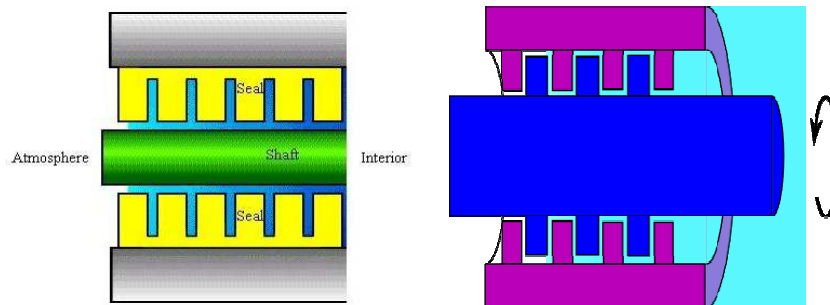


## Sellos Laberínticos

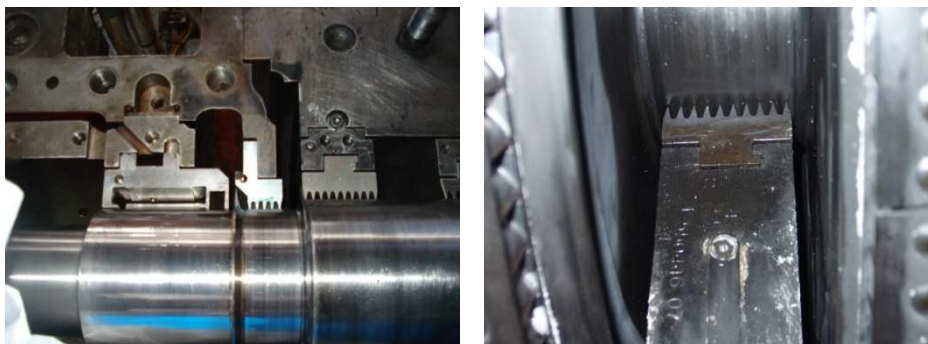
Un sello laberíntico es un sello mecánico que se utiliza en torno a un eje para prevenir la pérdida de aceite u otros fluidos.

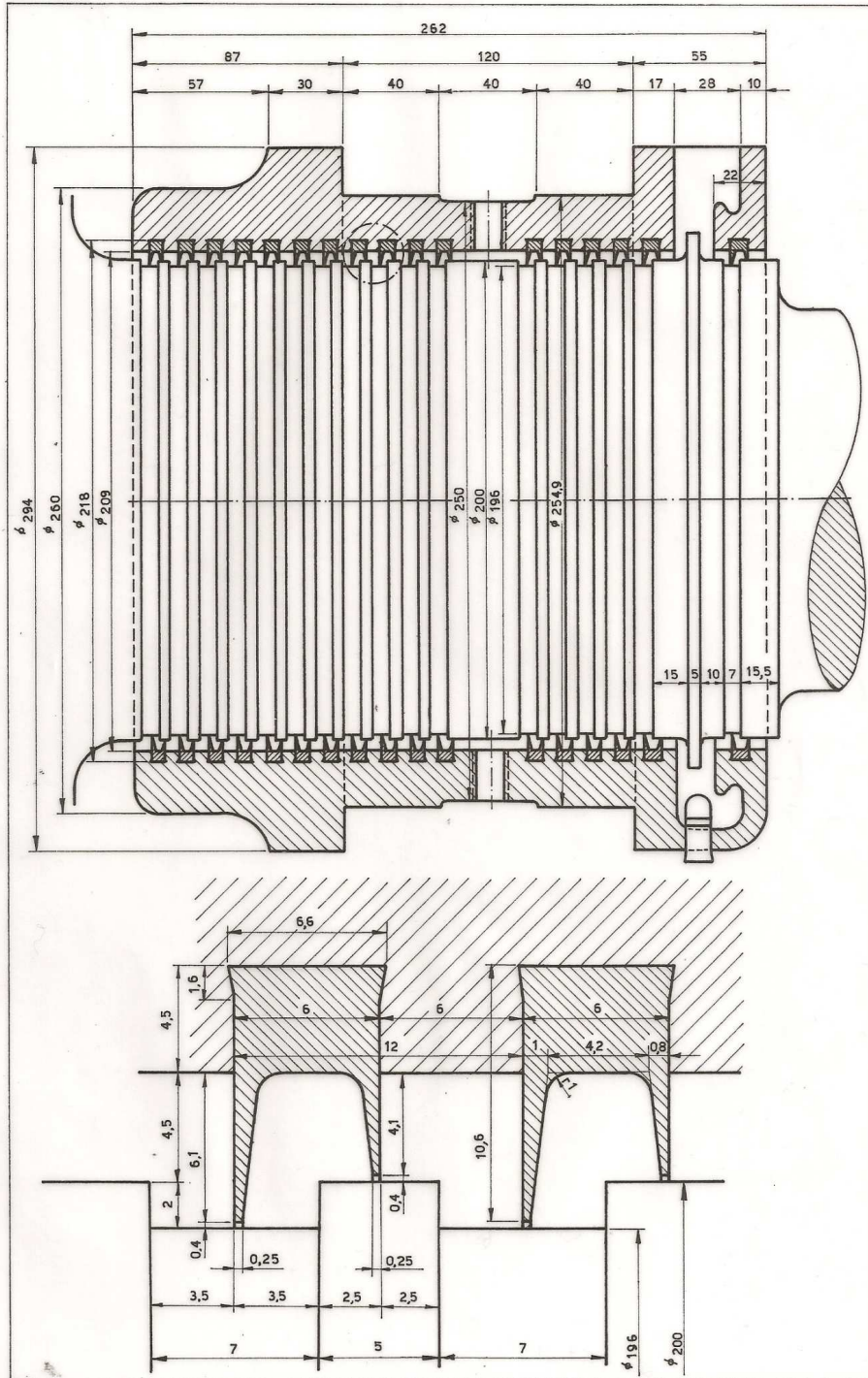
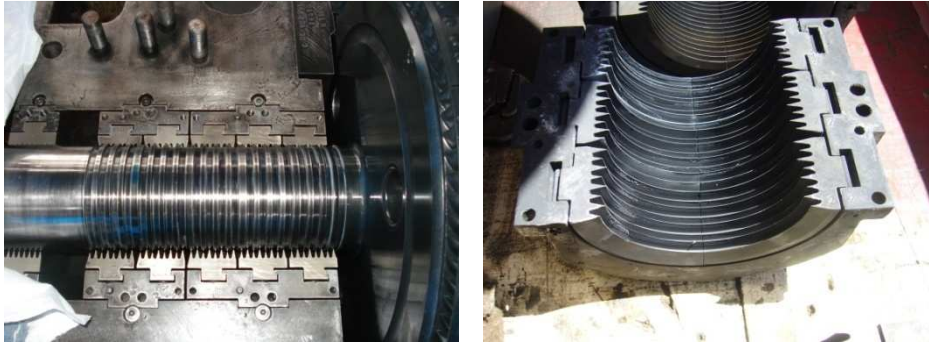
Un sello laberíntico está compuesto de numerosas ranuras rectas que se ajustan en torno a un eje, o dentro de una perforación, de forma tal que el fluido deba pasar por un largo y difícil camino para poder escapar. En el caso de sellos laberínticos en ejes que rotan, debe existir un huelgo muy pequeño entre los bordes del laberinto y la superficie sobre la cual deslizan.



Los sellos tipo laberinto de ejes rotatorios permiten obtener características de sellado sin necesidad que las dos superficies entren en contacto, para ello se controla el paso del fluido a través de varias cámaras mediante la acción de la fuerza centrífuga, como también mediante la formación de diversos vórtices en sitios predeterminados. A velocidades más elevadas, las fuerzas centrífugas, obliga al fluido a desplazarse hacia afuera alejándose de los canales. En forma similar, si las cámaras del laberinto han sido diseñadas en forma correcta, todo líquido que ha escapado de la cámara principal, queda retenido en la cámara laberíntica, donde se lo fuerza a desarrollar un movimiento de vórtice. Este movimiento ayuda a prevenir la fuga del fluido, y también ayuda a repeler otro fluido. A causa de que los sellos laberínticos no requieren que las dos superficies a sellar estén en contacto, los mismos no sufren de desgaste mecánico.

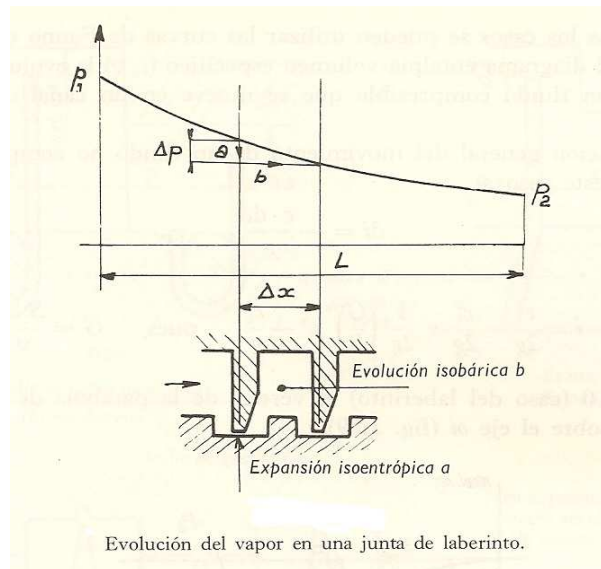
Las turbinas utilizan sellos laberínticos, ya que los mismos no generan fricción, lo cual es altamente conveniente cuando se deben desarrollar elevadas velocidades de rotación.





### Pérdidas por laberintos

Los laberintos consisten en grupos de estrechamientos y ensanchamientos que desvían el vapor. Estos son comúnmente usados, cuando el árbol sale de la carcasa y también entre las etapas para mantener las cámaras de presión lo suficientemente aisladas unas de otras, con un número reducido de laberintos por falta de suficiente espacio entre dos ruedas.



Para pequeñas diferencias de presión o un gran número de laberintos, la velocidad del vapor en el intersticio entre dos laberintos es:

$$c = \sqrt{2 \cdot g \cdot (p - p') \cdot v}, \text{ con } p \text{ [kp/m}^2\text{]} \text{ y } v \text{ [m}^3\text{/kp]}$$

El caudal será:

$$G_{Int} = \frac{f_{int} \cdot c}{v} = f_{int} \cdot \sqrt{\left[ \frac{2 \cdot g \cdot (p - p')}{v} \right]} \text{ [kp/s]}$$

Para un  $G_{int}$  admitido, resulta una diferencia de presiones:

$$\frac{(p - p')}{v} = \left( \frac{G_{int}}{f_{int}} \right)^2 - \frac{1}{2 \cdot g}$$

El estado del vapor en su paso por los laberintos, cambia a  $i = \text{cte}$ . Para  $i = \text{cte}$  vale aproximadamente que  $p \cdot v = \text{cte} = \frac{1}{k_0}$ , o sea  $\frac{1}{v} = k_0 \cdot p$

Para  $z$  laberintos y un estado de vapor  $p_1, v_1$  en la entrada y  $p_2, v_2$  en la salida, se obtiene:

$$G_{Lab} = \mu \cdot f_{int} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot (p_1^2 - p_2^2)}{z \cdot p_1 \cdot p_2}} \text{ [kp / seg]} \quad p_1 \cdot v_1 = \frac{1}{k_0}; f_{int} \text{ [m}^2\text{]} \quad (70)$$

Para mayores diferencias de presión  $p_1-p_2$ , puede establecerse en la salida del último laberinto, la velocidad crítica:

$$c_{crit} = \sqrt{k \cdot g \cdot p_2 v_2} \text{ (Con } k, \text{ exponente de la transferencia adiabática)}$$

Para controlar esto, hay que calcular la velocidad de salida del último laberinto, mediante la ecuación de continuidad:

$$c_2 = \frac{G_{int} \cdot v_2}{f_{int}}, \text{ con } G_{int} \text{ en forma aproximada, y } v_2 \text{ se encuentra sobre la línea de expansión a } i=\text{cte o bien se calcula según } p_2 \cdot v_2 = p_1 \cdot v_1$$

Cuando la velocidad  $c_2$  es mayor a la velocidad crítica, no es válida la fórmula (70), sino que vale:

$$G_{Lab} = \mu \cdot f_{int} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot p_1}{z+1.4} \cdot v_1} \text{ (72)}$$

Resulta más sencillo calcular la presión crítica:

$$p_{crit} = 0,54 \cdot p_x \text{ - para vapor sobrecalentado y}$$

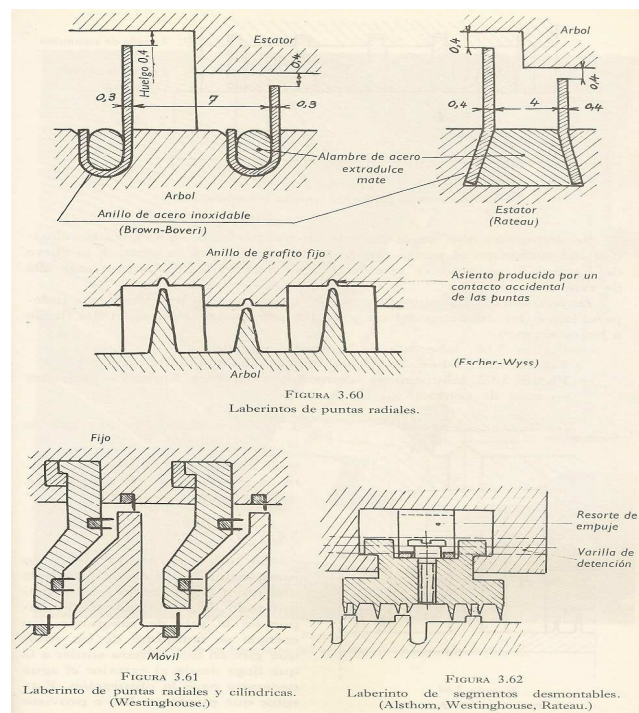
$$p_{crit} = 0,57 \cdot p_x \text{ - para vapor saturado seco}$$

$$p_{crit} = p_1 \cdot \frac{0,85}{\sqrt{z+1,4}} \text{ (73)}$$

Entonces cuando  $p_2 < p_{crit}$ , se aplica la ecuación (72)

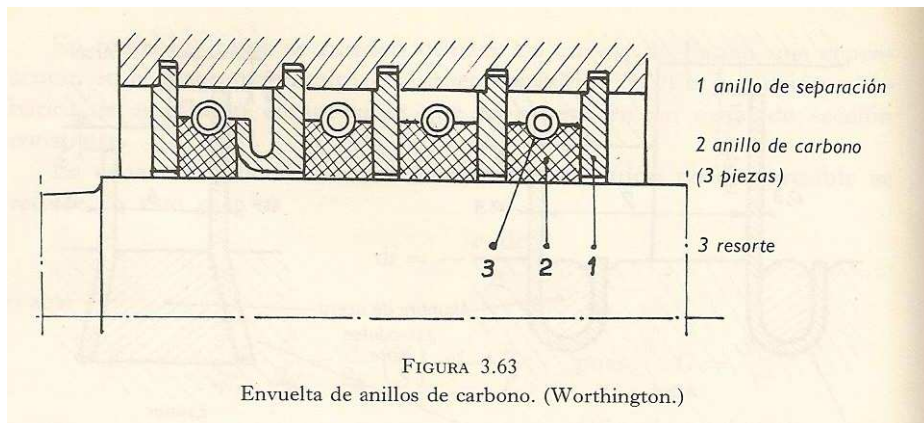
Entonces cuando  $p_2 > p_{crit}$ , se aplica la ecuación (70)

### Distintas formas de laberintos



### Juntas de anillos de carbón

Están constituidas por segmentos apretados contra el eje por medio de resortes.



**Diseños de estanqueidad de turbinas**

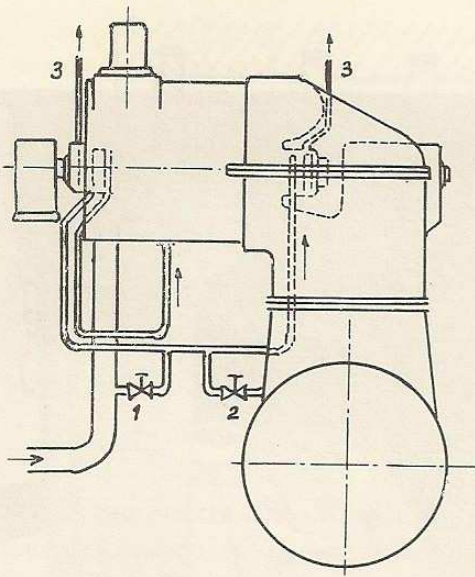


FIGURA 3.65

Esquema de estanqueidad de una turbina de condensación. (Oerlikon.)

1. Compuerta de vapor vivo.
2. Compuerta de escape en el condensador.
3. Tubería de exhalación.

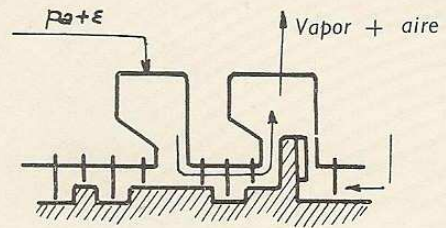


FIGURA 3.66

Detalle del escape por las chimeneas de los vapores.

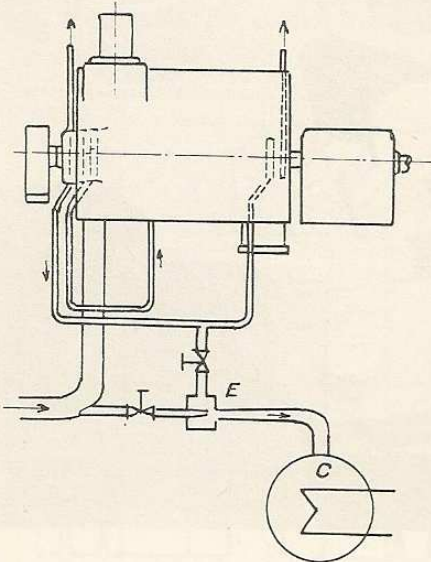


FIGURA 3.67

Esquema de estanqueidad de una turbina de contrapresión. (Oerlikon.)

- E, eyector de vapor.  
 C, condensador de vapores.

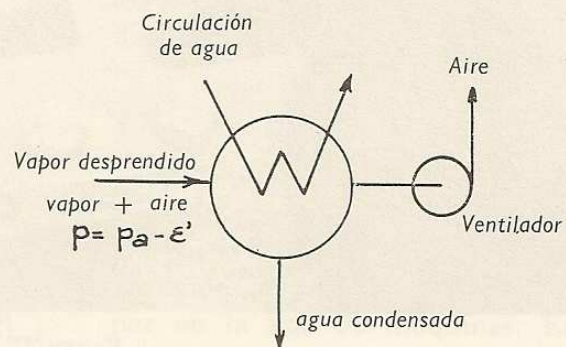


FIGURA 3.68

Recuperación de las fugas en las chimeneas de los vapores.