

MATERIAL SUPLEMENTARIO

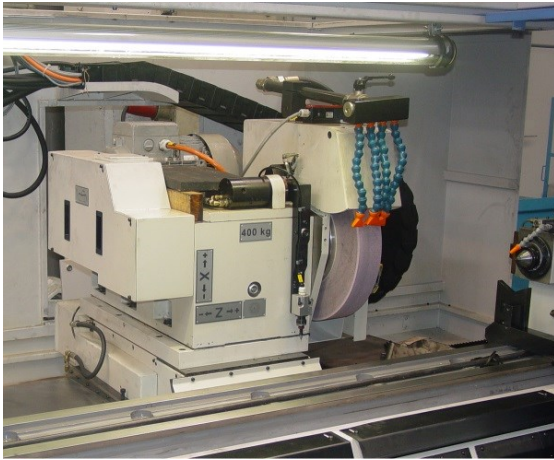


Fig. 1: Cabezal muela de una rectificadora

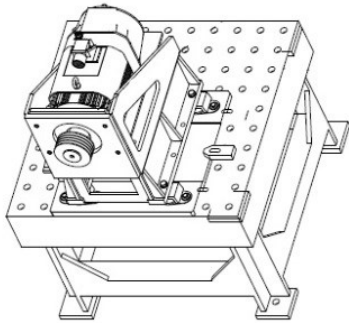


Fig. 4: Base aislada del motor para reducir las vibraciones inducidas en el banco de ensayos

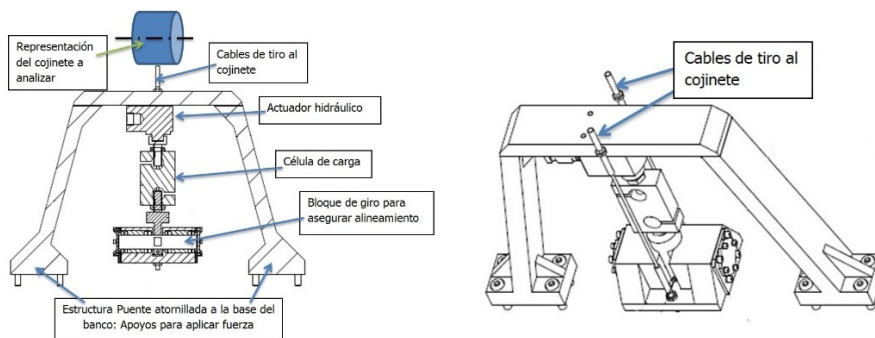


Fig. 5: Estructura para la aplicación de carga configurable en el cojinete, con fuerza estable y componente radial puro

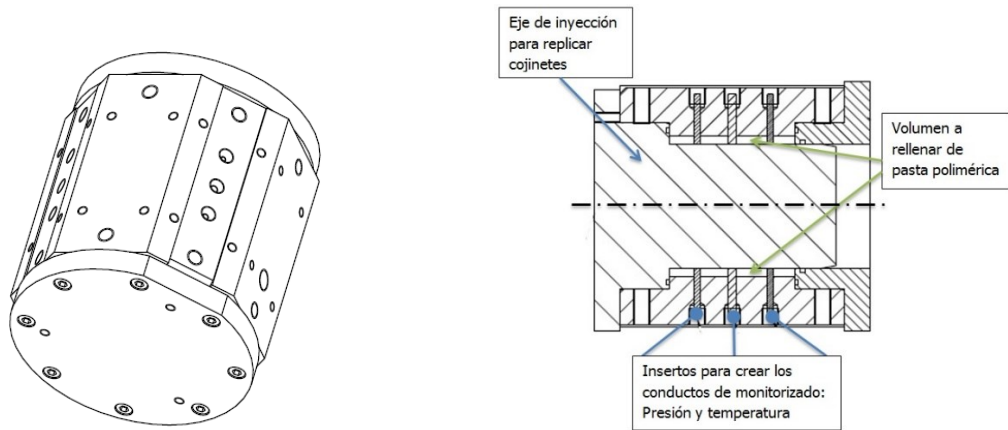


Fig. 6: Diseño exterior de cojinetes con forma octaédrica (izquierda) y del alojamiento preparado para la inyección de pasta (derecha)

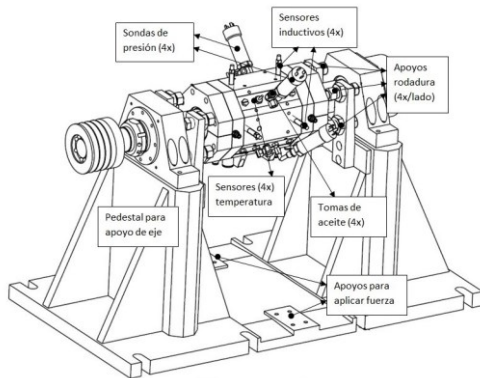
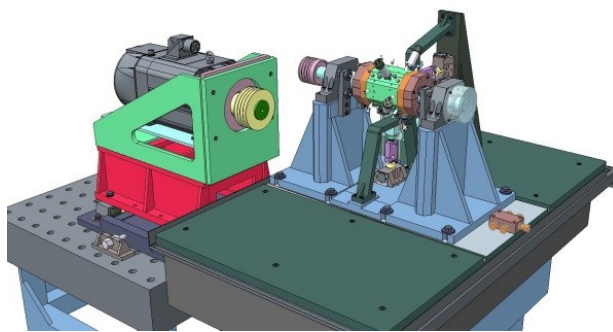


Fig. 7: Vista general del banco de ensayos (izquierda) y ubicación de sondas para el monitorizado (derecha)

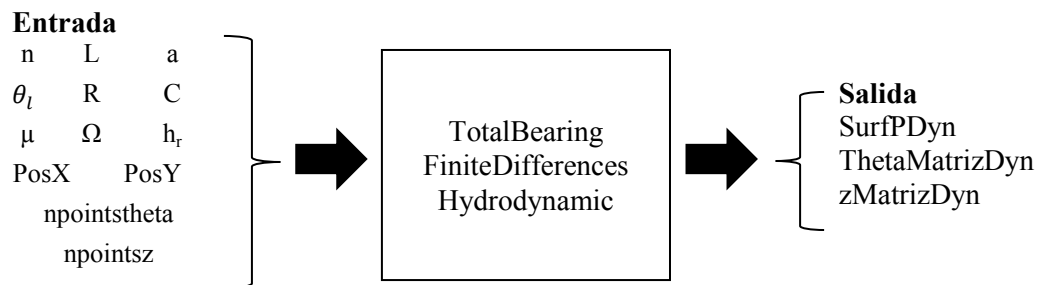


Fig. 10: Variables de entrada y salida para la función de modelizado hidrodinámico

Para aplicar el método de las diferencias finitas hay que discretizar la zona donde se calculan las presiones. En este caso las variables son “ θ ” y “ z ”, sistema de coordenadas polares.

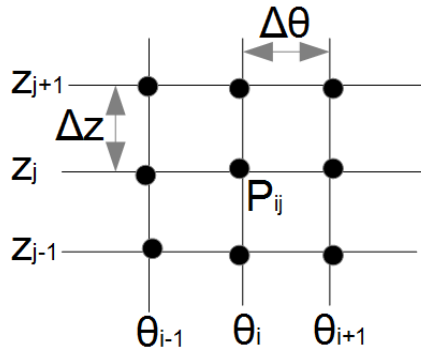


Fig. 11: Discretización de la superficie donde calcular la presión hidrodinámica

El método consiste en remplazar la derivada de un punto por la pendiente de la línea que une el punto anterior con el siguiente. Así, si la malla generada es lo suficientemente fina, la aproximación será muy cercana a la realidad, si bien el número de cálculos a realizar aumenta. Aplicando este método en la expresión generalizada de la ecuación de Reynolds (2), se obtiene la siguiente expresión:

$$A_0 P_{i,j-1} + A_1 P_{i-1,j} + A_2 P_{i,j} + A_3 P_{i+1,j} + A_4 P_{i,j+1} = B \quad (3)$$

Donde los parámetros de la ecuación se presentan en la siguiente tabla:

$$\begin{aligned}
 A_0 &= \frac{R^2}{\Delta^2 z} & A_1 &= \frac{1}{\Delta^2 \theta} - \frac{3\partial h}{2h\partial\theta} \frac{1}{\Delta\theta} \\
 A_2 &= \frac{-2}{\Delta^2 \theta} - \frac{2R^2}{\Delta^2 z} & A_3 &= \frac{1}{\Delta^2 \theta} + \frac{3\partial h}{2h\partial\theta} \frac{1}{\Delta\theta} \\
 A_4 &= \frac{R^2}{\Delta^2 z} & B &= \frac{6\mu\omega R^2}{h^3} \frac{\partial h}{\partial\theta} + 12\mu(\dot{x} \cos(\theta) + \dot{y} \text{seno}(\theta))
 \end{aligned}$$

Tabla 2: Parámetros de cálculo para la resolución por diferencias finitas de la presión hidrodinámica en el cojinete radial

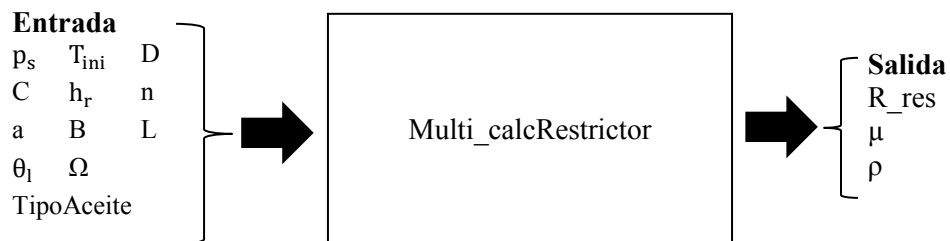


Fig. 12: Variables de entrada y salida para la función de cálculo de resistencia hidráulica en el restrictor

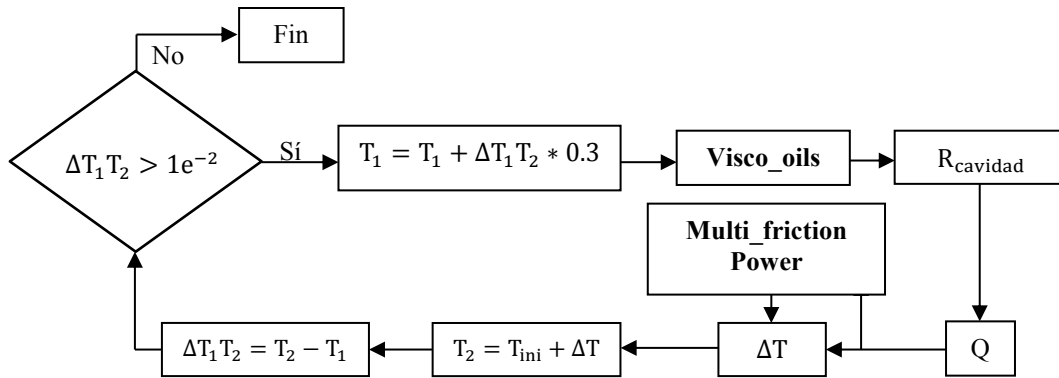


Fig. 13: Esquema general de la obtención comportamiento restrictores

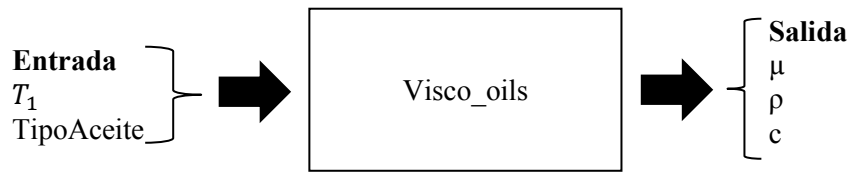


Fig. 14: Variables de entrada y salida para la función cálculo de viscosidad

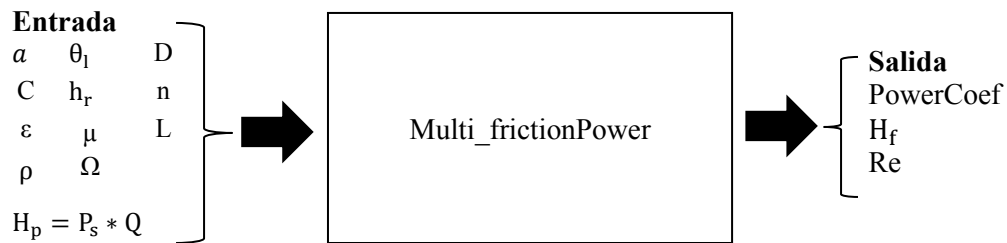


Fig. 15: Variables de entrada y salida para la función de potencia fricción

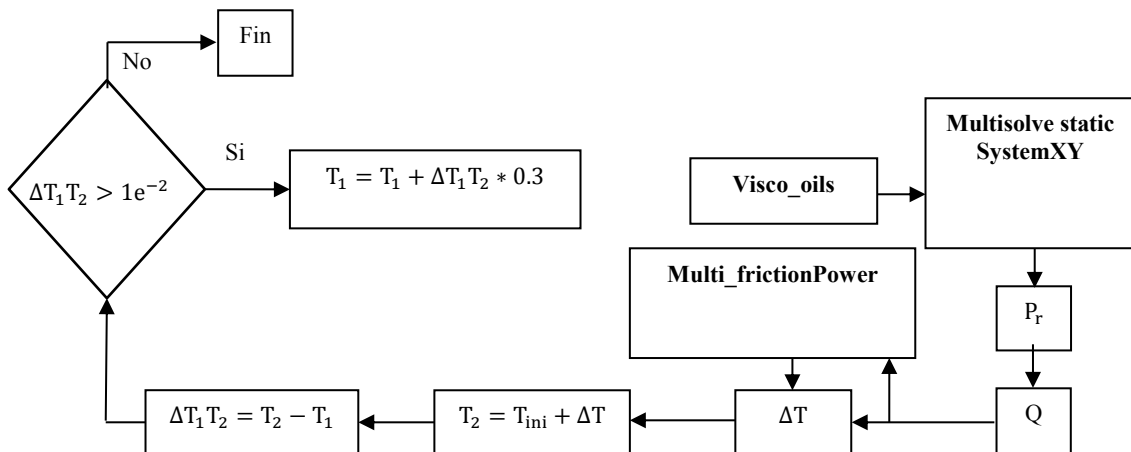


Fig. 16: Esquema general de la obtención comportamiento cavidades

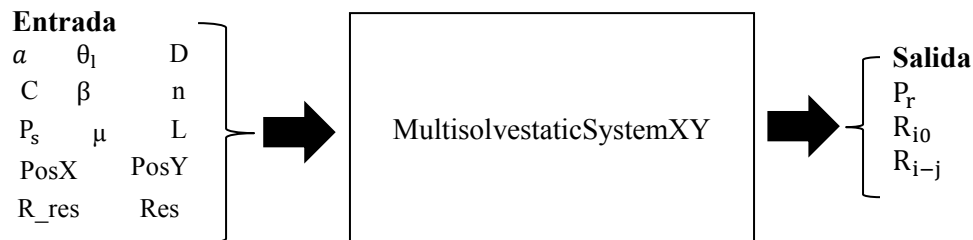


Fig. 17: Variables de entrada y salida para la función presión en cavidades

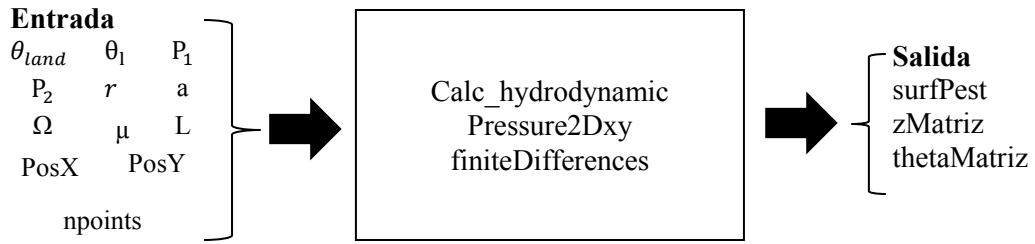


Fig. 18: Variables de entrada y salida para la función cálculo de la presión hidrostática total en el cojinete

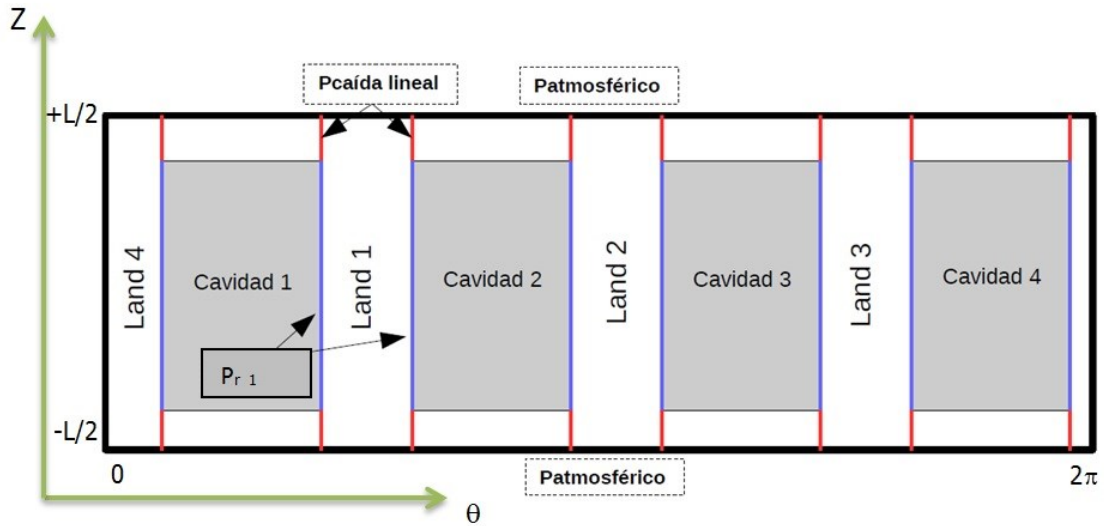


Fig. 19: Esquema de cojinete hidrostático desarrollado de cuatro cavidades

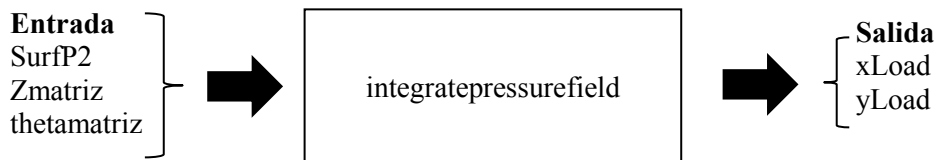


Fig. 20: Variables de entrada y salida para la función cálculo de fuerza

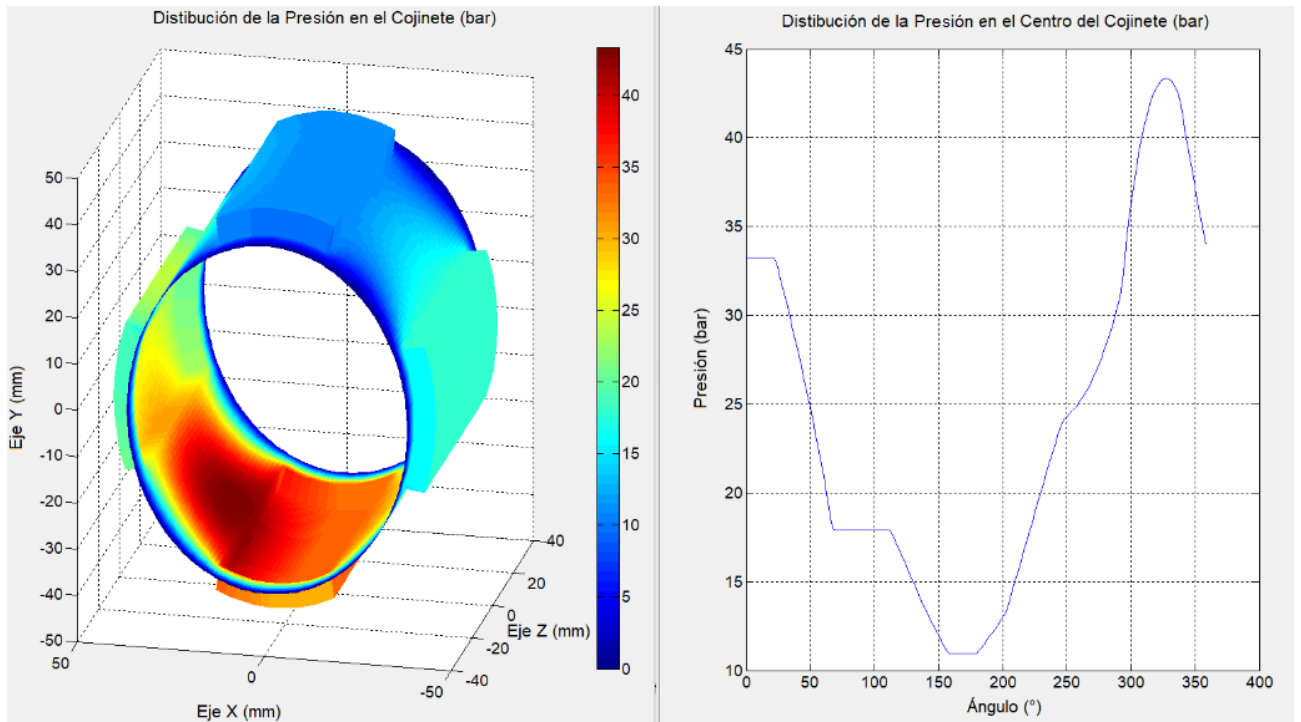


Fig. 21: Representación gráfica de un cojinete hidrostático trabajando en régimen híbrido con efecto hidrodinámico

$$K_{xx} = \frac{\Delta F_x}{\Delta \varepsilon_x}$$

$$K_{xy} = \frac{\Delta F_x}{\Delta \varepsilon_y}$$

$$K_{yx} = \frac{\Delta F_y}{\Delta \varepsilon_x}$$

$$K_{yy} = \frac{\Delta F_y}{\Delta \varepsilon_y}$$

Tabla 3: Parámetros rigidez de la dinámica del cojinete.

$$D_{xx} = \frac{\Delta F_x}{\Delta \dot{\varepsilon}_x}$$

$$D_{xy} = \frac{\Delta F_x}{\Delta \dot{\varepsilon}_y}$$

$$D_{yx} = \frac{\Delta F_y}{\Delta \dot{\varepsilon}_x}$$

$$D_{yy} = \frac{\Delta F_y}{\Delta \dot{\varepsilon}_y}$$

Tabla 4: Parámetros amortiguamiento de la dinámica del cojinete

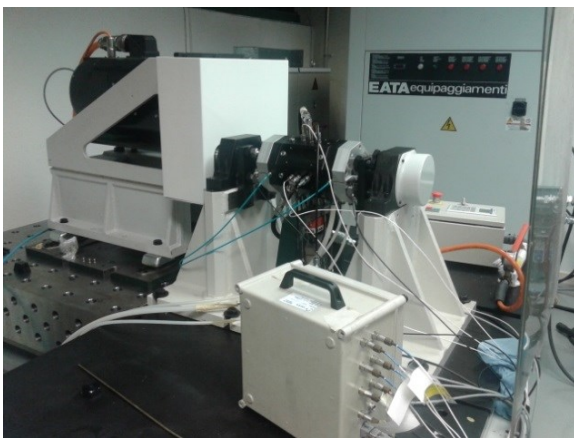


Fig. 22: Imagen del banco de ensayos con el equipo de monitorización, el sistema hidráulico y de refrigeración

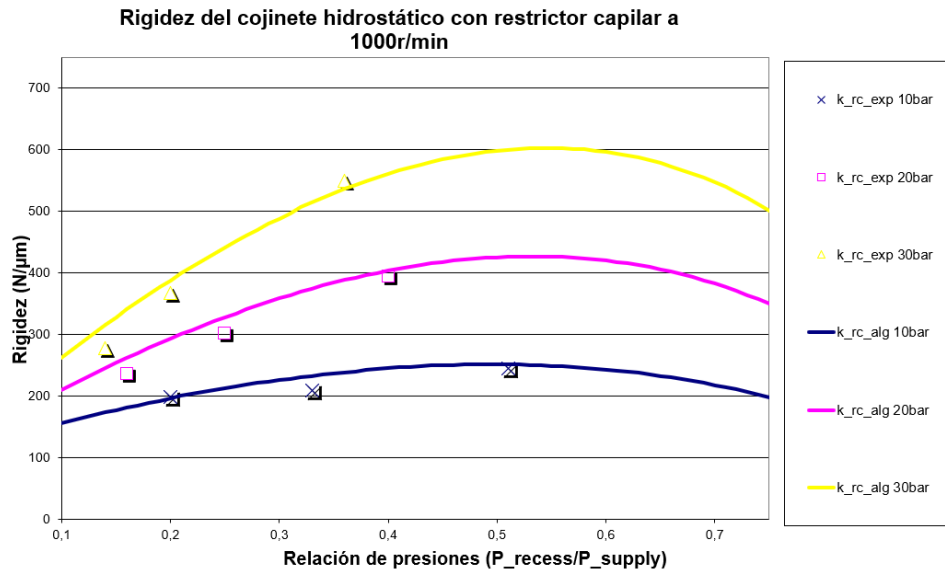


Fig. 23: Valores de rigidez para cojinetes hidrostáticos a 1000r/min

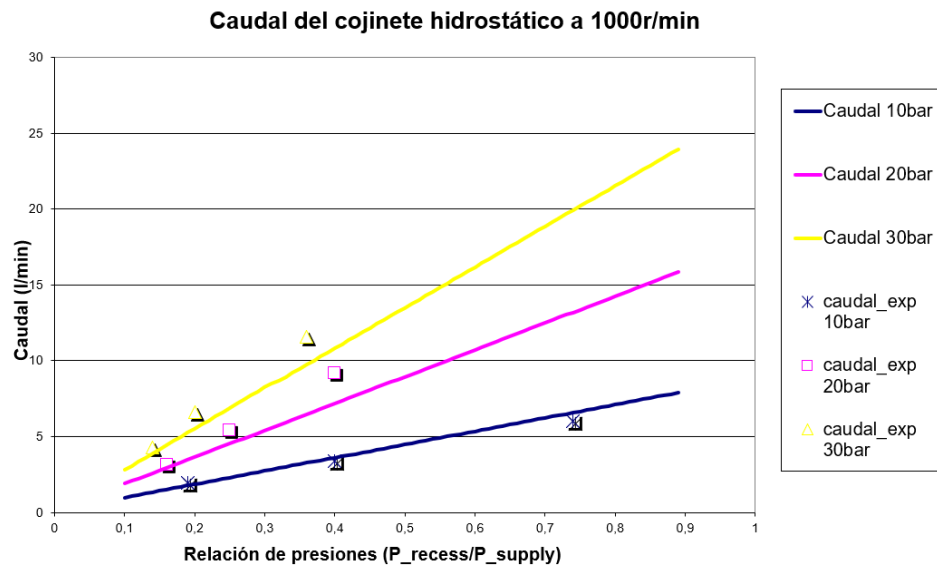


Fig. 24: Caudal en el cojinete hidrostático a 1000r/min

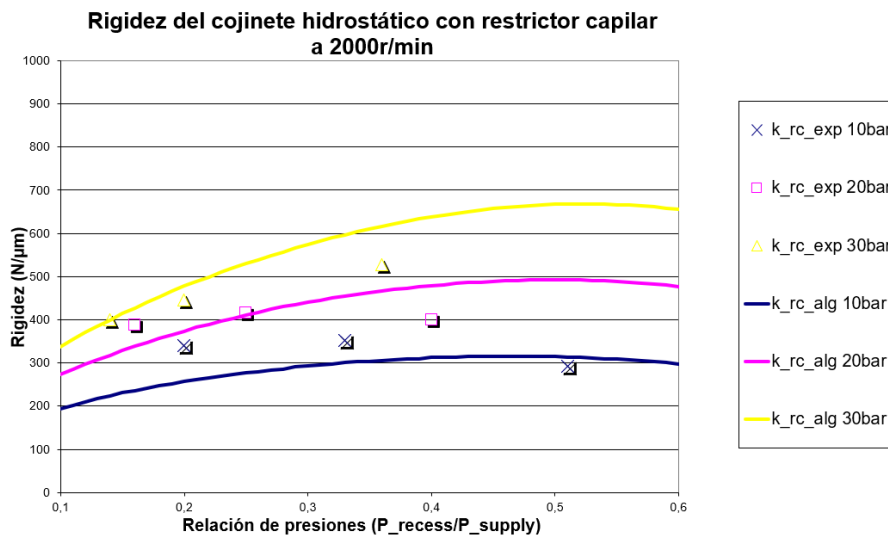


Fig. 25: Valores de rigidez para cojinetes híbridos a 2000r/min

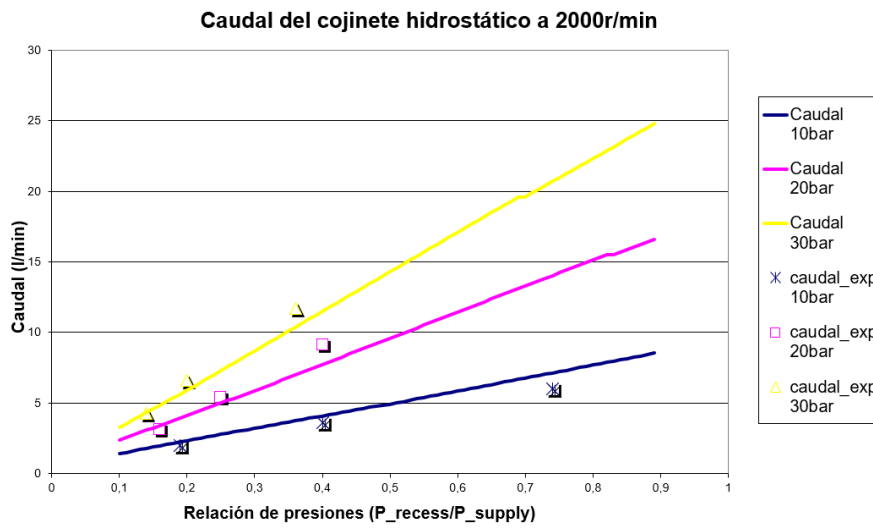


Fig. 26: Caudal en el cojinete híbrido a 2000r/min