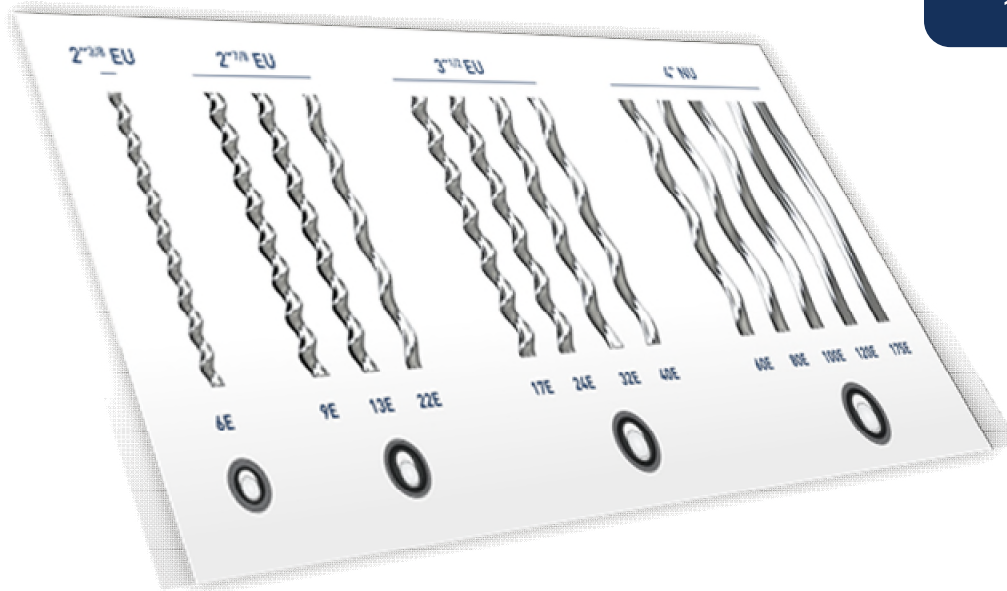




► DIMENSIONAMIENTO DEL ROTOR

10/7/2021



› CONTENIDO

- ¿ Qué es el dimensionamiento del rotor?
- ¿Por qué el dimensionamiento del rotor es importante?
- ¿Cómo elegimos un tamaño de rotor?
- ¿Cuáles son los efectos del tamaño del rotor?
- Conclusión

› ¿ QUE ES EL DIMENSIONAMIENTO DEL ROTOR?

- **En una PCP suele haber una interferencia (fit) entre el rotor y el estator**

Este ajuste crea el sello entre las cavidades.

- **Ajustando el tamaño del rotor (el diámetro menor), podemos controlar el grado de interferencia**

- **Esto puede hacerse de dos maneras:**

1. Tener siempre el mismo tamaño de rotor mecanizado, y cambiar la cantidad de cromo aplicado
2. Ajustar el mecanizado del rotor y aplicar siempre la misma cantidad de cromo (método de PCM)

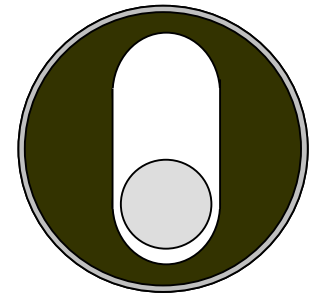
- **La mayoría de los fabricantes tienen varios tamaños de rotor disponibles para sus bombas**

En PCM, tenemos 14 tamaños de rotor para cada modelo de bomba. Pero el 80% de los rotores que se venden están cubiertos por sólo siete de estos tamaños.

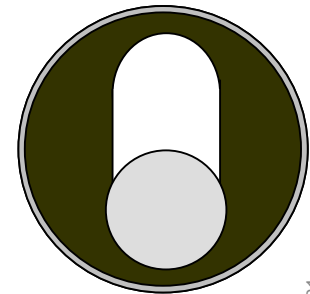
Por ejemplo, es posible que escuchen referencias en otras empresas a rotores:

- Sobre-dimensionados (“over-sized”) o
- Doble sub-dimensionados (“double under-sized”).

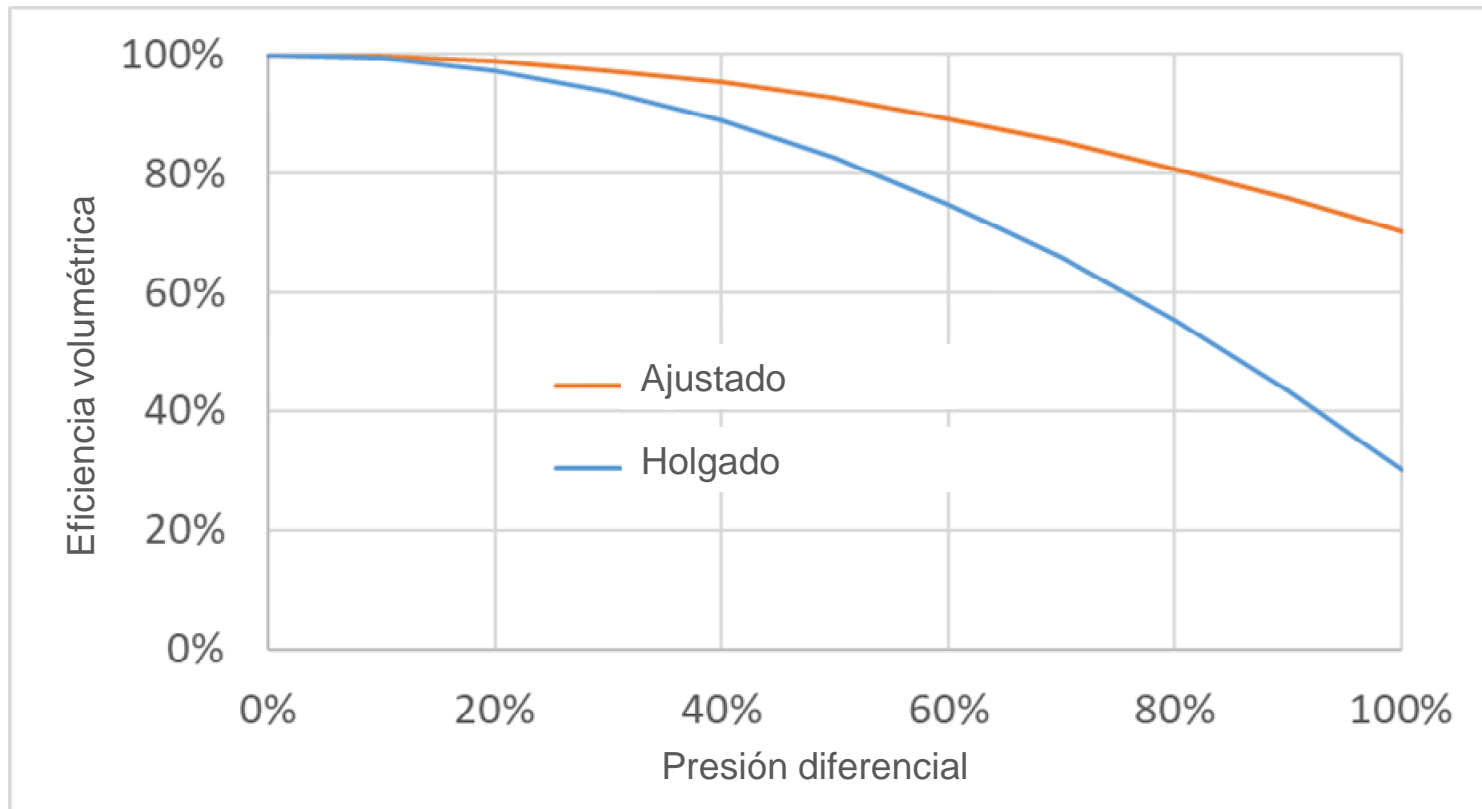
holgado



ajustado



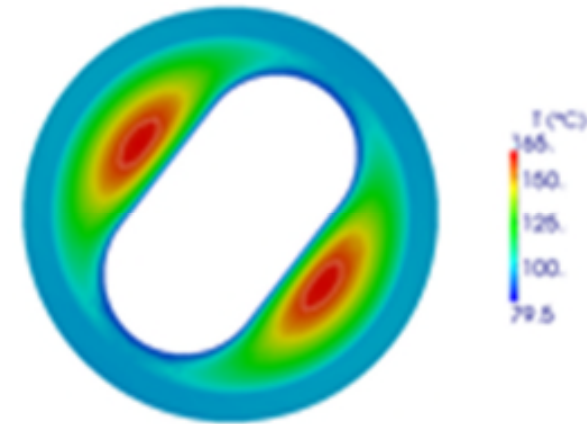
› EJEMPLO



› ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL TAMAÑO DEL ROTOR ?

- **El tamaño del rotor puede afectar a varios aspectos, entre ellos:**

- Eficiencia volumétrica
- La vida útil de la bomba
- Par o torque de fricción



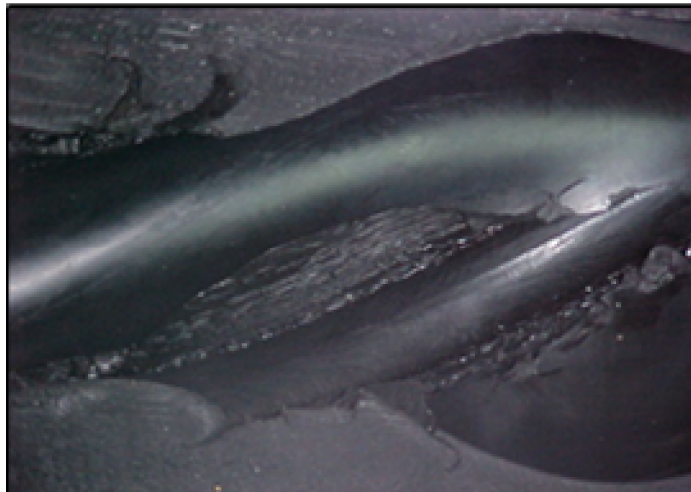
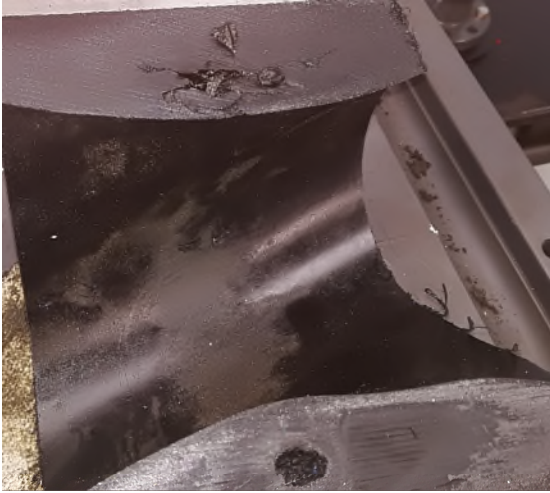
- **El dimensionamiento adecuado del rotor proporciona un buen equilibrio entre estos factores:**

- Un ajuste más apretado mejora el sello o hermeticidad entre las cavidades, reduciendo las fugas y aumentando la eficiencia volumétrica
- Un ajuste más apretado aumenta la tensión en el elastómero, lo que incrementa el calentamiento histerético y puede conducir a una falla prematura de la bomba
- Un ajuste más apretado aumenta la fricción entre el rotor y el estator, lo que requiere un mayor torque

➤ * EXCEPCIONES

- Hay algunas excepciones clave a las afirmaciones generales de la diapositiva anterior
- La disminución de la eficiencia volumétrica pueden producirse por varias razones, como:
 - Fugas en las líneas de sello
 - Gas en la entrada de la bomba
 - El pozo se ha achicado (el nivel del fluido está a la profundidad de entrada de la bomba)
 - Las cavidades de la bomba no pueden llenarse completamente
 - Reducción del volumen de la cavidad debido a la expansión del elastómero
- De éstas, sólo las fugas se ven afectadas por el ajuste del rotor
- Hay muchos modos de falla de los sistemas PCP que no se verán afectados por el tamaño del rotor; si éstos se producen, un cambio en el tamaño del rotor no ayudará
- Si la histéresis es evidente en las fallas, es posible que un tamaño de rotor más holgado ayude a aumentar la vida útil.
- Puede haber casos, como el desgaste erosivo por fugas de fluido a través de las líneas de sello, en los que una bomba más ajustada puede durar más tiempo.

➤ FALLAS POR HISTÉRESIS







› ¿CÓMO ELEGIMOS UN TAMAÑO DE ROTOR?

- Los distintos proveedores de PCP tienen métodos diferentes, y puede haber métodos específicos para determinados clientes o regiones
- Cuando un proveedor tiene experiencia en una región, puede utilizarla para elegir el tamaño óptimo del rotor
- Las nuevas regiones o aplicaciones son más retadoras para el dimensionamiento del rotor
- Además, cualquier cambio en la geometría de la bomba o el elastómero puede requerir un tamaño de rotor diferente -- la experiencia con una combinación de geometría / elastómero no siempre se traslada en diferentes combinaciones
- En PCM contamos con un procedimiento que considera:
 - Temperatura
 - Modelo de bomba
 - Elastómero
 - Resultados prueba de hinchamiento y/o propiedades de los fluidos
- Algunos clientes especifican que se requiere una determinada eficiencia en la prueba de banco
 - Esto debe especificar una eficiencia a una determinada presión (a menudo la presión nominal) y a una determinada velocidad y temperatura.
 - No se debe esperar que la eficiencia en fondo coincida con la prueba de banco

› ¿CÓMO ELEGIMOS UN TAMAÑO DE ROTOR?

- **La interferencia “ideal” u “óptima” depende de:**

- Temperatura 
- Geometría de la bomba 
- Elastómero 
- Fluidos 

- **Se pueden hacer modificaciones en el ajuste para instalaciones posteriores:**

- Si un rotor está demasiado apretado o demasiado flojo, ajuste el tamaño para la próxima instalación en el pozo o campo → El proceso es iterativo, especialmente en nuevas aplicaciones.
- Algunos clientes pueden tener varios rotores para poder cambiar el tamaño del rotor si la eficiencia no es la ideal o si el hinchamiento y/o la temperatura cambian con el tiempo.

› EFECTO DE LA TEMPERATURA

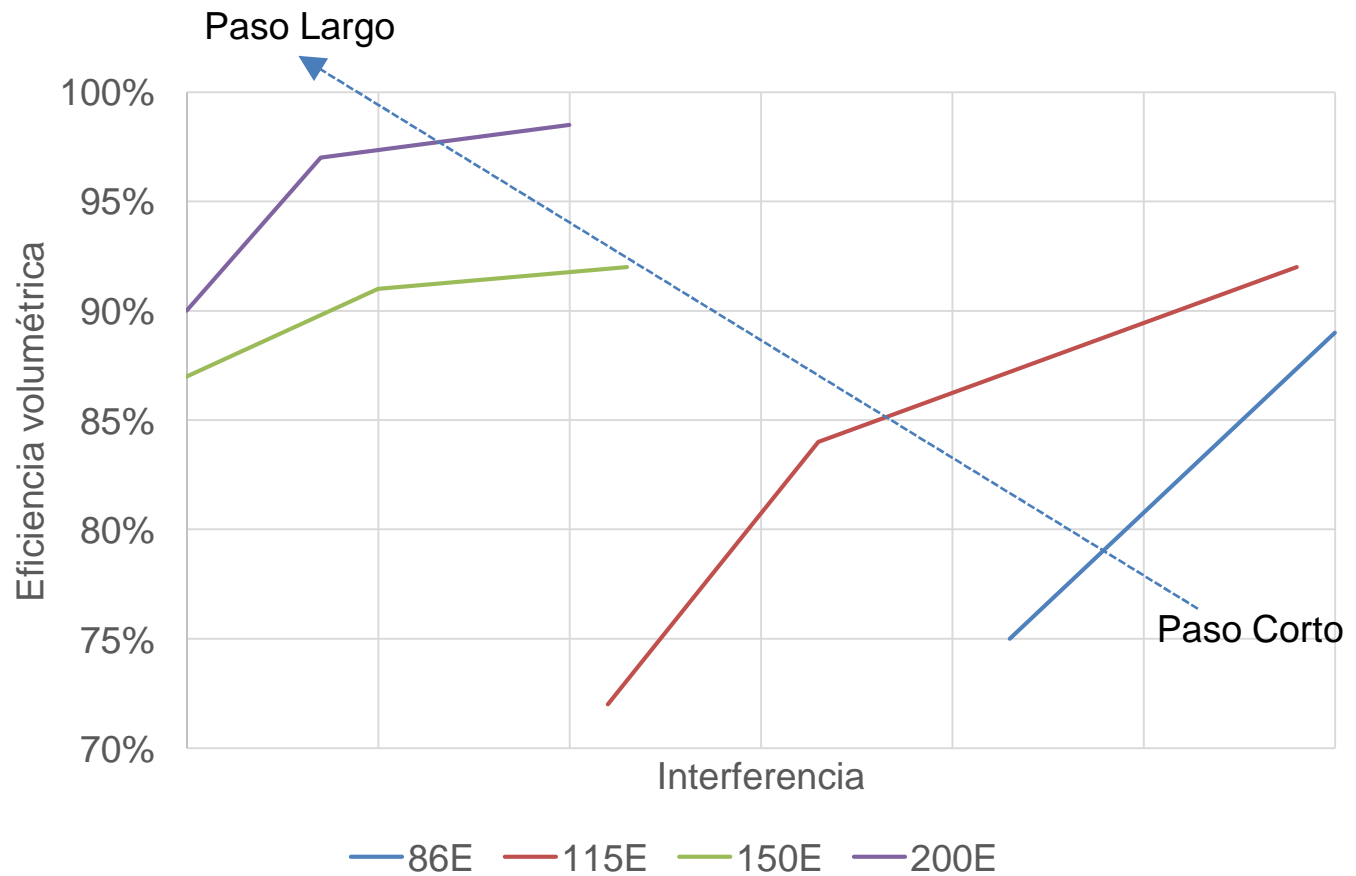


- **A mayor temperatura, el elastómero se expande más, por lo que se puede utilizar un rotor más pequeño**

La expansión térmica no es la misma en toda la sección transversal

- **A medida que el elastómero se expande (debido a la temperatura o al hinchamiento químico), el volumen de la cavidad se reduce; esto también afectará la eficiencia calculada.**
- **La expansión térmica del elastómero es un fenómeno reversible, por tanto al reducirse la temperatura, puede observarse una reducción en eficiencia.**

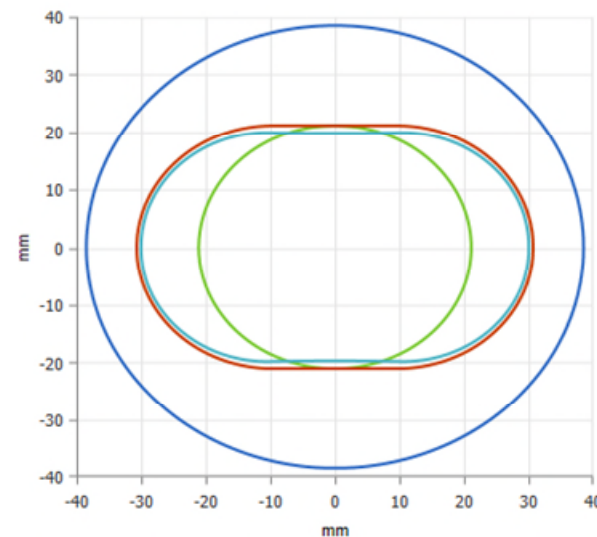
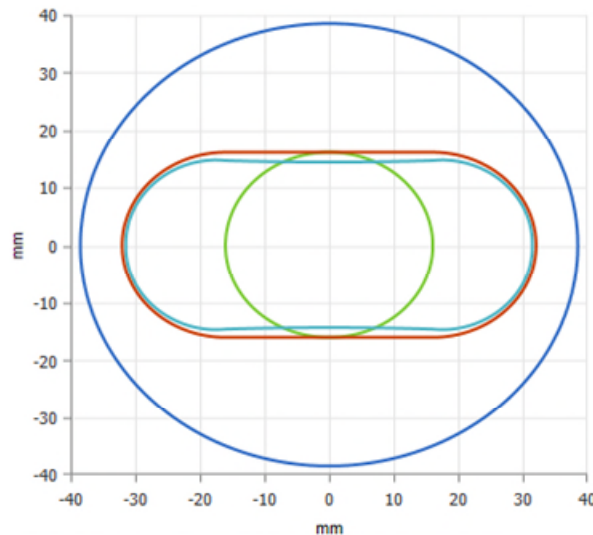
➤ EFECTO DE LA GEOMETRÍA (1)



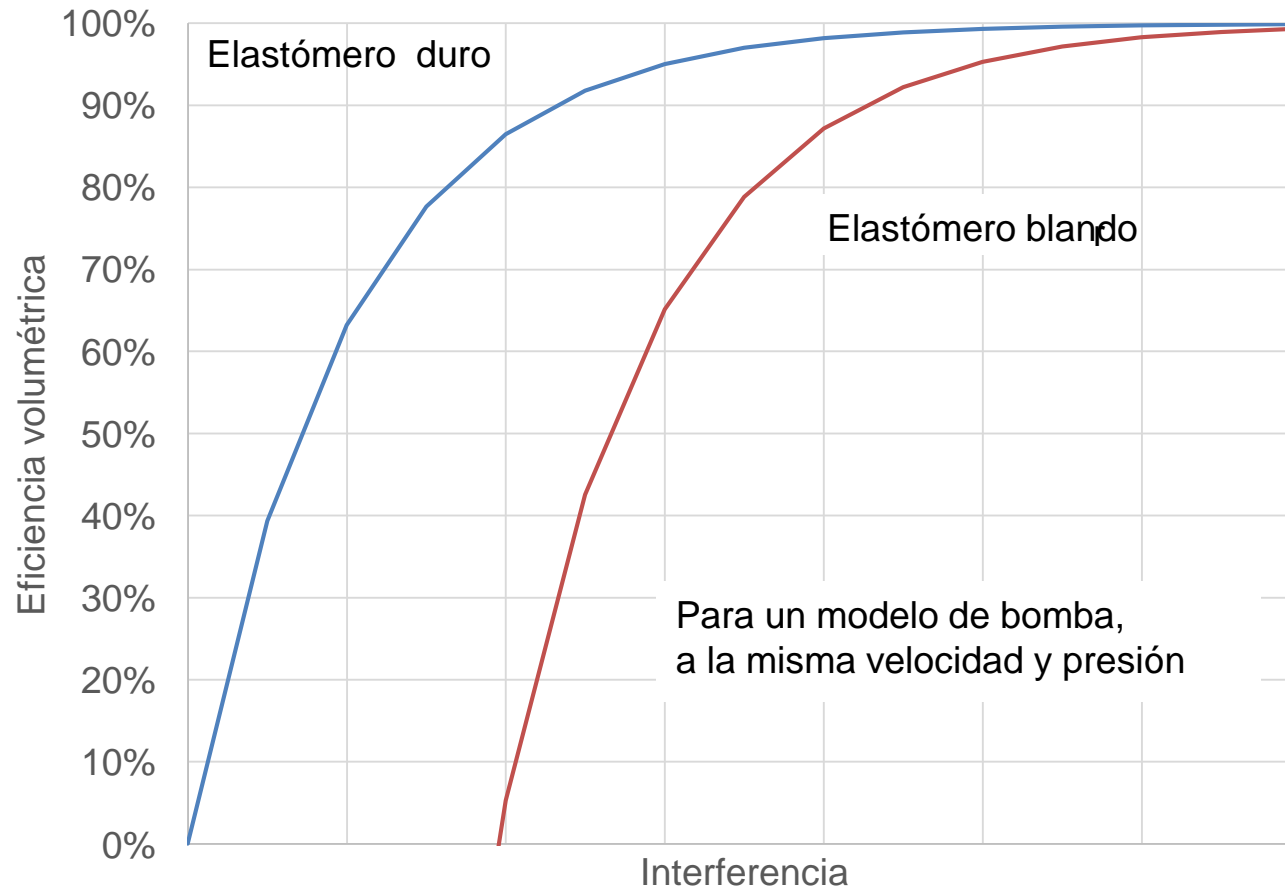
➤ EFECTO DE LA GEOMETRÍA (2)



- La relación D/E de una bomba tiene un efecto sobre cómo la expansión térmica y el hinchamiento afectan la interferencia.
- Se muestran bombas con diferentes relaciones D/E (3.8 y 8.8), en el mismo tamaño de tubo del estator
- Con el mismo hinchamiento, la interferencia es de 1,7 mm en uno y de 1,3 mm en el otro



➤ EFECTO DEL ELASTÓMERO



› EFECTO DE LOS FLUIDOS



- **Hinchamiento del elastómero**

Algunos fluidos provocan un mayor hinchamiento del elastómero, por lo que se requiere un rotor más holgado para anticiparse y conseguir la interferencia deseada

- **Efecto de la viscosidad**

Cuando el fluido es más viscoso, se producen menos fugas a través de las líneas de sello, por lo que se puede utilizar un rotor más holgado sin perder eficiencia.

- **Coalbed Methane / Coal Seam Gas (CBM / CSG)**

Para evitar los problemas de “stick-slip”, se puede utilizar un rotor más holgado.

- **Sólidos**

En los sólidos abrasivos, se puede utilizar un elastómero más blando, por lo que se seleccionaría un rotor más ajustado

Las bombas de paso más corto suelen ser mejores en sólidos

› ¿CUÁLES SON LOS EFECTOS DEL TAMAÑO DEL ROTOR?

- **Un rotor más grande proporciona una mayor interferencia (con todas las demás condiciones iguales)**
- **Un rotor más ajustado normalmente:**
 - Reduce el escurrimiento a través de las líneas de sello (aumentar la eficiencia volumétrica)
 - Aumenta la fricción entre el rotor y el estator
 - Aumenta la tensión cíclica en el elastómero a medida que el rotor se mueve hacia adelante y hacia atrás a través de la cavidad
- **El ajuste ideal del rotor equilibra estos factores para proporcionar una buena eficiencia sin tener un par elevado o una vida útil corta.**
- **El objetivo no es alcanzar una eficiencia del 100%**
- **Fugas durante las pruebas de presión (hermeticidad o manométrica)**

Todas las PCP pueden tener fugas si se realiza una prueba de presión, pero una PCP con un rotor holgado tendrá fugas más rápidamente

› OTRA OPCIÓN

- **¿Podemos utilizar una bomba de mayor levantamiento con un rotor holgado y obtener los mismos resultados que con un rotor más ajustado?**
 - La respuesta corta es "Sí". Esto podría no ser aconsejable en todas las aplicaciones, por ejemplo, con sólidos abrasivos.
 - Probablemente sea una buena idea con las PCP totalmente metálicas, en las que un rotor más ajustado podría no funcionar. También puede ser una opción si las condiciones (temperatura, viscosidad, hinchamiento) pueden cambiar sustancialmente durante el tiempo que la bomba esté instalada.
 - Hay un aspecto de costos: La bomba más larga costará más, mientras que un rotor más ajustado generalmente no tendría una diferencia de costo.

➤ RESUMEN

- **Los rotores PCP vienen en diferentes tamaños para permitir diferentes interferencia con el estator - permitiendo un ajuste "holgado" o "apretado".**
- **La interferencia óptima es un equilibrio entre una eficiencia aceptable, bajo torque y buena vida útil**
- **Las empresas pueden tener un proceso para seleccionar una interferencia inicial en una nueva aplicación, pero ésta debe ajustarse según sea necesario para las instalaciones posteriores, basándose en los resultados.**
- **Algunos clientes especifican una eficiencia deseada en la prueba de banco**

Es importante entender que la eficiencia de la prueba de banco NO equivale a la eficiencia en el fondo del pozo, pero una empresa puede saber que una bomba con una determinada eficiencia en banco dará la eficiencia deseada en el fondo del pozo.

- **Los aspectos que pueden afectar la interferencia óptima son los siguientes:**
 - Temperatura
 - La geometría de la bomba (ángulo de hélice y D/E)
 - Hinchamiento del elastómero
 - Dureza del elastómero
 - Viscosidad del fluido
- **La baja eficiencia puede ser causada por otros factores además del ajuste del rotor**

