

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

PROYECTO:

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS 4000 HRS.
A COMPRESOR RECIPROCANTE C-20103A**

EMPRESA:

REFINERIA GRAL. LAZARO CARDENAS DEL RIO

ALUMNO:

JESUS BENJAMIN SANCHEZ HERNANDEZ

NUMERO DE CONTROL:

07270474

PERIODO:

AGO-DIC/2011

*TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS
03/01/12*

Índice del contenido

Introducción

iii

1. Marco de referencia

1.1 Justificación proyecto	2
1.2 Objetivos generales y específicos	2
1.3 Alcances y limitaciones	3
1.4 Características del área de trabajo	4

2 Fundamento teórico

2.1 Definición y clasificación de los compresores	7
2.2 Compresores de desplazamiento positivo	8
2.2.1 Compresor rotativo de lóbulos	9
2.2.2 Compresor rotativo de tornillo	10
2.2.3 Compresor rotativo de paletas	13
2.2.4 Compresor de movimiento alternativo o recíprocante	15
2.3 Compresores dinámicos	19
2.3.1 Compresores centrífugos	20
2.3.2 Compresores de flujo axial	21
2.4 Sistema de compresión y elementos del compresor C-20103A	25
2.4.1 Anillos de presión	25
2.4.1.1 Anillos de presión: Función y operación	26
2.4.2 Claros y tolerancias	27
2.4.3 Anillo guía o banda de arrastre	28
2.4.3.1 Función y operación de las bandas de arrastre	29
2.4.3.2 Claros y tolerancias de las bandas de arrastre	29
2.4.4 Pistón	31
2.4.5 Cilindro	33
2.4.6 Sellos de vástago	34
2.4.6.1 Función y operación	35

2.4.7 Caja de sellos	37
2.4.8 Rascadores de aceite	37
2.4.9 Materiales utilizados para la fabricación de anillos y sellos	38
2.4.10 Vástago	38
2.5 Mantenimiento preventivo y técnicas de planeación	39
3 Plan de mantenimiento preventivo de las 4000 hrs. A compresor recíprocante C-20103A	
3.1 Plan de mantenimiento preventivo	44
3.2 Check-list	50
4 Resultados obtenidos, conclusión y recomendaciones	60
5 Referencias	61
Glosario	62

Introducción

El presente trabajo tiene como finalidad presentar un plan de mantenimiento preventivo como servicio de las primeras 4000 hrs. de operación del compresor recíprocante C-20103a ubicado en la planta de hidrógeno u-20000 de la refinería Gral. Lázaro Cárdenas Del Río.

En el contenido del primer capítulo se expresa, la justificante del proyecto, los objetivos generales y específicos, los alcances y limitaciones, las características del área donde se realizó el proyecto.

En el capítulo dos, en el cual se presenta el fundamento teórico acerca de los tipos de compresores y su clasificación, viene información del sistema de compresión y los elementos que componen nuestro compresor. Se explica también lo que es un mantenimiento preventivo y las técnicas más comunes usadas en la planeación.

El plan de mantenimiento preventivo se presenta en el capítulo 4, usando el método de planeación de Gantt, por su sencillez y fácil interpretación. Seguido de un check-list diseñado exclusivamente para nuestro equipo de compresión.

Para finalizar en el capítulo cinco se expresan los resultados obtenidos, conclusiones y las recomendaciones.

Se le ha integrado a este trabajo un CD, en el cual viene una presentación de Power Point, la cual muestra la aplicación del plan de mantenimiento y fungiendo a la vez como evidencia, de que el trabajo realizado fue un éxito.

Dicha presentación consta con botones de control del lado izquierdo para avanzar, retroceder o si existe información técnica. En una diapositiva presenta el trabajo realizado en 4 partes, que son:

- Desmontaje
- Mantenimiento
- Montaje
- Pruebas

Siendo más cómodo desplazarse por todo el trabajo, con tan solo un click en la sección de su interés.

1 Marco de referencia

1.1 Justificación del proyecto

Las pérdidas generadas por un paro súbito de un compresor de proceso crítico no son comparables con sus gastos de manutención, por eso es importante elaborar un plan de mantenimiento preventivo muy detallado y acorde a las necesidades presentes.

Puesto que tenemos en juego la posibilidad de alcanzar las metas de producción, y todo depende de que tan bueno sea nuestro plan de mantenimiento seguida de aplicación en campo.

1.2 Objetivos generales y específicos

Objetivos generales

Prolongar las corridas operación y disminuir el número de paros en el compresor C-20103A.

Objetivos específicos

Generar registros: de dimensiones en bandas de arrastre, anillos de presión, vástago del pistón en las zonas de contacto con los sellos, fatiga en la cuerda de la rosca del pistón, claros entre el pistón y la camisa del cilindro, deflexión del cigüeñal.

1.3 Alcances y limitaciones

El alcance y limitación de este plan de mantenimiento preventivo se reduce a las primeras 4000 horas de servicio, siendo exclusivo para el compresor C-20103A marca Mitsui, de la planta de hidrogeno (U-20000), puesto que también hay preventivos exclusivos a partes del compresor que son aplicables en periodos de 8000 y 16000 horas de servicio.

1.4 Características del área de trabajo

La Refinería Gral. Lázaro Cárdenas de Minatitlán, Veracruz, abrió sus puertas en el año de 1906, siendo la primera gran refinería de Latinoamérica. Actualmente desarrolla un proyecto de reconfiguración que le permitirá afrontar los retos del siglo XXI, como un centro de trabajo moderno y rentable.

La Refinería, elabora un total de 10 productos: ocho son combustibles, y dos, petroquímicos básicos que son materia prima para la elaboración de numerosos materiales sintéticos. Por esa diversidad de productos esta refinería fue la cuna de las plantas petroquímicas en México.

El área de influencia incluye a los estados de Puebla, Veracruz -en su zona sur-, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, así como parte de la demanda del Distrito Federal.

La reconfiguración se está concluyendo en esta Refinería, permite un aprovechamiento más adecuado de nuestros recursos naturales, ya que con las nuevas plantas es posible obtener, a partir de residuales, productos de mayor valor agregado y que producen menos emisiones.

En el aspecto social, el proyecto de reconfiguración ha generado una importante derrama económica en la región sur de Veracruz, a través de las compañías prestadoras de servicios, constructoras y proveedores, además de fomentar la creación de numerosos empleos de manera directa e indirecta.

Conscientes de las exigencias del mundo actual, Pemex implantó un estricto sistema de aseguramiento de calidad basado en la norma ISO-9002/NMX-CC-004.

Bajo estos principios, la reconfiguración de la refinería de Minatitlán garantiza que sus procesos, productos y servicios satisfagan los requisitos de sus clientes, dentro de un ámbito de seguridad, protección del ambiente, productividad, rentabilidad y mejoramiento continuo.

Este sistema ha permitido obtener importantes resultados, al certificarse la totalidad de las líneas de producción del centro de trabajo. El gobierno del Estado, reconoció este logro, al otorgar el premio Veracruz a la Calidad 1998, a la Refinería en Minatitlán.

Los objetivos:

Ampliar la capacidad de procesamiento de crudo de 135 a 246 mil barriles diarios.

Incrementar la proporción de manejo de aceites pesados (33% a 71%), materia prima que, dada su calidad tiene un precio menor al de otros aceites crudos disponibles, con un nuevo tren de refinación 100% Maya.

Incrementar la producción y mejorar la calidad de gasolina, diesel y otros productos destilados.

Eliminar el azufre de productos destilados cumpliendo con la normas nacionales e internacionales en materia ecológica, recuperar azufre e hidrógeno, obtener gasolinas de alto octanaje y menor contenido de azufre, procesar residuos pesados generando valor agregado, obtener coque como combustible para la generación de energía eléctrica, mejorando sensiblemente la capacidad de procesamiento de crudo.

Reducir la producción de combustóleo, cuya demanda va en decremento tanto en el mercado nacional como en el internacional.

Incrementar la eficiencia, rentabilidad y competitividad de la refinería.

2 Fundamento teórico

2.1 Definición y clasificación de los compresores

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores.

Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable.

Los compresores pueden ser clasificados de la siguiente forma, ver figura 1.

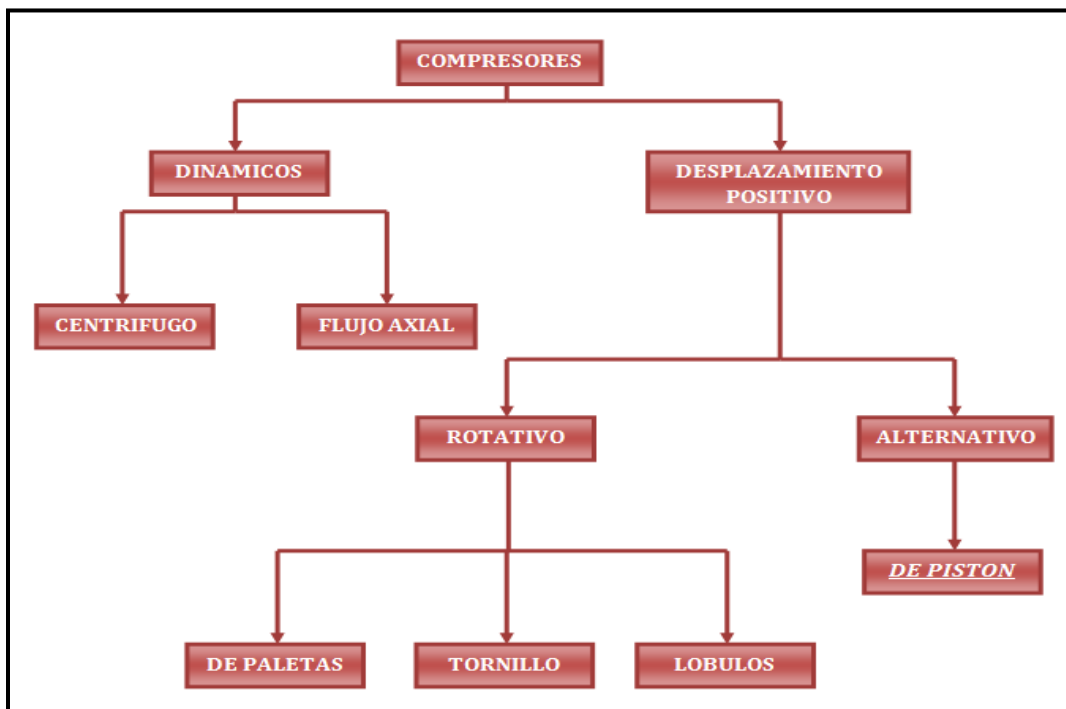


Figura 1. Clasificación de los compresores.

2.2 Compresores de desplazamiento positivo

Los compresores de desplazamiento positivo son muy conocidos y comunes. Para verlos aquí y observar sus diferencias los dividimos en dos tipos diferentes. Los Rotativos (lóbulos, tornillo o paletas) y los Alternativos (pistones).

2.2.1 Compresores rotativos de lóbulos

Los compresores de lóbulos tienen dos rotores simétricos en paralelo sincronizados por engranajes, ver figura 2.

Características:

- Producen altos volúmenes de aire seco a relativamente baja presión.
- Este sistema es muy simple y su funcionamiento es muy parecido a la bomba de aceite del motor de un auto donde se requiere un flujo constante.
- Tienen pocas piezas en movimiento.
- Son lubricados en general en el régimen de lubricación hidrodinámica aunque algunas partes son lubricadas por salpicadura del aceite.
- A veces los rodamientos o cojinetes pueden estar lubricados por grasas.

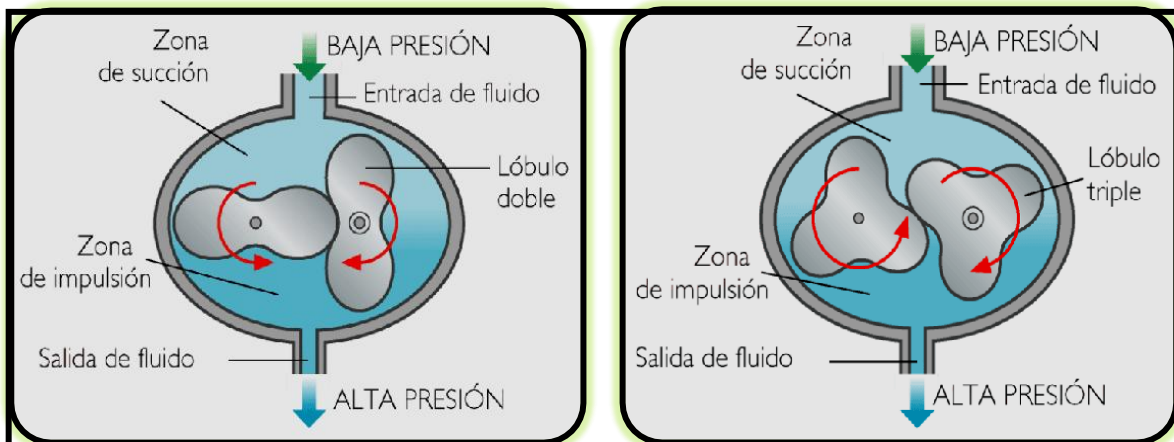


Figura 2. Compresores de tipo lóbulos, funcionamiento esquemático.

2.2.2 Compresores rotativos de tornillo

Los compresores a tornillo tienen dos tornillos engranados o entrelazados que rotan paralelamente con un juego o luz mínima, sellado por la mezcla de aire y aceite, ver figura 3 y 4. Características:

- Silencioso, pequeño, bajo costo.
- Flujo continuo de aire.
- Fácil mantenimiento.
- Presiones y volúmenes moderados.

Operación: Al girar los tornillos, el aire entra por la válvula de admisión con el aceite. El espacio entre los labios es progresivamente reducido al correr por el compresor, comprimiendo el aire atrapado hasta salir por la válvula de salida.

En los compresores a tornillo húmedos los engranajes y tornillos son lubricados por el aceite que actúa también como sello. Típicamente tienen filtros coalescentes para eliminar el aceite del aire o gas comprimido.

Los compresores a tornillo secos (“oil-free”) requieren lubricación de sus engranajes, cojinetes y/o rodamientos pero los tornillos operan en seco.

Los tornillos normalmente operan en el régimen de lubricación límite y mixta mientras los engranajes trabajan con lubricación hidrodinámica.

Características del lubricante:

- Los compresores lubricados con inyección de aceite utilizan aceites R&O (resistente a oxidación por lo que trabaja entre 80° C y 120° C y con aditivos contra la corrosión) y aceites hidráulicos AW (antidesgaste). Los engranajes son lubricados por salpicadura con aceite. Típicamente utilizan viscosidades entre ISO 32 e ISO 68 de acuerdo a la temperatura del ambiente, la velocidad de giro y el tamaño de sus tornillos y luz.
- El aceite tiene que tener una buena capacidad antiespumante y buenas características de enfriamiento por la alta velocidad y temperatura de operación.
- El índice de viscosidad natural del aceite tiene que ser alto para evitar cizallamiento y sellar los tornillos. Un aceite que utiliza muchos polímeros para mantener su índice de viscosidad sufrirá más cizallamiento y no sellará tanto como uno con un índice natural alto (grupo II, sintetizado o sintético tradicional).
- Los aceites hidráulicos (AW) formulados con aceite básico API grupo I no deberían ser utilizados sobre 70° C por su oxidación. Caso contrario se tendrá que cambiar aceite con mayor frecuencia y limpiar los residuos de oxidación, resinas y polímeros de las superficies y cojinetes. Estos depósitos son muy difíciles de eliminar de los enfriadores (intercambiadores de calor) del aceite.
- En sistemas que tienen cojinetes de plata no se debe usar aceites AW con aditivos tradicionales de zinc y fósforo por el daño que hace el zinc a la plata.

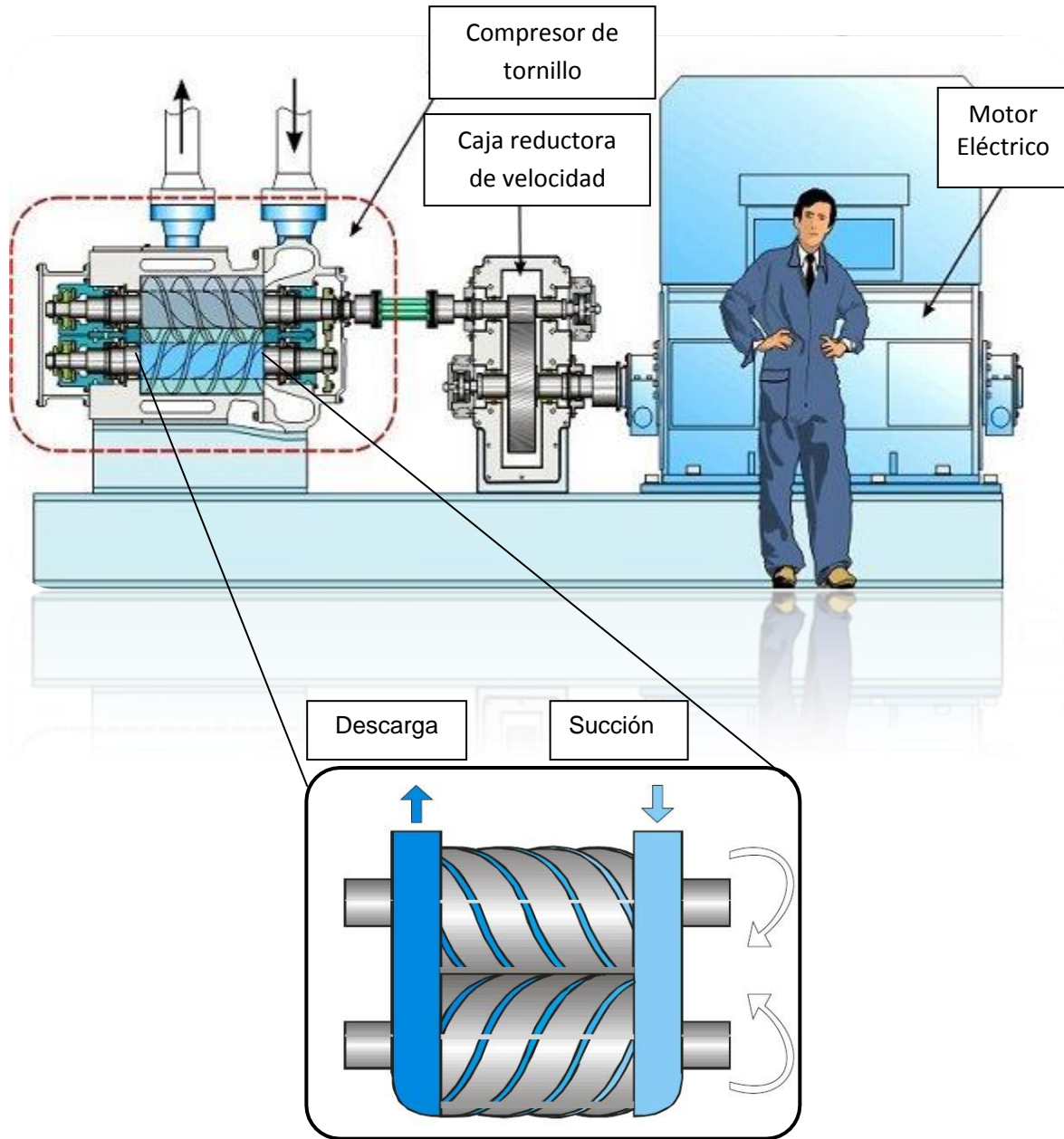


Figura 3. Partes de un compresor de tornillo y funcionamiento.

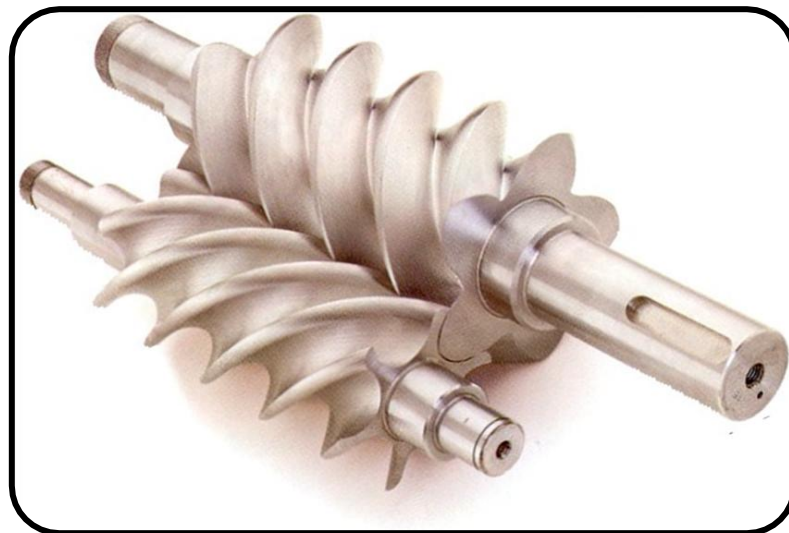


Figura 4. Podemos apreciar el perfil del los tornillos y la forma en que estos engranan.

2.2.3 Compresores rotativos tipo paletas

En el compresor rotativo a paletas el eje gira a alta velocidad mientras la fuerza centrífuga lleva las paletas hacia la carcasa (estator) de afuera. Por la carcasa ovalada, continuamente entran y salen por canales en su rotor. Este sistema es parecido a la bomba hidráulica a paletas como la bomba utilizada en la dirección hidráulica del auto.

Por la excentricidad de la cámara, los compartimientos llenos de aire entre paletas se achican entre el orificio de entrada y el de salida, comprimiendo el aire. Ver figura 5.

El lubricante sella las paletas en el rotor y contra el anillo de la carcasa.

Características:

- Silencioso y pequeño.
- Flujo continuo de aire.
- Buen funcionamiento en frío.
- Sensibles a partículas y tierra.
- Fácil mantenimiento.
- Presiones y volúmenes moderados.

Lubricación

Los cojinetes del rotor trabajan en un régimen de lubricación hidrodinámica mientras las paletas frotan sobre el anillo de la carcasa en lubricación hidrodinámica y límite.

Por lo que mucho del régimen de lubricación es límite, se requiere aceite con aditivos AW (anti-desgaste) inyectado o pasado por conductos con el aire. Típicamente se usa aceite hidráulico ISO (VG) 32, 46 o 68; aceite hidráulico SAE 10W; o aceite de motor. Los aceites de motor tienen la ventaja que absorben la humedad y condensado para llevarla con el aire, (evitando chupar agua decantada en el fondo) pero la desventaja que un exceso de humedad puede causar la precipitación de sus aditivos o corrosión si el compresor queda parado mucho tiempo con aceite contaminado.

Adicionalmente a la necesidad de aditivos antidesgaste, se requiere un aceite de buena resistencia a la oxidación a altas temperaturas, ya que estos compresores pueden llegar a 200° C. Estas temperaturas requieren un índice de viscosidad natural muy alto para mantener su viscosidad y evitar cizallamiento. Cualquier depósito de barniz que resulta de la oxidación del aceite puede llenar las ranuras del rotor, evitando el suave y seguro movimiento de las paletas.

Por lo que la fuerza centrífuga gira las partículas de tierra hacia la carcasa y el anillo (pista) de la carcasa, la vida útil depende mucho del filtro de aire, el grosor de la película de aceite y la cantidad de aditivos AW.

La lubricación es a pérdida. Este aceite va con el aire y por ende es ideal para Sistemas de lubricación a goteo, lubricación neumática, etc.

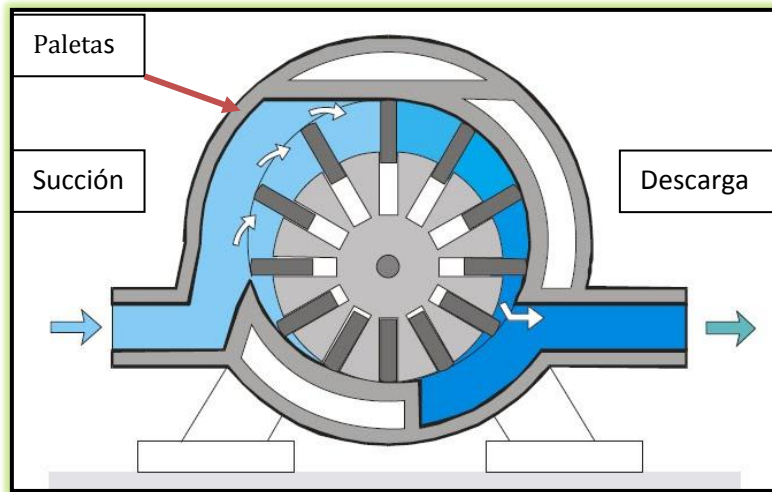


Figura 5. Compresor de paletas,
vista interior.

2.2.4 Compresores de movimiento alternativo o reciprocante

¿Qué es un compresor reciprocante?

Es aquel que recibe un movimiento rotativo y lo convierte en alterno. El compresor reciprocante, también denominado recíproco, alternativo o de desplazamiento positivo, es un tipo de compresor de gas, que logra comprimir un volumen de gas en un cilindro cerrado, volumen que posteriormente es reducido mediante una acción de desplazamiento mecánico del pistón dentro del cilindro. En estos compresores la capacidad se ve afectada por la presión de trabajo. Esto significa que una menor presión de succión implica un menor caudal; para una mayor presión de descarga, también se tiene un menor caudal. Ver figura 6.

Básicamente un compresor reciprocante está constituido de pistones y cilindros siendo esto por la forma de trabajar lo que le da el nombre. El movimiento es aplicado a un cigüeñal o un equivalente en función y este lo transfiere al pistón o pistones a través de la biela.

Los compresores se clasifican por la cantidad de cilindros como:

- 1 Mono cilíndrico- un solo cilindro
 - 2 Poli cilíndricos
 - 3 Bi cilíndrico- dos cilindros
 - 4 Tri cilíndrico- tres cilindros
 - 5 Cuatri cilíndrico- cuatro cilindros
 - 6 Penta cilíndrico- cinco cilindros
 - 7 Hecta cilíndrico- seis cilindros
- Etc. etc.

De acuerdo a la posición de los cilindros, estos se denominan:

- Lineal
- En V
- Doble V
- Semi radial
- Radial

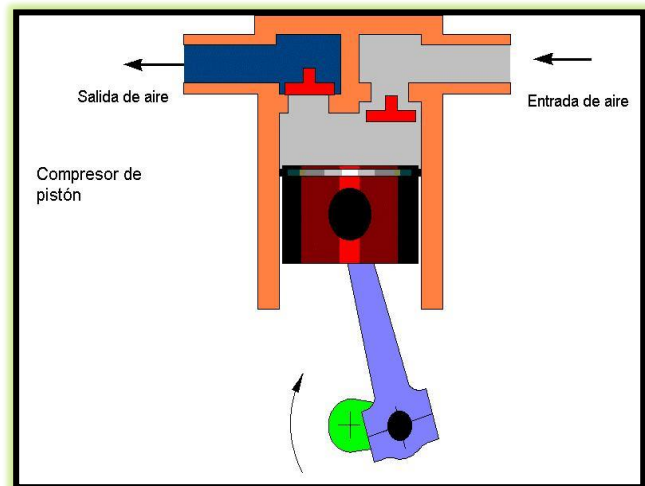


Figura 6. Funcionamiento de un compresor reciprocante.

En la industria la misión de los compresores es:

- Alimentar la red de aire comprimido para instrumentos;
- Proveer de aire para combustión;
- Recircular gas a un proceso o sistema;
- Producir condiciones idóneas para que se produzca una reacción química;
- Producir y mantener niveles de presión adecuados por razones de proceso de torres.
- Alimentar aire a presión para mantener algún elemento en circulación.

Factores que determinan la capacidad de un compresor recíprocante

1. Factores de diseño mecánico- estos son inherentes en el compresor y no se pueden Cambiar.
 - Diámetros de los cilindros.
 - Recorrido de los cilindros.
 - Número de los cilindros.
 - Espacio muerto.
 - Revoluciones por minutos en los compresores semi-herméticos y los herméticos.
2. Factores de aplicación- estos son los que se pueden cambiar hasta cierto límite.
 - La presión de succión.
 - La presión de descarga.
 - Revoluciones por minutos en compresores abiertos.

Desplazamiento volumétrico

Es la cantidad de fluido en pulgadas cúbicas por minutos que desplaza o bombea un compresor y viene determinado por la fórmula:

$$D.V. = (\pi \times R^2 \times L) \times N \times RPM.$$

D.V.= Desplazamiento volumétrico en pulgadas cúbicas/min.

$$\pi = 3.141592654$$

R² = Radio al cuadrado.

L = Largo o recorrido del cilindro.

N = Número de cilindros.

RPM = Revoluciones por minutos, velocidad del compresor.

La separación del punto muerto en un compresor recíprocante fluctúa entre .010 pulgadas a .020 pulgadas.

En compresores recíprocante la separación existente entre el pistón y el cilindro es de .0002 pulgadas por cada pulgada de diámetro que tenga el pistón.

Eficiencia volumétrica

Es la razón matemática existente entre el volumen real desplazado por un compresor y el volumen calculado (por diseño de fábrica). La eficiencia volumétrica se determina por la fórmula:

$$E.V. = V.R. / V.C. \times 100$$

E.V.= Eficiencia volumétrica en %

V.R.= Volumen real (actual).

V.C.= Volumen calculado (por diseño de fábrica).

Razón de compresión

Es la razón que existe al dividir la presión absoluta de descarga entre la presión absoluta de succión. La razón puede variar hasta 10 a 1 para compresores de una etapa. Si la razón es más alta, compresores de dos etapas deberán utilizarse.

Una razón alta de compresión significa que hay una presión baja de succión, esto no es deseable ya que resultaría en un gasto innecesario de fuerza además, teniendo una temperatura del gas en descarga muy elevada. Esto pudiera ocasionar problemas en los cojinetes o casquillos conllevándolos a roturas y desgastes.

La fórmula para razón de compresión es:

$$R_c = P_d / P_s$$

R_c= Razón de compresión.

P_d= Presión absoluta de descarga.

P_s= Presión absoluta de succión.

“Unloaders” o descargadores

Son dispositivo que regula la capacidad de un compresor sacando uno o más pistones de funcionamiento.

Cuando se reduce la carga de calor, el descargador disminuye la capacidad de bombeo del compresor sacando él o los pistones fuera de su función de compresión ya sea manteniendo las válvulas de succión fuera de su asiento, o ya sea abriendo un paso (“by pass”) entre la parte de descarga y la parte de succión del gas.

Esto también facilita el arranque del compresor ya que arrancar sin carga, además una de las ventajas del descargador es que ayuda a evitar el golpe de líquido.

El "unloader" o descargador puede trabajar hidráulicamente o eléctricamente.

Características:

- Ruidoso y pesado.
- Fluido de aire intermitente.
- Funciona en caliente (hasta 220° C).
- Necesita mantenimiento costoso periódico.
- Alta presión con moderado volumen.

Otra clasificación es por su efecto simple, o de efecto doble:

- Los de efecto simple: Baja presión, normalmente usado en talleres para pintar, soplar, inflar neumáticos, operar herramientas neumáticas, etc.
- Los de efecto doble (Dúplex): Usados para altas presiones en sistemas de compresión de gases a licuados, etc.

Lubricación.

El compresor recíprocante es semejante al motor de combustión del auto, Los pistones, cojinetes y válvulas requieren lubricación por lo regular.

Los cojinetes trabajan en el régimen de lubricación hidrodinámica, mientras los pistones y las válvulas trabajan en el régimen de lubricación límite y mixta.

Los compresores a pistón de efecto simple típicamente son lubricados por salpicadura del cárter con aceites R&O o aceites hidráulicos con aditivos AW. Estos aceites no deben tener detergentes/dispersantes (como tienen los aceites de motor) por lo que estos aditivos absorban la humedad condensada y causan herrumbre. Los aceites R&O e hidráulicos contienen aditivos demulsificadores que decantan el agua en el fondo del cárter para poder ser drenado.

Los compresores a pistón de doble efecto (Dúplex) típicamente tienen un sistema doble de lubricación, utilizando aceites R&O para los cojinetes y aceites hidráulicos AW sin cenizas para los pistones. Esto reduce la fricción en los cilindros donde ocurre más de 75% de la fricción, mientras la larga vida del aceite R&O es aprovechado en la lubricación hidrodinámica de los cojinetes.

El uso de aceites de baja calidad en los cilindros causa depósitos de barniz y carbonilla en las válvulas y ranuras de pistones, aumentando el mantenimiento.

Por las temperaturas en estos cilindros que pueden llegar hasta 120° C, los aceites utilizados deben tener alta resistencia contra la oxidación.

2.3 Compresores dinámicos

Los compresores dinámicos pueden ser Radiales (centrífugos) o de Flujo Axial. Una de las ventajas que tienen ambas es que su flujo es continuo. Estos compresores tienen pocas piezas en movimiento, reduciendo la pérdida de energía con fricción y calentamiento.

2.3.1 Compresores Centrífugos

Una serie de impulsores, paletas o aspas en un solo eje que gira, succionando el aire/gas por una entrada amplia y acelerándolo por fuerza centrífuga para expulsarlo por el otro lado. Ver figuras 7 y 8.

Funciona en seco. La única lubricación es de sus cojinetes o chumaceras.

Características:

- El gas o aire sale libre de aceite.
- Un flujo constante de aire.
- Caudal de flujo es variable con una presión fija.
- El caudal es alto a presiones moderadas y bajas.
- Régimen de lubricación es hidrodinámico.
- La lubricación es por aceite de alta calidad.

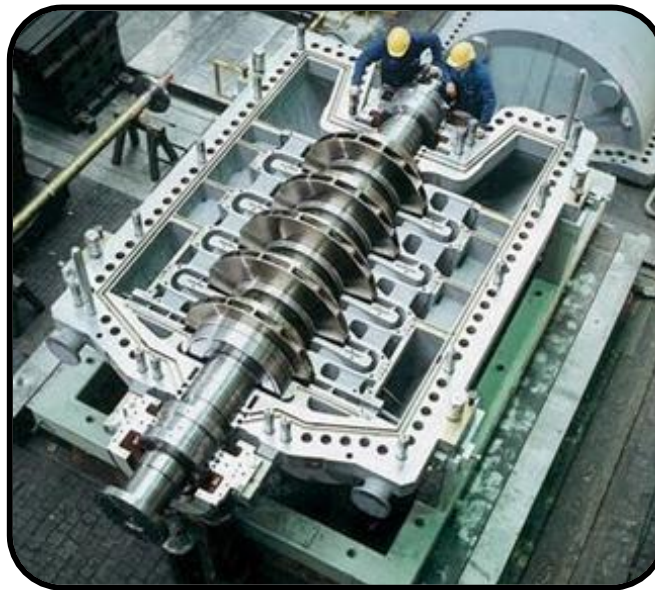


Figura 7. Vista interior de un compresor centrífugo multi-etapas.

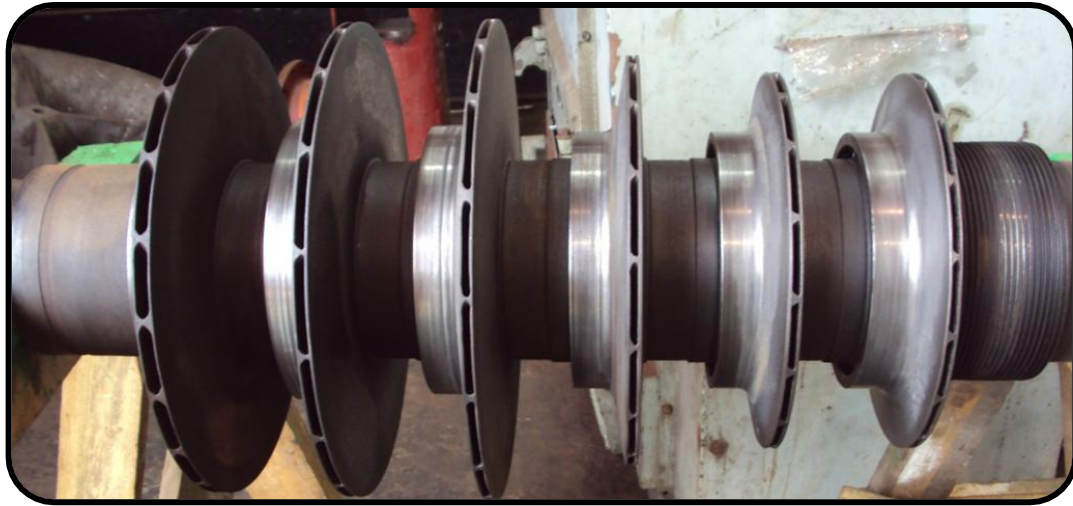


Figura 8. Rotor de un compresor de 6 etapas.

2.3.2 Compresores de Flujo Axial

Los compresores axiales están formados por varios discos llamados rotores y estatores que llevan acoplados una serie de álabes. Entre rotor y rotor se coloca un espaciador, el cual permite que se introduzca un estator entre ambos. Estos espaciadores pueden ser independientes o pertenecer al rotor. Cada disco de rotor y estator forman un escalón de compresor. En el rotor se acelera la corriente fluida para que en el estator se vuelva a frenar, convirtiendo la energía cinética en presión. Este proceso se repite en cada escalón. En algunos compresores se colocan en el cárter de entrada unos álabes guía, los cuales no forman parte del compresor, pues solo orientan la corriente para que entre con el ángulo adecuado. Ver figuras 9 y 10.

Funciona en seco. Solo los cojinetes requieren lubricación.

Características:

- Gas/Aire libre de aceite.
- Flujo de aire continuo.
- Presiones variables a caudal de flujo fijo.
- Alto caudal de flujo. Presiones moderadas y bajas.

Régimen de lubricación de cojinetes y engranajes es hidrodinámico.

Requiere aceite de alta calidad para soportar los ejes en régimen hidrodinámica sin formar depósitos ni cizallar.



Figura 9. Compresor axial de 8 etapas.

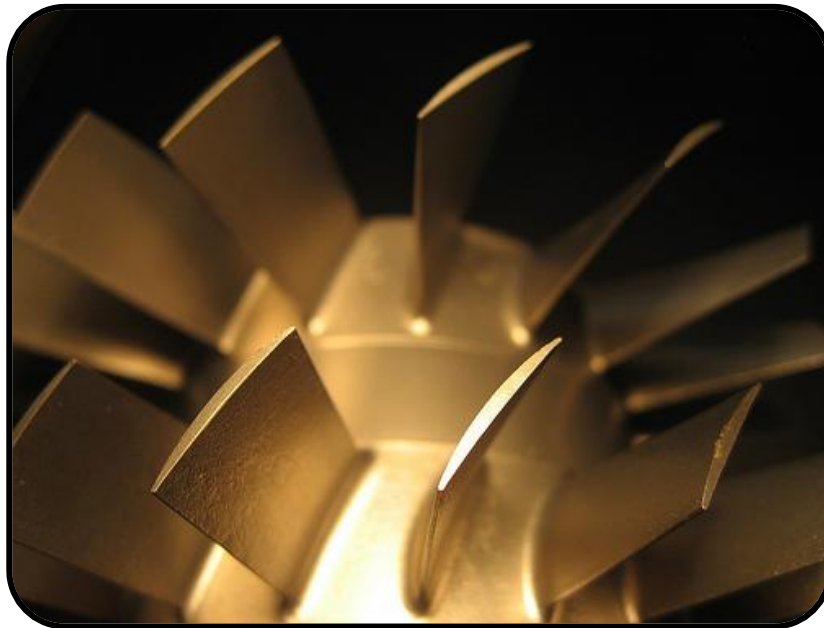


Figura 10. Alabes de un compresor axial.

2.4 Sistema de compresión y elementos del compresor recíprocante C-20103A

El compresor C-20103A es un compresor de tipo recíprocante quedando en la clasificación de tipo pistón, como se observa en la figura 11.



Figura 11.

Sistema de compresión y elementos del compresor recíprocante C-20103A.

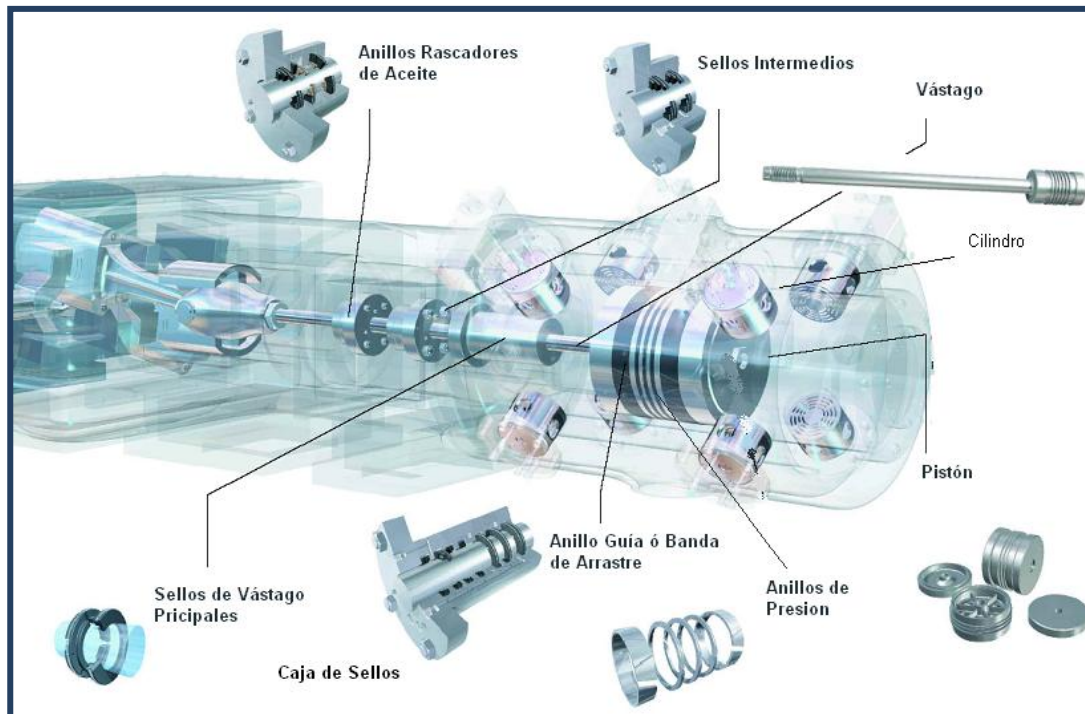


Figura 12. Elementos del sistema de compresión.

El sistema de compresión está constituido por: pistón, cilindro, válvulas de succión, vástago, sellos de alta e intermedio, rascadores de aceite. Todo el conjunto de piezas se puede apreciar en la figura 12.

2.4.1 Anillos de presión

Los anillos de presión se fabrican para trabajar con o sin lubricación, en posición horizontal, vertical o inclinada, para configuración de simple y doble efecto.

Una pieza con corte escalonado para gases livianos o brecha pequeña crea mayor eficiencia de sellado. Ver figuras 13 y 14.

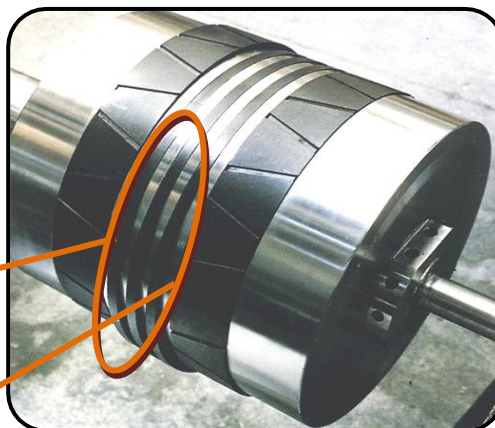


Figura 13. Anillos de presión en pistón.

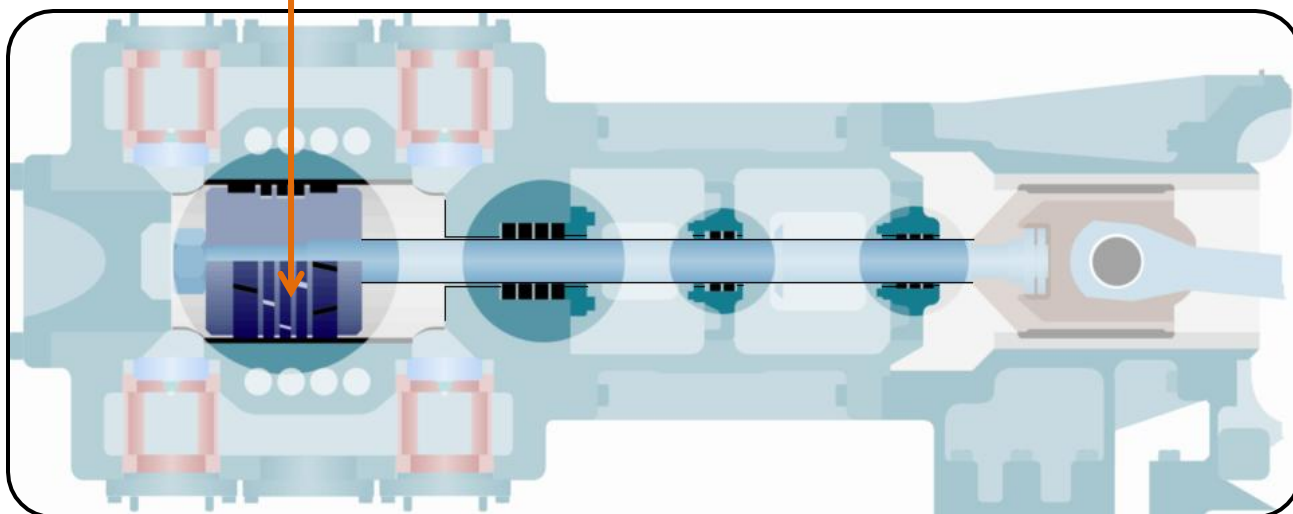


Figura 14. Ubicación de anillos dentro del cilindro del compresor.

2.4.1.1 Anillos de presión: Función y operación

La función de los anillos de presión es sellar el paso del fluido comprimido, con la mayor eficiencia posible.

El anillo de presión actúa directamente en contacto con el cilindro y el pistón evitando de esta forma que se fugue el fluido comprimido como consecuencia del aumento de su presión.

Este anillo funciona por medio de un diferencial de presión de la siguiente manera.

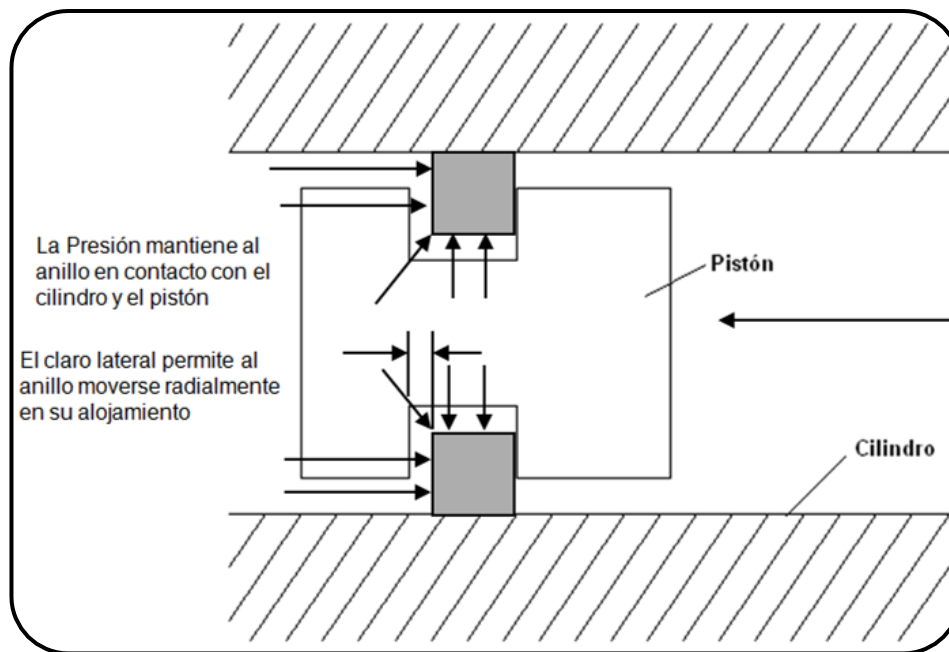


Figura 15. El anillo de presión y su función.

La presión del mismo gas mantiene en contacto al anillo con el cilindro y con su alojamiento con el pistón, esto se debe a que holguras permiten que gas comprimido entre y empujen al anillo, como se ilustra en la figura 15.

2.4.2 Claros y tolerancias

Los claros o tolerancias laterales (side clearance) y la tolerancia entre-puntas (End Gap) que debe de tener un anillo de presión están especificados por cada marca de compresor y por cada fabricante de anillos, a su vez estas tolerancias están regidas por el diseño del anillo y el material del mismo así como por el fluido comprimido y las condiciones de operación.

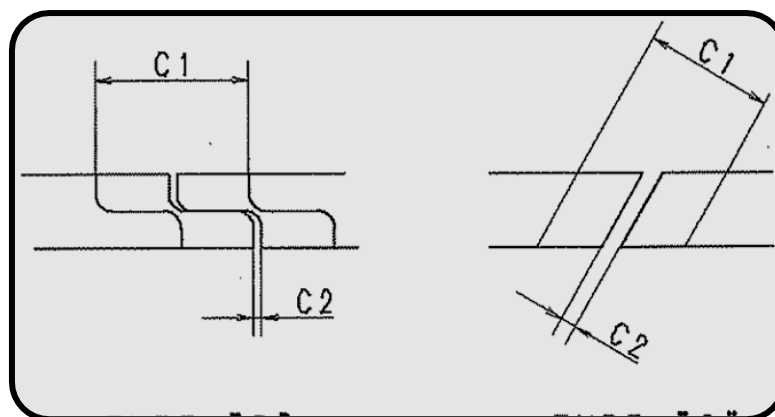


Figura 16. Configuración de claros entre puntas en anillo de presión (derecha), claro en banda de arrastre (izquierda).

En la figura 16, se observa los claros entre puntas de distintos anillos, donde C1 indica la distancia entre puntas cuando el anillo no está montado en el cilindro, C2 indica la distancia entre puntas del anillo cuando se encuentra montado o puesto en su lugar de trabajo.

2.4.3 Anillo guía o banda de arrastre

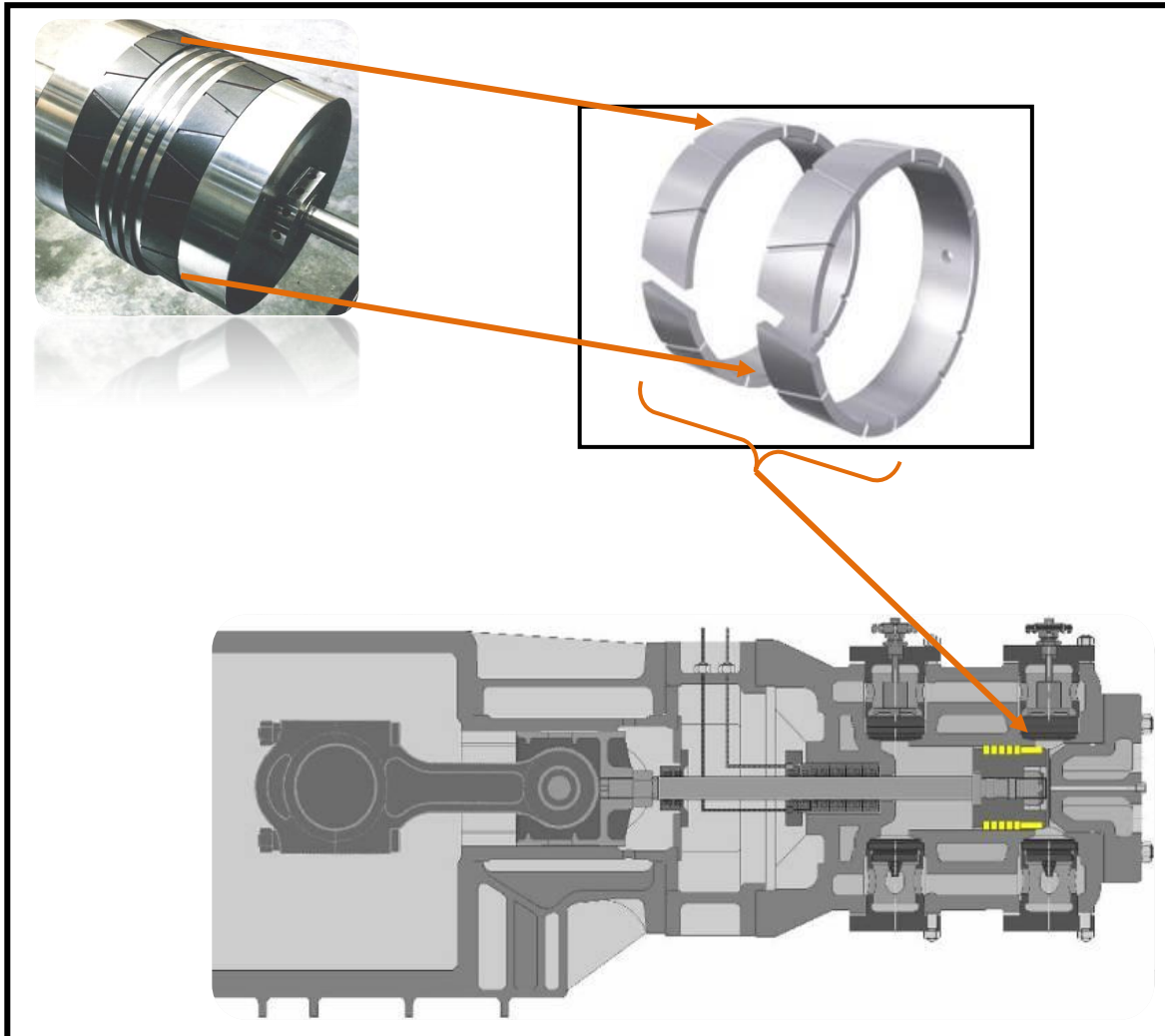


Figura 17. Anillos guías o bandas de arrastre son diseñadas para soportar el peso del pistón y vástago.

En la figura 17 se observa la ubicación de las bandas de arrastre dentro del compresor, donde desempeña la función de soportar el peso del pistón y del vástago dentro del cilindro.

2.4.3.1 Función y operación de las bandas de arrastre

La función primordial del Anillo Guía es soportar el peso del pistón y evitar que este tenga contacto con el cilindro. Ver figura 18.

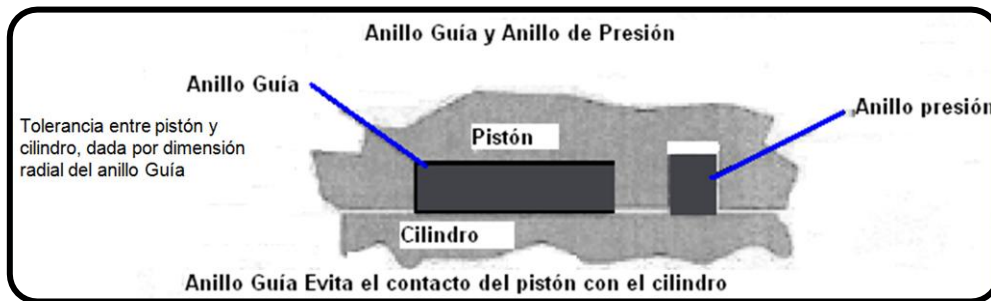


Figura 18.

Normalmente el anillo guía tiene una mayor dimensión radial que la profundidad del alojamiento de éste en el pistón, mientras que en el Anillo de Presión su dimensión radial es menor que la de su alojamiento en el pistón.

2.4.3.2 Claros y tolerancias

Las tolerancias más importantes de los anillos Guía son: Claro Axial, Dimensión Radial y el claro entre puntas. Ver figura 19.

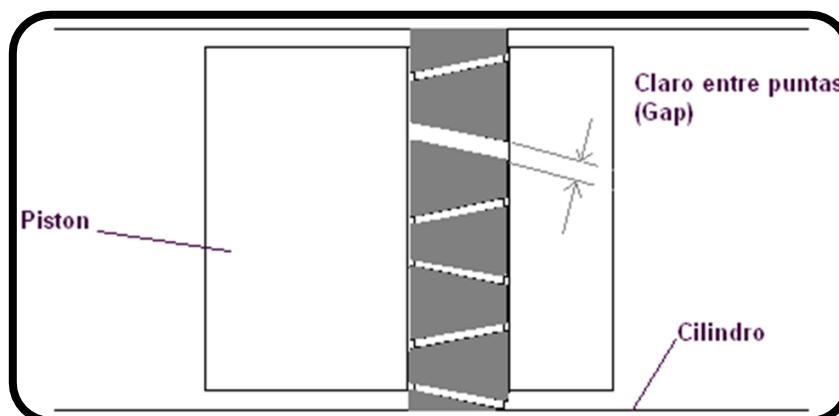


Figura 19. Claro entre puntas de la banda de arrastre.

Figura 20. Vista del pistón con anillo y banda de arrastre puestas.

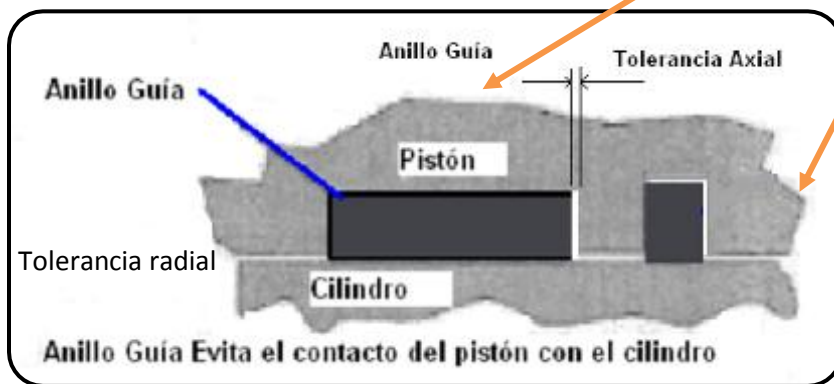
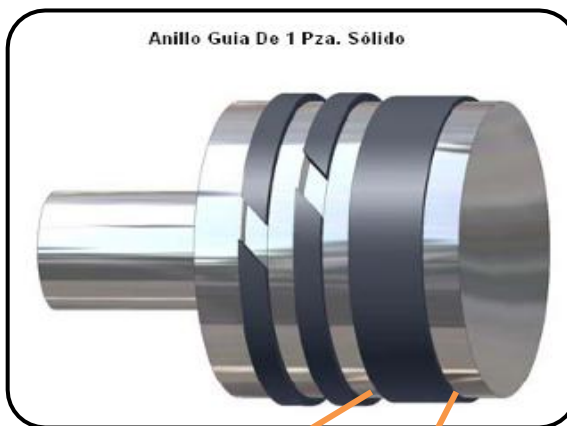


Figura 21. Claro axial de la banda de arrastre.

En las figuras 20 y 21, observamos las 2 tolerancias que son la radial y la axial en las bandas de arrastre del compresor C-20103A, puesto que es un compresor de sellos secos estas tolerancias deben de cuidarse para no dañar al equipo.

2.4.4 Pistón

El pistón es el elemento en donde encontramos alojados los anillos de presión y los anillos guía, encontraremos compresores que solo utilicen anillos de presión dependiendo del fabricante.

Los pistones los encontraremos en diferentes materiales y diseños esto en función de la aplicación y del diseño del fabricante.

Como cualquier otro dispositivo que tenga contacto directo con los anillos, este debe encontrarse en buenas condiciones para que los anillos tanto de presión como guía funcionen adecuadamente.

Entre los tipos de pistones más comunes encontramos los sólidos y los seccionados, estos últimos pueden ser de 2, 3, 4 o más piezas. Ver figura 22.



Figura 22. Partes de un pistón seccionando.

Las principales condiciones para que un pistón se encuentre óptimo para ser utilizado son:

Que no Presente desgaste en la superficie, ni en los alojamientos de los anillos y que no tenga fracturas. Como referencia observe la figura 23.

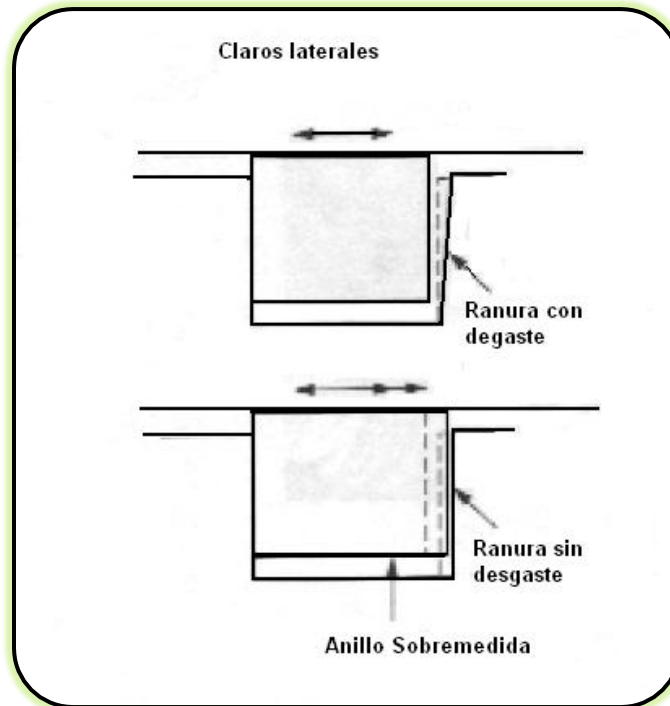


Figura 23. Claro laterales y ranura con desgaste.

2.4.5 Cilindro

Al igual que los pistones los cilindros los podemos encontrar de varios tipos, de camisa reemplazable y sólidos, refrigerados por agua o aire y Lubricados y no lubricados.

Para que los anillos trabajen de forma correcta y eficiente es necesario que el cilindro se encuentre en condiciones adecuadas, los principales factores para que un cilindro se encuentre en condiciones óptimas de trabajo son:

- Superficie del cilindro con la rugosidad adecuada, de acuerdo a la aplicación y especificación del fabricante.
- Eficiente sistema de enfriamiento.
- Ovalamiento dentro de especificaciones.



Figura 24. Verificación de ovalamiento del cilindro.

En la figura 24 se muestra claramente como se revisa el ovalamiento dentro del cilindro, tomando medidas y luego cotejando la información con del manual del equipo.

2.4.6 Sellos de vástago.

Los sellos de vástago son elementos clave dentro del sistema de compresión, de ellos depende que se logre alcanzar la presión adecuada de nuestro fluido de trabajo.

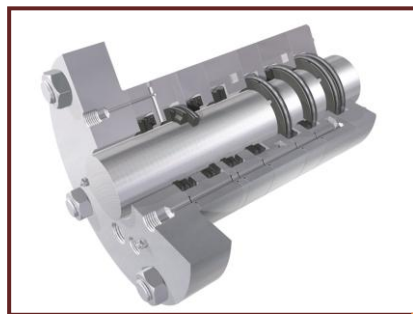


Figura 25.
Sellos de alta.

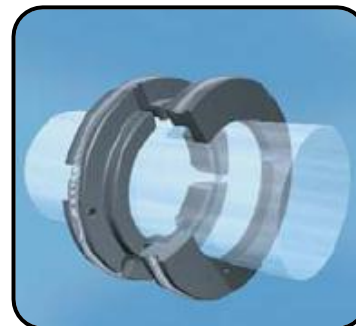


Figura 26.
Sellos intermedios.

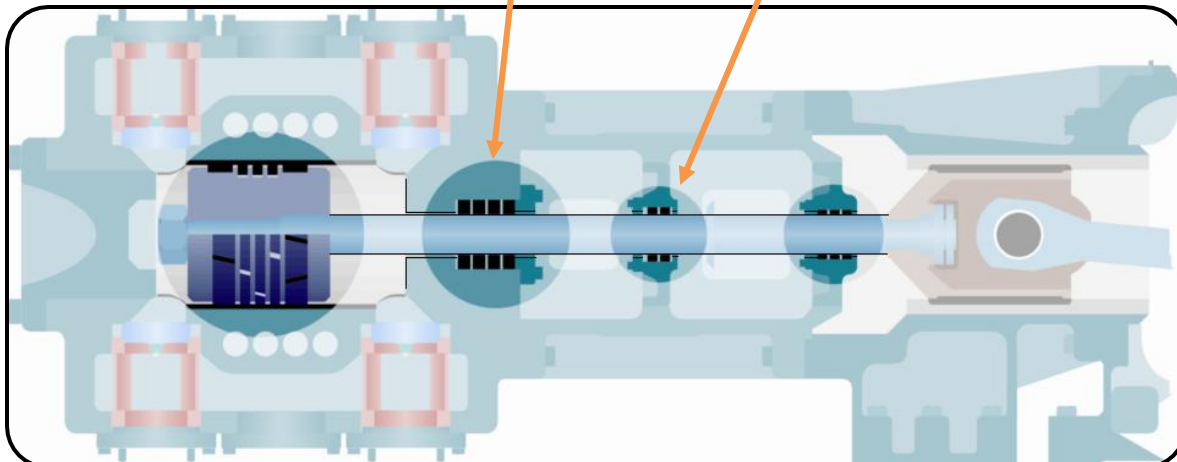


Figura 27. Ubicación dentro del compresor de sellos.

2.4.6.1 Función y operación

Los sellos de vástago se encuentran ubicados en la parte posterior del cilindro, entre la pieza distanciadora y este mismo, estos se alojan en el dispositivo llamado caja de sellos. Ver figura 25.

En ocasiones podemos encontrar sellos de vástago intermedios alojados en una segunda pieza distanciadora y de la misma forma alojados en una caja de sellos intermedia. Ver figura 26. Estas cajas intermedias se utilizan principalmente en compresores de grandes dimensiones y aplicaciones en refinerías con gases de proceso e industrias separadoras de aire.

La función principal de los sellos de vástago es evitar que el gas comprimido dentro del cilindro fugue hacia la atmósfera a través del vástago ya que los sellos son la única restricción que tiene el fluido comprimido con el exterior puesto que el vástago trabaja de forma flotante entre la cámara de compresión y el exterior. Ver figura.

Los sellos de vástago funcionan de forma similar a los anillos de presión sin embargo tienen su variante. Figura 28.

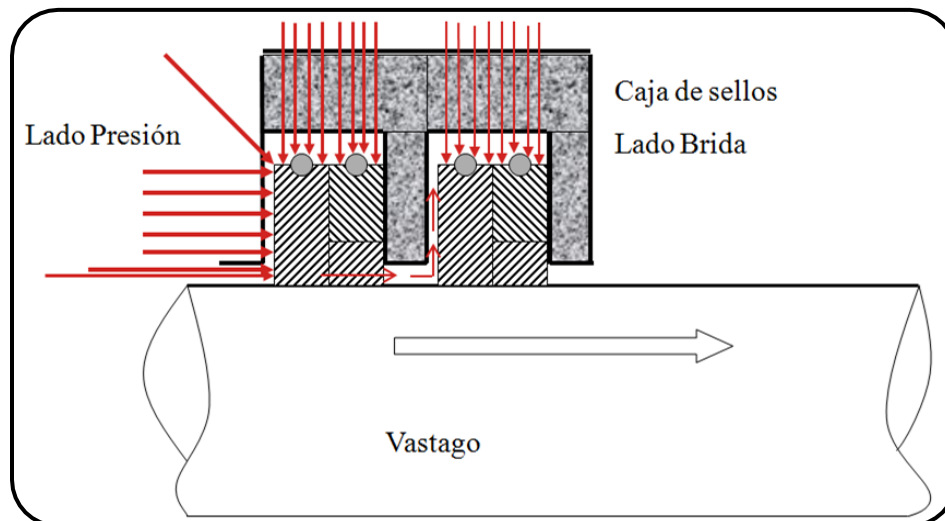


Figura 28. Funcionamiento de los sellos.

En la figura 29. Se muestran los claros que deben tomarse en cuenta en la fabricación de sellos de vástago y rascadores de aceite. Dichos claros están especificados por el fabricante del compresor y por los fabricantes de sellos y rascadores calculados en función de las condiciones de operación y materiales a emplear. El diseño de los sellos empleados son del tipo BOT la cual puede observa en la figura 30 como referencia.

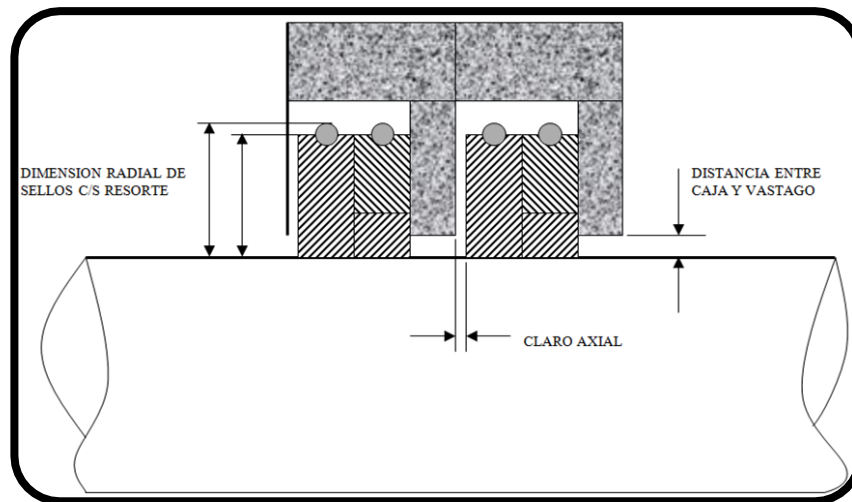


Figura 29. Distancia y claro en sellos con la caja.



Figura 30. Diseño BOT (Balanced Overlapping Tangent)

2.4.7 Caja de sellos

La caja de sellos está dividida en 9 partes y cada una de ellas está numerada, en su interior consta de 7 juegos de sellos la cual evitan que el gas que se comprime en el cilindro fugue al exterior.

En la figura 31. Se muestra las partes que la componen.

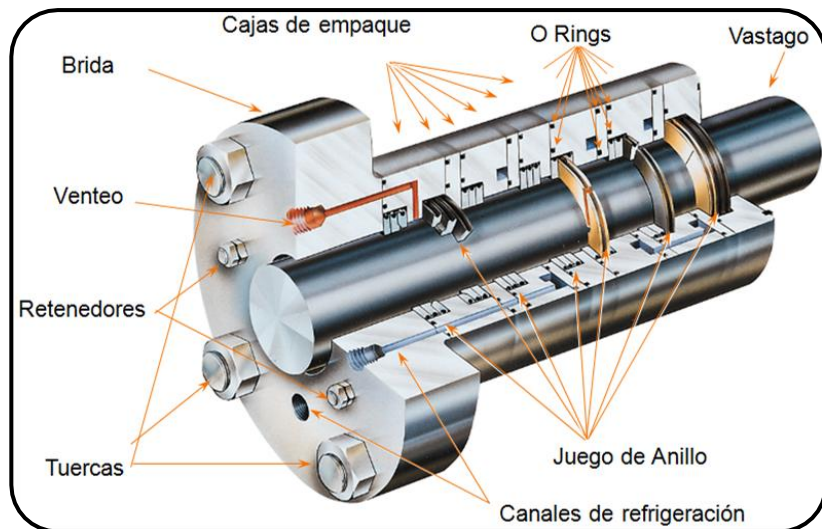


Figura 31. Sellos de alta y sus partes.

2.4.8 Rascadores de aceite

La función principal de los sellos rascadores de aceite es evitar que el lubricante que se encuentra trabajando en la pieza deslizadora y cruceta se fugue al lado de la pieza distanciadora e incluso al exterior. Ver imagen 32, los rascadores son de color cobre.

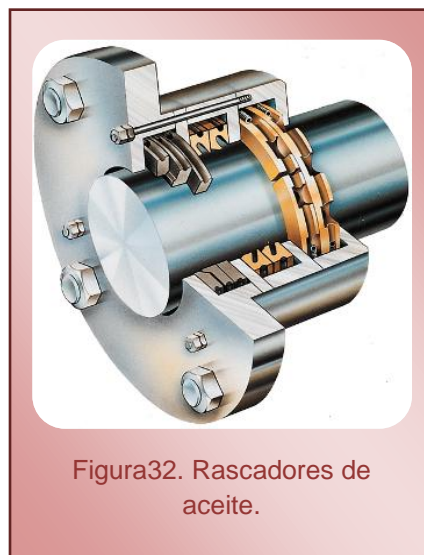


Figura 32. Rascadores de aceite.

2.4.9 Materiales utilizados para la fabricación de anillos y sellos.

La mayoría de los anillos de presión, guía y sellos de vástago para compresor están fabricados de:

1. PTFE (Politetrafluoruro de etileno), mezclado con diferentes elementos como: carbono, fibra de vidrio, molibdeno y bronce por mencionar los más comunes.
2. PPS (Sulfuro de Polifenileno).
3. PEEK (Polieterketona).

2.4.10 Vástago

Al igual que el pistón, el vástago debe de encontrarse en condiciones óptimas para que tanto los sellos de vástago como los rascadores de aceite realicen su tarea de forma óptima.

Un vástago puede presentar los siguientes defectos o desgastes:

- Desgaste en zona de trabajo de sellos y rascadores.
- Ovalamiento.
- Deflexión.
- Corrosión.
- Cuerdas dañadas.

Cuando un vástago tiene alguno de estos defectos las fallas se traducen en fuga de presión en la zona de sellos de vástago, fuga de aceite en zona de rascadores, desgaste prematuro en anillo guía incluso roce de pistón con cilindro. Ver figura 33.

La deflexión, el desgaste permitido y rugosidad superficial están marcados por el fabricante del compresor así como por los fabricantes de vástagos y sellos.

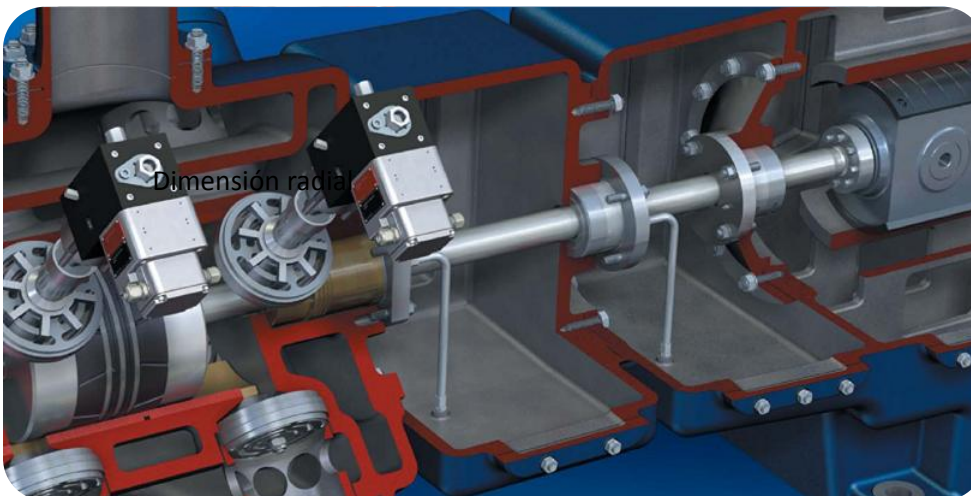


Figura 33. Vástago con vista en el compresor con los sellos de alta, intermedios y rascadores de aceite.

2.5 Mantenimiento preventivo y técnicas de planeación.

La finalidad del mantenimiento preventivo es: encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista de actividades, todas ellas realizadas por; usuarios, operadores, etc. para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios, máquinas, equipos, vehículos, etc.

Definición.

Como su nombre lo indica el mantenimiento preventivo se diseña con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes.

Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencia por calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc. A maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

Observaciones sobre el alcance del programa de mantenimiento preventivo.

1. El mantenimiento preventivo puede variar de simples rutas de lubricación o inspección hasta el más complejo sistema de monitoreo en tiempo real de las condiciones de operación de los equipos.
2. Un programa de mantenimiento preventivo puede incluir otros sistemas de mantenimiento y pueden ser considerados todos en conjunto como un programa de mantenimiento preventivo.
3. Beneficios del mantenimiento preventivo.
4. Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de los equipos e instalaciones).
5. Incrementa la vida útil de los equipos e instalaciones.
6. Mejora la utilización de los recursos, cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente.
7. Reduce los niveles del inventario, al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén.
8. Ahorro, un peso de ahorrado en mantenimiento son muchos pesos de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo.

Técnicas de planeación

La planeación consiste en fijar el recurso de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo y la determinación del tiempo y recursos necesarios para su realización.

Ciertas técnicas son necesarias para la programación general básica y para la formulación de itinerarios de trabajos de mayor importancia que atañen a la ingeniería de planta. Entre ellas destacan las más importantes:

Grafica de Gantt.

Es una herramienta de programación que se grafica en forma de barras que tiene en el eje horizontal el tiempo y en el eje vertical, los recursos que se van a programar. La grafica de Gantt, aun que simple en concepto y apariencia, tiene muchos usos valiosos ya que nos permite coordinar las actividades del mantenimiento. Ver figura 34.

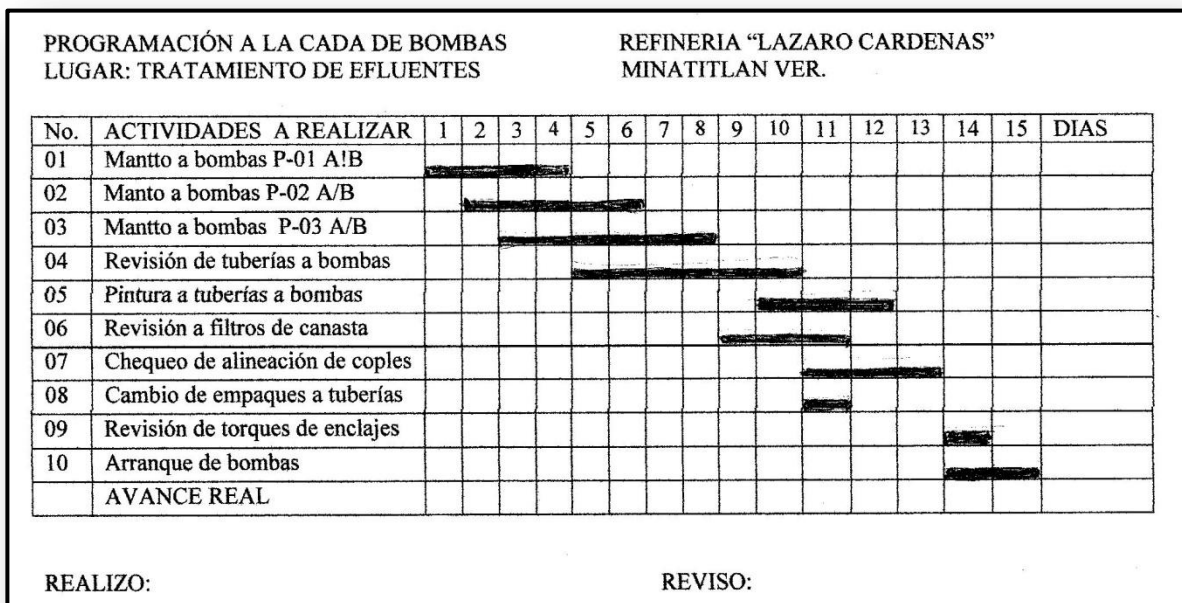


Figura 34. Ejemplo de una grafica de Gantt.

Método del camino crítico.

Este método recurre a un diagrama de flechas que representa las interrelaciones, de los distintos trabajos de un proyecto de ingeniería de planta. Permite planear y controlar montajes de maquinaria o equipo, reparaciones mayores y mantenimiento a plantas industriales. Ejemplo de cómo es el método del camino crítico es la figura 35.

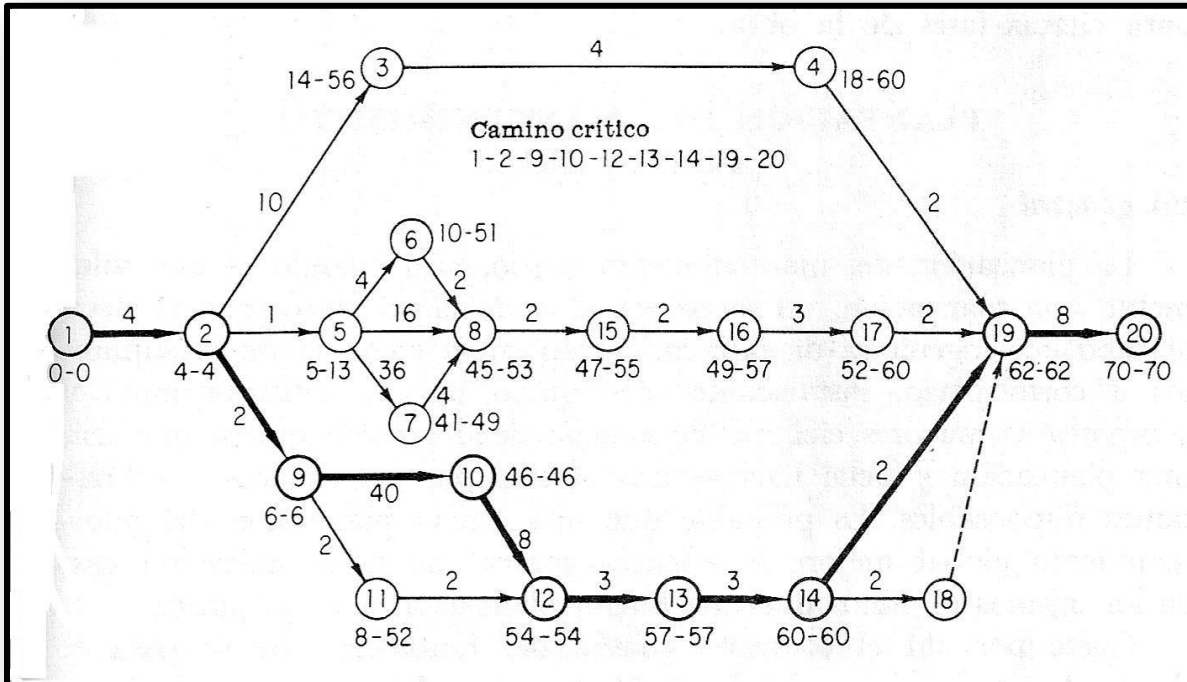


Figura 35. Ejemplo del método del camino crítico.

El camino crítico se expresa como ha quedado dicho con un diagrama de flechas de los componentes básicos de un programa, a saber:

- Eventos o nodos, que constituyen un punto claramente definido en el señalamiento del tiempo en que principia o termina un trabajo del proyecto.
- Trabajos o actividades, que son los que se desarrollan entre evento y evento, y que tienen que terminarse antes de que se tenga lugar la siguiente actividad.

Método pert.

Pert (significa técnica de revisión de evaluación de programa) es parecido al del método camino crítico, pero los elementos del programa se indican mediante flechas. Este método utiliza un enfoque de tres tiempos (optimista, probable y pésimo). Ver figura 36.

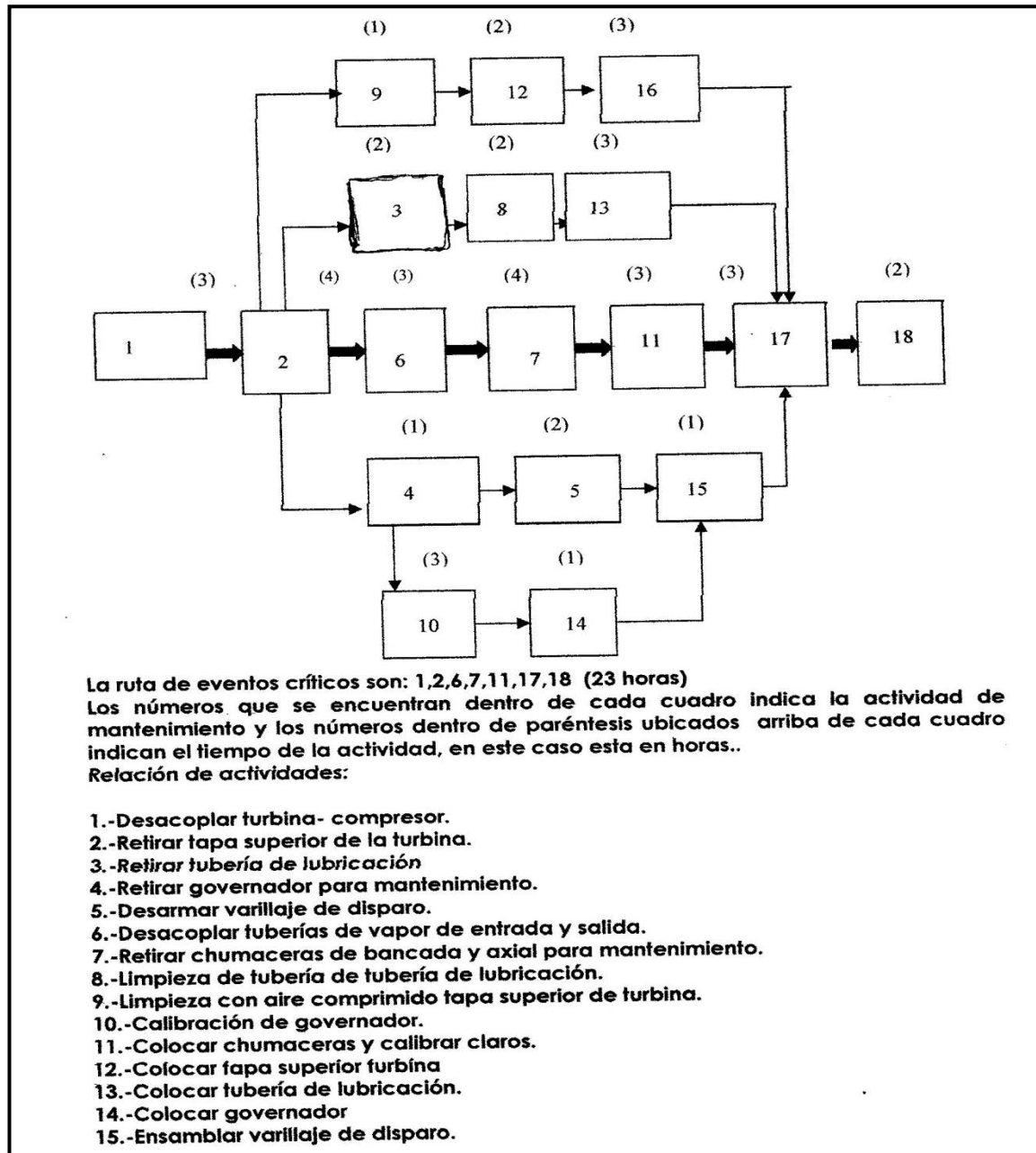


Figura 36. Ejemplo del método pert.

***3 Plan de mantenimiento preventivo
de las 4000 hrs. A compresor
reciprocante C-20103A***

3.1 plan de mantenimiento preventivo.

Sabedores de lo que es el mantenimiento preventivo, usando en conjunto la técnica de planeación del método de Gantt, se presenta la programación del plan de mantenimiento preventivo de las 4000 hrs. Para nuestro compresor reciprocante.

El orden de cada actividad, es el resultado de un análisis meticuloso del manual del equipo y sugerencias por parte del proveedor, así como la indicación del personal que interviene en cada una de ellas.

El check-list desarrollado forma parte del mantenimiento el cual es de gran utilidad para el personal de mantenimiento mecánico que se encuentra en contacto con el equipo durante su intervención.

Como podrá ver en las sucesivas paginas, la programación realizada se encuentra con el formato oficial de Pemex refinación.


 SUBDIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN
 REF. "GRAL. LÁZARO CÁRDENAS"

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
 DEL COMPRESOR C-20103A POR
 EL SERVICIO DE LAS 4000HR.
 U-20000**

 EMISIÓN: 2011
 REVISIÓN: 00
 ÁREA EMISORA: SECTOR 10
 HOJA :4 DE :4

No .	Responsable	Actividad	AGOSTO/SEPTIEMBRE. 2011														AVANCE			Observaciones	
			DIA	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	30	60	100		△
1	MP	COLOCACION DE J. CIEGAS EN SUCCION Y DESCARGA DEL COMPRESOR 2º. ETAPA	P	■																	
			R																		
2	MM	DESMONTAR TAPAS DE CILINDRO "A" Y CILINDRO "B"	P		■																
			R																		
3	MI/MM	RETIRO DE LINEAS DE AIRE, DESMONTAJE DE VALVS. SUCCION CILINDRO "A"	P		■																
			R																		
4	MM	DESMONTAJE DE SELLOS DE ALTA, INTERMEDIOS Y ACEITE EN CILINDRO "A" Y "B"	P		■																
			R																		
5	MM	MEDICION DEL ARRASTRE DEL PISTON CILINDRO "A" Y DESMONTAJE DE DEL MISMO	P		■																
			R																		
6	MM	LIMPIEZA Y REVISION DE INTERNOS	P			■															
			R																		
7	MM	MONTAJE DE PISTON CON BANDAS DE ARRASTRE Y ANILLOS NUEVOS	P			■	■														
			R																		
8	MM	MONTAJE DE SELLOS DE GAS	P				■														
			R																		
9	MM	DESMONTAJE DE VALVULAS SUCCION Y DESCARGA CILINDRO "A" LIMPIEZA DE LAS MISMAS	P		■	■	■														
			R																		

■ P= Programado
 □ R= Realizado ▨ R= Reprogramado

ELABORO

REVISO

APROBÓ

— Nota: Pueden llenarse únicamente elaboró y aprobó
 * Puede ser año, mes, día, semana
 331-40000-PO-001


 SUBDIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN
 REF. "GRAL. LÁZARO CÁRDENAS"

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
 DEL COMPRESOR C-20103A POR
 EL SERVICIO DE LAS 4000HR.
 U-20000**

 EMISIÓN: 2011
 REVISIÓN: 00
 ÁREA EMISORA: SECTOR 10
 HOJA :4 DE :4

No	Responsable	Actividad	AGOSTO/SEPTIEMBRE. 2011														AVANCE			Observaciones	
			DIA	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	30	60	100		△
10	MI	INSTALACION DE VALVULAS NUEVAS	P						■												
			R																		
11	MM/MP	MONTAJE DE TAPA LATERAL CILINDRO "A"	P						■												
			R																		
12	MM/OP	TRAMAR PISTON Y APRETAR BRIDA DE CRUCETA	P							■											
			R																		
13	MM	RETIRO DE LINEAS DE AIRE, DESMONTAJE DE VALVS. SUCCION CILINDRO "B"	P		■																
			R																		
14	MM	DESMONTAJE DE SELLOS DE ALTA, INTERMEDIOS Y ACEITE EN CILINDRO "B"	P		■																
			R																		
15	MM	MEDICION DEL ARRASTRE DEL PISTON CILINDRO "B" Y DESMONTAJE DE DEL MISMO	P		■																
			R																		
16	MM	LIMPIEZA Y REVISION DE INTERNOS	P			■															
			R																		
17	MM	MONTAJE DE PISTON CON BANDAS DE ARRASTRE Y ANILLOS NUEVOS	P			■	■														
			R																		
18	MM	MONTAJE DE SELLOS DE GAS	P				■														
			R																		

 ■ P= Programado
 □ R= Realizado ▨ R= Reprogramado

ELABORO

REVISO

APROBÓ

Nota: Pueden llenarse únicamente elaboró y aprobó

* Puede ser año, mes, día, semana

331-40000-PO-001


 SUBDIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN
 REF. "GRAL. LÁZARO CÁRDENAS"

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
 DEL COMPRESOR C-20103A POR
 EL SERVICIO DE LAS 4000HR.
 U-20000**

 EMISIÓN: 2011
 REVISIÓN: 00
 ÁREA EMISORA: SECTOR 10
 HOJA :4 DE :4

No	Responsable	Actividad	AGOSTO/SEPTIEMBRE. 2011														AVANCE			Observaciones	
			DIA	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	30	60	100		△
19	MM	DESMONTAJE DE VALVULAS SUCCION Y DESCARGA CILINDRO "B" LIMPIEZA DE LAS MISMAS	P																		
			R																		
20	MI	INSTALACION DE VALVULAS NUEVAS	P																		
			R																		
21	MM/MP	MONTAJE DE TAPA LATERAL CILINDRO "B"	P																		
			R																		
22	MM/OP	TRAMAR PISTON Y APRETAR BRIDA DE CRUCETA CILINDRO "B"	P																		
			R																		
23	LUBRIMIST	VACIAR ACEITE DEL CARTER Y LIMPIEZA DEL MISMO CARGAR ACEITE NUEVO Y CIRCULAR CON MANTAS (CARGAR ACEITE HIDRIFRACCIONADO)	P																		
			R																		
24	MM	VERIFICAR FLEXION DEL CIGÜEÑAL, DEJAR REGISTROS	P																		
			R																		
25	MM	LIMPIEZA DE FILTROS DE ACEITE DE LUBRICACION.	P																		
			R																		
26	ME	PRUEBAS ELECTRICAS AL AUTOTRANSFORMADOR DE ARRANQUE	P																		
			R																		
27	ME	PRUEBAS ELECTRICAS AL MOTOR	P																		
			R																		

P= Programado
 R= Realizado R= Reprogramado

ELABORO

REVISO

APROBÓ

Nota: Pueden llenarse únicamente elaboró y aprobó

* Puede ser año, mes, día, semana

331-40000-PO-001



SUBDIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN
REF. "GRAL. LÁZARO CÁRDENAS"

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DEL COMPRESOR C-20103A POR
EL SERVICIO DE LAS 4000HR.
U-20000**

EMISIÓN: 2011
REVISIÓN: 00
ÁREA EMISORA: SECTOR 10
HOJA :4 DE :4

No.	Responsable	Actividad	AGOSTO/SEPTIEMBRE. 2011														AVANCE				Observaciones
			DIA	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	30	60	100	△	
28	MC	ROTULACIÓN Y APLICACIÓN DE SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVO A EQUIPOS Y LÍNEAS DEL COMPRESOR	P																		
			R																		
29	MI	VERIFICACION Y PRUEBAS DE PROTECCIONES DEL COMPRESOR	P																		
			R																		
29	MP	VERIFICACION Y LIMPIEZA DE ENFRIADORES DE ACEITE	P																		
			R																		
30	MP	RETIRO DE J. CIEGAS EN SUCCION Y DESCARGA DEL COMPRESOR 2º. ETAPA A	P																		
			R																		
31	OP/MM/MI	PROBAR CON CARGA EL C-20103	P																		
			R																		
			P																		
			R																		
			P																		
			R																		
			P																		
			R																		

■ P= Programado
 ■ R= Realizado ▨ R= Reprogramado

ELABORO

REVISO

APROBÓ

Nota: Pueden llenarse únicamente elaboró y aprobó

* Puede ser año, mes, día, semana

331-40000-PO-001

Siglas:

MM = MANTENIMIENTO MECANICO.

MI = MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTOS.

OP = OPERACIÓN.

MP = MANTENIMIENTO DE PLANTAS.

MC = MANTENIMIENTO CIVIL.

El personal que interviene durante el mantenimiento, es debidamente capacitado, con experiencia en compresores recíprocos o experto en la actividad que desempeña.

El plan de mantenimiento está acompañado de un check-list diseñado específicamente para el compresor C-20103A de marca Mitsui. En la cual tiene registrado la elongación de la cuerda de vástago, junto con las dimensiones de diseño de las partes internas. Puesto que la lista de verificación es parte del plan de mantenimiento preventivo.

3.2 CHECK-LIST PARA EL COMPRESOR RECIPROCANTE C-20103A

REGISTRO DE DATOS PARA AFLOJAR TUERCA DE BRIDA DE ACOPLAMIENTO

CILINDRO A			
PRESIONADO		DEPRESIONADO	
PRESION APLICADA	ELONGACION	PRESION APLICADA	ELONGACION
10 Mpa	.01 MM	120 Mpa	.00 MM
20 Mpa	.02 MM	110 Mpa	.045 MM
30 Mpa	.03 MM	100 Mpa	
40 Mpa	.045 MM	90 Mpa	-----
50 Mpa	.06 MM	80 Mpa	-----
60 Mpa	.075 MM	70 Mpa	-----
70 Mpa	.09 MM	60 Mpa	-----
80 Mpa	.10 MM	50 Mpa	-----
90 Mpa	.125 MM	40 Mpa	.30 MM
100 Mpa	.145 MM	30 Mpa	-----
110 Mpa	.165 MM	20 Mpa	-----
120 Mpa	.18 MM	10 Mpa	.40 MM
-----	-----	0 Mpa	.42 MM

CILINDRO B			
PRESIONADO		DEPRESIONADO	
PRESION APLICADA	ELONGACION	PRESION APLICADA	ELONGACION
10 Mpa	0 MM	120 Mpa	.0 MM
20 Mpa	0 MM	110 Mpa	.13 MM
30 Mpa	0 MM	100 Mpa	.13 MM
40 Mpa	0 MM	90 Mpa	-----
50 Mpa	0 MM	80 Mpa	-----
60 Mpa	.09 MM	70 Mpa	-----
70 Mpa	.03 MM	60 Mpa	-----
80 Mpa	.06 MM	50 Mpa	-----
90 Mpa	.08 MM	40 Mpa	-----
100 Mpa	.10 MM	30 Mpa	-----
110 Mpa	.12 MM	20 Mpa	.115 MM
120 Mpa	.145 MM	10 Mpa	.17 MM
-----	-----	0 Mpa	.185 MM

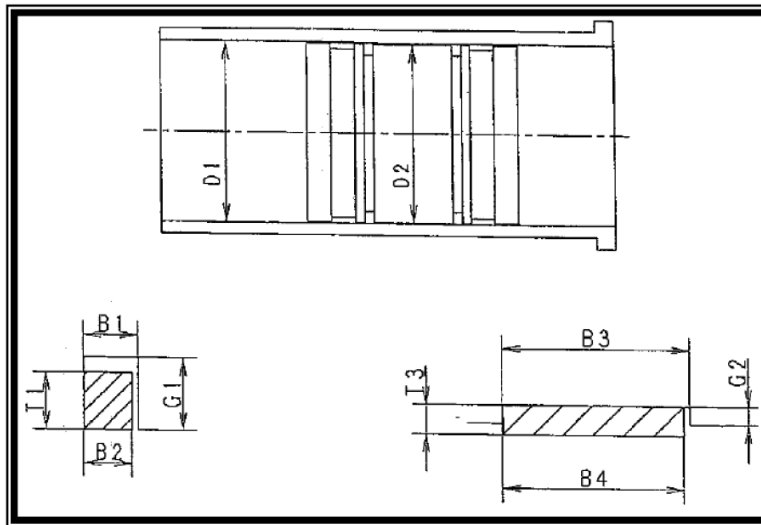
NOTA: IR INCREMENTANDO LA PRESION DE 10 EN 10 MPa, CADA 5 A 7 MINUTOS; PARA RETIRAR LA TUERCA HIDRAULICA, QUITAR LA PRESION DE 10 EN 10 MPa CADA 5 MINUTOS

REGISTRO DE DATOS PARA APRETAR TUERCA SEGÚN EL PROCEDIMIENTO DE APRIETE

REGISTRO			
PRESIONADO		DEPRESIONADO	
PRESION APLICADA	ELONGACION	PRESION APLICADA	ELONGACION
10 Mpa	.03 MM	115 Mpa	.00 MM
20 Mpa	.045 MM	110 Mpa	-----
30 Mpa	.075 MM	100 Mpa	-----
40 Mpa	.11 MM	90 Mpa	-----
50 Mpa	.145 MM	80 Mpa	.03 MM
60 Mpa	.18 MM	70 Mpa	.03 MM
70 Mpa	.215 MM	60 Mpa	-----
80 Mpa	.25 MM	50 Mpa	-----
90 Mpa	.29 MM	40 Mpa	.065 MM
100 Mpa	.325 MM	30 Mpa	.07 MM
110 Mpa	.365 MM	20 Mpa	-----
115 Mpa	.38 MM	10 Mpa	-----
-----	-----	0 Mpa	.115 MM

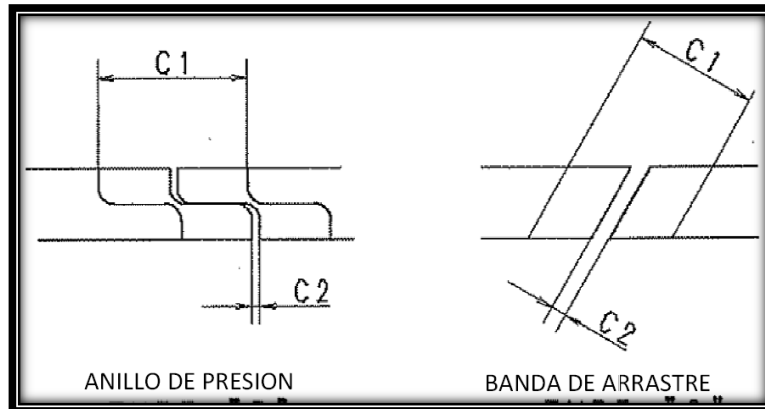
NOTA: IR INCREMENTANDO LA PRESION DE 10 EN 10 MPa, CADA 5 A 7 MINUTOS; APLICANDO PROCEDIMIENTO DE APRIETE Y DAR LA PRESION REQUERIDA SEGÚN EL MANUAL DEL FABRICANTE DE 115 MPa.

PISTON



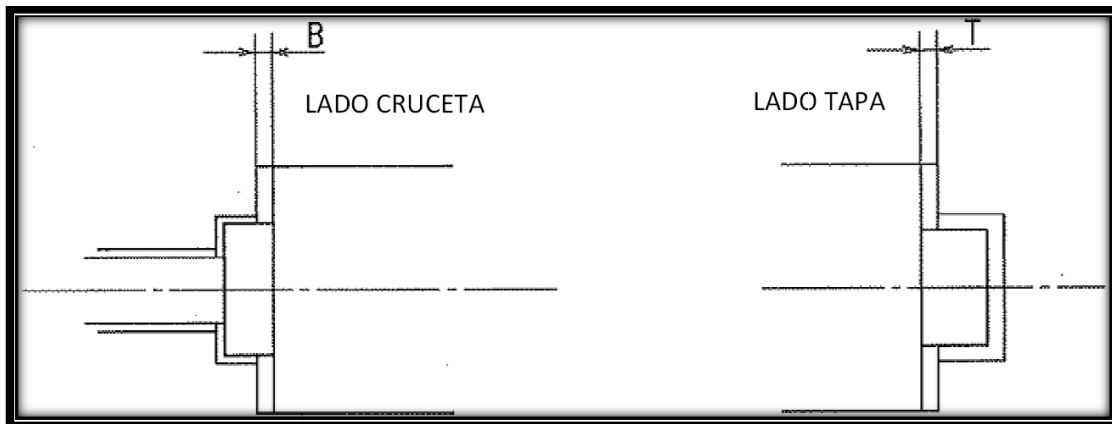
REFERENCIA	DIMENSION	CLARO
PRIMER PASO		
DIAMETRO INTERIOR DE CAMISA (D1)	412 MM	4.800 ~ 5.263 MM
DIAMETRO EXTERIOR DE PISTON (D2)	407 MM	
ANCHO DE ANILLO DE PRESION (B2)	9.67 MM	0.280 ~ 0.395 MM
ANCHO DE RANURA (B1)	10 MM	
GROSOR DE ANILLO DE PRESION (T1)	18.94 MM	-----
PROFUNDIDAD DE RANURA(G1)	19 MM	
ANCHO DE BANDA DE ARRASTRE (B4)	54 MM	0.90 ~ 1.13 MM
ANCHO DE RANURA(B3)	55 MM	
GROSOR DE BANDA DE ARRASTRE(T3)	12.47 MM	1.76 ~ 2.13 MM
PROFUNDIDAD DE RANURA(G2)	10.5 MM	
SEGUNDO PASO		
DIAMETRO INTERIOR DE CAMISA (D1)		
DIAMETRO EXTERIOR DE PISTON (D2)		
ANCHO DE ANILLO DE PRESION (B2)		
ANCHO DE RANURA (B1)		
GROSOR DE ANILLO DE PRESION (T1)		
PROFUNDIDAD DE RANURA(G1)		
ANCHO DE BANDA DE ARRASTRE (B4)		
ANCHO DE RANURA(B4)		
GROSOR DE BANDA DE ARRASTRE(T3)		
PROFUNDIDAD DE RANURA(G2)		

CLARO ENTRE PUNTAS DE ANILLOS Y BANDAS DE PISTON



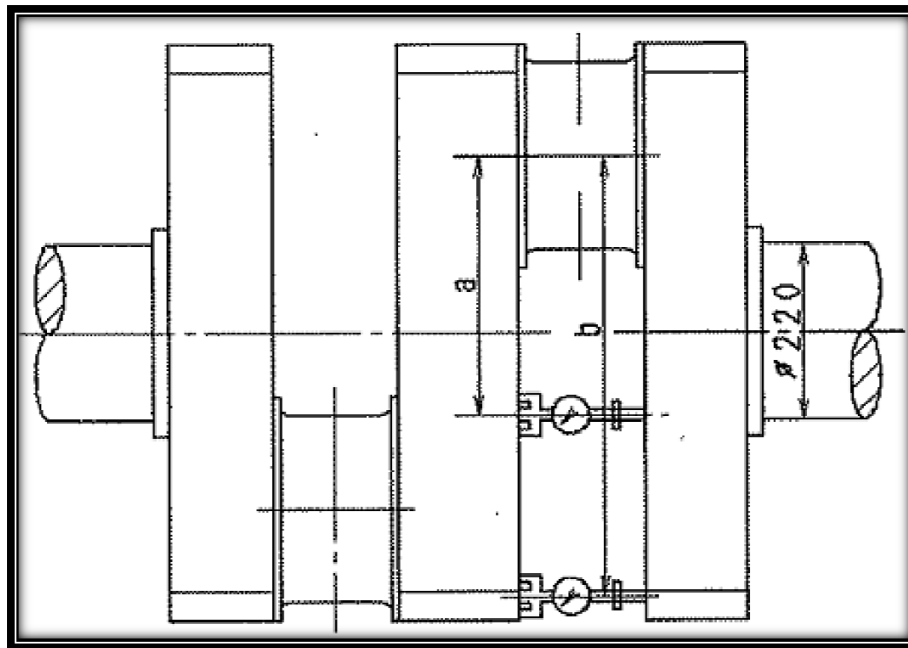
REFERENCIA	CLARO
PRIMER PASO	
ANILLO DE PRESION	9.97 + 0.75 MM
BANDA DE ARRASTRE	14.72 + 0.75 MM
SEGUNDO PASO	
ANILLO DE PRESION	
BANDA DE ARRASTRE	

CARRERA DE PISTONES



REFERENCIA	LADO CRUCETA	LADO TAPA	TOTAL
PRIMERA ETAPA	2 ~ 3.5 MM	3 ~ 4.5 MM	5 ~ 7 MM
SEGUNDA PASO			

DEFLEXION DE CIGÜEÑAL



REFERENCIA	DISEÑO	LIMITE
DEFLEXION	0 ~ 0.032 MM	0.11 MM

LA DEFLEXIÓN MEDIDA EN EL PUNTO (a):

$$a = \left(\frac{\text{CARRERA}}{320 \text{ MM}} + \frac{\text{DIAMETRO EXTERIOR DEL MUÑON}}{250 \text{ MM}} \right) / 2 = 285 \text{ MM}$$

EN EL CASO DEL PUNTO (b):

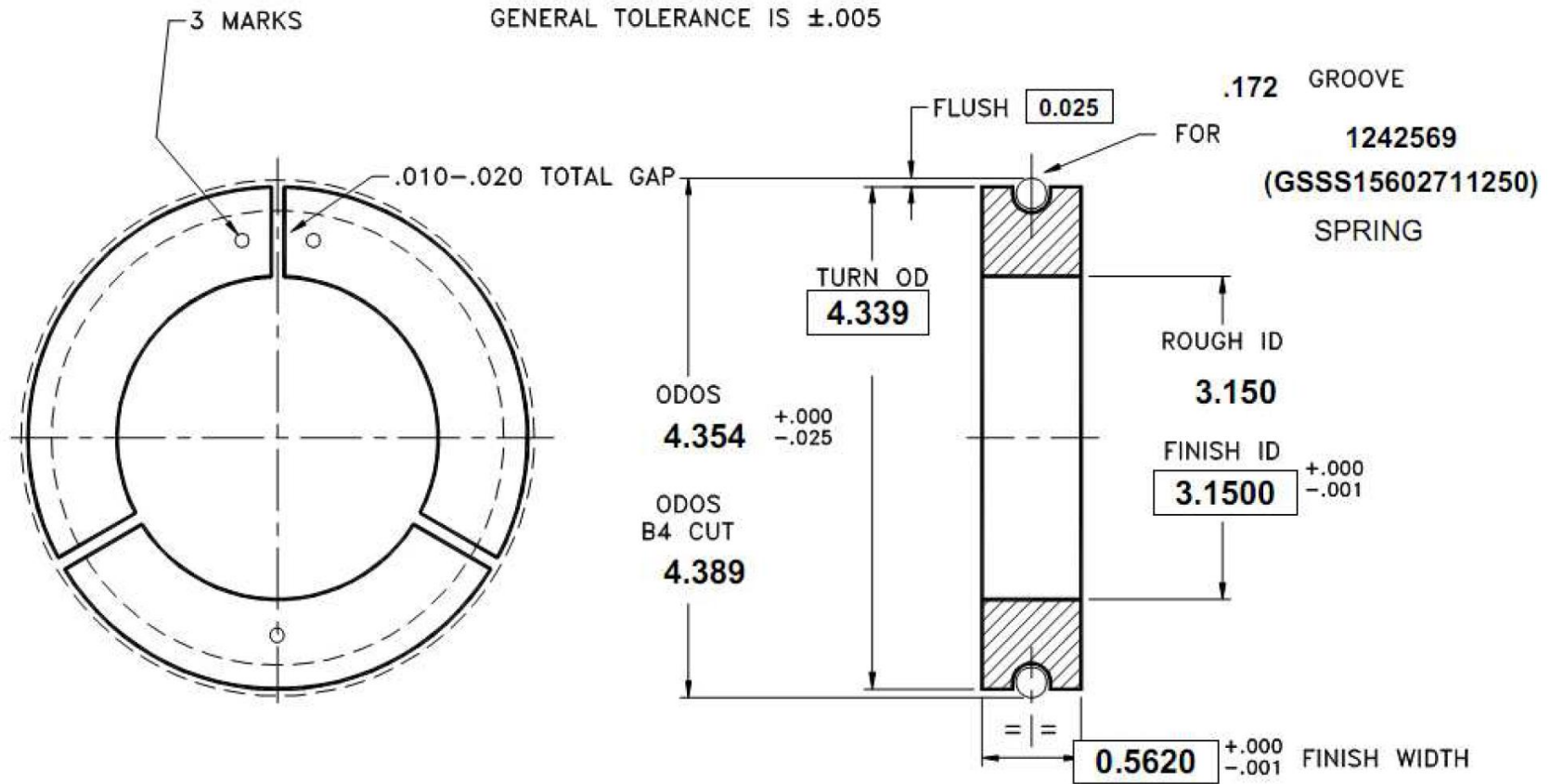
$$d = \Delta d \times \left[\frac{a}{b} \right]$$

d = DEFLEXION DEL CIGÜEÑAL

Δd = DEFLEXION MEDIDA EN EL PUNTO b

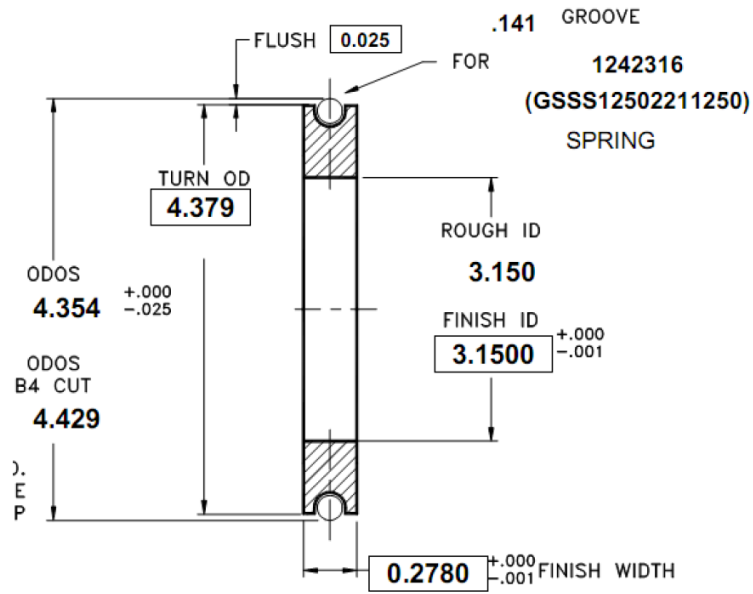
1 0301-01 GAPPED P.BREAKER

HY103

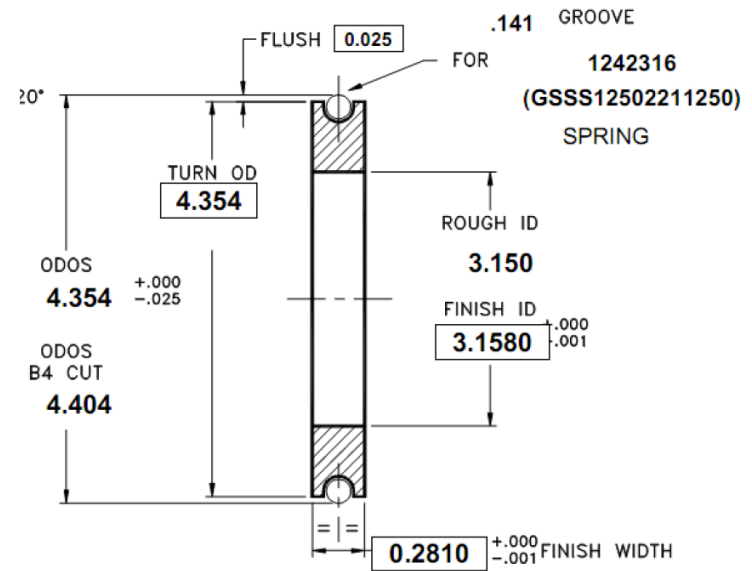


DIMENSIONES EN MILIMETROS

0309-01 TANGENT TO ROD W/GRV

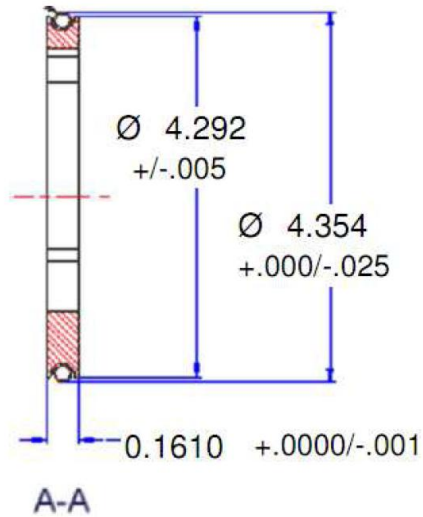


0310-00 BACK-UP

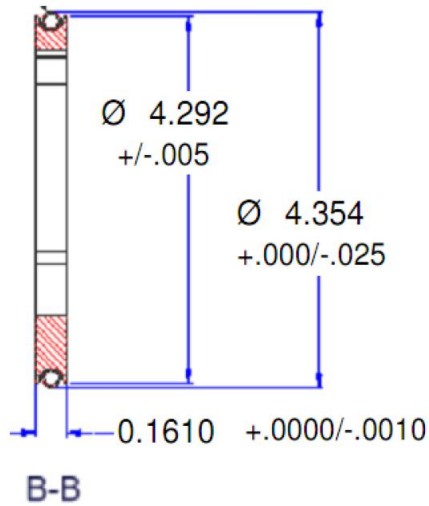


DIMENSIONES EN MILIMETROS

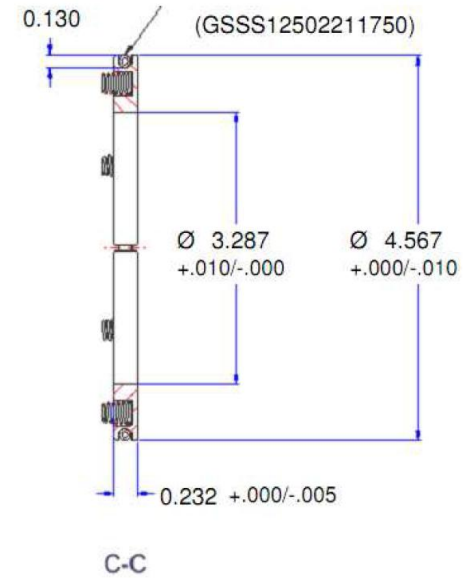
0306-00 TANGENT W/PIN



0308-00 TANGENT W/HOLE

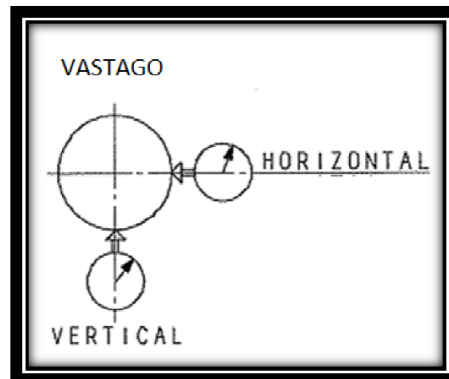
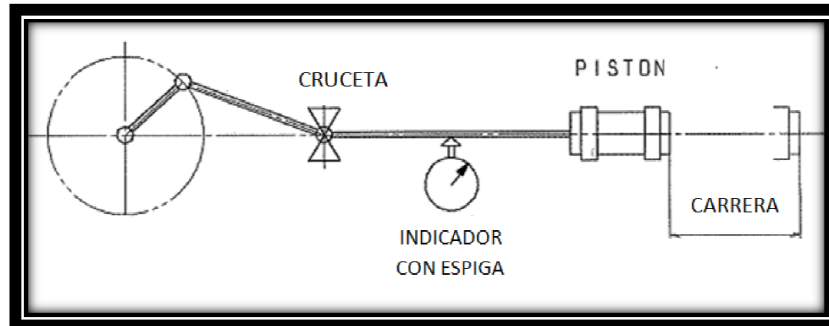


0326-00 PRESSURE PLATE



DIMENCIONES EN MILIMETROS

EXCENTRICIDAD DEL VÁSTAGO



Excentricidad del vástago

$\pm 0.05 \text{ mm}$

- La excentricidad del vástago no será superior a 0.05 mm independientemente de la longitud de la carrera.
- En el lugar de la instalación : excentricidad del vástago $\leq 0.1 \text{ mm}$
- Si la excentricidad es superior a 0.3 mm, se requerirá de un ajuste para mantener el punto anterior.

6 Resultados obtenidos, conclusión y recomendaciones

La aplicación y apego al plan de mantenimiento desarrollado para el compresor C-20103A, ha dado como resultado un trabajo seguro y de calidad.

El haber probado el compresor en vacío y con carga durante 72 horas mostrando niveles de presurización requeridos nos da a entender que se ha logrado cumplir con el objetivo.

La información registrada del desgaste en los sellos, de los anillos de presión, bandas de arrastre, la fatiga de las cuerdas de vástagos, la deflexión del cigüeñal. Nos ha permitido obtener una referencia de la severidad del desgaste y el estado del compresor durante su primer servicio de 4000 hrs.

Para futuros mantenimientos podremos generar una aproximación del estado del compresor en sus componentes internos y con ello lograr corridas operacionales más largas.

Con la información obtenida y evidencia fotográfica, se pudo crear una presentación desde el inicio hasta concluir el mantenimiento del compresor, la cual se anexa en un CD, sustentando los resultados.

Dicha presentación, cuenta con botones de control que dividen en cuatro partes todo el trabajo realizado, y aun costado puede encontrar otro control que lo llevara a la información técnica del equipo como: el manual, check-list y algunos planos de los sellos del compresor.

El haber participado y realizado un plan de mantenimiento para petróleos mexicanos, nos da un panorama de que tan detallado o exhaustivo tiene que realizarse, en caso de algún accidente que conlleve a la pérdida parcial o total del equipo exista un sustento que proteja a quienes intervinieron al equipo, mostrando un procedimiento y evidencia de que así se realizó el trabajo.

La información y estructura del plan de mantenimiento presente en el trabajo se recomienda como base para realizar los servicios de 8000 y 16000 hrs. Posteriores.

El personal que interviene como mano de obra, tiene que ser debidamente capacitado y supervisado por un instructor especializado en compresores, pues cada detalle es de vital importancia durante el mantenimiento.

Quien se encuentre en un área de trabajo debe portar su equipo de seguridad personal, nadie está exento de posibles accidentes por descuidos.

Orden y disciplina en el trabajo, es la clave del éxito.

7 Referencia

Manual del compresor Mitsui, tipo 2h.

Componentes de sellado para compresores reciprocantes, Hoerbiger

Compresores, Pedro Fernández Díaz, universidad de Cantabria.

http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_reciprocante

<http://robertorodriguez2007.obolog.com/compresores-28390>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_\(máquina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_(máquina))

<http://www.hoerbiger.com/Oil-gas-and-process-industry.7508.0.html>

<http://www.hoerbiger.com/Sealing-systems.10848.0.html?&debug=99>

<http://www.hoerbiger.com/Cylinder-rings.10860.0.html>

Glosario

Hidrodinámica = Ciencia de la dinámica de fluidos incompresibles.

Oil-free = Libre de aceites.

Aceites AW = Aceites hidráulicos anti-desgaste.

Cojinete = Es la pieza o conjunto de ellas sobre las que se soporta y gira el árbol transmisor de momento giratorio de una máquina.

SAE = Clasificación de los aceites de motor de acuerdo con su viscosidad.

Aditivo = Es una sustancia química agregada a un producto para mejorar sus propiedades.

R&O = Resistente a la oxidación.

Herrumbre = Es la oxidación de cualquier metal

Demulsificadores = Su acción consiste en provocar una separación de los líquidos acuosos y el aceite.

Carbonilla = sustancia generada durante un proceso de combustión.

Chumaceras = es una pieza de metal con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.

Cizallar = La tensión cortante o tensión de corte es aquella que, fijado un plano, actúa tangente al mismo.

Claros = Tolerancias entre las superficies de contacto entre piezas.