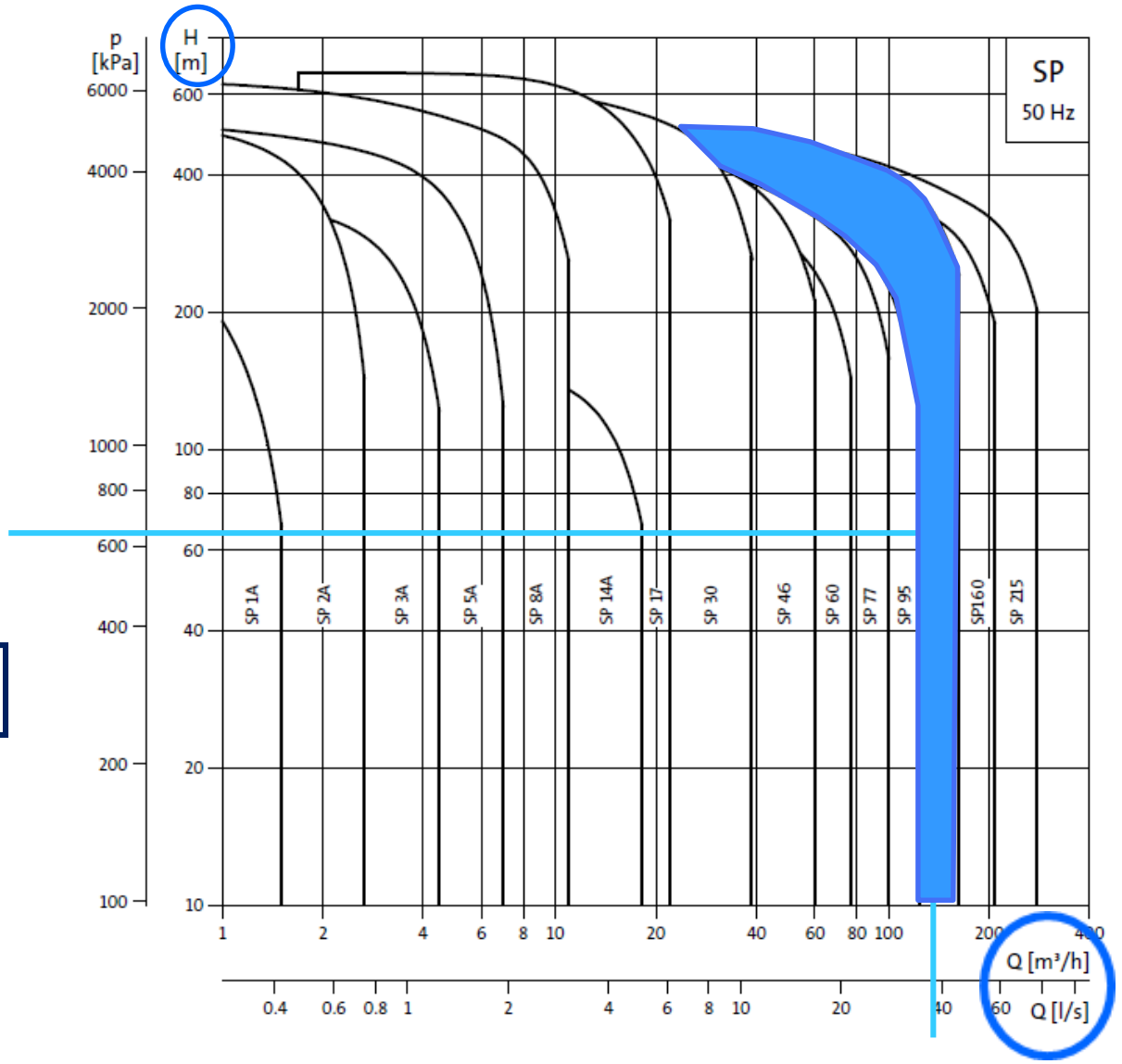
Finalmente, si la altura geométrica de la instalación es de 17 m y las pérdidas por fricción significan 6 m, la suma de ambas 17+6=23m, nos proporcionará la Altura Manométrica que debe cumplir la bomba.

Cabe señalar que en este cálculo se ha despreciado la pérdida de altura por velocidad del líquido $h = \frac{v2}{2g}$.

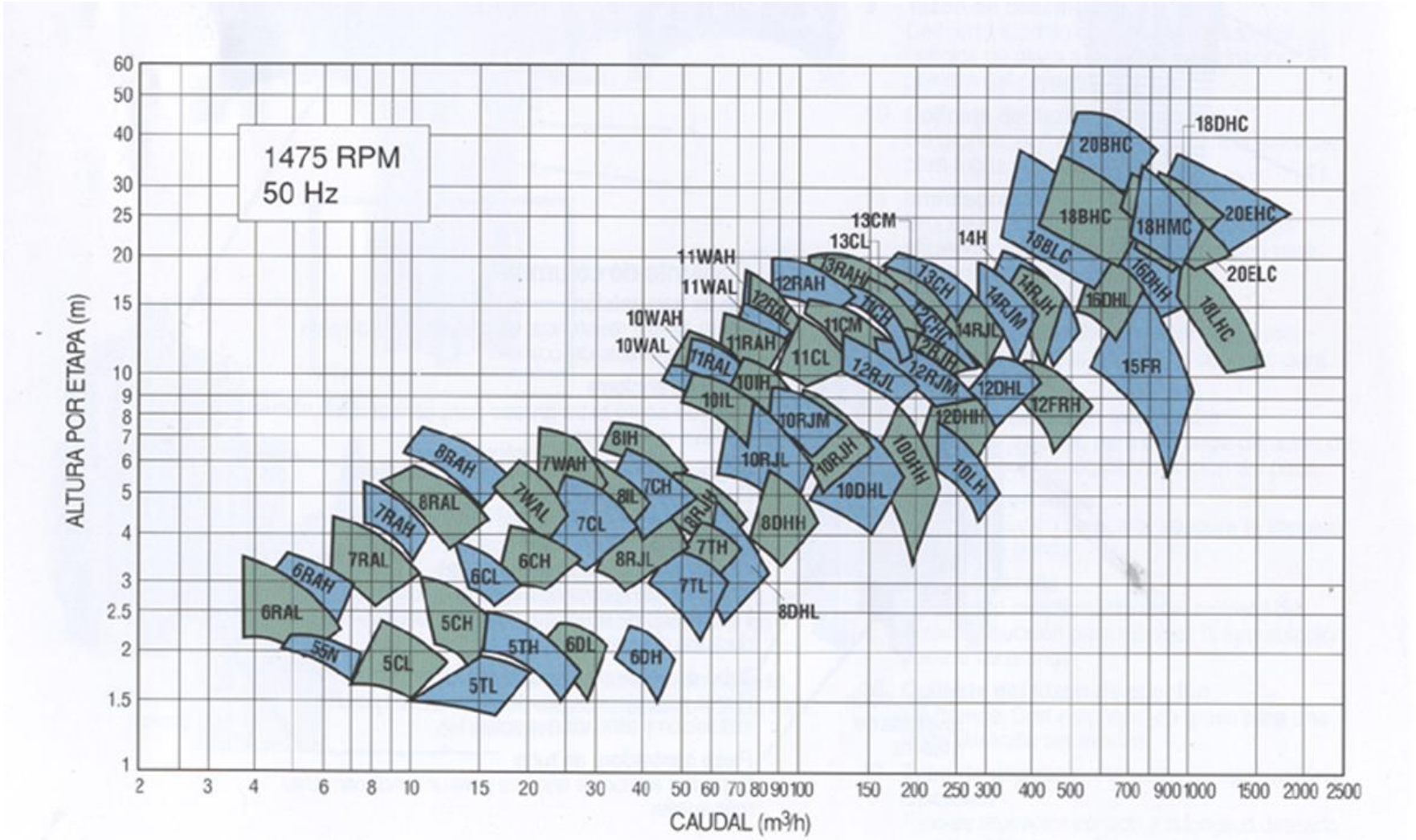
Gama de trabajo

Ejemplo:
H = 65 m
Q = 150 m^3/h

Modelo SP 125



Gama de trabajo



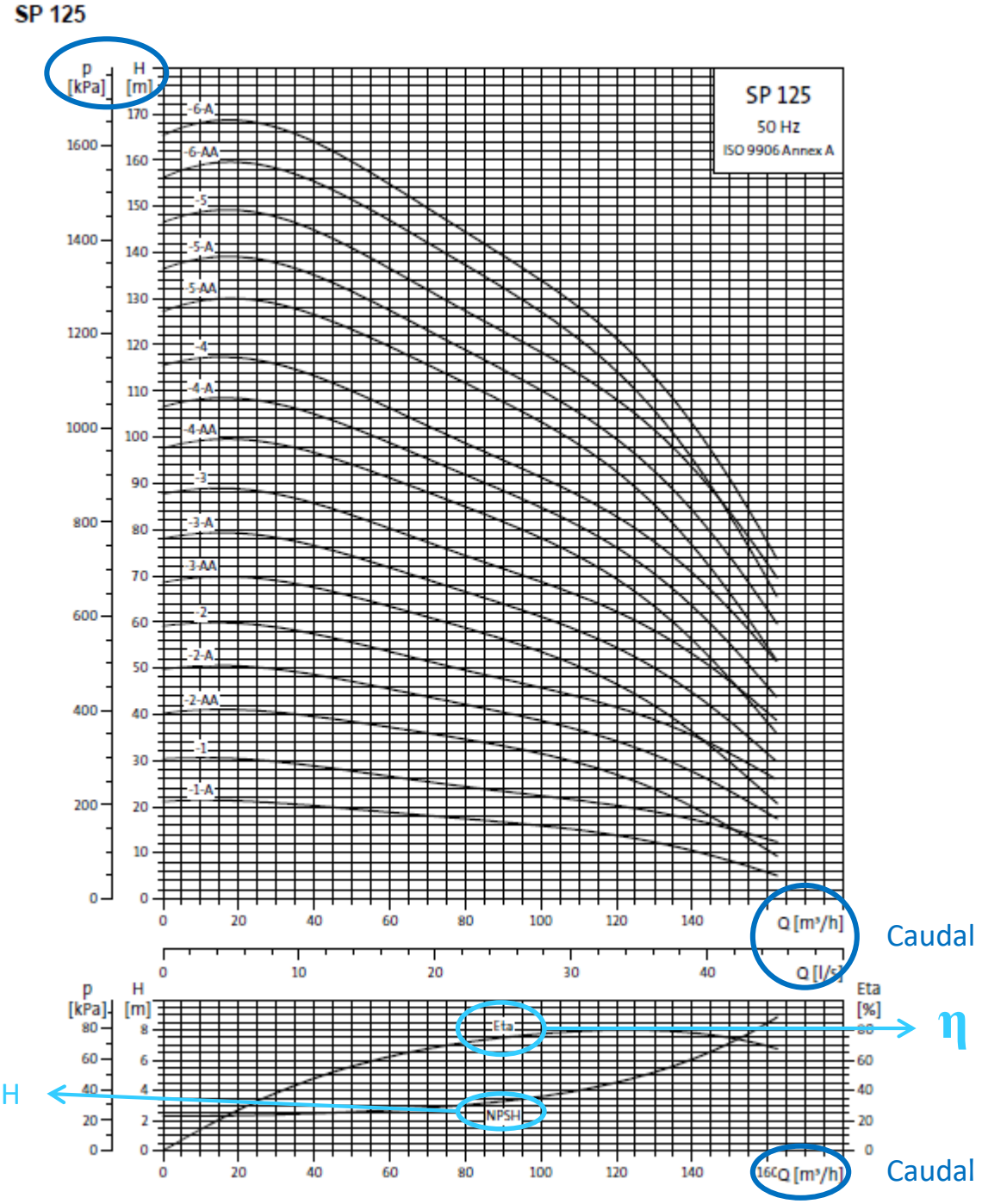
Curvas características

Q – H (Q – P)

Q - Eta

NPSHreq: **capacidad de aspiración de una bomba en un punto determinado de su curva característica** de funcionamiento: cuanto **menor** es el **valor** de NPSHreq tanto **mayor** es su **capacidad de aspiración** (nivel de agua mínimo por encima de la entrada de la bomba para que no haya cavitación).

Aumenta con el caudal

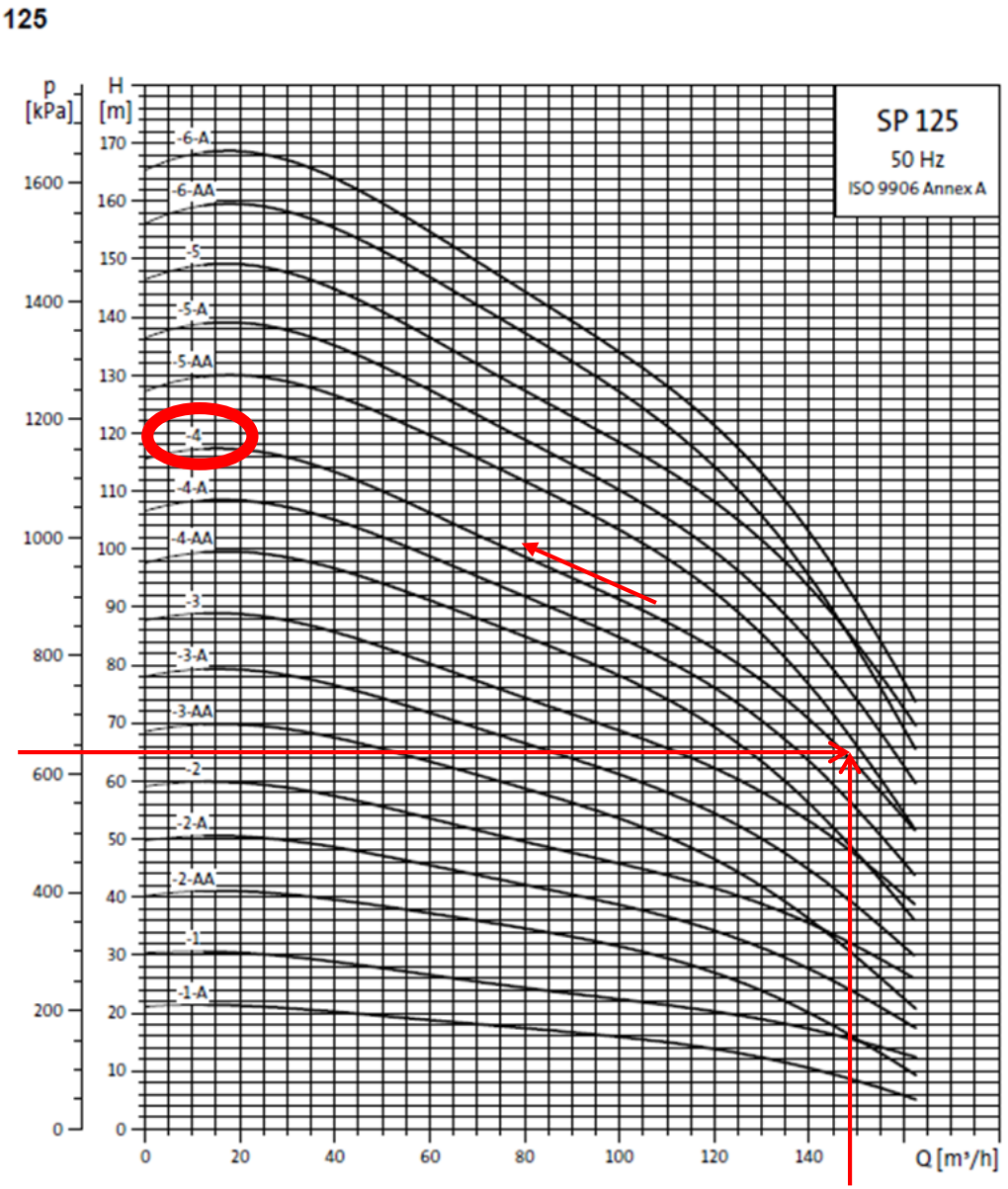


Curvas características

Ejemplo:
H = 65 m
Q = 150 m^3/h

SP 125-4

4 etapas

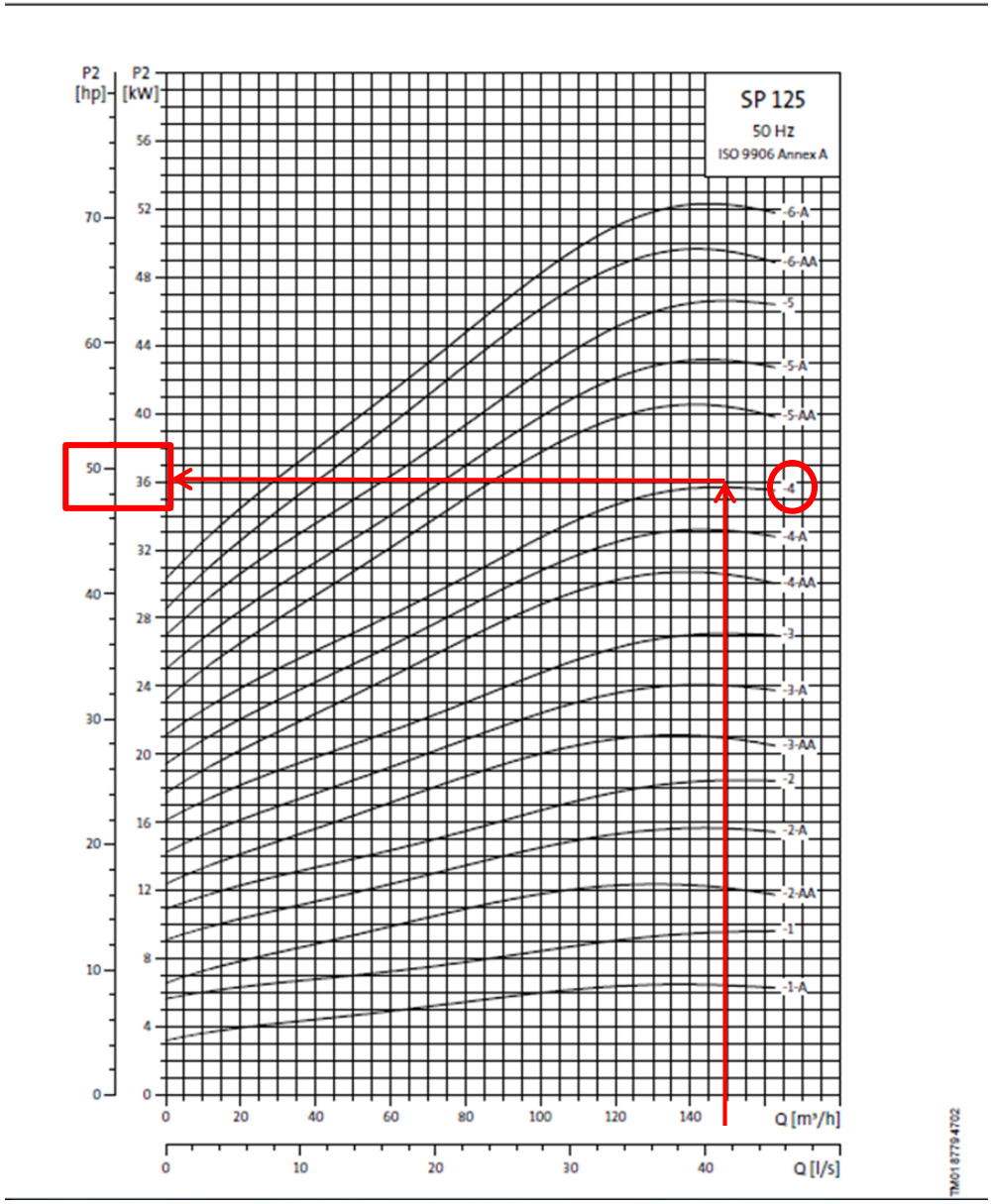


Curvas de potencia

Con Q y modelo
(150 m^3/h ; SP125-4)

P2: Potencia **en el eje** de la bomba
(49 HP ; 36 KW)

Selección del MOTOR



Tablas

SP125 (Caudal medio = 125.000 lt/h) - SP160 (Caudal medio = 160.000 lt/h)
SP215 (Caudal medio = 215.000 lt/h)

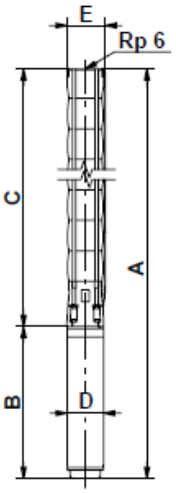
			ALTURA MANOMETRICA (Metros)																											
Pozo	Modelos	HP	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110	120	130	140	160	180	200	250	300	350	400	500	DES
10"	SP125-1	15	155,3	135,0	104,8	67,1																										
	SP125-2	30				156,6	146,8	134,7	118,9	98,5	75,8	51,2																				
	SP125-3	40							156,5	149,7	142,1	133,3	122,5	109,1	94,0	78,0	61,9								CAUDAL (m3/h)							
	SP125-4	60											161,5	151,4	145,5	139,1	131,6	112,0	87,0	61,4												
	SP125-5	75													161,6	157,8	153,7	144,5	133,1	118,1	98,9	78,1	56,6									6"
	SP125-6	100																159,3	152,4	144,5	135,1	123,2	108,2	73,1								
	SP125-7	100																	161,7	156,1	149,8	142,8	134,5	112,0	81,9	50,0						
	SP125-8	125																			160,4	155,3	149,8	136,5	117,9	92,1						
	SP125-9	125																				162,3	158,0	148,1	136,1	119,8	60,9					
	SP125-10	150																						156,4	147,5	136,5	92,0					
10"	SP160-1	20	172,9	149,0	115,9	81,4	47,3																									
	SP160-2	40			197,8	182,9	169,3	153,8	134,3	111,3	90,1	71,3	50,6																			
	SP160-3	50						201,0	190,7	181,3	171,4	160,2	146,8	130,8	113,8	98,1	84,0	55,9							CAUDAL (m3/h)							
	SP160-4	75										196,0	188,9	181,8	173,8	165,3	155,4	130,8	104,5	82,2	60,8											
	SP160-5	100													205,8	198,6	191,2	176,8	161,5	138,7	112,6	96,4	80,0									6"
	SP160-6	100																193,2	183,3	172,6	159,5	143,9	124,9	90,3	61,0							
	SP160-7	125																	200,1	191,8	183,4	174,1	163,3	134,3	102,2	76,1						
	SP160-8	150																			196,9	189,7	182,1	164,5	139,7	110,4	50,6					
	SP160-9	150																				200,2	193,7	180,3	164,3	142,6	82,8					
12"	SP215-1	30	277,0	254,0	223,8	177,6	125,1	77,3																								
	SP215-2	60					269,1	256,0	241,0	223,6	201,3	172,6	141,7	116,7	90,8	60,9																
	SP215-3	100								274,0	265,0	265,4	246,0	235,0	221,1	208,3	191,3	147,5	113,4	75,5	21,7				CAUDAL (m3/h)							
	SP215-4	100												273,4	266,7	260,0	252,7	245,0	227,6	206,7	178,0	144,8	118,9	92,0								
	SP215-5	150														276,5	271,5	260,6	248,6	235,5	220,1	202,1	178,5	128,5	84,5							6"
	SP215-6	175																277,0	268,0	259,0	249,0	238,0	226,4	197,5	150,0	114,6						
	SP215-7	200																		273,5	266,0	257,8	249,1	229,5	205,4	171,0	87,9					
	SP215-8	250																			276,3	269,8	263,0	247,9	230,7	210,3	134,5	61,1				
	SP215-9	250																				279,2	273,5	261,0	247,7	232,4	179,8	113,4	39,3			
	SP215-10	300																						269,4	257,9	245,3	206,7	145,1	92,3			

Tabla con dimensiones, diámetro de salida y esquema

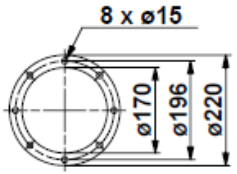
Datos técnicos

Bombas sumergibles
SP 215

Dimensiones y pesos



TM00 8780 3596



TM00 7324 1798

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]										Peso neto [kg]
	Tipo	Potencia [kW]	Conexión Rp 6				Bridas Grundfos 6"				B	D	
			A	C	E*	E**	A	C	E*	E**			
SP 215-1-A	MS6	15	1528	790	241	247	1528	790	241	247	738	143	92
SP 215-1	MS6	18.5	1573	790	241	247	1573	790	241	247	783	143	97
SP 215-2-AA	MS6	30	1934	966	241	247	1934	966	241	247	968	143	127
SP 215-2-A	MMS 6000	37	2391	966	241	247	2391	966	241	247	1425	144	174
SP 215-2	MMS 8000	45	2236	966	241	247	2236	966	241	247	1270	192	228
SP 215-3-AA	MMS 8000	55	2492	1142	241	247	2492	1142	241	247	1350	192	253
SP 215-3-A	MMS 8000	55	2492	1142	241	247	2492	1142	241	247	1350	192	253
SP 215-3	MMS 8000	63	2632	1142	241	247	2632	1142	241	247	1490	192	279
SP 215-4-AA	MMS 8000	75	2908	1318	241	247	2908	1318	241	247	1590	192	308
SP 215-4-A	MMS 8000	75	2908	1318	241	247	2908	1318	241	247	1590	192	308
SP 215-4	MMS 8000	75	2908	1318	241	247	2908	1318	241	247	1590	192	308
SP 215-5-AA	MMS 8000	92	3324	1494	241	247	3324	1494	241	247	1830	192	364
SP 215-5-A	MMS 8000	92	3324	1494	241	247	3324	1494	241	247	1830	192	364
SP 215-5	MMS 8000	92	3554	1494	241	247	3554	1494	241	247	1830	192	364
SP 215-6-AA	MMS 8000	110	3730	1670	241	247	3730	1670	241	247	2060	192	424
SP 215-6-A	MMS 8000	110	3730	1670	241	247	3730	1670	241	247	2060	192	424
SP 215-6	MMS 8000	110	3730	1670	241	247	3730	1670	241	247	2060	192	424
SP 215-7-AA	MMS 10000	132	4016	2146	241	247					1870	237	547
SP 215-7-A	MMS 10000	132	4016	2146	241	247					1870	237	547
SP 215-7	MMS 10000	132	4016	2146	241	247					1870	237	547
SP 215-8-AA	MMS 10000	147	4392	2322	241	247					2070	237	622
SP 215-8-A	MMS 10000	147	4392	2322	241	247					2070	237	622
SP 215-8	MMS 10000	147	4392	2322	241	247					2070	237	622
SP 215-9-AA	MMS 10000	170	4718	2498	276	276					2220	237	672
SP 215-9-A	MMS 10000	170	4718	2498	276	276					2220	237	672
SP 215-9	MMS 10000	170	4718	2498	276	276					2220	237	672
SP 215-10-AA	MMS 12000	190	4654	2674	276	276					1980	286	793
SP 215-10-A	MMS 12000	190	4654	2674	276	276					1980	286	793
SP 215-10	MMS 12000	190	4654	2674	276	276					1980	286	793
SP 215-11	MMS 12000	220	4990	2850	286	286					2140	286	853

* Diámetro máximo de la bomba con un cable de motor.

** Diámetro máximo de la bomba con dos cables de motor.

Los tipos de bomba anteriores también están disponibles en las versiones N, véase la página 5 para obtener más detalles. Dimensiones idénticas al caso anterior.

SP 215-1-A a SP 215-6 están también disponibles en las versiones R, véase la página 5 para obtener más detalles. Dimensiones idénticas al caso anterior.

Son posibles otros tipos de conexión mediante piezas de conexión, véase la página 88.

FIN

