



INFORMAÇÃO TÉCNICA



A qualidade na ESPA é muito mais do que um objetivo ou uma exigência do mercado; é algo que faz parte da nossa maneira de ser e de trabalhar, da nossa sensibilidade e cultura empresarial.

Por isso podemos oferecer um nível de garantia que abrange todo o ciclo global do produto: desenho, desenvolvimento, produção, comercialização e serviço pós-venda de bombas centrífugas para aplicações domésticas, agrícolas e industriais, garantias certificadas pela norma **UNE-EN-ISO 9001:2000**.

ESPA dá garantia total dos seus produtos de acordo com o Decreto Legislativo 1/2007 de 16 de Novembro, graças a um sistema que garante a qualidade e exaustivos procedimentos de controlo em processo e controlo final. Assim, mesmo, a garantia ESPA está avaliada por um sistema próprio de qualidade concertada para os seus distribuidores.

Milhões de bombas ESPA trabalham em pleno rendimento em todo o mundo. Milhares de instalações realizadas garantimos a confiança que profissionais depositam na ESPA: hotéis, centros educativos, residências, urbanizações, piscinas, centros de balneoterapia, naves industriais, centros logísticos, explorações agrícolas, jardins, estações de tratamento de águas, explorações mineiras, indústrias químicas, etc.

Todos os produtos de esta gama cumprem com as normativas vigentes relativas a produtos para a bombagem,:

- **Directiva 2006/42/EC** de segurança de máquinas.
- **Directiva 2006/95/EC** de baixa tensão.
- **Directiva 2004/108/EC** de compatibilidade electromagnética.
- **Normas europeas EN 804 e EN 60335-2-41**.
- **Directiva 2000/14/CEE** de emissões sonoras.
- **RD 208/2005** de aparelhos elétricos e eletrónicos e a gestão dos seus resíduos.
- **Directiva 2009/125/CE**

# Cálculo de perdas de carga

## Perdas de carga nos acessórios

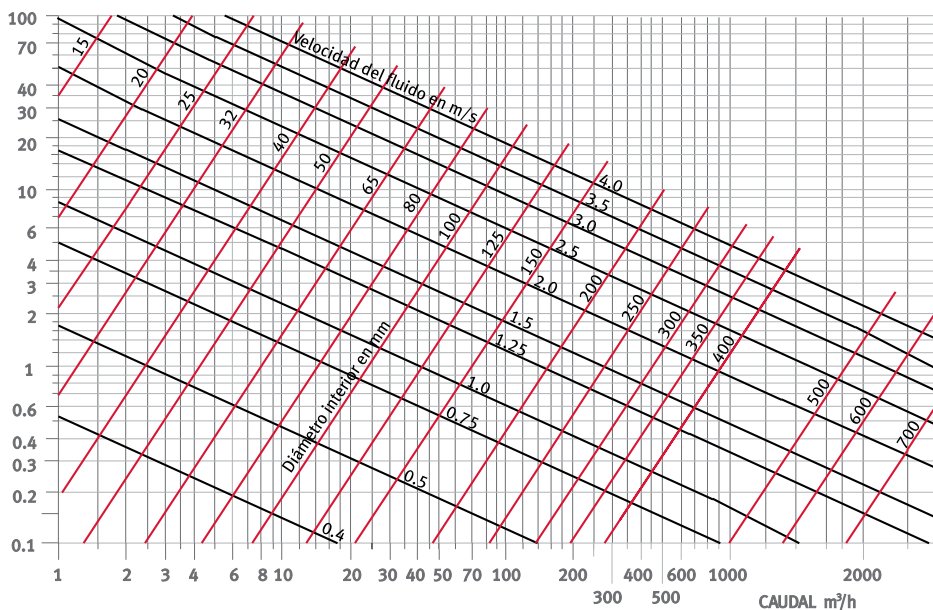
Comprimento equivalente à tubagem reta (em metros).

Valores aproximados, variáveis dependendo da qualidade dos acessórios (válvulas, curvas, etc.)

Modelo	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700
Curva 90°	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,2	1,8	2	3	5	5,5	7	8	14	16
Joelho 90°	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,3	1,7	2,5	2,7	4	5	7	9,5	11	19	22
Conos difusores	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Válvula de pé	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30	30	45	60	75	90	100
Válvula retenção	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	25	35	50	60	75	85
Válvula comporta:																
100% aberta	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1,5	2	2	2	3	3,5	4	5
75% aberta	2	2	2	2	2	2	4	4	6	8	8	8	12	14	16	20
50% aberta	15	15	15	15	15	15	30	30	45	60	60	60	90	105	120	150

## Perdas de carga na tubagem de ferro fundido

Diagrama para determinar a perda de carga e da velocidade do fluido em função do caudal e do diâmetro interior da tubagem.



## Coefficientes corretores para outras tubagens

PVC	0,60	Cimento (paredes lisas)	0,80
Ferro forjado	0,76	Areia fina	1,70
Aço sem soldadura	0,76	Forjado muito usado	2,10
Fibrocimento	6	Ferro com paredes rugosas	3,60

Eficaz para cálculos e seleção de bombas que não requerem um grau de precisão muito elevado.

# Ábaco de perdas de carga



## Tubagens lisas de PVC/PE

l/h	Em Ø da tubagem [mm]											
	14	19	25	32	38	50	63	75	89	100	125	150
500	8,9	2,1	0,6									
800	20,2	4,7	1,3	0,4								
1.000	29,8	7	1,9	0,6								
1.500		14,2	3,9	1,2	0,5							
2.000		23,5	6,4	2	0,9							
2.500			9,4	2,9	1,3	0,4						
3.000			13	4	1,8	0,5	0,2					
3.500			17	5,3	2,3	0,6	0,2					
4.000			21,5	6,6	2,9	0,8	0,3	0,1				
4.500				8,2	3,6	1	0,3	0,1				
5.000				9,8	4,3	1,2	0,4	0,2				
5.500				11,6	5,1	1,4	0,5	0,2				
6.000				13,5	6	1,6	0,5	0,2				
6.500				15,5	6,9	1,9	0,6	0,3				
7.000				17,7	7,8	2,1	0,7	0,3				
8.000				22,4	9,9	2,7	0,9	0,4	0,2			
9.000					12,1	3,3	1,1	0,5	0,2			
10.000					14,6	4	1,3	0,6	0,3	0,1		
12.000					20,1	5,5	1,8	0,8	0,4	0,2		
15.000					29,7	8,1	2,7	1,2	0,5	0,3		
18.000						11,1	3,7	1,6	0,7	0,4	0,1	
20.000						13,3	4,5	1,9	0,9	0,5	0,2	
25.000						19,7	6,6	2,9	1,3	0,7	0,3	
30.000							9	4	1,8	1	0,3	0,1
35.000							11,8	5,2	2,3	1,3	0,5	0,2
40.000							15	6,5	2,9	1,7	0,6	0,2
45.000							18,4	8	3,6	2	0,7	0,3
50.000								9,7	4,3	2,5	0,9	0,4
60.000								13,3	5,9	3,4	1,2	0,5
70.000									7,7	4,4	1,5	0,6
80.000									10,4	5,6	1,9	0,8
90.000									12,9	7,3	2,4	1
100.000										8,9	2,9	1,2
125.000											4,5	1,8
150.000											6,3	2,6
175.000											8,4	3,5
200.000											10,7	4,4

Para outras tubagens recomendamos multiplicar os valores das perdas de carga, obtidos na tabela para os seguintes coeficientes: tubagensfibrocimento 1,2, tubagens ferro galvanizado 1,5.

# Exemplo prático de seleção da bomba

Se quer elevar água desde um poço até um depósito situado numa cota mais elevada e obter um caudal de 7.200 litros por hora.

## Dados gerais:

Altura geométrica  
(alt. de asp. + alt. de imp.): 16 m.  
Comprimento da tubagem: 43 m.  
Diâmetro interior da tubagem: 40 mm.

## Características da aspiração:

Altura de aspiração: 2 m.  
Comprimento da tubagem: 8 m.  
N.º válvulas de pé: 1.  
N.º curvas de 90º: 1.

## Características da impulsão:

Altura de impulsão: 14 m.  
Comprimento da tubagem: 35 m.  
N.º válvulas de comporta: 1.  
N.º válvulas de retenção: 1.  
N.º curvas de 90º: 2.

### 1. Perdas de carga na aspiração:

Comprimento da tubagem: 8 m.  
Perdas singulares: 8 m (válvula de pé),  
0,6 m (curva 90º)

**Comprimento equivalente da tubagem: 16,6 m.**

Com este valor pode-se obter as perdas em m.c.a. através da tabela de perdas de carga. Por ex., 7.200 l/h numa tubagem de Ø 40 mm correspondem a 7,8 m por cada 100 m lineares da tubagem das características dadas. Então,  $7,8 \times 16,6 / 100 = 1,29$  mca.

### 2. Perdas de carga no lado da impulsão:

Comprimento da tubagem: 35 m.  
Perdas singulares: 15 m (válvula de comporta 50% aberta),  
6 m (válvula de retenção),  
1,2 m (2 curvas de 90º)

**Comprimento equivalente da tubagem: 57,2 m.**

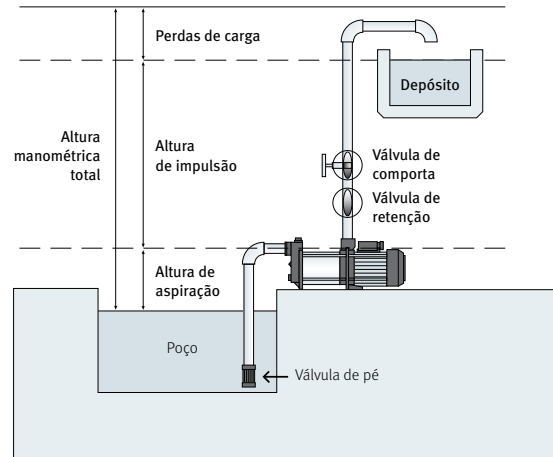
Procedimento igual ao ponto anterior e obtemos:  $7,8 \times 57,2 / 100 = 4,46$  m.c.a.

## Seleção:

Altura manométrica total = Altura de aspiração + Altura de impulsão  
+ Perdas de carga na aspiração + Perdas de carga na impulsão =  
 $2 + 14 + 1,29 + 4,46 = 21,75$  m.c.a.

Em consequência, deve-se seleccionar uma bomba que eleve 7.200 l/h a uma altura de 21,75 m.c.a.

## Por exemplo, uma Prisma 35 3MN



Considera-se para o cálculo de perdas de carga o ábaco e a tabela.

# Seleção de sistemas de pressão



Desenho do grupo de pressão de acordo com as normas básicas do novo código Técnico.

Equipamentos		Diâmetros interiores da tubagem [mm]									
		A	L/S	B	L/S	C	L/S	D	L/S	E	L/S
Cocina	Lavadouro	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2
	Banca	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2
	Máquina Lava loiça					1	0,2	1	0,2	1	0,2
Escritório	Torneira							1	0,15	1	0,15
Lavadouro	Torneira			1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2
Quarto de banho completo	WC	1	0,1			1	0,1	1	0,1	2	0,2
	Lavatório	1	0,1			1	0,1	1	0,1	2	0,2
	Banheira					1	0,3	1	0,3	2	0,6
	Bidé					1	0,1	1	0,1	2	0,2
Quarto de banho de serviço	WC			1	0,1			1	0,1	1	0,1
	Lavatório			1	0,1			1	0,1	1	0,1
	Duche			1	0,2			1	0,2	1	0,2
<b>TOTAL DIVISÕES-L/S</b>		<b>4</b>	<b>0,6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1,4</b>	<b>12</b>	<b>1,95</b>	<b>16</b>	<b>2,55</b>

## Nota:

Em instalações com fluxómetros é exigido outro tipo de estudo.

Deve ser concebido de forma a que o grupo não entre em funcionamento no caso de a rede ser suficiente.

Serão equipamentos duplos para funcionamento alternado, com bombas de prestações idênticas montadas em paralelo.

Devem ser acompanhados de depósitos de pressão com membrana, ligados a dispositivos suficientes de avaliação da pressão da instalação, para a sua paragem e arranque automáticos.

## 1. Caudal a bombear segundo o tipo e número de vivendas

Nº de Vivendas	Vivenda tipo. Caudal total da(s) bomba(s) em [m3/h]				
	A	B	C	D	E
0-10	1,5	2,1	3	3,6	4,5
11-20	2,4	3,6	5,1	6	7,5
21-30	3,6	4,5	6,6	8,4	10,8
31-50	5,4	9	10,8	13,2	16,8
51-75	9	13,2	15	17	19,2
76-100	12	16,2	17,4	19,2	
101-150	15	18	19,2		

## Nota:

O número de bombas a instalar num grupo convencional, excluindo as de reserva, dependerá do caudal total do grupo. Devem ser colocadas 2 bombas até um caudal de 10 l/s (36 m3/h), 3 bombas até 30 l/s (108 m3/h) e 4 bombas para caudais superiores a 30 l/s.

## 2. Cálculo da pressão

**Pressão de arranque:** Altura geométrica + Perdas de carga totais da instalação + Pressão requerida no ponto mais desfavorável.

**Pressão de paragem:** Pressão de arranque + 15 a 30 m.

**Pressão mínima de arranque:** Obtemos incluindo 15 m á altura geométrica desde o nível mínimo da água ou a base das bombas, até ao teto da planta mais alta que se tenha que alimentar mais as perdas de carga.

$$P_b = H_a + H_g + P_c + P_r$$

Onde:

P<sub>b</sub> = Pressão mínima de arranque, H<sub>a</sub> = Altura aspiração, H<sub>g</sub> = Altura geométrica,

P<sub>c</sub> = Perda de carga, P<sub>r</sub> = Pressão residual

**NOTA:** As perdas de carga devem fixar-se sobre uns 10-15% da altura geométrica.

**Pressão máxima de paragem:** A pressão de paragem será entre os 15 e 30 m superior á pressão de arranque. A pressão máxima no ponto de consumo não pode superar os 5 kg/cm<sup>2</sup>.

## 3. Capacidade do depósito segundo o tipo e número de vivendas

Depósito ou acumulador	Vivenda tipo. Caudal total da(s) bomba(s) em [m3/h]				
	A	B	C	D	E
Com injetores	40	50	60	70	80
De membrana com compressor	15	18	20	23	26

O volume do depósito será igual ou superior ao que resulta de multiplicar o coeficiente pelo número de vivendas. Não se recomenda instalar injetores para pressões de trabalho superiores a 8 kg/cm<sup>2</sup>.

## 4. Depósito de compensação de pressão

Antes do grupo de pressão (na aspiração) deve-se incluir um depósito de **reserva** ou de **compensação de carga** da seguinte capacidade, e que se calcula segundo os requisitos da norma UNE 100.030:2.005:

$$V = Q \times t \times 60$$

Onde: V = Volume (l), Q = Caudal (l/s), t = Tempo (15 – 20 minutos)

### Grupos de pressão de acionamento regulável:

Podem ser prescindíveis do depósito auxiliar de alimentação. Devem incluir um dispositivo que provoque o fecho da aspiração e a paragem da bomba em caso de depressão na tubagem de alimentação.

### Exemplo de cálculo de um grupo de pressão

#### Caudal

1. Calculámos o caudal instalado e o n.º de abastecimentos por vivenda utilizando a seguinte tabela::

Abastecimento	Caudal L/S	Abastecimento	Caudal L/S
Banca	0,2	Lavatório	0,1
Escritório	0,15	WC com depósito	0,1
Máquina lavar roupa	0,2	Bidé	0,1
Máquina lava loiça	0,2	Banheira	0,3
Lavatório hotel	0,3	Duche	0,2
Aterros sanitários	0,2	Torneira urinol	0,05
Válvulas de descarga	1,25-2	Urinol automático	0,1

2. O coeficiente de simultaneidade de uma vivenda pode-se determinar a partir da fórmula::

$$K = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

n = Número de abastecimentos por vivenda

3. O caudal económico instalado de uma vivenda será::

Caudal económico = K x Caudal instalado

4. Calculamos o coeficiente de simultaneidade para todas as vivendas mediante a seguinte fórmula::

$$K_v = \frac{19 + N}{10(N+1)}$$

N = Número total de vivendas

5. O caudal total para abastecer todas as vivendas para o determinado::

Caudal total (L/S) =  
Número de vivendas x Caudal económico x K<sub>v</sub>

#### Depósitos

Volumen do depósito,

$$V_d = k \frac{Q_m}{3N} \times \frac{P_p + 1}{P_p - P_a}$$

Onde:

k = 0,33 (para autoclaves de membrana)

k = 0,45 (para autoclaves galvanizados com compressor)

k = 1 (para autoclaves galvanizados com injetor)

y:

kW	N
$P_2 \leq 2,2$	30
$2,2 > P_2 \leq 5$	25
$5 < P_2 \leq 20$	20
$20 < P_2 \leq 100$	15

Volume útil,

$$V_u = 0,8 V_d \times \frac{P_p + 1}{P_p - P_a}$$

Siendo:

$V_d$  = Volume do depósito em m<sup>3</sup>

$V_u$  = Volume útil do depósito em m<sup>3</sup>

$Q_m$  = Caudal médio ( $Q_a + Q_p$ )/2 em m<sup>3</sup>/h

$Q_a$  = Caudal da pressão de arranque em m<sup>3</sup>/h

$Q_p$  = Caudal da pressão de parada em m<sup>3</sup>/h

$P_p$  = Pressão de paragem em kg/cm<sup>2</sup>

$P_a$  = Pressão de arranque em kg/cm<sup>2</sup>

N = Frequência de arranques/hora

*A pré-carga de ar no depósito influencia no volume do depósito e no útil.*

*O controlo da velocidade proporciona poupança energética, reduz o espaço, evita desgastes prematuros e golpes de ariete.*

O cálculo de um equipamento de pressão requiere um estudo detalhado, quando se trata de calcular as necessidades de água em: urbanizações, quartéis, regas, mercados, plantas industriais, hotéis, colégios, hospitais, estabelecimentos comerciais, piscinas públicas, tratamentos de água e edifícios de oficinas.

## NPSH

Denomina-se **NPSH** (Net Positive Suction Head) ou **ANPA** (altura nominal positiva de aspiração) a diferença entre a pressão do líquido a bombear referida ao veio do impulsor e a tensão de vapor do líquido à temperatura de bombagem. Devemos, portanto, conhecer e combinar em cada caso o NPSH disponível na instalação e o NPSH requerido pela bomba.

### NPSH disponível

Em função da instalação e independentemente do tipo de bomba; determina-se pela seguinte fórmula:

$$\text{NPSH disponível} \geq \frac{10P_a}{\gamma} - H_a - H_f - \frac{10T_v}{\gamma}$$

Sendo:

$P_a$  = Pressão atmosférica ou pressão no depósito de aspiração, em kg/cm<sup>2</sup>

$H_a$  = Altura geométrica de aspiração em m

$H_f$  = Perdas de carga na aspiração em m

$T_v$  = Tensão de vapor do líquido à temperatura de bombagem, em kg/cm<sup>2</sup>

$\gamma$  = Peso específico do líquido, em kg/dm<sup>3</sup>

### NPSH disponível

Dado básico e característico de cada tipo de bomba, variável segundo o modelo, tamanho e condições de serviço; portanto **é um dado a facilitar pelo fabricante.**

### Cavitação

Para um correto funcionamento da bomba, é necessário dispor de uma pressão mínima na entrada do impulsor, portanto deve-se cumprir o seguinte:

$$\text{NPSH disponível} \geq \text{NPSH requerido}$$

No caso de não ser assim, produz-se cavitação, um processo que gera graves avarias nas bombas.

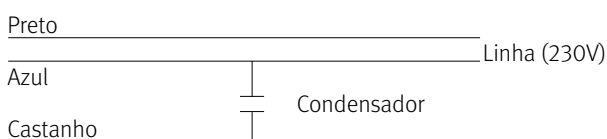
### Influência da altura e temperatura da água na aspiração das bombas

Altura sobre o nível do mar [m]	Redução ou perda na aspiração [m]	Temperatura °C	Redução ou perda en na aspiração [m]
0	0	10	0,125
100	0,125	15	0,173
200	0,250	20	0,236
300	0,375	25	0,320
400	0,500	30	0,430
500	0,625	35	0,570
600	0,750	40	0,745
700	0,870	45	0,970
800	0,990	50	1,250
900	1,110	55	1,600
1.000	1,220	60	2,040
1.100	1,330	65	2,550
1.200	1,440	70	3,160
1.300	1,550	72	3,450
1.400	1,660	74	3,770
1.500	1,770	76	4,100
1.600	1,880	78	4,450
1.700	1,990	80	4,800
1.800	2,090	82	5,220
1.900	2,190	84	5,650
2.000	2,290	86	6,120
2.200	2,490	88	6,620
2.400	2,680	90	7,150
2.600	2,870	92	7,710
2.800	3,050	94	8,310
3.000	3,230	96	8,950
3.500	3,650	98	9,600
4.000	4,060	100	10,330

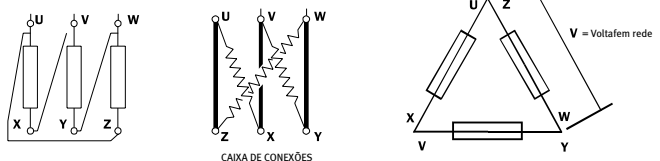
## Ligações de motores trifásicos e monofásicos

Voltagem rede	Arranque	Motor	
		Bobinagem	Ligação
230 V	Direto	230/400	Triângulo
	Estrela-Triângulo	230/400	Estrela-Triângulo
400 V	Direto	230/400	Estrela
	Estrela-Triângulo	400/692	Triângulo

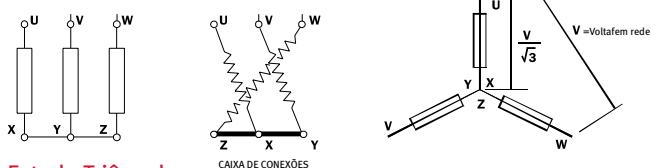
### Esquema de ligações de bombas submersíveis com motores monofásicos



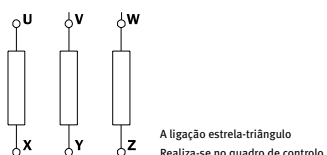
### Ligação triângulo



### Ligação estrela



### Estrela-Triângulo





## terminação da secção do cabo em motores submersíveis

A secção do cabo requerida depende da intensidade nominal, do comprimento do cabo da instalação e do sistema de arranque. O cálculo realiza-se com as seguintes fórmulas: (para comprimentos superiores a 100 m):

### Monofásico

Arranque directo

$$q = \frac{l \cdot L \cdot \cos\varphi \cdot 2}{\chi \cdot \Delta U}$$

### Trifásico

Arranque directo

$$q = \frac{l \cdot L \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}}{\chi \cdot \Delta U}$$

Arranque estrela-triângulo

$$q = \frac{2 \cdot l \cdot L \cdot \cos\varphi}{\sqrt{3} \cdot \chi \cdot \Delta U}$$

Sendo:

q = secção do cabo em mm<sup>2</sup>

l = intensidade nominal em A

$\chi$  = conductividade elétrica (cobre = 56)

$\Delta U$  = perda de voltagem (3%).

exemplo: para 230 V = 6,9 V

para 400 V = 12 V

L = comprimento do cabo em m

$\cos\varphi$  = fator de serviço do motor