

Máquinas para Fluidos I

Examen

Febrero, 2025

El sistema de ventilación de una planta industrial se compone de dos ventiladores que succionan desde su interior e impulsan al exterior a través de chimeneas de evacuación que introducen una pérdida de carga de $0.115Q^2$ metros de columna de aire con Q en m^3/s . El aire ingresa al ambiente ventilado a través de un portón de 7 m de longitud por 4 m de alto, pudiéndose suponer que la pérdida de carga en la succión de los ventiladores es despreciable.

Los dos ventiladores utilizados son iguales y presentan la curva característica que se adjunta en condición estándar, especificándose la velocidad de giro máxima de operación, el diámetro del rotor y el área de impulsión.

$N = 500$ RPM, Diámetro de rotor = 1200 mm, Área de impulsión = $1.1 m^2$

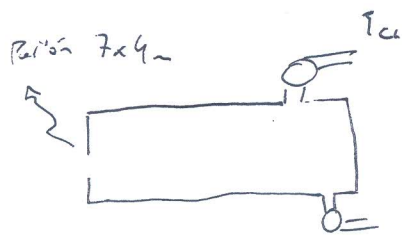
$Q (m^3/s)$	0	5	10	15	20	25
Presión Estática (mm_{agua})	312	292	235	169	94	10
(%)	-----	35	63	75	65	50

- Suponiendo que el flujo de entrada por el portón es uniforme con velocidad 1 m/s determinar la condición de operación de cada ventilador, la velocidad de giro a la cual operarían y la potencia demandada total.
- Se debe agregar en la impulsión de cada ventilador un sistema de limpieza que agrega una pérdida de carga de $0.523 Q^2$ y la velocidad de ingreso al portón debería ser un 20 % superior al utilizado en (a). Analizar si es posible operar con los ventiladores disponibles y proponer y justificar al menos dos soluciones para lograr el incremento de velocidad de ingreso.
- Se decide cambiar los ventiladores por otros de la misma familia, con un diámetro de rotor de 1500 mm y movidos por motores con velocidad máxima de 750 RPM y potencia nominal de 400kW. Determinar el mayor caudal que podrían mover los ventiladores en esta instalación.

1/4



Examen MFI - Ventilación



$$\zeta_{ch} = 0,115 Q^2 \quad [Q] = \frac{m^3}{s}$$

$$\frac{\zeta_s}{\zeta_{ch}} \ll 1$$

$$A_{m,1} = 1,1 \text{ m}^2$$

$$D_r = 1200 \text{ mm}$$

$$N = 500 \text{ RPM}$$

$$\omega_{pavón} = 1 \frac{m^3}{s} \Rightarrow Q_{in} = 7 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 1 \frac{m^3}{s} = 28 \frac{m^3}{s}$$

$$\zeta_{ch1} = \zeta_{ch2} \Rightarrow \Delta H_1 = \Delta H_2 \Rightarrow Q_1 = Q_2 \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 28 \frac{m^3}{s} \Rightarrow Q_1 = Q_2 = 14 \frac{m^3}{s}$$

$$\Delta H_1 = \zeta_{ch1} = \Delta H_2 = 0,115 Q^2 = 22,54 \text{ m}$$

$$H_v = \frac{\Delta p (m - H_{co})}{1,2} + \frac{(Q / 1,1 \text{ m}^2)^2}{29}$$

$Q (m^3/s)$	0	5	10	15	20	25
$H_v (m)$	260	244	200	150	95	35
$\eta (\%)$	-	35	63	75	65	50
H_v / Q^2	-	9,76	2,05	0,668	0,278	0,0555



$$\Pi_H = \frac{H_v}{\omega^2 D^2} \quad ; \quad \Pi_Q = \frac{Q}{\omega D^3} \Rightarrow \frac{\Pi_Q^2}{\Pi_H} = \frac{Q^2}{\omega^2 D^6} \cdot \frac{\omega^2 D^2}{H_v} = \frac{Q^2}{H_v D^4}$$

$$\Rightarrow \Pi_H, \Pi_Q, D \text{ y } \omega \text{ ctes en pto. homologos} \Rightarrow H = K Q^2 \text{ (para pto. Homol.)}$$

$$\frac{\Delta H_1}{2} = 0,115 \Rightarrow Q_H \in [20, 25] \quad \left. \begin{array}{l} H = 335 \text{ m} - 12 Q \\ H = 190 \text{ m} - 75 Q \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{Linealiza}} H = 335 \text{ m} - 12 Q$$

$$\left. \begin{aligned} H &= 335 - 12 Q_{it} \\ H &= 0,115 Q_{it}^2 \end{aligned} \right\} 0,115 Q^2 = 335 - 12 Q \Leftrightarrow Q_{it} = 22,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{it} = 60,3 \text{ m}$$

$$N = N_{it} \cdot \frac{Q}{Q_{it}}$$

$$N = 306 \text{ RPM}$$

$$\eta = 65 - \frac{(65-50)(20-22,9)}{(20-25)} = 56,3\%$$

$$P = \frac{\gamma Q_{it}}{\eta} = \frac{1,2 \cdot 9,8 \cdot 19 \cdot 22,54}{0,563} = 6,6 \text{ kW}$$

$$\Rightarrow \begin{array}{|l} P_{\text{total}} = 2P = 13,2 \text{ kW} \\ \hline N = 306 \text{ RPM} \\ \hline H = 22,5 \text{ m} \\ \hline Q = 19 \text{ m}^3/\text{s} \end{array}$$



$$\textcircled{b} \left\{ \begin{aligned} C_{H_b} &= 0,638 Q^2 \\ N_{\text{porbo}} &= 1,2 \text{ m/s} \rightarrow Q_s = 33,6 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow \Delta H = 0,638 \left(\frac{33,6}{2} \right)^2 = 180,1 \text{ m}$$

$$\text{a } 500 \text{ RPM, } Q = \frac{33,6}{2} = 16,8 \text{ m}^3/\text{s} \text{ implican } \Delta H < 150 \Rightarrow \overbrace{N_{op} > 500}^{\text{No es posible}}$$

$\Rightarrow$ No se puede utilizar estos ventiladores para asegurar ese caudal.

Opciones $\begin{cases} \rightarrow \text{Colocar + Ventiladores en paralelo} \\ \rightarrow \text{cambiar los ventiladores.} \end{cases}$

$$P_c = 1500 \text{ mm}$$

$$N_c = 750 \text{ RPM}$$

$$H_c = H_a \cdot \left(\frac{N_c}{N_a} \right)^2 \left(\frac{P_c}{P_a} \right)^2 \quad (\text{lente por homología})$$

$$Q_c = Q_a \frac{N_c}{N_a} \left(\frac{P_c}{P_a} \right)^3$$

↓

$Q_c (m^3/s)$	0	14,7	29,3	43,9	58,6	73,2
$H (m)$	914	859	703	528	335	122
M	-	35	63	75	5	80
H/Q_c			0,02	0,074		

$$\frac{P_c}{P_a} = 1,25 \quad \text{pequeño cambio de escala} \Rightarrow \text{curva desplazable}$$

$$\frac{\Delta H}{Q^2} = 0,638 \Rightarrow Q_c \in [29,3 ; 43,9]$$

$$H_c = A + B Q_c \quad \left. \begin{array}{l} 528 = A + B \cdot 43,9 \\ 703 = A + B \cdot 29,3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} H_c = 1055 - 12 Q_c \\ H_c = 0,638 Q_c^2 \end{array}$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} Q_c = 32,3 \text{ m}^3/\text{s} \\ H_c = 665,6 \text{ m} \end{array} \right] \left\{ P = \frac{\gamma Q H}{\eta} = 385 \text{ kW} < 400 \text{ kW} \right.$$

$$\eta = \frac{63 - 75}{29,3 - 43,9} (32,3 - 29,3) + 63 = 65,5$$

