



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

# Bombeo de mezcla



Imagen: <http://www.eurorep.com.mx/articulo-bombeo-de-concreto.shtml>

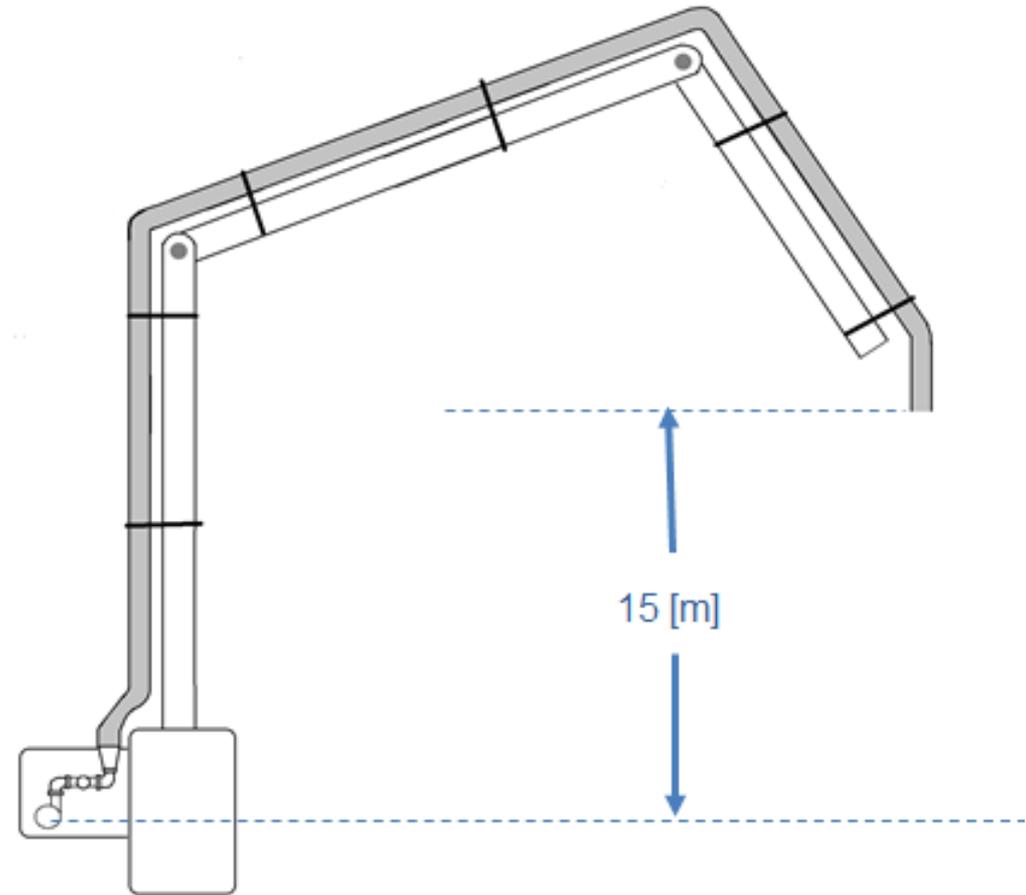


## Ejercicio de aplicación práctica.

Un sistema de bombeo de mezcla (arena, agua y cemento) debe descargar a una altura de 15 metros con respecto al impulsor de la bomba, de acuerdo como se muestra en la figura.

Considere que la densidad de la mezcla es de  $1300 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$ , que el caudal nominal es de  $160 \text{ [m}^3\text{/h]}$ , la eficiencia del sistema de bombeo es del 85%, el diámetro interno de la manguera es de 5 pulgadas y el diámetro de salida de la mezcla en la bomba es de 3.25 pulgadas y la presión atmosférica es de  $101325 \text{ [Pa]}$ . Bajo estas condiciones determine:

a) La presión que ejerce la bomba.





## Solución.

Consideraciones:

- a) La mezcla se considera un fluido incompresible.
- b) Se considera despreciable la energía en forma de calor.
- c) No hay pérdidas de energía ocasionadas por fricción.
- d) Se supondrá el bombeo a nivel del mar ( $g=9.81$  [m/s<sup>2</sup>]).
- e) El fluido se considera homogéneo con densidad constante.
- f) La velocidad de la mezcla en la manguera es constante.



Se aplicará la ecuación de Bernoulli

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = \textit{constante}$$

Siendo  $P$  la presión la sección de interés,  $\rho$  la densidad del fluido,  $v$  la velocidad del fluido,  $g$  la constante de la gravedad y  $h$  la altura manométrica en la sección de interés.

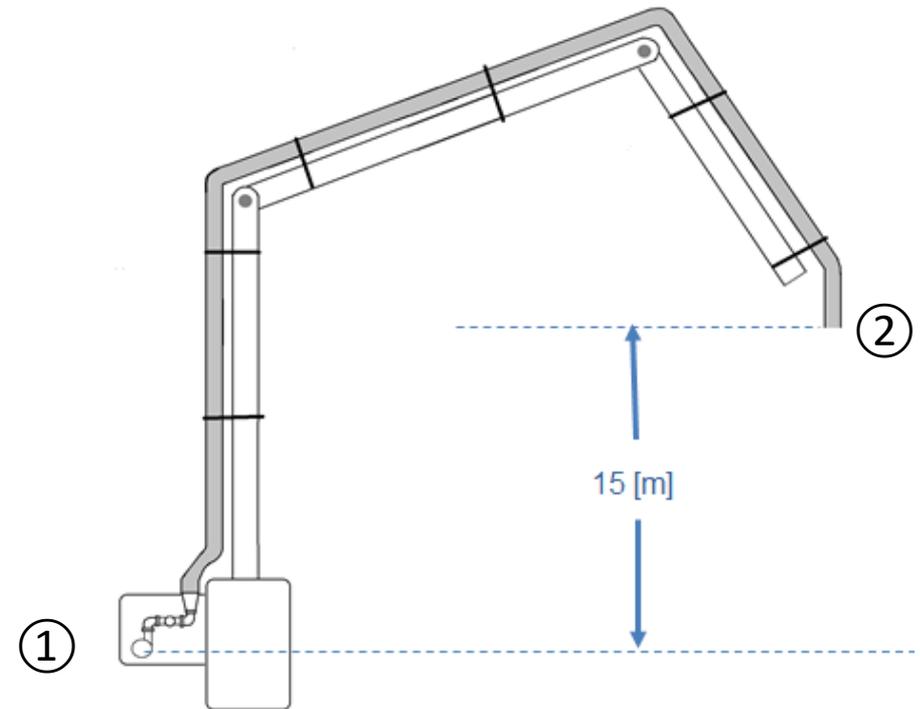
Y la ecuación de gasto volumétrico ( $Q$ )

$$Q = A * v = \frac{\pi}{4} d^2 * v$$

Donde  $d$  es el diámetro en la sección de interés.



Se determinan como sección de interés en el análisis de estas condiciones de bombeo, la sección más baja en el sistema hidráulico ①, así como la sección de la mezcla al salir de la manguera ②.





Por lo que la ecuación de Bernoulli queda como:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

De forma que la presión de bombeo ( $P_1$ ) queda definida

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2 - \rho g h_1$$

Para determinar las velocidades en las secciones se aplicará la ecuación general de gasto volumétrico, de forma que la eficiencia del sistema de bombeo ( $\eta$ ) se refleja en dicho gasto.

$$v = \frac{4 * Q * \eta}{\pi * d^2}$$



Por lo que la Presión de Bombeo queda como:

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho \left( \frac{4 * Q * \eta}{\pi * d_2^2} \right)^2 + \rho g h_2 - \frac{1}{2} \rho \left( \frac{4 * Q * \eta}{\pi * d_1^2} \right)^2 - \rho g h_1$$

Siendo

$$P_2 = 101325 \text{ [Pa]}, \rho = 1300 \text{ [N/m}^2\text{]}, Q = \frac{160}{3600} \text{ [m}^3\text{/s]}, \eta = 0.85,$$
$$d_1 = 3.25 * (0.0254) \text{ [m]}, g = 9.81 \text{ [m/s}^2\text{]}, d_2 = 5 * (0.0254) \text{ [m]},$$
$$h_1 = 0 \text{ y } h_2 = 15 \text{ [m]}.$$

$$P_2 = 101,325.00 + 5,780.847 + 191,295.0 - 32,384.568 - 0.0$$

$$P_2 = 266,016.279 \text{ [Pa]} \blacktriangleleft$$



## Conclusiones:

La presión obtenida

$$P_2 = 266,016.279 \text{ [Pa]} \blacktriangleleft$$

representa una presión real de bombeo por el sistema impulsor de la mezcla de concreto, la cual resulta ser superior a la presión atmosférica por poco mas de 2.5.

La ecuación de Bernoulli y la ecuación de continuidad son suficientes para resolver el problema planteado de acuerdo a las consideraciones realizadas.