

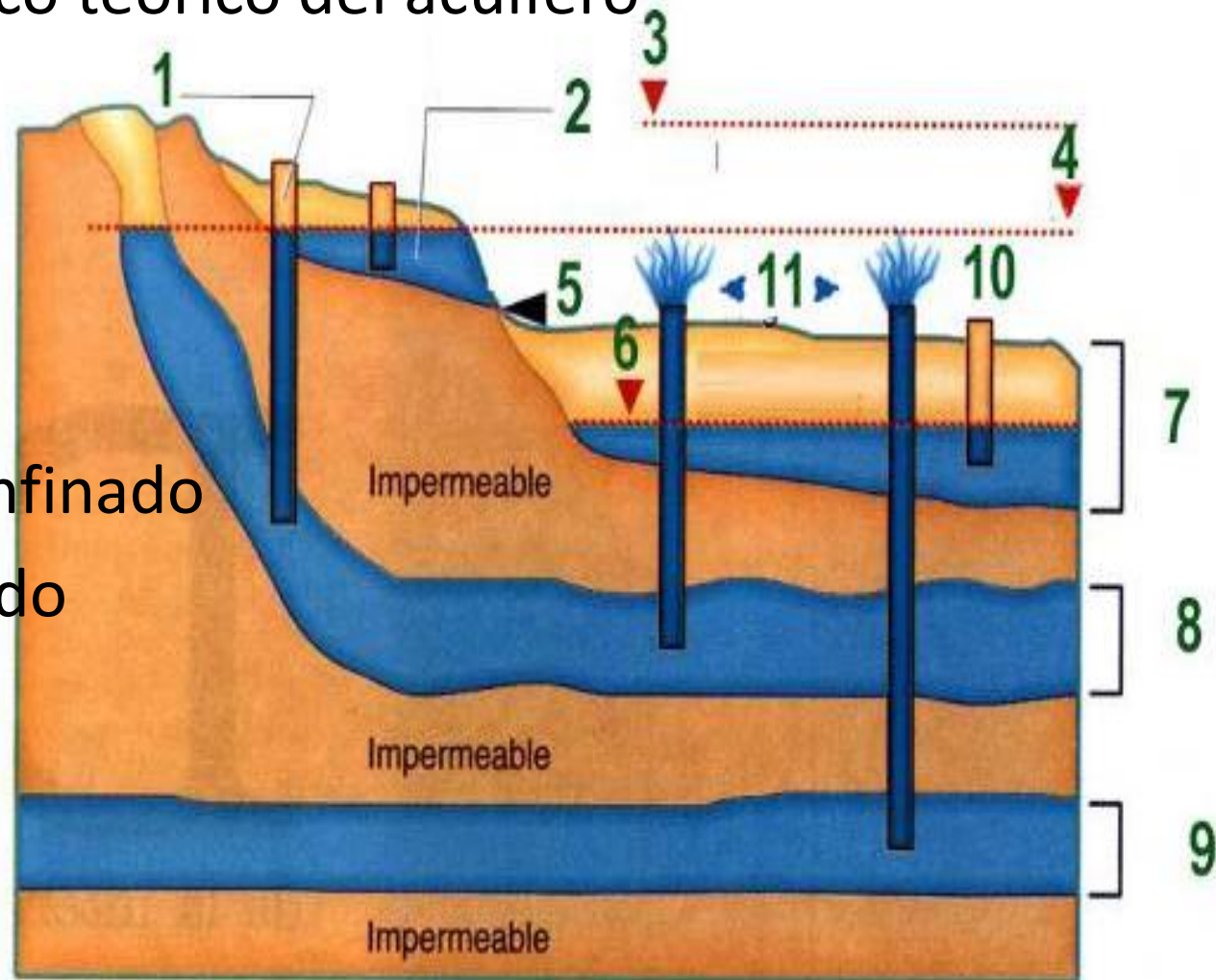
# Temario

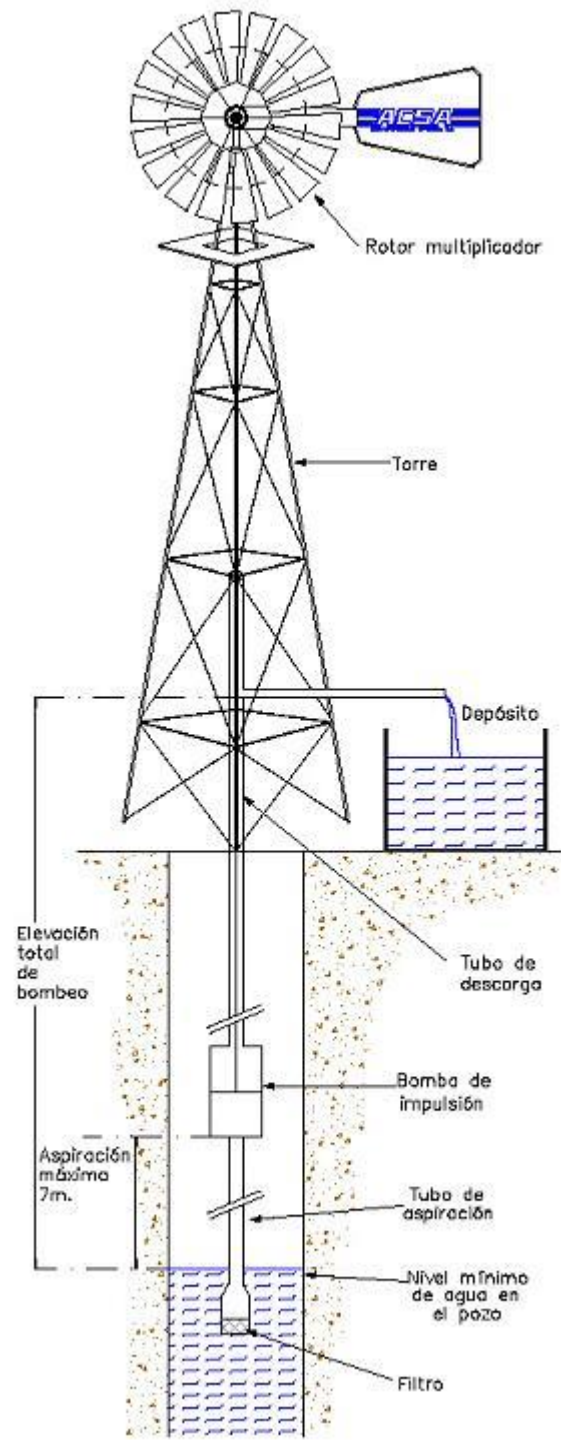
- Sistemas de captación y de bombeo
  - Acuíferos
- Tipos de bombas
  - Criterios de selección de bombas centrifugas.
  - Calculo de la Potencia.

# Acuífero

- Unidad rocosa, permeable, capaz de entregar agua en cantidades significativas en pozos o manantiales
- Esponja gigante que contiene agua y en ciertas condiciones, dejará que el agua se mueva
- Los mejores son: grava, arena, arenisca y caliza
- Tipos:
  - Libre o Freática: a presión atmosférica (dinámicos)
  - Confinado: a mayor presión

- 1 Pozo artesiano
- 2 Acuífero colgado
- 3 Nivel piezométrico teórico del acuífero confinado
- 4 Nivel piezométrico teórico del acuífero semiconfinado
- 5 Manantial
- 6 Nivel freático
- 7 Acuífero libre
- 8 Acuífero semiconfinado
- 9 Acuífero confinado
- 10 Pozo normal
- 11 Pozo surgente





# Molino

[video](#)

## TABLA DE DIMENSIONADO DEL MOLINO DE BOMBEO

Caudal máximo de bombeo, en litros por hora	Elevación total de bombeo en metros				
	20 metros	50 metros	80 metros	105 metros	--
1000 l/h	20 metros	50 metros	80 metros	105 metros	--
1200 l/h	15 metros	45 metros	70 metros	100 metros	--
1800 l/h	10 metros	40 metros	60 metros	90 metros	--
2400 l/h	--	30 metros	50 metros	80 metros	--
500 l/h	--	--	25 metros	50 metros	--
7500 l/h	--	--	15 metros	35 metros	--
<b>Diámetro del rotor</b>	1.80 metros	2.60 metros	3.00 metros	4.00 metros	5.00 metros



**Detalle de la bomba con el pulmón y la cañería del molino.**

# Pozo filtro

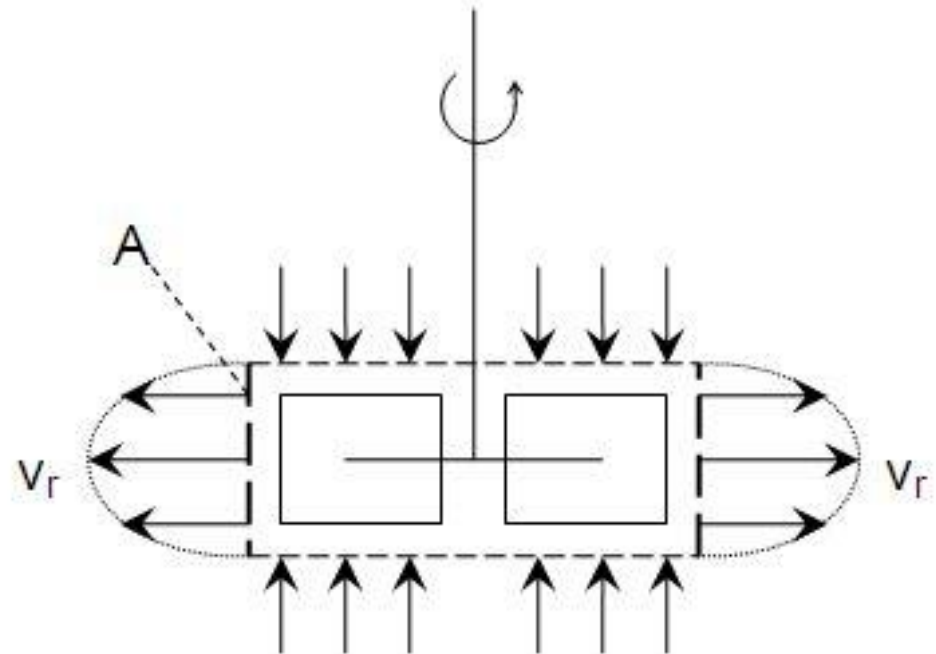
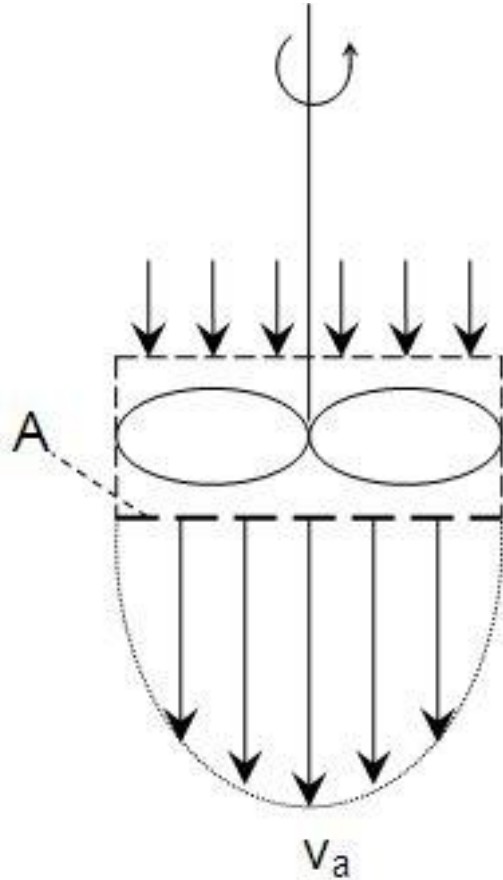
- [Video](#)



# Bombas: Impulsores

Axial

Radial



- HORIZONTAL

# Clasificación de bombas

- Eje horizontal
  - Radial
  - Axial
- Eje vertical mixto
  - Sumergible mecánica
  - Sumergible electrobomba

# BOMBA CENTRÍFUGA EJE HORIZONTAL

## Radial

Impulsión agua

Entrada  
agua

Unión bomba a motor



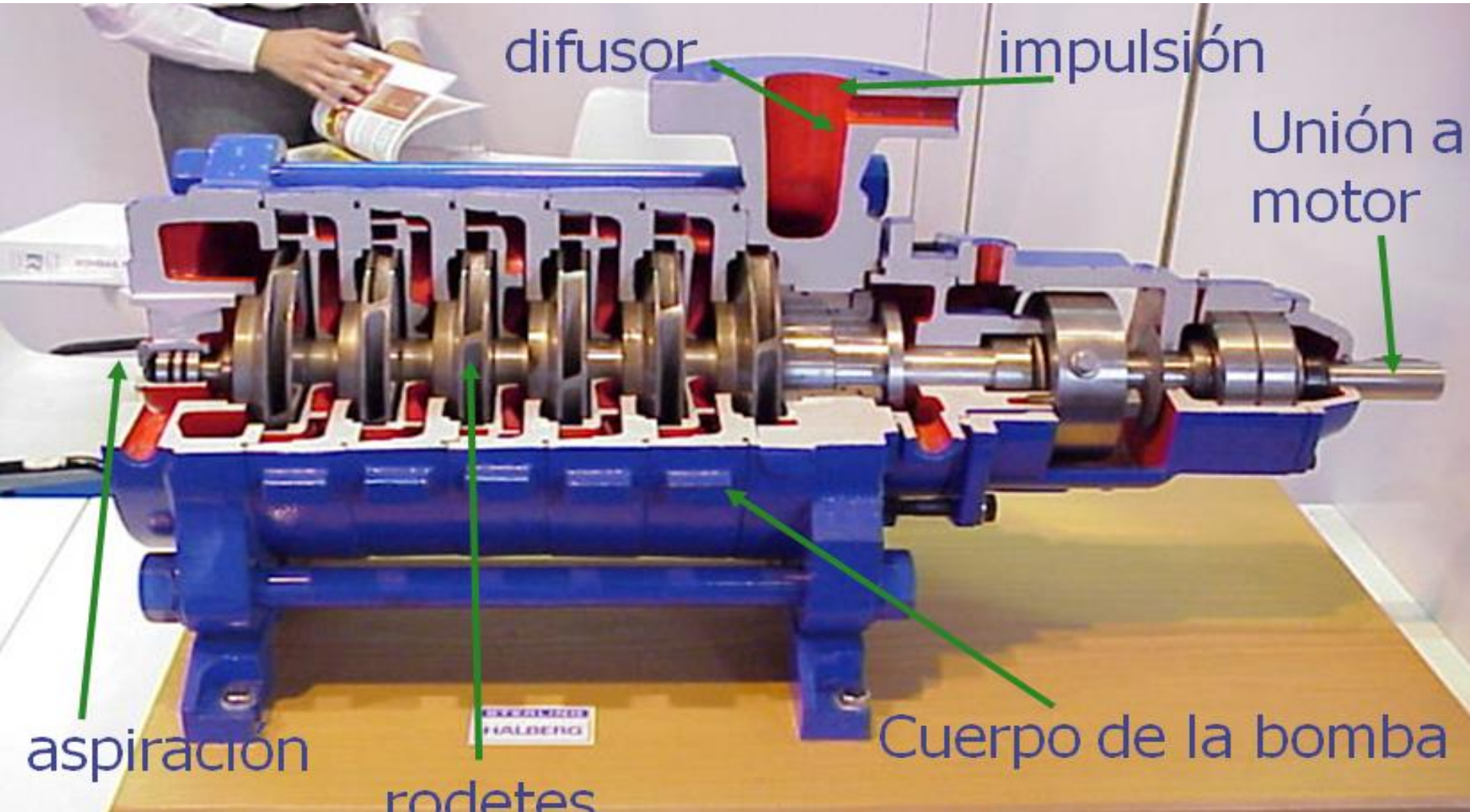
# MOTOBOMBA HORIZONTAL Radial



Prefiltro de agua



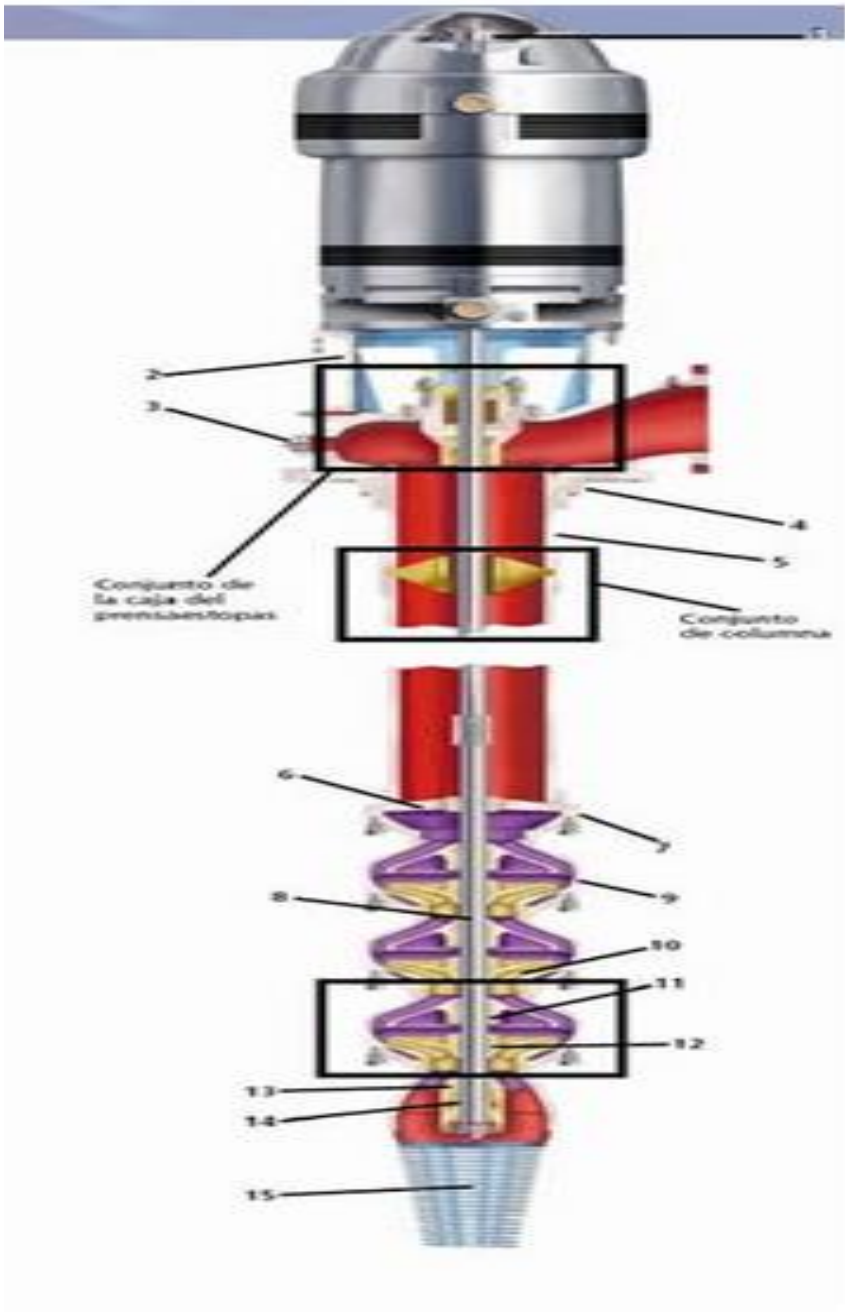
# MOTOBOMBA HORIZONTAL Axial



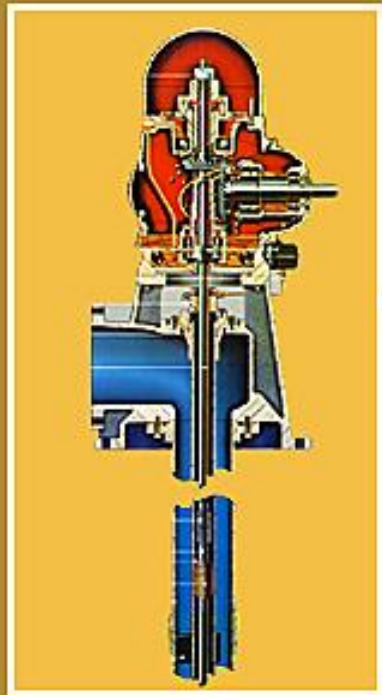
# Bombas eje horizontal

Modelo	Aspiración	Motor H.P.	Q: m <sup>3</sup> /h, M: altura de elevación metros, velocidad: 2850 R.P.M.						
			Q	3	5	7	9		
3A9-085	1 ¼"	0.5	H	9	8	6	5		
3A9-105	1 ¼"	1	H	12	11	10	8		
5A1-114	2"	2	H	16	14	10	7	27	4
6A1-122	2 ½"	4	H	20	18	14	10		
6A1-138	2 ½"	5.5	H	23	20	17	11		
8A1-140	3"	5.5	H	20	17	14	10	55	7
8A1-158	3"	7.5	H	27	22	17	11	65	5
10A1-158	4"	10	H	24	19	14	7		
10A1-178	4"	15	H	30	25	19	12	125	4

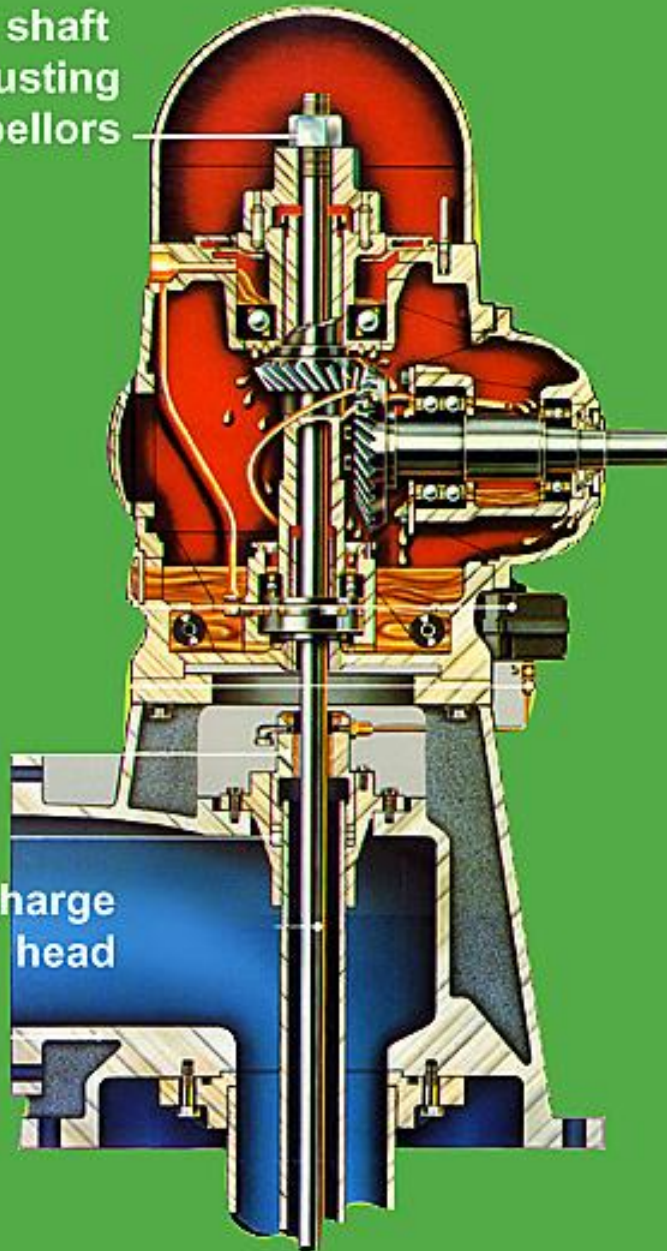
# ESQUEMA DE BOMBA DE EJE VERTICAL



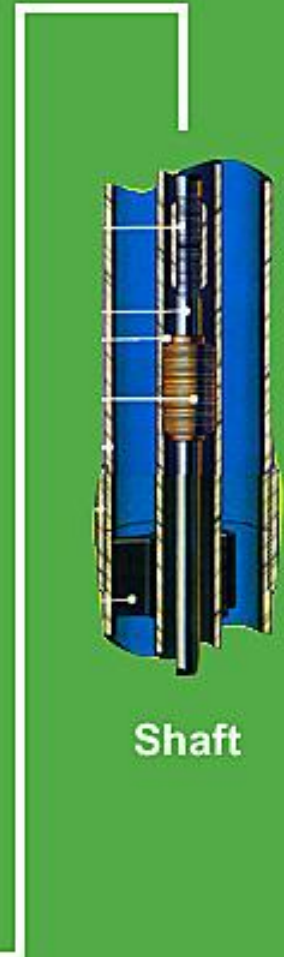




Top shaft  
for adjusting  
impellers



Discharge  
head



Shaft





Impeller

Diffuser  
vanes

Pump  
housing  
or bowl



Water intake

# Bombas eje vertical

PERFORACION. Diámetro interior del entubamiento	Régimen aproximado VELOCIDADES	CAUDALES
Pulgadas	R.P.M.	M <sup>3</sup> /hora
4	2800	5 – 20
6	1400 – 2000	5 – 25
6	1750 – 3450	10 – 75
8	1400 - 2000	30 – 75
8	1400 - 2900	70 – 180
10	1400 - 2000	120 – 200
10	1400 - 2000	180 – 300
12	1400 - 1800	200 – 400
12 – 14	1400 - 1800	350 – 550
16 - 18	1200 - 1500	400 - 800

# Bombas eléctricas

- Monofásicos y Trifásicos
- Desde 1/3 HP hasta 350 HP
- De 3/4/6/8/10/12 pulgadas

# Bomba sumergible

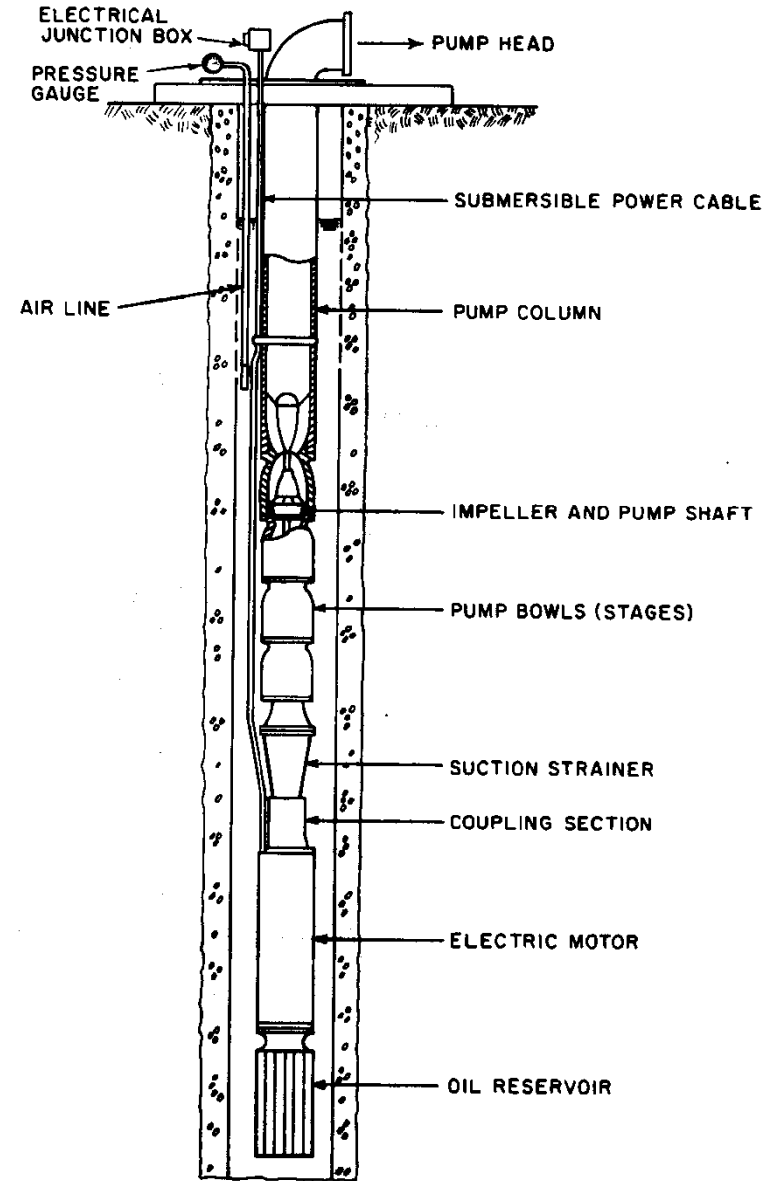
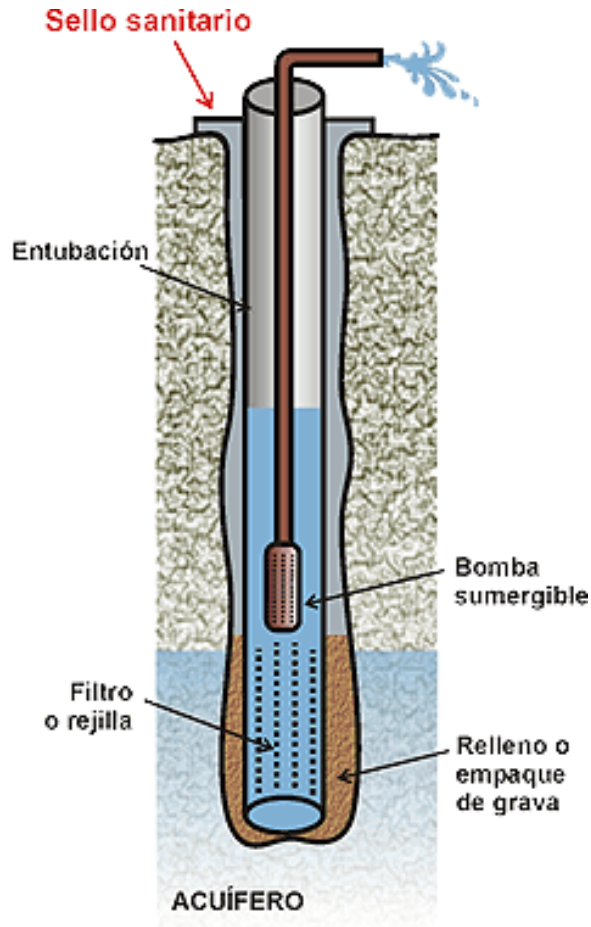


Fig. 5.3. Submersible pump.

# BOMBAS SUMERGIDAS



bomba

rejilla

Motor

Zanussi pompe

# Electrobomba sumergible



# Bomba sumergible

Perforación mínima	Caudal m <sup>3</sup> /h	Motor C.V.	Tipo bomba
6"=152 mm	6 – 12	5 – 10	SU 140
6"=152 mm	15 – 45	5 – 17.5	SU 147
6"=152 mm	25 – 50	5 – 17.5	SU 172
8"=202 mm	40 – 100	15 – 36	SU 185
8"=202 mm	70 – 140	15 – 36	SU 195
10"=254 mm	100 – 250	20 – 70	SU 240

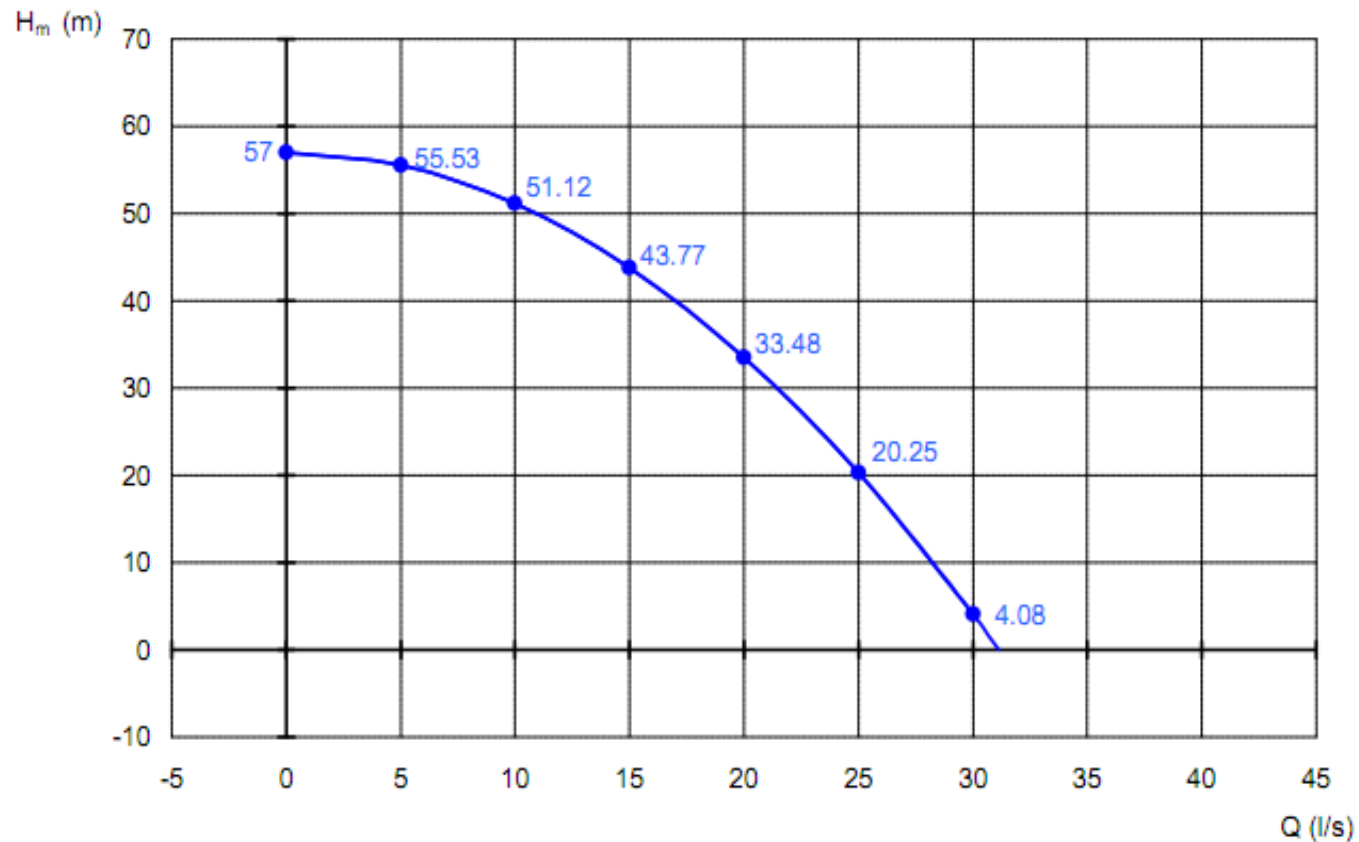


# Captación-bombeo en función de la procedencia del agua de riego

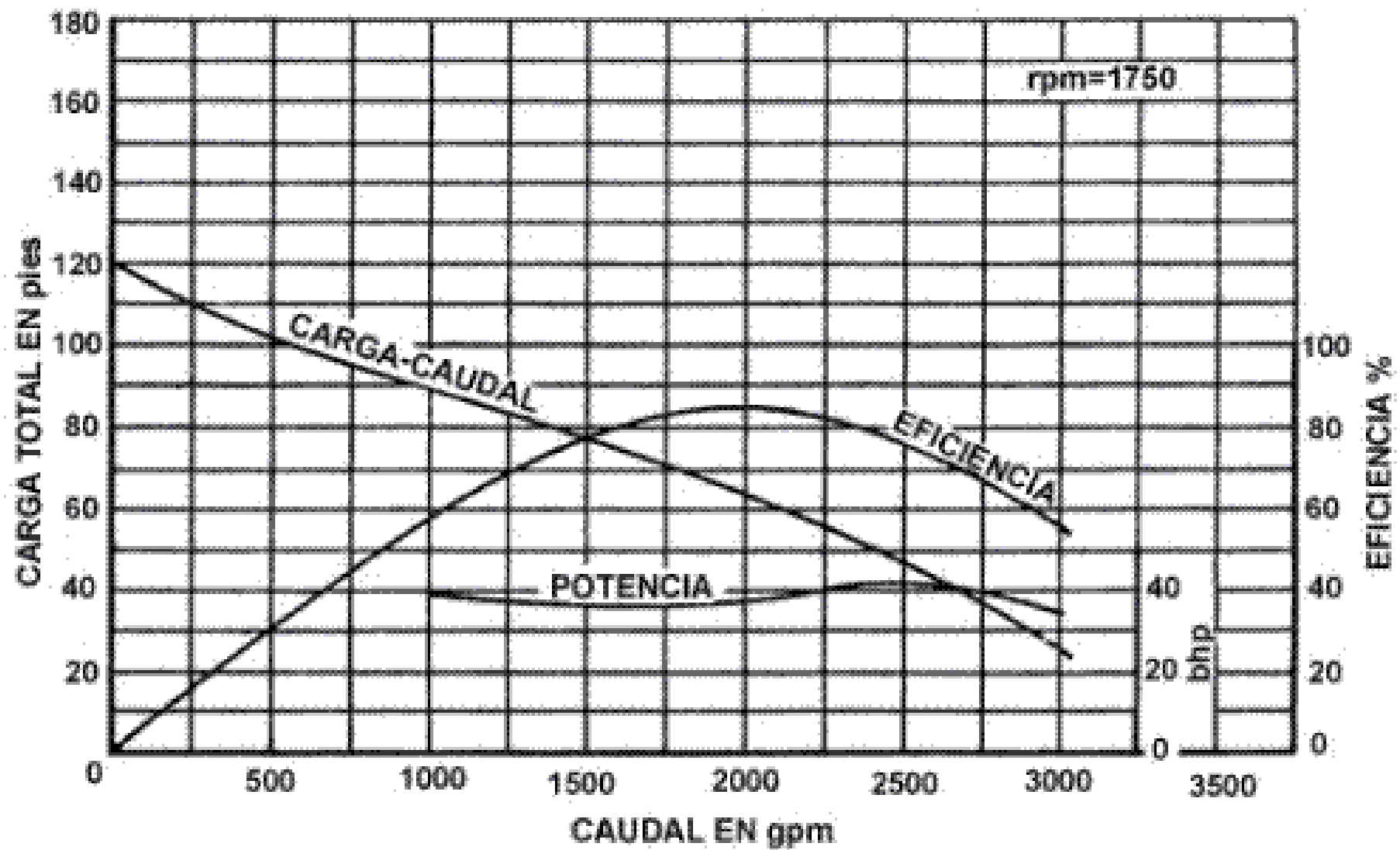
- Embalses o canales:
  - bomba centrífuga de eje horizontal
- Pozos poco profundos (5 a 7 m):
  - bomba centrífuga de eje horizontal
- Pozos medio profundos (30 a 60m):
  - bomba de eje vertical
- Pozos profundos (hasta 200 m):
  - bomba sumergible de eje vertical

# Curva de rendimiento de una bomba

Q (l/s)	0	5	10	15	20	25	30
H <sub>m</sub> (m)	57	55,53	51,12	43,77	33,48	20,25	4,08



— Curva característica de cada bomba.

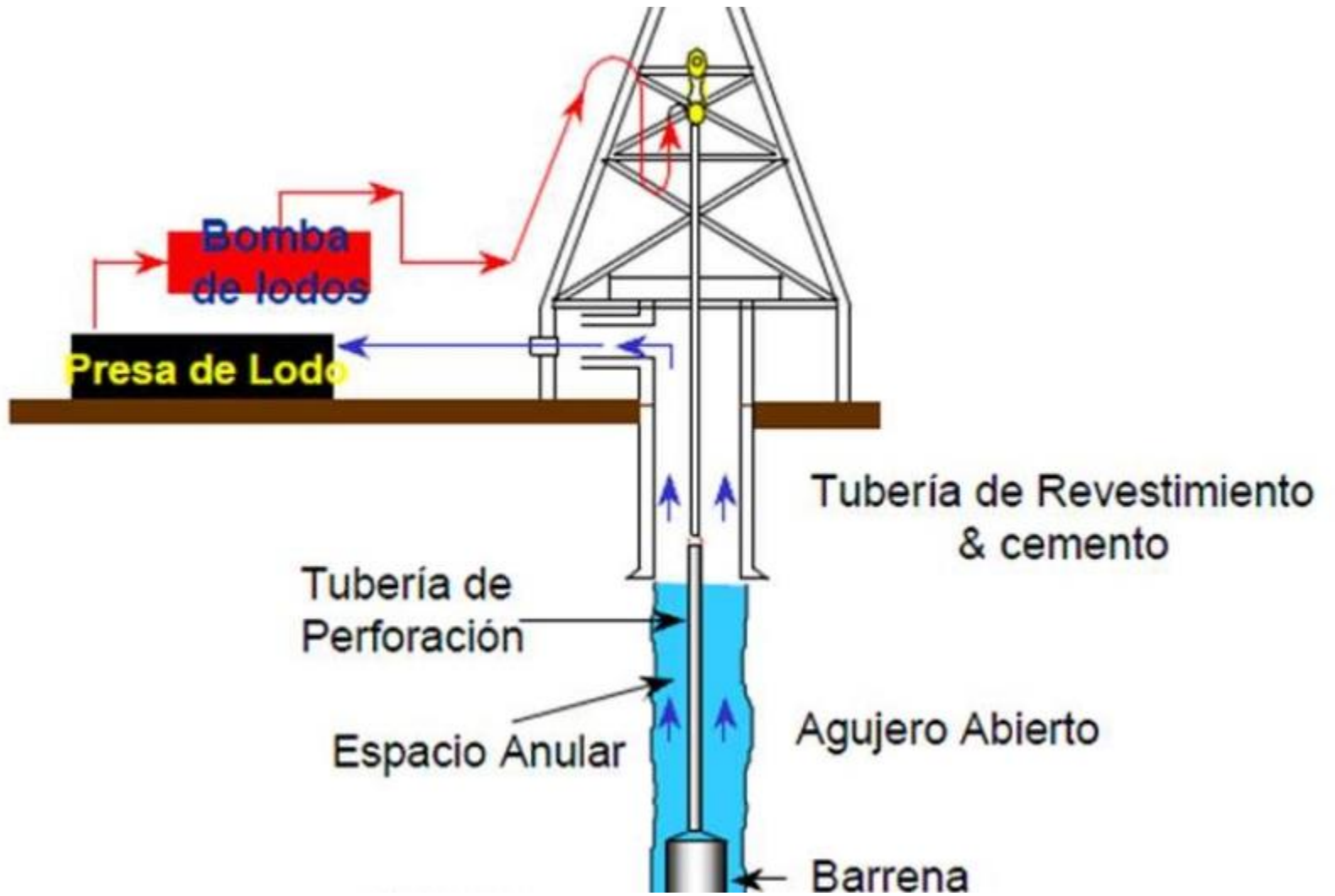


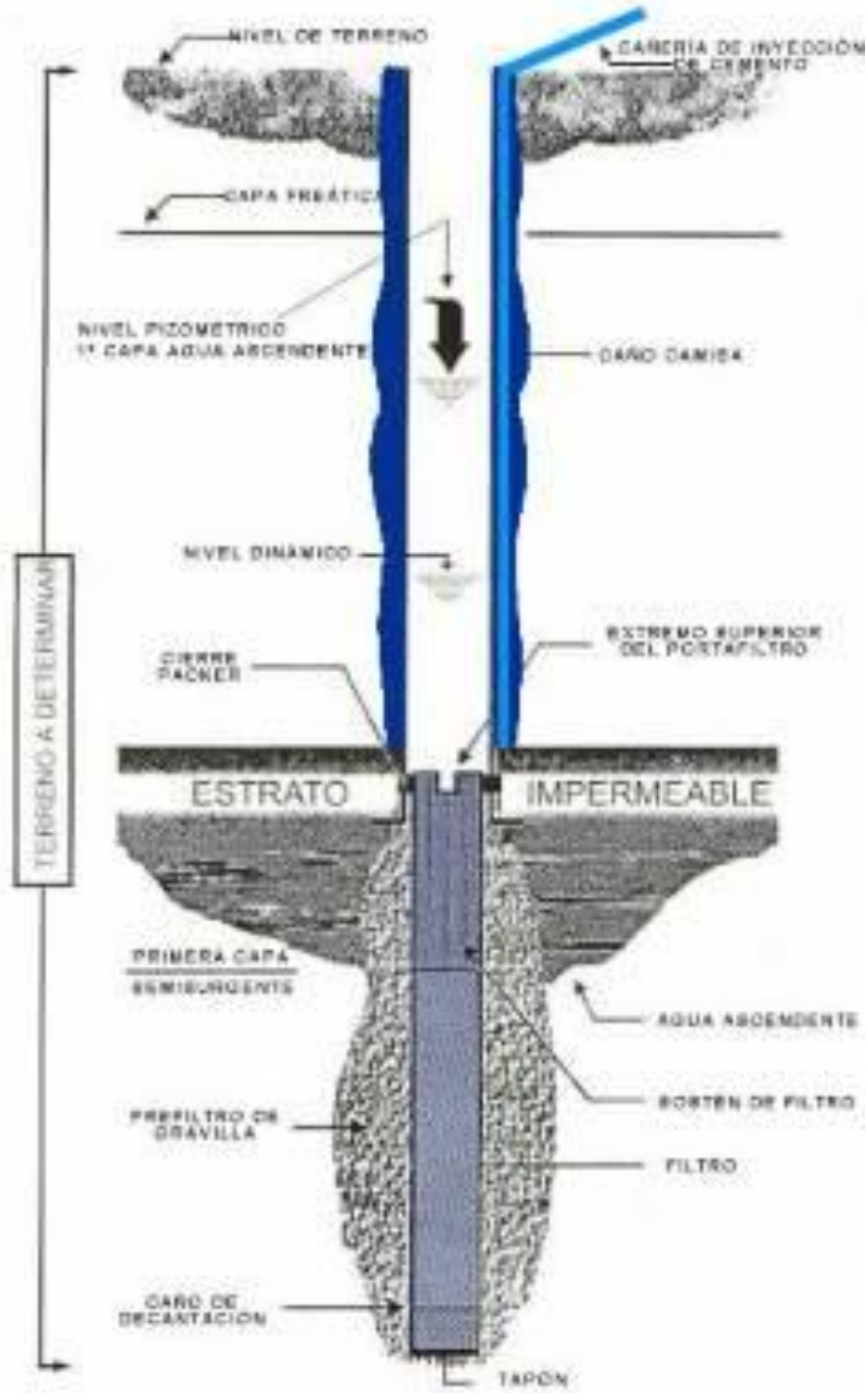
# EXPLORACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- Relevamiento de perforaciones existentes en el lugar
- Mapas geológicos
- Perforaciones exploratorias
- Prospección geofísica
  - De superficie: Geoeléctricos y Sísmicos
  - De sondeo

# ACCESO AL AGUA SUBTERRÁNEA

- Métodos de perforación
  - Percusión con trépano
  - Rotación con trépano rotativo
- Tipos:
  - De rodillos móviles dentados (rocas)
  - De arrastre (arcilla arena)
- Lodos
- Encamisado:
  - Sostiene pared perforación
  - Conducción hidráulica
  - Impide comunicación entre acuíferos
- Cementación
- Perforación de acuífero, colocación de filtro y prefiltro de grava



















# Filtros

**Acero inoxidable**

**Galvanizado**

Aberturas grandes

Aberturas pequeñas

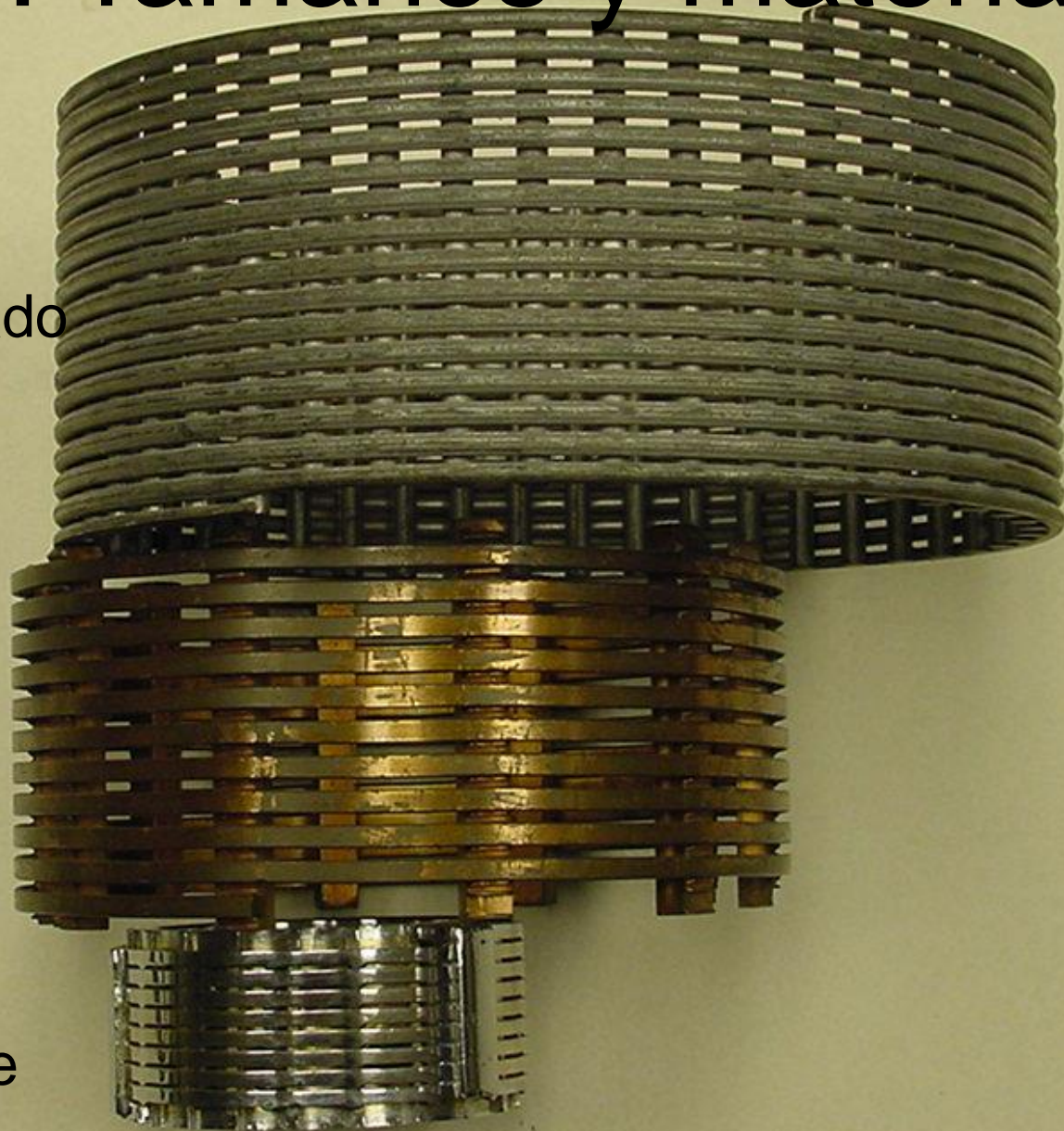
**Dirección del flujo**



Sección triangular

Sección circular

# Filtros: Tamaños y materiales



8-pulgadas

Acero galvanizado

6-pulgadas

Bronce

4-pulgadas

Acero inoxidable





# Desarrollo de perforaciones

- Metodos:
  - Agitación con aire
  - Chorros de agua de alta velocidad
  - Sobrebombeo

# Evaluación de perforaciones

- Comportamiento y eficiencia de la perforación
  - Caudal que eroga expresado ( $l\ h^{-1}$  o  $m^3\ h^{-1}$ )
  - Abatimiento: diferencia entre el nivel estático y el nivel dinámico (m)
  - Caudal específico: caudal erogado por metro de abatimiento.



# Causas más comunes de mal funcionamiento de las bombas

- Presencia de arena
- Bomba incorrectamente elegida
- Cambios en el sistema de riego
- Niveles de aguas subterráneas variables
- Impulsor obstruido
- Condiciones de succión pobre

# ¿Qué es un variador de frecuencia?

- Dispositivo electrónico que cambia la frecuencia de la potencia a un motor eléctrico y reduce el número de revoluciones del motor, disminuyendo la demanda de potencia de la bomba

# Cuando usar un variador de frecuencia?

- Riego en lotes de diferentes tamaños.
- Cuando cambia el número de laterales (campos de formas irregulares)
- Niveles fluctuantes de freáticos, canales o zanjas

# Información necesaria para seleccionar una bomba

- El caudal (litros por minuto)
- Altura total (metros)
- Consultar en catálogos buscando la bombas que proporcione el  $Q$  y la HMTD cerca del punto de máxima eficiencia

# Cálculo de la potencia requerida

$$Potencia.Hidraulica(cv) = \frac{Caudal(m^3 / h) * HMTD(m.c.a.)}{270}$$

$$Potencia.Eje.Bomba(cv) = \frac{Potencia.Hidraulica(cv)}{Eficiencia.Bomba}$$

$$Potencia.Al.Volante.Motor(cv) = \frac{Potencia.Al.Eje.Bomba}{Eficiencia.Transmisión}$$

$$Potencia.Recomendada(cv) = Potencia.al.Volante * 1,2$$



# CÁLCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA POR UN SISTEMA DE BOMBEO

Calcular la potencia necesaria para una bomba de eje vertical para regar:

- Superficie: 4 Ha.
- Etc: 5 mm / día.
- Tiempo operativo: 12 hs.
- Presión operativa: 2 kg cm<sup>-2</sup>
- Altura dinámica de elevación: 40 m
- Perdidas de carga: 20 % de la altura geométrica
- Eficiencia de la bomba: 80 %

# Resolución:

$$Potencia - Hidraulica(cv) = \frac{Caudal(m^3 / h) * HMTD(m.c.a.)}{270}$$

- **Cálculo del caudal:**

- Lámina correspondiente a la máxima demanda calculada: 5 mm. en 4 ha

$$Caudal diario = 5mm * 10m^3 / ha * 4ha = 200m^3$$

- Considerando, un tiempo operativo de 12 hs., el caudal será:

$$Caudal(m^3 / ha) = 200m^3 / 12h = 16,66m^3 / h$$

- $P \text{ cons. (HP)} = Q \times H / (270 \times \text{rend})$
- $Q [\text{m}^3 \text{ h}^{-1}]$ ,  $H [\text{mca}]$
- Rend: 0,65 a 0,82 para electrobombas centrifugas.

# Resolución:

- Cálculo de la HMTD (mca)
  - HMTD (mca) = Altura elev. + Pérdidas totales + Pr. Oper.
  - HMTD (mca) = 40 m + 8 m + 20,66 m = 68,66 m
- Reemplazando:

$$Potencia - Hidraulica(cv) = \frac{Caudal(m^3 / h) * HMTD(m.c.a.)}{270}$$

$$Potencia - Hidraulica(cv) = \frac{16,66(m^3 / h) * 68,66(m.c.a.)}{270} = 4,23cv$$

# Resolución:

- POTENCIA HIDRÁULICA (cv) = 4,23 cv

$$Potencia.Eje.Bomba(cv) = \frac{Potencia.Hidraulica(cv)}{Eficiencia.Bomba}$$

- Siendo la Eficiencia de la bomba: 80 %

$$Potencia.Eje.Bomba(cv) = \frac{4,23(cv)}{0,8} = 5,28(cv)$$

# Resultado:

- En tablas de fabricantes de bombas se busca:
  - HMTD (mca) = 68,66 m
  - Caudal ( $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ ) = 16,66  $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ .
- En el caso del fabricante del siguiente ejemplo, se optaría por
  - BMS 636/ 7,5 – 4, de 7,5 cv

## ELECTROBOMBAS SUMERGIBLES DE Ø '6' (153 mm)

### Tabla de Rendimientos

MODELO	Caudal (m <sup>3</sup> /h)											CV	AP	DESC.	DIAM. MAX
	0	5	6	7	8	10	11	12	13	15	18				
	Altura Manométrica Total (metros)														
BMS 618 / 5-4	94			89	87	83	80	76	72	65	46	5	6	2 1/2"	145
BMS 618 / 7.5-4	140			134	131	125	120	114	108	97	69	7.5	9	2 1/2"	145
BMS 618 / 7.5	140			134	131	125	120	114	108	97	69	7.5	9	2 1/2"	145
BMS 618 / 10	187			179	174	167	160	153	144	130	92	10	12	2 1/2"	145
BMS 618 / 15	281			268	260	251	241	229	216	194	139	15	18	2 1/2"	145

### Tabla de Rendimientos

MODELO	Caudal (m <sup>3</sup> /h)											CV	ETAPAS	DESC.	DIAM. MAX
	0	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66				
	Altura Manométrica Total (metros)														
BMS 636 / 5-4	61	53	48	40	29	17						5	4	2 1/2"	145
BMS 636 / 7.5-4	91	80	71	59	44	25						7.5	6	2 1/2"	145
BMS 636 / 10	122	106	95	79	58	34						10	8	2 1/2"	145
BMS 636 / 15	182	159	143	119	88	50						15	12	2 1/2"	145
BMS 636 / 20	243	212	190	158	117	67						20	16	2 1/2"	145
BMS 648 / 7.5-4	63		57	53	48	40	30	19				7.5	4	3"	145
BMS 648 / 10	78		71	66	60	50	38	23				10	5	3"	145
BMS 648 / 15	126		114	106	96	80	60	37				15	8	3"	145
BMS 648 / 20	157		142	133	119	100	75	46				20	10	3"	145
BMS 648 / 25-6	188		170	160	143	120	90	56				25	12	3"	145
BMS 666 / 10	54				44	39	35	31	26	20	13	10	4	3"	145
BMS 666 / 15	81				66	58	52	46	39	30	20	15	6	3"	145
BMS 666 / 20	122				99	87	78	69	58	45	30	20	9	3"	145
BMS 666 / 25-6	135				110	97	87	77	65	50	33	25	10	3"	145
BMS 666 / 30-6	162				132	116	104	92	77	60	40	30	12	3"	145

# CAVITACIÓN

- Cuando la presión del líquido es menor que la tensión de vapor se forman burbujas de vapor
- Cuando la  $P$  se eleva desaparecen violentamente, provocando sobrepresiones que producen averías, ruido y vibración
- Menor rendimiento de la bomba.
- La cavitación indica un NPSH (Net Positive Suction Head) disponible insuficiente por: altura estática baja, alta temperatura o excesiva pérdida de carga en la aspiración.