

Víctor Yepes Piqueras. Procedimientos de Construcción. Universitat Politècnica de València

PROBLEMA. Disponemos de una bomba de hormigón de montaje en remolque de 162 kW de potencia y un rendimiento de 0,68. Se quiere estimar el volumen de hormigón que se puede bombear en una jornada de 8 horas a una altura de 90 m sabiendo que, debido a los tiempos muertos, el rendimiento esperado es de 45 minutos por cada hora. El hormigón presenta un peso específico de 24 kN/m³ y un cono de Abrams de 120 mm ($b = 1,18 \cdot 10^{-6} \cdot \text{bar} \cdot \text{h}/\text{m}$). La tubería es rígida, de 100 mm de diámetro y su longitud de 500 m (de los cuales 410 m son en horizontal y 90 m en vertical), presenta además 4 codos a 90°. Comprobar los resultados obtenidos con el nomograma siguiente:

Solución:

En primer lugar, calculemos la longitud equivalente de la tubería. Los 4 codos a 90° suponen un incremento adicional de $4 \times 3 = 12$ m. La distancia en vertical equivalente será $1,1 \times 90 = 99$ m. Por tanto, la longitud total equivalente será $L = 410 + 12 + 99 = 521$ m. Aplicando la fórmula empírica de ACI 304.2r-96, se puede relacionar la pérdida de carga p (bar) en la tubería con el caudal, de forma que:

$$p[\text{bar}] = b \cdot \frac{16 \cdot L}{\pi} \cdot \frac{q}{D^3} = 1,18 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{16 \cdot 521 \text{ m}}{0,100^3 \text{ m}^3} = 3,131 \cdot q$$

Por otra parte, será necesaria una presión adicional, p_h , necesaria para elevar el hormigón a 90 m de altura.

$$p_h = 90 \text{ m} \cdot \frac{24 \text{ kN}}{\text{m}^3} = 2160 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 21,60 \text{ bar}$$

La potencia de la bomba N [kW] se calcula de la siguiente forma:

$$N[\text{kW}] = \frac{(p + p_h)[\text{bar}] \cdot q \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]}{36 \cdot \eta} = \frac{(3,131 \cdot q + 21,60) \cdot q}{36 \cdot 0,68} = 162 \text{ kW}$$

Despejando la ecuación de segundo grado la raíz positiva, $q = 32,31 \text{ m}^3/\text{h}$. Sin embargo, en las 8 horas solo disponemos de 45 minutos de trabajo efectivo cada hora, lo que suponen 6 horas sin demoras. Por tanto, en la jornada laboral podremos bombear $32,31 \times 6 = 193,86 \text{ m}^3$.

Se puede utilizar el siguiente nomograma para el cálculo de la pérdida de carga en el bombeo del hormigón:

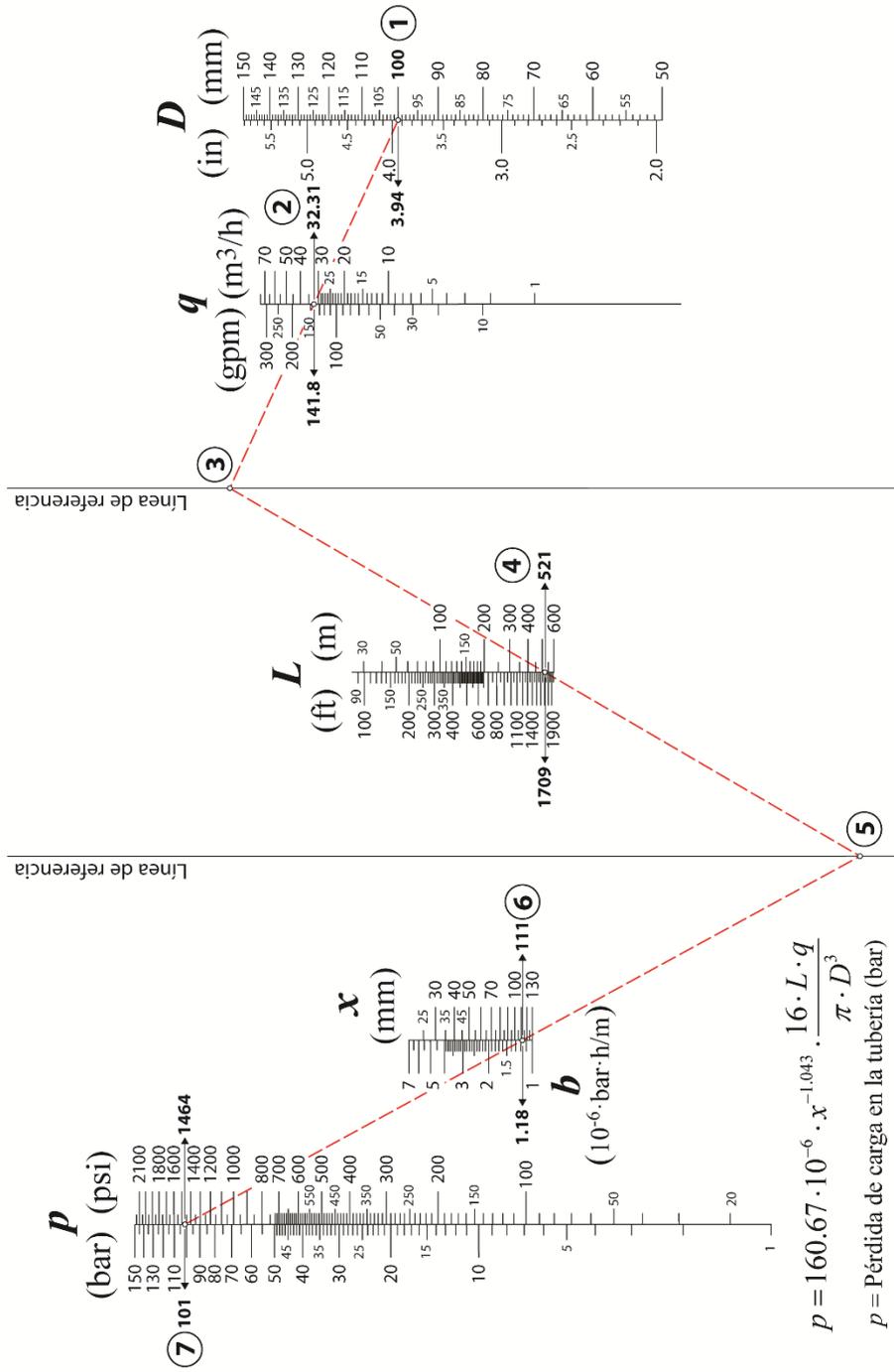
Referencia:

YEPES, V. (2023). [Maquinaria y procedimientos de construcción. Problemas resueltos](#). Colección Académica. Editorial Universitat Politècnica de València, 562 pp. Ref. 376. ISBN 978-84-1396-174-3



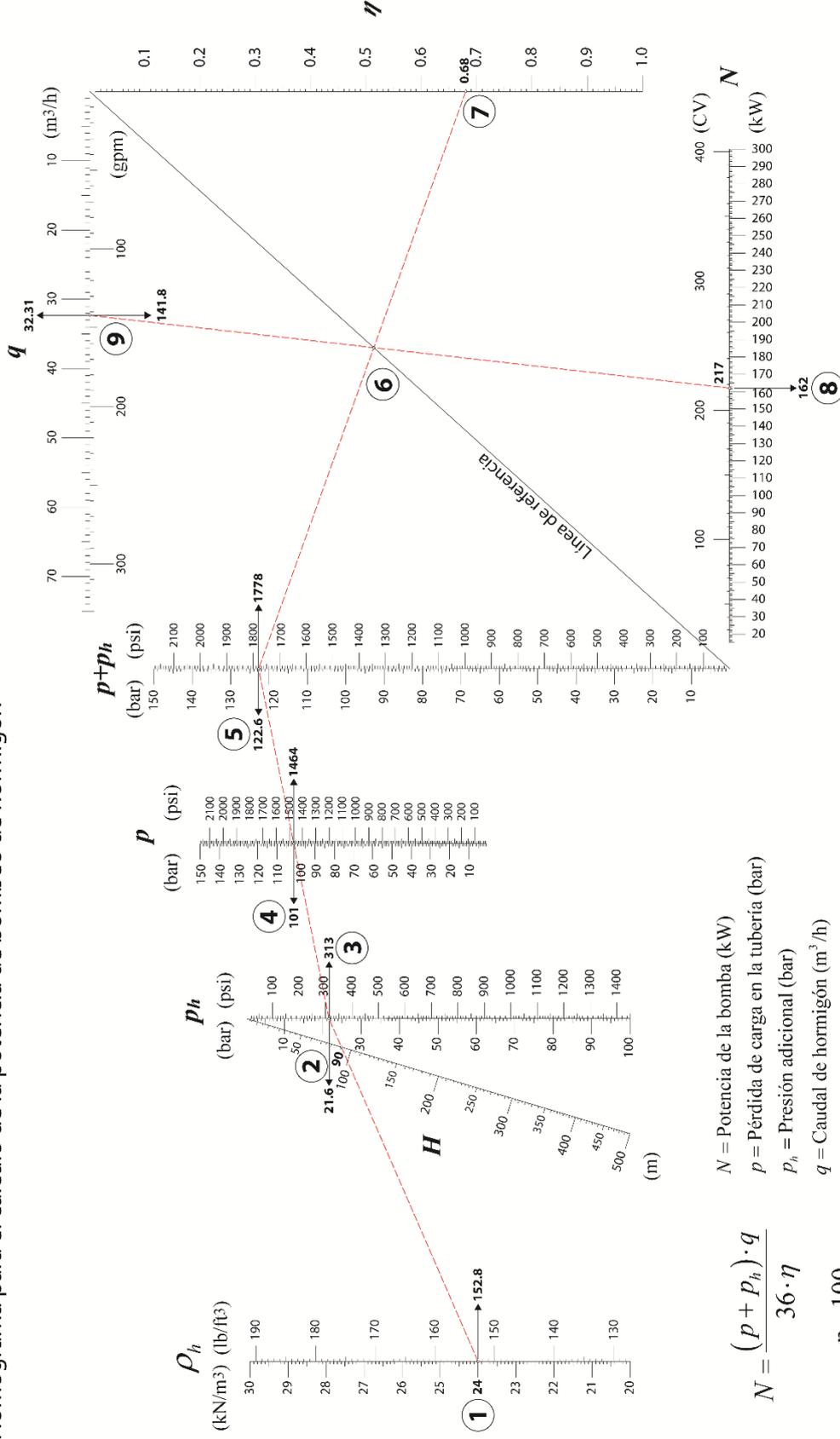
Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional](#).

Nomograma para el cálculo de la pérdida de carga en el bombeo de hormigón



Para el cálculo de la potencia de bombeo del hormigón, se puede usar este otro nomograma:

Nomograma para el cálculo de la potencia de bombeo de hormigón



- N = Potencia de la bomba (kW)
- p = Pérdida de carga en la tubería (bar)
- p_h = Presión adicional (bar)
- q = Caudal de hormigón (m³/h)
- η = Rendimiento de la bomba
- ρ_h = Densidad del hormigón (kN/m³)
- H = Altura de bombeo (m)

$$N = \frac{(p + p_h) \cdot q}{36 \cdot \eta}$$

$$H = \frac{p_h \cdot 100}{\rho_h}$$