

Nombre y apellido: .....  
AÑO: 2024

**Problema N°1:**

Calcular la pérdida de vapor a la atmósfera por un orificio de 6 (mm) de diámetro.  
Condición del vapor:  $p_0 = 20$  (ata);  $t_0 = 300$  (°C).

**Problema N°2:**

Calcular la fuga de aire comprimido por un orificio de 12,5 (mm) de diámetro.  
Condición del aire:  $p_0 = 7$  (ata);  $t_0 = 20$  (°C).

**Problema N°3:**

Calcular la entrada de aire a un sistema de vacío por un orificio de 1(").  
Considerar presión atmosférica  $p_0 = 720$  (mmHg) y  $t_0 = 20$  (°C). Vacío del sistema: 611 (mmHg).

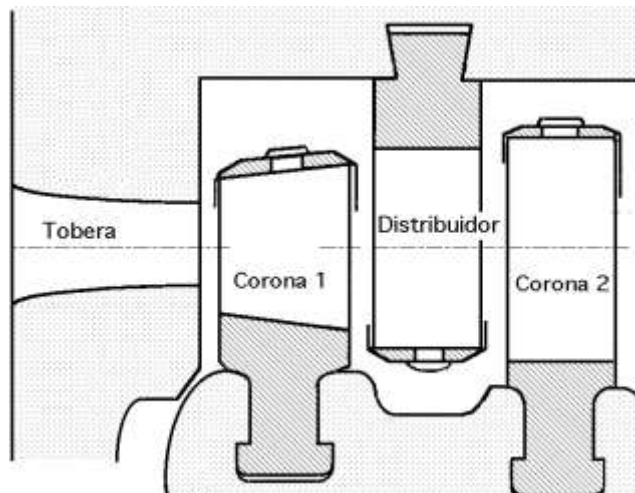
**Problema N°4:**

Determinar para una turbina de vapor de contrapresión (rueda Curtis):

- a) Consumo específico de vapor(kg/kWh).
- b) Consumo de vapor (kg/h)
- c) Potencia Interna (kW).
- d) Realizar esquema de instalación e indicar mediciones necesarias.

Datos:

- 1. Vapor vivo  $p_0 = 22$  (ata);  $t_0 = 340$  (°C)
- 2. Presión en caja de Toberas:  $p_0 = 20$  (ata).
- 3. Contrapresión:  $p_0 = 2,4$  (ata) y  $t_c = 150$  (°C)
- 4. Sección mínima y cantidad de toberas:  $200(\text{mm}^2)$ ,  $N=20$



Ing. Juárez, Javier Alejandro – Profesor Adjunto

Ing. Marchese, Augusto Ricardo – Jefe de Trabajos Prácticos

Ing. Pastorino, Luis Esteban – Jefe de Trabajos Prácticos

## Guía de trabajo práctico

Para plantear estos problemas es necesario contar con la teoría de escurrimento adiabático estudiada en el curso de Termodinámica. Recordando algunos puntos al respecto, podemos decir que los problemas se analizan a partir de sistemas termodinámicos que no intercambian ni trabajo ni calor (tener presente el primer principio para dichos sistemas). Luego, resulta de interés conocer el caudal del fluido bajo estudio ya sea por que este representa una pérdida que debemos cuantificar o bien conocer cuál es la máxima potencia que podemos desarrollar (entre otros). Continuando con el desarrollo del TP, consideraremos las pérdidas asociadas por fricción durante el escurrimento y determinaremos los caudales de interés empleando la teoría o las normas DIN 1952.

### **Problema N°1:**

1- Determinar las condiciones iniciales del fluido con presión, temperatura y volumen específico (de tabla, diagrama o aplicación).

2 – Establecer el tipo de escurrimento (esto es: subcrítico o supercrítico): comparamos la presión final con la presión inicial y analizamos dicho valor según el valor crítico (consultado teoría 4B):

- Para vapor Sobrecalentado:  $p_k = 0,547 \cdot p_0$  ;  $\kappa = 1,30$
- Para vapor saturado:  $p_k = 0,577 \cdot p_0$  ;  $\kappa = 1,13$
- Para aire seco:  $p_k = 0,547 \cdot p_0$  ;  $\kappa = 1,41$
- Para gases ideales:  $p_k = 0,564 \cdot p_0$  ;  $\kappa = 1.2$

3A – Determinación de la pérdida empleando la expresión correspondiente (según teoría 4B):

$$G_s = (C_k \cdot F_{min}) / v_k$$
$$v_k = v_0 \cdot (p_0 / p_k)^{1/\kappa}$$

- Para vapor Sobrecalentado:  $G_s = 209 \cdot F_{MIN} \cdot \mu \cdot \sqrt{(P_0/V_0)}$
- Para vapor saturado:  $G_s = 199 \cdot F_{MIN} \cdot \mu \cdot \sqrt{(P_0/V_0)}$
- Para aire seco:  $G_s = 215 \cdot F_{MIN} \cdot \mu \cdot \sqrt{(P_0/V_0)}$
- Para gas ideal:  $G_s = 203 \cdot F_{MIN} \cdot \mu \cdot \sqrt{(P_0/V_0)}$

Con sección mínima expresada en (m<sup>2</sup>), G<sub>s</sub> (kg/s), p<sub>0</sub> (ata) y v (m<sup>3</sup>/kg).

3B – Determinación de la pérdida empleando curvas de Schiller:

La expresión de cálculo cambia:  $G_s = \frac{\alpha \times \psi}{\sqrt{2g}} \times 1,2522 \times d^2 \times \sqrt{\frac{p_1}{v_1}}$  [kg / h]

En donde el término:  $I = \frac{\alpha \times \psi}{\sqrt{2g}}$  se encuentra resuelto gráficamente para vapor de agua, diferentes relaciones de presiones y coeficientes m (relación de secciones) según DIN 1952.

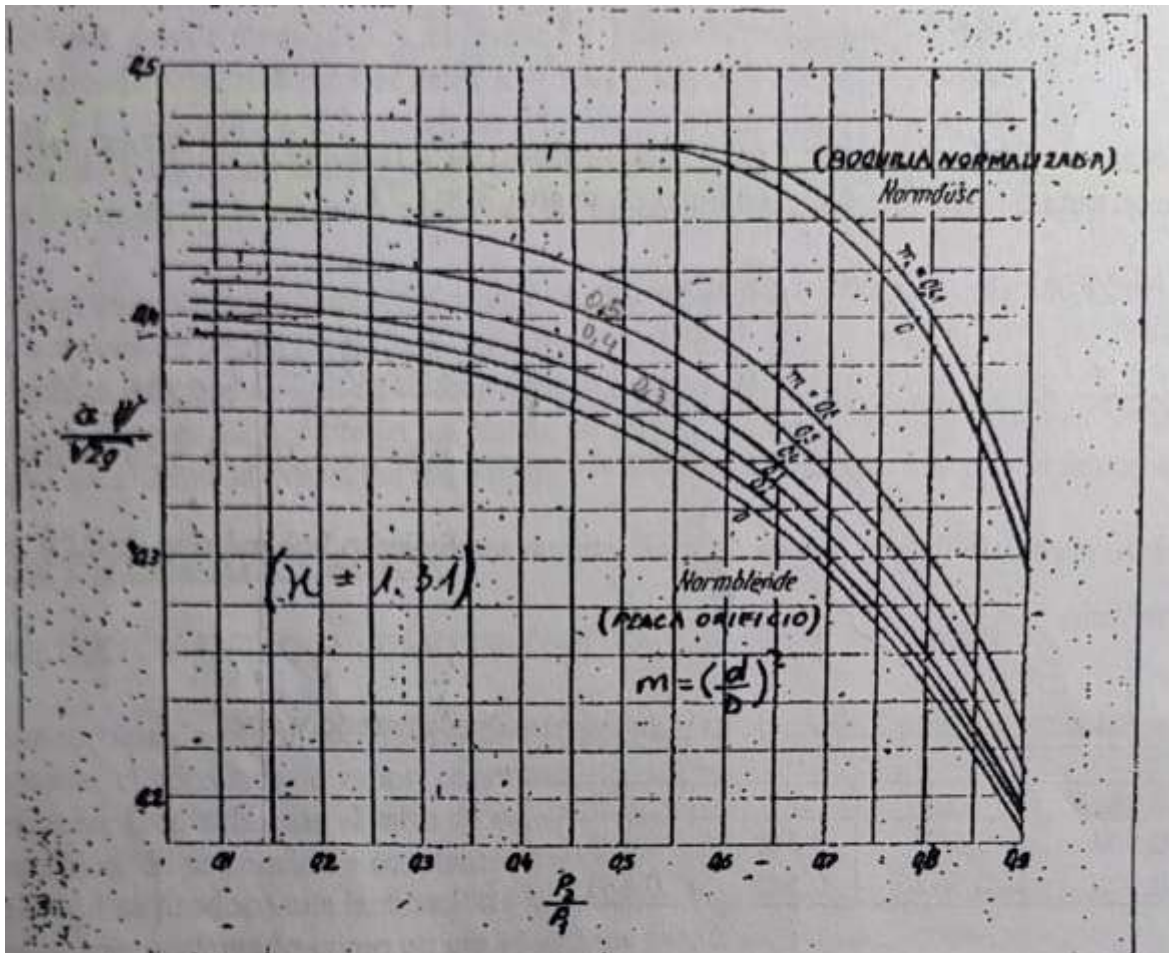
Para nuestro caso, m resulta igual a 0 puesto que debemos comparar la sección del orificio con la sección del espacio al cuál ingresa el fluido (en este caso el medio exterior, sección tendiendo a infinito).

### Problema N°2 y N°3:

Desarrollo similar a problema N°1. Observación, se pueden emplear las curvas de Schiller para este fluido realizando la corrección por cambio de fluido afectado a I con la relación (0,481 / 0,468) (valores de I para aire y vapor de agua medidos con boquillas normalizadas y escurrecimiento supercrítico).

### Problema N°4:

- 1 - Realizar esquema en diagrama i-s teniendo en cuenta las condiciones de vapor vivo, vapor en caja de toberas y vapor a la salida de la turbina.
- 2 - Interpretar el rendimiento interno considerando la condición real a la salida de la turbina con la condición de vapor vivo y salto ideal.
- 3 - Determinación del consumo específico  $De = 860 \text{ (kcal/kWh)} / \Delta i \text{ (real)}$
- 4 - Determinación del consumo de vapor  $G_s$  (emplear teoría 4B teniendo en cuenta el **número de toberas**).
- 5 - Determinación del rendimiento interno y la potencia interna.
- 6 - Verificar el valor de potencia interna asumiendo un valor de  $N_{el}$  y rendimientos.
- 7 - Completar con el esquema de la turbina y las mediciones a realizar (ver Tp 1).



VALORES DE  $\frac{\alpha \cdot \psi}{\sqrt{2g}}$  PARA VAPOR DE AGUA ( $\kappa = 1,31$ ), EN FUNCION DE LA RELACION DE PRESIONES ( $P_2/P_1$ ) Y LA RELACION DE SECCIONES ( $m$ ), EN LOS CASOS DE BORQUILLAS NORMALIZADAS Y PLACA ORIFICIO

$$G_v = \frac{\alpha \cdot \psi}{\sqrt{2g}} \cdot 1,252 \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{P_1}{V_1}} \quad [\text{kg/h}]$$

$d$  (mm) ;  $P_1$  (ata) ;  $V_1$  ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )

Ing. Carlos José Agüero  
 Profesor Asociado

