

## INFORMACIÓN TÉCNICA

### PÉRDIDAS DE CARGA (Pc) EN LAS INSTALACIONES DE BOMBEO

Las pérdidas de carga en una instalación de bombeo, varían según los siguientes valores:

- Diámetros de tubería de aspiración e impulsión.
- Caudal.
- Longitud de tubería instalada.
- Viscosidad del líquido bombeado.
- Pérdidas por número y tipo de accesorios instalados (llaves de paso, codos, válvulas de retención, etcétera).
- Suciedad, rugosidad y tipo de las tuberías instaladas.

Diámetro del tubo	Codo de 90°	Curva de 90°	Válvula de pie	Válvula de retención	Válvula de comp.
25	2	1	3	3	1
32	2,50	2	4	3	1,30
40	2,50	2	4,50	4	1,70
50	2,50	2	5	4	2
60	3	2,25	6	5	2,50
80	3,40	2,50	7	6	3
100	5	3	10	8	4
125	5,50	3	13	10	5
150	6	4	16	12	6
200	7,30	5	20	16	8
250	9	6	30	20	10
300	10,50	7	35	30	11
350	12	8	38	35	12

### CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA

Conocidos los factores «c», longitud de tubería y «f», pérdidas de los accesorios (ver tablas adjuntas), se suman ambos y obtendremos el número de metros de tubería equivalente, con el cual calcularemos las pérdidas de carga (ver tablas adjuntas).

El valor de la pérdida de carga, lo multiplicaremos por el factor de corrección correspondiente a cada tipo de tuberías, según su naturaleza.

Sumando el valor resultante, con la altura geométrica existente desde la superficie de donde recibe el agua la bomba hasta la parte donde la impulsa, nos dará la

altura manométrica total (m.c.a.), que deberá superar la bomba con el caudal estipulado.

Especial importancia tiene la tubería de aspiración, ya que si la energía de aspiración es baja, conviene que se reduzcan al máximo los accesorios y longitud de la tubería y que el diámetro de la misma, sea tan grande como resulte práctico.

La elección de tuberías es, en cierto modo, un problema económico. Un diámetro grande significa menor pérdida de carga y menor energía consumida, pero en cambio, tiene un mayor costo de adquisición.

### LÍMITES PARA LA ELECCIÓN DE TUBERÍAS EN UNA INSTALACIÓN

- Velocidad máxima del agua en la tubería de aspiración: 2 m/seg.
- Velocidad máxima del agua en la tubería de impulsión: 3 m/seg.
- Pérdida de carga conveniente, menos del 6%.
- La altura correspondiente a las pérdidas de carga,

debe ser menor del 25% de la altura manométrica total (m.c.a.) en recorridos hasta 100 metros, y menor del 65% en recorridos de más de 100 metros. Para más facilidad, en la tabla adjunta, aparecen en distintos colores, los diámetros de tubería de aspiración e impulsión recomendados para los distintos caudales.

### PRECAUCIONES:

Para obtener un rendimiento efectivo del grupo bomba, es esencial que el diámetro de la tubería instalada sea de las medidas indicadas.

Procúrese que las tuberías de aspiración e impulsión no queden forzadas en su unión con el grupo-bomba. Esta unión ha de procurarse con la máxima la vida de cojinetes y rodamientos.

Con respecto a la parte eléctrica hay que asegurarse que el voltaje de que se dispone es el que corresponde al motor, y de que éste está conectada en la placa bor-

nes en la posición requerida para el mismo.

Es de toda necesidad proteger el motor. Con que evite una sola vez el quemado del mismo, se amortiza con creces el valor del aparato instalado y se evitan molestias.

Antes de la definitiva puesta en marcha comprobar el sentido del giro.

Cuando las bombas han de trabajar a una altura superior a 15 metros es conveniente la instalación de válvula de retención.

## INFORMACIÓN TÉCNICA

### GOLPE DE ARIETE

Si en una tubería por la que circula un fluido se interrumpe, aumenta o desvía bruscamente el movimiento del mismo, se producen en las paredes de la misma presiones que pueden llegar a producir la rotura de la conducción. A esta sobrepresión se le denomina golpe de ariete.

La velocidad del fluido anulada o aumentará se transforma en sobrepresión (golpe de ariete) sumándose a la presión estática. Por efecto de estas sobrepresión la tubería se dilata y el fluido se comprime volviendo ambos por elasticidad a la posición inicial, este efecto se repite estableciéndose un movimiento de presión oscilatoria cada vez con menor intensidad, hasta su anulación.

Estas sobrepresiones de naturaleza oscilatoria crean unas ondas de presión que se transmiten a lo largo de la conducción, hasta el depósito o la bomba en que se reflejan.

Es difícil determinar con exactitud el golpe de ariete y la principal dificultad es determinar el tiempo de parada. El tiempo de parada T es el intervalo entre la iniciación y la terminación de la perturbación en la vena líquida, provocada por corte de energía, apertura o cierre de válvulas etcétera.

Los factores más importantes que intervienen en el golpe de ariete son la energía cinética, la aceleración de la gravedad, las pérdidas de carga y el momento de inercia del grupo de bombeo.

Combinando estos valores se llega a la siguiente fórmula:

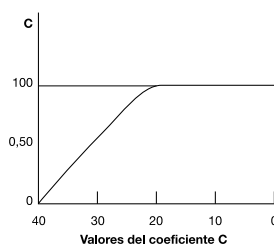
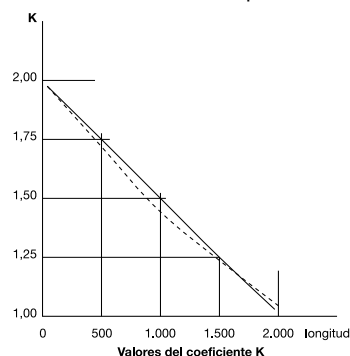
$$T = \frac{LV}{g Hm}$$

Debido a errores que se observaban en la aplicación práctica de esta fórmula se corrigió experimentalmente hasta obtener la expresión siguiente:

$$T = C + \frac{KLV}{g Hm}$$

Siendo:

K = Coeficiente que representa principalmente la inercia del grupo motobomba, sus valores experimentales varían con la longitud de la impulsión, según se representan en el gráfico.  
C = Coeficiente experimental, función de la pendiente y cuyo valor (máximo 1) se representa en el gráfico.



L = Longitud de la conducción en m.

V = Velocidad del fluido en m/s.

g = Valor de la gravedad.

Hm = Altura manométrica en m.

Conocido el tiempo de parada, determinamos el valor de la velocidad de propagación de la onda de presión, según la fórmula siguiente:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + R \frac{D}{e}}}$$

Siendo:

$$R = \frac{10^{10}}{E}$$

E = Módulo de elasticidad del material de la conducción.

D = Diámetro de la conducción en mm.

e = Espesor de la conducción en mm.

Valores prácticos de R:

Hierro maleable y acero	0,5
Hierro fundido	1
Fibrocemento	5,4
Poliéster	6,6
P.V.C.	33,6

Determinado a, existen dos fórmulas para el cálculo de la sobrepresión y se aplican si:

$$L < \frac{aT}{2} \text{ la fórmula de Michaud } \Delta H = \frac{2LV}{gT}$$

$$L < \frac{aT}{2} \text{ la fórmula de Allievi } \Delta H = \frac{aV}{g}$$

En el caso de que  $L = \frac{aT}{2}$  (longitud crítica)

Indistintamente se pueden utilizar ambas fórmulas.

La presión instantánea que se presenta en el momento de producirse el golpe de ariete es igual al valor de la sobrepresión incrementado en la presión estática existente.

### VISCOSIDAD

Cuando el fluido manejado tiene una viscosidad superior a la del agua, los valores de caudal, altura y rendimiento de la bomba vienen modificados en función del valor de esta viscosidad. En la tabla siguiente se obtienen los factores de corrección que deben aplicarse sobre los valores de la bomba con agua para el bombeo de fluidos viscosos.

La tabla debe usarse sin extrapolar. No es válida para bombas de flujo mixto o hélice, tampoco para fluidos no uniformes.

**Ejemplo.** Seleccionar una bomba para elevar 47 l/seg. de aceite de 27° Engler a una altura manométrica de 30,5 m.

Factores de corrección:

Caudal	0,95
Altura	0,92 (Caudal nominal)
Rendimiento	0,635

por tanto los valores en agua serían los siguientes:

$$\text{Caudal} = \frac{47}{0,95} = 49,47 \text{ l/seg.}$$

$$\text{Altura} = \frac{30,5}{0,92} = 33,15 \text{ metros}$$

Suponiendo que la bomba para agua de 50 l/seg. a 33,2 m. tiene un rendimiento del 81% al trabajar con fluido viscoso tendrá:

$$\text{Rendimiento} = 81 \times 0,635 = 51,43\%$$

La potencia absorbida por la bomba con fluido viscoso será:

$$\text{Potencia} = \frac{47 \times 30,5}{75 \times 0,515} = 37,11 \text{ CV}$$

## TABLA PARA ELECCIÓN DEL CABLE ELÉCTRICO EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD DEL MISMO, DEL VOLTAJE DE TRABAJO Y DE LA POTENCIA DEL MOTOR

### MOTOR MONOFÁSICO 220 V.

Potencia CV	Sección del cable mm <sup>2</sup> (3 hilos)					
	1,5	2,5	4	6	10	16
	Longitud máxima del cable en metros					
0,33	170	280	450	670	1130	1750
0,5	120	200	320	480	810	1260
0,75	80	130	220	320	550	850
1	60	100	170	250	430	670
1,5	40	70	120	180	300	470
2	30	60	90	130	230	360
3	20	40	60	90	150	230

## TABLA DE POTENCIAS PARA GENERADORES

Valores mínimos en kW (Kilowatios) y en KVA (Kilovoltio-amperio) necesarios para arrancar un motor en función de su potencia en CV.

Potencia Motor Monofásico o trifásico		Potencia Mínima del generador		Potencia Motor Trifásico		Potencia Mínima del generador	
kW	CV	kW	KVA	kW	CV	kW	KVA
0,37	0,5	1,5	2	11	15	22,5	28
0,55	0,75	2	2,5	15	20	30	38
0,75	1	2,5	3	18,5	25	40	50
1,1	1,5	3,5	4,5	22	30	45	57
1,5	2	4	5	30	40	60	75
2,2	3	6	7,5	37	50	75	94
3	4	9	11	45	60	90	112
4	5,5	10	12,5	51	70	105	131
5,5	7,5	12,5	15,6	75	100	150	190
7,5	10	15	18	92	125	185	230
9,2	12,5	18,8	23,5	110	150	210	260

### VARIADOR DE FRECUENCIA PARA MOTORES FRANKLIN

La intensidad del motor siempre debe estar por debajo de la intensidad marcada en la placa de características.

Reducción de potencia hasta 10% (según el fabricante del convertidor de frecuencia)

Campo de frecuencias: 30-60Hz

Entre 30 y 50 Hz hay que tener la relación tensión/frecuencia constante (o sea 240 Volt a 30 Hz, 320 Volt a 40 Hz, 400 Volt a 50 Hz) Por encima de 50 Hz tener la tensión nominal (400 Volt a 50 Hz, 55 Hz, 60 Hz).

Rampa de arranque y parada: hasta 30 Hz en 1 segundo

Dejar 1 minuto entre varios arranques.

Picos de tensión menos de 1000 Volt (VDE0530)

Rampa de los picos de tensión <500 Volt/us (VDE0530)

Tener en cuenta la velocidad mínima del agua alrededor del motor.

Utilizar un convertidor con filtro incorporado o utilizar un filtro aconsejado por el fabricante del convertidor. Un filtro disminuye los picos de tensión.

No es compatible con el Subtrol.

### ARRANCADOR PROGRESIVO

Tensión de arranque mínima: 55% de la tensión nominal.

La tensión nominal se debe establecer en 3 segundos.

Al parar, la tensión debe de ser cero en máximo 3 segundos.

Compatible con el Subtrol.

## TABLA PARA ELECCIÓN DEL CABLE ELÉCTRICO EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD DEL MISMO, DEL VOLTAJE DE TRABAJO Y DE LA POTENCIA DEL MOTOR

### MOTOR TRIFÁSICO - ARRANQUE DIRECTO

Potencia CV	Volt.	Sección del cable mm <sup>2</sup> (3 hilos)									
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
Longitud máxima del cable en metros											
0,5	220	270	450	720	1080	1840	-	-	-	-	-
	380	810	1350	2160	-	-	-	-	-	-	-
0,75	220	180	300	490	730	1250	1940	-	-	-	-
	380	550	920	1480	2230	-	-	-	-	-	-
1	220	140	230	370	550	940	1460	-	-	-	-
	380	410	580	1090	1640	2780	-	-	-	-	-
1,5	220	90	160	250	380	650	1010	-	-	-	-
	380	300	500	810	1210	2060	3200	-	-	-	-
2	220	70	120	190	290	500	780	-	-	-	-
	380	220	370	590	880	1500	2340	-	-	-	-
3	220	50	80	130	200	340	540	-	-	-	-
	380	150	250	400	600	1030	1600	-	-	-	-
4	220	40	60	100	150	260	410	-	-	-	-
	380	110	190	310	460	790	1230	-	-	-	-
5,5	220	-	33	52	78	127	199	301	407	552	726
	380	59	98	155	232	380	593	898	1213	1648	-
7,5	220	-	25	39	58	96	149	226	305	414	544
	380	44	73	116	173	285	445	673	910	1236	1624
10	220	-	-	31	46	75	118	178	241	328	432
	380	35	58	92	136	224	350	530	718	979	1289
12,5	220	-	-	-	38	62	97	147	199	271	357
	380	-	47	76	113	185	289	438	593	808	1064
15	220	-	-	-	-	52	81	123	167	227	300
	380	-	-	63	94	155	242	367	497	677	895
20	220	-	-	-	-	40	62	95	129	178	237
	380	-	-	48	71	118	185	283	386	530	707
25	220	-	-	-	-	-	50	77	105	144	191
	380	-	-	-	58	96	151	229	312	429	571
30	380	-	-	-	-	80	126	192	262	359	479
	380	-	-	-	-	68	108	164	224	308	410
40	380	-	-	-	-	-	94	143	195	268	355
	380	-	-	-	-	-	-	138	190	268	368
60	380	-	-	-	-	-	-	115	160	228	314
	380	-	-	-	-	-	-	-	140	200	275
90	380	-	-	-	-	-	-	-	105	160	228
	380	-	-	-	-	-	-	-	-	155	220
100	380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	195
	380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	176
125	380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	157
	380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125

### MOTOR TRIFÁSICO - ARRANQUE ESTRELLA - TRIÁNGULO

Potencia CV	Volt.	2 Cables de sección en mm <sup>2</sup> (2x3 hilos)										
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95
Longitud máxima del cable en metros												
5,5	220	34	56	91	136	235	-	-	-	-	-	-
	380	102	168	270	405	-	-	-	-	-	-	-
7,5	220	25	42	67	100	175	-	-	-	-	-	-
	380	76	128	200	300	510	-	-	-	-	-	-
10	220	19	31	50	75	129	203	-	-	-	-	-
	380	57	93	150	225	385	-	-	-	-	-	-
12,5	220	-	25	40	60	103	161	-	-	-	-	-
	380	45	75	120	180	309	483	-	-	-	-	-
15	220	-	22	35	52	90	141	215	-	-	-	-
	380	39	66	105	156	270	421	-	-	-	-	-
17,5	220	-	19	30	45	77	121	185	-	-	-	-
	380	-	57	90	135	230	360	-	-	-	-	-
20	220	-	-	26	39	57	104	159	219	-	-	-
	380	-	48	77	116	200	310	475	-	-	-	-
25	220	-	-	-	31	54	84	128	177	-	-	-
	380	-	-	63	93	161	251	383	530	-	-	-
30	220	-	-	-	-	43	68	103	143	199	-	-
	380	-	-	51	76	129	203	309	428	-	-	-
35	220	-	-	-	-	39	61	93	128	179	-	-
	380	-	-	45	68	117	183	279	364	-	-	-
40	220	-	-	-	-	-	54	83	115	159	217	-
	380	-	-	-	60	104	162	248	343	476	-	-
50	220	-	-	-	-	-	44	68	94	131	179	-
	380	-	-	-	50	86	132	204	281	392	-	-
60	220	-	-	-	-	-	-	58	80	111	152	192
	380	-	-	-	-	73	112	173	239	332	454	-
70	220	-	-	-	-	-	-	51	70	98	133	169
	380	-	-	-	-	-	99	152	210	292	395	505
75	220	-	-	-	-	-	-	62	86	117	149	-
	380	-	-	-	-	-	87	133	185	257	350	445
90	220	-	-	-	-	-	-	56	78	106	135	-
	380	-	-	-	-	-	-	120	167	233	317	403
100	220	-	-	-	-	-	-	-	70	95	120	-
	380	-	-	-	-	-	-	108	149	209	284	359
125	380	-	-	-	-	-	-	-	121	169	230	293
	380	-	-	-	-	-	-	-	-	140	190	242

# INFORMACIÓN TÉCNICA

## LONGITUD

milímetro mm	centímetro cm	metro m	pulgadas in	pie ft	yarda yd
1	0,1	0,001	0,0394	0,0033	0,0011
10	1	0,01	0,3937	0,0328	0,0109
1000	100	1	39,3701	3,2808	1,0936
25,4	2,54	0,0254	1	0,0833	0,0278
304,8	30,48	0,3048	12	1	0,3333
914,4	91,44	0,9144	36	3	1

1 kilómetro = 1000 metros = 0,62137 millas

1 milla = 1609,34 metros = 1,60934 kilómetros

## VOLUMEN

m cúbico m <sup>3</sup>	litro L	mililitro mL	galón imperial	US galón	pie cúbico ft <sup>3</sup>
1	1000	1 × 10 <sup>6</sup>	220	264,2	35,3147
0,001	1	1000	0,22	0,2642	0,0353
1 × 10 <sup>-6</sup>	0,001	1	2,2 × 10 <sup>-4</sup>	2,642 × 10 <sup>-4</sup>	3,53 × 10 <sup>-4</sup>
0,00455	4,546	4546	1	1,201	0,1605
0,00378	3,785	3785	0,8327	1	0,1337
0,0283	28,317	23817	6,2288	7,4805	1

## MASA

kilo kg	libra lb	quintal cwt	tonne t	tonelada ton	tonelada US corta
1	2,205	0,0197	0,001	9,84 × 10 <sup>-4</sup>	0,0011
0,454	1	0,0089	4,54 × 10 <sup>-4</sup>	4,46 × 10 <sup>-4</sup>	5,0 × 10 <sup>-4</sup>
50,802	112	1	0,0508	0,05	0,056
1000	2204,6	19,684	1	0,9842	1,1023
1016	2240	20	1,0161	1	1,102
907,2	2000	17,857	0,9072	0,8929	1

## CAUDAL

litro por segundo L/s	litro por minuto L/m	metro cúbico por hora m <sup>3</sup> /h	pie cúbico por minuto ft <sup>3</sup> /h	pie cúbico por minuto ft <sup>3</sup> /min	galón imperial por minuto	galón US por minuto	barril US por dis
1	60	3,6	127,133	2,1189	13,2	15,85	543,439
0,017	1	0,06	2,1189	0,053	0,22	0,264	9,057
0,278	16,667	1	35,3147	0,5886	3,666	4,403	150,955
0,008	0,472	0,0283	1	0,0167	0,104	0,125	4,275
0,472	28,317	1,6990	60	1	6,229	7,480	256,475
0,076	4,546	0,2728	9,6326	0,1605	1	1,201	41,175
0,063	3,785	0,2271	8,0209	0,1337	0,833	1	34,286
0,002	0,110	0,0066	0,2339	0,0039	0,024	0,029	1

## PRESIÓN

newton por metro cuadrado N/m <sup>2</sup> (Pa)	kilopascal kPa	bar bar	kilogramo fuerza por centímetro cuadrado kgf/cm <sup>2</sup>	libra fuerza pulgada cuadrada lbf/in <sup>2</sup>	pie columna de agua ft H <sub>2</sub> O	metro columna de agua m H <sub>2</sub> O	mm de mercurio mm Hg	pulgada de mercurio in Hg
1	0,001	1 × 10 <sup>-5</sup>	1,02 × 10 <sup>-5</sup>	1,45 × 10 <sup>-4</sup>	3,35 × 10 <sup>-4</sup>	1,02 × 10 <sup>-4</sup>	0,0075	2,95 × 10 <sup>-4</sup>
1000	1	0,01	0,0102	0,145	0,335	0,102	7,5	0,295
1000000	100	1	1,02	14,5	33,52	10,2	750,1	29,53
98067	98,07	0,981	1	14,22	32,81	10	735,6	28,96
6895	6,895	0,069	0,0703	1	2,31	0,703	51,72	20,36
2984	2,984	0,03	0,0305	0,433	1	0,305	44,42	0,882
9789	9,789	0,098	0,1	1,42	3,28	1	73,42	2,891
133,3	0,133	0,0013	0,0014	0,019	0,045	0,014	1	0,039
3386	3,386	0,0338	0,0345	0,491	1,133	0,345	25,4	1

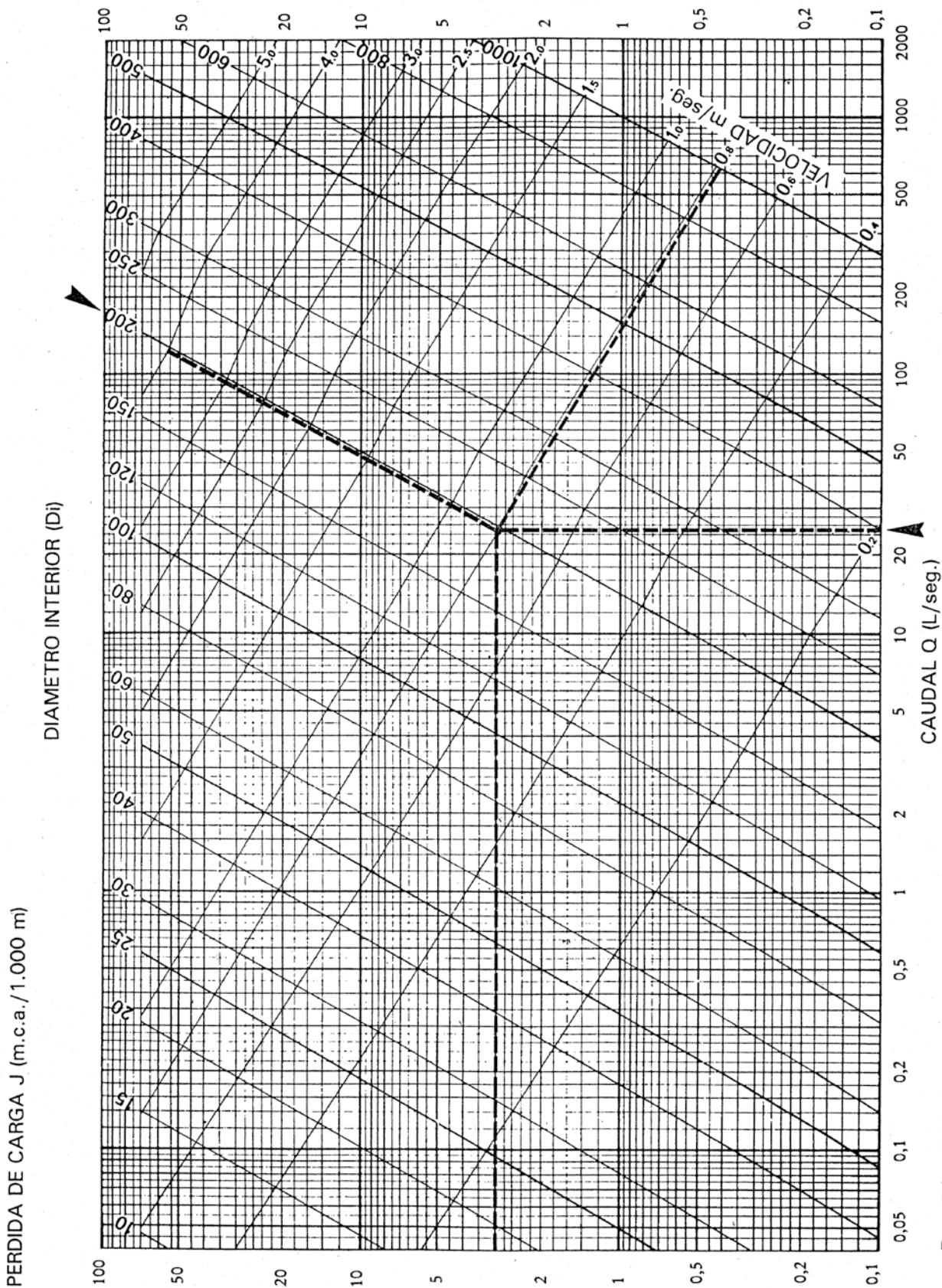
INFORMACIÓN TÉCNICA
TABLA PÉRDIDAS DE CARGA

Main data table with columns for internal diameter (Diámetro interior) and velocity (Velocidad) and rows for various pipe types and materials. Includes a box with technical notes and a table of loss coefficients for different pipe materials.

Pc% = Pérdidas de carga en m.c.a. 100 metros. Vm/s = Velocidad en metros por segundo.



Pérdidas de carga en tubos de polietileno según Colebrook



Para  $D_i \leq 200$  mm.  $K = 0,01$  mm. Para  $D_i > 200$  mm.  $K = 0,05$  mm. Temperatura agua + 10 °C.

Ejemplo: Tubo PE AD Ø 225 PN 6,3 ( $D_i = 198,2$  mm). Caudal a transportar 25 L/seg.

Trazar una línea desde  $D_i = 198,2$  mm hasta que corte a la línea del caudal 25 L/seg.

Obtenemos una pérdida de carga por fricción de 3 m cada 1.000 m a una velocidad de 0,78 m/seg.

## Notas

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



ANDALUCÍA

Innovación, 23 (Parque Ind. P.I.S.A.)  
Mairena de Aljarafe (Sevilla)  
[prinzesur@bombaprinze.com](mailto:prinzesur@bombaprinze.com)

CATALUÑA

Avda. Cerdanya, nave 31  
Badalona (Barcelona)  
[bymo@bombaprinze.com](mailto:bymo@bombaprinze.com)

ARAGÓN

Virgen del Buen Acuerdo, 37  
(Pol. Alcalde Caballero)  
Zaragoza  
[bymoz@bombaprinze.com](mailto:bymoz@bombaprinze.com)

GALICIA

José M.ª Rivera Corral, 5  
La Coruña  
[elymo@bombaprinze.com](mailto:elymo@bombaprinze.com)

ASTURIAS

Max Planck, Parc. 3  
(Pol. Roces III)  
Gijón  
[julman@bombaprinze.com](mailto:julman@bombaprinze.com)

PAÍS VASCO

Tejera Bidea, 4  
Nave 2, Módulos 13-14  
(Polígono Belako)  
Munguía (Vizcaya)  
[enorte@bombaprinze.com](mailto:enorte@bombaprinze.com)