

**DIÁMETROS NORMALIZADOS PARA TUBERÍA DE COBRE (mm)**

<b>D<sub>ext</sub></b>	6	8	10	12	14	15	16	18	22	28	35	40	42	54	64	66.7	76.1	88.9	108
<b>D<sub>int</sub></b>	4	6	8	10	12	13	14	16	20	26	33	38	40	51	61	63.7	73.1	84.9	104

**CRITERIOS PARA SELECCIONAR EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA:**

**CRITERIO DE VELOCIDAD MÁXIMA:** Velocidad de paso menor de 2 m/s si discurre por locales habitados, menor de 3 m/s si es exterior o va por locales habitados.  $\Rightarrow v = 0,354 \cdot \frac{Q}{D^2}$

**CRITERIO DE PÉRDIDAS DE CARGA MÁXIMAS:** Debe estar comprendida entre 10 y 40 mm.c.a./m lineal de tubería. Se utiliza la fórmula de Flamant para tubo liso de cobre. En caso de utilizar mezcla agua glicol, multiplicar la pérdida de carga obtenida por 1,3.  $\Rightarrow P_{unitaria} = 378 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$

**Atención, las unidades NO son S. I.:**

- Q:** caudal de circulación, l/h
- D:** diámetro interior de la tubería, mm.
- V:** velocidad del fluido en tubería, m/s
- Punitaria:** pérdida de carga en mm de columna de agua por m lineal de tubería (mm.c.a./m)

**TABLA DE PÉRDIDAS HIDRÁULICAS.**

Modelo ejemplo de tabla de cálculos de pérdidas hidráulicas elaborada para un recorrido del fluido caloportador.

TRAMO	Caudal (l/h)	Diámetro interior (mm)	V (m/s)	Longitud (m)	Longitud equiv. pérdidas localizadas (m)	Longitud total (m)	Pérdida de carga unitaria (agua) (mm.c.a. /m)	Pérdida de carga unitaria (glicol) (mm.c.a. /m)	Pérdida de carga por tramo elegido (mm.c.a)
a-b	12000	61	1.14	120	33.95	153.95	17.21	22.37	3444
b-c	6000	51	0.82	5.6	4.6	10.2	11.98	15.57	159
...									..
Paso por captadores	Obtener de la documentación técnica del captador. En el caso de captadores conectados en batería paralelo, se pueden considerar los otros captadores como un tramo adicional de tubería por el que circula todo el caudal que alimenta la batería.								50
...									..
Paso por intercambiador	Obtener de la documentación técnica del intercambiador								1500
...									..
								<b>TOTAL</b>	<b>9000</b>

**TABLA DE PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS** Longitud equivalente de tubería (en metros)

Diámetro nominal (exterior) de la tubería de cobre

	18	22	28	35	42	54	64	66.7	76.1	88.9	108
Curva de 45°	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.0	1.2	1.3	1.6
Codo de 90°	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.7	2.0	2.1	2.5	2.9	3.5
Curva de 90°	0.3	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.5	1.6	1.9	2.2	2.7
Reducción	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0	1.3	1.6	1.7	1.9	2.3	2.8
T	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9	1.1	1.3
T	2.5	3.0	3.6	4.1	4.6	5.0	5.9	6.1	6.8	7.7	9.0
T	1.7	1.8	1.9	2.4	3.0	3.6	4.1	4.3	4.8	5.5	6.6
Vál Anti Retorno	0.5	0.8	1.1	1.6	2.1	2.7	3.4	3.5	4.1	4.9	6.1

**CÁLCULO DEL VOLUMEN NOMINAL DEL VASO DE EXPANSIÓN CERRADO.**

Recordatorio: 1 bar = 1 atm = 10 m.c.a. = 101325 Pa ≈ 100 kPa

$V_{nom} = (V_e + V_{vap} + V_r) * C_p$  volumen nominal del vaso de expansión, donde

$V_e = V_t * C_e * \Delta T$  se denomina volumen de expansión (litros) y se calcula a partir de:

$V_t$ : Volumen total de líquido en el circuito cerrado. Si es el primario incluye captadores, tuberías e intercambiador.

$C_e$  Coeficiente de expansión (para el agua pura = 0,00018 para agua con propilenglicol al 40% = 0,000654)

$\Delta T$ : Diferencia de temperatura máxima esperable, se puede tomar un valor de 130°C como conservador.

$V_{vap}$ : Volumen debido a la formación de vapor. Como mínimo igual al volumen encerrado en los captadores.

$V_r$ : Volumen de reserva (típicamente 3 litros)

$C_p = \frac{PM + 1}{PM - Pm}$  es el coeficiente de presión.

**PM** es la presión manométrica máxima en el vaso de expansión, PM se elige tal que  $PM = P_{vs} * 0,9$  donde  $P_{vs}$  es la presión de tarado de la válvula de seguridad (6 o 10 bar)

**Pm** es la presión manométrica mínima en el vaso de expansión. Pm se elige tal que en el punto más alto del circuito la presión debe ser superior a la atmosférica, p.e. 0,5 bar. Atención a las diferencias de altura entre el vaso y los captadores.