

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN.

**INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.
AREA INDUSTRIAL.**

**MANUAL DE MÉTODOS DE INGENIERIA PARA
LA APLICACIÓN DE SELLOS MECÁNICOS.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A

GALLEGOS GUTIÉRREZ MIGUEL ALEJANDRO

DIRECTOR: ING. IRMA VELÁSQUEZ GONZÁLEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS POR HABER PERMITIDO LLEGAR A ESTE MOMENTO.

A MIS PADRES POR HABER MANTENIDO EL SUEÑO.

A MI FAMILIA POR SU INCONDICIONAL APOYO.

A MI ASESORA POR SU VALIOSO TIEMPO.

A LOS PROFESORES DE LA CARRERA EN LA FES ARAGON.

A MIS AMIGOS Y PERSONAS QUE HAN COMPARTIDO SU TIEMPO.

INTRODUCCION

En la industria mexicana, especialmente la que utiliza fluidos en sus procesos, utiliza equipos de bombeo para transportar determinados fluidos. Dentro de estos equipos de bombeo se utilizan empaquetaduras o sellos mecánicos para evitar fugas. Estos sellos mecánicos van desde los más sencillos hasta los más sofisticados (sellos dobles), esto debido al amplio rango de aplicaciones que tienen. Debido a lo anterior las personas encargadas de mantenimiento deben estar capacitadas en la aplicación de estos sellos mecánicos que se emplean en los diferentes equipos de bombeo.

La capacitación que tenga el personal del área de mantenimiento es muy importante, ya que de ellos depende el buen funcionamiento de la planta, así como la detección y rápida reparación de los desperfectos que en ella ocurran; los cuales, como se sabe significan pérdidas económicas para nuestra empresa. Por lo anterior es recomendable que la empresa invierta tiempo y dinero para la capacitación de sus trabajadores y así hacer eficiente el área de mantenimiento.

Existen diferentes formas de sellado de una bomba entre las dos principales se encuentran las empaquetaduras y los sellos mecánicos pero debido a las normas ambientales vigentes en el país, a los fluidos que transportan los equipos de bombeo, y a las características del equipo de bombeo, la mejor alternativa de sellado son los sellos mecánicos. Dichos sellos mecánicos se puede clasificar en dos grandes grupos: sellos sencillos y dobles, los cuales son los más empleados en la industria.

Por lo descrito anteriormente, en este proyecto hablaremos de los sellos mecánicos; sus antecedentes, los conceptos básicos que debe conocer cualquier persona involucrada en su aplicación, las características y partes de cada sello mecánico, sus planes de ambientación, la forma de ensamblar el sello mecánico en la bomba, las causas de sus defectos y posibles soluciones, y un caso práctico de selección y aplicación del sello mecánico.

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1	
INTRODUCCION BASICA DE LOS SELLOS MECANICOS	
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 DEFINICIONES Y CONCEPTOS	5
1.3 CLASIFICACION DE LOS SELLOS MECANICOS	15
1.4 CONSTRUCCION DEL SELLO MECANICO TIPO EMPUJADOR	18
1.5 CONSTRUCCION DEL SELLO MECANICO TIPO FUELLE	21
1.6 CONSTRUCCION DEL SELLO MECANICO TIPO MONTAJE EXTERNO	23
1.7 CONSTRUCCION DEL SELLO MECANICO TIPO TANDEM	25
1.8 FUNCIONAMIENTO DE LOS SELLOS MECANICOS.	27
1.9 LIMITES DE APLICACIÓN	32
1.10 EL AMBIENTE DE FUNCIONAMIENTO DEL SELLO	35
1.11 MATERIALES DE CONSTRUCCION DE LAS CARAS DE CONTACTO	36
1.12 PROPIEDADES IDEALES DE LOS MATERIALES DE CARAS DE SELLADO	37
1.13 MATERIALES COMUNES EMPLEADOS EN LAS CARAS DE SELLADO	39
1.14 MATERIALES DE LAS PARTES METALICAS	42
1.15 PLANES DE AMBIENTACION	47
CAPITULO II.	
METODOLOGIA Y PROCESO DE PLANEACION PARA EL MONTAJE DE LOS ASIENOS (SELLOS MECANICOS)	
2.1 SELECCIÓN DEL SELLO	77
2.2 LIMITES DE OPERACIÓN	78
2.3 CHEQUEO DEL EQUIPO	79
2.3.1 Juego axial	80
2.3.2 Deflexión Radial	81
2.3.3 Perpendicularidad del eje con respecto a la caja del sellado	82
2.3.4 Centrado de la brida o concentricidad de la caja del sello	84
2.4 INSTALACION DEL SELLO TIPO SENCILLO INTERIOR DE EMPUJE	86
2.4.1 bomba de succión simple con una caja de estoperos	86
2.5 ENSAMBLE DE SELLOS TIPO CARTUCHO	88
2.5.1 sello cartucho tipo empujador	88
2.6 INSTALACIÓN DEL SELLO CARTUCHO DOBLE (TANDEM)	96
2.6.1 Tipo cartucho instalado en bombas de succión vertical sencilla con caja bipartida y en bombas verticales en línea (1 caja de estoperos).	96
2.7 INSTALACIÓN DEL SELLO CARTUCHO DOBLE	97
2.7.1 Tipo cartucho instalado en bombas de doble succión y en bombas multietapas horizontalmente bipartidas (2 cajas de estoperos)	97
2.8 RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN	98

CAPITULO III
DEFECTOS Y SOLUCIONES EN LOS SELLOS MECANICOS

3.1 FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS SELLOS MECANICOS	100
3.1.1 COMPONENTE: SELLO MECANICO	100
3.1.2 COMPONENTE: CARAS	102
3.1.3 COMPONENTE: ELASTOMEROS	108
3.1.4 COMPONENTE: PARTES METALICAS	111
3.1.5 COMPONENTE: EJE	113

CAPITULO IV
CASO PRACTICO PARA LA APLICACIÓN DE ESTE MANUAL

4.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	116
4.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO	116
4.3 ANALISIS DE LA FALLA	118
4.4 SOLUCION AL PROBLEMA	119
CONCLUSIONES	123
APENDICE	124
BIBLIOGRAFIA	133

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Para que todas las personas relacionadas con el estudio, funcionamiento y mantenimiento de los equipos de bombeo de una empresa, conozcan el funcionamiento, diseño y los tipos de sellos mecánicos existentes en el mercado.

OBJETIVO PARTICULAR.

Implementar este manual como material de capacitación del personal que no tiene los conocimientos técnicos sobre los sellos mecánicos.

JUSTIFICACION

Debido a la experiencia adquirida en ventas de sellos mecánicos, para el área de mantenimiento de diversas empresas, en donde se requiere de un amplio conocimiento de los sellos mecánicos de los equipos de bombeo; se ha observado que en algunos casos los mecánicos no tienen la capacitación adecuada para identificar, armar y colocar el sello mecánico, sin embargo logran sacar adelante estas tareas debido a la experiencia adquirida en situaciones anteriores similares.

De aquí es de donde surge la necesidad de crear e implementar un manual de inducción para que sea revisado por Ingenieros de mantenimiento, supervisores, mecánicos y toda persona interesada en saber acerca de sellos mecánicos, en especial los sellos mecánicos de los equipos de bombeo. Con esto se busca satisfacer normas, especificaciones nacionales e internacionales de seguridad e higiene. Buscando con esto la mejora continua para empresas y trabajadores.

CAPITULO 1

INFORMACIÓN BASICA DE LOS SELLOS MECANICOS

1.1 ANTECEDENTES.

Los antecedentes más inmediatos de los sellos mecánicos son las llamadas empaquetaduras. ¿Qué es una empaquetadura?, Son sellos preformados para ajustarse a cavidades específicas; tales como juntas planas, O-ring o V-ring.

A continuación serán enumeradas las ventajas y las desventajas que ofrecen las empaqueturas.

VENTAJAS

- Bajo costo del producto.
- Disponibilidad inmediata.
- Facilidad de instalación.

DESVENTAJAS.

- Desgaste excesivo de los ejes.
- Alto consumo de potencia.
- Altas emisiones de fugas.
- Requiere de un ajuste periódico.
- No cumple con las normas actuales de sellado.
- Son obsoletas.

Debido a las desventajas que presentaban las juntas, existía la necesidad de desarrollar otra solución para el sellado de los equipos de bombeo, de ahí nace la idea de los sellos mecánicos.

En el año de 1930 la compañía Durametallic desarrollo el primer sello mecánico. Este se desarrollo para una compañía automotriz americana. En los primeros años de la década de los 40 desarrollo e introdujo el sello de caras de contacto.

Después los años cincuenta comenzó ha ampliarse la gama de sellos mecánicos, debido al desarrollo de nuevos materiales para las caras de sellado.

Durante los años ochenta se introduce otro descubrimiento en la tecnología de sellado: el sello gas – gas lubricado de no contacto, este sello fue especialmente diseñado para compresores centrífugos, esta tecnología revoluciono los sellos de los compresores.

En los años noventa se aplica la tecnología de no contacto a bombas que manejan líquidos que son un peligro para el ambiente. Aplicando esta tecnología se cumplieron las normas de ANSI y API; así como se excedieron las normas de la Agencia para la Protección del Ambiente (EPA). Esta tecnología se aplico con éxito en donde el sello esta operando cerca del punto de ebullición del fluido. Los fluidos como el nitrógeno liquido, el argon y oxigeno que se transportan en camiones son sellados con sellos mecánicos de no contacto.

1.2 DEFINICIONES Y CONCEPTOS

En el capítulo anterior se ha revisado los antecedentes de los sellos mecánicos, con el crecimiento de todo tipo de industrias y el desarrollo de nuevas tecnologías, hubo la necesidad de desarrollar diferentes tipos de sellos mecánicos. Quedando así establecida la importancia que tienen estos elementos mecánicos dentro de la industria, ya que actualmente toda empresa que utilice equipos de bombeo en sus procesos, tendrá la necesidad de utilizar un sello mecánico para dicho equipo.

Por lo anterior toda persona que este involucrada o relacionada con sellos mecánicos, debe tener en claro las siguientes definiciones y conceptos necesarios para entender este manual.

Acabado espejo

Se refiere a una superficie metálica luminosa y pulida, parecida a un espejo

Acabado tipo plato

Es una superficie comercialmente lisa, siendo el resultado de la vulcanización entre los platos de la prensa que la trabaja.

Adhesión.

La fuerza de ligadura o pegado de dos superficies del mismo, o diferente material entre si como son: caucho a caucho, caucho a metal, o caucho a tela.

En otras palabras, se refiere a la fuerza de atadura entre dos superficies en contacto.

Alambre reforzado.

Es un producto que contiene alambres para dar fuerza agregada, mayor estabilidad dimensional y/o resistencia de la compresión

Alargamiento

El aumento en longitud expresada numéricamente como un fragmento o porcentaje de la longitud inicial.

Ampolla

Es una mancha levantada en la superficie o una separación entre las superficies a sellar, normalmente formando un espacio sin material de sellado o lleno de aire.

Anillo centrador

También llamado anillo guía es un pedazo sólido de metal usado en el diámetro exterior (OD) del embobinado de la empaquetadura, para centrar esta empaquetadura apropiadamente en la superficie a sellar, localizando el anillo contra la cubiertas de la conexión

El anillo también actúa como un límite de compresión para prevenir una sobre compresión del bobinado

ANSI

La abreviación para el Instituto Nacional Americano de las Normas. American National Standard Institute Es su nombre en ingles

API

Abreviación de American Petroleum Institute.

ASME

Abreviación para American Society of Mechanical Engineers.

ASTM

Abreviación para American Society for Testing and Materials.

Burbuja de sellado

Se refiere un nivel de sellado que no excede 1.0×10^{-4} cc/sec del atm de Helio.

Cabeza

Es la altura de una columna o cuerpo de fluido sobre un punto dado expresado en unidades lineales. La cabeza se usa a menudo para indicar la presión del cauce. La presión es igual a la altura multiplicada por la densidad del fluido

Carga asiento

Carga exigida para comprimir debidamente un sello mecánico. Esta varía dependiendo del tamaño y forma del sello

Caucho

Material que es capaz de recuperar de grandes deformaciones de manera rápida y sin perder sus propiedades.

Compresibilidad

Se refiere a la calidad o estado de ser comprimible. En el caso de las juntas y sellos, es la pérdida porcentual de espesor cuando esta sujeta a una carga dada.

Densidad

La proporción de masa de un cuerpo a su volumen o masa por la unidad el volumen. Para los propósitos prácticos ordinarios, densidad y la gravedad específica puede considerarse equivalente

DIN

Abreviación de Deutsches Institut für Normung. En español es Instituto Alemán de Normas es el equivalente europeo de ASTM

Elastómero

Es un elástico, como el caucho, material que, a la temperatura ambiente, puede estirarse repetidamente por lo menos dos veces su longitud original y que, en la descarga de la tensión, volverá inmediatamente a su longitud original.

Empaquetadura

Es un material deformable que, cuando esta sujetó entre las caras esencialmente estacionarias, previene el pasaje de líquidos entre estas caras.

Esfuerzo de tensión

Es la relación de carga y deformación en un cuerpo bajo la tensión.

Envejecimiento

Cambios o alteraciones sufridas en las propiedades físicas de un sello con el lapso de tiempo

Esfuerzo de compresión.

Fuerza por unidad de área que se comprime el sello al momento de apretarlo.

Fatiga

El debilitamiento o deterioración ocurrida a un material, debida a la repetición o la aplicación continúa de tensión que son las causas de la fatiga

Flush

Chorro del liquido empleado para enfriar las caras del sello. Puede ser el mismo líquido que trabaja la bomba o puede ser un líquido externo a esta.

Gravedad específica

Es la proporción que guarda el peso de una sustancia dada, al peso de un volumen igual de agua a una temperatura especificada.

Inflado

El aumento en volumen o en la dimensión lineal de un espécimen sumergido en un líquido o expuesto a un vapor

Limite elástico

Es la magnitud o fuerza aplicada a un cuerpo que puede deformarse y todavía vuelve a su forma inicial después de la deformación.

Mancha

Una marca, deformidad, o lesión que dañan la apariencia de la cara del sello

O-ring

Es un sello del elastómero de composición homogénea amoldado a la configuración de un molde con sección cruzada redonda. De manera más sencilla es un anillo redondo con una sección cruzada redonda.

Permeabilidad

Calidad o condición de permitir el paso de fluido a través de un material

Presión

Fuerza por el área de la unidad, normalmente expresada en las libras por pulgada cuadrada o en kilogramos por centímetro cuadrado.

Presión absoluta (PSIA):

La presión sobre el cero absoluto, es decir, la suma de la presión atmosférica más la presión indicada en los manómetros del equipo.

Presión atmosférica

Presión ejercida por la atmósfera a cualquier punto específico de un cuerpo La presión del nivel del mar es aproximadamente 14.7 lbs.

PSI

La abreviación de libras por pulgada cuadrada.

PTFE

La abreviación para Politetrafluoroetileno. Comercialmente DuPont utiliza el nombre de TEFLON

Presión

Carga asiento dividida por el área de contacto del sello.

Presión de trabajo

La presión máxima que opera un equipo durante un servicio normal.

Prueba de banco

Es una prueba de servicio modificada en que las condiciones de servicio se aproximan a las que trabajara el sello, no usando el equipo del laboratorio, sino el mismo equipo de bombeo o un equipo parecido al que se montara el sello.

Quench

Es un lavado cuya intención es la de prevenir la oxidación de líquidos del lado atmosférico de un sello mecánico. Puede ser usado en líquidos tales como hidrocarburos calientes, sosa cáustica o agua salada para lavar producto acumulado del lado atmosférico. Un líquido de Quench se utiliza para eliminar sedimentos del producto del lado atmosférico y, en algunos casos, para la refrigeración y lubricación del sello. Un quench de vapor o de nitrógeno se utiliza para apartar el oxígeno de las caras de contacto y para evitar el coquizado. El quench de vapor debe ser seco y no debe contener agua.

Sellabilidad

Se refiere a la medida de goteo fluido a través de y por ambas caras de una empaquetadura. Es medido usando equipos y procedimientos señalados en ASTM F37.

Sello

Cualquier dispositivo diseñado para prevenir o controlar el movimiento de fluido de una cámara a otro y para evitar la fuga de los contaminantes y fluidos.

Sello mecánico

Dispositivo de sellado industrial que controla y restringe fugas, en recipientes estáticos atravesados por un eje rotativo.

Sello metálico

Es un sello compuesto completamente de componentes de metal que, cuando son comprimidos sus dos caras, previene la fuga de líquidos a través de estas caras.

Sello neumático

Un sello de elastómeros empujado fuera o amoldado a las caras a modo que se extienda y se retracte para proporcionar un sello seguro y confiable en cualquier posición. Lo que le da una amplia gama de aplicaciones.

Solución de sellado

Cualquier empaquetadura o sello que, cuando propiamente se instaló, previene la fuga de material del interior de la bomba o elemento donde se instala.

Vacío

La presión negativa, cuando una empaquetadura o el sello se usan para prevenir el paso de cuerpos extraños o aire en el sistema.

Viscosidad

Es una manifestación de fricción interior opuesta a la movilidad. Es la propiedad de fluidos de resistir a un cambio instantáneo de forma,

Wicking

Es el goteo a través de una empaquetadura, no alrededor de ella.

1.3 CLASIFICACION DE LOS SELLOS MECANICOS.

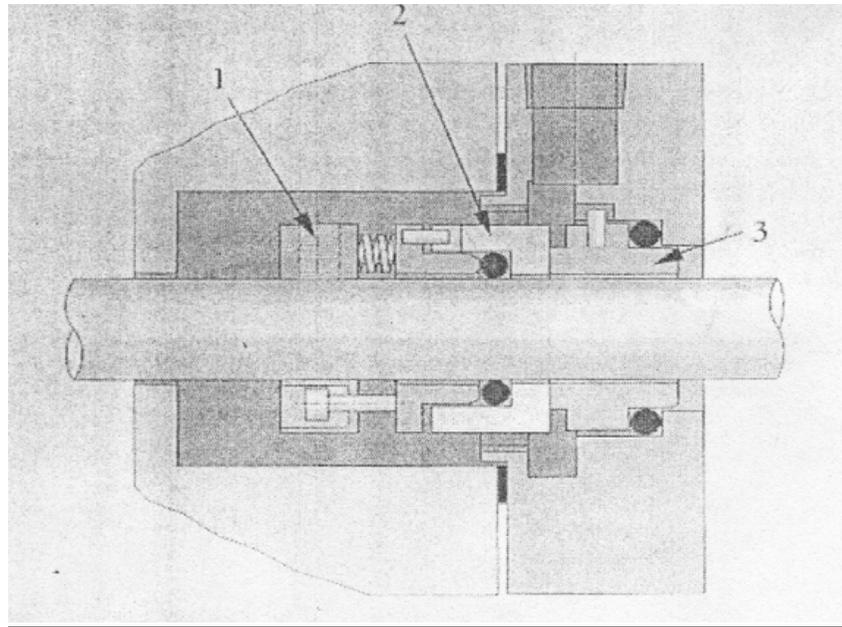
Los sellos mecánicos pueden clasificarse por su diseño o por su arreglo según se muestra en las siguientes tablas:





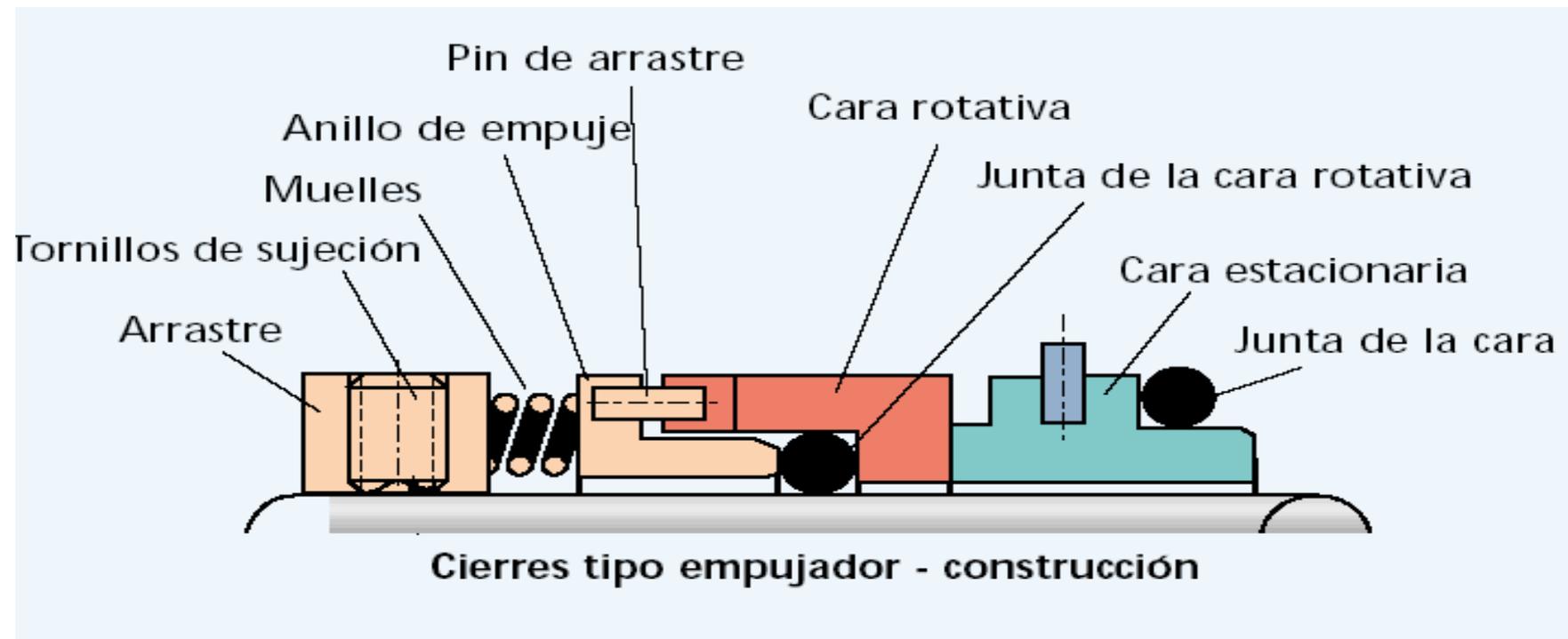
Todos los sellos mecánicos están contruidos con tres juegos básicos de partes según se muestra en la siguiente figura, estas partes son:

1. Un juego de caras de sellado primarias; una cara rotatoria y otra estacionaria, mostradas como aquí como anillo del sello e inserto.
2. Un juego de sellos secundarios conocidos como empaquetaduras del eje y montajes del inserto, tales como O rings, cuñas y V ring.
3. Los equipos de sellado mecánico que incluyen bridas de anillo, abrazaderas, anillos de compresión, chavetas, resortes y fuelles.

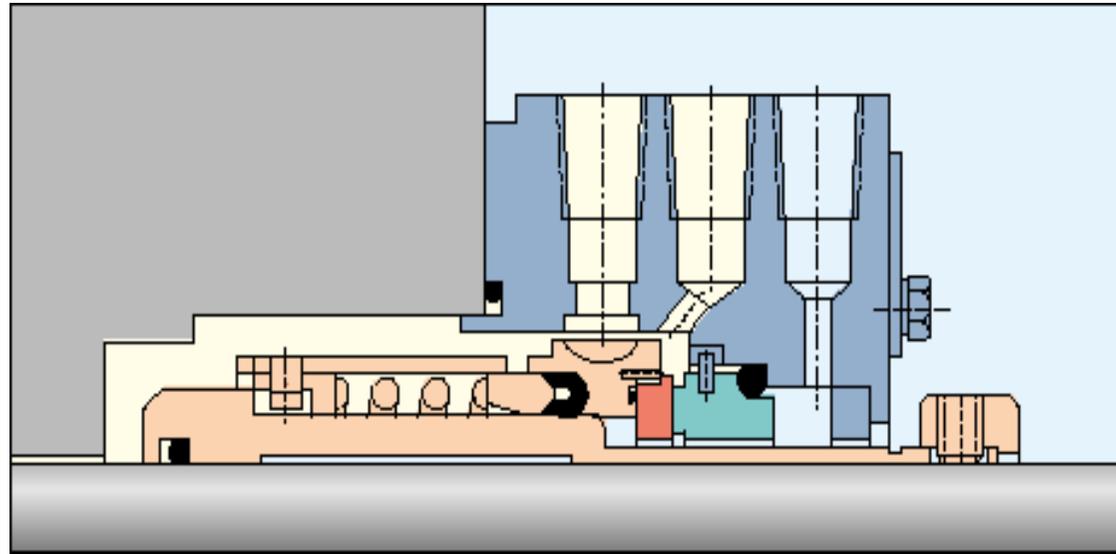


1.4 CONSTRUCCIÓN DEL SELLO MECÁNICO DEL TIPO EMPUJADOR.

Un cierre mecánico tipo empujador típico consiste en una cara rotativa, una cara estacionaria, juntas y otros elementos de construcción metálicos, como la brida y la camisa del eje.



SELLO TIPO EMPUJADOR CON UNIDAD DE RESORTES.



SELLO TIPO EMPUJADOR DE RESORTE UNICO

La cara estacionaria se coloca en una tapa atornillada, en la tapa de la bomba. En la mayor parte de los sellos, la cara rotativa puede moverse axialmente y se mantiene en su sitio por un reten y uno o mas muelles. Las partes rotativas se encuentran en la camisa del eje o directamente en el eje. La junta que se mueve axialmente con la cara de roce rotativa se denomina junta dinámica; estas juntas son frecuentemente elastómeros, en versiones especiales se fabrican de PTFE.

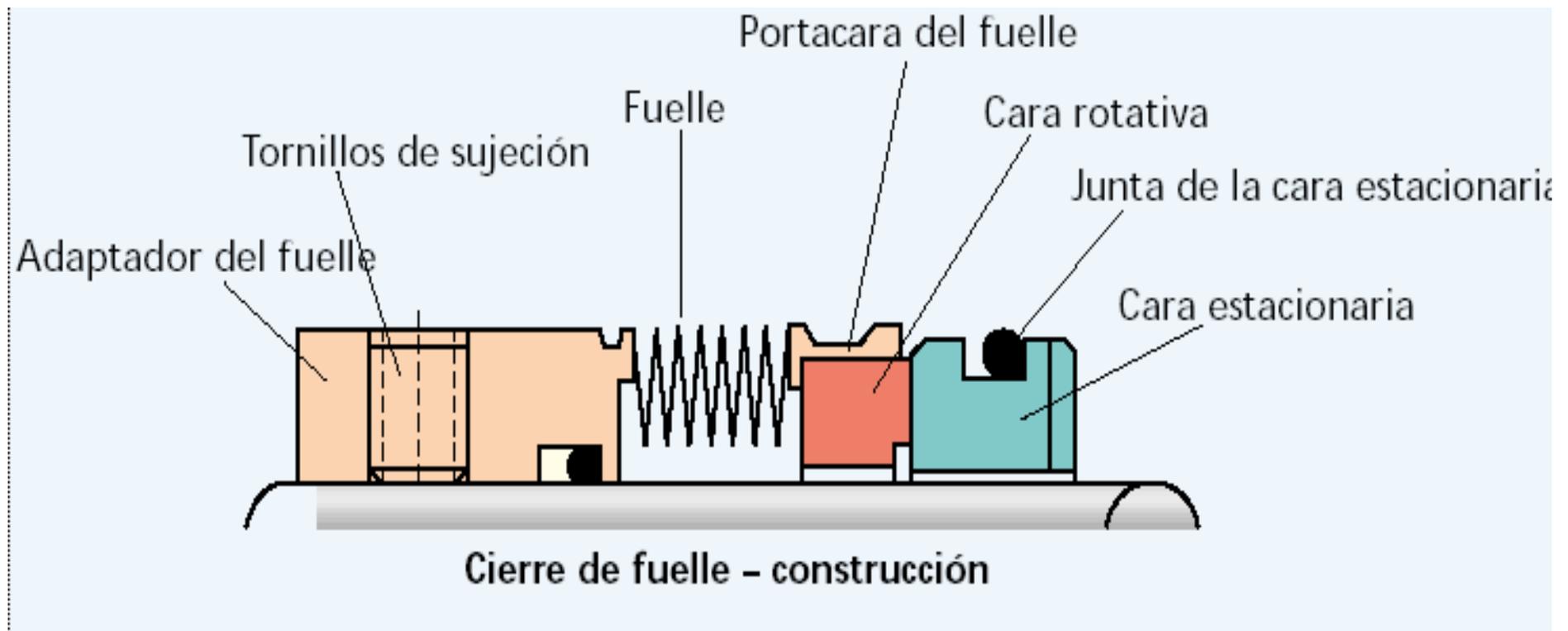
Los cierres de tipo empujador incorporan un cierre secundario, llamado junta dinámica, que es empujada por el/los resortes, axialmente por el eje o camisa del eje para compensar el desgaste de la cara de contacto o los desajustes debidos a la mala alineación de la bomba. Los cierres tipo empujador son generalmente mas económicos que los de fuelle metálico y ofrecen mayor variedad de tamaños. Este tipo de cierres suele ser la primera elección en el sellado de hidrocarburos ligeros, y en aplicaciones con altas presiones y velocidades; por su inherente robustez de diseño y el movimiento axial de su junta.

Estos cierres no admiten el uso de juntas de grafito y por lo tanto la temperatura máxima de funcionamiento esta limitada por los materiales de juntas de elastómero o PTFE disponibles. El ataque químico del material de las juntas puede ser también un factor de limitación.

El sistema más usado es el de multiresorte, con un número pequeño de resortes resistentes a la corrosión. Para proteger a estos pequeños resortes del efecto de la corrosión algunos diseños sitúan los resortes fuera del contacto del producto. Como alternativa también se puede usar un diseño uniresorte, que responde mejor en aplicaciones donde la corrosión u la suciedad son mayores.

1.5 CONSTRUCCIÓN DEL SELLO MECÁNICO TIPO FUELLE

Un sello de fuelle metálico, esta construido de forma similar a un sello tipo empujador, pero en lugar del muelle tiene un fuelle metálico. Un sello de fuelle no necesita junta dinámica, lo que permite el uso de grafito para temperaturas muy altas.

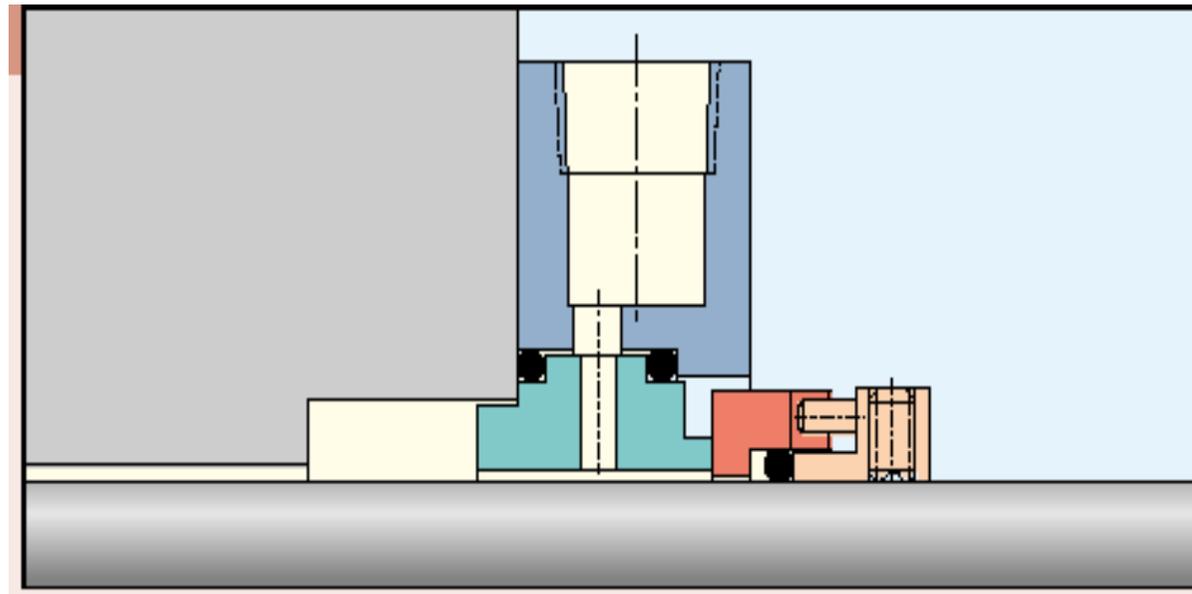


El diseño del sello mecánico de fuelle da solución a muchos de los problemas asociados a los sellos de tipo empujador. La ausencia de una junta dinámica elimina la posibilidad de atascamiento causado por la formación de depósitos o por el hinchamiento de la junta. Un fuelle metálico tiene la ventaja de tener un efecto autolimpiante, aprovechando la fuerza centrífuga para deshacerse de las partículas o sólidos que penetran sus diafragmas. Algunos fuelles pueden soportar temperaturas más altas que los sellos tipo empujador, ya que pueden usar mayor variedad de materiales para las juntas y no solo elastómeros, gracias al uso generalizado de PTFE e incluso grafito, el cual tiene un excelente rango de temperatura y resistencia química. Otra ventaja de los sellos de fuelle metálico es que son más sencillos de instalar ya que tienen menos piezas que los sellos tipo empujador.

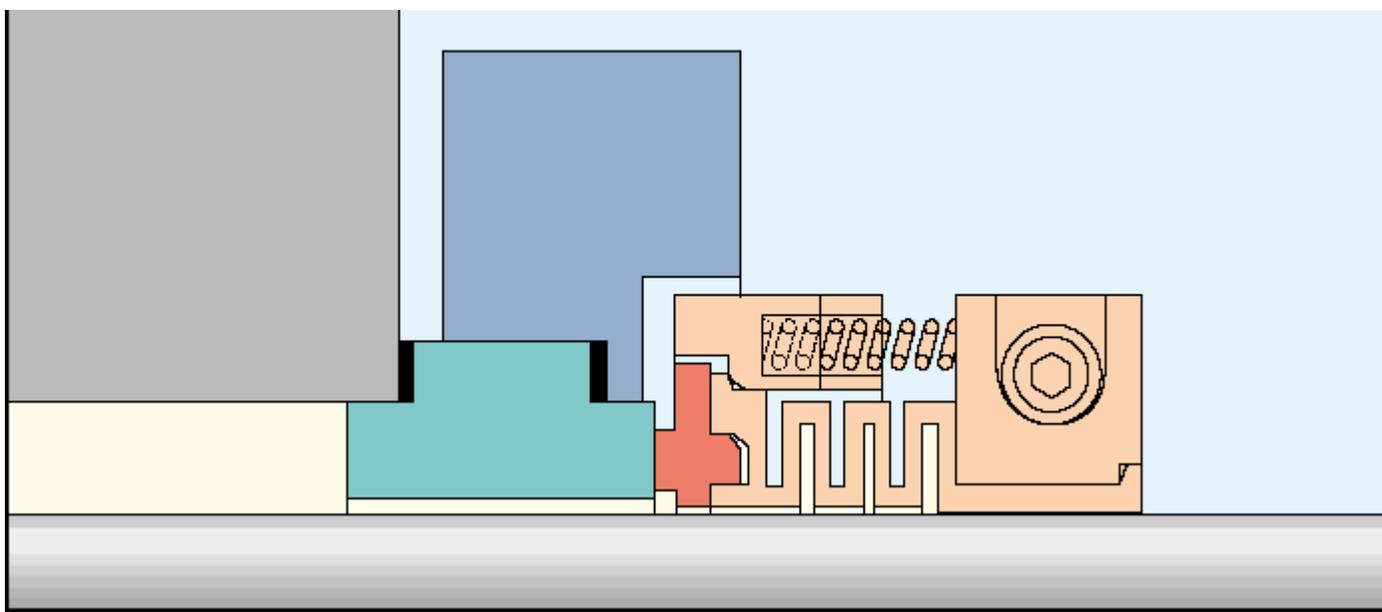
El inconveniente de estos sellos es el que no pueden ser utilizados para altas presiones ya que los diafragmas de los fuelles son relativamente delgados. Ya que el fuelle metálico tiene una menor capacidad inherente de amortiguación, puede suceder que, bajo condiciones variables de lubricación (como en el caso de hidrocarburos ligeros) se generen vibraciones axiales que tengan como resultado final el fallo por fatiga del fuelle

1.6 CONSTRUCCION DEL SELLO MECANICO DE MONTAJE EXTERNO.

Los sellos de montaje externo están diseñados para aplicaciones muy corrosivas. Este dispositivo permite que el cierre no tenga partes metálicas en contacto con el producto. Se puede disponer de este sistema con sellos tipo empujador o del tipo fuelle de PTFE. El sello del tipo fuelle PTFE tiene limitaciones severas de presión, temperatura y velocidad.



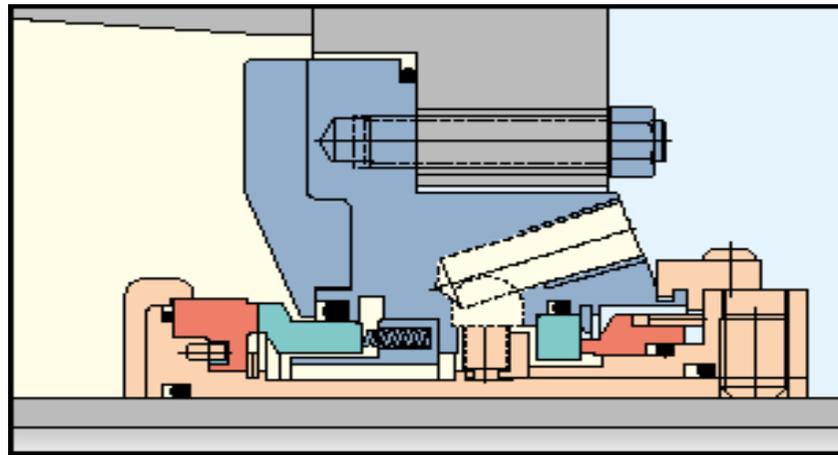
SELLO EXTERNO TIPO EMPUJADOR



SELLO EXTERNO TIPO FUELLE

1.7 CONSTRUCCION DEL SELLO MECANICO TANDEM.

Un sello tandem consiste de dos sellos alineados en la misma dirección en una caja sencilla de sellado. El sello interno colocado en el lado en el lado producto, opera como un sello sencillo. Este sello contiene el proceso manejado en el equipo. El sello externo (secundario), opera con el fluido buffer.



SELLO TIPO TANDEM

Cada juego de caras de sellado, debe operar con una película de fluido entre ellas, esta película evita que las pistas estén en contacto y se genere demasiado calor. El rango de fuga de cada sello, variara dependiendo del diseño del sello. Un sello sencillo puede operar con un rango de fuga de 1,000 PPM. En el pasado se utilizaban complicados

sellos dobles para obtener un rango de 1PPM. Estos sellos requerirán de un extensivo control de operación para su mantenimiento o costosos sistemas de monitoreo, ninguno de los cuales es muy practico o adecuado desde el punto de vista del usuario. Las investigaciones en cuanto a programas de películas de fluidos, han mejorado la capacidad de los diseñadores de sellos mecánicos para controlar las fugas, ahora es posible el uso de sellos tandem que tengan un rango de fuga de 1PPM.

Debemos tener en cuenta que no todos los diseños de sellos mecánicos nos pueden dar el rango de fuga requerido. Diferentes diseños tienen variaciones aplicaciones para cubrir condiciones de operación específico. Las nuevas tecnologías han permitido proveer sellos Tandem con un rango de fuga de 2.5cc/hr.

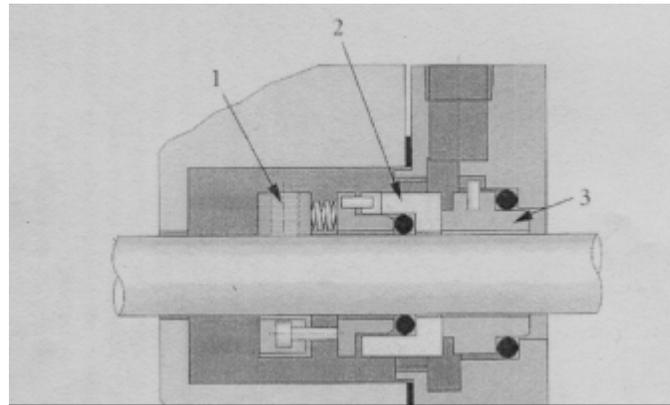
Existen dos opciones principales de cómo operar un sello tandem. Si nuestro producto vaporiza a presión atmosférica y no se mezcla con el fluido barrera, este se puede dirigir a un quemador. De esta forma el quemador operaria con .475 galones por mes ($2.5 \text{ cc/hr} * \text{gal}/3785\text{cc} * 24 \text{ hr/dia} * 30 \text{ días/mes}$).

Si el producto se mezcla con el fluido barrera, debido a la contaminación del fluido barrera, tomaría 30 días para tener una fuga de producto de .8 PPM: Esto es con un fluido 100% peligroso, por lo que el cambio de fluido barrera debería hacerse cada 1.25 meses. Si el producto manejado es solo 25% el tiempo para el cambio del fluido barrera será de una vez por año.

1.8 FUNCIONAMIENTO DE LOS SELLOS MECANICOS

Todas las caras de un sello mecánico se basan en la misma tecnología. Existen dos superficies sumamente planas (llamadas caras), las cuales se encuentran en contacto una con otra. Una cara se encuentra rotando con la flecha mientras la otra se mantiene estacionaria con la caja. Estas caras se encuentran selladas en alojamientos adecuados a través del uso de sellos secundarios (empaques). Las caras se encuentran mecánicamente energizadas y flexibles de tal forma que pueden permanecer en contacto y compensar en cierta forma los desalineamientos estáticos y dinámicos, así como el desgaste de las mismas caras.

En la ilustración se indican las funciones típicas de un sello tipo empujador.

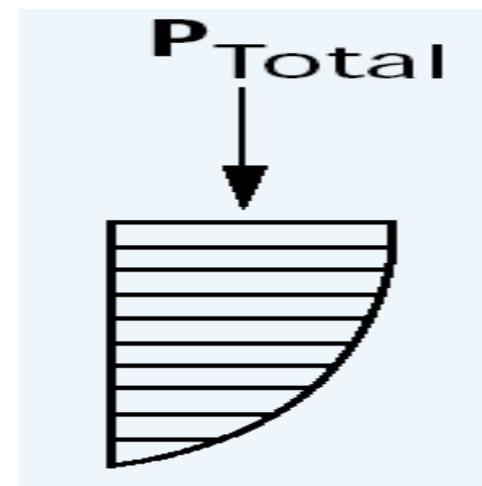
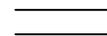
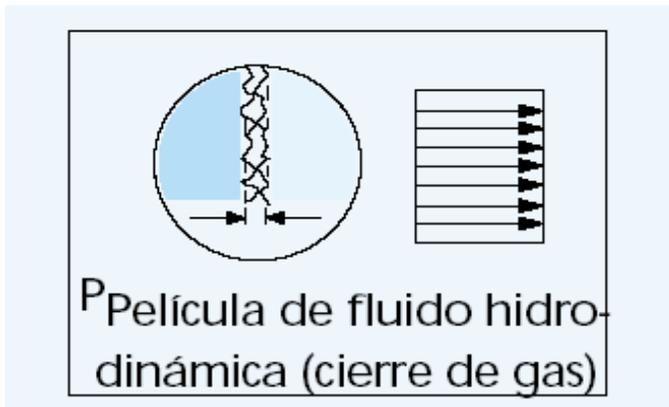
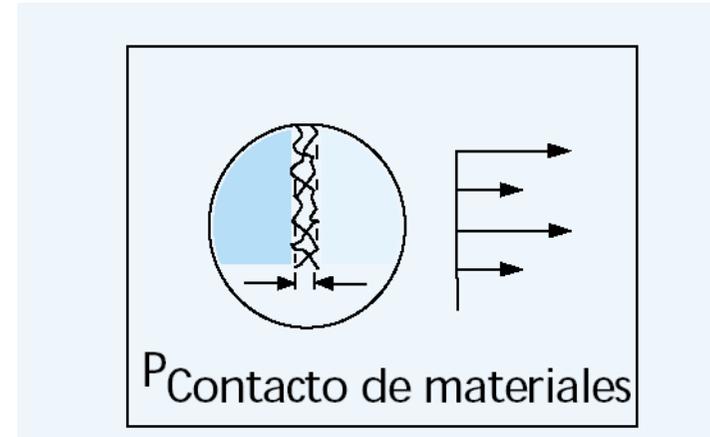
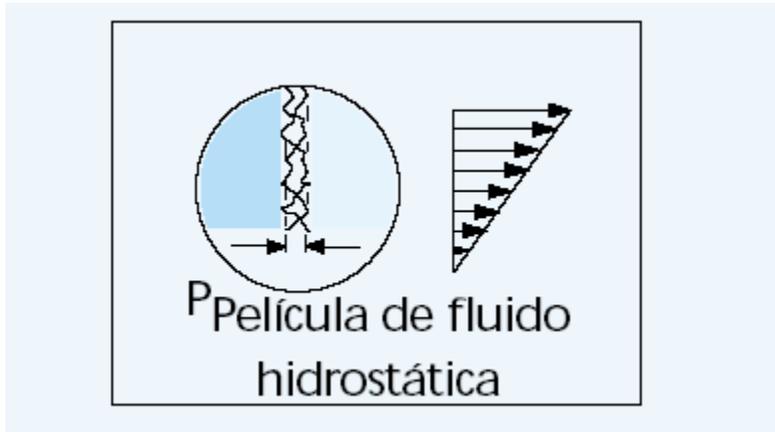


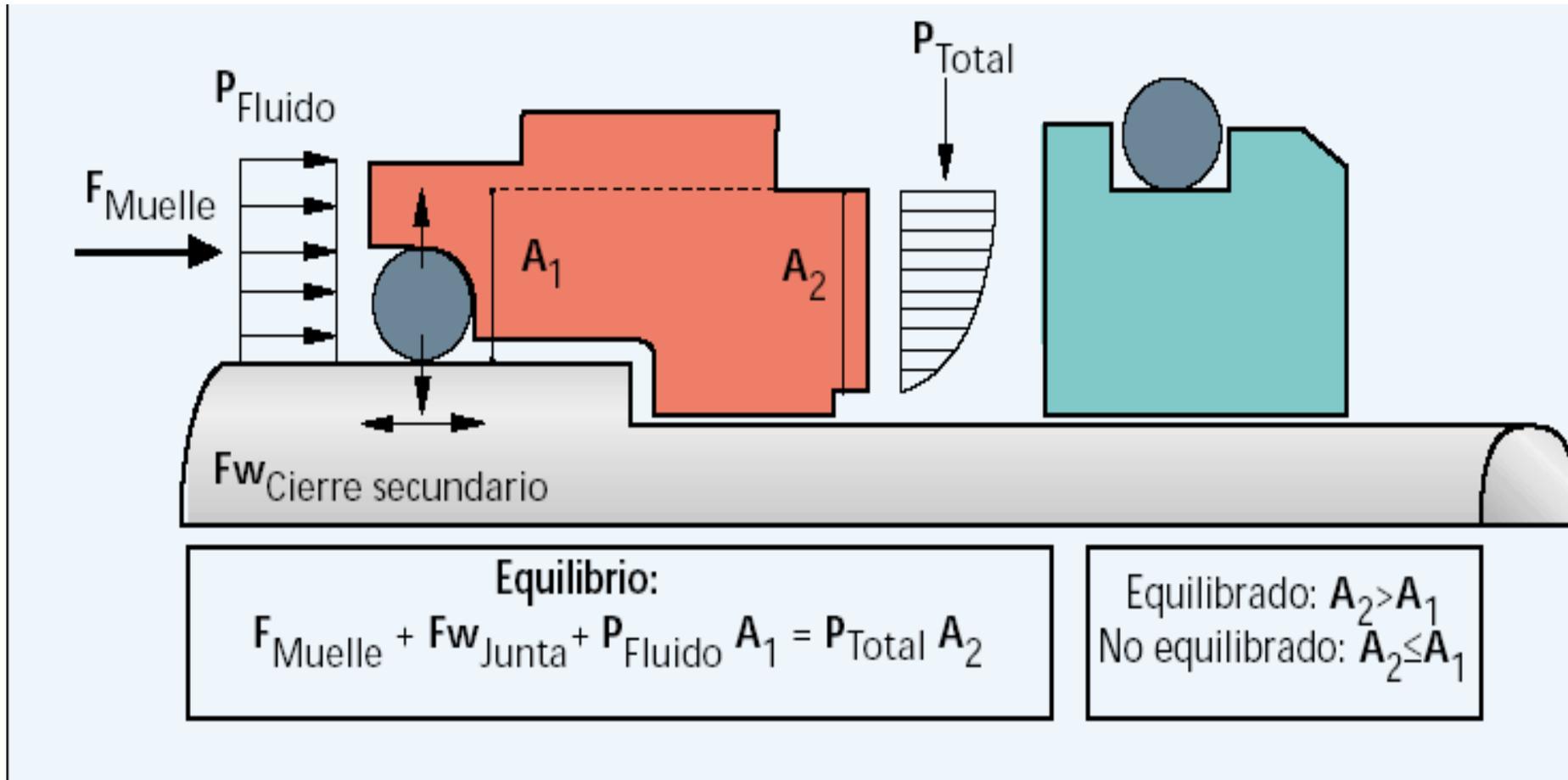
- No 1 se refiere a las partes metálicas, las cuales le dan posición axial al sello y hacen que rote con la flecha de la bomba. Esta parte del sello, mediante el empuje que le transfiere a la parte 2.
- No 2 se trata de la cara rotativa, la cual es empujada en contra de la cara estacionaria que se indica como parte 3. Estas partes son de cierta manera flexibles, las cuales son capaces de soportar ciertos desalineamientos estáticos causados por tolerancias de producción e instalación de los equipos rotativos. El sello también puede soportar ciertos desalineamientos dinámicos causados por deflexión y otros movimientos de la flecha. La cara rotativa 2, tiene un movimiento axial para compensar el desgaste que existe entre las caras de sellado (2 y 3)
- La cara rotativa (2) se encuentra plana hasta 3 bandas luz (.0000348" o 89 micrones) en la superficie principal de sellado y se encuentra presionada contra la cara estacionaria (3) por la acción de la fuerza que ejerce la presión hidráulica (fluido) dentro de la caja de estopas.
- La cara estacionaria (3) se mantiene posicionada estáticamente dentro o por medio de la brida para efectuar su función. La mayoría de estas caras se encuentran aseguradas por medio de un perno para evitar que se gire.

Para mantener la mínima fuga y el funcionamiento fiable de un sello, se necesita una película de lubricación mínima pero suficiente entre las caras de contacto; con una separación entre caras menor que 1 nanometro / 40 nanometro. El espesor de la capa de lubricación normalmente es del mismo orden que la rugosidad de la superficie de las caras de contacto. Por lo tanto el coeficiente de rozamiento queda bajo, al igual que el calor generado. En algunas aplicaciones se produce un leve contacto de los picos de seguridad llamada lubricación mixta. Las caras de rozamiento se lapean hasta obtener un grado optimo de rugosidad. El funcionamiento de la cara dinámica es similar a la de un embolo, en el que una cantidad de fuerzas se encuentran en equilibrio:

- Fuerzas hidrostáticas (fuerzas de cierre y de apertura.)
- Contacto entre las caras (mínimo durante la operación.)
- Presión hidrodinámica(mínima para un cierre lubricado con liquido)
- Fuerza de las muelles.
- Fricción de la junta dinámica.

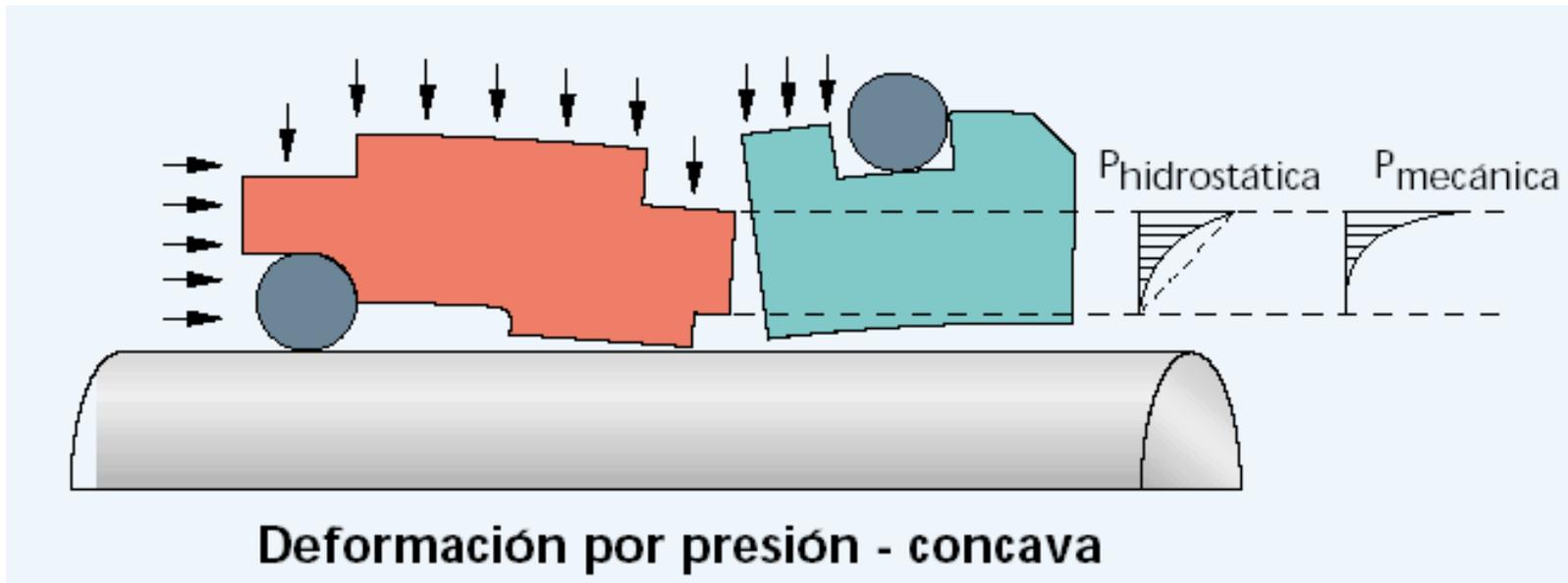
Los sellos están contruidos de tal manera que la cara que se mueve axialmente se encuentra en un equilibrio perfecto en el rango comprendido entre los limites de aplicación.

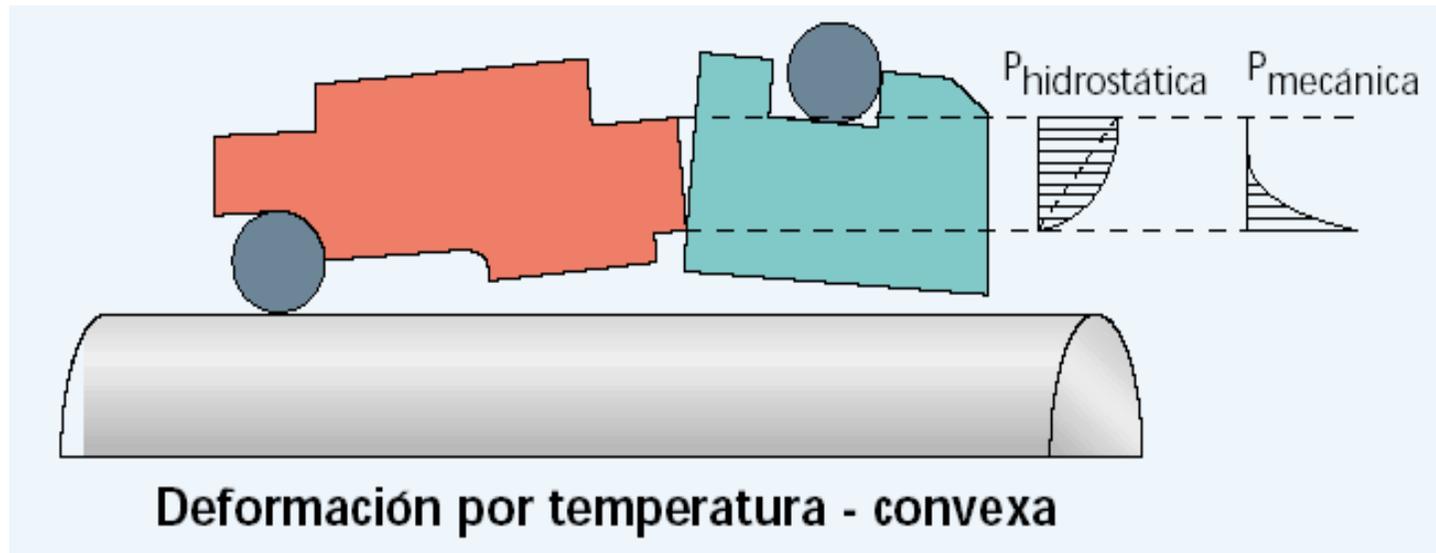




1.9 LIMITES DE APLICACIÓN

La presión hidráulica en las caras de sellado produce una deformación cóncava. Por lo tanto, la película de líquido entre las caras del sellado se reduce y cambia el reparto de la presión hidrostática entre las caras. Esto se compensa mediante el calor de fricción entre las caras del sello, que causa una deformación opuesta térmica convexa. La construcción de sellos se optimizan cuidadosamente mediante soluciones iterativas de cálculo de elementos finitos y modelos especiales de películas de líquidos. En un gran rango de presión velocidad y líquidos (ventana de operación), la suma total de presión y deformación térmica se reduce a un mínimo, para obtener un espesor constante de película y, por lo tanto, una fiabilidad óptima.





“Existe el sello mecánico desbalanceado y balanceado, entendiéndose por ello que la presión que ejerce el liquido sobre ambas caras debe ser la misma.”¹

Las fuerzas que actúan en la cara primaria de un sello interno sometido a presión hidráulica en el estopero puede producir una condición desequilibrada, la presión que actúa en la parte posterior del anillo primario empuja las caras entre sí.

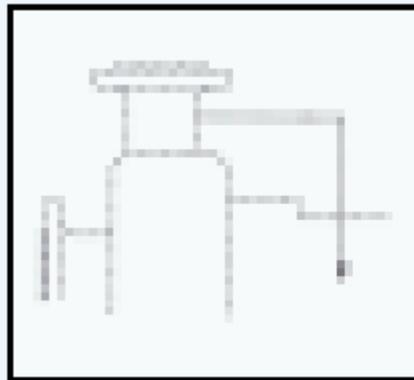
Con un sello que funciona a alta presión en el estopero, las fuerzas pueden ser excesivas y producir un rápido desgaste de las caras del sello.

Las fuerzas que actúan en las caras del sello se pueden reducir con el cambio de relación de la superficie de cara. Si se reduce la superficie en la cual actúa la presión pero se mantiene constante la superficie de la cara, se reducirá la fuerza contra esta. Esto se llama equilibrar el sello.

¹ VIEJO, Zubicaray, Manuel, Bombas: teoría, diseño y aplicaciones, México. Editorial Limusa, 1977 43 pp.

1.10 EL AMBIENTE DE FUNCIONAMIENTO DEL SELLO.

El ambiente de funcionamiento del sello tiene la misma importancia que su construcción. Una película de lubricación limpia y estable, son decisivos para el buen funcionamiento del sello. La disposición de tuberías, denominada "Plan API", contribuye al enfriamiento del sello y a mantener limpio el entorno de las caras. Aspectos de seguridad o normas sobre el medio ambiente (emisiones) pueden hacer indispensables otras consideraciones en cuanto al sistema de refrigeración. Además de la construcción del sello y de la tubería, la construcción de la bomba (forma y disposición de la caja donde ira alojado el sello) y la operación son decisivas para asegurar la fiabilidad y seguridad del sello. Se hablara de este tema mas a fondo, dentro de los planes de ambientacion.



Plan 11
Circulación desde
descarga de la
bomba al cierre a
través de un orificio

1.11 MATERIALES DE CONSTRUCCION DE LAS CARAS DE SELLADO.

Durante el transcurso del tiempo, los materiales de las caras de sellado se transformaron desde las superficies de contacto simples de carbón o acero, hasta llegar a aquellas de carbón impregnado con antimonio y carburo de silicio.

Estos dos últimos materiales funcionan confiablemente, incluso con lubricación escasa, por ejemplo, en el caso de hidrocarburos ligeros o aplicaciones de agua caliente.

Un factor de gran importancia es la dureza, la fuerza y el coeficiente térmico del carburo de silicio. Es importante la resistencia a la corrosión en el caso de líquidos corrosivos. Por lo tanto, los elementos de construcción metálicos son de acero inoxidable o una aleación superior. El carbón impregnado con resina y el carburo de silicio tienen la más alta resistencia a la corrosión

Hay un espectro muy amplio de materiales de juntas, desde fluorelastomero hasta el PTFE, inerte químicamente; pasando por el grafito de alta resistencia a la temperatura.

1.12 PROPIEDADES IDEALES DE LOS MATERIALES DE CARAS DE SELLADO.

Mecánicas.

Alto modulo de elasticidad.

No Flexible.

No se pandea o distorsiona.

Alta Fuerza de tensión.

Coefficiente de fricción bajo.

Resbaladizo.

Excelentes características de desgaste.

Auto _ lubricación.

Térmicas

Coefficiente de expansión bajo.

Se expande poco o nada en absoluto.

No cambia de tamaño o forma.

Alta conductividad térmica.

Conduce/disipa bien al calor

No es un aislador

Resistente a la fractura térmica.

No se rompe ante cambios de temperatura.
Estabilidad térmica.

Química.

Resistente a la corrosión.
Buena humectabilidad y características adhesivas.

Otras.

Estabilidad dimensional.
Buena maquinabilidad y fácil de fabricar.
Economía y disponibilidad inmediata.

1.13 MATERIALES COMUNES EMPLEADOS EN LAS CARAS DE SELLADO.

CARBURO DE TUNGSTENO SÓLIDO CON LIGADURA DE NIQUEL.

Temperatura máxima de 400°C.

Utilizado en fluidos como Agua Caliente, productos de petróleo, cáusticos, algunos ácidos.

99% OXIDO DE ALUMINIO.

Sin ligante - Sin silicato.

Más resistente al choque térmico que la ligadura de silicato.

Máxima temperatura de 176°C.

Bueno en ácidos incluyendo Fluorhídrico y cáusticos.

CARBONOS.

El carbón – grafito es el material de la cara del sello más común usado actualmente.

Sus ventajas son:

Bajo costo – Fácil aplicación.

Resbaloso – auto lubricante.

Buena resistencia a la corrosión.
Expansión térmica limitada.
Excelentes características al desgaste.

Sus desventajas son:

Menor esfuerzo mecánico.
Pobre conductividad térmica.
Propenso a ampolladuras.
Pobre en servicios abrasivos.

REACCION DE AGLOMERADO.

Carburo de silicio sólido homogéneo.
Temperatura máxima 1648°C
Resistencia a la corrosión casi ilimitada.
No es bueno en mezclas de ácidos fluorhídrico y nítrico.
No es bueno en cáusticos fuertes.
Bueno en abrasivos.
Bueno para alta presión y alta velocidad cuando se usa contra carbón.

SINTERIZADO DIRECTO.

Carburo de silicio sólido homogéneo.

Temperatura máxima 1648°C

Resistencia a la corrosión casi ilimitada.

Bueno en mezcla de ácido fluorhídrico y nítrico.

Bueno en cáusticos fuertes.

Bueno en abrasivos.

Bueno para alta presión y alta velocidad cuando se usa contra carbón.

CARBURO DE SILICIO CON CARGA DE GRAFITO.

Carburo de silicio/compuesto de carbón – grafito.

Máxima temperatura 1648°C

No es bueno en cáusticos fuertes.

No es bueno para abrasivos.

Bueno para alta presión y alta velocidad cuando corre contra otra cara dura.

Auto lubricante- corre en seco intermitente contra otra cara similar.

1.14 MATERIALES DE LAS PARTES METALICAS.

Como se ha estudiado con anterioridad, los sellos mecánicos contienen de partes metálicas que son el soporte de las caras, unidad de compresión, fuelles, mangas y tortillería. Como los demás componentes del sello mecánico estas partes son de una gran importancia, debido a que son el esqueleto del sello el cual soporta la demás partes del sello y, por lo tanto, no deben de fallar para evitar fugas en los sellos. De ahí la importancia de escoger de manera adecuada el material para las partes metálicas del sello.

A continuación se hará mención de los materiales más comunes empleados en sellos mecánicos:

ACERO INOXIDABLE.

“La expresión acero inoxidable es comúnmente empleada para significar todos los aceros capaces de resistir la corrosión atmosférica, el ataque de los ácidos en frío o en caliente y la oxidación a temperaturas elevadas.”²

Estás son aleaciones de base hierro y que contienen como mínimo 12 % cromo y níquel (máximo un 14%) así como otros elementos como el fósforo, azufre, silicio y manganeso; cuyas cantidades variaran las propiedades físicas de los aceros, por ejemplo: aceros que no serán magnéticos, a menos que estén trabajados en frío (410 por ejemplo). Tiene propiedades de resistencia a la corrosión mayores que los aceros al cromo simples.

Las aplicaciones de los aceros inoxidables se dividen en dos grandes grupos:

² OBERG, Eric, Manual Universal de la técnica mecánica, Editorial Labor, España, 1979, p1752

- Donde es necesaria la resistencia a la corrosión e incluso resistencia a la oxidación a elevada temperatura.
- Cuando las propiedades mecánicas de dureza, resistencia, tenacidad o ductibilidad son indispensables, y también la resistencia al desgaste por rozamiento y al esmerilado.

Estos aceros cubren un amplio campo de composiciones químicas y físicas. Las aplicaciones más comunes incluyen la cuchillería instrumentos de cirugía y odontología, válvulas de retención para motores de combustión interna, palas de turbina, ejes de bombas, elementos para la edificación, piezas para la industria de la leche y del lavado, equipos para aceite, etc.

A continuación enumeraremos la composición química de los aceros inoxidables mas utilizados en fabricar las partes metálicas de los sellos mecánicos así como sus características:

TIPO AISI	Composición %								Características
	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Otros	
302	0.15	2.00	1.00	17 - 19	8 - 10	0.045	0.03		Características mecánicas no muy elevadas a temperatura ambiente, buena resistencia a la tracción, elevada resistencia a la fatiga escasa sensibilidad a las entalladuras.

304	0.08	2.00	1.00	18 - 20	8 – 10.5	0.045	0.03		Características mecánicas no muy elevadas a temperatura ambiente, buena resistencia a la tracción, elevada resistencia a la fatiga escasa sensibilidad a las entalladuras.
316	0.08	2.00	1.00	16 - 18	10 – 14	0.045	0.03	2 – 3 Mo	Se distingue de los anteriores por la presencia de molibdeno que le confiere una mayor resistencia a la corrosión por picadura. Mejor comportamiento que los aceros AISI 304 frente a la corrosión bajo tensión. Se utiliza para la producción de reactores destinados a la industria química y a la industria papelera
410	0.15	1.00	1.00	11.5 -13	1.25 – 2.5	0.04	0.03		Es el más representativo y el más utilizado. Es magnético resistente a la corrosión en medios moderadamente agresivos. Es apto para fabricar Tornillos, tijeras, cuchillos, bases para planchas, instrumentos de medición, rejillas para protección de diques.

MONEL

“El monel es una aleación níquel - cobre que se usa ampliamente, sobre todo cuando se necesita alta resistencia mecánica, tenacidad y resistencia a la corrosión. El monel es más resistente a la corrosión que cualquiera de sus componentes principales, que son el níquel y el cobre.”³

Hay varios grados o tipos de monel, según las aplicaciones y las propiedades requeridas. El contenido de níquel varía del 65 al 67%; cobre de 29 al 30%; hierro de 0.9 a 1.5%; silicio 0.25 a 0.3%; manganeso de 0.3 a 1%; carbono 0.15 a 0.20%. La composición llamada K-monel es, en la práctica, la misma de los otros grados, pero contiene aproximadamente 2.75% de aluminio y se usa ordinariamente cuando, además de la alta resistencia a la corrosión, es esencial una dureza e incluso una resistencia mayor que con las otras aleaciones. KR – monel es una aleación de maquinado fácil con propiedades similares a las del monel K. Se vende en forma de varillas y de alambre, y se adapta al trabajo en tornos automáticos. El monel KR, como el R, no son magnéticos.

Posee excelente resistencia a la corrosión de aguas dulces (blandas y duras) o saladas, y se usa extensamente en piezas para bombas, hélices y sus árboles, aletas de bombas y sus árboles, tubos y pernos de condensadores, depósitos y calentadores domésticos de agua caliente. El monel ofrece buena resistencia a la corrosión para todos los ácidos, excepto los de alto poder oxidante. También resiste satisfactoriamente la corrosión de todos los ácidos orgánicos comunes y es inmune a la corrosión de los compuestos orgánicos neutros y alcalinos. Además, resiste prácticamente todas las soluciones alcalinas.

³ SOLA, Molerá, Pere, Metales resistentes a la corrosión, España, Editorial Morcambo, 1990, Segunda edición, 26 – 28 pp.

HASTELLOY.

"Aleación rica en Níquel, preparada por la Haynes Stellite Corporation, notable por su resistencia a los ácidos en soluciones concentradas y calientes. "⁴

Las aleaciones Ni-Mo 60-30 y Cr-Ni-Mo 15-60-18, pueden colarse, forjarse y laminarse.

El hastelloy C, con 58% Ni, 17% Mo, 14% Cr, 6% Fe, Mn y Si, resiste bien la ácido clorhídrico en todas sus concentraciones y hasta ebullición. Sus características mecánicas al estado laminado son las siguientes: Resistencia a la tracción (R_T) = 95 Kg. /mm²; Dureza de 40-45 HB.

El hastelloy C, con 58% Ni, 17% Mo, 14%Cr, 6% Fe, 5% W, resiste algo menos que la anterior al ácido clorhídrico pero mejor al cloro húmedo, a las disoluciones de hipocloritos y a los ácidos sulfúrico y fosfórico. Laminado y recocido tiene las siguientes propiedades mecánicas: R_T : 85 Kg. /mm², dureza de 35-50 HB.

El hastelloy D, con 85% Ni, 10% Si, 3% Cu, 2% Al, resiste particularmente al ácido sulfúrico en todas sus concentraciones y a todas temperaturas, Sus propiedades mecánicas de este material colado son: R_t : 26 Kg. / mm² y 525 HB.

⁴ THERET, Michel, Diccionario enciclopédico de metalurgia, Barcelona, Técnicos asociados, 1969, 632 p

1.15 PLANES DE AMBIENTACION

Dentro del medio de los sellos mecánicos, los grandes fabricantes, diseñadores, usuarios y mecánicos reconocen que uno de los métodos más efectivos para conseguir un largo y eficiente funcionamiento del sello mecánico, es crear un ambiente limpio alrededor de las caras del sello. Aquí es donde entran los planes de ambientación, los cuales ayudan a mantener la operación de las caras de los sellos a baja temperatura y en un entorno limpio, elevando la seguridad de los sellos, aun cuando estos manejan fluidos peligrosos, aumentando el periodo de operación de las bombas. Este capítulo contiene un resumen conciso con los planes mas comunes utilizados hoy en día en las plantas de proceso de México.

Cada plan viene mostrado con sus componentes estándar y equipo auxiliar opcional, cubriendo los requisitos de la norma ISO 21049 / API Standard 682

Vista trasera del sello

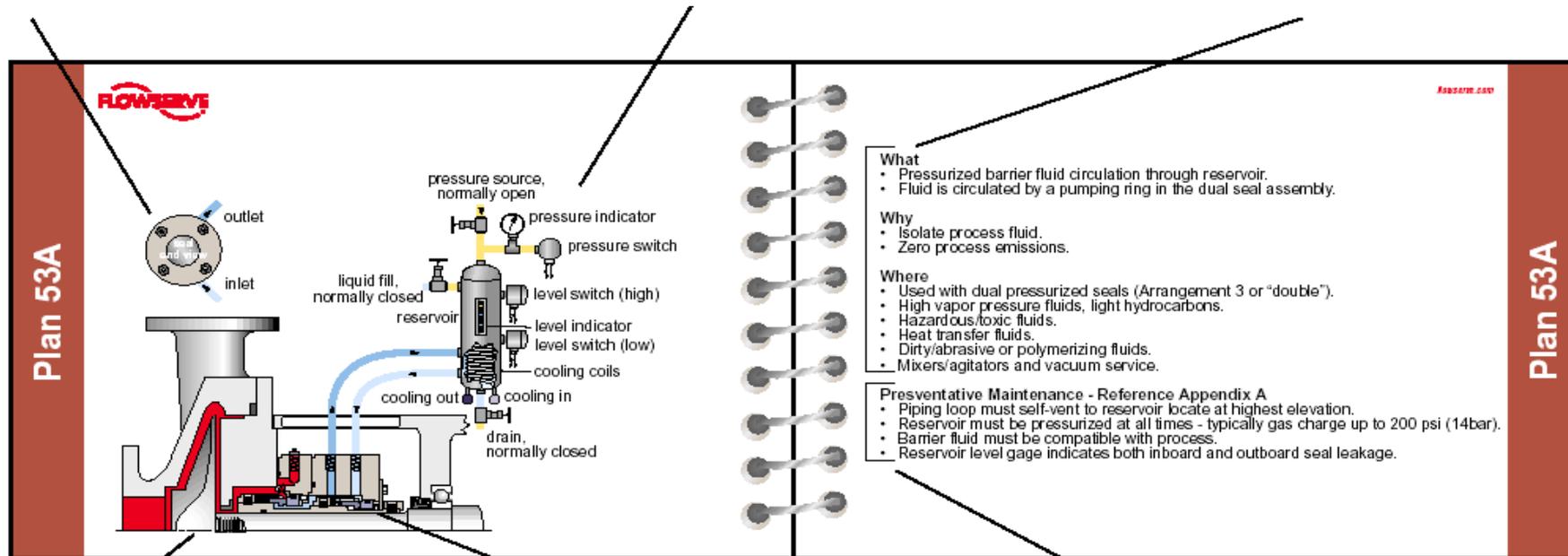
- Vista desde el final de la bomba
- Muestra la orientación de las conexiones en relación a la brida.

Plan de armado de la tubería

Es una ilustración esquemática de los componentes auxiliares

¿Que?, ¿Porque? Y ¿donde?

Describe los planes de ambientación su propósito así como algunas aplicaciones



Corte seccional de la bomba

Simplifica la visión el sello dentro de la bomba.

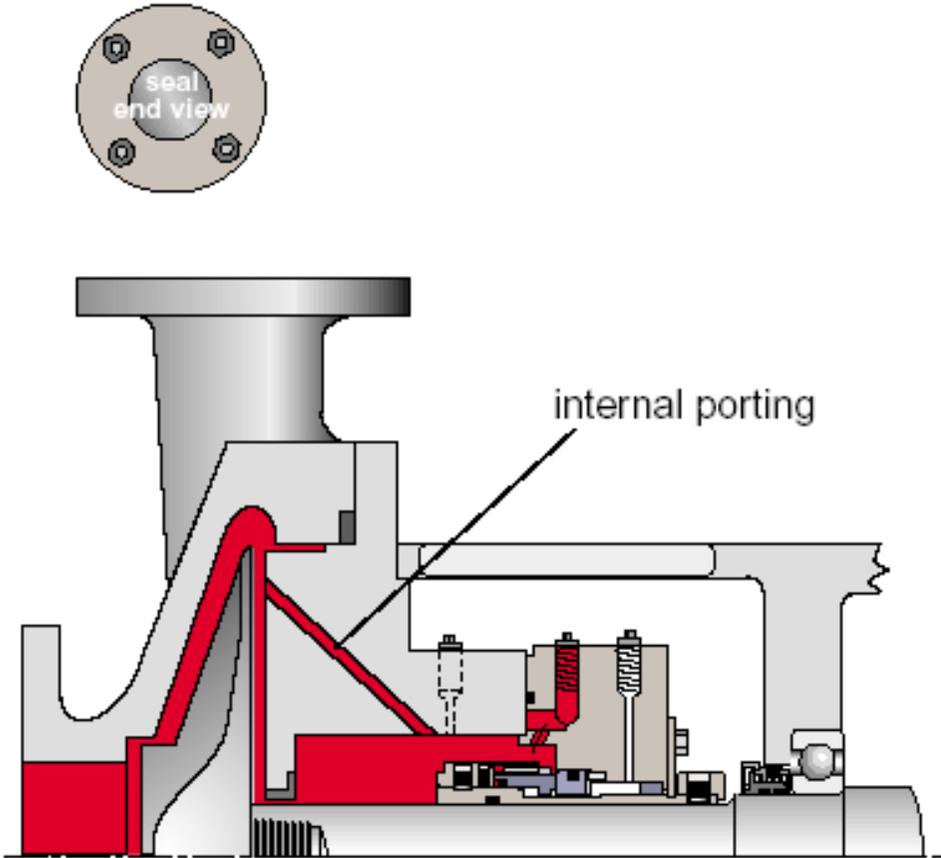
Sello mecánico

Muestra el arreglo típico del sello mecánico.

Mantenimiento Preventivo

Proporciona tips generales para mejorar la fiabilidad y para resolver algunos problemas.

Plan 01



PLAN 01

¿Que es?

Fluido barrera hacia la cámara interna del sello desde la descarga de la bomba a través de una entrada interna.
Operación similar al Plan 11.

¿Porque?

Remueve el calor de la cámara del sello
La cámara del sello es ventilada en bombas horizontales.
Reduce el riesgo de congelamiento y polimerización del fluido en la tubería expuesta, como en el plan 11

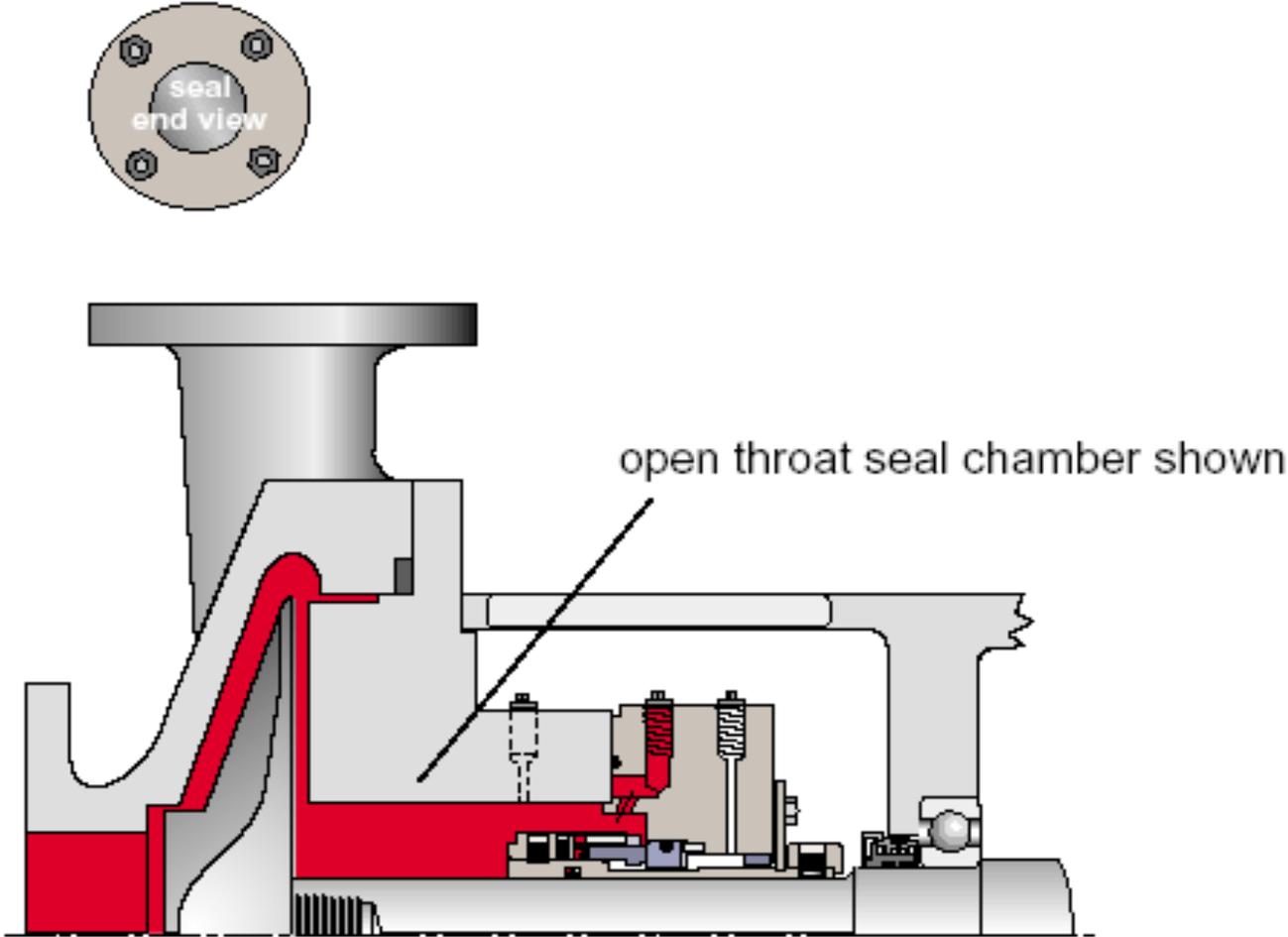
¿Donde se utiliza?

Cámara de sello especial, probablemente de una bomba ANSI/ASME
Fluidos limpios y de temperatura moderada.
Usado en sellos sencillos, raramente usados en sellos dobles.

Mantenimiento preventivo.

El fluido barrera no puede dirigirse encima de las caras del sello.
La remoción de calor del sello es limitada.
Calcule la proporción de fluido barrera, basándose en la pérdida de la cabeza de fluido a través del pasaje interno.

Plan 02



PLAN 02

¿Qué es?

Inundación completa de la cámara del sello por el fluido de la bomba, a través de una gran apertura.

¿Por qué?

No es necesaria la recirculación del fluido

¿Dónde?

En cámaras de sello totalmente abiertas en temperaturas moderadas

Fluidos limpios.

En la entrada superior de agitadores o mezcladores con sellos húmedos.

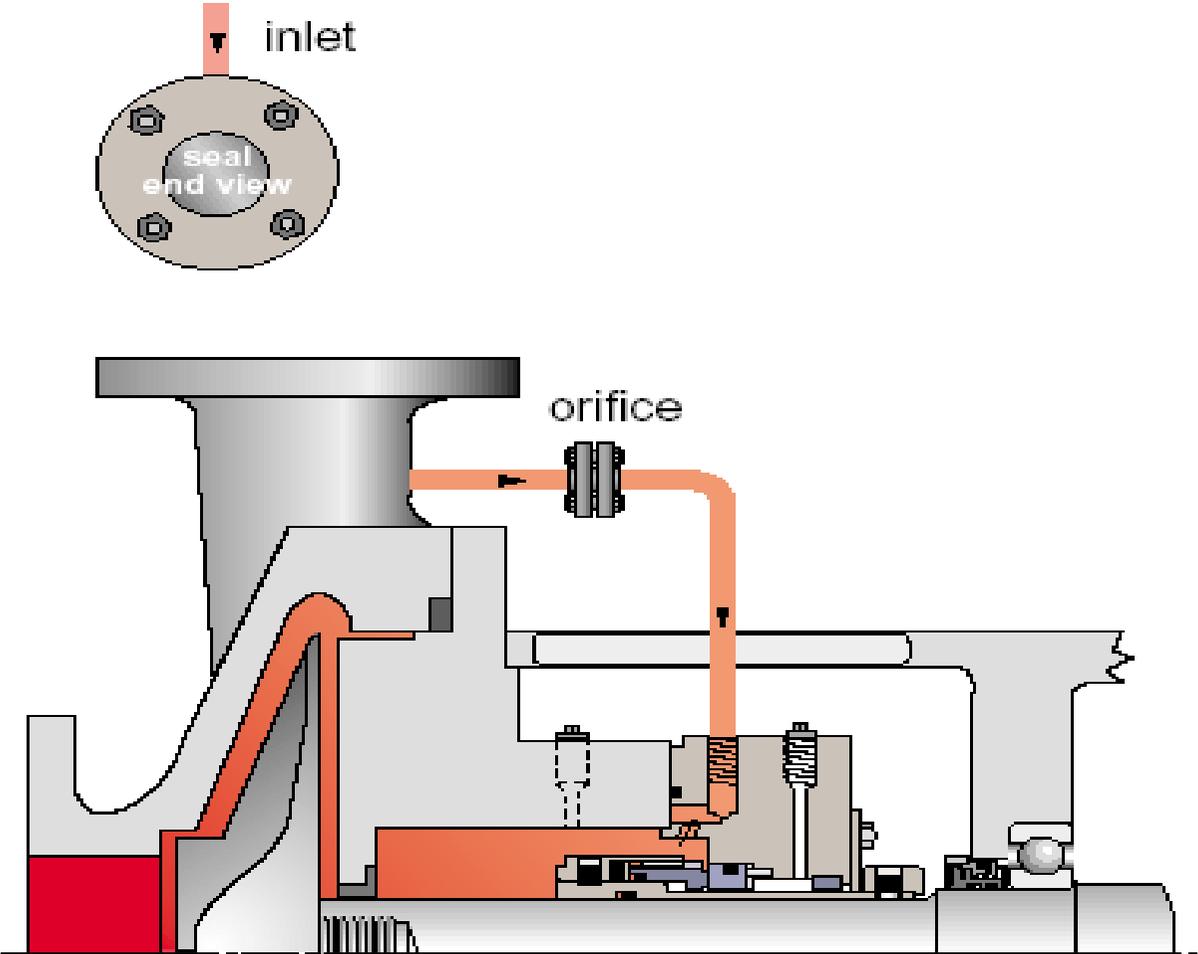
Mantenimiento preventivo.

El proceso, debe tener un margen, para el punto de ebullición adecuado, para evitar la vaporización del fluido.

En equipos horizontales deben de ser auto-ventilados

A menudo utilizado con el plan 62 (apaga vapor)

Plan 11



PLAN 11

¿Qué?

Circulación desde la descarga de la bomba al sello a través de un orificio.
El flush del sello viene desde la descarga de la bomba, a través de un orificio.
Plan solo aplicable para sello sencillo.

¿Por qué?

Se remueve el calor de la cámara del sello.
Ventilación de la cámara del sello en bombas horizontales
Aumento de presión en la cámara del sello y fluido marginal de vapor.

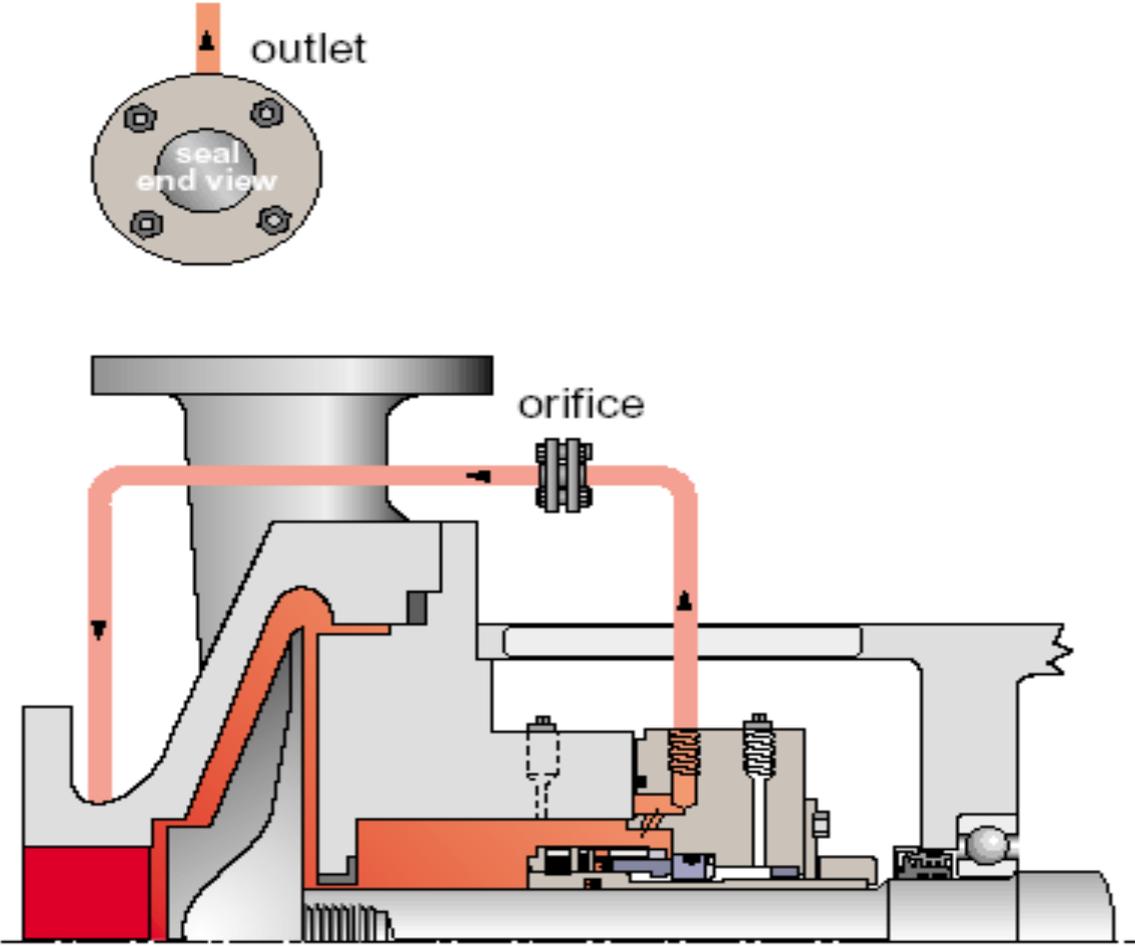
¿Dónde?

Se utiliza en aplicaciones generales con fluidos limpios

Mantenimiento preventivo

Utilice un orificio con un mínimo de 0.125" (3 mm) de diámetro
Calcule las proporciones de flujo, de acuerdo al tamaño del orificio, para la adecuada lubricación de la cámara del sello.
Aumente el margen del punto de ebullición con el orificio apropiado.
El flush debe dirigirse directamente a las caras del sello, la tubería debe tener una posición de 12 horas con respecto a las caras.
Una falla típica es un orificio tapado, para evitar esto, cheque la temperatura de la tubería que va hacia el sello.

Plan 13



PLAN 13

¿Qué es?

Recirculación del líquido, desde la cámara del sello hacia la succión de la bomba a través de la tubería
Plan estándar para bombas verticales

¿Por qué?

Ventilación continua en la cámara del sello en bombas verticales.
Se remueve el calor de la cámara del sello.

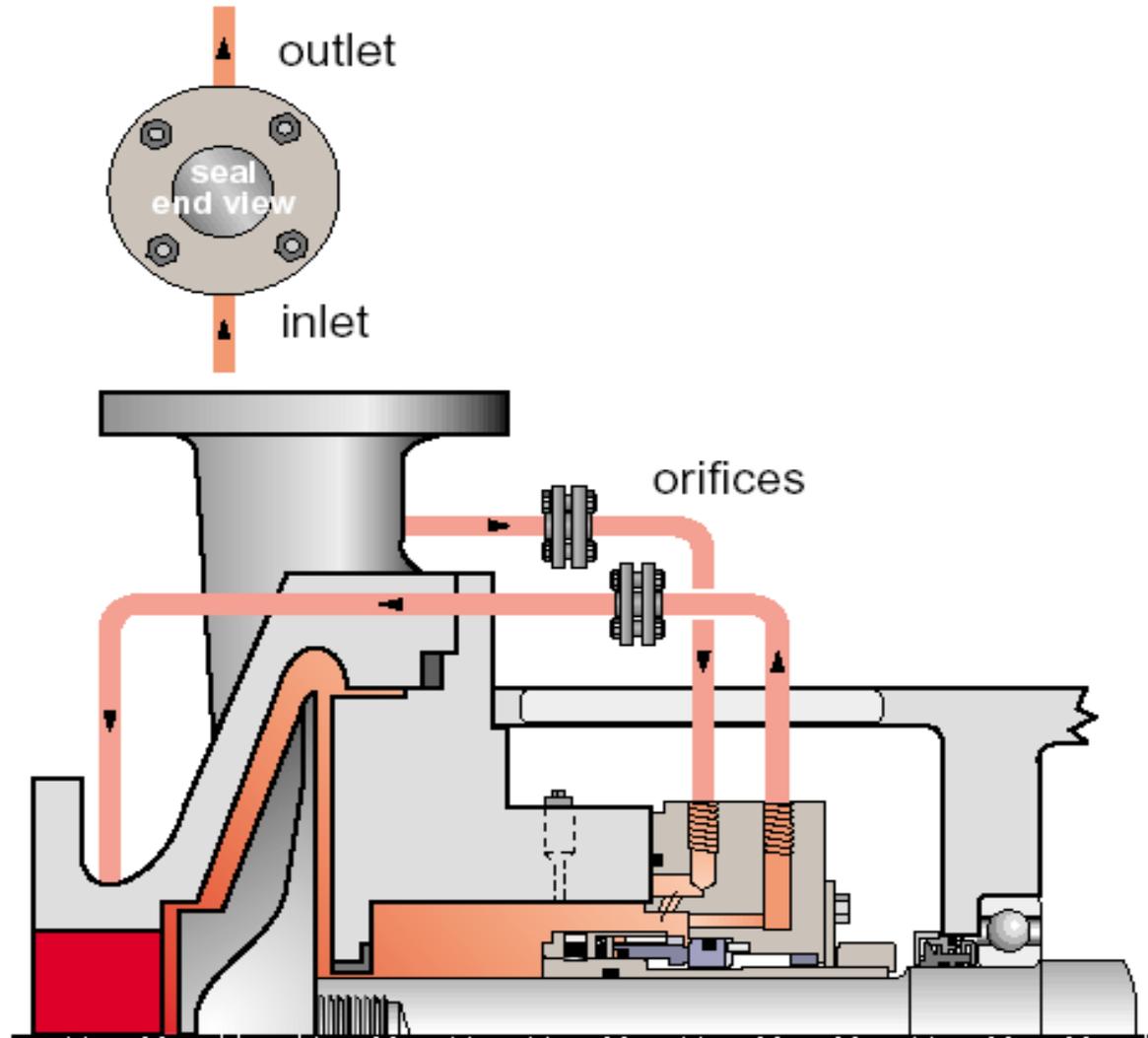
¿Dónde se utiliza?

En bombas verticales
Presión en la cámara del sello es tan grande como en la succión de la bomba.
Fluidos con temperaturas y sólidos moderados.

Mantenimiento preventivo

Use un orificio con un mínimo de .125" (3mm) de diámetro.
Calcule la proporción de flujo de acuerdo al tamaño del orificio, para un adecuado flujo en la cámara del sello.
Reduzca la presión en la cámara del sello con un orificio y garganta bushing apropiados.
Una falla típica es un orificio tapado cheque la temperatura en la en los extremos de tubería del sello.

Plan 14



PLAN 14

¿Qué es?

Flush del sello desde la descarga de la bomba, con recirculación del sello hacia la succión de la bomba con orificios.
Es una combinación del Plan 11 y Plan 13.

¿Por qué?

Ventilación continua de la cámara del sello en bombas verticales.
Se saca el calor de la cámara del sello
Se incrementa la presión en la cámara del sello y el margen de fluido de vapor.

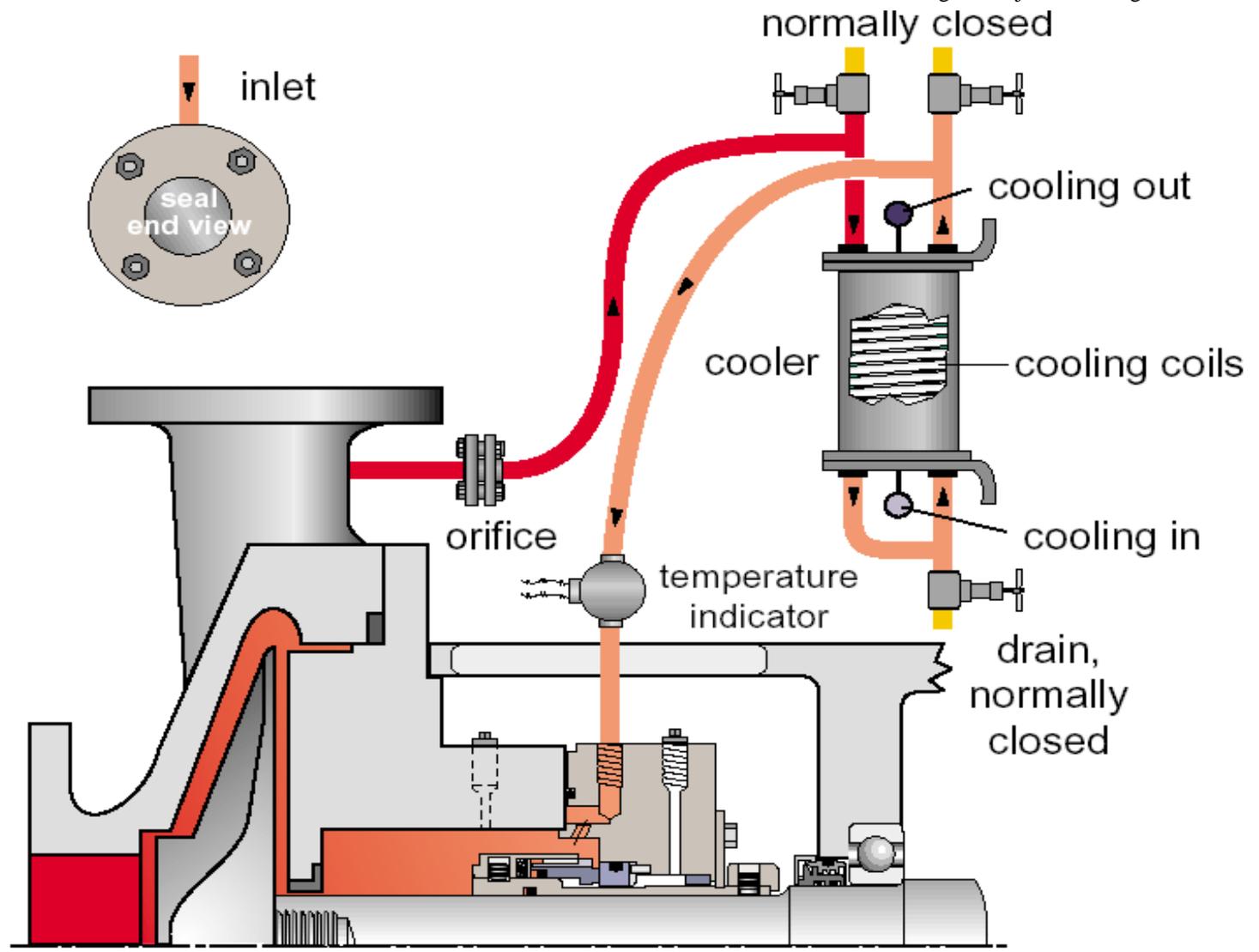
¿En donde?

En bombas verticales
Fluidos limpios y de temperatura moderada. Fluidos no polimerizantes.

Mantenimiento preventivo

Use un orificio con un mínimo de .125" (3mm) de diámetro.
Calcule la proporción de flujo de acuerdo al tamaño del orificio, para un adecuado flujo en la cámara del sello.
Reduzca la presión en la cámara del sello con un orificio y garganta bushing apropiados
El fluido puede caer directamente sobre las caras del sello
Una falla típica es un orificio tapado que eleva la temperatura en los extremos de tubería del sello.

Plan 21



PLAN 21

¿Qué es?

Flush del sello desde la descarga de la bomba, con orificio de garganta y enfriador.
El enfriador (cooler) es agregado al plan 11 para incrementar la capacidad de enfriamiento.

¿Por qué?

El sello es refrescado.
Se reduce el flujo de temperatura aumentando el flujo de vapor
Se reduce Coking

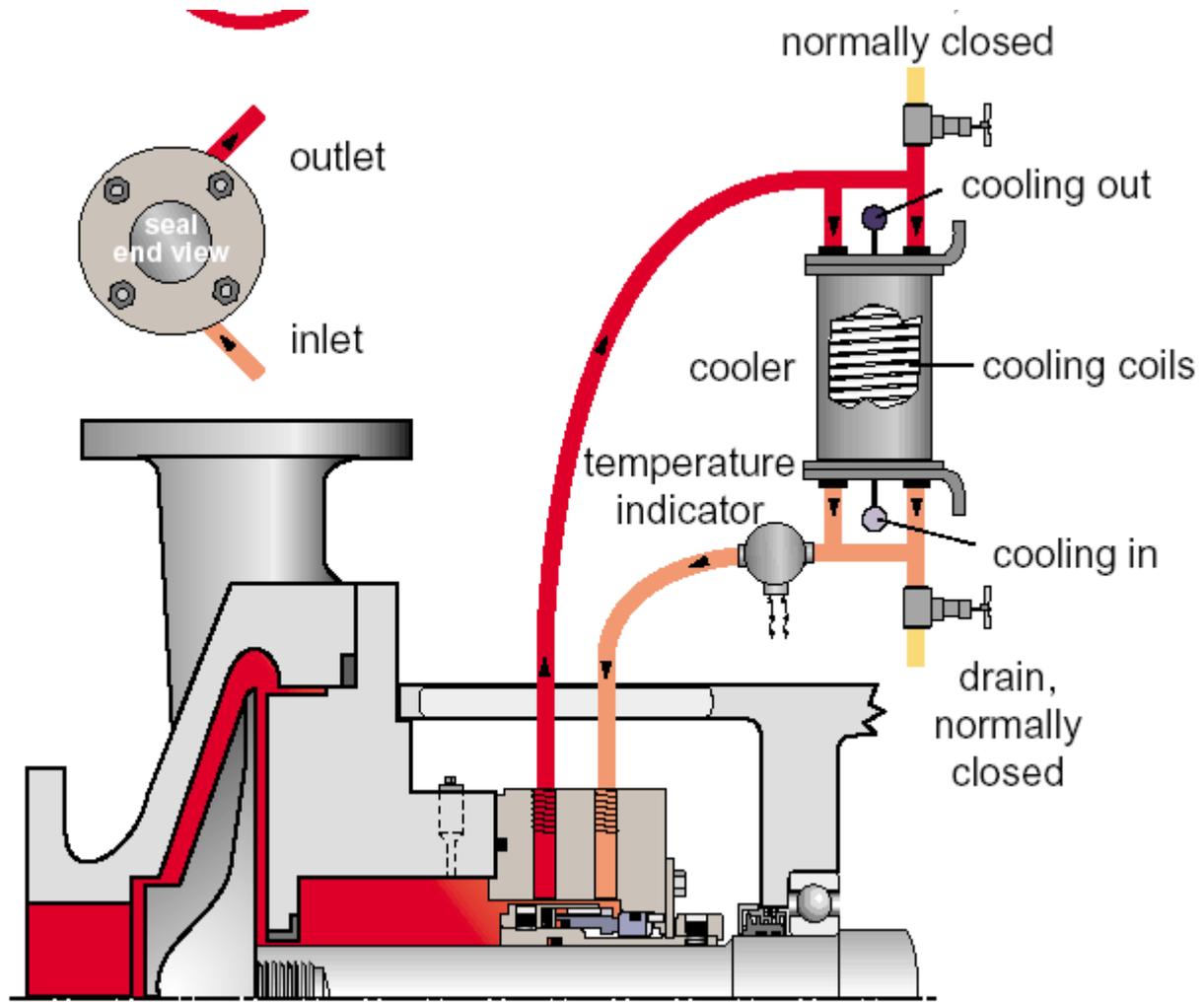
¿Dónde?

Servicios de alta temperatura, con temperaturas menores a 350°F (177°C).
Agua caliente por encima de 180°F (80°C).
Fluidos limpios.

Mantenimiento preventivo

El enfriador del sello y la tubería deben tener ventilación aérea a una elevación alta, la ventilación deberá abrirse antes de iniciar el funcionamiento de la bomba.
Calcule las proporciones de flujo, según tamaño del orificio, para el flujo adecuado en la cámara del sello adecuado.
Aumente el margen del punto de ebullición con el orificio y garganta bushing adecuada según tamaño del sello.
Monitoree regularmente la temperatura de la entrada y salida del enfriador, que son señales de suciedad o estorbos dentro del enfriador
Utilice orificios con un mínimo de 1/8" (3mm) de diámetro.

Plan 23



PLAN 23

¿Qué es?

El flush del sello sale del bombeo interno, a través de una obstrucción, hacia el enfriador, y de regreso hacia el sello. Es un plan estándar en servicios de agua caliente.

¿Por qué?

Enfriamiento eficiente del sello con poco trabajo del enfriador
Aumenta el margen del fluido de vapor.
Mejora la lubricación con agua.

¿Dónde?

Servicio con altas temperaturas, con hidrocarburos calientes.
Agua que alimenta calderas o agua caliente por encima de los 180°F (80°C).
Fluidos limpios.

Mantenimiento preventivo

El enfriador del sello y la tubería deben tener ventilación aérea a una elevación alta, la ventilación deberá abrirse antes de iniciar el funcionamiento de la bomba.

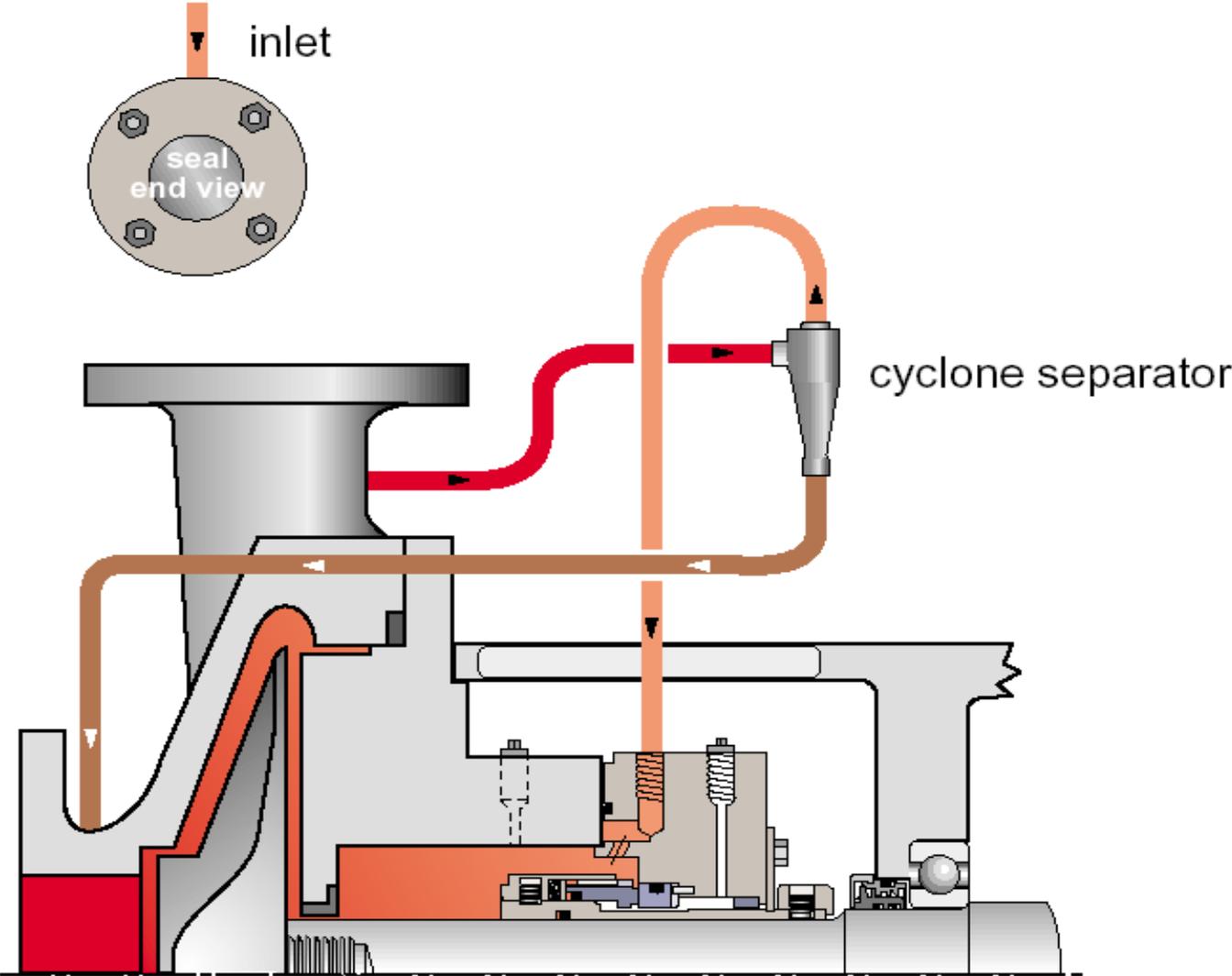
Cuando use un enfriador 682, utilice tubería con flujo paralelo, para evitar pérdida en la cabeza.

La cámara del sello, requiere cerrar la separación de la garganta bushing, para aislar el fluido del proceso.

Monitoree regularmente la temperatura de la entrada y salida del enfriador, que son señales de suciedad o estorbos dentro del enfriador

Los fluidos con hierro deben de pasar, a través de un separador magnético, instalado antes del enfriador.

Plan 31



PLAN 31

¿Qué?

El flush del sello sale desde la descarga de la bomba y pasa a través de un separador ciclónico. Los sólidos, separados del flujo, regresan a la succión de la bomba.

¿Por qué?

El calor en la cámara del sello es removido. Los sólidos son removidos del flush y de la cámara del sello.

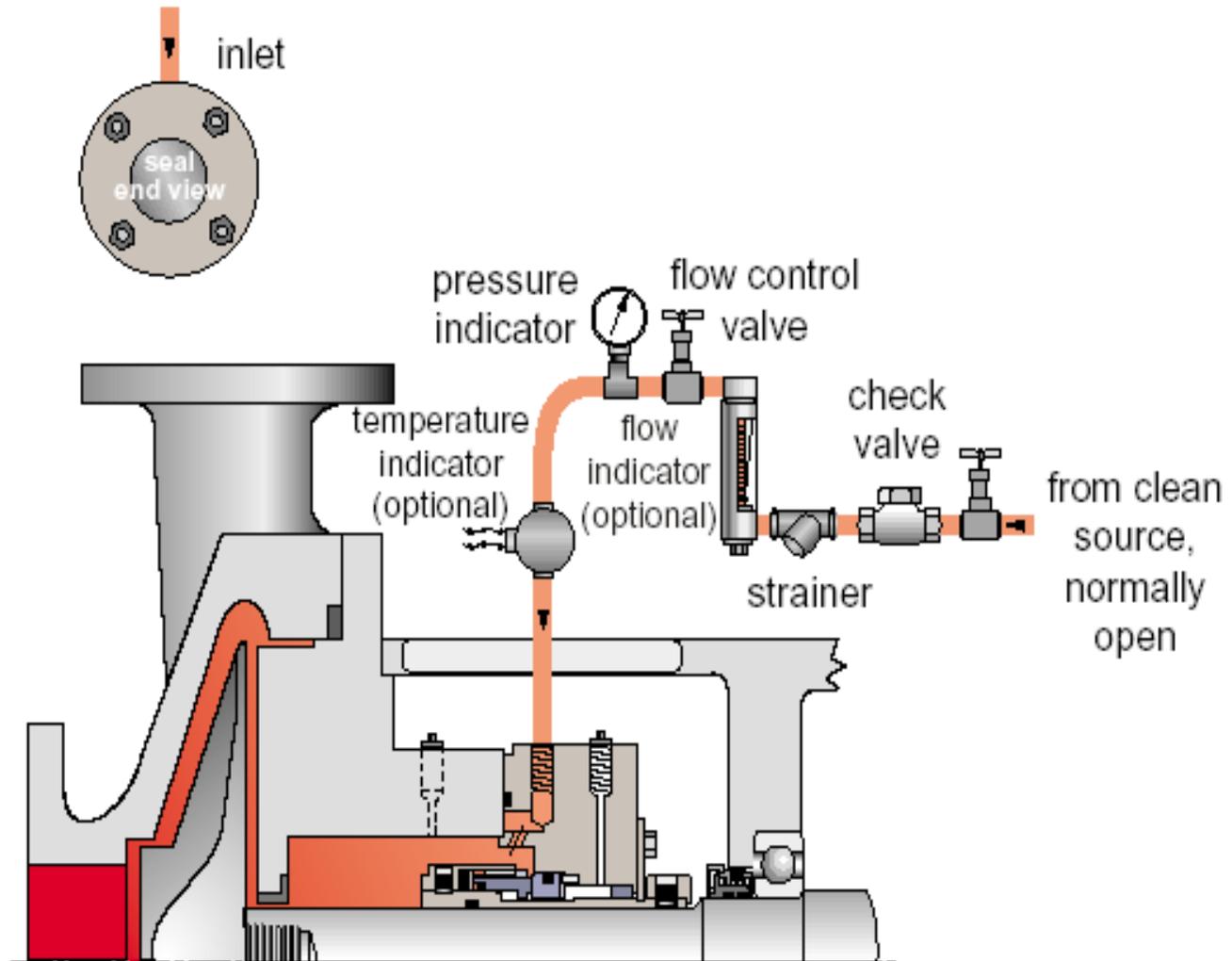
¿Dónde?

Fluidos sucios o contaminados, agua con sal o escoria en la tubería.

Mantenimiento preventivo.

El separador ciclónico trabaja mejor, con sólidos con una gravedad específica dos veces superior al fluido de proceso. La presión en la cámara del sello, puede ser casi igual a la presión de la succión, con el fluido apropiado. La tubería no debe de llevar un orificio y no esta previsto que tampoco lleve ventilación. Una falla común e el separador o tuberías tapadas, cheque la temperatura en el final de las tuberías.

Plan 32



PLAN 32

¿Qué es?

El flush del sello viene de una fuente externa limpia.

¿Por qué?

El calor es removido de la cámara del sello.

El fluido de proceso y sólidos son removidos de la cámara del sello.

Incrementa la presión en la cámara del sello y el margen del fluido de vapor.

¿Dónde?

Fluidos contaminados y sucios, pulpa de papel.

Servicios de alta temperatura.

Fluidos polimerizantes y oxidantes.

Mantenimiento preventivo.

Use garganta Bushing de tamaño adecuado, para sostener la presión y, mantener la velocidad del flujo.

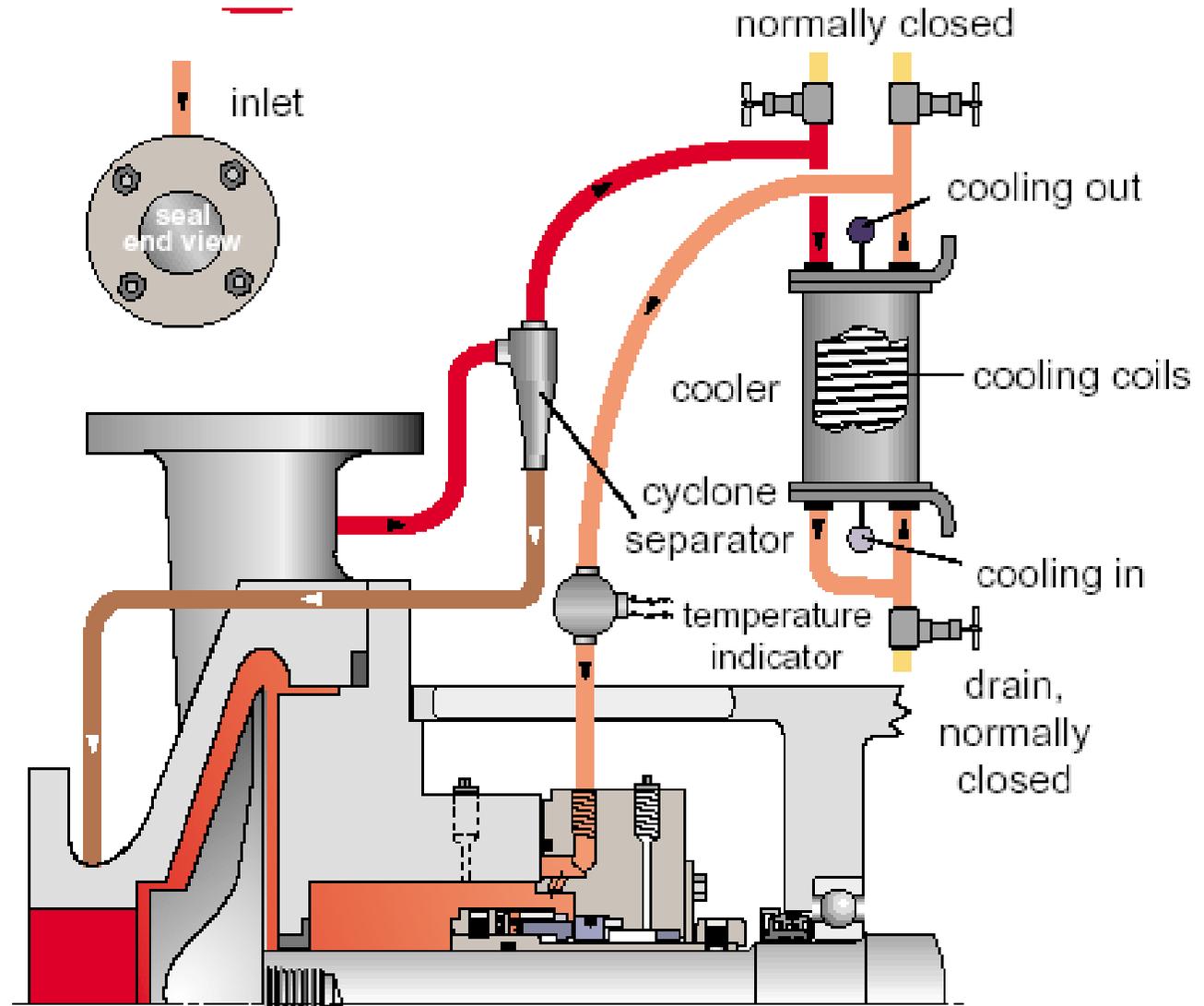
Para restringir el fluido de proceso sucio, regule la proporción del fluido externo inyectado.

Para incrementar el margen del fluido de vapor, regule la presión de inyección.

El fluido inyectado deberá ser compatible con el fluido de proceso.

Regularmente el sistema de monitoreo y control, deberá de cerrar las válvulas, cuando tenga señales de obstrucción en la tubería.

Plan 41



PLAN 41

¿Qué es?

El flush del sello viene desde la descarga de la bomba a través d un separador ciclónico y un enfriador.
Es una combinación de plan 21 y 31.

¿Por que?

Mantiene frío al sello.
Los sólidos son removidos del flush y de la cámara del sello.

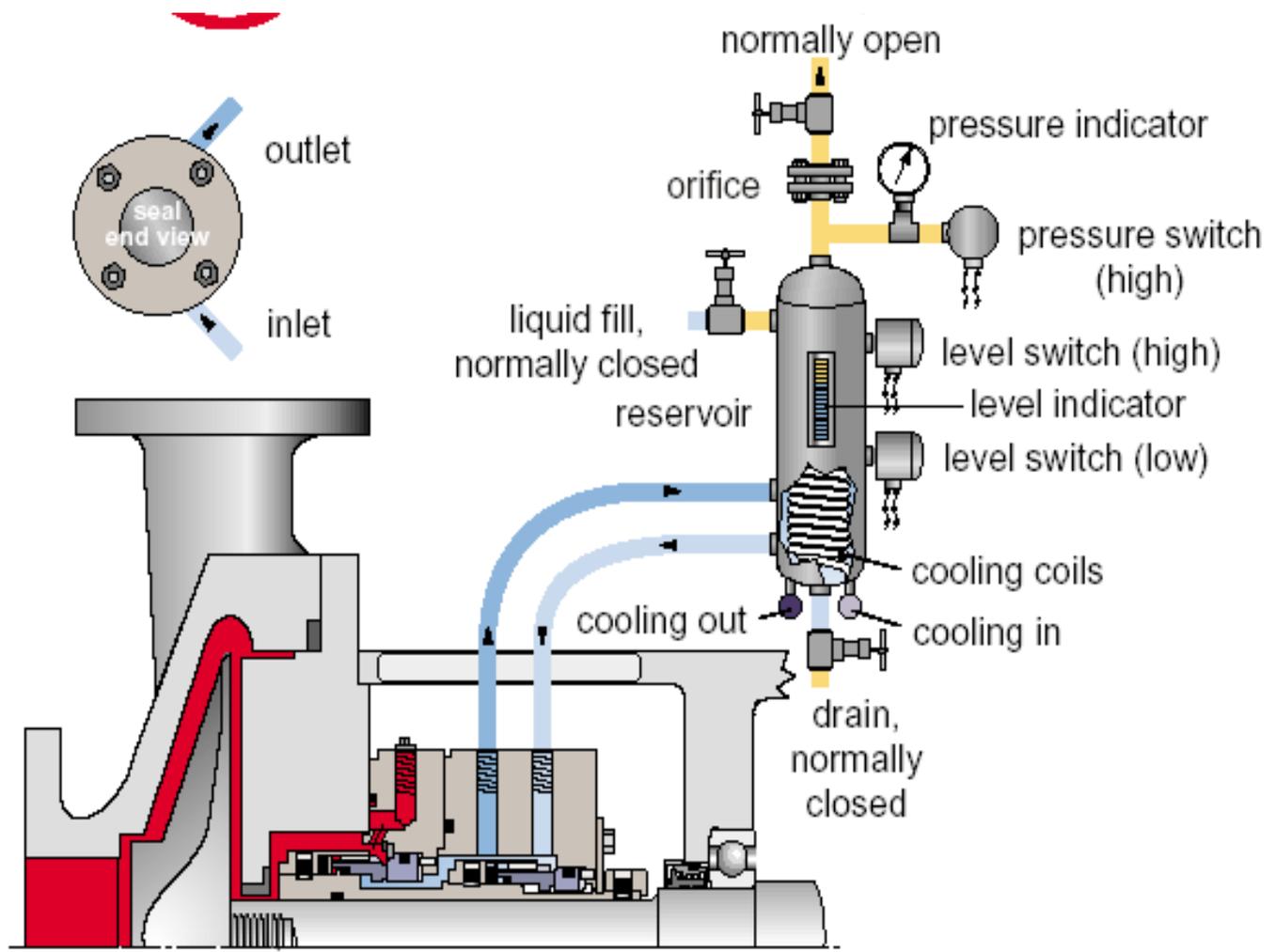
¿Dónde?

Servicio a altas temperaturas, típicamente menos de 350°F(177°C).
Fluidos contaminados y sucios, agua con arena y escoria en la tubería. Fluidos no polimerizados.

Mantenimiento preventivo.

El enfriador del sello, así como la tubería, deben de llevar ventilación a una altura elevada.
Cuando use enfriador 682, utilicé el fluido de serie, para aumentar el traslado de calor a través de las tuberías.
El separador ciclónico, trabaja de mejor manera en sólidos, con una gravedad especifica dos veces mayor a la del fluido de proceso.
La presión en la cámara del sello, puede ser casi igual a la presión de la succión, con el fluido apropiado.
Una falla típica es un separador o tuberías bloqueadas, para evitar esto, cheque la temperatura en la tubería.

Plan 52



PLAN 52

¿Qué es?

Circulación del fluido barrera, sin presión, a través de un tanque reserva.

La circulación del fluido se debe a un anillo bombeador, que viene incluido dentro del ensamble del sello doble.

¿Por qué?

Protección y respaldo al sello primario, debido a un sello secundario.

Emisiones del fluido proceso, hacia la atmósfera, son bajas o en algunos casos son cero.

No es permitida la contaminación del proceso.

¿Dónde?

Se utiliza en sellos dobles sin presurizar. (tandem)

Fluidos con presión de vapor alta, Hidrocarburos ligeros.

Fluidos peligrosos y tóxicos.

Fluidos con transferencia de calor.

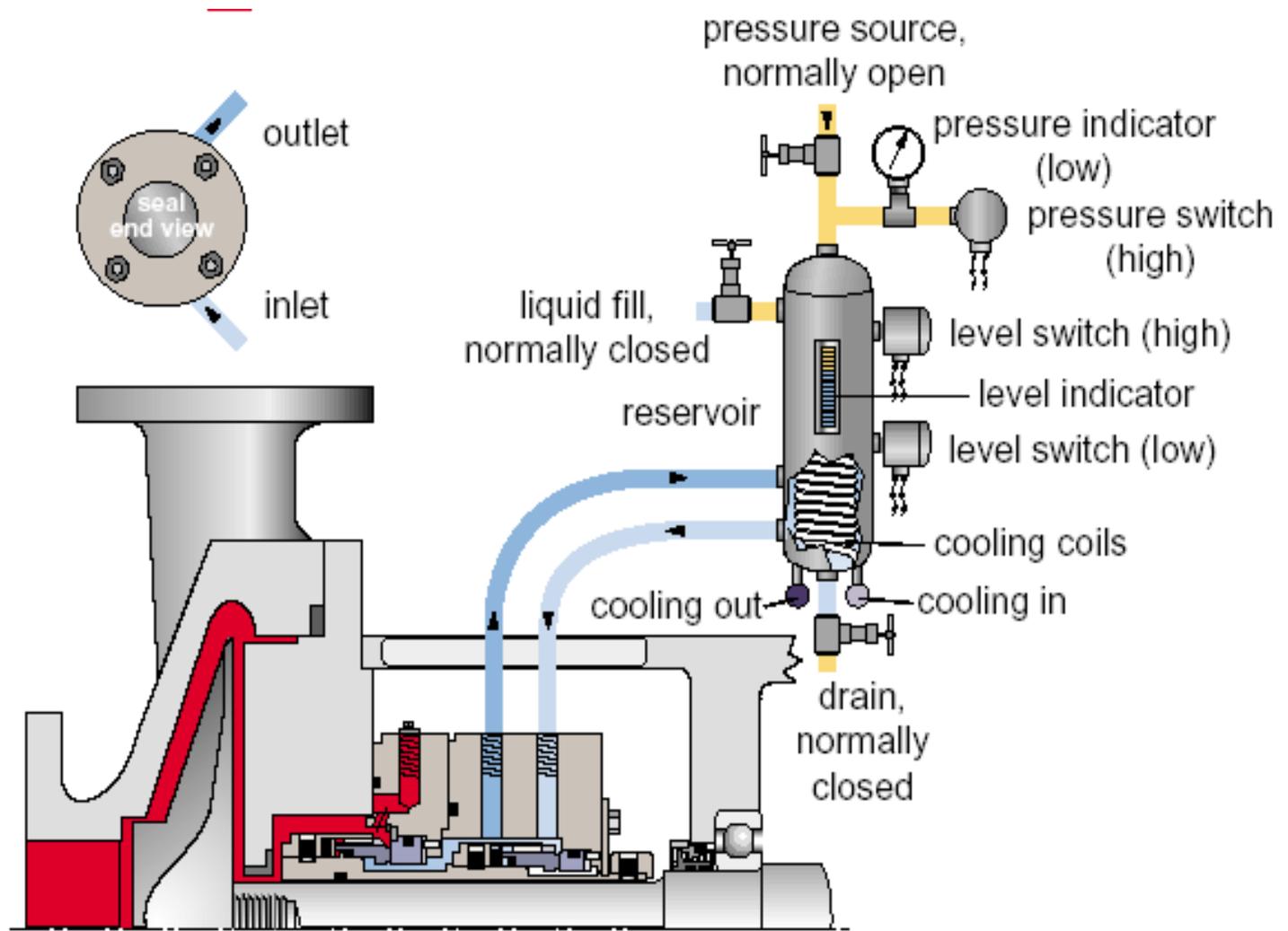
Mantenimiento preventivo.

La presión de vapor del proceso, generalmente es mayor, que la presión del tanque reservoir.

El fluido barrera deberá ser compatible con el goteo del fluido proceso.

El goteo del sello primario es indicado por el incremento de la presión de ventilación.

Plan 53A



PLAN 53 A

¿Qué es?

Circulación de fluido barrera presurizado, a través de un tanque reservoir.
La circulación del fluido, se debe a un anillo de bombeo, integrado en el sello doble.

¿Por qué?

Aísla el fluido proceso.
Cero emisiones del fluido proceso.

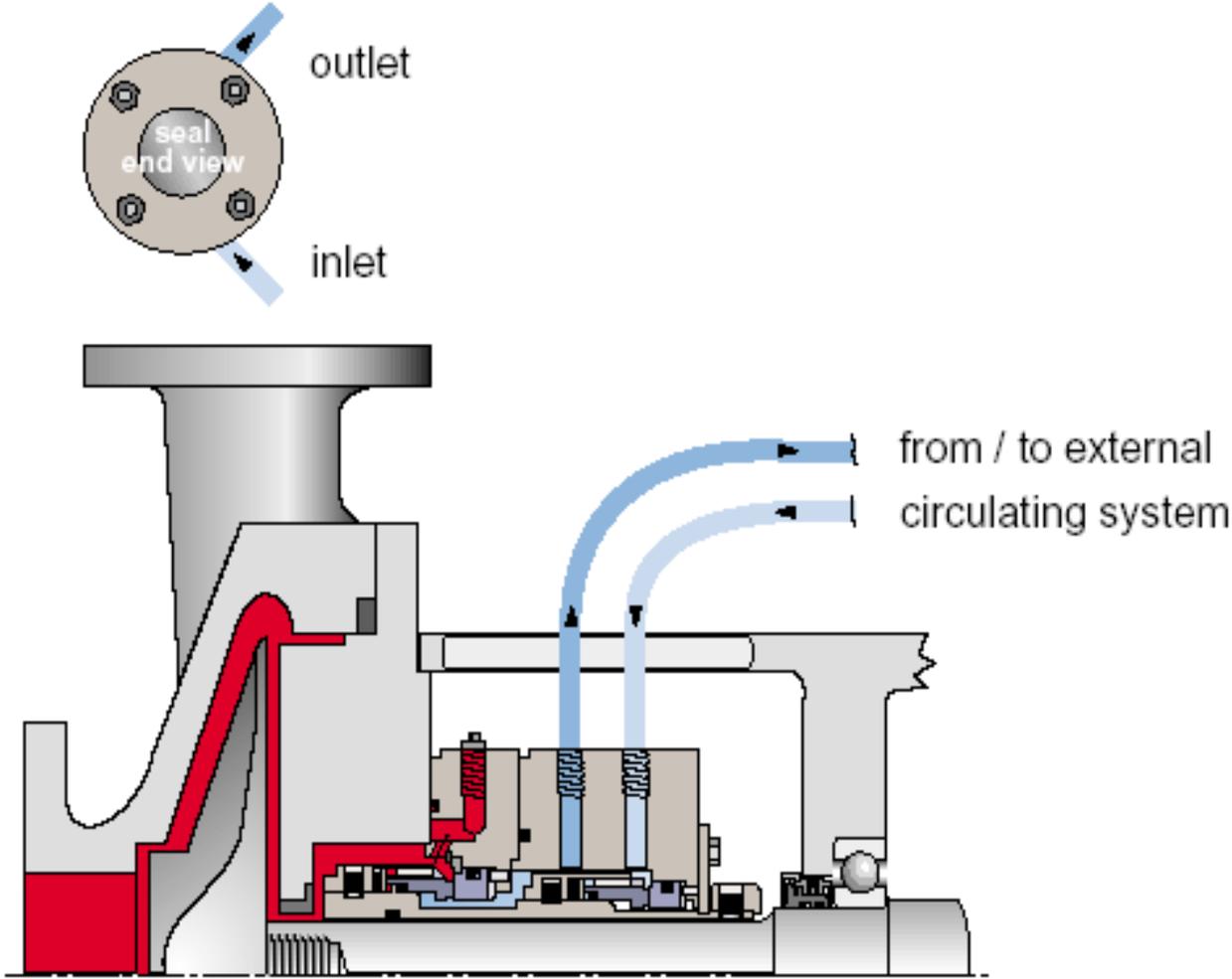
¿Dónde?

Utilizado en sellos dobles presurizados.
Fluidos con presión de vapor alta, Hidrocarburos ligeros.
Fluidos peligrosos y tóxicos.
Fluidos con transferencia de calor.
Fluidos sucios y abrasivos.
Mezcladores y agitadores y servicios en vacío.

Mantenimiento preventivo.

El tanque reservoir debe ser localizado a una alta elevación, con respecto a la bomba.
El tanque reservoir debe estar presurizado en todo momento, la carga máxima debe ser de 150 a 200psi (10 a 14 bar.)
El fluido barrera deberá ser compatible con el fluido proceso.
El indicador de nivel del tanque reserva, muestra el goteo interno y externo del sello.

Plan 54



PLAN 54

¿Qué es?

Circulación del fluido barrera presurizado, debida a un sistema externo.

¿Por que?

Aísla el fluido proceso.

Cero emisiones del proceso.

El sello no induce la circulación del fluido barrera.

¿Dónde?

Utilizado en sellos dobles presurizados.

Fluidos con alta presión de vapor, hidrocarburos ligeros.

Fluidos peligrosos y tóxicos.

Fluidos con transferencia de calor.

Fluidos sucios y abrasivos.

Mezcladores y agitadores.

Mantenimiento preventivo.

Las tuberías deberán ser totalmente ventiladas antes de encender la bomba.

El sistema de circulación, debe ser presurizado y energizado todo el tiempo.

El fluido barrera debe ser compatible con el fluido del proceso.

Los indicadores de nivel, del sistema de circulación, muestran el goteo interno y externo del sello.

CAPITULO II.

METODOLOGIA Y PROCESO DE PLANEACION PARA EL MONTAJE DE LOS ASIENTOS (SELLOS MECANICOS)

METODOLOGIA Y PROCESO DE PLANEACION DEL MONTAJE DEL SELLO MECANICO.

2.1 SELECCIÓN DEL SELLO.

Son muchos los factores a tener en cuenta cuando se selecciona un sello: seguridad, medio ambiente y costo total de compra/mantenimiento son solo algunos de los factores a considerar otro son:

- Propiedades del producto a sellar.
- Condiciones de la caja donde se va a instalar el sello.
- Diseño y estado del equipo.
- Requerimientos de operación.
- Requerimientos de mantenimiento.

Las empresas dedicadas a las ventas de sellos mecánicos deberán conocer los productos para asistirle en la selección del sello mas adecuado.

2.2 LIMITES DE OPERACIÓN.

Cada cierre tiene unos límites de operación determinados por sus características constructivas y los materiales empleados. A continuación se enumeran unos consejos para la adecuada selección de los sellos:

- Los límites máximos y mínimos de operación son determinados por los materiales, tamaños y aplicaciones usadas, y pueden resultar menores a los indicados en los manuales.
- Las aplicaciones cerca del límite máximo de presión o temperatura de un cierre deben ser revisadas por el equipo de ingeniería de la marca de sellos utilizada, para adaptar el sello y que este funcione eficientemente.
- Los manuales de selección solo hacen referencia a los límites máximos de presión, pero también existen límites mínimos de operación. Por ejemplo: un cierre simple no puede funcionar eficazmente en una aplicación donde la presión de la caja es de vacío.
- Las temperaturas máximas y mínimas de un cierre que use juntas de elastómero o de PTFE están limitados por estos materiales y pueden causar desviaciones de los valores indicados en tablas.
- La máxima presión indicada en los manuales es dinámica (cierre en funcionamiento). Los límites en estático suelen ser mayores, sobre todo los cierres de tipo empujador.
- Para muchos cierres se recomienda una gravedad específica de 0.6. Solo cierres de tipo empujador, especialmente diseñados pueden sellar productos mas ligeros.

2.3 CHEQUEO DEL EQUIPO

1.1 Seguir las regulaciones de seguridad de la planta antes de desarmar el equipo:

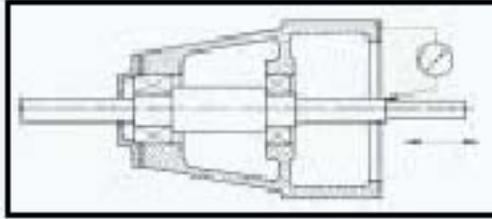
- Parar el motor y asegurar las válvulas.
- Usar los equipos designados para la seguridad personal (Botas gafas, guantes, etc.)
- Aliviar cualquier presión del sistema.
- Consultar la hoja de datos de seguridad para las medidas necesarias para el manejo de materiales peligrosos.

1.2 Desarmar el equipo para permitir el acceso al área de instalación del sello.

1.3 Remover las rebabas y los filos agudos del eje o la camisa incluyendo filos agudos en los cuñeros y roscas. Reemplazar las camisas y ejes desgastados, Asegurarse que la caja de estoperos este limpia y libre de limaduras.

1.4 Checar los siguientes controles de medidas para el eje, la camisa y la caja de estoperos:

2.3.1 Juego axial.



Juego del extremo del eje max. 0,10 mm /
0.004" TIR para cojinetes de empuje de
bolas. Para cojinetes de empuje de patines
entre 0,25 y 0,65 mm / 0.010" y 0.026" TIR.

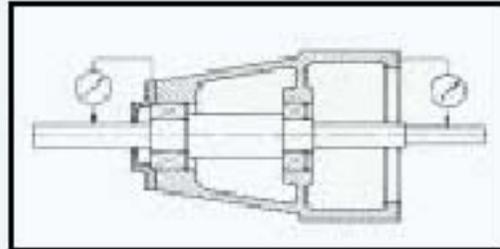
Que se verifica:

Este chequeo verificara el área de rodamientos y su sujeción con la caja de estoperos. Hágalo moviendo el eje hacia delante y hacia atrás. No use martillos, mazos o cualquier herramienta de golpe.

Por que:

El movimiento axial del eje comprimirá el sello de forma excesiva o no lo comprimirá lo suficiente. Además, puede causar daño de desgaste en la manga. Esto no quiere decir que con .002" o mas de movimiento axial se destruirá el sello. Sin embargo, al moverse el eje de atrás hacia delante, se podría causar una perdida de contacto entre las caras del sello empujador con rotor flexible debido a desechos. Además podría darse un rozamiento del eje.

2.3.2 Deflexión Radial.



Giro concéntrico del eje máx. en cualquier punto del eje 0,05mm / 0,002" lectura total del indicador (TIR) para cojinetes cilíndricos o cojinetes de bolas. Para cojinetes de roscas según las instrucciones del fabricante.

Que se verifica.

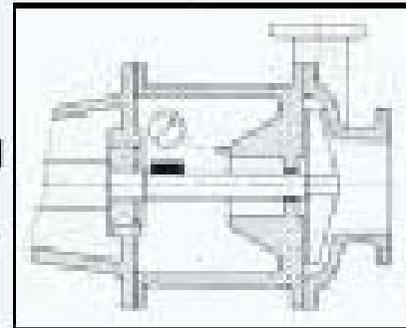
Esta prueba se realiza para checar la deflexión radial (arriba y abajo) del eje. Se revisara el rodamiento radial y su sujeción en la caja del sello. Además se checara la manga del eje (si esta instalada) y su sujeción del eje.

Por que.

La deflexión causa desalineamiento de la parte rotativa y estática del sello. Esto acorta la vida del sello debido a sobre trabajo del mecanismo de muelleo y de los sellos secundarios.

2.3.3 Perpendicularidad del eje con respecto a la caja del sellado.

Perpendicularidad entre frontal de cajera y centro del eje: tolerancia de 0,025 mm / 0.001" por cada 25 mm / 1.000" de diámetro del eje, hasta un máximo de 0,125 mm / 0.005" TIR.



Que se verifica.

La variación en el comparador nos mostrara la perpendicularidad del eje con el paño de la caja de sellado. Si esta fuera de tolerancias, se puede deber a problemas en el paño de la caja o de la superficie de contacto de la contravoluta con la caja de rodamientos o su adaptador.

Por que.

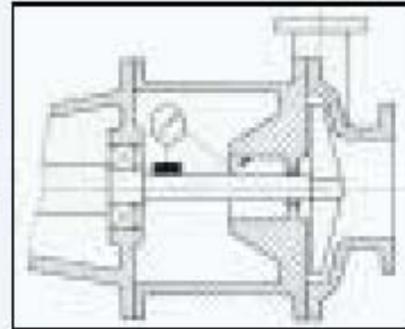
La falta de perpendicularidad sobre trabajara el sello hasta provocar una falla prematura. El motor, los sellos secundarios (rozamiento) y el mecanismo de muelle; pueden ser todos puntos de desgaste. Si la bomba se encuentra fuera de tolerancia, es importante localizar cual es elemento que necesita ser reparado o reemplazado, si es así, remueva el comparador, retire la contra voluta, coloque el comparador para verificar la superficie de la caja de rodamientos sonde se acopla la contra voluta. Esta medición tiene la misma tolerancia de .003". Si se encuentra dentro de tolerancia, la voluta deberá ser remplazada o reparada. Si el problema es en la superficie de la caja de rodamientos, se tendrá que reemplazar.

Es importante revisar que la contra voluta este bien colocada antes de tratar de corregir el problema; si la bomba esta fuera de tolerancia y la contravoluta es cambiada innecesariamente, el problema continuara. Por otro lado, si la bomba esta fuera de tolerancia y alguien trata de corregir este problema maquinando la contravoluta, el problema se duplicara.

2.3.4 Centrado de la brida o concentricidad de la caja del sello.

Concentricidad

entre eje y cajera:
tolerancia de
0,025 mm / 0.001"
por cada 25 mm /
1.000" de diáme-
tro del eje, hasta un máximo de 0,125 mm
/ 0.005" TIR.



Que se verifica.

Se checara el paño de la caja de sellado y su concentricidad con relación al eje. En otras palabras, esta revisión es para asegurara que el eje esta centrado con la caja de sellado. Si esta dentro de tolerancias, el eje esta centrado con la caja de sellado y por consiguiente centrado con la bomba.

Por que

Un alineamiento excéntrico de la brida del sello con la carcaza de la bomba, provoca problemas similares a un desalineamiento del eje. Este chequeo es particularmente importante en bombas viejas que pudieran tener daños

en la caja de sellado debido al uso de empaquetaduras. Además, los alineamientos excéntricos provocarían desalineamientos de las caras del sello. Por otra parte, estos problemas podrían ser causa de rozamiento entre la manga del sello y la brida del sello.

- 2.1 Checar el plano de ensamble que se incluye en cada sello para diseños específicos de sellado, materiales de construcción, dimensiones y conexiones de tubería.
- 2.2 Checar el diámetro exterior del eje o camisa, el diámetro interior de la caja de estoperos, su profundidad y su distancia a la primera obstrucción para asegurar que las dimensiones sean las mismas que las que se muestran en el plano de ensamble del sello.
- 2.3 Checar la guía de centrado de la brida y los agujeros para los pernos para asegurar que estos sean adaptables al equipo y sean los mismos que se muestran en los planos de ensamble.
- 2.4 Manipular con mucho cuidado las partes que integran el sello mecánico, ya que estas son fabricadas con mucha precisión. Las caras del sello (estacionaria y rotativa) son lapeadas hasta darles un acabado superficial de hasta tres bandas luz (34.8 millonésimas de pulgada). Mantener las caras del sello perfectamente limpias todo el tiempo.

2.4 INSTALACION DEL SELLO TIPO SENCILLO INTERIOR DE EMPUJE

2.4.1 BOMBA DE SUCCION SIMPLE CON UNA CAJA DE ESTOPEROS

- 2.1 Trazar marca A en el eje o camisa, para alinearlos con la cara de la caja de estoperos.
- 2.2 Trazar marca B en el punto de montaje del sello, que se muestra en el detalle del dibujo de ensamblaje incluido con el sello. La distancia de montaje de este sello es medida desde la cara de la caja de estoperos a la espalda del collar. La espalda del collar del sello es colocado en este punto.
- 2.3 Lubricar el eje o camisa ligeramente con lubricante de silicona, antes de instalar cualquier parte del sello.
- 2.4 Lubricar ligeramente el o-ring de la cara de sellado o el empaque del inserto.
- 2.5 Presionar el inserto en la brida (solo cuando sean insertos de montaje flexible.) Use solo presión manual.
- 2.6 Instalar la brida con el inserto en el eje. Colocar la brida tan cerca de la caja de rodamientos como sea posible. No golpear el inserto contra el eje ya que se puede astillar, fracturar o romper.
- 2.7 Instalar el empaque del eje en el diámetro interior del anillo de sellado como se indica en el dibujo de ensamble.

- 2.8 Instalar las partes de la unidad rotativa en eje o la manga en la secuencia apropiada. Manipular los empaques V ring ya sea en material Durafion, Durafite o Duraflex con extremo cuidado. Evitar mellar o pinchar los labios del V-ring. Usar ambos V-ring ya que ellos trabajan juntos creando un sellado efectivo.
- 2.9 Colocar la espalda del collar en la marca de referencia B y ajustar los tornillos suave y uniformemente. La unidad rotativa esta ahora en la posición adecuada para proveer de fuerza de cierre necesaria (compresión de resortes y esta lista para el ensamble final.
- 2.10 Limpiar las caras de sellado antes de completar el ensamble. Las caras de sellado no deben de ser lubricadas, pero deberán quedar limpias y secas.
- 2.11 Ensamblar la bomba
- 2.12 Colocar la brida a la cara de la caja de estoperos de la bomba. Asegurar que la guía de centrado de la brida este perfectamente acoplada. Ajuste uniformemente las tuercas de presión de la brida, alternando el apriete en cruz. Seguir Las recomendaciones del fabricante del equipo con respecto al torque aplicado a las tuercas de presión de la brida. Cuando no existan recomendaciones, estas tuercas deberán ser ajustadas solo para establecer un sellado aprueba de goteo en el empaque de la brida. Un ajuste apropiado de las tuercas de la brida es especialmente importante cuando se usan llaves tipo abrazadera donde un torque excesivo puede dañar el inserto.
- 2.13 Ver recomendaciones de operación antes de arrancar la bomba.

2.5 ENSAMBLE DE SELLOS TIPO CARTUCHO

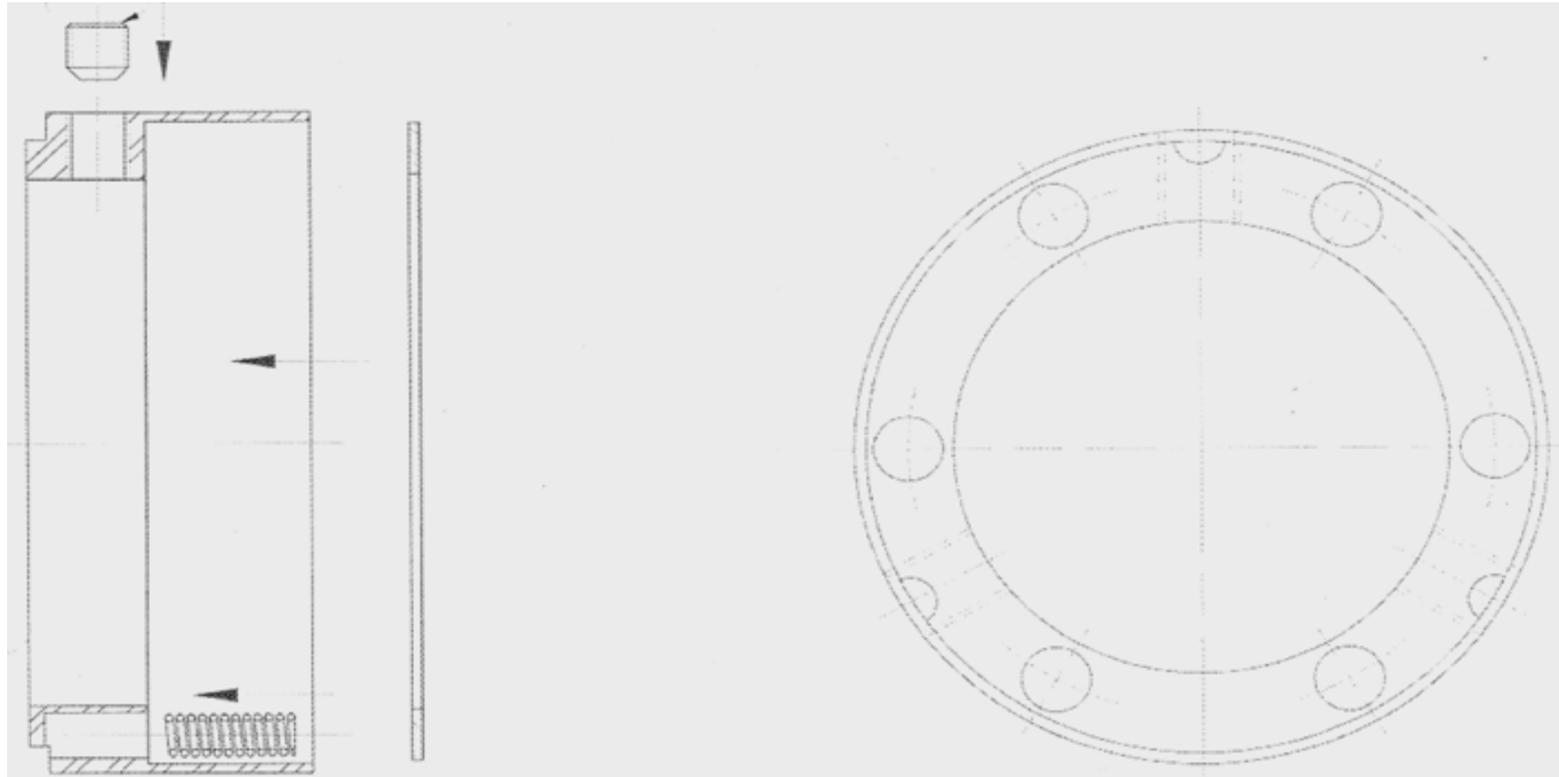
Para el ensamble de un sello mecánico es necesario contar con lo siguiente:

- Área de trabajo lo as limpia posible.
- Dibujo de ensamble del sello a ensamblar, con los números de parte o códigos de los componentes.
- Todos los componentes perfectamente limpios e identificados adecuadamente.
- Herramientas necesarias (llaves hallen, llaves españolas, prensa, etc.)
- Alcohol etílico, toallas de papel, grasa de silicón.

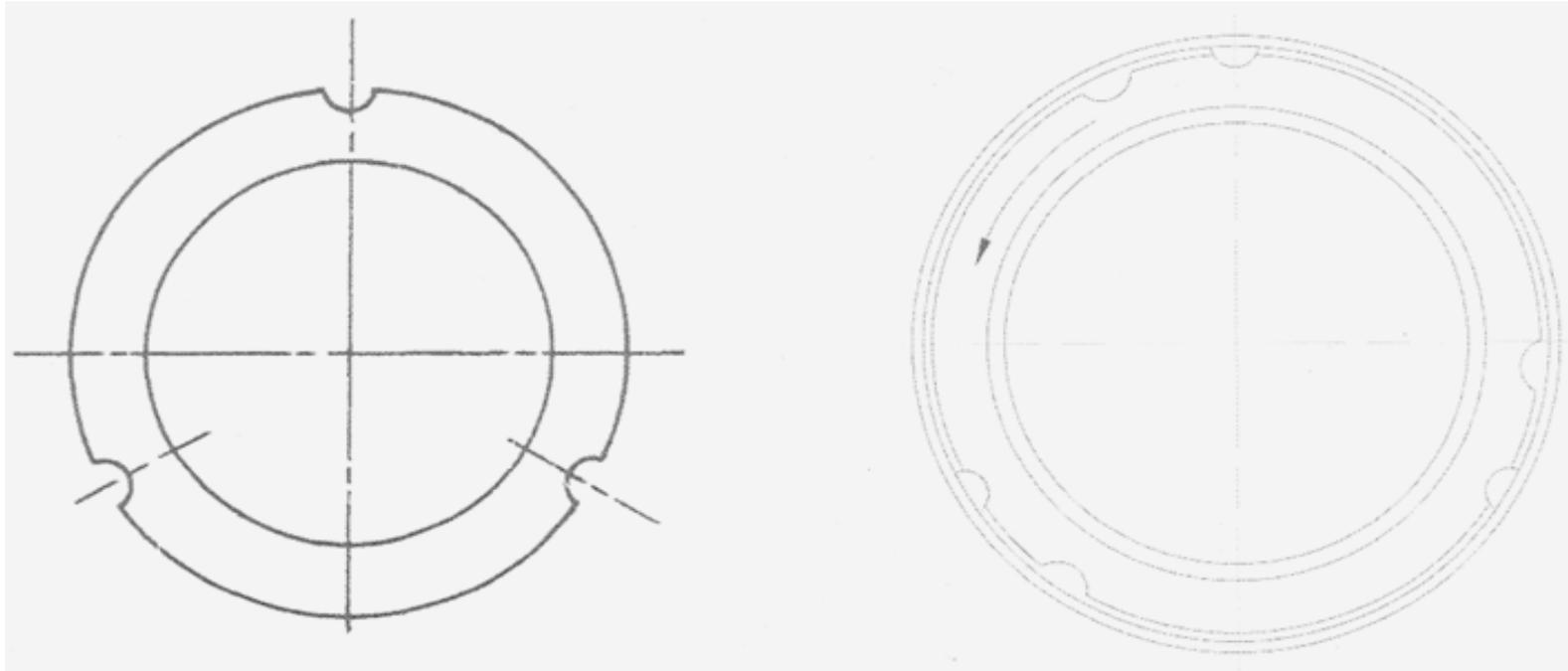
El ensamble de un sello mecánico de cartucho puede variar de acuerdo al arreglo de este. A continuación se ejemplifican algunos ensambles de sellos cartuchos más comunes.

2.5.1 SELLO CARTUCHO TIPO EMPUJADOR.

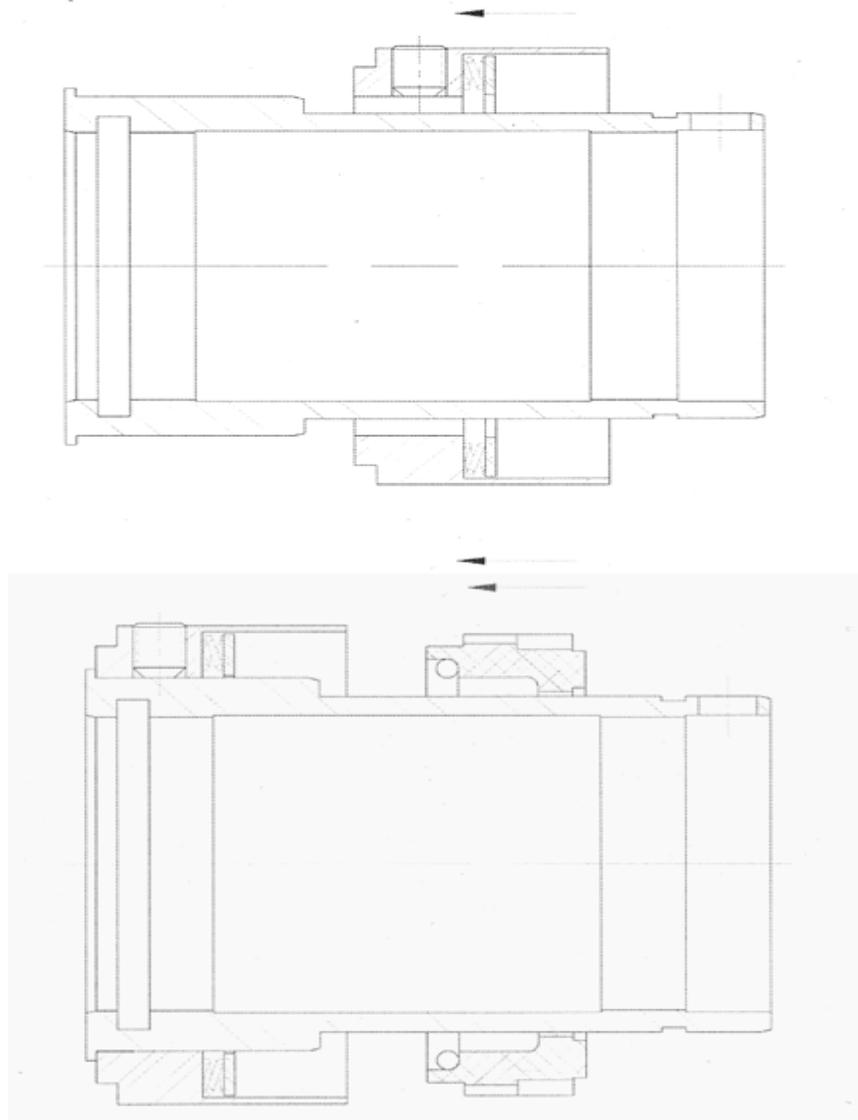
- El primer paso es ensamblar la unidad de compresión.
- Colocar los resortes dentro de los barrenos maquinados en la carcaza.



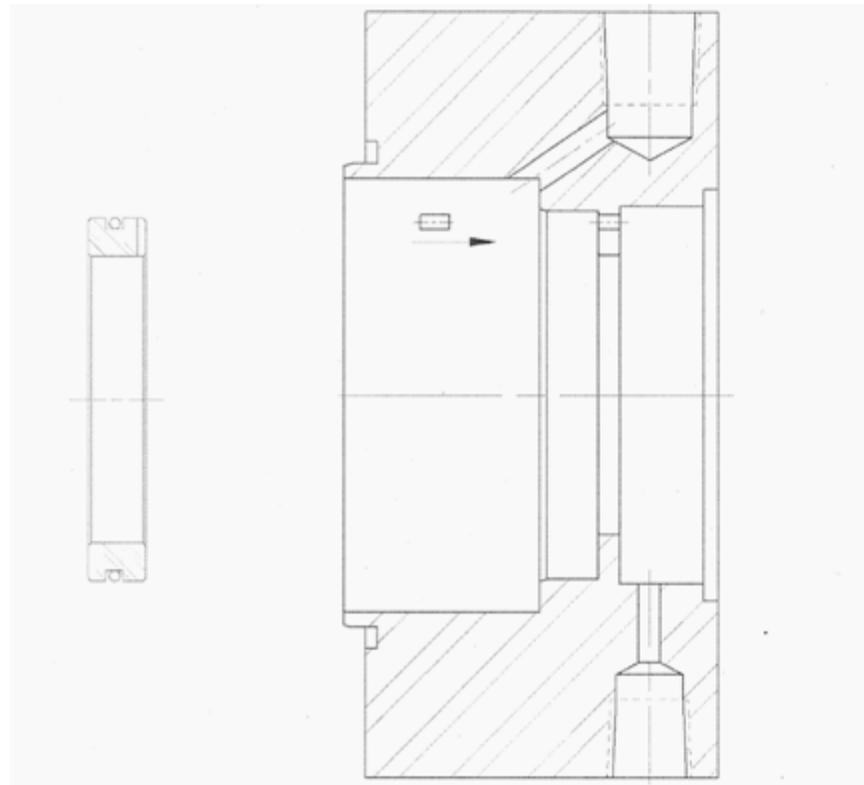
- Colocar el disco de compresión haciendo coincidir las ranuras de este con los bordes troquelados de la carcaza.
- Comprimir el disco hasta que pase los bordes de la carcaza y girarlo para asegurarlo.
- Colocar los opresores en la carcaza asegurándose de que en la punta de estos no sobresalga por el diámetro interior de la carcaza.



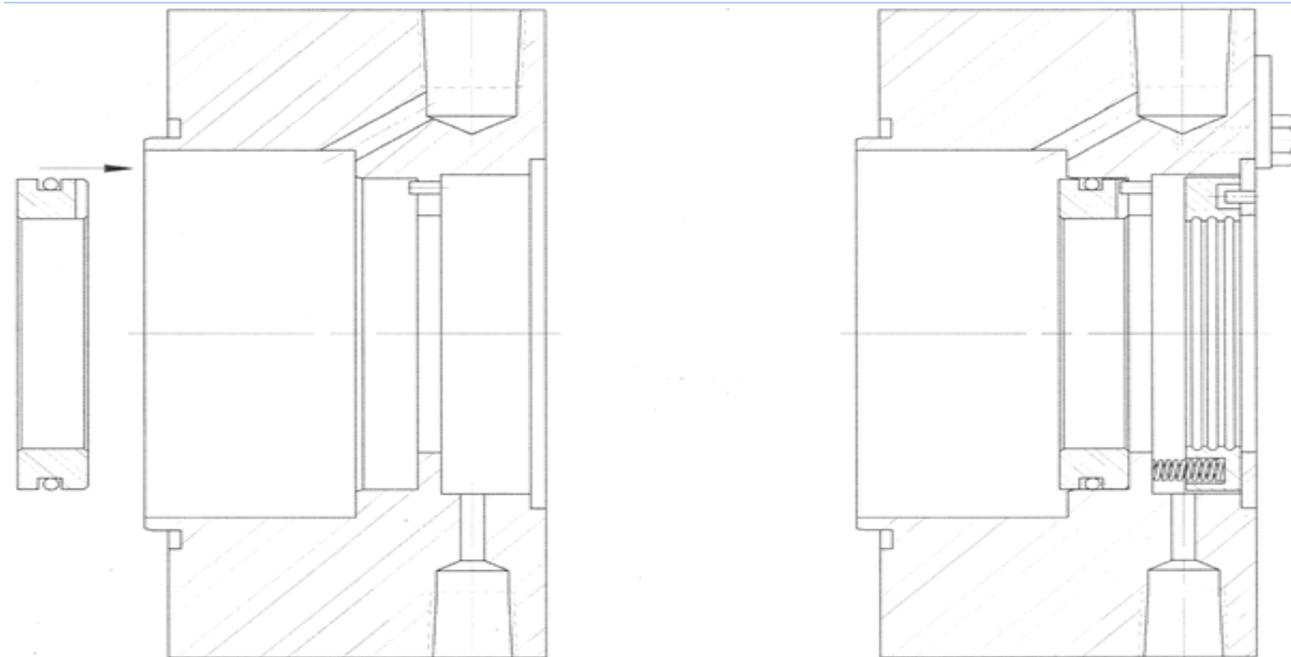
- Deslizar la unidad de compresión sobre la manga, hasta llegar al escalón al final de la manga.
- Apretar los opresores hasta el tope y después dar un cuarto de vuelta más. No se deben de sobre apretar los opresores ya que de hacerlo podría ovalar la manga.
- Colocar el O ring de la cara rotativa dentro de esta y aplicar una capa delgada de grasa de silicón en el O ring. Tener extrema precaución en no impregnar la pista de la cara con grasa ya que el hacerlo resulta perjudicial para el sello. Deslizar este ensamble sobre la manga hasta que entre en la unidad de compresión.



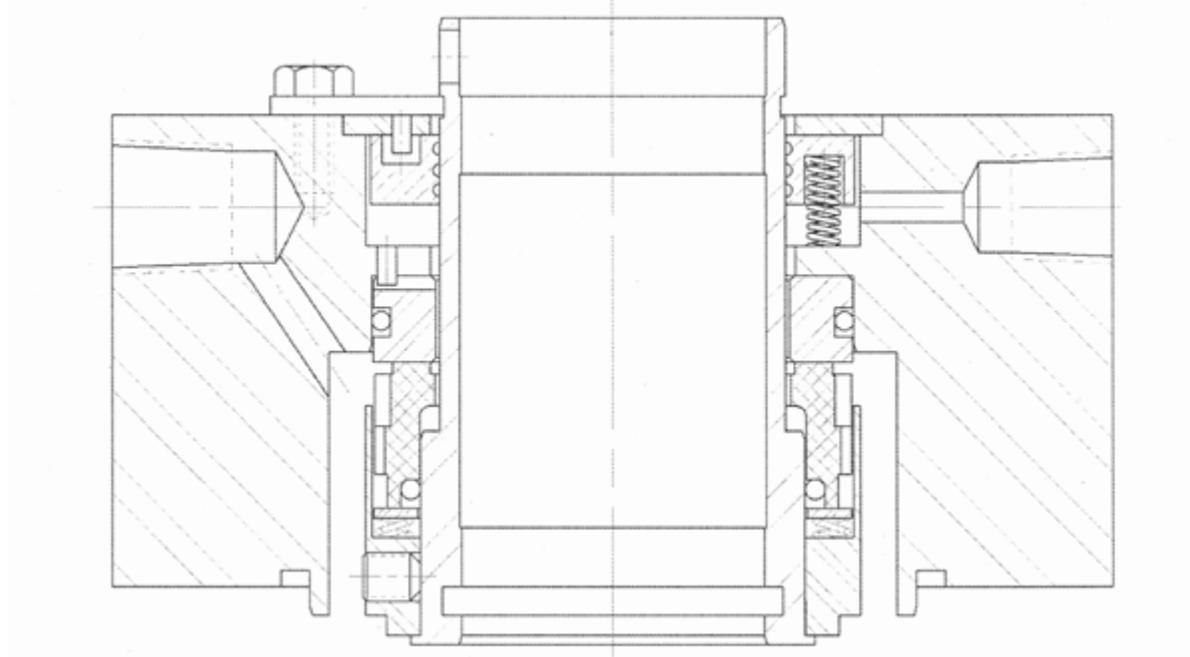
- Colocar el O ring del inserto dentro de la ranura de este y aplicarle una capa delgada de grasa de silicón. Tener extrema precaución en no impregnar la pista de la cara con grasa ya que el hacerlo resulta perjudicial para el sello.
- Colocar el perno anti-rotación en su barreno.



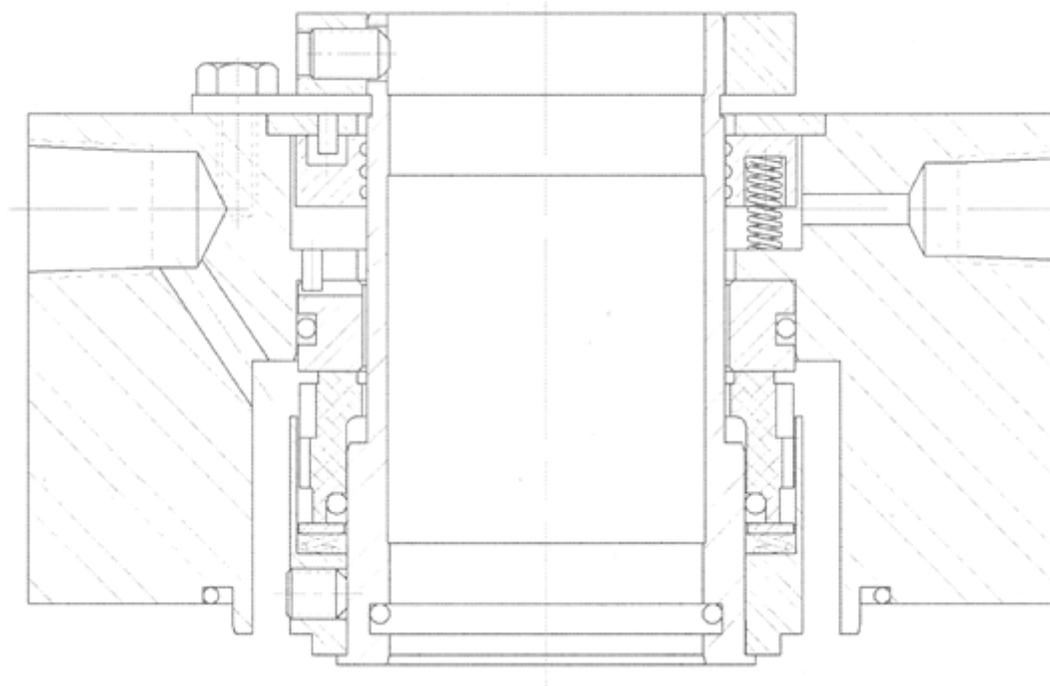
- Insertar el ensamble inserto - O ring dentro de la brida sujetándolo por el diámetro interior del inserto, haciendo coincidir la ranura del inserto con el perno de la brida y teniendo extremado cuidado en no tocar con los dedos la pista del inserto.
- Colocar los resortes en los barrenos del buje, insertar este ensamble en la brida con los resortes por delante. Colocar la brida auxiliar haciendo coincidir el perno con el barreno del buje y asegurarla con las tabletas centradoras apretándolas con sus tornillos como se indica en la última figura.



- Deslizar el ensamble manga – Unidad rotativa dentro de la brida teniendo cuidado de no tocar las pistas de las caras del sellado. Colocar este ensamble sobre una superficie plana, apoyando sobre la parte inferior de la manga. Ejercer un poco de presión sobre la brida desplazándola hasta que la ranura de la manga quede expuesta. Liberar una de las tabletas y girarla hasta que entre en la ranura de la manga y asegurarla con su tornillo. Repetir estos pasos para las tabletas restantes.



- Colocar el collar de la manga y sus opresores asegurándose de que estos no sobrepasen el diámetro inferior de la manga. Por ultimo colocar los O ring de brida y manga en sus ranuras correspondientes.



2.6 INSTALACIÓN DEL SELLO CARTUCHO DOBLE (TANDEM)

2.6.1 Tipo cartucho instalado en bombas de succión vertical sencilla con caja bipartida y en bombas verticales en línea (1 caja de estoperos).

1. Lubrique el eje o la manga de forma ligera con la grasa de silicón que viene con el sello antes de instalar cualquier parte del sello.
2. Deslice el sello cartucho completo sobre el eje, Lo mas cerca posible a la caja de rodamientos con el sello orientado hacia la bomba.
3. Coloque la contravoluta y ensamble la bomba.
4. Instale el sello cartucho sobre el eje y colocarlo cerca del rodamiento con el sello orientado hacia la bomba.
5. Coloque la brida del cartucho contra el paño de la caja y ajuste las tuercas de los birlos uniformemente de forma cruzada. Las tuercas deben apretarse con un torque máximo de 10 ft/lbs (13 Nm). El apriete excesivo podría dar como resultado la distorsión del inserto.
6. Ajuste los opresores del collar el cartucho.
7. Retire las tabletas centradoras, arandelas excéntricas o placas de centrado del collar del cartucho. Las arandelas excéntricas pueden ser reposicionadas y ajustadas en una posición neutral. Guarde las tabletas centradoras o placas de centrado para ser usadas cuando se remueva el sello para su reparación o para reajustar el sello debido l reajuste del impulsor de la bomba.
8. Ver recomendaciones de operación antes de arrancar la bomba.

2.7 INSTALACIÓN DEL SELLO CARTUCHO DOBLE.

2.7.1 Tipo cartucho instalado en bombas de doble succión y en bombas multietapas horizontalmente bipartidas (2 cajas de estoperos).

1. Lubrique el eje o la manga en forma ligera con la grasa de silicón que viene con el sello antes de instalar cualquier parte del sello.
2. Deslice el sello cartucho completo sobre el eje con el sello orientado hacia la bomba.
3. Coloque la brida del cartucho contra el paño de la caja y ajuste las tuercas de los birlos uniformemente en forma cruzada. Las tuercas deben apretarse con un torque máximo de 10 ft/lbs (13 N-m). El apriete excesivo podría dar como resultado la distorsión del inserto.
4. Instale los rodamientos, cople, etc. Y ajuste el impulsor para que el eje quede en su posición axial operacional. Cualquier reajuste axial del eje, requerirá un reajuste del sello.
5. Ajuste los opresores del collar cartucho.
6. Retire las tabletas centradoras, arandelas excéntricas o placas de centrado del collar del cartucho. Las arandelas excéntricas pueden ser reposicionadas y ajustadas en una posición neutral. Guarde las tabletas centradoras o placas de centrado para ser usadas cuando se remueva el sello para su reparación o para reajustar el sello debido al reajuste del impulsor de la bomba.
7. Ver recomendaciones de operación antes de arrancar la bomba

2.8 RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN.

- No arranque cuando el equipo este en seco. Ventear el aire desde la carcaza de la bomba y la cámara del sello antes de arrancar. Circular producto de proceso limpio o un fluido limpio de alguna fuente externa a través de la cámara del sello cada vez que el equipo este en operación. Plan 11 o 32
- Si el sello se calienta, checar que la instalación del sello haya sido la correcta, checar las dimensiones de las cajas de estoperos y checar que no haya obstrucciones en la línea de limpieza. No permitir que el equipo siga funcionando si el sello se calienta o chilla.

CAPITULO III

DEFECTOS Y SOLUCIONES EN LOS SELLOS MECANICOS

2 FALLAS MAS FRECUENTES DE LOS SELLOS MECANICOS.

El correcto funcionamiento del sello es asegurado mientras que las caras de contacto corran sin rajaduras, fracturas o aperturas de una sobre de otra. Teóricamente el sello persiste hasta que una de sus caras se haya desgastado totalmente, no obstante, en la práctica observamos, los sellos fallan antes de que se hayan desgastado las caras, o sea, las caras se abren, rajan o fracturan cuando todavía hay material en estas. Las mayores causas de estas fallas prematuras son:

1. Vibraciones en el sistema por desalineamiento entre motor y bomba, soporte inadecuado y/o desbalance en las piezas que giran a gran velocidad.
2. Instalación incorrecta del sello mecánico.
3. La bomba opera a un punto de operación muy alejado de su punto de mayor eficiencia. La causa de este caso son las grandes fuerzas radiales que experimenta el eje (deflexión del eje) y que originan el desalineamiento de las caras. Esto permite que sólidos entran entre las caras, donde son atrapados y luego funcionan como una lija efectiva para dañar las caras del sello.

Además se puede esperar problemas si uno de los componentes del sello es atacado químicamente por el líquido bombeado. Por eso, siempre hay que indicar los datos exactos del líquido a bombear, lo que permite al proveedor seleccionar el sello mas apto para la aplicación.

Soluciones:

1. Minimizar vibraciones en el sistema de la bomba y su fijación. Implementación de elementos que pueden disipar la energía de las vibraciones.
2. Proveer todos los datos sobre el líquido bombeado a los proveedores para asegurar una selección óptima del sello mecánico.
3. Operar la bomba en o cerca de su punto de máxima eficiencia.

A continuación se expondrá una lista con las fallas mas comunes y sus posibles soluciones.

<u>COMPONENTE</u>	<u>LA INSPECCION VISUAL DICE:</u>	<u>CAUSA DE LA FALLA</u>
<p><u>3.1.1</u> <u>SELLO</u></p>	<p>BUENA CONDICION</p>	<p>Térmica: Calentamiento y Enfriamiento. El sello se abrió a raíz de la diferencia en dilatación térmica entre las partes estacionarias y rotativas. Depositos en el eje impidieron que este último se moviera axialmente.</p> <p>Instalación. El sello no fue ajustado a la medida correcta, No había contacto entre cara y asiento.</p>

<p><u>SELLO</u></p>	<p>RUIDO</p>	<p>Lubricación: El sello ha sido expuesto a temperaturas y/o presiones excesivas.</p> <p>Instalación: Compresión excesiva por ensamblaje incorrecto o medida incorrecta resultando el funcionamiento de las caras en seco.</p> <p>Presión: Presión del sistema menor o cerca de la presión de vapor del liquido.</p> <p>Temperatura: El sello ha sido expuesto a temperaturas /presiones excesivas.</p> <p>Vibración: Verificar los rodamientos de la flecha de la bomba.</p>
	<p>AGARRADO</p> <p>ATASCADO</p>	<p>Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un contaminante.</p> <p>Limpieza del sistema. Reacción química con agente oxidante, por ejemplo: Acido nítrico.</p> <p>Contaminación: Liquido saturado con sólidos en suspensión.</p> <p>Ensamblaje: El sello ha sido ensamblado de forma incorrecta.</p>

<u>COMPONENTE</u>	<u>INSPECCION VISUAL DICE:</u>	<u>CAUSA DE LA FALLA</u>
<u>3.1.2</u> <u>CARAS</u>	DESHECHAS	<p>Abrasión: Sólidos presentes en el líquido, se necesitan caras duras.</p> <p>Corrosión: Caras atacadas químicamente por el liquido u contaminante.</p> <p>Limpieza: Reacción química con agente oxidante (por ejemplo acido nítrico.)</p>
<u>CARAS</u>	PICADAS	<p>Lubricación: Presión del sistema menor a la requerida.</p> <p>Instalación: Este daño es resultado de un mal manejo de las caras o una sobre compresión.</p> <p>Vibración: Verificar rodajes del eje de la bomba.</p>
<u>CARAS</u>	COMIDAS	<p>Abrasión. Sólidos presentes en el líquido, se requieren caras duras.</p> <p>Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un</p>

		contaminante. Limpieza: Reacción química con agente oxidante (por ejemplo ácido nítrico.)
<u>CARAS</u>	DESCASCARILLADAS.	Lubricación. El sello ha sido expuesto a temperaturas/presiones excesivas. Instalación. El daño es resultado de un mal manejo o una sobre compresión.
<u>CARAS</u>	RAYADAS.	Abrasión. Sólidos presentes en el líquido, se requieren caras duras. Lubricación. Instalar cabezal con enfriamiento que puede mejorar el desempeño. Contaminación. Sólidos, como por ejemplo, Cristales de Hidróxido de Sodio (NaOH), provenientes del líquido; que entran entre las caras del sello. Utilice caras duras y/o purga del sello. Enfriamiento. Presión del sistema

		<p>menor a la requerida. Ensamble. Ensamblaje incorrecto. Instalación. Compresión excesiva debida al ensamblaje incorrecto medida incorrecta dando como resultado que las caras del sello funcionen en seco, causando sobrecalentamiento. Venting. Válvula de descarga cerrada causa alta temperatura o las caras del sello funcionen en seco, causando sobrecalentamiento.</p>
<p><u>CARAS</u></p>	<p>DESGASTE EXCESIVO</p>	<p>Abrasión. Sólidos presentes en el líquido, se requieren caras duras. Lubricación. Instalar cabezal con enfriamiento que puede mejorar el desempeño. Contaminación. Sólidos, como por ejemplo, Cristales de Hidróxido de Sodio (NaOH), provenientes del líquido; que entran entre las caras del sello. Utilize caras duras y/o purga del</p>

		<p>sello.</p> <p>Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un contaminante en el líquido.</p> <p>Enfriamiento. Presión del sistema menor a la requerida.</p> <p>Instalación. Compresión excesiva debida al ensamblaje incorrecto medida incorrecta dando como resultado que las caras del sello funcionen en seco, causando sobrecalentamiento.</p> <p>Flujo. Válvula de descarga cerrada causa alta temperatura.</p> <p>Presión/temperatura. El sello ha sido expuesto a presiones/temperaturas excesivas.</p> <p>Venting. Válvula de descarga cerrada causa alta temperatura.</p> <p>Limpieza. Reacción química con agente oxidante.</p>
<u>CARAS</u>	CAMBIO DE COLOR.	<p>Corrosión. La corrosión hace que el Carburo de Tungsteno tenga una</p>

		<p>apariencia opaca o verde.</p> <p>Calentamiento. Las caras del sello funcionan en seco, causando sobrecalentamiento. Torques altos sobre las caras fabricadas en materiales duros, pueden generar calor que luego puede ser conducido hasta los elastómeros, causando endurecimiento y quemaduras en estos.</p>
<p><u>CARAS</u></p>	<p>DEPOSITOS.</p>	<p>Contaminación. Elementos volátiles del líquido se evaporan entre las caras, dejando depósitos viscosos y pegajosos. Utilize caras duras y/o sello doble.</p> <p>Instalación. Por depósito electroquímico se podrían formar metales como cobre, en la cara del sello, por falta o insuficiencia de conexión a tierra.</p> <p>Temperatura. Presión en el sistema menor a la requerida o cerca de la presión de vapor del sistema.</p>

<p style="text-align: center;"><u>CARAS</u></p>	<p style="text-align: center;">FRACTURADAS</p>	<p>Lubricación. Las caras del sello funcionan en seco, causando sobrecalentamiento.</p> <p>Instalación. El daño es resultado de mal manejo o una sobrecompresión del sello.</p> <p>Flujo. Válvula de descarga cerrada causa alta temperatura.</p> <p>Vibración. Verificar los rodajes de la flecha.</p>
<p style="text-align: center;"><u>CARAS</u></p>	<p style="text-align: center;">RAJADAS.</p>	<p>Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un contaminante.</p> <p>Calentamiento. El sello ha sido expuesto a temperaturas/presiones excesivas.</p> <p>Instalación. El daño es resultado de mal manejo o una sobrecompresión del sello.</p> <p>Venting. Las caras del sello funcionan en seco, causando sobrecalentamiento.</p> <p>Vibración. Verificar los rodajes de la flecha.</p>

<u>COMPONENTE</u>	<u>INSPECCION VISUAL DICE:</u>	<u>CAUSA DE LA FALLA.</u>
<p align="center"><u>3.1.3</u> <u>ELASTÓMEROS</u></p>	<p align="center">PICADAS</p>	<p>Instalación. El daño es resultado de mal manejo o una sobrecompresión del sello.</p> <p>Limpieza. Elastómeros instalados en asientos sucios.</p>
<p align="center"><u>ELASTOMEROS</u></p>	<p align="center">QUEMADAS</p>	<p>Lubricación. Las caras del sello funcionan en seco, causando sobrecalentamiento. Torques altos sobre las caras fabricadas en materiales duros, pueden generar calor que luego puede ser conducido hasta los elastómeros, causando endurecimiento y quemaduras en estos.</p> <p>Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un contaminante.</p> <p>Flujo. Válvula de descarga cerrada causa alta temperatura.</p> <p>Presión. Presión del sistema menor o cerca de la presión de vapor del</p>

		<p>líquido.</p> <p>Temperatura. Sello ha sido expuesto a temperaturas/presiones excesivas.</p>
<u>ELASTOMEROS</u>	HINCHADAS	<p>Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un contaminante.</p> <p>Temperatura. Sello ha sido expuesto a temperaturas/presiones excesivas.</p> <p>Limpieza. Material del sello atacado químicamente por el líquido un contaminante.</p>
<u>ELASTOMEROS</u>	DESHECHAS	<p>Presión. Arranque/parada a presiones excesivas en combinación de caras duras</p> <p>Temperatura. Material se degrado a raíz de temperaturas excesivas.</p> <p>Venting. Las caras del sello funcionan en seco, causando sobrecalentamiento. Torques altos sobre las caras fabricadas en materiales duros, pueden generar calor que luego puede ser conducido hasta los elastómeros, causando</p>

		endurecimiento y quemaduras en estos.
<u>ELASTOMEROS</u>	FRACTURADAS	Alineación. Descompresión explosiva por acumulación de calor que se debe a raíz d una mala alineación o vibración.
<u>ELASTOMEROS</u>	EXTRUIDAS	Ensamblaje. Mal ensamblaje. Instalación. El daño es resultado de mal manejo o una sobrecompresión del sello. Presión y Temperatura. El sello ha sido expuesto a temperaturas/presiones excesivas.
<u>ELASTOMEROS</u>	RASGADAS	Instalación. El daño es resultado de mal manejo o una sobrecompresión del sello. Alineación. Descompresión explosiva por acumulación de calor que se debe a raíz d una mala alineación o vibración. Presión. Arranque/parada a presiones excesivas en combinación de caras duras.

<u>COMPONENTE</u>	<u>INSPECCION VISUAL DICE:</u>	<u>CAUSA DE LA FALLA.</u>
<p align="center"><u>3.1.4</u> <u>PARTES METALICAS</u></p>	<p align="center">DESGASTADAS</p>	<p>Alineación. Mal alineamiento del asiento. Presencia de deshechos o depósitos en las caras. Presión. Arranque/parada a presiones excesivas en combinación con caras duras. Temperatura. El sello ha sido expuesto a temperaturas excesivas.</p>
<p align="center"><u>PARTES METALICAS</u></p>	<p align="center">FRACTURADAS</p>	<p>Lubricación. Presión del sistema menor o cerca de la presión de vapor del líquido. Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un contaminante Presión. Arranque/parada a presiones excesivas en combinación con caras duras. Temperatura. El sello ha sido expuesto a temperaturas excesivas. Vibración. Verificar rodajes.</p>
<p align="center"><u>PARTES METALICAS</u></p>	<p align="center">DESCOLORIDAS</p>	<p>Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un</p>

		contaminante Limpieza. Reacción química con agente oxidante, por ejemplo: Acido nítrico.
<u>PARTES METALICAS</u>	COMIDAS	Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un contaminante Limpieza. Reacción química con agente oxidante, por ejemplo: Acido nítrico.
<u>PARTES METALICAS</u>	PICADAS	Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un contaminante Limpieza. Reacción química con agente oxidante, por ejemplo: Acido nítrico.

<u>COMPONENTE</u>	<u>INSPECCION VISUAL DICE:</u>	<u>CAUSA DE LA FALLA.</u>
<p><u>3.1.5</u> <u>EJE</u></p>	<p>DESGASTADO.</p>	<p>Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un contaminante Alineación. Eliminación de la película de protección entre caras a raíz de movimiento relativo. Presión. Arranque/parada a presiones excesivas en combinación con caras duras. Temperatura. El sello ha sido expuesto a temperaturas excesivas.</p>
<p><u>EJE</u></p>	<p>QUEBRADO.</p>	<p>Lubricación. Presión del sistema menor o cerca de la presión de vapor del líquido. Temperatura. El sello ha sido expuesto a temperaturas excesivas.</p>
<p><u>EJE</u></p>	<p>RAJADO.</p>	<p>Lubricación. Presión del sistema menor o cerca de la presión de vapor del líquido.</p>

		Temperatura. El sello ha sido expuesto a temperaturas excesivas.
<u>EJE</u>	PICADO.	Corrosión. Material del sello atacado químicamente por el líquido o un contaminante Limpieza. Reacción química con agente oxidante, por ejemplo: Acido nítrico.



4.0 CASO PRÁCTICO GENERAL

El caso práctico será la selección de un sello mecánico para una bomba de proceso para empresa Univex S.A. ubicada en Salamanca, Guanajuato.

4.1 DESCRIPCIÓN.

La empresa Univex S.A. solicita una propuesta de sello mecánico para la bomba que a continuación se describe:

CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO	
BOMBA	DURCO
TAG DE LA BOMBA	P-641
MODELO	MARK II GRUPO 2K
FLUIDO	EFLUEN CONTAMINADO
GRAVEDAD ESPECIFICA	1.03
PRESIÓN DE SUCCIÓN	0.43 Kg. /cm ²
PRESIÓN DE DESCARGA	2.15 Kg. /cm ²
TEMPERATURA	102°C
VELOCIDAD	1780 RPM
DIAMETRO DE FLECHA	1 7/8"
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	SI TIENE

Empezaremos por decir que esta bomba contaba ya con antecedentes de fuga del sello mecánico, el cual al momento de ser montado y ponerlo a funcionar no presentaba ninguna falla, sin embargo, después de una semana el sello presentaba un leve goteo en la brida del sello mecánico, lo cual no es permitido por normas ambientales, esta situación le ocasionaba conflicto al Ingeniero de Mantenimiento de la planta. Debido a esto, el Ingeniero solicita una propuesta de nuestra parte para evitar la fuga en dicho sello.

Para hacer la propuesta del sello debemos de analizar los datos proporcionados por el ingeniero. Estos datos son las características generales de la bomba; así como los datos del sello mecánico retirado. Necesitamos analizar el sello físicamente, para determinar en donde es el lugar de la fuga en el sello mecánico, así que se procede a llenar el siguiente formato con los datos de la bomba y del sello.

4.3 ANALISIS DE FALLA

REQUERIMIENTO DE ANALISIS DE FALLA

EMISOR: Ing. Clara Guzmán Lozano		INGENIERO DE VENIAS: Ing. Uriel Lara Mandujano		OFICINA: Celaya	FECHA: 05/07/04	NUMERO DE REQUERIMIENTO:	
TIPO DE ANALISIS REQUERIDO: (Revisar todos los que apliquen) FECHA REQUERIDA:							
<input type="checkbox"/> IDENTIFICACION DE MATERIAL <input type="checkbox"/> ANALISIS DEL FUELLE <input checked="" type="checkbox"/> X FALLA DE SELLO <input type="checkbox"/> REVISION DE DISEÑO <input type="checkbox"/> OTROS:							
TIPO DE RESPUESTA REQUERIDA: <input type="checkbox"/> VERBAL/E-MAIL <input type="checkbox"/> ANALISIS DE SELLO COMPLETO <input checked="" type="checkbox"/> X REPORTE FORMAL POR SEPARADO C/FORMATO							
DISPOSICION DE PARTES: <input type="checkbox"/> NO PARTES <input checked="" type="checkbox"/> X RETORNAR ASI A: <input type="checkbox"/> SCRAP <input type="checkbox"/> ORDEN DE REPARACION #							
LOCALIZADO POR: <input checked="" type="checkbox"/> X CLIENTE <input type="checkbox"/> FLOWSERVE		SELLO/TAMAÑO/COD. DE MAT: RO-TT 1.125" E 7 5 -- T T		DIBUJO DE ENSAMBLE:		ORDEN ORIGINAL #: ORDEN ACTUAL #:	
ESTA SECCION DEBERA SER LLENADA COMPLETAMENTE PARA LA ADECUADA EMISION DEL REPORTE							
CLIENTE: UNIVEX, S.A.				LOCALIZACION: SALAMANCA, GTO.			
NUMERO DE ITEM: P - 115A		FABRICANTE DEL EQUIPO: PEERLESS TISA		MODELO & TAMAÑO DEL EQUIPO: CLO 1.5 X 1.26			
TEMP D PRODUCTO: 40-50 °C	PRESION DE CAJA:	PRESION DE SUCCION: 5 KC/CM2	PRESION DE DESCARGA: 2.5 A 3 KG/CM2	GRAV. ESP.:	PRODUCTO:		
PRESION DE VAPOR:	VISC:	R.P.M: 3500	TIPO DE BUJÍ:	PLAN DE AMB. PLAN 02	FECHA DE INSTALACION: 24/03/2004	FECHA EN QUE SALIO DE OPER.:05/07/2004	TIEMPO QUE OPERO 3 MESES Y DOS SEMANAS
PLAN 21/23 MOD. DEL CAMB. CALOR:		NIVEL DE FUGA:		BUFFER/BARRIER FLUIDO: SHF-45		PLAN 32	TAMAÑO DE ORIFICIO & POSICION
AGUA DE ENF. TEMP ENT/SAL: /		ESTATICA:		PRESION: TEMP. ENT/SAL: FLUIDO:		TEMP. ENT/SAL: FLUIDO:	
PRODUCTO, TEMP ENT/SAL:		DINAMICA:		FLUIDO:		FLUIDO:	
DESCRIPCION DE LO QUE ORIGINO ESTE REQUERIMIENTO: (Agregar paginas adicionales si es necesario)							
FUGA DEL SELLO MECANICO PRESENTABA UN GOTEO							
OBSERVACION DE PARTES O CONDICIONES DE OPERACION NOTADAS POR EL PERSONAL EN SITIO:							
AL MOMENTO DE DESARMAR EL EQUIPO Y RETIRAR LA VOLUTA LA CRA DE CARBON SE LE DESPRENDIO TOTALMENTE LA PISTA DE TRABAJO QUEDANDO ESTA ADHERIDA A LA PISTA DE LA CARA ROTATORIA (CERÁMICA)							
ING. DE APLICACION LOCAL: Miguel Gallegos		FECHA: 05/07/04		RAZON DEL ANALISIS DE FALLA:			
RESULTADO DEL ANALISIS:							
EMISOR: NO ESCRIBIR DEBAJO DE ESTAS LINEAS							
Código de la causa:							
RECOMENDACIONES:							
FECHA DE TERMINACION DE ANALISIS:		INGENIERO:		Vo.Bo.:			

4.4 SOLUCION AL PROBLEMA

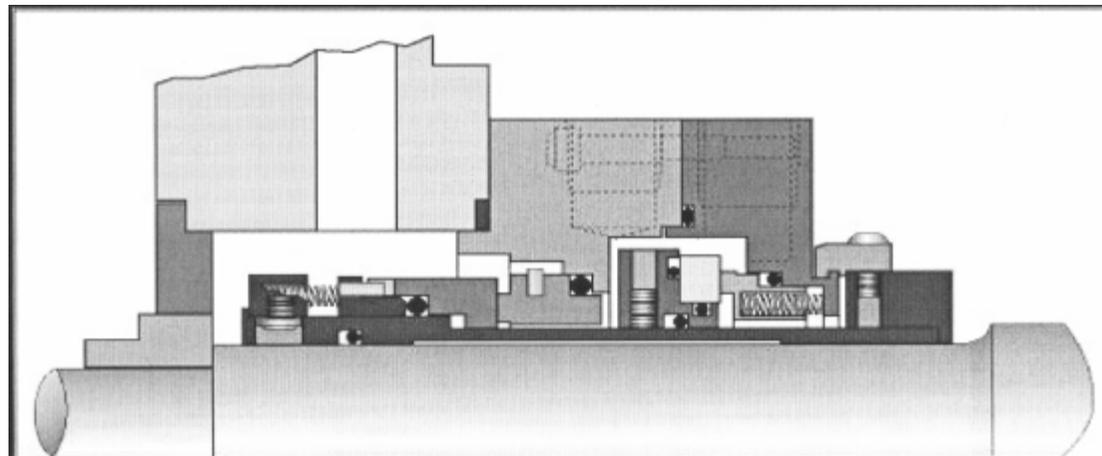
Una vez lleno este formato se procede a la inspección física del sello mecánico, en este sello mecánico se observo un desprendimiento en la pista de las caras de contacto, siendo esta la única anomalía que presenta el sello; por lo que ya conocemos donde se encuentra la falla del sello mecánico. Para saber cual es la solución de la falla se consulta este manual en su capitulo III pagina 101 en el apartado de caras comidas y/o deshechas por abrasión en donde se nos sugieren caras duras. Y esta es una excelente opción debido a que nuestro efluen contiene partículas suspendidas. Las cuales son las causantes de la abrasión. Para evitar cualquier posible fuga se recomienda un sello doble tipo cartucho, ya que debido a sus características, reduce al mínimo la posibilidades de una fuga.

Los empaques de este sello se recomiendan en teflón dadas sus características que lo hacen resistente a alta temperatura y a productos químicos.

Las partes metálicas, así como la brida, de este sello se recomiendan en acero inoxidable 316 debido a sus características, mencionadas en este manual en la página 44, es un excelente material para trabajar con el fluido que maneja esta bomba.

El sello recomendado para esta bomba será un sello mecánico doble interno tipo cartucho de 1 7/8" con las siguientes características:

CANTIDAD	COMPONENTES	MATERIALES
1	CARA ROTATIVA LADO PROCESO	EN CARBURO DE SILICIO
1	CARA ESTACIONARIA LADO PROCESO	EN CARBURO DE SILICIO
1	CARA ROTATIVA LADO ATMOSFERA	EN CARBURO DE SILICIO
1	CARA ESTACIONARIA LADO ATMOSFERA	EN CARBON
2	EMPAQUES SECUNDARIOS	EN TEFLON
1	PARTES METALICAS	EN ACERO INOXIDABLE 316
1	BRIDA	EN ACERO INOXIDABLE 316



Vista interna del sello



Vista exterior del sello



Unidades de compresión y cara estática

El sello será ensamblado de acuerdo al punto 2.7 de este manual, esto se debe a que es un sello doble cartucho tipo empujador

Debido a las condiciones de trabajo de esta bomba se recomendará **el plan 54** ubicado en la página 74 de este manual, el cual es el más apropiado para esta aplicación.

El fluido barrera con mayor compatibilidad es agua de acuerdo a la tabla de la página 127 del apéndice de este manual.

CONCLUSIONES

Desde el inicio de los equipos de bombeo, se ha visto la necesidad de inventar e implementar dispositivos para evitar fugas en dichos equipos o reducirlas hasta niveles imperceptibles; debido a que muchos de estos fluidos son perjudiciales para la salud. Por lo tanto, el personal de mantenimiento de las plantas debe de estar capacitado para manejar y conocer nuevos dispositivos. En esta búsqueda el hombre ha pasado por las juntas, empaques, hasta llegar a los sellos mecánicos.

En este manual se definió con toda claridad el sello mecánico y todo el lenguaje que se utiliza cuando se trabaja con estos dispositivos.

El principio de funcionamiento de los sellos mecánicos es muy sencillo de entender, una vez que se ha leído este manual, y ese uno de los objetivos que se planteo al principio de este manual.

El conocimiento de las partes del sello mecánico y de la importancia de los planes de ambientación en el funcionamiento de los sellos es otro punto importante que se reviso en este manual.

Toda la anterior información fue puesta en un lenguaje coloquial para el mejor entendimiento de parte de los usuarios, mecánicos, supervisores, así como de los ingenieros encargados de los equipos de bombeo. Logrando con esto que este manual este al alcance de cualquier persona interesada en los sellos mecánicos.

Como conclusión final puedo decir que este manual es una sencilla pero buena introducción al mundo de los sellos mecánicos.

APENDICE

TECNICA DE LOS SELLOS MECANICOS.

CARACTERIZTICAS DEL FLUIDO BARRERA UTILIZADO EN LOS SELLOS MECANICOS.

Los fluidos barrera deberán contener las siguientes características:

PROPIEDAD	RECOMENDACIÓN.
<i>VISCOSIDAD</i>	Deseable de 1 a 5 cSt bajo condiciones de funcionamiento. Buen lubricante.
<i>CALOR ESPECIFICO</i>	Lo mas alto posible para la buena evacuación del calor
<i>PESO ESPECIFICO</i>	Rango normal 0.8 - 1
<i>PUNTO DE EBULLICIÓN</i>	Mínimo de 25 a 30°C por encima de la temperatura a la que será expuesto.
<i>PUNTO DE INFLAMACIÓN</i>	Más alto que la temperatura, si hay oxígeno.
<i>ADITIVOS</i>	Sin o con baja cantidad de aditivos que pueden sedimentar.
<i>COMPATIBILIDAD DE MATERIALES.</i>	Químicamente neutro.
<i>COMPATIBILIDAD DE PROCESOS.</i>	Químicamente neutro.
<i>DISPONIBILIDAD</i>	Fácil de obtener.
<i>SEGURIDAD / MEDIO AMBIENTE</i>	No toxico, clasificado como no peligroso.

PRESION DEL FLUIDO BARRERA.

Cierres dobles presurizados: la presión del fluido barrera es, como mínimo, de: 2 bar / 30psi mas alta que la presión en la caja del sello o de 1.1 X la presión de la caja del sello. Para los depósitos que se utilizan en el plan 53 a mayores presiones (el limite es de 10bar / 150psi según API 682) se disuelve el más gas en el fluido barrera, pueden producirse burbujas y espuma entre las caras de contacto. En aceite se disuelve más gas que en agua.

TEMPERATURA DEL FLUIDO BARRERA.

La cantidad de calor entra en la caja del sello debe evacuarse por medio del fluido barrera. El aumento de temperatura del fluido barrera en la caja del sello no debe de rebasar los 14°C. Para aplicaciones con hidrocarburos ligeros es importante mantener la temperatura del fluido barrera lo mas baja posible. Para otras aplicaciones, este aspecto no tiene tanta importancia y puede aceptarse un aumento de la temperatura del fluido barrera más alto. Por razones de seguridad, en la mayoría de las aplicaciones, la temperatura máxima del fluido barrera deberá ser menor a 82°C en la salida del cierre.

CALENTAMIENTO Y REFRIGERACION.

La mayoría de los cierres lubricados con líquido necesitan refrigeración para evacuar el calor de fricción de las caras de contacto, el calor por conducción procedente de la bomba y el calor por rozamiento viscoso, para determinar la disipación total del calor se siguen estos pasos:

- El calor de fricción de las caras de contacto se determina por: fuerza ejercida por los muelles, equilibrio hidráulico, presión, coeficientes de rozamiento, distribución de presiones y velocidad.
- El calor por rozamiento viscoso es proporcional a la densidad, velocidad, radio, longitud y factor de rozamiento. A mayores velocidades y viscosidades, el calor por rozamiento viscoso puede ser muy importante.
- El calor por conducción procedente de la bomba es un valor estimado que depende de la bomba y de la construcción del sello, diferencial de temperatura, tipo de líquido, puede superar notablemente el calor de fricción de las caras de contacto.

Para un sello con dispositivo de bombeo incorporado se necesita un circuito de refrigeración. Las alternativas son refrigeración por agua, por aire forzado o por aire en convección natural. La convección natural tiene la ventaja de no necesitar costosos aparatos suplementarios, pero la evacuación queda limitada.

TUBERIAS.

El diámetro de los tubos de be encontrarse en relación con el tamaño del sello y las necesidades de refrigeración, pero por lo menos debe de ser de 0.500". Para aplicaciones mas grandes y sellos con gran carga de trabajo de be de ser de .750". Las líneas deben disponerse inclinadas asegurando la ventilación y drenaje, para evitar la formación de bolsas de aire o vapor en el sistema –incluyendo la tapa del sello-. Sobre todo los sellos verticales necesitan atención especial en cuanto a las tuberías para garantizar con venteo correcto. Las líneas deben de ser lo mas cortas posibles, para evitar elevadas pérdidas por fricción en el tubo (sobre todo en el caso de líquidos de barrera de alta viscosidad, como aceite).

Deben evitarse los codos así como las válvulas de compuerta. La salida debe encontrarse en la parte superior, la entrada en la parte inferior de la tapa del sello o al menos debajo de la entrada.

FLUIDOS BARRERA MAS UTILIZADOS.

A continuación se enumeran algunos fluidos barrera utilizados en la industria, con algunas características y comentarios acerca de su desempeño.

Líquido de barrera	Viscosidad @ 40°C cSt	Temperatura mínima °C	Temperatura Máxima °C	Comentario
--------------------	--------------------------	-----------------------	-----------------------	------------

Keroseno	2	-18	135	Buena lubricidad. Baja viscosidad.
Diesel # 2	2	-12	150	Buena lubricidad. Baja viscosidad.
Etileno-glicol /agua 50%	1-2	-40	80	Elevada acumulación de calor; el etileno-glicol es considerado un residuo peligroso. No utilizar anticongelante por su contenido de aditivos.
Propileno glicol /agua 50%	1-2	-25	80	Elevada acumulación de calor No utilizar anticongelante por su contenido de aditivos.
Agua	1	0	80	Elevada acumulación de calor, Baja viscosidad, bajo punto de ebullición, cualidades lubricantes limitadas.
Aceite sintético	5-15	20	150	Baja viscosidad, buenas características de funcionamiento, algunos aceites son resistentes a altas temperaturas y a la oxidación.
Metanol Propanol	< 1	-90 hasta -50	50	Cualidades lubricantes limitadas, bajo punto de ebullición, solo para temperaturas bajas; no adecuado para

				caras de contacto duras.
--	--	--	--	--------------------------

MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA EMPAQUES DE SELLO MECANICO.

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	LIMITES DE TEMPERATURA.	
	MINIMO (°C)	MAXIMO(°C)
FLUOROELASTÓMERO	-18	204
ETILENO – PROPILENO (EPDM)	-40	149
NEOPRENO	-40	149
NITRILO (BUNA N)	-40	149
KARLEZ 4079	-7	316
KARLEZ 1050LF	-7	288
PTFE	-73	232
GRAFITO	-196	427
TEFLON	-156	232
CHEMRAZ 505	-29	232

Buna-N material (Nitrilo / NBR)

Sus propiedades generales son: buena resistencia al petróleo, hidrocarburos y combustibles. Ampliamente usado con la mayoría de los aceites, con fluidos hidráulicos y con alcohol. Posee poca resistencia a la luz del sol, al desgaste y ozono. Muchos componentes para aplicaciones específicas.

Aplicado comúnmente en el aceite de petróleo así como en sellos con aceite hidráulico y aplicaciones de agua.

EPDM / EPR (Etileno Propileno)

Sus propiedades generales son: resistencia a la luz del sol, al desgaste y al ozono. Por el contrario tiene una pobre resistencia al petróleo a la grasa y al combustible. Se desempeña bien en calor y condensación.

Sus aplicaciones comunes son en vapores, en agua caliente y en alcohol.

Chemraz® Regis®, Kalrez® (Perfluorelastomero)

Sus propiedades generales son resistencia a la temperatura alta y resistencia del químico. Especialmente excelente resistencia a los químicos.

En los yacimientos petrolíferos las aplicaciones son comunes por la seguridad que brinda. Se utiliza en aplicaciones subterráneas, en empaques de válvulas para herramientas de lodos os, herramientas eléctricas, como taladros.

Teflón®

Sus propiedades generales son: un rango de temperatura excelente, así como la resistencia a varios químicos y resistencia de combustible. Coeficiente bajo de fricción.

Amplio rango de aplicaciones debido a la temperatura y la resistencia a los químicos.

Neopreno

Propiedades generales son: la buena resistencia al petróleo y a la condensación de aceites. Resistencia buena a luz del sol y el ozono.

Aplicado comúnmente en la refrigeración como en sellar freon / refrigerantes aéreos

BIBLIOGRAFIA.

BROSTOW, Witdd, Introducción a la ciencia de los materiales,
México, Editorial Limusa, 1985, 330pp

FLINN, A., Richard, Materiales de Ingeniería y sus aplicaciones,
Mexico, Editorial McGraw-Hill, 1990, 450pp

LEBECK, Alan, Principles and design of mechanical face seals,
Nueva York, 1991, J. Willey, 754 pp.

McNOUGHTON, Kenneth, Bombas: selección, uso y mantenimiento,
México, McGraw-Hill, 1987, 373 pp.

OBERG, Eric, Manual Universal de la técnica mecánica,
México, Editorial Labor, 1979, 2108 pp.

SOLA, Molerá, Pere, Metales resistentes a la corrosión,
España, Editorial Morcambo, 1990, Segunda edición, 26 – 28 pp.

SHINGLEY, Edgard, Joseph, Manual de diseño mecánico,
México, McGraw-Hill, 1989, Cuarta edición, 194 – 195 pp

THERET, Michel, Diccionario enciclopédico de metalurgia,
Barcelona, Técnicos asociados, 1969, 952 pp.

VIEJO, Zubicaray, Manuel, Bombas: teoría, diseño y aplicaciones,
México. Editorial Limusa, 1977 43 pp.

Burgman
Pagina de Internet 1-1
<http://www.burgman.com>
14 de Julio de 2005

Chesterton
Pagina de Internet 1-1
<http://www.chesterton.com>
25 de Julio del 2005.

Flowserve

<http://www.flowserve.com>.

12 de Agosto del 2005

John Crane

<http://www.johncrane.com>

15 de Agosto del 2005.