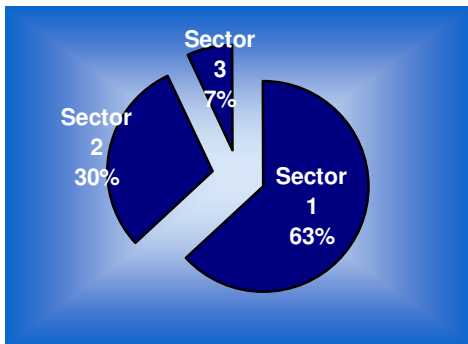


INTRODUCCIÓN

La experiencia de diseñadores y usuarios de sistemas hidráulicos indica que entre el 80 y 90% de las fallas en estos sistemas se debe a la contaminación del aceite.

Estudios de mercado de los componentes oleohidráulicos muestran lo siguiente:



Sector 1 (63%)

Reemplazo de componentes averiados por contaminación.

Sector 2 (30%)

Componentes para instalación de equipos nuevos.

Sector 3 (7%)

Reemplazo de componentes averiados por desgaste normal.

Podemos observar que el sector de mayor consumo es el de reemplazo de componentes averiados por la contaminación.

Entre los costos asociados a la contaminación encontramos los siguientes:

- Perdida de Producción
- Reemplazo de componentes averiados
- Reemplazo frecuente del fluido
- Disposición costosa del aceite
- Aumento de los costos de mantenimiento
- Aumento del scrap

- Actuar como sello dentro de los componentes hidráulicos
- Actuar como medio transmisor de calor, disipando el que genera el sistema

Si cualquiera de estas funciones se modifica, el sistema hidráulico no se comportará como fue diseñado, resultando en una baja de productividad de miles de \$/hr. El mantenimiento del fluido hidráulico ayuda a prevenir y reducir paradas imprevistas.

FUNCIONES DEL FLUIDO HIDRAULICO

La contaminación interfiere con las cuatro funciones de los fluidos hidráulicos.

- Actuar como medio transmisor de energía
- Lubricar las partes internas móviles de los componentes

DAÑOS PRODUCIDOS POR LOS CONTAMINANTES

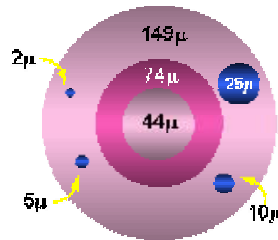
- Bloqueos de orificios
- Desgaste de componentes
- Formación de óxido
- Degradación de aditivos
- Crecimiento de microorganismos (Crecimiento biológico)

ESCALA MICROMÉTRICA

El tamaño de las partículas se mide generalmente en micrones ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$). El límite de visibilidad del ojo humano se encuentra aproximadamente en las $40 \mu\text{m}$. Hay que tener presente que la mayoría de las partículas que causan daños a los sistemas son menores a $40 \mu\text{m}$ por lo que sólo son visibles con microscopio.

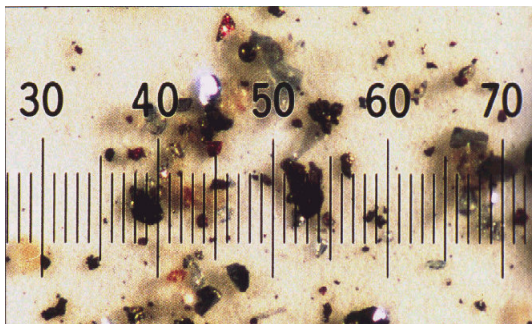
Para ilustrar este concepto adjuntamos una tabla y un gráfico con el tamaño relativo de las partículas para algunas sustancias junto a una tabla con los huelgos típicos de los componentes de los sistemas hidráulicos que muestra su vulnerabilidad ante las partículas contaminantes.

TAMAÑO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS	
SUSTANCIA	MICRONES
Grano de sal de mesa	100
Pelo humano	70
Límite de visibilidad	40
Harina	25
Glóbulos rojos	8
Bacteria	2



Tamaño Relativo de las Partículas

HUELGOS TÍPICOS DE LOS COMPONENTES MÁS COMUNES DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS	
COMPONENTE	MICRONES
Cojinetes anti fricción	0.5
Bomba de paletas	0.5 – 1
Bomba de engranaje	0.5 – 5
Servo válvulas	1 – 4
Cojinetes hidroestáticos	1 – 25
Bomba de pistones	5 – 40
Actuadores	50 – 250



Microfotografía de contaminación de partículas (100 X).
Escala: 1 división = $20 \mu\text{m}$

Microfotografía de una muestra de aceite donde podemos observar los efectos de la contaminación de partículas.

TIPOS Y FUENTES DE CONTAMINACIÓN

1) CONTAMINACIÓN DE PARTÍCULAS

Tipos

Silt: Acumulación de partículas menores a 5 μm . Causan fallas en los componentes del sistema a lo largo del tiempo.

Chips: Partículas mayores a 5 μm . Pueden causar fallas catastróficas inmediatas.

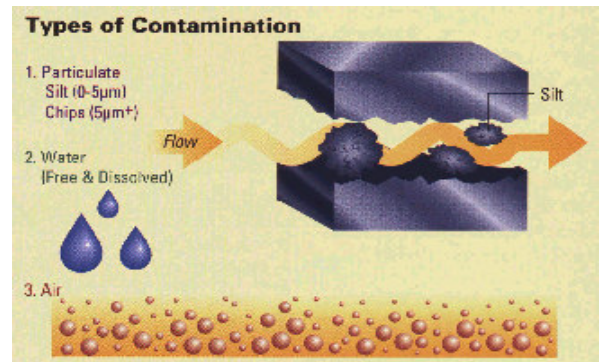
Daños

- Interacción mecánica
- Bloqueo de partículas
- Desgaste entre partículas y la superficie de los componentes

Fuentes

Existen cuatro fuentes principales de contaminación de partículas:

- **Aceite nuevo contaminado:** Generalmente se encuentra más sucio que el punto de limpieza requerido por el sistema ya que los contaminantes ingresan al aceite nuevo a través de mangueras y tuberías de transferencia de los tambores y tanques de almacenaje.
- **Contaminación incorporada:** Astillas, rebabas, suciedad, fibras y arenillas provenientes de los procesos de fabricación y armado.
- **Proveniente desde fuera del sistema durante la operación:** La contaminación ingresa a través de los respiraderos del reservorio, placas de acceso, sellos de cilindros y componentes dejados abiertos durante el mantenimiento.



- **Generada internamente durante la operación:** Es producida por el sistema una vez que entra en funcionamiento. Algunos de los desgastes que se producen son los siguientes.
 - ♦ **Abrasivo:** Partículas duras entre dos superficies móviles dañando una de ellas o ambas.
 - ♦ **Por Cavitación:** La implosión de burbujas de fluido en la bomba causan shocks en la superficie con desprendimiento de material.
 - ♦ **Por Fatiga:** Partículas entre los huelgos causan deformaciones en la superficie.
 - ♦ **Erosivo:** Partículas finas en una corriente a gran velocidad producen un desgaste en las superficies internas.
 - ♦ **Adhesivo:** La ausencia de la película de aceite entre las partes móviles permite el contacto metal metal entre ellas.
 - ♦ **Por Corrosión:** La presencia de agua o productos químicos en el fluido producen óxidos o reacciones químicas que degradan las superficies.

Prevención

- Usar filtros spin-on para los respiraderos del reservorio.
- Realizar una limpieza del sistema antes de la puesta en marcha.
- Reemplazarlos sellos gastados de los actuadores.
- Aislar los tubos flexibles y manifolds durante la manipulación y el mantenimiento.
- Filtrar el nuevo fluido antes de que ingrese al reservorio.

2) CONTAMINACIÓN DE AGUA

Tipos

El agua en los aceites puede ser tan destructiva como la contaminación de partículas. Debido a su afinidad con otros fluidos, el agua está presente en la mayoría de los sistemas hidráulicos. La naturaleza higroscópica de los líquidos hace que retengan una determinada cantidad de agua simplemente al mantener contacto con el aire húmedo. Cuando la condensación ocurre en el reservorio, con la subsecuente mezcla con el fluido base, más agua se puede incorporar al sistema.



Efecto visual de agua en el fluido

El agua puede ingresar incluso con el aceite nuevo. Un barril almacenado a la intemperie

en posición vertical recoge agua de lluvia, que con cambios en la temperatura ambiente puede ingresar al barril. Eventualmente el agua ingresa al sistema cuando el reservorio es cargado con ese barril.

Cada fluido tiene su punto de saturación de agua. Por debajo de ese punto de saturación el agua estará completamente disuelta en el otro fluido. Por encima del nivel de saturación el agua toma la forma de largas gotas (Agua Libre). A veces las gotas se combinan, precipitan y se depositan en el fondo del reservorio. Otras el agua se emulsiona tomando la forma de gotas muy finas suspendidas en el fluido. Cuando esto ocurre el aceite toma una apariencia lechosa. La viscosidad de la emulsión agua – aceite puede ser muy diferente que la del aceite original afectando la lubricación del sistema y aumentando el desgaste

Si el sistema opera a menos de 0°C el agua libre se transforma en hielo que puede obturar componentes del sistema.

El agua reacciona con la mayoría de los componentes del sistema hidráulico. Promueve la corrosión galvánica actuando como electrolito para conducir electricidad entre materiales disímiles. La reacción del agua con los inhibidores de oxidación y los aditivos produce ácidos que aumentan el desgaste y la interferencia.

A través del tiempo la contaminación del agua puede llevar al crecimiento de microorganismos (bacterias, algas y hongos) en el sistema. Los tamaños varían entre 0.2 y 2µm. para las células simples que pueden formar colonias de hasta 200µm. Además de la masa celular, que en condiciones óptimas puede llegar a reproducirse duplicándose cada 20 minutos, las bacterias producen ácidos que atacan la mayoría de los metales. Cuando esto ocurre, la performance del sistema decae y los componentes fallan con mayor frecuencia.

En resumen los daños y fuentes de contaminación de agua son los siguientes:

Daños

- Corrosión de superficies metálicas
- Aumento del desgaste abrasivo
- Fatiga de los cojinetes
- Descomposición de los aditivos
- Variación de la viscosidad
- Incremento de la conductividad eléctrica

Fuentes

- Sellos desgastados de los actuadores
- Fugas en la apertura del reservorio
- Condensación
- Fugas en los intercambiadores de calor

Prevención:

Las mismas medidas preventivas tomadas para minimizar el ingreso de partículas al sistema se pueden aplicar al agua. Una vez que se detecta el exceso de agua ésta se puede separar usando alguno de los siguientes métodos.

- **Absorción:** Se lleva a cabo con elementos filtrantes diseñados específicamente para retener el agua libre. Usualmente consisten en un material que transforma el agua libre en gel que es atrapado en el elemento. Estos elementos se adaptan a las carcasas estándar y generalmente se utilizan cuando se encuentran involucradas pequeñas cantidades de agua.

- **Centrifugación:** Separa el agua por fuerza centrífuga. Este método se utiliza con grandes volúmenes de agua y sólo es efectivo para separar el agua libre.
- **Deshidratación al vacío:** Separa agua del aceite a través de un proceso de vacío y secado. Se utiliza ante la presencia de grandes volúmenes de agua y es efectivo tanto para el agua libre como para el agua disuelta.

3) CONTAMINACIÓN DE AIRE

Tipos

El aire en un sistema líquido puede existir tanto en forma disuelta como en forma libre. El aire disuelto no genera mayores problemas mientras se encuentra en solución, aunque si su cantidad aumenta lo suficiente, produce un efecto negativo en el trabajo provisto por el sistema. El trabajo que entrega el sistema se basa en la incompresibilidad del fluido. Cuando hay aire presente, la bomba termina realizando más trabajo para comprimir el aire y menos trabajo útil en el sistema. En esta situación se dice que el sistema es "esponjoso".

El aire libre genera problemas a medida que recorre el sistema. Hay cambios de presión que comprimen el aire produciendo una gran cantidad de calor en pequeñas burbujas de aire. Este calor destruye los aditivos y el fluido base.

El aire en cualquiera de sus formas es una fuente potencial de oxidación en líquidos ya que acelera la corrosión de partes metálicas particularmente cuando el agua también está presente.

Daños

- Pérdida de la transmisión de potencia
- Reducción en la salida de la bomba
- Pérdida de lubricación
- Aumento de la temperatura operativa
- Formación de espuma en el reservorio
- Reacciones químicas

Fuentes

- Fugas del sistema
- Turbulencia del fluido en el reservorio

Prevención

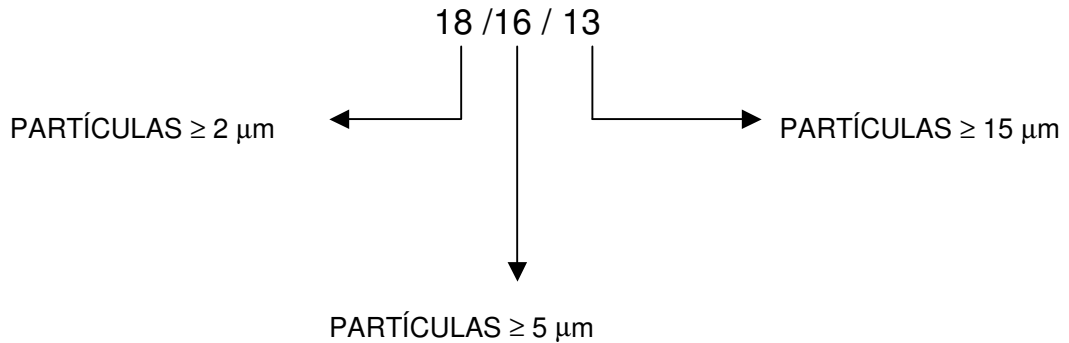
- Purgas de aire en el sistema
- Bomba de succión inundada
- Diseño adecuado del reservorio
- Difusores en la línea de retorno

ESTÁNDAR DE LIMPIEZA EN LOS FLUIDOS

Con el objeto de detectar o corregir problemas se usa como referencia una escala de contaminación. El conteo de partículas es el método más común para medir los niveles de contaminación.

Instrumentos ópticos muy sensibles cuentan el número de partículas en varios rangos de tamaño. Estos conteos se reportan como el número de partículas mayor que un determinado tamaño en un volumen de fluido. La norma ISO 4406 (International Standard Organization) ha ganado una amplia aceptación

en la mayoría de las industrias actuales para determinar los niveles de limpieza estándar. Una versión modificada de este estándar ampliamente usada indica el número de partículas mayor de 2, 5 y 15µm en un volumen conocido, usualmente 1 ml o 100 ml. Las partículas 2+ y 5+ se utilizan como punto de referencia para partículas "silt". El rango 15+ indica la cantidad de partículas presentes que contribuyen a posibles fallas catastróficas de los componentes.



Nº DE RANGO	Nº DE PARTÍCULAS POR ml	
	DESDE	HASTA
24	80.000	160.000
23	40.000	80.000
22	20.000	40.000
21	10.000	20.000
20	5.000	10.000
19	2.500	5.000
18	1.300	2.500
17	640	1.300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2.5	5
8	1.3	2.5
7	0.64	1.3
6	0.32	0.64

El código ISO 18/16/13 indica que para partículas mayores o iguales a 2µm el conteo dio un resultado entre 1300 y 2500 partículas por ml (rango 18), para 5µm y mayores entre 320 y 640 partículas por ml (rango 16) y finalmente para partículas mayores o iguales a 15µm entre 40 y 80 partículas por ml (rango 13).



ISO 21/19/17 (100 X)



ISO 16/14/11 (100 X)

Las siguientes fotografías (aumentadas 100 veces) sirven para ilustrar y comparar los niveles de limpieza de distintos códigos ISO.

NIVELES DE LIMPIEZA REQUERIDOS POR LOS COMPONENTES

Muchos fabricantes de equipos hidráulicos especifican el nivel óptimo de limpieza requerido por los componentes.

En la tabla adjunta se muestran algunos componentes y sus niveles recomendados de limpieza. Siempre es mejor consultar con los fabricantes de los

componentes y obtener por escrito el nivel de limpieza recomendado.

Esta información es necesaria para seleccionar adecuadamente el nivel de filtración del sistema. También es muy útil para realizar cualquier reclamo de garantía, marcando una línea entre el uso normal y abusivo.

NIVEL DE LIMPIEZA REQUERIDOS POR LOS COMPONENTES TÍPICOS DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS	
COMPONENTE	CÓDIGO ISO
Servoválvulas	16 / 14 / 11
Válvulas Proporcionales	17 / 15 / 12
Bombas / Motores a Pistón / de Paletas	18 / 16 / 13
Válvulas Direccionales y de Control de Presión	18 / 16 / 13
Bombas / Motores a Engranaje	19 / 17 / 14
Cilindros y Válvulas de Control de Caudal	20 / 18 / 15
Fluido Nuevo sin Usar	20 / 18 / 15

TIPOS DE MEDIO FILTRANTE

El medio filtrante es la parte del elemento que remueve el contaminante. Durante la fabricación el medio filtrante es plisado para exponer mayor superficie al flujo de fluido. Esto reduce la pérdida de carga y aumenta la capacidad de retención. En algunos casos el medio filtrante tiene varias capas y una malla como soporte para lograr cierta performance.

Los medios utilizados normalmente incluyen mallas, celulosa, compuestos de fibra de vidrio u otros materiales sintéticos. Generalmente se los clasifica en medios de superficie y de profundidad.

Medios de Superficie.

La corriente de fluido los atraviesa en forma perpendicular. El contaminante es capturado en la superficie del elemento que enfrenta al flujo. Generalmente son construidos de tejidos metálicos. Tienen un tamaño de poro consistente que es el diámetro de la partícula esférica rígida que pasa a través de la malla bajo determinadas condiciones de prueba. La acumulación de contaminante en la superficie del elemento permite que el medio capture partículas menores al rating del tamaño del poro. Igualmente partículas que tengan un menor diámetro pero sean mayores en largo, por ejemplo las fibras, pueden pasar aguas abajo del medio.



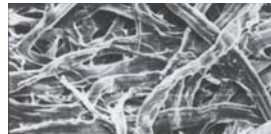
Malla Metálica

Medios de Profundidad

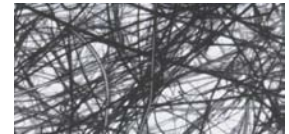
El fluido debe recorrer caminos indirectos a través del material. Debido a su construcción presentan una gran cantidad de poros de diversos tamaños. Dependiendo de la distribución de dichos poros el medio tendrá una

taza muy alta de captura para tamaños de partícula muy pequeños.

Básicamente los dos medios de profundidad que se utilizan para la construcción de elementos filtrantes son celulosa (papel) y fibra de vidrio aunque también se utilizan fibra metálica y fibra poliéster.



Celulosa (Papel)



Fibra de Vidrio



Fibra Poliéster



Fibra Metálica

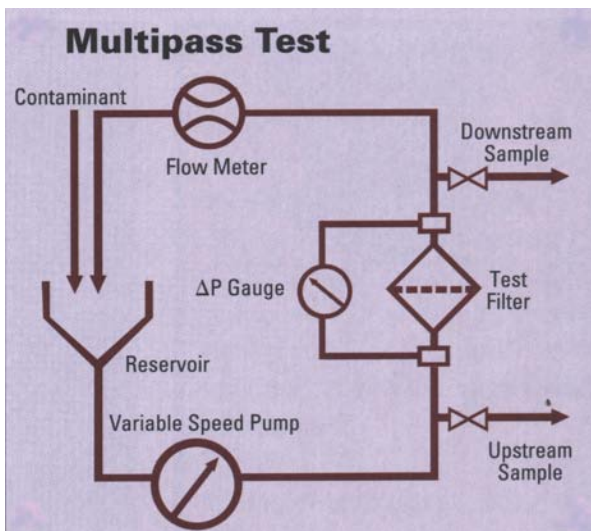
Los poros de los medios de celulosa presentan un amplio rango de tamaños debido a la irregularidad de formas y tamaños de sus fibras. En contraste la fibra de vidrio presenta fibras uniformes en forma y tamaño (son más finas y de sección circular uniforme).

Estas diferencias en la composición de las fibras explican el mejor rendimiento de los elementos de fibra de vidrio. Las fibras más finas implican una mayor cantidad de poros en un tamaño determinado además de permitir que las fibras se acomoden más cerca unas de otras reduciendo el tamaño de los poros mejorando la eficiencia y la capacidad de retención

PRUEBA DE PASO MÚLTIPLE – COEFICIENTE BETA (β)

La industria del filtrado evalúa la performance de los elementos filtrantes por medio de la prueba de paso múltiple (Multipass Test) de acuerdo a la norma ISO4572. Este procedimiento también es reconocido por ANSI (American National Standard Institute) y NFPA (National Fluid Power Association).

Durante el ensayo, el fluido hidráulico circula a través de un circuito bajo condiciones precisas que son controladas y monitoreadas constantemente.



- **Capacidad de Retención:** El total de gramos de polvo de prueba ingresado al sistema hasta que el elemento alcanza la caída de presión terminal.
- **Pérdida de Carga del elemento:**
- **Coeficiente Beta (β):** Mide la eficiencia del elemento en remover partículas de un determinado tamaño o mayores.

$$\beta_x = \frac{\text{\#de partículas aguas arriba}}{\text{\#de partículas aguas abajo}}$$

$$\text{Eficiencia}_x = \frac{(\beta - 1)}{\beta} * 100$$

Donde “x” es el tamaño de una partícula determinada

Por ejemplo asumamos que 50.000 partículas de 10 μm y mayores fueron contadas aguas arriba (antes) del filtro de prueba y 10.000 partículas de ese mismo tamaño se contaron aguas abajo (después) del filtro. El β correspondiente sería igual a 5.

$$\beta_{10} = \frac{50.000}{10.000} = 5$$

El coeficiente β por si solo no aporta demasiada información y sólo es un paso preliminar para encontrar la eficiencia de captura del elemento filtrante. Esta eficiencia, calculada como porcentaje podemos calcularla con la ecuación expresada más arriba. Continuando con nuestro ejemplo

$$\text{Eficiencia}_{10} = \frac{(5 - 1)}{5} * 100 = 80\%$$

Se registra la pérdida de carga a través del elemento mientras una cantidad constante de contaminante se inyecta aguas arriba del elemento. Sensores láser de partículas determinan el nivel de contaminación aguas arriba y aguas abajo del elemento testeado. Este atributo de performance, llamado coeficiente beta, se determina para varios tamaños de partículas en varios puntos en el tiempo de vida útil del filtro. Estos puntos son distintos porcentajes de la caída de presión máxima especificada por el fabricante (10, 20, 40, etc.).

De la realización de esta prueba se obtienen tres importantes características del elemento filtrante:

CONTAMINACIÓN EN SISTEMAS OLEOHIDRÁULICOS

Por lo tanto, el filtro testeado fue un 80 % eficiente en remover partículas mayores o iguales a 10 μm . Por cada 5 partículas de este tamaño que ingresaron en el filtro, 4 quedaron retenidas. La tabla de coeficiente β / Eficiencias muestra algunos valores comunes de β y las eficiencias correspondientes.

COEFICIENTES β / EFICIENCIAS	
Coeficiente β (a un determinado tamaño de partícula)	Eficiencia de Captura (al mismo tamaño de partícula) %
1.01	1.0
1.1	9.0
1.5	33.3
2.0	50.0
5.0	80.0
10.0	90.0
20.0	95.0
75.0	98.7
100	99.0
200	99.5
1000	99.9

CONTAMINACIÓN EN SISTEMAS OLEOHIDRÁULICOS

Reporte de prueba multipaso

Aditivo Anti-Estático en el fluido de Prueba	Model	XXXX	Lab Report	XXXX
	Elemem	XX	Date	XX
ΔP del Elemento al Finalizar la Prueba	Flow	30 Gpm	Tested By	XXX
	Fab.Int	10 in water	Acftd Batch	XXX
	Fluid	Mil-H-5606 / Shell Asa-3 98/102F;14.77-15.3° C	Counts	On-Line
	Diff.Press	(PSID)	INJECTION FLUID	
	Terminal	235.0	Grav (MG/L)	Flow (L/Min)
	Clean Ass'y	5.0	Initial	1226.8
	Housing	3.2	Final	1279.4
	Element	1.8	Average	1253.1
	NET	233.2		7 Point Average 0.453
	System Gravimetrics (MG/L):Base:5.0 Final: 11.8			

	% Net	Time	Delta P. Ass'y Elem't	Grams Added	Inject Flow	Particle Distribution Analysis-Part/H Size					
						2	3	5	7	10	12
Información del punto de Prueba	Clean Fluid					4.89	2.22	1.11	0.89	0.22	0.00
						8.32	1.75	0.44	0.00	0.00	0.00
% ΔP	2.5	25.4	10.8 7.6	14.4	0.451	13178.00 10168.00 1.30	6682.00 2863.00 2.33	2678.00 340.30 7.85	1382.00 39.55 34.9	643.30 3.18 200	436.10 0.23 1900
Duración de la Prueba (Minutos)	5	31.1	16.7 13.5	17.7	0.455	14060.00 11056.03 1.27	7214.00 3391.00 2.13	2822.00 406.48 6.94	1427.00 35.91 39.7	673.00 1.59 420	463.20 0.23 2000
ΔP Carcaza	10	35.8	28.3 25.1	20.3	0.455	13900.00 10590.00 1.31	7207.00 3274.00 2.20	2817.00 395.30 7.13	Conteo de Partículas Aguas Arriba		
ΔP Elemento	20	39.0	51.6 48.4	22.1	0.453	14950.00 9496.00 1.57	7833.00 2869.00 2.73	3201.00 375.00 8.54	Conteo Aguas Abajo Beta en el Punto de Prueba		
Capacidad Acumulada (Gramos)	40	42.6	98.3 95.1	24.2	0.455	12410.00 7843.00 1.58	6696.00 2277.83 2.94	2857.00 380.58 9.51	1495.00 38.83 49.8	700.70 1.82 390	474.68 0.46 1000
	80	45.1	191.6 188.4	25.6	0.453	11420.00 6152.00 1.86	6299.00 1709.00 3.69	2768.00 234.30 11.8	1456.00 32.28 45.1	681.10 5.46 120	469.30 2.50 190
	100	45.9	238.2 235.0	26.1	0.451	11130.00 6013.00 1.85	6136.00 1690.00 3.63	2717.00 262.50 10.4	1427.00 41.14 34.7	669.40 8.87 75.5	460.90 5.23 88.1
	Minimum Beta Ratio's					1.27	2.13	6.94	32.6	75.5	88.1
	Time Avg. Beta Ratio's					1.36	2.42	7.97	37.2	220	800

Beta Mínimo Para El Tamaño de Partícula

Beta Promedio Para El Tamaño de Partícula

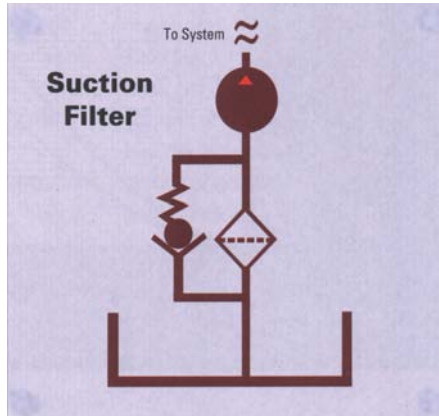
Suciedad Acumulada Ingresada Durante la Prueba

Cantidad de Gramos Retenida (Calculada)

Final Capacity (Grams): Aparent 26.1 Retained: 25.8

TIPOS DE FILTROS Y SU LOCALIZACIÓN

SUCCIÓN

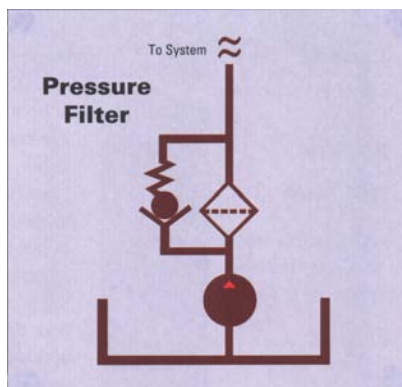


Sirven para proteger la bomba de la contaminación del fluido. Se localizan antes del puerto de entrada de la bomba. Hay dos tipos

- Sumergidos en el fluido (Strainers)
- Montados externamente

En ambos casos se utilizan elementos relativamente gruesos debido a las limitaciones de cavitación de la bomba. Esta es la razón por la que no se utilizan como protección primaria contra la contaminación. Algunos fabricantes de bombas no recomiendan el uso de filtros en la succión y siempre deben ser consultados sobre las restricciones en las condiciones de entrada de la bomba.

LINEA DE PRESIÓN

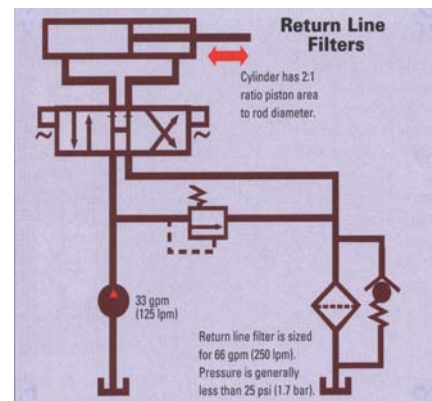


Se localizan aguas abajo de la bomba del sistema. Están diseñados para manejar la presión de la bomba y se encuentran dimensionados para un caudal específico en la línea de presión donde están instalados.

Se colocan especialmente para proteger los componentes sensibles aguas abajo del filtro (servo válvulas) además de proteger todo el sistema de la contaminación generada que produce la bomba.

LINEA DE RETORNO

Cuando la bomba es el componente sensible del sistema un filtro de retorno puede ser la mejor opción.

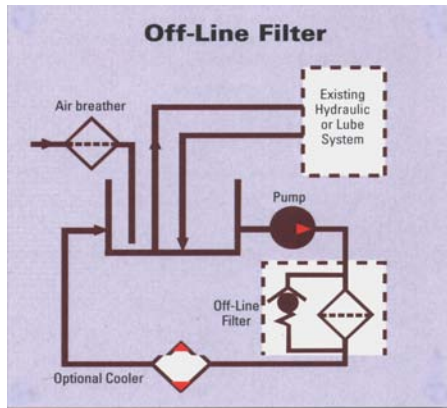


En la mayoría de los sistemas el filtro de retorno es el último componente a través del cual pasa el fluido antes de ingresar al reservorio.

Capturan la contaminación generada del sistema y las partículas que ingresan a través de los sellos de los cilindros. Como el filtro está localizado directamente aguas arriba del reservorio, su presión nominal y costo son relativamente bajos.

Cuando se dimensionan los filtros de retorno hay que tener en cuenta que el caudal de la línea puede ser mucho mayor que el de la bomba debido al fluido contenido en cilindros y otros componentes del sistema.

FILTRACIÓN EXTERNA



También llamada filtración Off-Line, By-Pass o Riñón.

Este sistema de filtrado es completamente independiente del sistema hidráulico principal. Consiste en una bomba, un filtro, un motor eléctrico y las conexiones apropiadas. Estos elementos están instalados en forma externa como un sub-sistema separado de las líneas de trabajo o incluido en un lazo de refrigeración del fluido. El fluido es bombeado fuera del reservorio a través del filtro y reenviado al reservorio en forma continua. Este sistema es ideal para mantener el fluido en un nivel de contaminación constante en un valor deseado, pero no provee una protección específica de los componentes.

Un lazo de filtración externa tiene la ventaja adicional de que es relativamente sencillo de retroalimentar en un sistema existente con una filtración inadecuada. Además no es necesario apagar el sistema principal.

RESPIRADOR DE AIRE

El fluido del depósito sufre cambios de nivel debido a la extensión o retracción de los cilindros. En depósitos expuestos a la presión atmosférica el espacio de aire debe ser protegido con un respirador de aire para evitar el ingreso de suciedad de la atmósfera al bajar el nivel de aceite. Su presencia en el sistema es fundamental ya se da el primer paso para un óptimo mantenimiento eliminando gran parte del ingreso de contaminantes al sistema.

TIPO	FUNCIÓN	MICRONAJE	VALOR	ORDEN DE IMPORTANCIA
SUCCIÓN	Evitar el ingreso de suciedad a la bomba	140 micrones	Muy Bajo	5
PRESIÓN	Control sobre el sistema	Hasta 3 micrones	Muy Alto	2
RETORNO	No propagar eventuales roturas al tanque	10 a 25 micrones	Bajo o Mediano	4
BY PASS	Confiabilidad de la máquina	0.5 micrones	Mediano	3
AIRE	Evitar ingreso de tierra y humedad exterior	Hasta 3 micrones	Alta inversión Bajo mantenimiento	1

ANÁLISIS DE FLUIDOS

CONTADOR DE PARTÍCULAS

Uno de los descubrimientos más promisorios en análisis de fluidos es el contador láser de partículas. Son comparables a las unidades de pruebas de laboratorio ya que pueden contar partículas de hasta 2 μ m. La fortaleza de esta tecnología reciente incluye precisión, repetibilidad, portabilidad y rapidez. Una prueba típica lleva menos de 5 minutos.

Los contadores láser de partículas generalmente brindan solamente el conteo de partículas y el nivel de limpieza. Para obtener el contenido de agua, la viscosidad y un análisis espectrométrico será necesario un análisis completo de laboratorio.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Es un estudio completo de una muestra de fluido. Los laboratorios mejor calificados ofrecen sus reportes con la siguiente información

- Viscosidad
- Número de neutralización
- Contenido de agua
- Conteo de partículas
- Análisis espectrométrico
- Gráficos de seguimiento
- Foto micrográfica
- Recomendaciones

Analizar el lubricante en períodos regulares brinda información importante sobre el estado del sistema permitiendo:

- **Determinar el estado del aceite:** El análisis descubrirá cualquier degradación y/o contaminación del lubricante.
- **Determinar la condición de la máquina:** Monitoreando los niveles de partículas provenientes del desgaste normal a intervalos regulares, un cambio en los parámetros de desgaste será claramente visible en un estado temprano de una situación de desgaste anormal permitiendo una corrección anticipada y reduciendo el costo de la reparación.
- **Ubicar el lugar del desgaste y la causa:** Es posible si la clase de material que se está desgastando es identificada y tanto la condición como los niveles de contaminación del aceite son verificados

DIMENSIONAMIENTO DE FILTROS

La mayoría de los fabricantes de filtros proveen software de distribución gratuita que ayudan a dimensionar y seleccionar los filtros adecuados.

Especificando las variables necesarias para la selección (tipo de aceite, temperatura de operación y de arranque en frío, caudal y medio filtrante), los accesorios y el tipo de conexión, permiten seleccionar el filtro adecuado para las condiciones de operación.

Como podemos ver en la memoria de cálculo también se indican las caídas de presión máximas recomendadas y de operación a través del filtro, junto con un diagrama dimensional del filtro y sus accesorios.



High Pressure Filters SF-Series

Customer Name TEST
Filter Application XXXXXX
Order Reference XXXXXX
Stauff Filter Part Number SF 045 E10 B-TN/OP220
Replacement Filter Element SE 045 E10 B

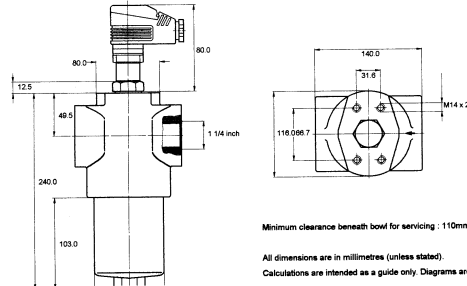
Selection made based on the following parameters

Oil Selected Shell Tellus 68
Temperature From 25 to 50 degrees Celsius
Viscosity From 154 to 43 cST (calculated)
Flow Rate 50 litres per minute
Filter Media Inorganic fiber (E) 10 micron

Maximum Pressure Drop Over Filter
Start Up (cold) 4.0 bar (recommended maximum)
Operating (hot) 1.0 bar (recommended maximum)

Filter Options
Seal NBR
Connection NPT
Valve None (standard)
Indicator Electrical/Visual 220/240 V AC

Expected Operational Pressure Drop
Start Up (cold) 2.48 bar
Operating (hot) 0.71 bar



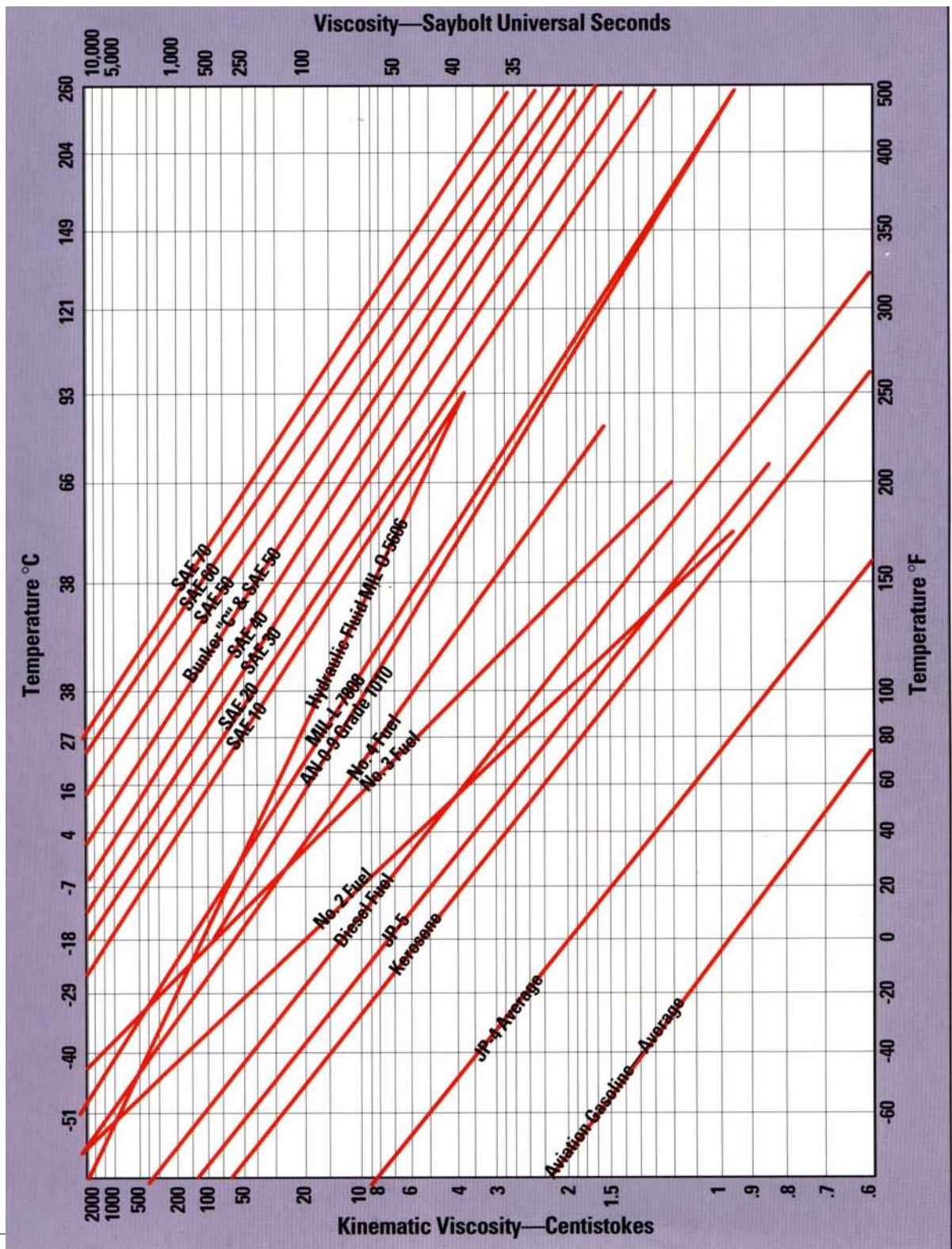
APENDICE 1

NIVELES DE LIMPIEZA		
CÓDIGO ISO	NAS 1638 (1964)	SAE (1963)
23/21/18	12	-
22/20/18	-	-
22/20/17	11	-
22/20/16	-	-
21/19/16	10	-
20/18/15	9	6
19/17/14	8	5
18/16/13	7	4
17/15/12	6	3
16/14/12	-	-
16/14/11	5	2
15/13/10	4	1
14/12/9	3	0
13/11/8	2	-
12/10/8	-	-
12/10/7	1	-
12/10/6	-	-

APENDICE 2

TABLA DE CONVERSIÓN – MESH A MICRAS					
MESH	MICRAS	PULGADAS	MESH	MICRAS	PULGADAS
4	5205	0.2030	100	149	0.0059
8	2487	0.0970	120	125	0.0049
10	1923	0.0750	140	105	0.0041
14	1307	0.0510	170	88	0.0035
18	1000	0.0394	200	74	0.0029
20	840	0.0331	230	62	0.0024
25	710	0.0280	270	53	0.0021
30	590	0.0232	325	44	0.0017
35	500	0.0197	400	37	0.0015
40	420	0.0165	550	25	0.0009
45	350	0.0138	800	15	0.0006
50	297	0.0117	1250	10	0.0004
60	250	0.0098	-	5	0.0002
70	210	0.0083	-	1	0.000039
80	197	0.0070			

APENDICE 3



APENDICE 4

VISCOSIDAD CINEMÁTICA - FACTORES DE CONVERSIÓN

	m² / seg.	m² / hr.	cm² / seg. (Stokes)	ft² / seg.	ft² / hr.
m² / seg.	1.0	3600	1 x 10 ⁴	10.7639	3.875 x 10 ⁴
m² / hr.	277.8 x 10 ⁻⁶	1.0	2.778	299.9 x 10 ⁻⁴	10.7639
cm² / seg. (Stokes)	1 x 10 ⁻⁴	0.36	1.0	10.7639 x 10 ⁻⁴	3.875
ft² / seg.	0.092903	334.45	929.03	1.0	3600
ft² / hr.	25.806 x 10 ⁻⁶	0.092903	0.25806	277.8 x 10 ⁻⁶	1.0

VISCOSIDAD ABSOLUTA - FACTORES DE CONVERSIÓN

PARA PASAR DE	A	MULTIPLIQUESE POR
Centipoises	g / (s) (cm) ó Poise	0.01
Centipoises	lb / (s) (pie)	6.72 x 10 ⁻⁴
Centipoises	lb / (h) (pie)	2.42
Centipoises	Kg / (h) (m)	3.60
Centipoises	(N) (s) / m² ó (Pa) (s)	0.001
lb / (s) (pie)	(N) (s) / m² ó (Pa) (s)	1.488

