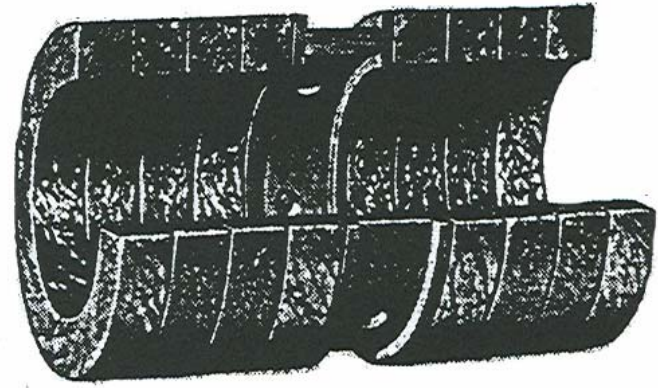


# Empaquetaduras



Las empaquetaduras funcionan con el principio de fugas controladas en aplicaciones dinámicas. No se pretende que eliminen por completo las fugas de un equipo sino que permitan una cantidad controlada de escurrimiento

# Tipos de Empaquetaduras

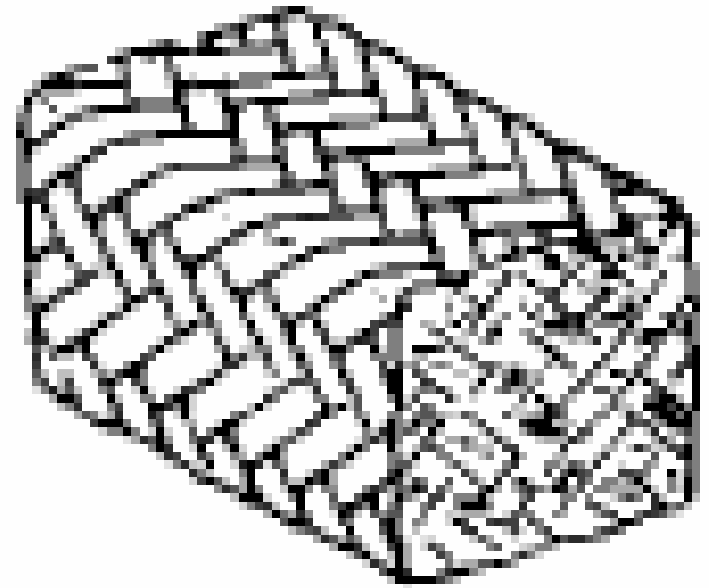
Los cuatro tipos de empaquetaduras son:

- Entretejada cuadrada,
- Plegada cuadrada,
- Trenzado sobre trenzado
- Trenzada sobre un núcleo.

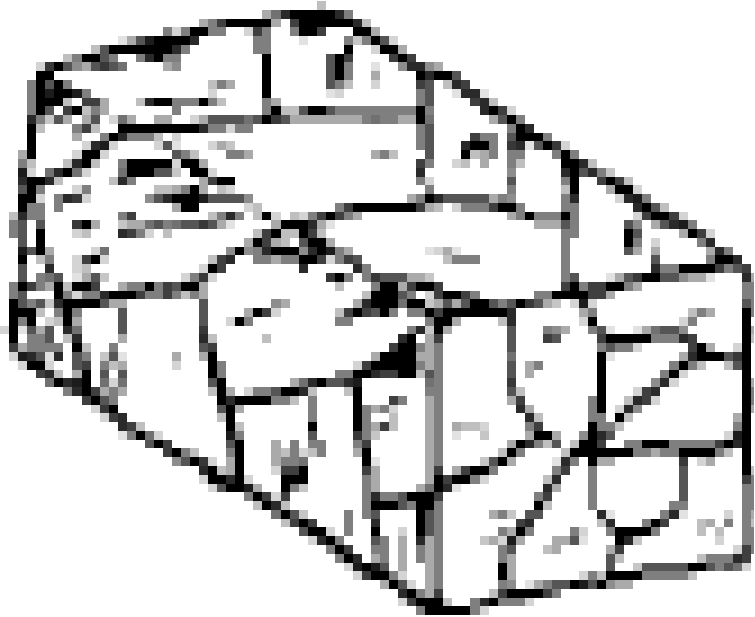
Los más utilizados son la entretejada cuadrada y la trenzada sobre un núcleo.

# Empaquetadura Entretejada

- Se hace en una máquina llamada trenzadora de celosía. Los hilos se forman en diagonal en la empaquetadura. Es la mejor para retener su forma cuadrada y para controlar tolerancias de manufactura.



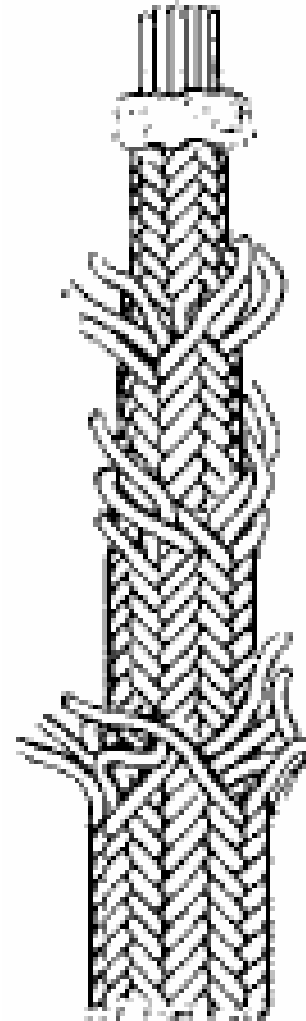
# Trenzado cuadrado y plegada



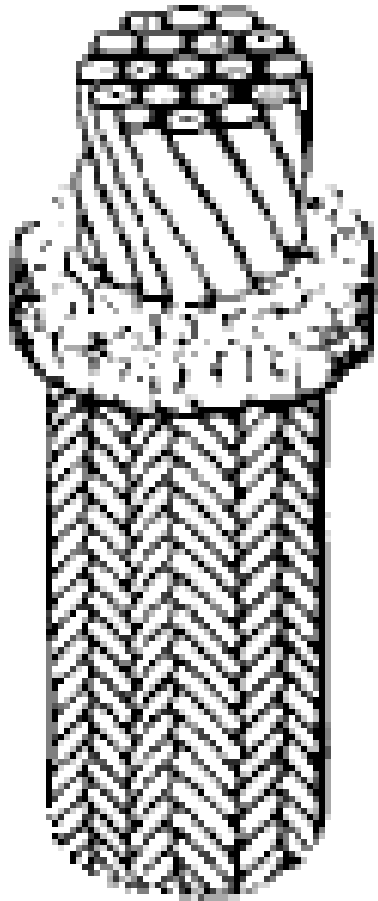
- Retiene su forma cuadrada pero suele ser una estructura trenzada absorbente que puede absorber una gran cantidad de lubricante.

# Trenzado sobre trenzado

- Se trenza en forma redonda y después se pasa por una prensa escuadradora o una calandria para darle su forma cuadrada.



# Trenzada sobre un núcleo

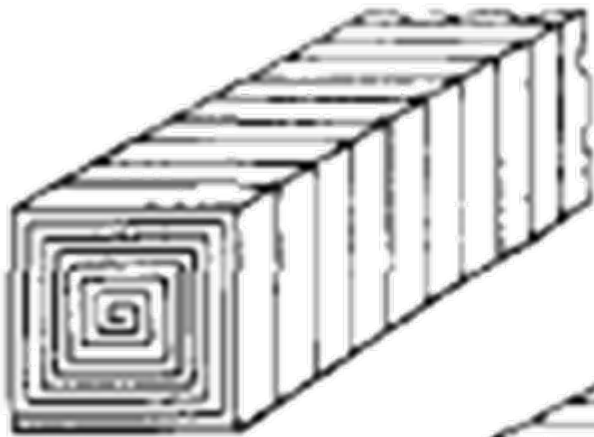


- Se trenza redonda y se le da la forma cuadrada con una calandria.

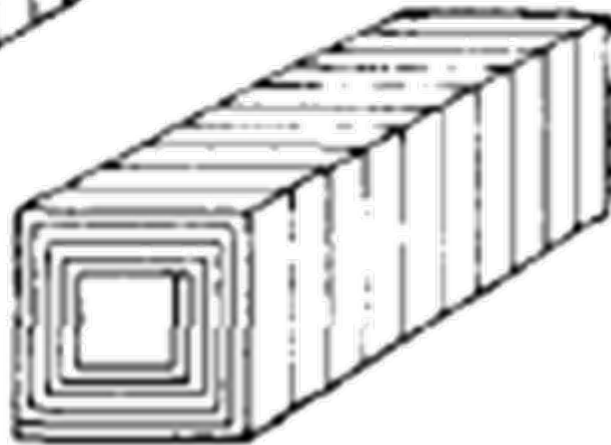
# Las Empaquetaduras Metálicas

- Se hacen con plomo o babbitt, cobre o aluminio y son de envoltura en espiral o de construcción plegada, torcida.
- Estas empaquetaduras suelen tener un núcleo de material elástico compresible y algún lubricante. El núcleo es un cordón de caucho sintético o mecha de asbesto.
- Las empaquetaduras metálicas se emplean por su resistencia física, no absorbencia, resistencia al calor o cualquier combinación de ellas.

# Las Empaquetaduras Metálicas



Envoltura  
Espiral



Con material de  
núcleo



Torcida,  
Corrugada y  
Prensada



# Las Empaquetaduras de Plástico

- Pueden ser de construcción homogénea o, a veces, están formadas sobre un núcleo.
- Con frecuencia, tienen una camisa de asbesto u otro material trenzado para ayudar a mantenerles la forma.
- Estas empaquetaduras se suelen hacer con materiales a base de fibras de asbesto, con grafito o con mica y aceite o grasa; a veces se agregan otros materiales para tener un producto terminado con las propiedades deseada



# Otros tipos

- Las empaquetaduras de caucho y lona son capas laminadas de lona de algodón que se trata con un compuesto de caucho sin curar; la cura produce la forma, tamaño y resistencia finales deseados y después se impregnan con lubricantes secos, sólidos o húmedos.
- Las empaquetaduras de asbesto y tela son similares a las de caucho y lona.

# Clases de Empaquetaduras

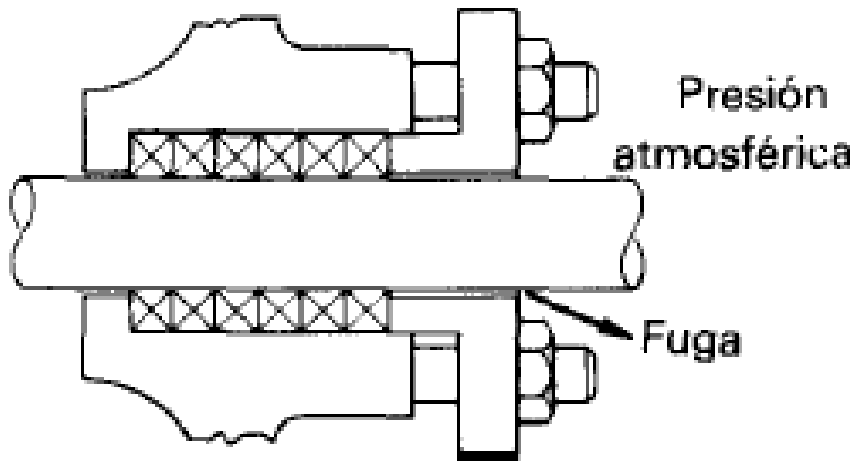
Las empaquetaduras mecánicas se pueden dividir en tres clases generales que son:

- Tipo de compresión
- Automáticas
- Flotantes

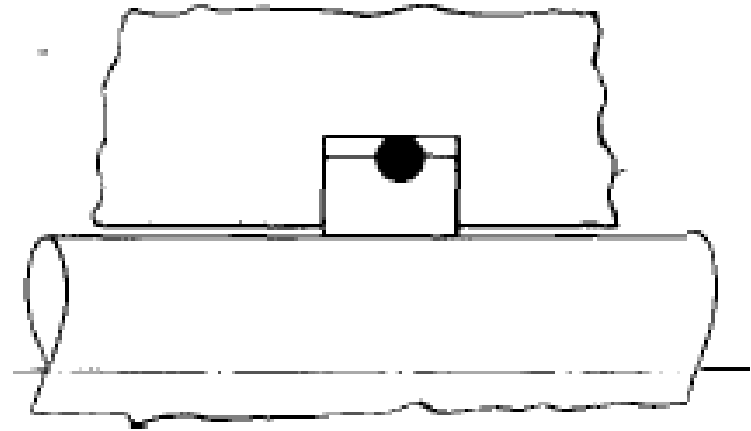
# Clases de Empaquetaduras

- En las empaquetaduras de compresión se utiliza la fuerza producida por la placa de extremo para hacer contacto con el eje.
- Cualquier empaquetadura segmentada que funciona en un espacio limitado y que se mantiene unida con resortes, sería del tipo flotante.
- Las empaquetaduras automáticas son de una construcción en la cual el contacto con el eje no depende de la compresión del prensaestopas o sólo depende de la compresión inicial del mismo. Se suelen instalar de modo que la presión ayude a las fuerzas de sellamiento.

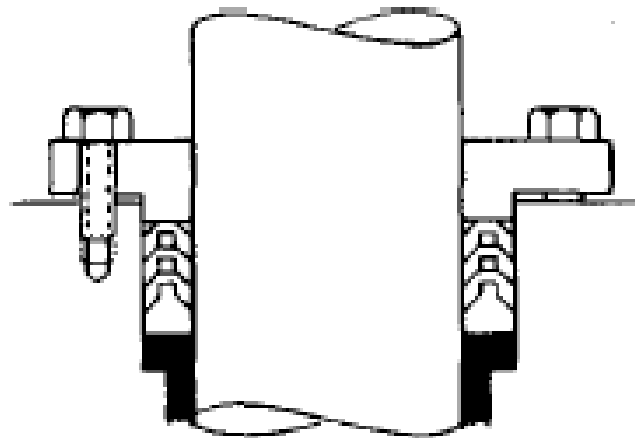
# Clases de Empaquetaduras



Compresión



Flotante



Automática

# Propiedades de las Empaquetaduras

Las propiedades deseables en la empaquetadura mecánica son:

- Elasticidad
- Resistencia a los productos químicos
- Resistencia física.

# Propiedades de las Empaquetaduras

La elasticidad:

Permite colocar la empaquetadura en un prensaestopas y que sufra una ligera deformación para adaptarse en el mismo. También permitirá que se deforme cuando haya flexión del eje durante el funcionamiento.

# Propiedades de las Empaquetaduras

La resistencia a los productos químicos:

Evitará el ataque por el líquido que se sella con la empaquetadura; esta resistencia debe incluir la del lubricante.



# Propiedades de las Empaquetaduras

La resistencia física:

Protege la empaquetadura contra daños mecánicos, por ejemplo, cuando el líquido se cristaliza en la empaquetadura y se produce desgaste mecánico entre ella y el eje o camisa. Para estos casos, se deben utilizar un anillo de cierre hidráulico y lavado.

# Materiales para las Empaquetaduras

Los materiales más comunes son: asbesto, vidrio, cerámica y metal y las fibras sintéticas como el Teflón y el carbón.

Todavía se utilizan algodón, lino y cuero.

# Lubricantes para Empaquetaduras

- La mica es una sílice hidratada y es similar al talco como lubricante; ambos se utilizan todavía en empaquetaduras de válvula pero rara vez en máquinas rotatorias por la alta fricción que producen.
- El grafito es el lubricante más común para empaquetaduras y es inerte a la mayor parte de los productos químicos.
- El disulfuro de molibdeno: lubricante seco similar al grafito, pero no produce corrosión electrolítica.
- La grasa mineral, el sebo y los aceites de petróleo tienen resistencia limitada a la temperatura y a los productos químicos.
- El disulfuro de tungsteno: lubricante para temperaturas muy altas, muy resistente a la corrosión.

# Lubricantes para Empaquetaduras

- El TFE ha sido el adelanto más grande en lubricantes para empaquetaduras y se utiliza en muchos tipos. Pueden contener hasta 35% de TFE según el tipo de construcción y las características de absorción de la hilaza base; tiene un límite de temperatura de 500°F y es casi inerte a todos los productos químicos. Las excepciones son los metales alcalinos fundidos y algunos compuestos halogenados raros.

# El lubricante ideal para empaquetaduras debe:

- Lubricar entre la empaquetadura y el eje para evitar desgaste, rayaduras o pegaduras. Es esencial un bajo coeficiente de fricción.
- Actuar como bloqueador entre las fibras para evitar el escape de un exceso de líquido por las costuras de la empaquetadura.
- Ser insoluble en el líquido que se bombea.
- Trabajar a la temperatura recomendada para la empaquetadura básica, excepto cuando se trata de un lubricante de sacrificio que ayuda en el asentamiento inicial.

# El lubricante ideal para empaquetaduras debe:

- Tener larga duración en almacén sin endurecerse ni perder sus características básicas.
- Ser compatible con el líquido que se bombea y no contaminarlo.
- Impedir la corrosión galvánica o electrolítica.

# Para empacar una bomba centrífuga

- Se calcula que el 75% de todos los problemas con las empaquetaduras son por mala instalación.
- Se trata de reducir el número de operaciones para que sean más sencillas y se simplifiquen las explicaciones.

# Operaciones Recomendadas para empacar una bomba centrífuga

1. Mídanse la desviación y el juego longitudinal del eje, que deben estar dentro de las especificaciones del fabricante. Para tener buenos resultados el equipo debe estar en buenas condiciones para que no ocasione fallas.
2. Examínense las condiciones del interior del prensaestopas. Pueden ocurrir fugas grandes en el sello estático que se forma entre el diámetro exterior de la empaquetadura y el diámetro interior del prensaestopas. Este diámetro debe ser liso. Si el DE del prensaestopas es áspero, se puede trabar la empaquetadura y requerir demasiada presión en el casquillo para corregirlo y, a menudo, ocasiona fallas de la empaquetadura.



# Operaciones Recomendadas para empacar una bomba centrífuga

3. La colocación correcta del anillo de cierre hidráulico es crítica si se necesita lavado. Se puede pensar en el empleo de anillos formados en troquel para ayudar a colocar el anillo de cierre.
4. Determinéense el tipo y tamaño correctos de la empaquetadura.
5. Córtense los anillos con un mandril; si no se tiene se pueden utilizar el eje o la camisa de la bomba. Hay que hacer un corte recto para que las puntas queden a tope. Se recomienda cortar los anillos con una cortadora.



# Operaciones Recomendadas para empacar una bomba centrífuga

6. Quítense los anillos viejos de la bomba con las herramientas adecuadas y evítese el contacto de metal con metal cuando sea posible.

Compruébese que se han quitado todos los anillos; si queda uno solo en el prensaestopas el anillo de cierre no quedará bien instalado.

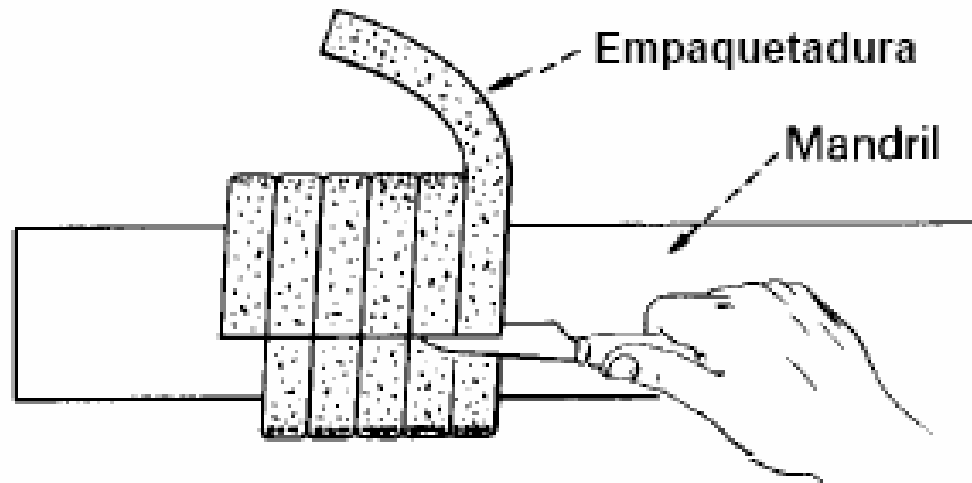
El prensaestopas se debe llevar con un desengrasador o producto similar.

Compruébese que no llegan cuerpos extraños ni el producto limpiador a los cojinetes.

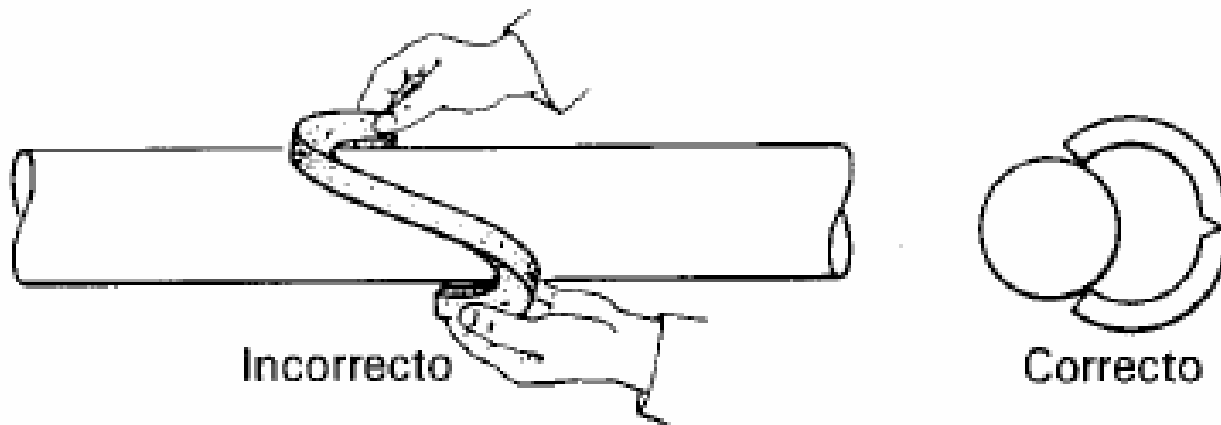


# Operaciones Recomendadas para empacar una bomba centrífuga

7. Si no se conocen el lubricante requerido y su posible interacción con el líquido que se bombea, no se utilice lubricante.
8. Abranse los anillos con un movimiento de rotación al instalarlos en el eje de la bomba.



a. Córtese la empaquetadura en **el mandril**



b. Gírese para sacarla del mandril

Para cortar y desmontar anillos de empaquetadura 

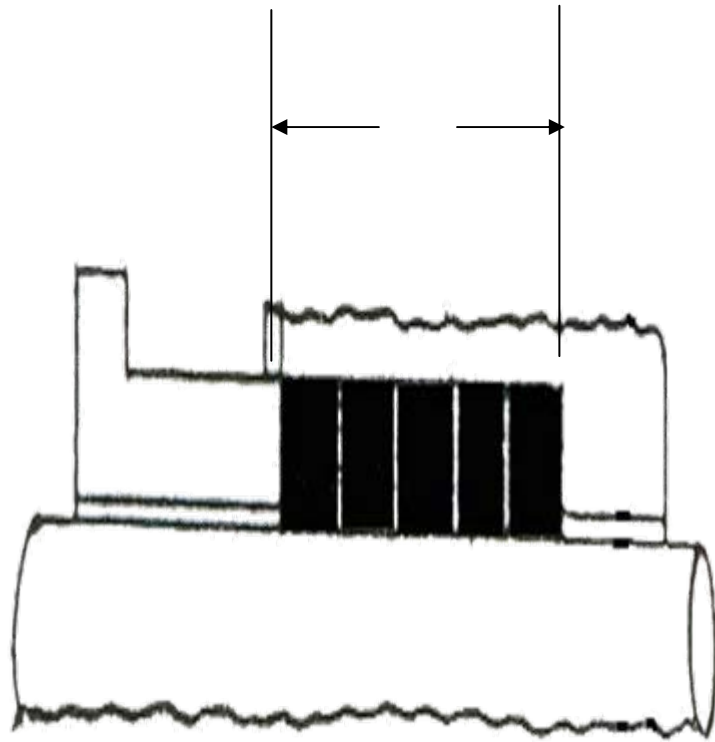
# Operaciones Recomendadas para empacar una bomba centrífuga

9. Asiéntese cada anillo al instalarlo; hay que colocar y comprimir uno por uno, con una herramienta especial o con un cilindro dividido. Hay que girar el eje de vez en cuando para comprobar que no se traba con el asentamiento excesivo. Las uniones entre las puntas se deben desalinear  $120^{\circ}$ . Después de envolver los anillos en el eje hay que evitar las aberturas entre las puntas cortadas.

# Operaciones Recomendadas para empacar una bomba centrífuga

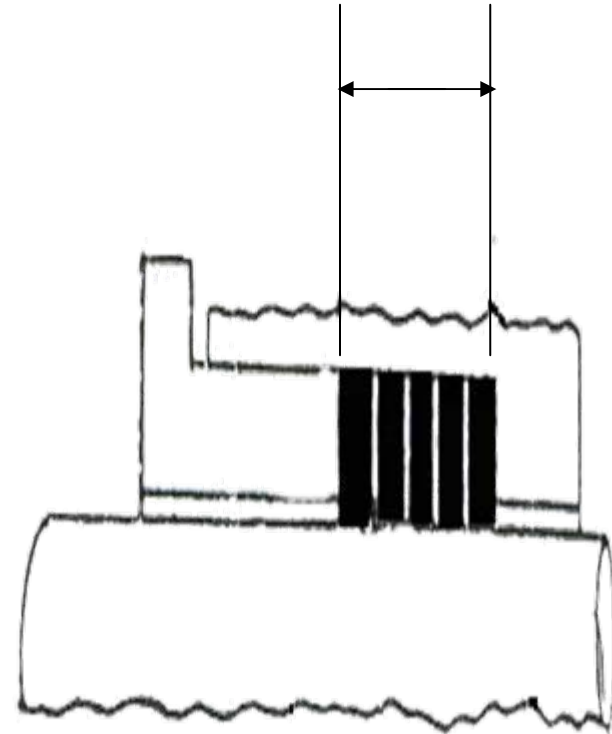
10. Después de instalar la empaquetadura, apriétese el collarín con los dedos. Si la empaquetadura empieza a desprender humo, párese la bomba y aflójese el casquillo. Hay que tener un escurrimiento abundante antes de volver a poner en marcha la bomba.

9" cu.



Empaque nuevo

5,4" cu.



Saturante extraído por  
compresión

# Análisis de Fallas

Si el empaque presenta un desgaste excesivo en los anillos cercanos al prensaestopas y un buen estado en los anillos próximos a la carcasa es debido a estas dos razones:

- Apriete excesivo del prensaestopas
- Los anillos no se introdujeron uno por uno



# Análisis de Fallas

- El carboneo o lustrado de la circunferencia interior de los anillos es causado por recalentamiento, lubricación insuficiente o material de empaque inadecuado para esas condiciones de presión y temperatura.

# Análisis de Fallas

- El desgaste en la circunferencia exterior de los anillos es debido al uso de anillos de tamaño inadecuados, por lo que estos giran dentro de la caja del empaque.

# Análisis de Fallas

- Si los anillos no se cortan del tamaño correcto la diferencia de tamaños hará que unos se monten sobre otros