

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**"ESTUDIO DE LOS SISTEMAS NEUMÁTICOS E HIDRÁULICOS
DE CAMIONES LUBRICADORES QUE OPERAN EN FAENAS
MINERAS"**

Memoria para optar al Título de:
INGENIERO MECÁNICO

ALUMNO : Sebastián Rodrigo Argandoña J.

PROFESOR GUÍA : Germán Hoernig A.

2016

Resumen

El objetivo principal de este trabajo consiste, en idear y desarrollar un diseño con fines de satisfacer necesidades de lubricación en faenas mineras.

Con este fin, primero que nada desarrollaremos un pequeño marco teórico a modo de introducirnos en los componentes hidráulicos, como neumáticos, así como también en los lubricantes y sus especificaciones.

Posterior a esto, se realizara un catastro de lubricantes y maquinas con el fin de satisfacer uno de estos equipos en particular. Luego se dará a conocer la elección en donde se presentara a grandes rasgos como funciona los sistemas de lubricación principales de las maquinarias y las partes o componentes que son aplicados.

En el siguiente apartado, se entrara de lleno a la alternativa que se va a proponer añadiendo "energía neumática" la cual será proporcionada a través de un compresor.

Con el diseño mostrado finalmente se procederá a seleccionar cada componente para el circuito y finalmente se realizara el respectivo análisis de costos y se sacaran las conclusiones del caso propuesto.

Agradecimientos

Sin duda alguna la vida te da retos que sirven de guía para entender que no todo es fácil y que hay que recorrer mucho contra la corriente para pararse y mejorar cuando las cosas no son como uno espera.

En este gran reto no estuve solo y es por esto que quiero dar las gracias a mis padres por su apoyo incondicional en este camino universitario y en la vida diaria, a mi pareja por siempre animarme en momentos difíciles y en especial agradecer infinitamente a la persona que estuvo conmigo día tras día y que me enseñó a tener el valor de no rendirme jamás. Para ti abuela, que estas observando todo esto desde bien arriba.

Tabla de Contenido

Capitulo 1: " Descripción del tema a desarrollar"	- 9 -
1.1 Introducción	- 9 -
1.2 Lubricación: "Aceites y grasas lubricantes"	- 10 -
1.3 Camiones con plataformas de lubricación	- 18 -
1.3.1 Sistemas principales en la plataforma	- 19 -
a) Sistema de trasvasije de aceites desde estanques	- 19 -
b) Sistema para trasvasije de grasa y grasa al punto	- 19 -
c) Central hidráulica de potencia.....	- 19 -
1.4 Equipos mineros y catastro de lubricantes	- 21 -
1.5 Objetivos y alcances	- 23 -
Capitulo 2 "Generalidades de la neumática"	- 24 -
2.1 Introducción	- 24 -
2.2 Principales aplicaciones de la neumática en la industria.	- 24 -
2.3 Ventajas y desventajas de la neumática.	- 25 -
2.4 Aire comprimido como portador de energía, generación, preparación y distribución.....	- 25 -
2.4.1 Preparación del aire comprimido.	- 26 -
2.4.2 Obtención de aire comprimido.....	- 26 -
2.4.3 Generación de aire comprimido: concepto y definiciones.....	- 27 -
2.4.4 Generación de aire comprimido: Tipos de compresores.	- 27 -
2.4.5 Instalaciones de aire comprimido	- 32 -
2.4.6 Tratamiento de aire comprimido.	- 33 -
Capitulo 3: "Generalidades de la Hidráulica"	- 37 -
3.2 Aplicaciones.....	- 38 -
3.3 Componentes de un Sistema.....	- 39 -
3.4 Bombas Hidráulicas.	- 40 -
3.4.1 Bombas hidrodinámicas.	- 40 -
3.4.2 Bombas Hidrostáticas.....	- 41 -
3.5 Motores Hidráulicos	- 46 -
3.6 Deposito o Tanque hidráulico	- 47 -

3.7 Fluidos Hidráulicos.....	- 48 -
3.7.1 Objetivos del fluido	- 48 -
3.7.2 Requerimientos de calidad	- 50 -
3.7.3 Propiedades del fluido	- 50 -
Capitulo 4: "Elección de equipo minero: Palas Electro-mecánicas"	- 53 -
4.1 Generalidades de lubricación Pala P&H 4100	- 55 -
4.3 Circuito de lubricación.....	- 60 -
4.4 Componentes y tipos de lubricantes	- 61 -
Capitulo 5: "Diseño plataforma de lubricación para pala P&H"	- 66 -
5.1 Diagramas por sistemas	- 66 -
5.2 Circuito general Hidra-Neumático	- 67 -
5.3 Diagrama para sistema de trasvasije de aceites y grasas	- 68 -
5.4 Cálculos de potencias y torque entre compresor y motor hidráulico	- 69 -
5.5 Calculo de caída de presión	- 70 -
5.6 Selección de componentes.....	- 78 -
5.7 Distribución de estanques y equipos	- 91 -
5.8 Costos Componentes del sistema	- 93 -
Conclusión	- 95 -
Bibliografía	- 96 -
Anexos	- 97 -

Índice de Figuras

Figura N° 1, Ejemplificación espesante.....	- 12 -
Figura N° 2, Comparación de penetración a diferentes temperaturas para grasas sintéticas y minerales.....	- 16 -
Figura N° 3, Camión tipo lubricador techado y con puertas abatibles.....	- 18 -
Figura N° 4, P.T.O (power take off) y bomba Hidráulica.....	- 20 -
Figura N° 5, Compresor de pistones, una etapa y dos etapas.....	- 28 -
Figura N° 6, Compresor de tornillos helicoidales.....	- 29 -
Figura N° 7, Compresor de tornillo bajo chasis.....	- 30 -
Figura N° 8, Compresor de paletas deslizantes.....	- 30 -
Figura N° 9, Funcionamiento de compresor Roots.....	- 31 -
Figura N° 10, Compresor Radial.....	- 32 -
Figura N° 11, Etapas de obtención de aire comprimido.....	- 33 -
Figura N° 12, Filtro	- 34 -
Figura N° 13, Regulador de presión.....	- 35 -
Figura N° 14, Lubricador.....	- 36 -
Figura N° 15, Sistema de transmisión de Energía.....	- 38 -
Figura N° 16, Circuito hidráulico básico.....	- 39 -
Figura N° 17, Bomba de desplazamiento no positivo... ..	- 41 -
Figura N° 18,Funcionamiento básico de una bomba de engranajes externos.....	- 41 -
Figura N° 19, Bomba de tornillo en corte.....	- 42 -
Figura N° 20, Funcionamiento de la bomba de paletas no equilibrada hidráulicamente.....	- 43 -
Figura N° 21, Variación de desplazamiento de una bomba de paletas.....	- 43 -
Figura N° 22, Bomba de paletas equilibrada hidráulicamente.....	- 44 -
Figura N° 23, Bomba de pistones radiales.....	- 45 -
Figura N° 24, Deposito Hidráulico.....	- 47 -
Figura N° 25, Simbología ISO para tanques.....	- 48 -
Figura N° 26, Lubricación piezas móviles.....	- 50 -
Figura N° 27, La película de lubricante impide el contacto de las piezas.....	- 51 -
Figura N° 28, Modelo referencial Pala electro-Mecánica P&H 4100 XPC.....	- 53 -

Figura N° 29, Diagrama de lubricación del chasis superior de la pala 4100XPC – Puntos de servicio.....	- 55 -
Figura N° 30, Modelo P&H 4100 XPC - Puntos de servicio.....	- 57 -
Figura N° 31, Engranajes abiertos.....	- 58 -
Figura N° 32, Chasis inferior.....	- 58 -
Figura N° 33 Sistema de engranajes abiertos inferior.....	- 59 -
Figura N° 34, Zona superior e inferior del sistema de engrase.....	- 60 -
Figura N° 35, Zona superior e inferior del sistema de lubricación de engranajes abiertos.....	- 61 -
Figura N° 36, Diagrama por sistemas.....	- 66 -
Figura N° 37, Circuito general en base a dispensadores de grasa y de aceite.....	- 67 -
Figura N° 38, Diagrama general sistema.....	- 68 -
Figura N° 39, Diagrama referencial tanque	- 70 -
Figura N° 40, Grafico caudal vs ΔP en filtro seleccionado.....	- 74 -
Figura N° 41, Modelo motor hidráulico de paletas EATON.....	- 79 -
Figura N° 42, Grafico compresor de tornillo PTO [rpm] vs CFM.....	- 80 -
Figura N° 43, Pressure drop curves.....	- 84 -
Figura N° 44, Figura referencial Filtro + lubricador.....	- 85 -
Figura N° 45, Figura referencial Filtro + Regulador + Lubricador.....	- 85 -
Figura N° 46, Pistola con cuenta gramos para grasa.....	- 87 -
Figura N° 47, Aplicación grasa al punto de un barril.....	- 87 -
Figura N° 48, Modelo clásico bomba de ALEMITE, modelo 7736	- 88 -
Figura N° 49, Bomba I.R. ARO para grasa al punto.....	- 89 -
Figura N° 50, Bombas de pistón para aceite.....	- 90 -
Figura N° 51, Bomba diafragma 2".....	- 91 -
Figura N° 52, Distribución plataforma.....	- 92 -

Índice de tablas

Tabla N° 1, Grado de viscosidad ISO.....	- 11 -
Tabla N° 2, Grado NLGI.....	- 12 -
Tabla N° 3, Comparación ventajas y desventajas grasas.....	- 15 -
Tabla N° 4, Clasificación API de aceites base.....	- 16 -
Tabla N° 5, Propiedades de distintos espesantes.....	- 17 -
Tabla N° 6, Compañías Mineas y Cantidad de Palas Eléctricas.....	- 54 -
Tabla N° 7, Identificación de las partes de servicio -Intervalos de mantención....	- 56 -
Tabla N° 8, Identificación parte superior modelo P&H 4100 XPC.....	- 57 -
Tabla N° 9, Chasis inferior - Identificación partes.....	- 59 -
Tabla N° 10, Limites de operación del aceite en engranajes.....	- 62 -
Tabla N° 11, Especificaciones de operación bombas hidráulicas EATON.....	- 78 -
Tabla N° 12, Especificaciones de operación Motores EATON.....	- 79 -
Tabla N° 13, Especificaciones válvula direccional.....	- 81 -
Tabla N° 14, Características carrete para aceite.....	- 82 -
Tabla N° 15, Características carrete para grasa al punto.....	- 83 -
Tabla N° 16, Característica pistola dispensadora Aceite.....	- 86 -

Capítulo 1: " Descripción del tema a desarrollar"

1.1 Introducción

En el mundo de hoy, muchas industrias están dependiendo cada vez más en personal técnico externo para asistir a sus operaciones diarias. Esto es sumamente cierto en la industria minera, la cual avanza rápidamente ya que la demanda por las materias primas sobrepasa el abastecimiento mundial actual.

Para transportar el material y tomar ventaja de los altos precios de las materias primas, las compañías mineras deben optimizar el uso de los equipos ya que la presión es ineludible, *"no hay tiempo para tiempo de equipo inactivo"*.

Esta presión obliga al personal de mantenimiento de la minera a enfocarse en mantener la disponibilidad del equipo lo más alto posible cada día, y así asegurarse de que la vida de estas máquinas se extienda a la par mientras que la demanda de producción aumenta.

Hoy el equipo minero es más grande, más rápido y más eficaz y existen una gran variedad de maquinarias como de necesidades las cuales requieren de sus satisfacción.

Es por esto que se desarrollara un diseño que permita la mantención en terreno de equipos mineros a través de plataformas de lubricación, el cual nos permitirá la disminución de inversión que normalmente las faenas invierten en estas plataformas que trasvasijan los lubricantes a los equipos mineros, desarrollando un sistema con componentes hidráulicos y neumáticos.

1.2 Lubricación: "Aceites y grasas lubricantes"

La minería es una actividad intensiva en uso de maquinaria. Es por ello que para proteger de mejor manera sus equipos, estos necesitan ser recubiertos con un lubricante industrial especializado. La función esencial del lubricante es disminuir la fricción entre piezas en movimiento, con el fin de que el desgaste de estas sea menor y, como consecuencia, pueda prolongarse su vida útil, para estar un mayor tiempo en operación.

Las empresas mineras están buscando optimizar sus costos y, a través de los lubricantes, también pueden lograr reducciones en estos y optimizar su producción.

1.2.1 Aceites lubricantes.

Aceites lubricantes minerales: Los aceites minerales proceden del petróleo, y son elaborados del mismo después de múltiples procesos en sus plantas de producción, en las Refinarías.

Aceites lubricantes Sintéticos: Los aceites sintéticos no tienen su origen directo del Crudo o petróleo, sino que son creados de sub-productos petrolíferos combinados en procesos de laboratorio. Al ser más largo y complejo su elaboración, resultan más caros que los aceites minerales.

Aceites lubricantes semi-sintéticos. Los semi-sintéticos se obtienen de una mezcla de aceites sintéticos y minerales. Las propiedades de los aceites semi-sintéticos son también muy superiores a los de los minerales, ya que retienen las propiedades y características de los aceites sintéticos.

Clasificación de los aceites lubricantes

Hay varias organizaciones que han emitido normas para la clasificación de los aceites lubricantes como son:

- SAE (Society of Automotive Engineers) - Sociedad de Ingenieros Automotrices
- API (American Petroleum Institute) – Instituto Americano del Petróleo
- ASTM (American Society for Testing Materials) - Sociedad Americana de Prueba de Materiales
- Otras clasificaciones de fabricantes, etc.
- Los lubricantes industriales se clasifican según el grado de viscosidad ISO (los cuales trabajaremos en este texto)

ISO Viscosity Grade	Midpoint Kinematic Viscosity mm ² /s at 40°C (104°F)	Kinematic Viscosity Limit mm ² /s at 40°C (104°F) Minimum	Kinematic Viscosity Limit mm ² /s at 40°C (104°F) Maximum
ISO VG 2	2.2	1.98	2.42
ISO VG 3	3.2	2.88	3.52
ISO VG 5	4.6	4.14	5.06
ISO VG 7	6.8	6.12	7.46
ISO VG 10	10	9.00	11.0
ISO VG 15	15	13.5	16.5
ISO VG 22	22	19.8	24.2
ISO VG 32	32	29.8	35.2
ISO VG 46	46	41.4	50.6
ISO VG 68	68	61.2	74.8
ISO VG 100	100	90.0	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1000	1000	900	1100
ISO VG 1500	1500	1350	1650
ISO VG 2200	2200	1980	2420
ISO VG 3200	3200	2880	3520

Tabla 1: "Grado de viscosidad ISO"

1.2.2 Lubricantes Semi- Sólidos

Las Grasas pertenecen a este grupo, son lubricantes líquidos apoyados con espesantes y en algunos casos un lubricante solido.

Las grasas son lubricantes que tienen que quedar en su lugar, manteniendo un aceite disponible para cuando una pieza (cojinete, rodamiento, eje, etc.) lo requiere. Para esto podemos considerar que es como aceite en una esponja. La esponja saturada por aceite está sentada en el cojinete o su mazo esperando que la pieza chupe el aceite que necesite. La grasa tiene que ser resistente a las fuerzas de gravedad, fuerzas centrífugas, presiones, etc.



Fig. 1 "Ejemplificación espesante"

La dureza de la grasa se llama consistencia, y es medida por un péndulo que se coloca sobre la grasa para medir cuánto penetra. Entre más penetra, más bajo el número NLGI. (National Lubricating Grease Institute). Para esta prueba se mide la penetración en decimos de milímetros. En esta tabla pueden ver que una grasa donde el cono o el péndulo penetra 410 mm a la grasa, se califica como grasa NLGI # 00. Si apenas penetra 240 mm, se clasifica como grasa NLGI #3.

Grado NLGI	PENETRACIÓN: Cono de 150 g Grasa a 25°C (0.1 mm)	Características
000	445 - 475	Semi Líquida
00	400 - 430	Semi Líquida
0	355 - 385	Semi Líquida
1	310 - 340	Muy Blanda
2	265 - 295	Blanda (Autos, Camiones, Industria, etc.)
3	220 - 250	Liviana
4	175 - 205	Mediana
5	130 - 160	Pesada
6	85 - 115	Bloque

Tabla 2: "Grado NLGI"

La consistencia de la grasa no tiene nada que ver con la viscosidad del aceite que contiene. Es posible, y muy común, fabricar grasas de consistencia NLGI #000 (semi-liquida) con aceites espesos (ISO 320) y grasas NGLI #3 con aceite delgado (ISO 25). En muchos casos la única diferencia entre el número 0 y el número 3 en la misma grasa de la misma marca es la cantidad de esponja (espesante) que contiene.

Los tres componentes de la grasa

1. **Aceite:** Cada grasa está formulada con una viscosidad y tipo de aceite que le dará las características de lubricación hidrodinámica deseadas.
 - a) La Viscosidad del aceite básico dependerá de la velocidad y área de contacto de los cojinetes o rodamientos que debería proteger. Tal como aceites para reductores, se selecciona la viscosidad del aceite básico de la grasa.
 - b) La Calidad del aceite básico dependerá de la frecuencia de engrase requerida o el precio que quieren cobrar por la grasa. Puede ser aceite, parafínico, API grupo I, API grupo II o sintético. Entre más alta la calidad del aceite básico, más resistencia a la oxidación y menor frecuencia de re-engrase.
2. **Espesante (esponja o jabón):** El espesante utilizado depende del tipo de trabajo requerido, las temperaturas operacionales, la presencia o ausencia de agua, u otros factores.
 - a) Grasas de sodio son baratas, pero no resisten agua.
 - b) Grasas de calcio son baratas, pero no resisten calor ni velocidad.
 - c) Grasas de litio simple son un poco más caras y parcialmente resistentes al agua, temperatura y velocidad
 - d) Grasas de Complejos de Litio son más caras pero mucho más resistentes al lavado por agua y goteo por temperatura, mientras resisten mucho más velocidad sin volar.
 - e) Grasas de Arcilla son similares en costo al complejo de litio, pero no tienen punto de goteo. No derriten. Tampoco se lavan con agua. Son ideales para altas temperaturas y condiciones mojadas. Pero tienen limitaciones en altas revoluciones.

- f) Grasas de Polyurea son más caras que estas otras, típicamente son similares al complejo de litio en resistencia al agua y temperatura, pero mucho más resistente a altas revoluciones.
- 3. Aditivos:** Normalmente una grasa tendrá aditivos para mejorar su comportamiento.
- a) Anti-oxidantes para evitar su oxidación y descomposición.
 - b) Extrema Presión: Aditivos similares a los que encontramos en aceites de extrema presión o polares para anti-desgaste (AW) como se usa en aceites hidráulicos para reducir el desgaste.
 - c) Anti-corrosivos: Aditivos polares que cubren las superficies y las protegen contra herrumbre o corrosión.
 - d) Pegajosidad: Algunas grasas tienen aditivos para mejorar su adherencia.

Cuando se trata de lubricantes, los aceites son la primera opción, aunque las grasas se usan cuando:

- Las partes a lubricar son difíciles de alcanzar o requieren lubricación con muy poca frecuencia.
- Resulta crítico un sello contra la penetración de contaminantes.
- El sistema no puede retener el aceite.
- Las aplicaciones más comunes se encuentran en los cojinetes o rodamientos, engranajes y uniones.

Ventajas y desventajas

Algunos cojinetes o reductores son lubricados por aceite mientras otros son lubricados por grasa. Cuando pensamos en convertir un sistema de grasa a aceite, tenemos que volver a mirar la viscosidad del aceite básico de la grasa recomendada para ese equipo. Si la recomendación es para una grasa multipropósito, el aceite correcto para lubricarlo probablemente sería un aceite para engranajes con aditivos de extrema presión y una viscosidad ISO 150 o ISO 220. El uso de un aceite muy viscoso con la apariencia de una grasa dejaría los cojinetes secos y subiría la temperatura del sistema.

<u>Ventajas de las Grasas</u>	<u>Desventajas de las Grasas</u>
<ul style="list-style-type: none">• Comodidad<ul style="list-style-type: none">➤ más barata de aplicar➤ se tiene que aplicar con menor frecuencia• Permanencia<ul style="list-style-type: none">➤ No escurre de las superficies fijas lubricadas➤ Brinda lubricación inmediata al arranque• Protección<ul style="list-style-type: none">➤ Sella mejor que el aceite➤ Protege contra la corrosión mientras el equipo está parado• Limpieza<ul style="list-style-type: none">➤ menos probable que se escape y salpique que el aceite➤ Se puede usar en la producción de alimentos, medicamentos, textiles, etc.	<ul style="list-style-type: none">• Propiedades de refrigeración<ul style="list-style-type: none">➤ Baja tasa de enfriamiento• Contaminación<ul style="list-style-type: none">➤ Se debe tener cuidado para evitar la contaminación durante su almacenamiento➤ El lubricante mantiene los desperdicios generados por el desgaste➤ Los contaminantes pueden aumentar el desgaste y/o daño de la grasa• Limitaciones de diseño<ul style="list-style-type: none">➤ No se puede usar en rodamientos que corren a muy alta velocidad

Tabla 3: "Comparación ventajas y desventajas grasas"

Tipos de aceite base

Se pueden utilizar una gran variedad de tipos de aceite base en grasas lubricantes. Lo más usual es utilizar un aceite de base mineral o alguno de las familias de lubricantes sintéticos, aunque también pueden utilizarse bases vegetales. En la tabla 4 se muestra la clasificación API de aceites base.

Categoría del Aceite Base	Azufre (%)	Compuestos Saturados (%)	Índice de Viscosidad
Grupo I	> 0.03	y/o < 90	80-120
Grupoll	≤ 0.03	y ≥ 90	80-120
Grupolll	≤ 0.03	y ≥ 90	≥ 120
Grupo IV	PAO's		
Grupo V	Resto no incluidos en los Grupos I, II, III y IV		

Tabla 4: "Clasificación API de aceites base"

Influencia de las bajas temperaturas en las bases

Las grasas no cambian de estado, pero sufren un proceso de endurecimiento (aumento de consistencia) que se asimila a la congelación. La rapidez de este proceso depende de la naturaleza de la grasa. Si la base de la grasa es un aceite sintético, el aumento de consistencia es menor que en el caso de una grasa mineral para las mismas condiciones de temperatura.

Este efecto está relacionado con la bombeabilidad de las grasas a bajas temperaturas.

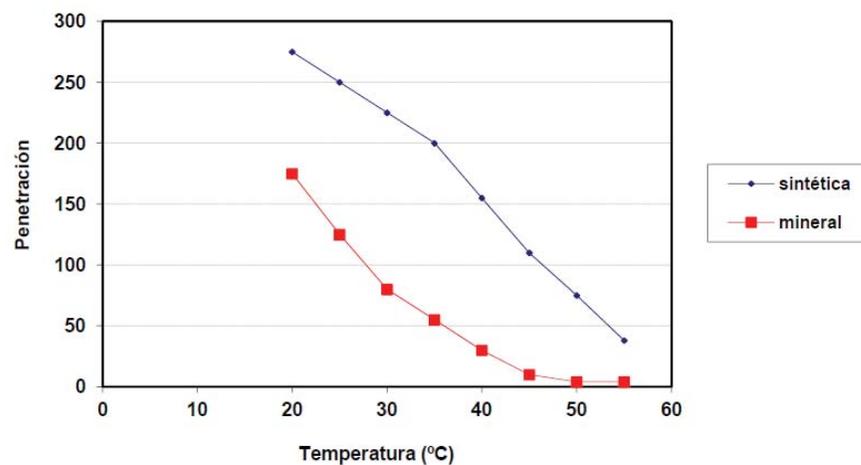


Fig. 2: "Comparación de penetración a diferentes temperaturas para grasas sintéticas y minerales"

Por lo tanto, si se quiere asegurar la bombeabilidad de una grasa a bajas temperaturas, se deberá preferir una grasa que tenga como base un aceite sintético.

Propiedades de diferentes espesantes (tipos de grasa)

Notamos en la tabla que frecuentemente el problema es el "tipo de grasa" o espesante. Aquí podemos ver los tipos más comunes y sus características. Existen variaciones entre marcas por su composición específica y proceso de fabricación.

Espesante/Jabón	Resistencia contra Agua	Resistencia a la Temperatura	Punto de Goteo °C	Velocidad
Calcio	Excelente	Muy Pobre	80 a 100	Pobre
Sodio	Pobre	Bueno	170 a 205	Pobre
Litio	Bueno	Bueno	170 a 205	Bueno
Complejo de Litio, Complejo de Calcio, Complejo de Aluminio	Excelente	Excelente	>260	Bueno
Polyurea	Excelente	Sobresaliente	>260	Excelente
Arcilla (Bentonita)	Excelente	Sobresaliente	No Gotea	Bueno

Tabla 5: "Propiedades de distintos espesantes"

1.3 Camiones con plataformas de lubricación

En este apartado se describirá a grandes rasgos las características del camión y la plataforma que lo contiene, dando a conocer sus dimensiones y partes principales para luego trabajar en el diseño en otro capítulo a mas profundidad.

Características de Fabricación

Diseñada y construida para trabajo pesado bajo estándar minero.

Carrocería

- Carrocería cerrada y aislada de 7 metros de largo x 2,6 metros de ancho, aislamiento en el techo y en los costados, escalera de acceso abatible montada en el interior de la carrocería al costado izquierdo del camión (lado chofer).
- Se complementa con paneles fijos en cada costado en el sector de los estanques, los cuales tienen la función de dar más firmeza y rigidez a la estructura de la plataforma y brindar un acceso rápido para labores de mantención.
- En la carrocería se incluyen 2 cajas de herramientas con iluminación interior.



Fig. 3 : "Camión tipo lubricador techado y con puertas abatibles"

1.3.1 Sistemas principales en la plataforma

a) Sistema de trasvasije de aceites desde estanques

La configuración del sistema es la siguiente:

- Estanques de planchas de acero plegadas y soldadas de 4mm. de espesor
- Indicador de nivel.
- Deflectores Interiores.
- Tapón de purga manual.
- Carretes retractiles dispuestos en gabinete trasero.
- Filtro de venteo de silica gel.
- Calefactor para llevar aceites a t° apta para un buen bombeo de 500 [watt]

b) Sistema para trasvasije de grasa y grasa al punto

La configuración del sistema es la siguiente:

- Bins o estanque metálico para trasvasije y grasa, con deflector interior para evitar que la grasa se cuelgue desde las esquinas, aumentando el rendimiento de equipo.
- Conector de llenado inferior.
- Pie de montaje para bomba de trasvasije de grasa, instalado en el piso de la plataforma.
- Pie de montaje para bomba de grasa al punto, instalado sobre el estanque.
- Tapa de registro superior abisagrada para revisiones periódicas.
- Filtro de venteo de Silica gel.

c) Central hidráulica de potencia

Se instala una central hidráulica de potencia conectada a toma fuerzas (PTO) instalado bajo chasis, dicho sistema cuenta con los siguientes componentes y accesorios:

- Panel de control, instalado en el interior de la cabina del camión.
- Estanque para central hidráulica.
- Válvula limitadora de presión hidráulica.
- Tapón de purga manual.

- Indicador de nivel.
- Filtro de de venteo de silica gel.
- Filtro de retorno.
- Filtro de succión.

Este sistema oleo hidráulico, es el que toma la energía del motor del camión y la transmite a la bomba hidráulica ubicada bajo el chasis.

Los componentes de este circuito se pueden observar en la figura 28

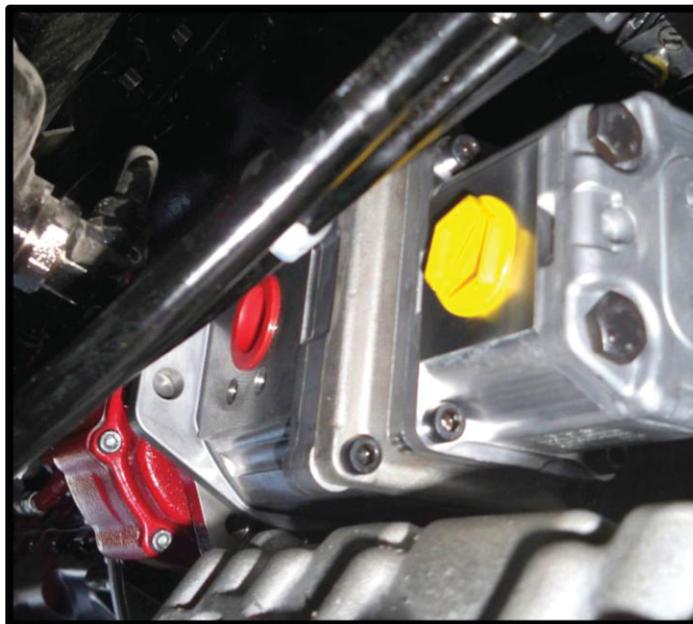


Fig.4: "P.T.O (power take off). y Bomba Hidráulica"

1.4 Equipos mineros y catastro de lubricantes

Existen diversos sectores en la industria de la minería como maquinas en las cuales la lubricación juega un papel importante para la durabilidad y confiabilidad de estas.

Las plataformas de lubricación no se quedan atrás en donde se dirigen a palas hidráulicas y eléctricas, cargadores de distintos tipos, perforadoras y otras maquinas o camiones muy comúnmente llamados línea amarilla, para poder satisfacer sus necesidades.

A continuación mostraremos un catastro de lubricantes (además de la necesidad de un refrigerante) que se usan en algunas aplicaciones típicas:

Palas Hidráulicas

- a) Aceite SAE 15W40
- b) Aceite ISO VG 32
- c) Aceite ISO VG 150
- d) Aceite ISO VG 220
- e) Aceite ISO VG 460
- f) Aceite Hidráulico ISO VG 46
- g) Grasa multipropósito NGLI 2
- h) Refrigerante: Mezcla de agua con glycol.

Palas Eléctricas

- a) Aceite ISO VG32
- b) Aceite ISO VG 46
- c) Aceite ISO VG 680
- d) Grasa multipropósito NGL1 y 2

Cargadores y perforadoras

- a) Aceite 15w40
- b) Aceite ISO VG 680
- c) Aceite ISO VG 460

- d) Aceite ISO VG 220
- e) Aceite ISO VG 150
- f) Aceite ISO VG 32
- g) Aceite Hidráulico ISO VG 46
- h) Grasa multipropósito NGL1
- i) Grasa multipropósito NGL2
- j) Refrigerante

Otros Equipos línea Amarilla (Mini-cargadores, tractores topadores, camiones de obras, compactadores, etc).

- a) Aceite SAE 10W
- b) Aceite SAE 15W40
- c) Aceite SAE 30W
- d) Aceite ISO 680
- e) Aceite SAE 60W
- f) Bins con grasa NGL1
- g) Refrigerante

Podemos decir a grandes rasgos que cada máquina que cuenta con un motor de combustión interna va hacer requerimiento de un lubricante de motor el cual su selección va depender principalmente de las temperaturas de operación según sea el caso.

Para cajas de transmisión o reductora se suelen usar los aceites mas viscosos como por ejemplo los ISO VG 150-220-360-480.

Normalmente en el caso de que la maquina posea sistemas hidráulicos como por ejemplo las perforadoras o palas hidráulicas funcionan con aceites de menor viscosidad como un ISO VG 32 o 46 [sCt] a 40°C .

1.5 Objetivos y alcances

El contexto presentado de equipos mineros y sus catastro de lubricante será presentar una plataforma de lubricación con un sistema con componentes oleo-hidráulicos que darán la fuerza para activar una segunda parte en el cual constara de un sistema neumático, seleccionando cada uno de sus componentes que lo conformaran.

Antes de partir con esto, se propondrá un resumido marco teórico con el objetivo de presentaran aspectos fundamentales, tanto del mundo de la neumática como fuente de energía, como también de la hidráulica o en este caso más específico de la oleo-hidráulica.

Como los camiones tienen estándares, en el cual no pueden sobrepasar cierto nivel de peso en faenas mineras (debido al contenido de lubricantes que si se derraman pueden provocar daños tanto al personal como ambientales), se seleccionara un equipo minero en particular, con el fin de acotar la amplia gama de posibilidades que se pueden presentar y en base a este diseñar nuestra plataforma minera.

Capítulo 2 "Generalidades de la neumática"

2.1 Introducción

Hoy en día la automatización industrial, a través de componentes neumáticos, es una de las soluciones más sencillas, rentables y con mayor futuro de aplicación en la industria, por lo que alcanzar un dominio en el conocimiento de esta técnica requiere una gran inversión de tiempo y un estudio minucioso de ciencias como fundamentos físicos, neumáticos y electro-neumáticos, mecánica de fluidos, entre otros.

2.2 Principales aplicaciones de la neumática en la industria

Dentro de la industria, son numerosas las técnicas utilizadas en la implementación de un sistema de automatización a través de la tecnología neumática, debido a que es una técnica de fácil obtención, el aire comprimido es empleado en la mayor parte de las máquinas modernas puesto que mejora el rendimiento productivo dentro de la industria.

La tecnología neumática tiene como enfoque el estudio del comportamiento y aplicación del aire comprimido, ya que ciertas características de este lo convierten en una herramienta útil para la fabricación y producción.

Varias son las industrias que han implementado esta tecnología como por ejemplo en la industria de lácteos, la neumática es utilizada para el envasado y taponado, etiquetaje de botellas, etc. En las industrias de acero es utilizada para taladrar (mando para sujeción y avance neumático en un dispositivo de taladrar), mando de balanzas (dispositivo de envasado dependiente de la posición de la aguja de la balanza mediante detectores de proximidad), acabado superficial, transformar (desbarbado de fundición en piezas de aluminio), dispositivo de doblado automático, etc.

2.3 Ventajas y desventajas de la neumática

“La neumática es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimientos” motivado a varias de las industrias a implementar dicha tecnología en algunos de sus procesos.

La neumática ofrece en la industria ventajas de operación considerables en la elaboración de sus productos tales como: disponibilidad, compresibilidad y mantenimiento fácil del aire, facilidad de transporte, es a prueba de incendios y explosiones y es de fácil control. La fuerza neumática puede realizar muchas funciones mejor y más rápidamente, de forma más regular y sobre todo durante más tiempo sin sufrir los efectos de la fatiga. Se considera que los circuitos neumáticos son sencillos, de fácil instalación y aplicación en la industria. Esta tecnología tiene su ventaja más importante en la flexibilidad y variedad de aplicaciones en casi todas las ramas de la producción industrial.

La neumática tiene como deficiencia que en circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables, generando altos niveles de ruidos producidos por la descarga del aire hacia la atmósfera, las presiones a las que trabajan normalmente no permiten aplicar grandes fuerzas, no cuentan con mucha potencia y exactitud en sus operaciones; aún así es un excelente medio y tal vez la mejor opción, dependiendo de las características del trabajo, para suministrar energía.

2.4 Aire comprimido como portador de energía, generación, preparación y distribución.

El aire comprimido es la mayor fuente de potencia en las industrias con múltiples ventajas. Es segura, económica, fácil de transmitir movimientos de velocidad.

Algunas aplicaciones son prácticamente imposibles con otros medios energéticos.

El costo del aire comprimido es relativamente económico frente a las ventajas de la productividad que representa.

Para garantizar la fiabilidad de un mando neumático es necesario que el aire

alimentado al sistema tenga un nivel de calidad suficiente. Ello implica considerar los siguientes factores: presión correcta, aire seco, aire limpio.

Si no se acatan estas condiciones, es posible que se originen tiempos más prolongados de inactivación de la maquina y, además, aumentaran los costos de servicio.

2.4.1 Preparación del aire comprimido

En la práctica se presentan muy a menudo los casos en que la calidad del aire comprimido desempeña un papel primordial. Las impurezas en forma de partículas de suciedad u oxido, residuos de aceite, lubricante y humedad dan origen muchas veces a averías en las instalaciones neumáticas y la destrucción de los elementos. Una clasificación en grados de calidad según sea el tipo de aplicación es el camino para poder tener un catalogo que nos permita elegir una presencia correcta según sea la experiencia.

Una clasificación en grados de calidad y una especificación de los diferentes tipos de aplicación ayudan a la determinación de la calidad correcta en cada caso.

2.4.2 Obtención de aire comprimido

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. En un sistema de obtención de aire comprimido se pueden distinguir las siguientes estaciones de tratamiento del aire:

- Filtrado
- Enfriado
- Secado
- Separación de impurezas solidas, liquidas o de vapor de agua.

El equipamiento necesario para la generación y preparación de aire depende de los requisitos y exigencias de calidad del aire comprimido de acuerdo a las estaciones de obtención del mismo relacionando el tipo de contaminación que pueda tener y elemento de preparación según se aprecia en el anexo.

2.4.3 Generación de aire comprimido: concepto y definiciones

Aire comprimido es aire atmosférico que ha sufrido un proceso de compresión, tiene energía acumulada entregada en la compresión, que se transforma en trabajo mecánico al realizar un avance o bien usada para controlar procesos de regulación, mando o medición.

Para ser utilizada industrialmente tiene que ser comprimida a 6 bares. Para facilitar su estado estipularemos que es un gas perfecto, es decir, que cumple:

- Sus moléculas no ofrecen ninguna resistencia para desplazarse entre sí.
- Cuando se encierra en un recipiente a presión, esa presión es transmitida a toda la pared con la que está en contacto, con un mismo valor.

2.4.4 Generación de aire comprimido: Tipos de compresores

Tomando en cuenta que para la generación de aire comprimido tenemos que disponer de un compresor podemos decir que:

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 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 e impulsándola a fluir.

Desglosando la clasificación de compresores según sus características y construcción podemos mencionar los siguientes tipos:

Compresor de émbolo ó pistón

En este compresor el aire es aspirado por una válvula en la carrera de absorción y en la carrera de compresión, luego de alcanzada la presión, se evacua a través de la válvula de escape.

Los compresores de pistón son muy conocidos, son de alta confiabilidad y seguros y se construyen en distintos tipos y rangos de presión y caudales. El rango de potencias que cubre va desde menos de 1/8 a 5000 [hp]. Un compresor es monocilindrico cuando posee un único cilindro; y multi cilíndrico cuando posee varios cilindros que puedes estar conectados en serie, paralelo o una combinación de ambas.

Compresores de émbolo de varias etapas

En compresores de varias etapas es aquel en donde el proceso de compresión del gas se ejecuta parcialmente en una primera cámara de compresión, para luego pasar a una segunda donde se alcanza una mayor presión, y que de ser necesario a una tercera, etc, hasta alcanzar la presión final. De esta forma el rendimiento a presiones mayores es más rentable. En la figura 5 se aprecia el esquema del compresor de émbolo.

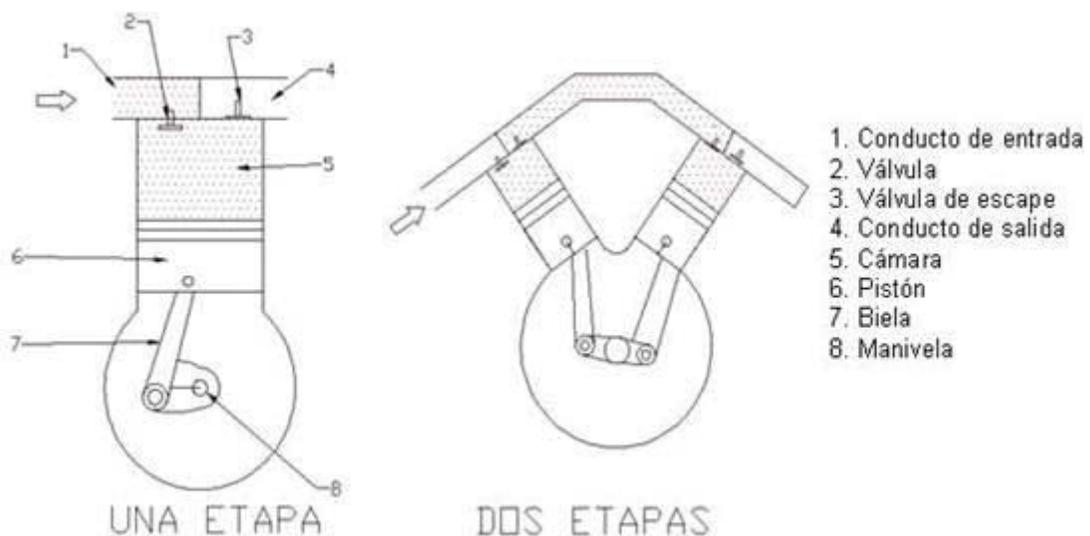


Fig. 5: "Compresor de pistones una etapa y dos etapas respectivamente"

Compresor de tornillo

Este tipo de compresor consiste básicamente en dos rotores helicoidales situados dentro de la carcasa del compresor. Por su movimiento absorben gas que posteriormente se comprime dentro de la cámara formada entre los rotores y la carcasa. Como se observa en la figura 6, los rotores difieren en su forma de manera que ajusten entre sí formando un cierre hermético por el cual no pueda escapar el gas comprimido.

La principal característica de este tipo de compresor es que pueden trabajar con corrientes gaseosas que contengan una cierta cantidad de líquido.

Este tipo de compresor requiere el uso de aceite de lubricación, sirviendo adicionalmente como liquido de sello.

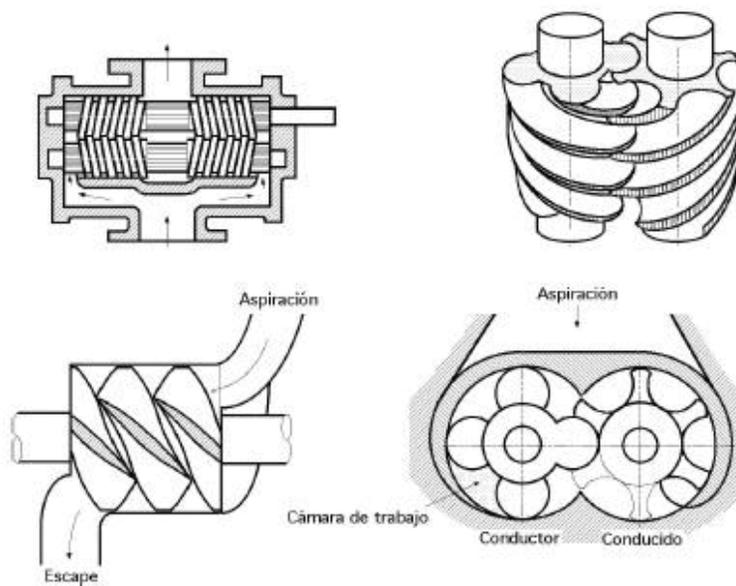


Fig. 6: "Compresor de tornillos helicoidales"

Este tipo de compresor ha adquirido gran importancia debido a su versatilidad, tamaño reducido, escasa mantención, bajas vibraciones y fundaciones pequeñas. Ha reemplazado en muchas aplicaciones a los compresores alternativos.



Fig 7: "Aplicación: de compresor de tornillo bajo chasis"

Compresor de paletas múltiples

Se componen de un rotor cilíndrico con profundas ranuras radiales, que giran excéntricamente respecto a una cavidad cilíndrica formada por la carcasa. En las ranuras del rotor van insertadas unas placas rectangulares que se deslizan radialmente (ver Figura 8).

La aspiración se realiza cuando el volumen de la cámara es grande y resulta la compresión al disminuir el volumen progresivamente hacia la salida.

Pueden obtenerse presiones desde 5 y 50 psig, con capacidades de 56 a 5500 [m³/h] (33 a 3250 CFM).

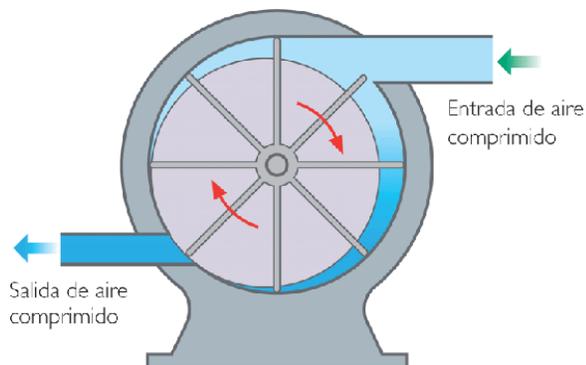


Fig. 8: "Compresor de paletas deslizantes"

Estos compresores se caracterizan por su bajo torque de partida, su diseño compacto, libre de vibraciones y escaza mantención.

Compresores Roots

Formado por dos rotores iguales que habitualmente tiene forma de ocho, aunque existen rotores de 3 lóbulos. Tienen gran aplicación en la sobre alimentación de los motores Diesel o de los sopladores de gases a presión moderada. Este principio permite capacidades que van desde 8,5 a 51000 [m³/h] y presiones sobre 12 [pisg]. Con dos etapas supera los 20 [pisg].

Su desventaja es que su rendimiento no es muy alto, contando además que el aire se calienta mucho.

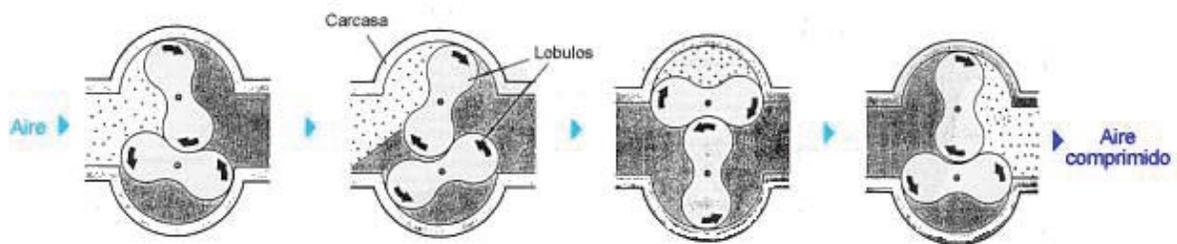


Fig. 9: "Funcionamiento de compresor Roots"

Compresor Axial

Son equipos dinámicos o de desplazamiento negativo, en los cuales el aire pasa a través de los alabes y se transforma en alta velocidad pasando luego en su última etapa por un difusor, y transformando a esta energía de aire en presión. Entre las ventajas se pueden citar , mayores relaciones de compresión y de rendimiento con respecto a los compresores centrífugos.

Las principales desventajas del compresor axial es su costo y su relativamente menor robustez, dada la fragilidad de los alabes (comparado con el rotor centrifugo de una pieza).

Compresores radiales

Los compresores radiales son, al igual que los compresores axiales equipos dinámicos, en los cuales se convierte a la energía de movimiento en presión.

En este caso la aspiración es axial, luego el aire cambia de dirección y se entrega en forma radial, los compresores radiales también se utilizan para lograr grandes caudales.

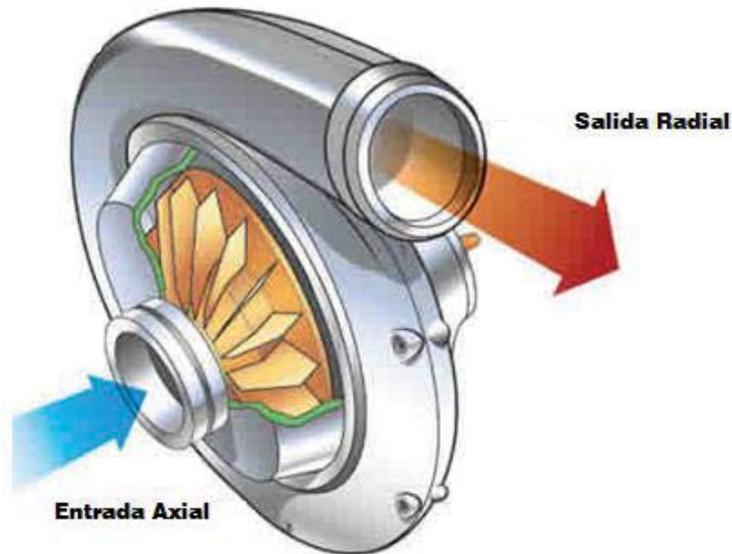


Fig. 10: "Compresor Radial"

Su velocidad de operación es del orden de 20.000 [rpm] los de tipo comercial y de 50.000 a 100.000 [rpm] los de aviación.

2.4.5 Instalaciones de aire comprimido

La finalidad de un sistema de canalización de aire comprimido es distribuir aire comprimido a los puntos en que se utiliza. El aire comprimido tienen que distribuirse con un volumen suficiente, la calidad y la presión adecuadas para propulsar correctamente los componentes que utilizan el aire comprimido.

Un sistema de aire comprimido mal diseñado puede aumentar los gastos de energía, provocar los fallos en los equipos, reducir el rendimiento de la producción y aumentar los requisitos de mantenimiento. En general suele considerarse que los costes adicionales realizados en la mejora del sistema de canalización de aire comprimido resultarán rentables muchas veces durante la vida del sistema. A continuación según la Figura 11 se muestra las estaciones de paso de obtención de aire comprimido.

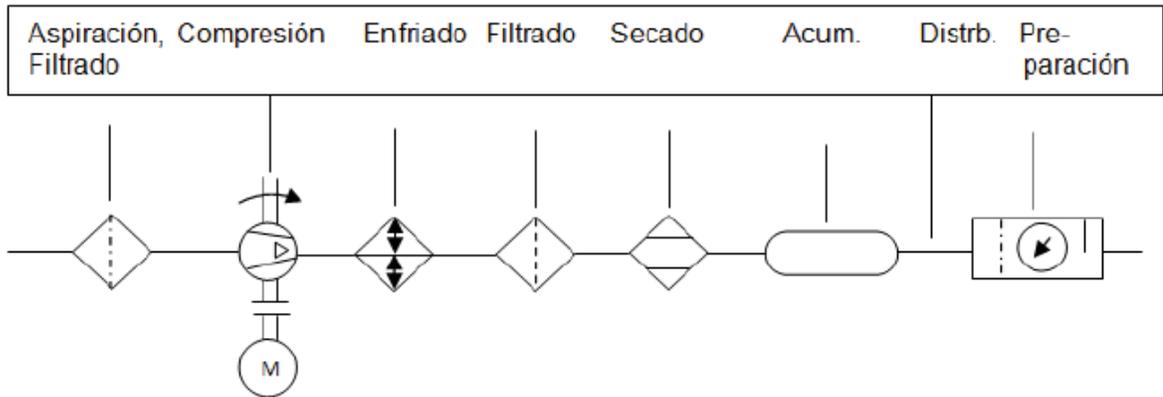


Fig. 11: "Etapas de obtención de aire comprimido"

2.4.6 Tratamiento de aire comprimido

El aire comprimido necesita eliminar impurezas y humedad ambiental por lo que es necesario utilizar unidades de mantenimiento ya que de ello dependerá la vida útil de los elementos del sistema. Y es así que la gran diversidad de aplicaciones del aire comprimido crea necesidades de limpieza diferentes para cada una de ellas. Si hay que filtrar el aire a fondo, deberán preverse más etapas de filtrado. Si se decide utilizar solamente un filtro fino, deberá asumirse una vida útil corta del elemento filtrante y, por tanto, mayores costes de mantenimiento. Más adelante se cita elementos con que está compuesta una unidad de mantenimiento para el tratamiento de aire comprimido.

2.4.6.1 Filtro

El filtrado ocurre en dos etapas. La separación preliminar es provocada por una rotación a la que está expuesto el aire, generada por un deflector de chapa a la entrada en definitiva una fuerza centrífuga (ver figura 12). La separación fina se produce a través de una cápsula filtrante.

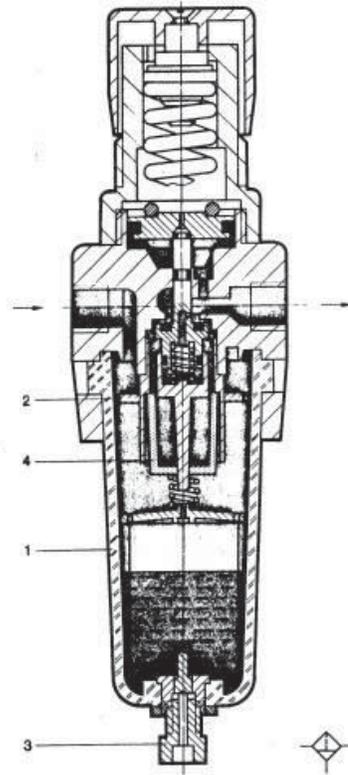


Fig. 12: "Filtro"

En la figura 12 se muestra el camino del aire a través del filtro, primero para entrar, en el recipiente (1) el aire comprimiendo tiene que atravesar la chapa deflectora (2). Como consecuencia se somete a un proceso de rotación. Los componentes líquidos y las partículas grandes de suciedad se desprenden por el efecto de la fuerza centrífuga y se acumulan en la parte inferior del recipiente.

En el filtro sintetizador (4) sigue la depuración del aire comprimido.

Dicho filtro separa otras partículas de suciedad, el cual debe ser sustituido o limpiado de vez en cuando.

2.4.6.2 Regulador de presión

El regulador de presión tiene la misión de mantener la presión constante en el sistema. Esto no puede lograrse si la presión regulada (presión secundaria) es menor al punto de presión más bajo del sistema de alimentación (presión primaria).

Un regulador puede disminuir la presión pero no puede elevarla.

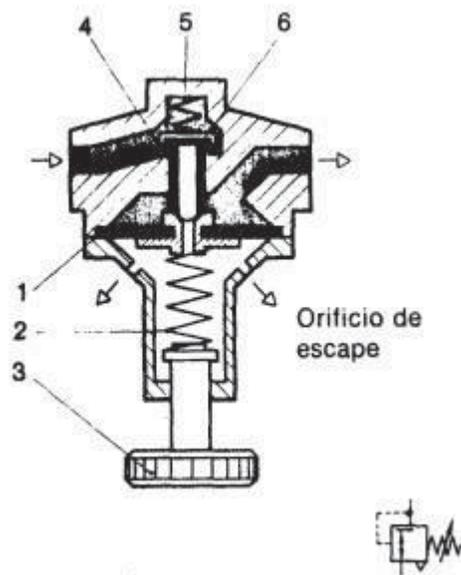


Fig. 13: "Regulador de presión"

La presión regulada por la membrana (1), que es sometida, por un lado a la presión de trabajo y por el otro a la fuerza de un resorte (2), ajustable por medio de un tornillo (3).

A medida que la presión de trabajo aumenta, la membrana actúa contra la fuerza del muelle. La sección de paso en el asiento de válvula (4) disminuye hasta que la válvula cierra el paso por completo. En otros términos, la presión es regulada por el caudal que circula.

2.4.6.3 Lubricador

El lubricador tiene por función lubricar a todos los componentes de trabajo y de control, el aporte de aceite se logra a través de un tubo de ascenso, del cual cae el flujo de aire en forma de gotas y debido a la alta velocidad traída por el aire se pulveriza.

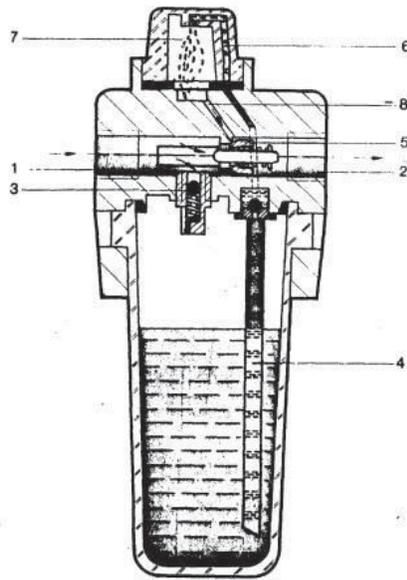


Fig. 14: "Lubricador"

El lubricador no trabaja hasta que la velocidad del flujo es suficientemente grande. Si se consume poco aire, la velocidad del flujo en la tobera no alcanza para producir una depresión suficiente y aspirar el aceite del depósito.

En la figura (Fig. 14) se muestra, como el aire comprimido atraviesa el aceitador desde la entrada (1) hasta la salida (2). Por el estrechamiento de sección en la válvula (5), se produce una caída de presión. En el canal (8) y en la cámara de goteo (7) se produce una depresión (efecto de succión). A través del canal (6) y del tubo elevador (4) se aspiran gotas de aceite. Estas llegan, a través de la cámara de goteo (7) y del canal (8) hasta el aire comprimido, que afluye hacia la salida (2). Las gotas de aceite son pulverizadas por el aire comprimido y llegan en este estado hasta el consumidor.

La sección de flujo varía según la cantidad de aire que pasa y varía la caída de presión, o sea, varía la cantidad de aceite. En la parte superior del tubo elevador (4) se puede realizar otro ajuste de la cantidad de aceite, por medio de un tornillo. Una determinada cantidad de aceite ejerce presión sobre el aceite que le encuentra en el depósito, a través de la válvula de retención (3).

Capítulo 3: "Generalidades de la Hidráulica"

La Hidráulica es una rama de la ingeniería que abarca el estudio de la presión y el caudal de los fluidos así como sus aplicaciones. Se puede dividir en Hidráulica de agua o de aceite (Oleo-hidráulica).

3.1 Historia

Arquímedes, hacia el año 250 A.C., investigó alguno de los principios de la hidráulica, cuyas técnicas ya se empleaban con anterioridad, principalmente en sistemas de distribución de agua por ciudades. Desde entonces se fueron desarrollando diversos aparatos y técnicas para el movimiento, trasvase y aprovechamiento del agua. Finalmente en el año 1653 el científico francés Pascal descubrió el principio según el cual la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente se transmite por igual en todas direcciones. En el siglo XVIII Joseph Bramah construyó el primer mecanismo hidráulico basado en la ley de Pascal: se trataba de una prensa hidráulica con un gran cilindro que movía un vástago en cuyo extremo se aplicaba al material a prensar; la presión necesaria se obtenía por medio de una bomba manual y el líquido empleado fue agua. Ya en el siglo XX se descubrió que el empleo de aceites en lugar de agua facilitaba la lubricación de las piezas móviles de los componentes del sistema, al tiempo que se disminuía la oxidación de los mismos y las fugas de fluido, de ahí el nombre de Oleo-hidráulica o Hidráulica de aceite. Actualmente la Oleo-hidráulica y la Neumática son las dos técnicas más empleadas para la transmisión de energía, y en muchas de sus aplicaciones se combinan con controles electrónicos para proporcionar movimientos precisos y controlados.

3.2 Aplicaciones

La hidráulica estudia la transmisión de la energía empujando un líquido. Es sólo un medio de transmisión, no una fuente de potencia que sería el accionador primario (motor eléctrico, motor de explosión, tracción animal, etc.).

La energía generada por esta fuente primaria se transmite al fluido que la transporta hasta el punto requerido, volviendo a convertirla en energía mecánica por medio de un accionador.

El elemento del circuito que absorbe la energía mecánica, de la fuente de potencia, y la transforma en hidráulica es la bomba del circuito.

Los accionadores que posteriormente transforman la energía hidráulica en mecánica pueden ser motores o cilindros, según se desee obtener un movimiento rotativo o lineal respectivamente, y entre los elementos de bombeo y los accionadores se intercalarán los elementos de regulación y control necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

En resumen: un motor proporciona una determinada energía mecánica a una bomba, y ésta, según la energía que recibe, suministra una determinada energía hidráulica, la cual se transfiere bajo forma de caudal y presión y mediante un fluido hidráulico, a un pistón donde se vuelve a transformar en la energía mecánica necesaria para realizar un trabajo. La figura 15 representa esquemáticamente un sistema de transmisión de energía.

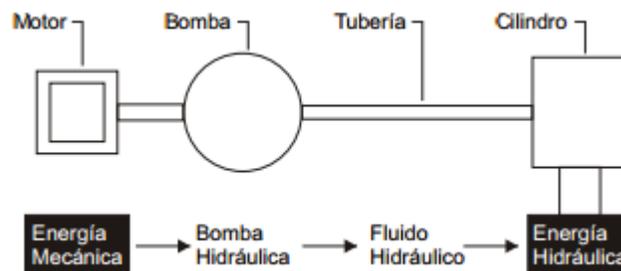


Fig. 15: "Sistema de transmisión de Energía"

3.3 Componentes de un Sistema

Los componentes de un sistema son todos aquellos elementos que incorpora el sistema para su correcto funcionamiento, mantenimiento y control, y pueden agruparse en cuatro grupos:

- Bombas o elementos que transforman la energía mecánica en hidráulica.
- Elementos de regulación y control, encargados de regular y controlar los parámetros del sistema (presión, caudal, temperatura, dirección, etc.).
- Accionadores, que son los elementos que vuelven a transformar la energía hidráulica en mecánica.
- Acondicionadores y accesorios, que son el resto de elementos que configuran el sistema (filtros, intercambiadores de calor, depósitos, acumuladores de presión, manómetros, etc.)

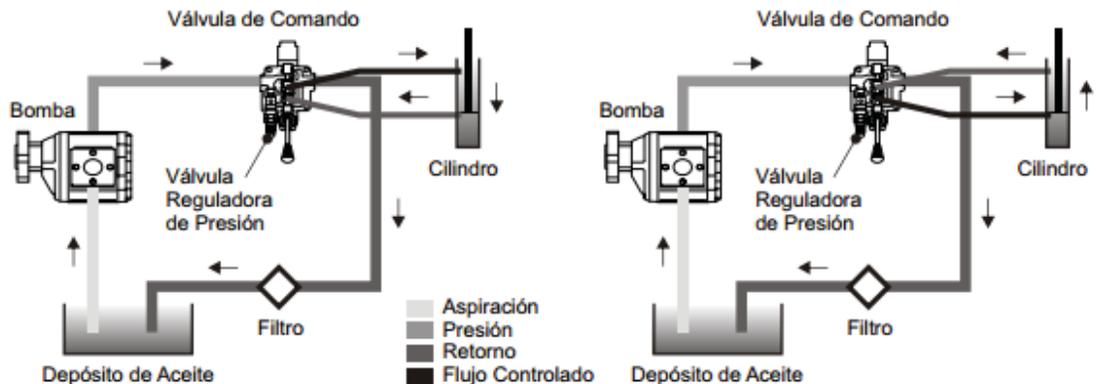


Fig. 16: "Circuito hidráulico básico"

La figura 16 muestra un circuito hidráulico básico. Una Bomba Hidráulica provoca la circulación de un líquido apropiado, alimentándose desde un depósito que asegura un abastecimiento continuo. Una válvula de comandos canaliza el líquido según las condiciones impuestas al sistema. Finalmente el receptor (cilindro ó motor

hidráulico), recibirá ese líquido en circulación y lo transformará en trabajo efectivo cuando así se lo desee.

En la práctica, este conjunto se completa mediante tuberías filtros, conexiones y en casos más complejos incorporando otros tipos de válvulas según los fines perseguidos.

3.4 Bombas Hidráulicas

La bomba es probablemente el componente más importante y menos comprendido del sistema hidráulico. Su función consiste en transformar la energía mecánica en energía hidráulica, impulsando el fluido hidráulico en el sistema.

Las bombas se fabrican en muchos tamaños y formas, mecánicas y manuales, con muchos mecanismos diferentes de bombeo y para aplicaciones muy distintas. No obstante, todas las bombas se clasifican en dos categorías básicas: hidrodinámica e hidrostática.

3.4.1 Bombas hidrodinámicas

Las bombas hidrodinámicas o de desplazamiento negativo tales como los tipos centrífugos o de turbina, se usan principalmente para transferir fluidos donde la única resistencia que se encuentra es la creada por el peso del mismo fluido y el rozamiento.

Aunque estas bombas suministran un caudal uniforme y continuo, su desplazamiento disminuye cuando aumenta la resistencia. Es, de hecho, posible bloquear completamente el orificio de salida en pleno funcionamiento de la bomba.

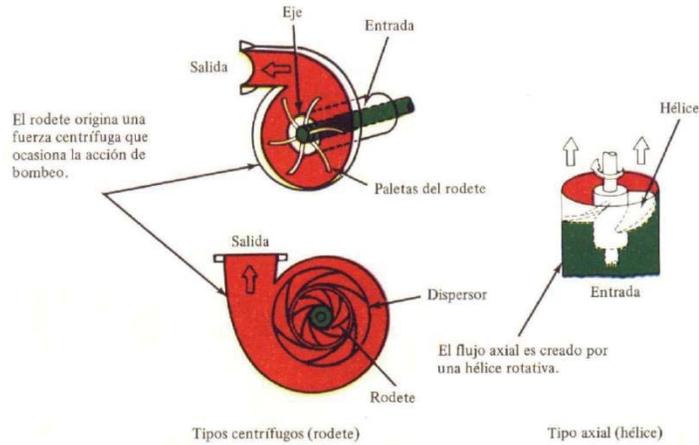


Fig. 17: "Bomba de desplazamiento no positivo"

3.4.2 Bombas Hidrostáticas

Como indica su nombre, las bombas hidrostáticas o de desplazamiento positivo suministran una cantidad determinada de fluido en cada carrera, revolución o ciclo. Su desplazamiento, exceptuando las pérdidas por fugas, es independiente de la presión de salida, lo que las hace muy adecuadas para la transmisión de potencia.

3.4.2.1 Bombas de engranajes

Una bomba de engranajes externos como se ve en la figura 18 produce caudal al transportar el fluido en las cámaras formadas por el espacio entre los dientes de los engranajes, el cuerpo de la bomba y las placas laterales.

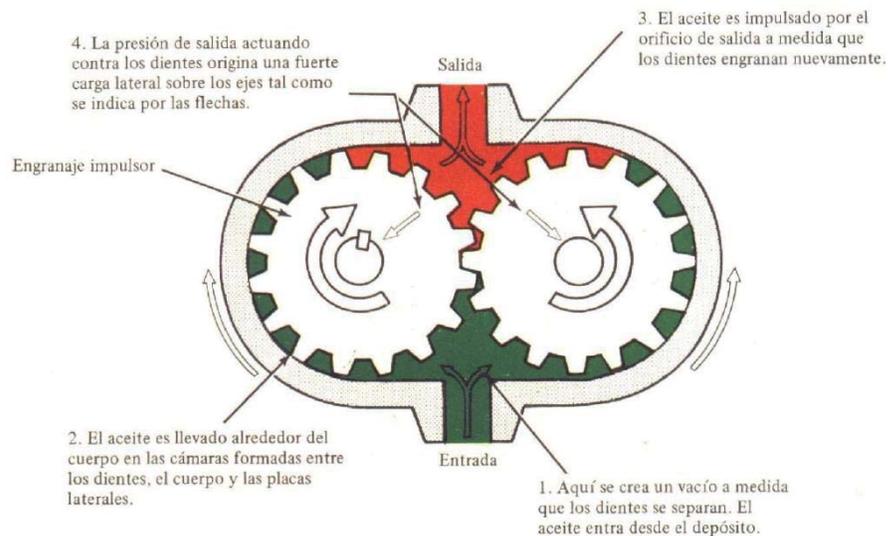


Fig. 18: " Funcionamiento básico de una bomba de engranajes externos"

3.4 Bomba de lóbulos

Las bombas de lóbulos son bombas rotativas de engranajes externos, que difieren principalmente de éstas en la forma en que son accionados los engranajes (en este caso lóbulos). Mientras en la bomba de engranajes externos un engranaje hace girar al otro, en las bombas de lóbulos ambos son accionados independientemente por medio de un sistema de engranajes, externo a la cámara de bombeo.

3.4.2.2 Bomba de tornillos

En este tipo de bombas, un rotor en forma de espiral gira excéntricamente en el interior de un estator.

El caudal a través de una bomba de tornillos es axial, y va en el sentido del rotor motriz. El fluido en este tipo de bombas no gira, sino que se mueve linealmente.

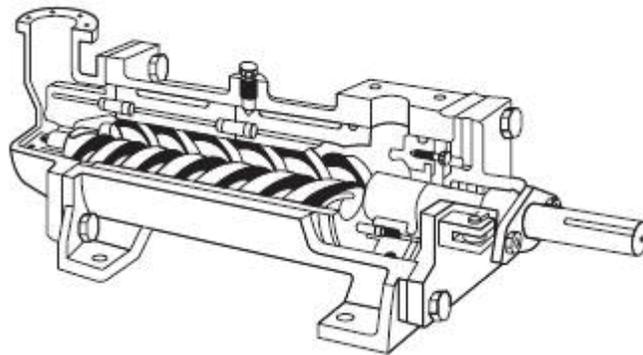


Fig. 19: "Bomba de tornillo en corte"

3.4.2.3 Bomba de paletas

El principio de funcionamiento de una bomba de paletas está ilustrado en la figura 20. Un rotor ranurado está acoplado al eje de accionamiento y gira dentro de un anillo ovalado. Dentro de las ranuras del rotor están colocadas las paletas, que siguen la superficie interna del anillo cuando el rotor gira. La fuerza centrífuga y la presión aplicada en la parte inferior de las paletas las mantienen apoyadas contra el anillo. Las cámaras de bombeo se forman entre las paletas, rotor, anillo y las dos placas laterales.

Un vacío parcial se crea a la entrada de la bomba a medida que va aumentando el espacio comprendido entre el rotor y el anillo. El aceite que entra en este espacio queda encerrado en las cámaras de bombeo y es impulsado hacia la salida cuando

este espacio disminuye. El desplazamiento de la bomba depende de la anchura del anillo y del rotor y de la separación entre los mismos (fig. 21).

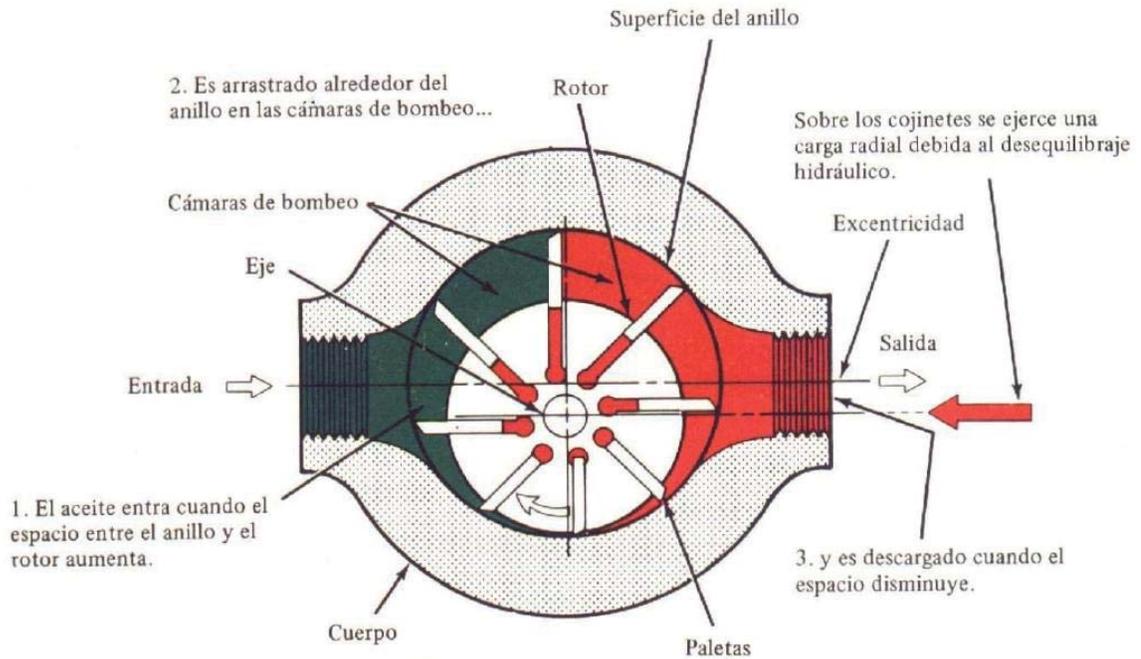
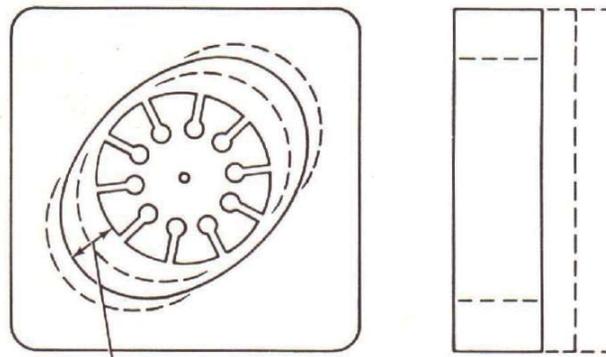


Fig. 20 "Funcionamiento de la bomba de paletas no equilibrada hidráulicamente"



Las dimensiones del anillo determinan el tamaño de las cámaras de bombeo.

Fig.21: "Variación de desplazamiento de una bomba de paletas"

Diseño no equilibrado

La construcción de la bomba, mostrada en la figura 20, es del tipo no equilibrado hidráulicamente y el eje está sometido a cargas laterales, procedentes de la presión que actúa sobre el rotor.

El diseño no equilibrado se aplica principalmente a las bombas de caudal variable.

El desplazamiento de esta bomba puede variar mediante un control externo, tal como un volante o un compensador hidráulico. El control desplaza el anillo haciendo variar la excentricidad entre éste y el rotor, reduciendo o aumentando así las dimensiones de la cámara de bombeo.

Diseño equilibrado

En este diseño el anillo es elíptico en vez de ser circular, lo que permite utilizar dos conjuntos de orificios internos (fig. 22). Los dos orificios de salida están separados entre sí 180° de tal forma que las fuerzas de presión sobre el rotor se cancelan, evitándose así las cargas laterales sobre el eje y los cojinetes.

El desplazamiento de la bomba equilibrada hidráulicamente no puede ajustarse, aunque se dispone de anillos intercambiables (fig.21) con elipses distintas, haciendo así posible modificar una bomba para aumentar o disminuir su caudal.

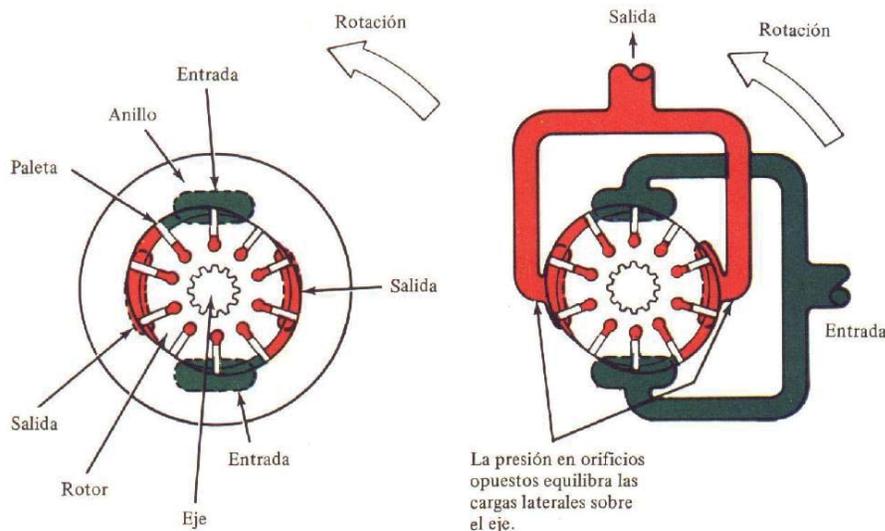


Fig. 22. "Bomba de paletas equilibrada hidráulicamente"

3.4.2.4 Bomba de pistones

Todas las bombas de pistones funcionan según el principio de que un pistón, moviéndose alternativamente dentro de un orificio, aspirará fluido al retraerse y lo expulsará en su carrera hacia adelante.

Los dos diseños básicos son radial y axial; ambos están disponibles con desplazamiento fijo o variable. Una bomba radial tiene los pistones dispuestos radialmente en un bloque de cilindros o barrilete (fig. 23), mientras que en las unidades axiales, los pistones son paralelos entre sí y con el eje de barrilete. Existen dos versiones para este último tipo: en línea (con una placa inclinada) y en ángulo.

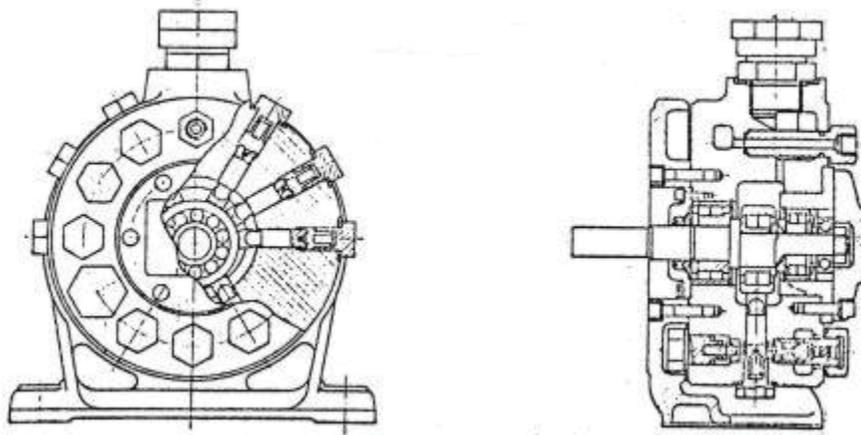


Fig. 23: "Bomba de pistones radiales"

3.5 Motores Hidráulicos

Los motores hidráulicos son los elementos destinados a transformar la energía hidráulica en energía mecánica rotativa.

Los motores funcionan en forma inversa a la de las bombas. En éstos la presión y el caudal obligan al elemento impulsor a realizar un movimiento que se transforma en rotativo.

Existen tantos tipos de motores hidráulicos como de bombas, y en algunos casos pueden emplearse las bombas como motores (cuando éstos giran en un sólo sentido o cuando las bombas están especialmente diseñadas para ello).

En el caso de querer usar una bomba hidráulica como motor, y si éste debe girar en dos sentidos, se ha de incorporar un drenaje directo a tanque para eliminar la presión que se produce en el interior de la carcasa al convertirse la vía de retorno y de lubricación del retén (sin presión) en vía de admisión (presurizada). Además, se ha de verificar que, por su diseño, esta bomba resista presión en la que sería la línea de aspiración.

En todos los motores hidráulicos se recomienda que el drenaje se conecte directamente al depósito, sin pasar por otras líneas de retorno o por filtros que pudieran crear contrapresiones en el drenaje; y el consiguiente exceso de presión en el retén del eje.

3.6 Deposito o Tanque hidráulico

El principal objetivo de los tanques hidráulicos es garantizar que el sistema hidráulico tenga siempre un amplio suministro de aceite.

Los tanques también se utilizan para otros fines: las paredes de los tanques disipan el calor que se acumula en el aceite hidráulico, y los deflectores de los tanques ayudan a separar el aire y a la condensación del aceite. Además, algunos contaminantes se asientan en el fondo del tanque, de donde se pueden extraer.

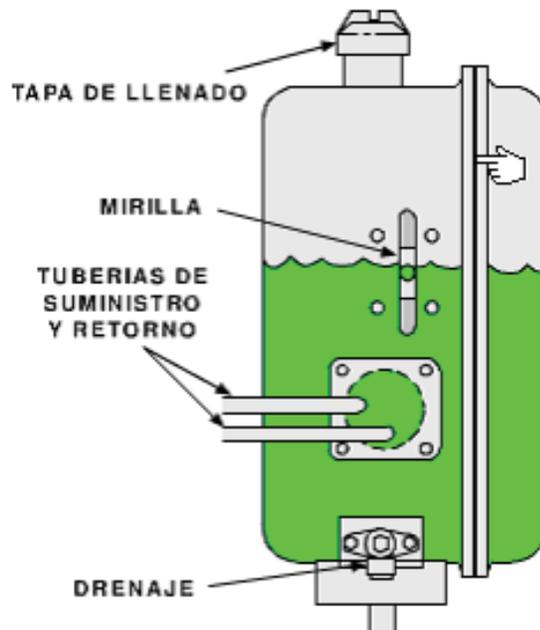


Fig. 24: "Deposito Hidráulico"

- La principal función del tanque hidráulico es almacenar aceite.
- El tanque también debe eliminar calor y aire al aceite.
- Deben tener resistencia y capacidad adecuadas, y no dejar la suciedad externa.
- Los tanques hidráulicos generalmente son herméticos.

Tipos de aceites hidráulicos

En los sistemas hidráulicos móviles se utilizan dos tipos de tanques:

1. El tanque ventilado: respira, permitiendo que haya compensación de presión cuando se producen cambios en los niveles de aceite y de temperatura.

2. Los tanques presurizados: están sellados de la atmósfera, evitando que penetre en ellos la suciedad y la humedad. La presión interna también empuja el aceite hacia la bomba, evitando la cavitación de la misma. Algunos tanques presurizados tienen bombas de aire externas que presurizan el tanque, otros utilizan la presión que se genera naturalmente a medida que se calienta el fluido hidráulico.



Fig. 25: "Simbología ISO para tanques"

La figura 25 muestra los símbolos ISO para tanques ventilados y tanques presurizados.

CALCULAR EL DEPOSITO DE UN TANQUE HIDRAULICO:

Tamaño del tanque (litros) = caudal de la bomba (litros /mín.) x 2 ó 3.

3.7 Fluidos Hidráulicos

La selección y el cuidado que se tenga con el fluido hidráulico de una máquina tienen un efecto importante sobre su funcionamiento y sobre la duración de sus componentes hidráulicos.

3.7.1 Objetivos del fluido

El fluido tiene 4 objetivos principales: transmitir potencia, lubricar las piezas móviles, minimizar las fugas y enfriar o disipar el calor.

Transmisión de potencia

Como medio transmisor de potencia, el fluido debe poder circular fácilmente por las líneas y orificios de los elementos. Demasiada resistencia al flujo origina pérdidas de potencia considerables. El fluido también debe ser lo más incompresible posible de forma que cuando se ponga en marcha una bomba o cuando se actúe una válvula la acción sea instantánea.

Lubricación

En la mayoría de los elementos hidráulicos, la lubricación interna la proporciona el fluido. Los elementos de las bombas y otras piezas desgastables se deslizan unos contra otros sobre una película de fluido (fig. 26). Para que la duración de los componentes sea larga, el aceite debe contener los aditivos necesarios para asegurar buenas características anti desgaste. No todos los aceites hidráulicos contienen estos aditivos.

Estanqueidad

En muchos casos, el fluido es el único cierre contra la presión dentro de un componente hidráulico. En la figura 26 , no hay anillo de cierre entre la corredera de la válvula y el cuerpo para reducir las fugas entre los pasajes de alta y baja presión. El ajuste mecánico y la viscosidad del aceite determinan el porcentaje de las fugas.

Enfriamiento

La circulación del aceite a través de las líneas y alrededor de las paredes del depósito disipa parte del calor generado en el sistema.

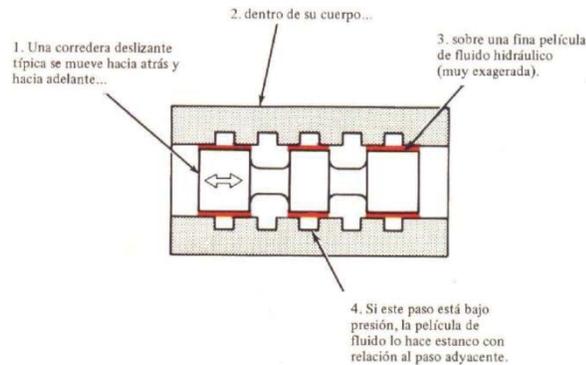


Fig. 26: "El fluido lubrica las piezas móviles"

3.7.2 Requerimientos de calidad

Además de estas funciones fundamentales, el fluido hidráulico puede tener otros requerimientos de calidad tales como:

- Impedir la oxidación
- Impedir la formación de lodo, goma y barniz
- Mantener su propia estabilidad y, por consiguiente, reducir el costo del cambio de fluido
- Mantener un índice de viscosidad relativamente estable entre amplios límites de temperatura
- Impedir la corrosión y la formación de picaduras
- Separar el agua
- Compatibilidad con cierres y juntas

3.7.3 Propiedades del fluido

Consideramos a continuación las propiedades de los fluidos hidráulicos que les permiten realizar sus funciones fundamentales y cumplir con algunos o todos sus requerimientos de calidad.

Viscosidad

La viscosidad es la medida de la resistencia del fluido a la circulación del mismo.

Si un fluido circula con facilidad, su viscosidad es baja, también se puede decir que el fluido es fino, o que tiene poca consistencia o poco cuerpo.

Un fluido que circula con dificultad tiene una viscosidad alta. Es grueso o tiene mucha consistencia.

Punto de fluidez

El punto de fluidez es la temperatura más baja a la que un líquido puede fluir. Es una especificación muy importante si el sistema hidráulico está expuesto a temperaturas extremadamente bajas. Como regla general, el punto de fluidez debe estar 10° C por debajo de la temperatura más baja de utilización.

Capacidad de lubricación

Es deseable que las piezas móviles del sistema hidráulico tengan una holgura suficiente para que puedan deslizarse sobre una película de fluido (fig.27). Esta condición se llama lubricación completa. Si el fluido tiene una viscosidad adecuada, las pequeñas imperfecciones de las superficies de las piezas metálicas no se tocarán. Sin embargo, en equipos de alta precisión, las altas presiones y velocidades, juntamente con holguras finas, originan que la película del fluido se haga muy delgada, originándose entonces una condición límite de lubricación. Aquí puede haber contacto metal-metal entre las crestas de las dos superficies en contacto y se necesita un aceite con propiedades químicas especiales.

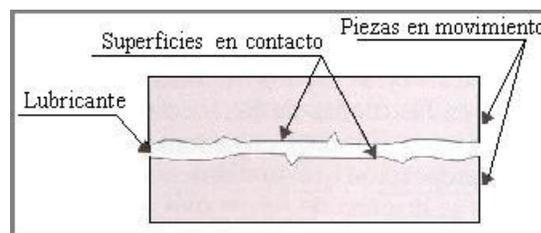


Fig.27:" La película de lubricante impide el contacto de las piezas"

Resistencia a la oxidación

La oxidación o reacción química con el oxígeno es un factor importante que reduce la vida o duración de un fluido. Los aceites de petróleo son particularmente susceptibles a la oxidación ya que el oxígeno se combina fácilmente con el carbono y el hidrógeno que forman parte de la composición química de los aceites.

La mayoría de los productos de la oxidación son solubles en el aceite y tienen lugar reacciones entre ellos, formándose goma, lodo o barniz, que, debido a su acidez, pueden originar corrosión en el sistema, además de aumentar la viscosidad del aceite.

Los productos de oxidación que son insolubles taponan orificios, aumentan el desgaste y hacen que las válvulas se agarroten.

Catalizadores

Hay siempre un número de catalizadores de oxidación en el sistema hidráulico. El calor, la presión, los contaminantes, el agua, las superficies metálicas y la agitación, todos ellos aceleran la oxidación una vez que ésta empieza.

Es particularmente importante la temperatura. La experiencia ha demostrado que a temperaturas inferiores a 57°C el aceite se oxida muy lentamente. Pero la velocidad de oxidación (o cualquier otra reacción química) se dobla aproximadamente por cada aumento de 10° C.

Los fabricantes de aceite hidráulico añaden aditivos para resistir a la oxidación, ya que muchos sistemas trabajan a temperaturas muy altas.

Capítulo 4: "Elección de equipo minero: Palas Electro-mecánicas"

- Marca: P&H
- Modelo: 4100 XPC



Fig. 28: "Modelo referencial Pala electro-Mecánica P&H 4100 XPC"

Para minería a cielo abierto, con la disminución de las leyes de los yacimientos, el incremento de distancia, entre otros factores, ha favorecido el gigantismo para todo tipo de equipos, particularmente de perforadoras, camiones y palas de cable eléctricas.

Para las palas de cables de cable en Chile, el mercado de equipos y servicios esta distribuido entre las marcas P&H y Caterpillar. Las capacidades máximas de ambos fabricantes, para minería de cobre, son de 73 yardas cubicas, capaces de cargar hasta 120 toneladas por pase, cargando camiones de extracción de 360 toneladas métricas, con sólo 4 pases. En términos de potencia, estos equipos tienen hasta 3.750 KW, masa de 1.536 toneladas. Los modelos P&H 4100 XPC AC y Caterpillar 7495 (495 HR2 Bucyrus Erie), son los modelos de mayor capacidad actualmente en la minería nacional.

En forma gradual, ha aparecido la competencia de las palas hidráulicas, ya sea en

versiones diesel o eléctricas, con capacidades de hasta 55 yardas cúbicas, siendo el modelo PC8000 de Komatsu, la pala hidráulica de mayor capacidad en Chile (720 toneladas de masa total, versión diesel y eléctrica).

A mayo de 2012, para las palas de cable electromecánicas, de más de 50 yardas de capacidad, el mercado es dominado por P&H, con 56 unidades, respecto de 42 de Caterpillar (57,1% de P&H). La tabla 6 resume la cantidad de equipos por empresa Minera en Chile.

	4100 XPC AC	4100 XPC DC	4100 XPB	4100 A	2800 XPB XPA	Total	495 HR	495 B	Total
Antofagasta Minerals		3	3	2		8			0
Anglo American						0	3	3	6
Barrick Gold Copr.				3		3	2		2
BHP Billiton	1	1	8		1	11	8	6	14
Codelco	3	2	5	5	4	19	7		7
Free Port Mc Moran				5	5	10			0
Lumina Copper	1					1			0
Quadra						0	4		4
Xstrata Copper	2				2	4	4	5	9
Total	7	6	16	15	12	56	28	14	42

Tabla 6: "Compañías Minedas y Cantidad de Palas Eléctricas"

Nuestro propósito es centrarse en la pala electro-mecánica P&H, con estanques de lubricación centralizado de menor capacidad que los que poseen las palas hidráulicas. Nuestra plataforma va llevar sistemas dispensadores o de trasvasije pensadas en cubrir estas necesidades.

4.1 Generalidades de lubricación Pala P&H 4100

Esta pala está equipada con un sistema de lubricación centralizado Lincoln. El sistema se caracteriza por presentar dos bombas, cada una con dos zonas de lubricación, es decir, de dos bombas y cuatro zonas.

- a) El sistema de engrase superior el cual suministra grasa multipropósito a la zona superior, incluyendo la torna mesa y la pluma.

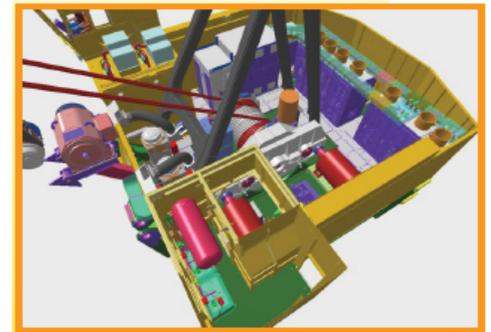
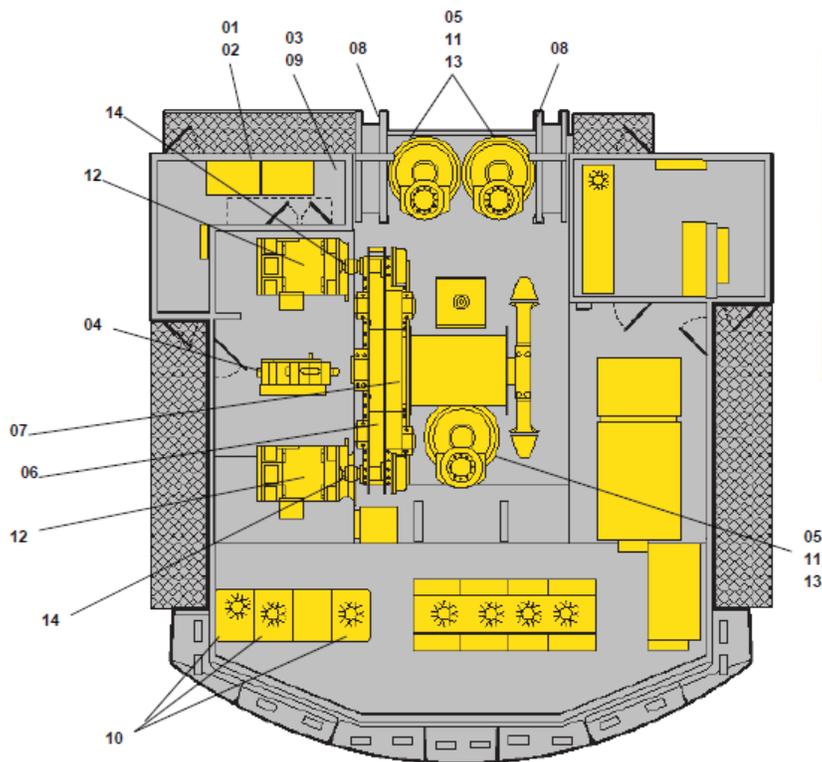


Fig. 29: "Diagrama de lubricación del chasis superior de la pala 4100XPC – Puntos de servicio"

En la siguientes tabla se presentan intervalos de tiempos recomendados para cada sección mostrada en el chasis superior de la figura anterior 29, junto al servicio requerido para cada elementos.

Intervalo de tiempo	Punto de servicio	Identificación	Servicio Requerido
CADA 8 HORAS O DIARIO	1	Tanque de grasa	Revisar y/o llenar
	2	Tanque de aceite	Revisar y/o llenar
	3	Lubricación del sistema de aire	Revisar y/o llenar
	4	Compresor de aire	Revisar y/o llenar
	5	Caja de engranajes de giro	Revisar y/o llenar
	6	Caja de engranajes de levante	Revisar y/o llenar
	9	Tanque hidráulico	Revisar y/o llenar
Ver nota 1	7	Sello del tambor de levante	Lubricar
Ver nota 1	8	Todos los pasadores sin graseras, todas las palancas, bisagras y varillajes	Lubricar
Cada 90 días	4	Compresor de aire	Drenar y volver a llenar el cárter
Cada 250 horas	10	Ventiladores del gabinete eléctrico	Lubricar
Cada 2000 Horas	11	Motores de giro	Según placa de lubricación del motor
	12	Motores de levante	Según placa de lubricación del motor
	13	Coplones de los motores de giro	Lubricar
	14	Coplón del motor de levante	Lubricar
Cada cambio de temporada o dos veces al año con muestreo periódico	6	Caja de engranajes de levante	Drenar y volver a llenar, tomar muestra y analizar aceite
	5	Caja de engranajes de giro	
Cada 5000 horas	15	Engranaje reductor bomba lubricación de levante	Revisar nivel de aceite

Nota 1: El intervalo de tiempo depende de la operación de la pala de minería y de las influencias corrosivas y/o abrasivas.

Tabla 7: "Identificación de las partes de servicio - Intervalos de mantención"

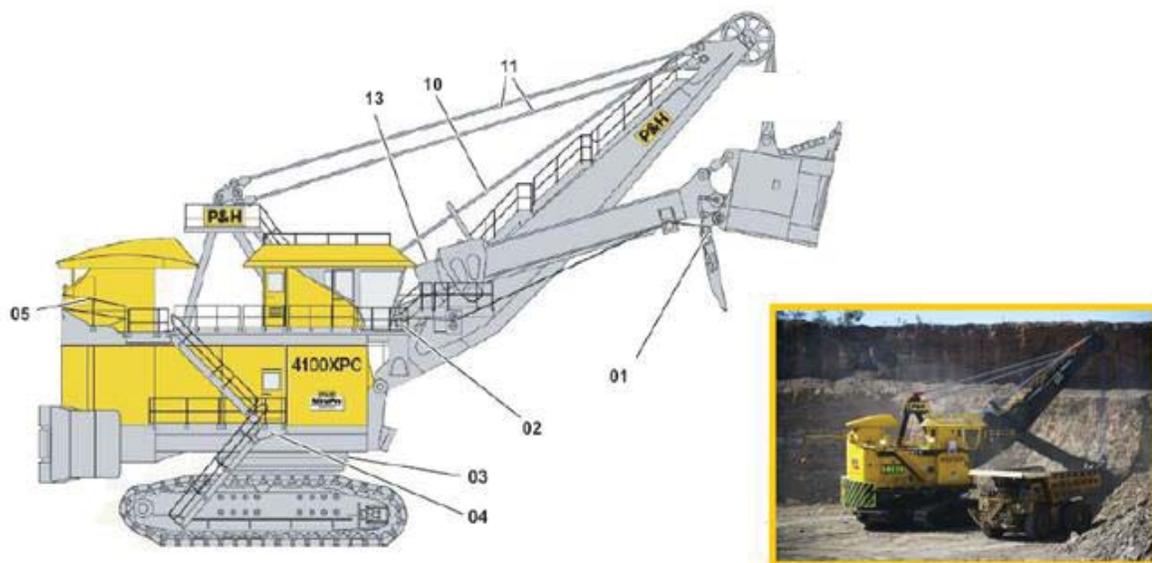


Fig. 30: "Modelo P&H 4100 XPC - Puntos de servicio"

Intervalo de tiempo	Punto de servicio	Identificación	Servicio Requerido
Ver nota 1	1	Mecanismo para abrir el balde y balancín del pestillo	Lubricar
	2	Transmisión para abrir el balde	Revisar nivel
Dos veces al año	3	Polines (55)	Lubricar
Ver nota 1	4	Poleas y piezas deslizantes de escaleras	Lubricar
	5	Motores de los ventiladores principales	Lubricar
	8	Motor de empuje	Ver placa motor
	9	Motor ventilador de empuje	Ver placa motor
	10	Cables de levante	Consulte la recomendación de lubricación del fabricante
11	Cables de suspensión de la pluma		
Cambio de temporada	13	Caja de engranaje de empuje	Drenar, llenar y tomar muestra y analizar aceite

Tabla 8: "Identificación parte superior modelo P&H 4100 XPC"

- b) El sistema de engranajes abiertos superiores, el cual suministra lubricante de engranajes abiertos a la zona, incluyendo los dientes de las cremalleras del mango del balde, los piñones y las planchas de desgastes de las correderas.

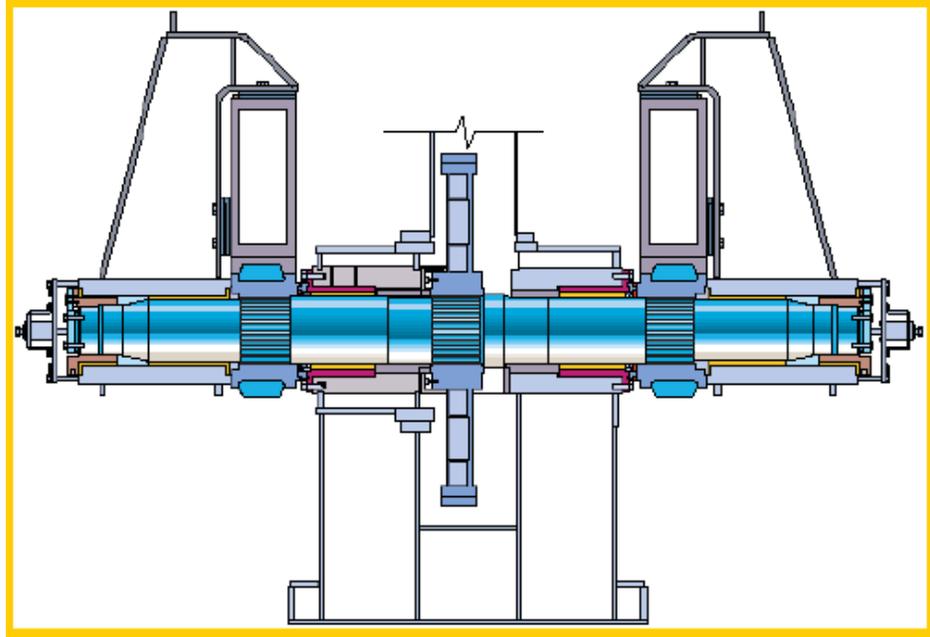


Fig. 31: "Engranajes abiertos"

- c) El sistema de engrase inferior, el cual suministra grasa multipropósito a la zona inferior, incluyendo el sistema de propulsión.

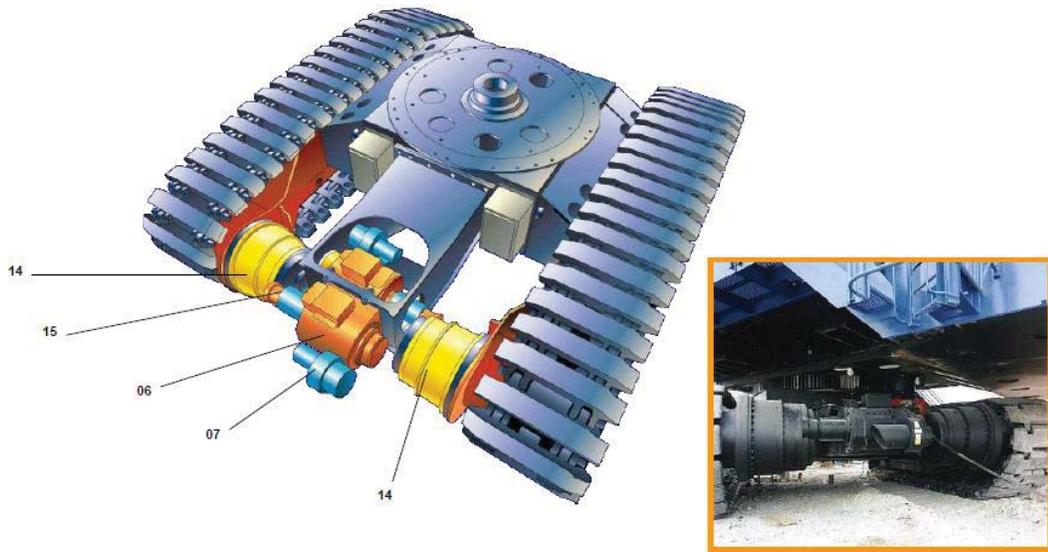


Fig. 32: "Chasis inferior"

Intervalo de tiempo	Punto de servicio	Identificación	Servicio Requerido
Ver nota 1	6	Motor de propulsión	Ver placa de motor
	7	Ventilador/ Motor de propulsión	
Cada cambio de temporada	14	Caja de engranajes de propulsión	Drenar y volver a llenar, tomar muestra y analizar el aceite
Cada 2000 horas	15	coplones de motor de propulsión	Lubricar

Nota 1: El intervalo de tiempo depende de la operación de la pala de minería y de las influencias corrosivas y/o abrasivas.

Tabla 9: "Chasis inferior - Identificación partes"

- d) El sistema de engranajes abiertos inferiores, el cual suministra lubricante de engranajes abiertos a la zona, incluyendo la corona de giro, el tren de polines y los piñones de giro.

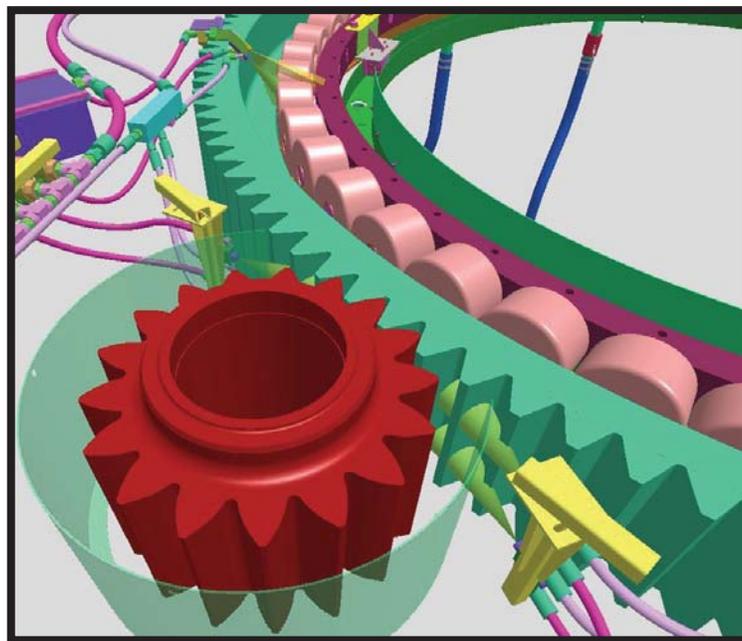


Fig. 33: "Sistema de engranajes abiertos inferior"

4.3 Circuito de lubricación

Los diagramas de bloque que se presentaran a continuación muestran los circuito de lubricación lincon del modelo P&H.

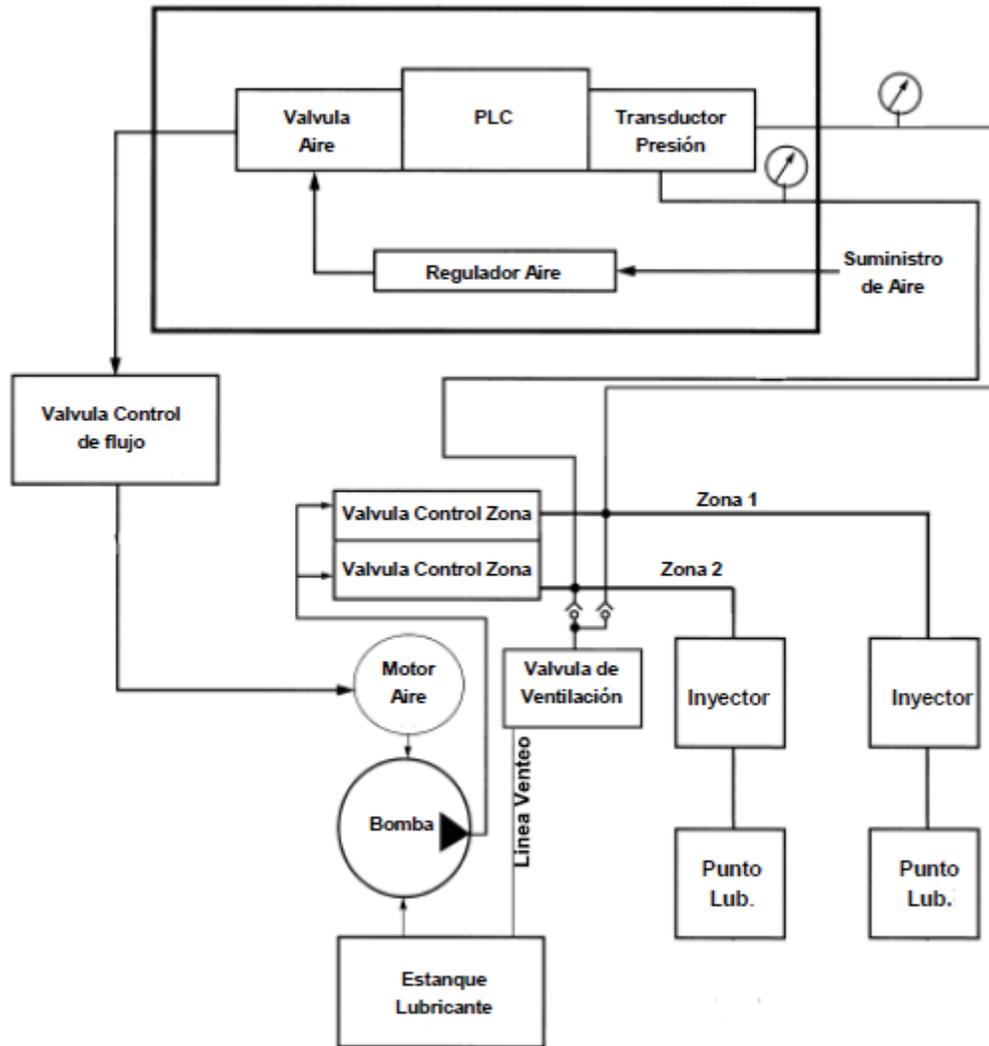


Fig. 34: "Zona superior e inferior del sistema de engrase"

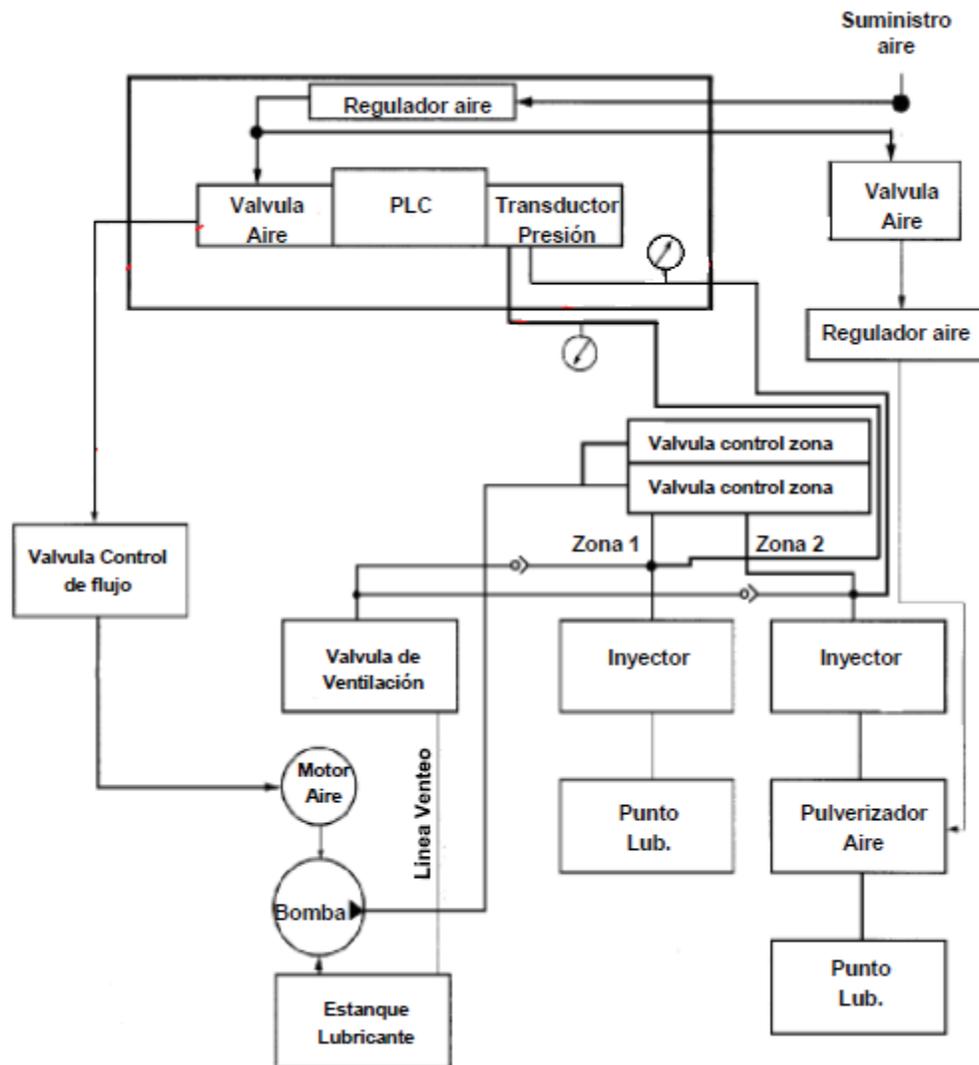


Fig. 35: "Zona superior e inferior del sistema de lubricación de engranajes abiertos"

4.4 Componentes y tipos de lubricantes

1. Aceites para Cajas de Engranajes

Se deben considerar los requisitos de viscosidad y filtración, cuando se seleccionen los aceites para las cajas de engranajes.

Viscosidad

La viscosidad es un parámetro crucial para determinar el espesor de la capa bajo condiciones de operación. Una viscosidad muy baja permitirá que las superficies de los dientes hagan contacto entre sí. La viscosidad varía exponencialmente con la temperatura de operación.

La selección del grado de viscosidad depende de las temperaturas de operación máximas y mínimas.

La viscosidad mínima aceptable para los aceites de las cajas de engranajes de las transmisiones de levante, empuje, giro y propulsión de las palas eléctricas Modelo P&H es de 400 centistokes (cSt) a la temperatura máxima de operación del colector de aceite.

Grado de Aceite	Especificación de P&H	Viscosidad (cSt)		Temperatura Máx. de Operación del Colector		Temperatura Mín. de Operación del Colector	
		40°C	100°C	°C	°F	°C	°F
ISO 150	497	152	16	28	82	-24	-11
ISO 220	497	223	20	30	87	-21	-6
ISO 320	497	320	24	37	98	-18	-0
ISO 460	497	452	30	42	107	-15	5
ISO 680	497	680	36	48	118	-12	10
ISO 1,000	497	1,070	55	55	131	-6	21
SYN 220	474	210	25	32	89	-37	-35
SYN 320	474	305	35	39	102	-34	-30
SYN 460	474	440	45	46	115	-29	-20
SYN 680	474	645	60	54	129	-26	-15
SYN 1,000	474	947	80	62	143	-31	-24
SYN 1,500	474	1,387	102	69	156	-26	-15

Tabla 10: " Límites de operación del aceite en engranajes "

La viscosidad máxima del aceite (y por ende, su adecuación para aplicaciones en climas fríos), también depende de la temperatura y se determina primordialmente por el punto de fluidez del aceite. Refiérase a las temperaturas de operación mínimas del colector indicadas en la tabla N° 10.

Importante: Las temperaturas máximas del colector están basadas en una viscosidad mínima permitida de 400 cSt. Si se exceden los límites, especialmente los límites máximos aunque sea por períodos cortos, puede resultar en el deterioro progresivo de las superficies.

2. Lubricante para Engranajes Abiertos y otros componentes con grasas

El propósito de lubricantes suministrados bajo esta especificación es lubricar engranajes abiertos, cremalleras, bujes, rieles, polines de giro, mangos de baldes y mecanismos de avance. Estas aplicaciones están sujetas a presiones de contacto extremas, cargas inversoras y velocidades periféricas de hasta 1.200 pies por minuto. Los lubricantes por lo general pueden ser pastas o grasas semi-fluidas asfálticas o no asfálticas.

Características Físicas

Estos lubricantes para engranajes abiertos deben tener las siguientes características:

- Excelentes cualidades cohesivas y de adhesión, no deben fragmentarse o desprenderse y deben proporcionar una película lo suficientemente gruesa, con el fin de evitar el contacto de metal contra metal entre aplicaciones bajo todas las condiciones de operación.
- Excelentes cualidades de resistencia al agua y de prevención contra el óxido.
- Cualidades de escurrimiento retardado para operar a diferentes temperaturas.
- Deben estar específicamente formulados para proteger las superficies, reducir el desgaste y proporcionar una vida útil normal al componente, anticipándose a todas las condiciones de operación.

El material provisto bajo las características nombradas con anterioridad es un lubricante tipo grasa multipropósito a base de espesante de compuesto de aluminio. Se caracteriza por su excelente resistencia al agua, estabilidad térmica y de corte, y es compatible con todos los demás tipos de grasas.

Esta grasa contiene un derivado de politetrafluoretileno como un aditivo de lubricante sólido para mejorar su funcionamiento en extrema presión.

Normalmente esta grasa está diseñada para lubricar componentes durante el montaje. Se puede usar en equipos que tengan engrasadores y en sistemas de distribución centralizados. Otros usos de este producto incluyen rodamientos de motores eléctricos de alta velocidad; rodamientos de bola, de rodillos y lisos, en aplicaciones de alta temperatura y de media a alta temperatura.

Los grados de consistencias más usados en este tipo de aplicación son los NLGI 1 o NGLI 2.

Para lubricar bujes, rodamientos con componentes rodantes o lisos y componentes misceláneos en equipos de P&H, se pueden aplicar a mano, con pistolas de presión manual, pistolas de presión neumáticas o eléctricas o sistemas de lubricación centralizada de construcción paralela de una línea.

3. Grasa multipropósito; presión extrema (EP)

Esta especificación cubre grasas multipropósito para presión extrema, de primera calidad con propiedades esenciales y características adecuadas para ser usadas en diferentes aplicaciones, a través de una amplia gama de temperaturas ambientales. Se pueden usar aceites de base mineral y sintética para formular grasas que cumplan con esta especificación.

La idea es la lubricación de Bujes, rodamientos con componentes rodantes o lisos y componentes misceláneos en el equipo que requieren grasas.

Otros usos de este producto incluyen rodamientos de motores eléctricos de alta velocidad; rodamientos de bola, de rodillos y lisos, en aplicaciones de alta temperatura y de media a alta temperatura, rodamientos expuestos al agua, vapor, químicos y contaminantes; y rodamientos sujetos a altas cargas de empuje o impacto.

Estas grasas lubricantes deben estar fabricadas con complejo de litio u otros espesantes. Los espesantes tales como los de base de arcilla, poliurea o calcio pueden ser incompatibles.

Estas grasas lubricantes deben contener aditivos para presiones extremas y estar formulados para resistir la oxidación, corrosión, separación y deslave por agua. Además deben contar con estabilidad química y mecánica para mantener características de consistencia y rendimiento durante toda su vida útil proyectada.

Los aceites base dependerá del grado de consistencia, y va entre 100 y 220 [mm²/s].

4. Aceite sintético para engranajes, presión extrema (EP)

Esta especificación cubre aceites para engranajes base sintética o semi-sintética, compuestos con aditivos de presión extrema para poder soportar altas cargas.

Este tipo de aceites son para lubricar **engranajes, bujes, rodamientos con componentes rodantes o lisos, coronas, transmisiones por cadena y otros componentes alojados en cajas herméticas o selladas al aceite**, que operan bajo condiciones de alta velocidad, alto torque, alta carga de impactos y/o alta velocidad, bajo torque.

Estos lubricantes deben contar con estabilidad química y física para mantener características de viscosidad y funcionamiento durante toda su vida útil proyectada.

Capítulo 5: "Diseño plataforma de lubricación para pala P&H"

5.1 Diagramas por sistemas

Como se desarrollo en el capítulo 1, tanto la parte estructural como la composición de los estanques propios de trasvasije se mantendrá, es decir, nuestro diseño se basara principalmente en la parte de los componentes que mueven los fluidos y los transportan de la plataforma hasta los destinos de mantención.

Se mostrara un diagrama de bloques en donde se podrá apreciar los sistemas de grasa al punto, trasvasije de aceite, trasvasije de grasa desde estanques y accionamiento de carrete en el cual en este caso seria del tipo retractiles.

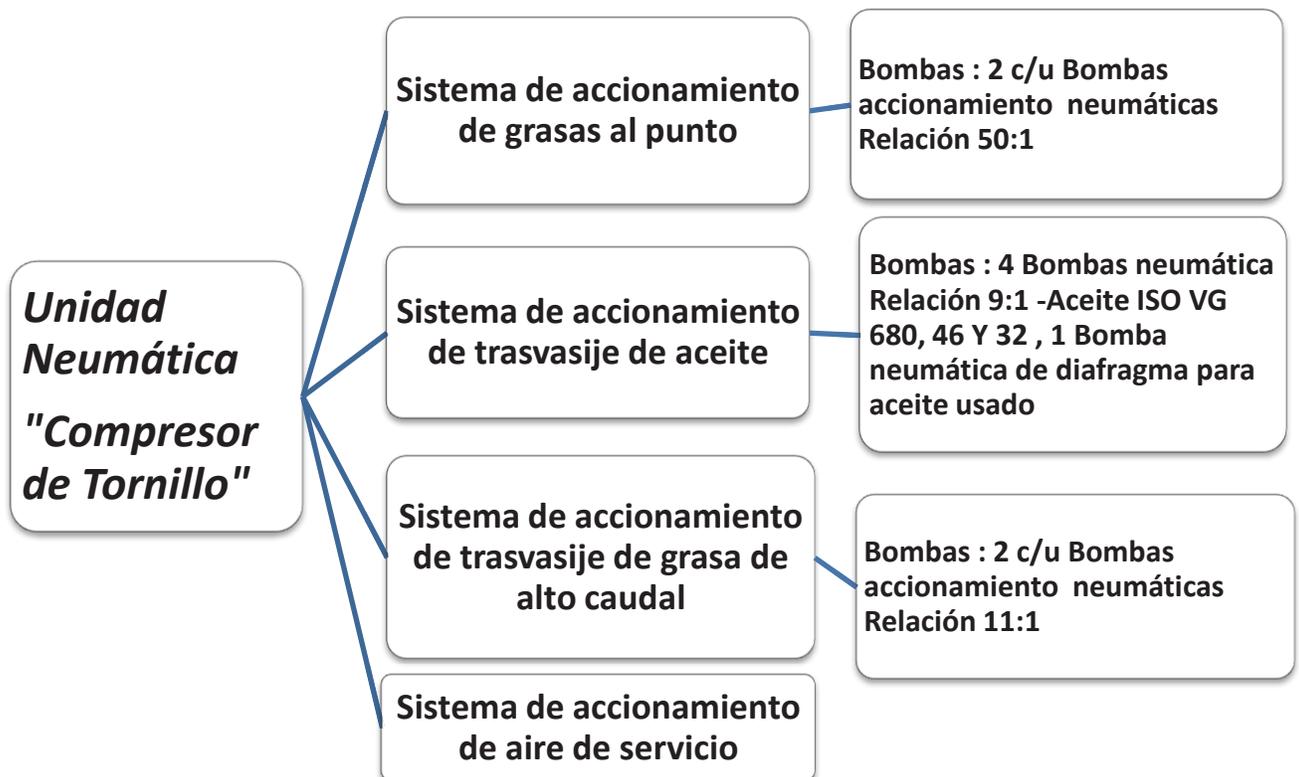


Fig. 36: "Diagrama por sistemas"

Como podemos observar del diagrama, la activación de las bombas y en general del sistema de trasvasije de lubricantes, se dará mediante un compresor de tornillo que proporcionara el aire adecuado en cada caso.

5.2 Circuito general Hidra-Neumático

La base del circuito consta principalmente de dos partes fundamentales que le darán vida al sistema. La primera es la sección hidráulica accionada a través de un P.T.O. y la segunda la cual por medio de esta energía hidráulica accionaremos un compresor, el cual tomara la fuerza del aire para poder accionar las bombas (neumáticas) y mover los lubricantes.

Para dar a comprender, este circuito se centra en dos sistemas dispensadores de fluido principalmente uno de aceite y otro de grasa.

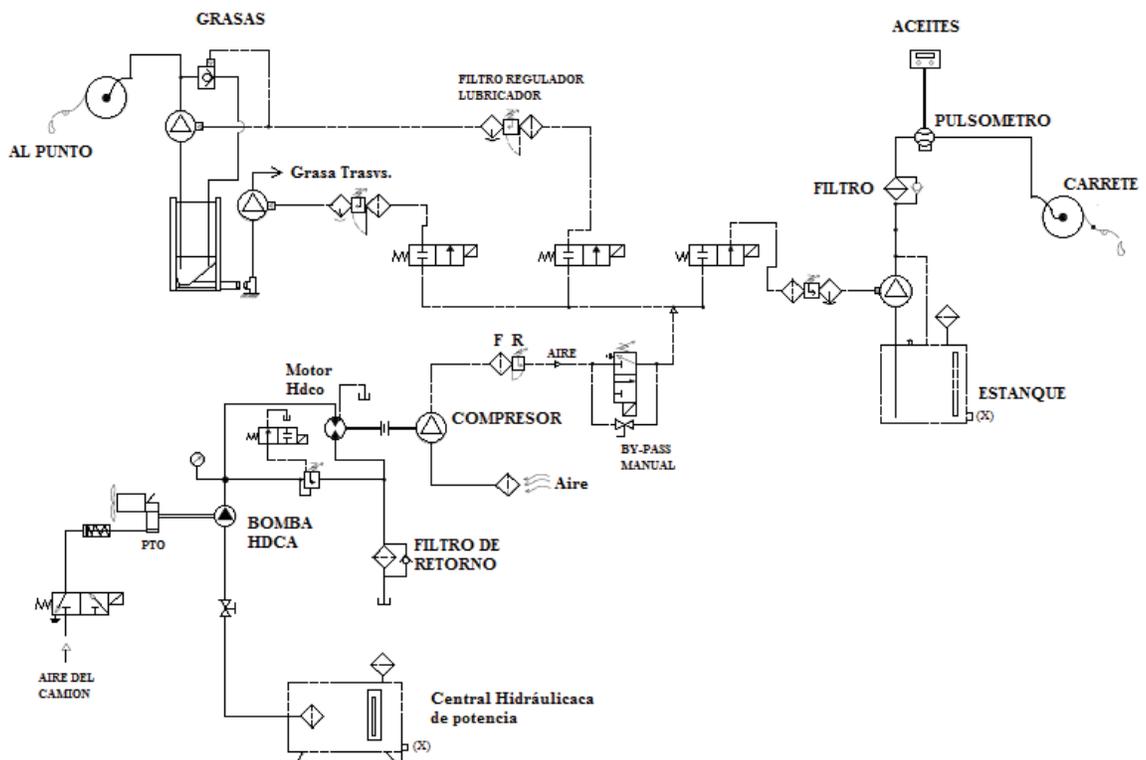


Fig. 37: "Circuito general en base a dispensadores de grasa y de aceite"

5.3 Diagrama para sistema de trasvasije de aceites y grasas

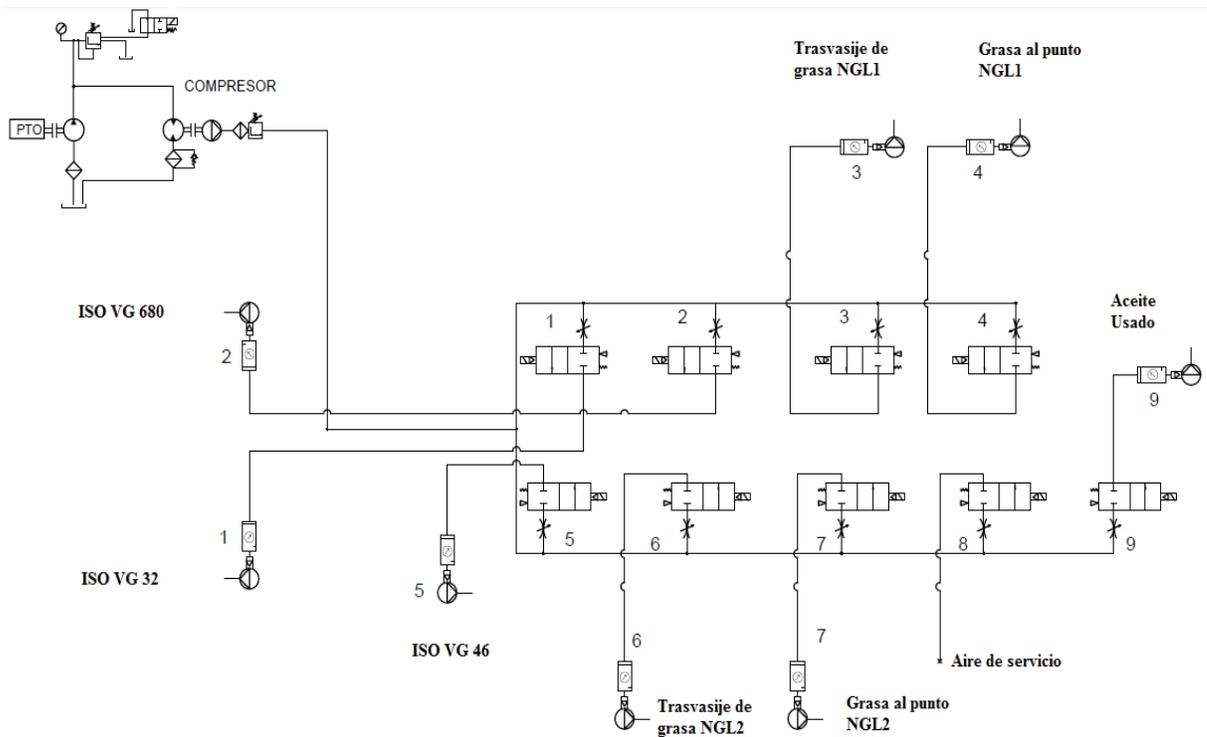


Fig. 38: " Diagrama general sistema"

En este circuito se intenta graficar como va estar distribuido cada uno de los sistemas, desde que se activa el PTO hasta cada uno de los sistemas dispensadores que estarán en el camión (Bombas neumáticas).

5.4 Cálculos de potencias y torque entre compresor y motor hidráulico

Accionamiento bomba hidráulica.

Presión de trabajo: 2500 [psi] = 171.24 [bar]

Giro del PTO: 1200 [rpm]

Barrido de la bomba (paletas): 5 [In³/rev] "CIR"= 25.97 [Galones/min]

Eficiencia bomba de paletas : 85 [%]

$$\text{Potencia Hidráulica: } \frac{P(\text{psi}) * \text{Caudal}}{1714 * \text{heff}}$$

$$\text{Potencia Hidráulica: } \frac{2500 * 25.97}{1714 * 0.85} = 44.56[\text{HP}]$$

Potencia Motor Hidráulico.

$$N_{\text{motor}}: \frac{P(\text{psi}) * \text{Caudal} * n_{\text{tot}}}{600}$$

$$N_{\text{motor}}: \frac{171.24[\text{bar}] * 98.4 \left[\frac{\text{lit}}{\text{min}} \right] * 0,85}{600}$$

$$N_{\text{motor}}: 23,87 [\text{Kw}] * 1,34 = 31,98 [\text{Hp}]$$

Torque entre motor y compresor.

$$T_{M-C}: \frac{P * V[\text{cm}^3] * n_{Mn}}{2\pi * 100}$$

$$T_{M-C}: 201.13 [\text{Nm}]$$

5.5 Cálculos de caída de presión.

Un elemento de interés en el análisis de flujo de tubería es la caída de presión o la pérdida de carga al cual está sometido el fluido cuando la recorre, porque está directamente relacionada con la potencia necesaria para que la bomba mantenga el flujo.

Es por esto que procederemos al cálculo de los diferentes aceites, como análisis del tipo de fluido que se produce, la pérdidas que existen y la potencia requerida.

ACEITE ISO VG 32

Una caída de presión ocasionada por efectos viscosos representa una pérdida irreversible.

Calcularemos la presión en el punto B, es decir, en el extremo de la manguera.

- Ecuación general de la energía

$$\frac{P_a}{\gamma} + Z_a + \frac{V_a^2}{2g} - h_L = \frac{P_b}{\gamma} + Z_b + \frac{V_b^2}{2g}$$

$$V_a = V_b$$

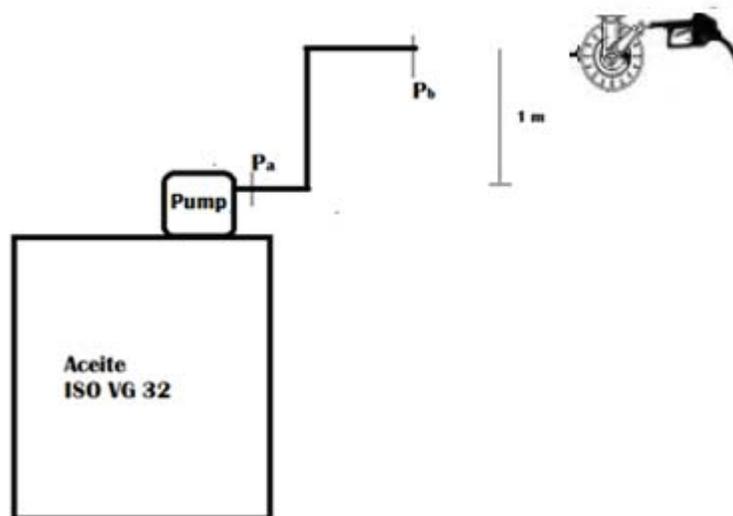


Fig. 39: "Diagrama referencial tanque"

Obs: se añade una altura de 1 m ya que las mangueras suben hasta la parte de arriba de la plataforma y luego van hacia los carretes.

Como el diámetro no varía la velocidad del flujo será la misma en ambos puntos y por lo tanto en la ecuación general los términos se anulan.

➤ Ecuación de DARCY para calculo de pérdida de energía:

$$h_L = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- **h_L**: Perdida de energía debido a la fricción (m o pies)
- **L**: Longitud de la corriente del flujo
- **D**: Diámetro de la tubería (m o pies)
- **V**: Velocidad promedio del flujo (m/s o pies/s)
- **f**: Factor de fricción (adimensional)

➤ Datos de nuestro caso:

- Pa: 880 PSI= 6066 [Kpa]
- Viscosidad cinemática (a t° de análisis): 80 Cstoke=8.0x10⁻⁵ (m²/s)
- D=0.75" =0.01905 (m)
- t° análisis= 20 [°C]

Para poder calcular la perdida por fricción primero que nada, necesitamos saber de qué tipo de fluido estamos trasladando. Para esto calcularemos el numero de Reynolds para saber si el flujo es LAMINAR O TURBULENTO.

➤ Ecuación Numero de Reynolds:

$$N = \frac{V * D}{\mu}$$

- Si nuestro caudal es de 20 (litr./min)
- Área manguera:

$$\frac{\pi * D^2}{4} = 2.83 * 10^{-4} [M^2]$$

Según la ecuación siguiente:

$$v = \frac{Q}{A}$$

- Por lo que la velocidad media del fluido será de **1.168 [m/s]**

Dando un valor de numero de Reynolds de 278,13

Como es menor a 2000 pertenece a un "flujo laminar"

Con la ecuación de DARCY, obtenemos:

$$h_L = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Como es flujo laminar podemos utilizar la siguiente ecuación para el cálculo de coeficiente de fricción:

$$f = \frac{64}{N_R}$$

Dando un valor de f=0,2301

Por lo tanto $h_L = 16,797$ [M]

Volviendo a la ecuación general y despejando P_b :

$$\frac{P_a}{\gamma} + Z_a + \frac{V_a^2}{2g} - h_L = \frac{P_b}{\gamma} + Z_b + \frac{V_b^2}{2g}$$

$$P_b = P_a + \gamma[Z_a - Z_b] - \gamma * h_L$$

siendo: $\gamma = 10 \left[\frac{Kn}{m^3} \right]$

$$P_b = 6066 \text{ [kpa]} - 10 \left[\frac{Kn}{m^2} \right] - (10 * 167,97) \left[\frac{kn}{m^2} \right]$$

$$P_b = 6066 \text{ [kpa]} - 177,97 \text{ [Kpa]}$$

$$P_b = 5888 \text{ [kpa]} = 854,17 \text{ [PSI]}$$

Por lo que las pérdidas que nos dan tan solo en la fricción producto de la manguera es de un $\Delta P = 25,81$ [psi] de pérdidas primarias.

Para las pérdidas secundarias producidas por los elementos del circuito se consideraran los siguientes componentes:

- Elemento filtrante.
- Entrada entre manguera y carrete.

El elemento filtrante producirá una pequeña pérdida según lo que nos da el fabricante según: $\Delta P = \Delta P_{carcaza} + \Delta P_{elemento}$

$$\Delta P_{elemento} = gpm * 0,13 * 1,2 = 0,82$$

Para el cálculo de $\Delta P_{carcaza}$ según el siguiente grafico

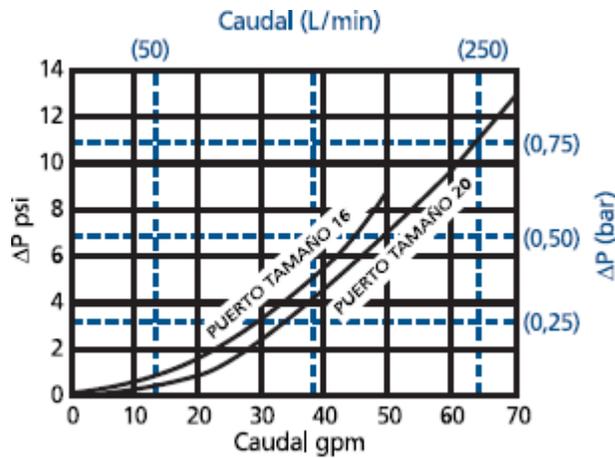


Fig. 40: "Gráfico caudal vs ΔP en filtro seleccionado"

$$\Delta P_{carcaza} = 0,5 \text{ [psi]}$$

$$\Delta P_{element} = 0,8268 \text{ [psig]}$$

Por lo que $\Delta P_{total \text{ del elemento filtrante}} = 0,5 + 0,8268 = 1,3326 \text{ Psi}$

En la entrada del carrete el diámetro disminuye en gran medida, lo que produce una gran pérdida de presión proporcional a 1,5 [Bar] (22 psi) proporcional a la viscosidad del aceite.

$$\Delta P_{total} = \Delta P_{principal} + \Delta P_{secundario}$$

$$\Delta P_{total} = 25,81 + 1,33 + 22 = 49,13 \text{ [psi]}$$

Con la caída de presión que obtuvimos, podemos determinar la potencia necesaria para que una bomba sea capaz de trasladar el fluido entre ambos puntos.

$$\dot{w} = Q * \Delta p$$

$$\dot{w} = 112,7 \text{ [W]} = 0,13 \text{ HP}$$

ACEITE HIDRÁULICO ISO VG 46

El procedimiento para el cálculo de caída de presión para este aceite será el mismo que el caso anterior. El valor principal que varía es el de la viscosidad.

➤ Datos:

- Pa: 880 PSI= 6066 [Kpa]
- Viscosidad cinemática (a t° 20°C): 125 Cstoke=1,25x10⁻⁴ (m²/s)
- D=0.75" =0.01905 (m)
- velocidad media: 1,168 (m/s)

$$N = \frac{V * D}{\mu}$$

Dando un valor de numero de Reynolds de 178. Como era de esperar, el numero de Reynolds disminuye al ser inversamente proporcional a la viscosidad.

Como es flujo laminar podemos utilizar la siguiente ecuación para el cálculo de coeficiente de fricción:

- $f:64/Nre= 0,3595$

Por lo tanto $hL= 26,24 [M]$

Utilizando nuevamente la ecuación general y despejando Pb :

$$Pb = Pa + \gamma[Za - Zb] - \gamma * hL$$

siendo $\gamma = 10 \left[\frac{Kn}{m^3} \right]$ aprox.

$$Pb = 6066 [kpa] - 10 \left[\frac{Kn}{m^2} \right] - (10 * 26,24) \left[\frac{kn}{m^2} \right]$$

$$Pb = 5793,6 [kpa] = 840 [PSI]$$

Por lo que las pérdidas que se producen tan solo en la fricción producto de la manguera es de un $\Delta P = 39,51 [psi]$

Para las perdidas secundarias producidas por los elementos del circuito se consideraran los siguientes componentes:

- Elemento filtrante.
- Entrada entre manguera y carrete.

El elemento filtrante producirá una pequeña perdida según lo que nos da el fabricante según: $\Delta P = \Delta P_{carcaza} + \Delta P_{elemento}$

$$\Delta P_{elemento} = gpm * 0,13 * 1,3 = 0,91$$

Para el cálculo de $\Delta P_{carcaza}$ se usara el mismo grafico dado anteriormente:

$$\Delta P_{carcaza} = 0,5 [psi]$$

$$\Delta P_{element} = 0,91 [psig]$$

Por lo que $\Delta P_{total del elemento filtrante} = 0,5 + 0,91 = 1,4186 Psi$

En la entrada del carrete el diámetro disminuye en gran medida, lo que produce una gran pérdida de presión proporcional a 1,8[Bar] (26,1 psi) proporcional a la viscosidad del aceite.

$$\Delta P_{total} = \Delta P_{principal} + \Delta P_{secundario}$$
$$\Delta P_{total} = 39,51 + 1,418 + 26,1 = 67,02 \text{ [psi]}$$

Con la caída de presión que obtuvimos, podemos determinar la potencia necesaria para que una bomba sea capaz de trasladar el fluido entre ambos puntos.

$$\dot{W} = Q * \Delta p$$
$$\dot{W} = 153,8 \text{ [W]} = 0,178 \text{ [HP]}$$

ACEITE ISO VG 680

El procedimiento para el cálculo de caída de presión para este aceite será el mismo que el caso anterior. El valor principal que varía es el de la viscosidad, la cual aumenta en una magnitud mayor en comparación a los otros dos, por lo que se empleara un diámetro de manguera de mayor longitud.

➤ Datos:

- Pa: 880 PSI= 6066 [Kpa]
- Viscosidad cinemática (a t 20°C): 1500 Cstoke=1,5x10⁻³ (m²/s)
- D=1" =0.0254 (m)
- Área manguera: 5,067x10⁻⁴ [m²]
- velocidad media: 0,6571 (m/s)

$$N = \frac{V * D}{\mu}$$

Dando un valor de numero de Reynolds de 11,126. Como era de esperar, el numero de reynolds disminuye al ser inversamente proporcional a la viscosidad.

Como es flujo laminar podemos utilizar la siguiente ecuación para el cálculo de coeficiente de fricción:

- $f:64/Nre= 5,751$

Por lo tanto $hL= 132,87$ [M]

Utilizando nuevamente la ecuación general y despejando P_b :

$$P_b = P_a + \gamma[Z_a - Z_b] - \gamma * hL$$

siendo $\gamma = 10 \left[\frac{Kn}{m^3} \right]$ aprox.

$$P_b = 6066 [kpa] - 10 \left[\frac{Kn}{m^2} \right] - (10 * 132,87) \left[\frac{kn}{m^2} \right]$$

$$P_b = 4727,25 [kpa] = 685,78 [psi]$$

Por lo que las pérdidas que se producen tan solo en la fricción producto de la manguera es de un $\Delta P = 194,24$ [psi].

Para las pérdidas secundarias producidas por los elementos del circuito se consideraran los siguientes componentes:

- Elemento filtrante.
- Entrada entre manguera y carrete.

El elemento filtrante producirá una pequeña pérdida según lo que nos da el fabricante según: $\Delta P = \Delta P_{carcaza} + \Delta P_{elemento}$

$$\Delta P_{elemento} = gpm * 0,13 * 40,45 = 27,87$$

Para el cálculo de $\Delta P_{carcaza}$ según el grafico dado en primera instancia

$$\Delta P_{carcaza} = 0,5 [psi]$$

Por lo que $\Delta P_{total del elemento filtrante} = 0,5 + 27,87 = 28,37$ Psi

En la entrada del carrete el diámetro disminuye en gran medida, lo que produce una gran pérdida de presión proporcional a 3 [Bar] (43 psi) proporcional a la viscosidad del aceite.

$$\Delta P_{total} = \Delta P_{principal} + \Delta P_{secundario}$$

$$\Delta P_{total} = 194,24 + 28,37 + 43 = 265,61 [psi]$$

Con la caída de presión que obtuvimos, podemos determinar la potencia necesaria para que una bomba sea capaz de trasladar el fluido entre ambos puntos.

$$\dot{W} = Q * \Delta p$$

$$\dot{W} = 696 [W] = 0,8 [HP]$$

5.6 Selección de componentes

Una vez teniendo claro los componentes que se van a utilizar se seleccionara los elementos más importantes del sistema.

- **Bomba hidráulica**

Existiendo diferentes marcas en el mercado de bombas.

Marcas en el mercado: Vickers/Eaton, Sargent, Parkers, Hydraul, entre otras.

Se pasara a la selección de Bomba hidráulicas de paletas con flujo constante, la cual estará directamente acoplada al PTO.

Marca: EATON

Modelo: 35 VQ

Desplazamiento: 5 [In³/rev]

Model Series	Delivery USgpm @ 1200 r/min 7 bar (100 psi)	Displ. cm ³ /r (in ³ /r)	Max. r/min	Max. bar (psi)	Typical del. L/min (USgpm) @ max. speed & pressure	Typical input kW (hp) @ max. speed & pressure	Weight kg (lb)
20VQ	5	18,0 (1.10)	2700	210 (3000)	42,3 (11)	17,9 (24)	11,8 (26)
	8	27,4 (1.67)	2700	210 (3000)	65,4 (17)	26,1 (35)	
	11	36,4 (2.22)	2700	210 (3000)	88,5 (23)	35,4 (47.5)	
	12	39,5 (2.41)	2700	160 (2300)	98,1 (25.5)	28,4 (38)	
	14	45,9 (2.80)	2700	140 (2000)	115,4 (30)	29,1 (39)	
25VQ	12	40,2 (2.45)	2700	210 (3000)	88,5 (23)	41,0 (55)	14,5 (32)
	14	45,4 (2.77)	2700	210 (3000)	103,8 (27)	46,6 (62.5)	
	17	55,2 (3.37)	2500	210 (3000)	119,2 (31)	51,8 (69.5)	
	21	67,5 (4.12)	2500	210 (3000)	146,2 (38)	61,9 (83)	
35VQ	25	81,6 (4.98)	2500	210 (3000)	173,1 (45)	75,3 (101)	22,7 (50)
	30	97,7 (5.96)	2500	210 (3000)	211,5 (55)	87,7 (117.5)	
	35	112,8 (6.88)	2400	210 (3000)	230,8 (60)	98,5 (132)	
	38	121,6 (7.42)	2400	210 (3000)	250,0 (65)	104,4 (140)	
45VQ	42	138,7 (8.46)	2200	175 (2500)	255,8 (66.5)	91,4 (122.5)	34,1 (75)
	50	162,3 (9.90)	2200	175 (2500)	303,8 (79)	105,2 (141)	
	60	193,4 (11.80)	2200	175 (2500)	369,2 (96)	126,8 (170)	

Performance constants: SAE 10W fluid @ 82°C (180°F), and pump inlet @ 0 PSIG (14.7 PSIA)

Tabla 11: "Especificaciones de operación bombas hidráulicas EATON"

- **Motor Hidráulico**

Al igual que la bomba hidráulica, el motor será de paletas bi-direccional el cual se escogerá la marca EATON para continuar con la misma línea.

Marca: EATON

Modelo: 35 M

Desplazamiento: 5 [In³/rev]

Torque máximo: 221,5 [Nm]

Caudal entrada: 26,5 [gpm]

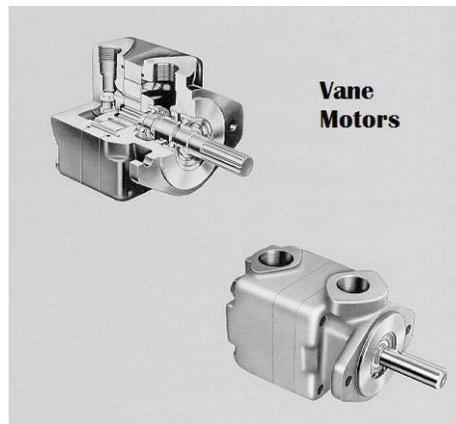


Fig.41: "Modelo motor hidráulico de paletas EATON"

Model Series	Torque Nm/6,9 bar (lb.in./100 psi)	Displacement cm ³ /r (in ³ /r)	Flow Input @ 1200 r/min L/min (USgpm)	Max. Torque Nm (lb.in.) @ Max. Pressure	Maximum Speeds & Pressure	Approx. Weight kg (lb)
25M	4,7 (42)	43,9 (2.68)	52,7 (13.9)	115,8 (1025)	4000 r/min @ 34 bar (500 psi)	18 (40)
	6,2 (55)	57,7 (3.52)	69,4 (18.3)	151,4 (1340)		
	7,3 (65)	68,7 (4.19)	82,6 (21.8)	180,8 (1600)		
35M	9,0 (80)	83,6 (5.10)	100,4 (26.5)	221,5 (1960)	3000 r/min @ 172 bar (2500 psi)	29 (64)
	10,7 (95)	100,3 (6.12)	120,5 (31.8)	264,4 (2340)		
	13,0 (115)	121,9 (7.44)	146,3 (38.6)	320,9 (2840)		
45M	14,7 (130)	138,0 (8.42)	165,6 (43.7)	361,6 (3200)	3000 r/min @ 172 bar (2500 psi)	39 (85)
	17,5 (155)	163,2 (9.96)	195,9 (51.7)	429,4 (3800)		
	20,9 (185)	193,2 (11.79)	232,3 (61.3)	502,9 (4450)		
50M	24,9 (220)	231,3 (14.11)	277,8 (73.3)	615,9 (5450)	3200 r/min @ 34 bar (500 psi) 2400 r/min @ 172 bar (2500 psi)•	73 (160)
	28,8 (255)	268,2 (16.36)	322,2 (85.0)	717,6 (6350)		
	33,9 (300)	317,2 (19.35)	380,7 (100.5)	844,1 (7470)		

Tabla 12: "Especificaciones de operación Motores EATON"

- **Compresor**

El uso del compresor proporcionara la energía neumática apropiada para el uso de las bombas de trasvasijos.

Su selección bajo un punto de mira en el diseño, será un tipo tornillo el cual ira instalado bajo chasis para el ahorro de espacio en la plataforma además de tener una ubicación en que se podrá acoplar al motor hidráulico (que a su vez esta accionado por la bomba y PTO)

La marca que da estándares adecuados en calidad de este tipo de compresores será la de VANAIR, la cual tiene la línea de productos más completa de compresores montados en vehículos.

Las características que nos da el fabricante, nos dice que para mover el compresor mediante un conductor hidráulico necesita cerca de 26 Galones por minutos con 2500 [Psi], lo que nos llevo con anterioridad a seleccionar en base a esto los componentes hidráulicos como la bomba y motor.

A continuación se presenta un grafico que nos muestra la cantidad de aire que nos suministrara según el giro del PTO.

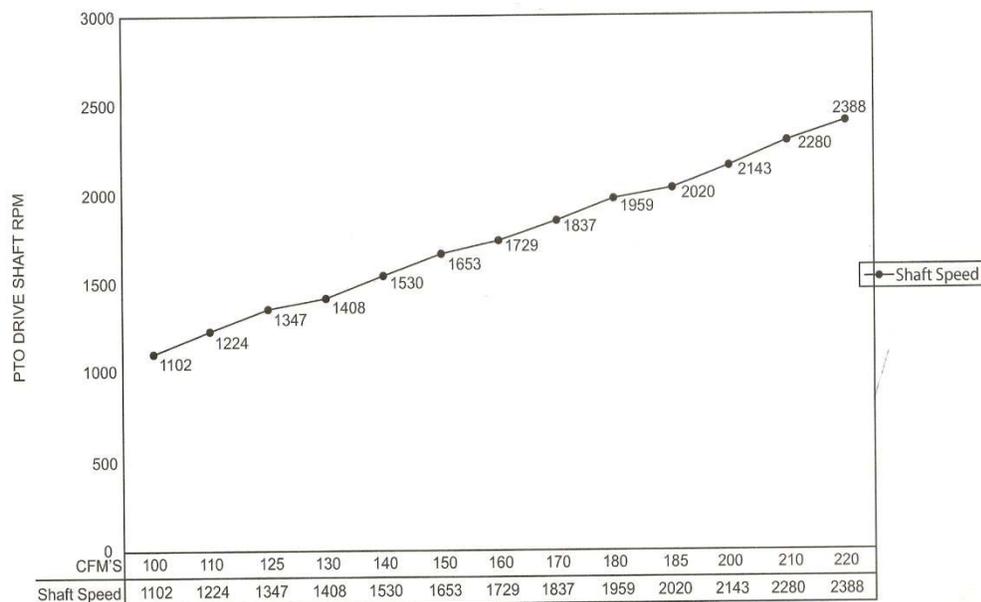


Fig.42: " Grafico compresor de tornillo PTO [RPM] vs CFM"

Q= 110 [CFM] (Pies cúbicos por minuto)

P_R : 100 – 120 [psi]

- **Sistema de filtración**

Entre el aceite de la bomba y el que sale en la pistola dispensadora, se ocupara un filtro según requerimientos de limpieza adjuntadas en anexo.

- **Marca: Schroder**
- **Modelo: RLT 9VZ25**
- **Micras: 5 [μ]**
- **Caudal Máx.: 50 [gpm]**
- **Presión Máx.: 800 [PSI]**



- **Válvulas direccionales**

- a) **Válvulas direccionales Hidráulica**

Se ocupara una válvula direccional 2/2 con activación solenoide, para la desactivación de la válvula de control de presión que se encuentra entre la bomba y el motor hidráulico. Esto se implementara para mejorar la eficiencia del sistema.

MARCA: EATON

Modelo: SV4-10-C

RATINGS AND SPECIFICATIONS	
<i>Performance data is typical with fluid at 21,8 cST (105 SUS) and 49°C (120°F)</i>	
Typical application pressure (all ports)	210 bar (3000 psi)
Cartridge fatigue pressure (infinite life)	210 bar (3000 psi)
Rated flow	23 L/min (6 USgpm)
Internal leakage	82 cm ³ /min (5 in ³ /min) max. @ 210 bar (3000 psi)
Temperature range	-40° to 120°C (-40° to 248°F)
Coil duty	Continuous from 85% to 110% of nominal voltage
Cavity	C-10-2
Fluids	All general purpose hydraulic fluids such as: MIL-H-5606, SAE 10, SAE 20 etc.
Filtration	Cleanliness code 18/16/13
Housing material (standard)	Aluminum
Weight including coil	0,4 kg (0.87 lbs)
Seal kit	565806 (Buna-N), 889627 (Viton®) <small>Viton is a registered trademark of E.I. DuPont</small>

Tabla 13: " Especificaciones válvula direccional"

b) **Válvulas direccionales neumáticas:**

Válvulas encargadas de activar las bombas de trasvasijos.

Marca: Vensa

Modelo: EZ-21-160-0-HC

- **Carretes montados en la parte trasera**

Aquí se seleccionan los carretes más adecuados para instalación en la parte trasera del camión, existiendo varias marcas como RAASM, HANNAY, ALEMITE, PUISI, etc

Fluido: Aceite ISO VG 32,46

Marca: PIUSI

Modelo Carrete: HA 6015 3400

Diámetro y largo: Carrete 3/4" x 15 [m]

***Dimensiones y montaje en anexo 6**

PRODUCTS' RANGE		TECHNICAL DATA							
Code	Description	Fluids type	Hose (*) BSP	Max operating pressure bar	Pressure drop bar	Inlet with swivel BSP	Outlet hosetail BSP	Hose max length bound* m	Hose length m
Without hose									
HN60151200	Open hose reel 1/2" 15mt SMALL	☉	1/2"	60	-	1/2" male	1/2" male	15	-
HN60153800	Open hose reel 3/8" 15mt SMALL	☉	3/8"	60	-	3/8" female	3/8" female	15	-
HN60201200	Open hose reel 1/2" 20mt BIG	☉	1/2"	60	-	1/2" male	1/2" male	20	-
With hose									
HA60101200	Open hose reel 1/2"+10mt hose SMALL	☉	1/2"	60	10 @ 30 l/min*	1/2" male	1/2" male	-	10
HA60151200	Open hose reel 1/2"+15mt hose SMALL	☉	1/2"	60	16 @ 30 l/min*	1/2" male	1/2" male	-	15
HA60201200	Open hose reel 1/2"+20mt hose BIG	☉	1/2"	60	25 @ 30 l/min*	1/2" male	1/2" male	-	20
HA60153400	Open hose reel 3/4"+15mt hose BIG	☉	3/4"	60	4,5 @ 30 l/min*	1" male	3/4" male	-	15
HA60101000	Open hose reel 1"+10mt hose BIG	☉	1"	60	2 @ 30 l/min*	1" male	1" male	-	10

Tabla 14: " Características carrete para aceite"

En el caso del aceite ISO VG680 (como de la grasa) se usará un carrete con manguera de mayor diámetro, debido a las grandes pérdidas de presión que ocurren por su viscosidad.

Fluido: Aceite ISO VG680, grasa trasvasije.

Marca: RAASM

Modelo Carrete: 8540.403/C5

Diámetro y largo: Carrete 1" x 15 [m]

Fluido: Grasa al punto (NGL1 O 2)

Marca: PIUSI

Modelo Carrete: HA 4015 3800

Diámetro y largo: Carrete 3/8" x 15 [m]

***Dimensiones y montaje en anexo 6**

PRODUCTS' RANGE		TECHNICAL DATA							
Code	Description	Fluids type	Hose (*) BSP	Max operating pressure bar	Pressure drop bar	Inlet with swivel BSP	Outlet hosedetail BSP	Hose max length bound* m	Hose length m
Without hose									
HN40151400	Open hose reel 1/4" 15mt SMALL	G	1/4"	400	-	1/4" female	1/4" female	15	-
HN40153800	Open hose reel 3/8" 15mt SMALL	G	3/8"	400	-	3/8" female	3/8" female	15	-
With hose									
HC40123800	Open hose reel 3/8" +12mt hose SMALL	G	3/8"	400	50 @ 600 gr/min**	3/8" female	3/8" female	-	12
HA40151400	Open hose reel 1/4" + 15mt hose SMALL	G	1/4"	400	160 @ 600 gr/min*	1/4" female	1/4" female	-	15
HA40153800	Open hose reel 3/8" + 15mt hose SMALL	G	3/8"	400	140 @ 600 gr/min*	3/8" female	3/8" female	-	15

(*) Pressure drop for grease NLGI 2.5 (**) Pressure drop for grease NLGI 2

Tabla 15: "Características carrete para grasa al punto"

- **Válvula control de presión**

Estas válvulas de liberación de presión proporcionan las funciones de limitación y control de presión ajustables que a menudo se requieren en aplicaciones en las que es necesario controlar las presiones de manera precisa a la vez que se permite de ajustarlas de manera manual durante su utilización.

Se instalara una válvula que controle la presión del sistema, ya que las partidas los picks de presión puede llegar a ser muy alto lo cual es dañino para el sistema.

Marca: EATON

Modelo: RV8-8-30

Cracking pressure ranges: 1000-3000 [psi]

Obs: Ficha técnica válvula anexada.

- **Válvula Check o anti-retorno**

Esta válvula, instalada entre la bomba y la salida hacia los carretes es de gran importancia ya que nos ayudara en la seguridad de la línea en caso de que la presión aumente, es decir, exista un delta de presión que afecta a nuestro sistema. En esta válvula seleccionada, se activara cuando la presión sobrepase los 30 [psi] haciendo pasar el fluido por ella, aunque esto puede variar si el caudal llega a aumentar más de la cuenta.

Marca: EATON

Modelo: CV3-8-P-O-30

Cracking pressures: [30 psi]

A – CV3-8-P-O-60

B – CV3-8-P-O-25

C – CV3-8-P-O-10

D – CV3-8-P-O-4

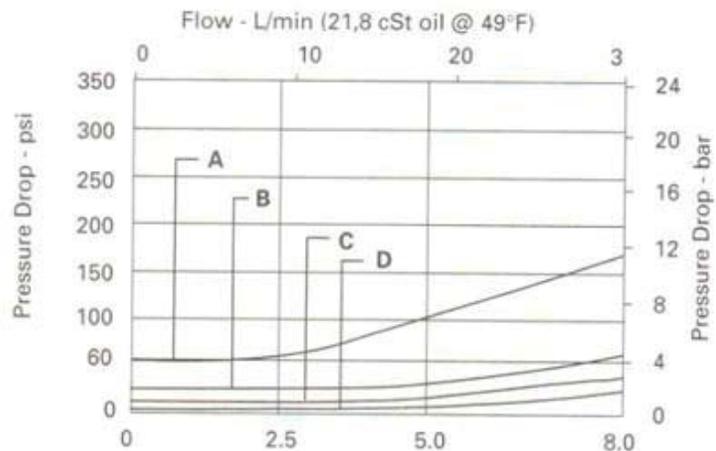


Fig. 43: "Pressure drop curves"

Se adjunta en anexo las características de la respectiva válvula.

- **F.R.**

Unidades FR de tratamiento de aire, filtro regulador, con cuerpo metálico, protección de vaso plástico, desarme y bloqueo de regulador.

Marca: Micro Tec

Serie: QBS1

Presión de trabajo: 0-10 [bar]

Poder filtrante: Standard 40 μ



Fig. 44: "Figura referencial Filtro + lubricador"

- **F.R.L**

Unidad FRL de tratamiento de aire, filtro, regulador mas lubricador, con cuerpos y vasos plásticos, con bloqueos en el regulador vertical.



Fig. 45: Figura referencial Filtro + Regulador + Lubricador

Marca: Micro Tec

Serie: QBM0

Presión de trabajo: 0,5 - 8 [bar]

Poder filtrante: Standard 25 [μ]

- **Pistolas dispensadoras para aceite**

Se procederá a seguir con la línea "PIUSI" en este caso de pistolas dispensadoras con corta gota de forma automática, especial para los requerimientos de caudal que poseemos. Además incluye un cuenta litros digital.

Marca: PIUSI

Serie: F00984010

Rango Caudal: 0-30 [L/min]

PRODUCTS' RANGE		TECHNICAL DATA									
Code	Description	Fluids	Spout		Flow-rate		Working pressure		Batteries 1,5 V	Inlet	Outlet
		type	type	automatic no drip valve	l/min	gpm	bar	psi	size AAA no.		
F00484000	K400 electronic oil meter LT/BSP		-	-	1 - 30	0,26 - 7,8	70	994	2	1/2" BSP	1/2" BSP
F00984040	K400 nozzle LT/BSP		-	-	1 - 30	0,26 - 7,8	70	994	2	1/2" BSP	1/2" BSP
F00984010	K400 nozzle LT/BSP with flex ext.		Flexible	YES	1 - 30	0,26 - 7,8	70	994	2	1/2" BSP	Flex ext.
F00984000	K400 nozzle LT/BSP with rigid ext.		Rigid	YES	1 - 30	0,26 - 7,8	70	994	2	1/2" BSP	Rigid ext.

Tabla 16 : "Característica pistola dispensadora Aceite"

- **Pistola dispensadora para grasa**

En este caso para satisfacer las necesidades de engrase al punto, se escogerá la marca DINSI

Pistola cuentagramos para grasa

Novedosa pistola para grasa integrada a un cuentagramos a engranajes.

Art. 66899 Pistola dosificadora grasa

(*)

Con:

- articulación giratoria triple de H 1/4" G
- terminales rígido y flexible dotados de gancho de engrasado
- enganche entrada filete 1/4" H de pulgada

No homologada para uso público.



Fig. 46 : "Pistola con cuenta gramos para grasa"

Marca: DINSI

Serie: 66899C

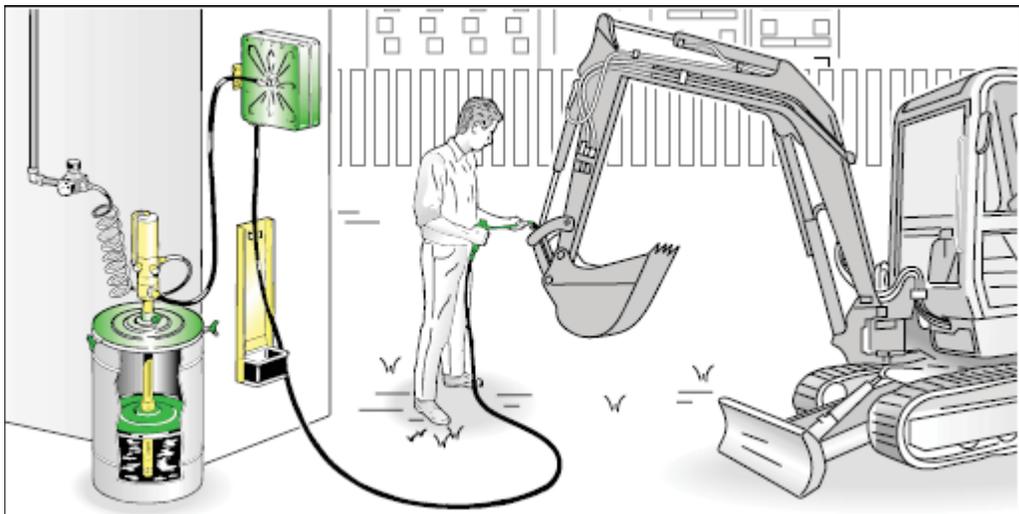


Fig. 47: "Aplicación grasa al punto de un barril"

- **Bomba dispensadora de trasvasije de grasa**

Trabajaremos con bombas tipo pisto las cuales tienen un motor neumático, que activan el pistón para succionar y entregar los requerimiento de grasa correspondientes. Esta es una parte fundamental del sistema debido a la viscosidad que posee la grasa, en este caso, para el trasvasije (alto flujo másico) y como veremos más adelante para la aplicación de grasa al punto.

Marca bomba: Alemite

Modelo: 7736

Relación: 11:1

Flujo másico: 40 [Kg/min]

Las bombas industriales de Alemite pueden manejar lubricantes viscosos hasta NLGI 3. Estas bombas son constantes, confiables y mantienen largas distancias del excedente de la presión.

Como se podrá apreciar esta bomba neumática de grasa nos permitirá entregar un caudal másico de 40 [Kg/min], es decir, un buen flujo para trasvasijar altos volúmenes en pocos minutos.



Fig. 48: "Modelo clásico bomba de ALEMITE, modelo 7736 "

- **Bomba neumática de grasa al punto**

Las bombas ARO que se seleccionaran para este apartado dispone de la necesidad de trasladar un fluido viscoso como la grasa y en requerimientos de bajo caudal para una aplicación más al punto .

Marca: Ingersoll Rand

Modelo: AF 045

Relación: 50:1

Flujo másico : 6 [lb/min] = 2,7 [Kg/min]

Rango aire de entrada: 0 - 150 [psi]

Rango presión fluido de salida: 0-7500 [psi]

Carrera: 4"



Fig. 49: "Bomba ARO para grasa al punto"

Obs: Fichas técnicas de ambas bombas en anexo

- Bomba de trasvasije de aceite



Fig. 50: " Bombas de pistón para aceite"

Para el trasvasije de aceite está claro que se utilizara bombas neumáticas, las cuales se encargaran de cubrir las necesidades succionando el fluido y trasladándolo por los conductos hasta el punto final.

Estas bombas con relación 9:1, es decir, si la entrada de presión de aire es de 100 [psi], la presión final del fluido es de aproximadamente 900 [psi], sin embargo, este valor está en condiciones ideales por lo que la presión de salida va depender de otros factores, como por ejemplo los ciclos por minutos que estemos trabajando. Esta bomba podrá movernos fluidos viscosos como un aceite ISO VG 32 O 46 en nuestro caso.

En el anexo 12 podremos observar una imagen más detallada de esta bomba.

- **Bomba de diafragma neumática para aceite usado**

Una bomba de diafragma será la encargada del trasvasije desde o hacia el estanque, según sea la necesidad del cliente, es decir, pasar aceite desde la maquinaria hacia el estanque del camión o viceversa.

Esta bomba es mas rápida que una de pistón, sin embargo, no se podría emplear en el trasvasije de los otros aceites ya que no permite levantar gran presión como las otras.

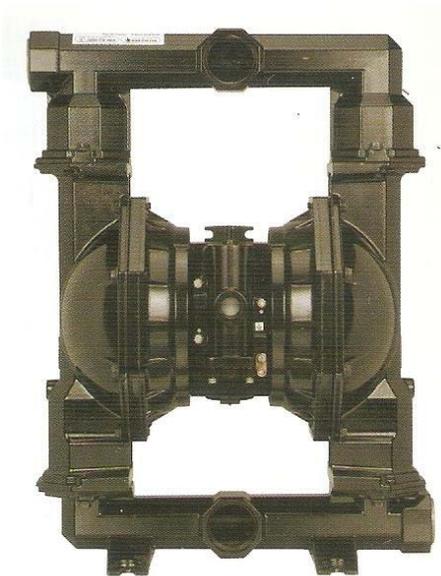


Fig. 51: " Bomba diafragma 2"

Especificaciones principales:

Bomba de diafragma de 2"

Ratio:1:1

Máximo caudal : 172 GPM

Desplazamiento por ciclo a 100 PSI: 1.4 GAL

Máxima presión de operación: 120 PSI - 8.3 BAR

- Dimensiones y curvas generales ver anexo 8

5.7 Distribución de estanques y equipos

Periódicamente el sistema de lubricación de las palas P&H 4100 va requerir ciertas necesidades, ya sea llenando los estanques de distribución de grasa o aceite, o bien, lubricación al punto en componentes con cierto grado de exactitud.

En base a los lubricantes seleccionados en el apartado anterior y el estudio de las capacidades para la maquina, se recrea una plataforma con los estanques que contendrán los aceites y grasas.

Los volúmenes de los estanques están diseñados con el fin de cubrir palas electromecánicas que se comento en un principio, las cuales vamos a suponer que requieren de las necesidades constantemente.

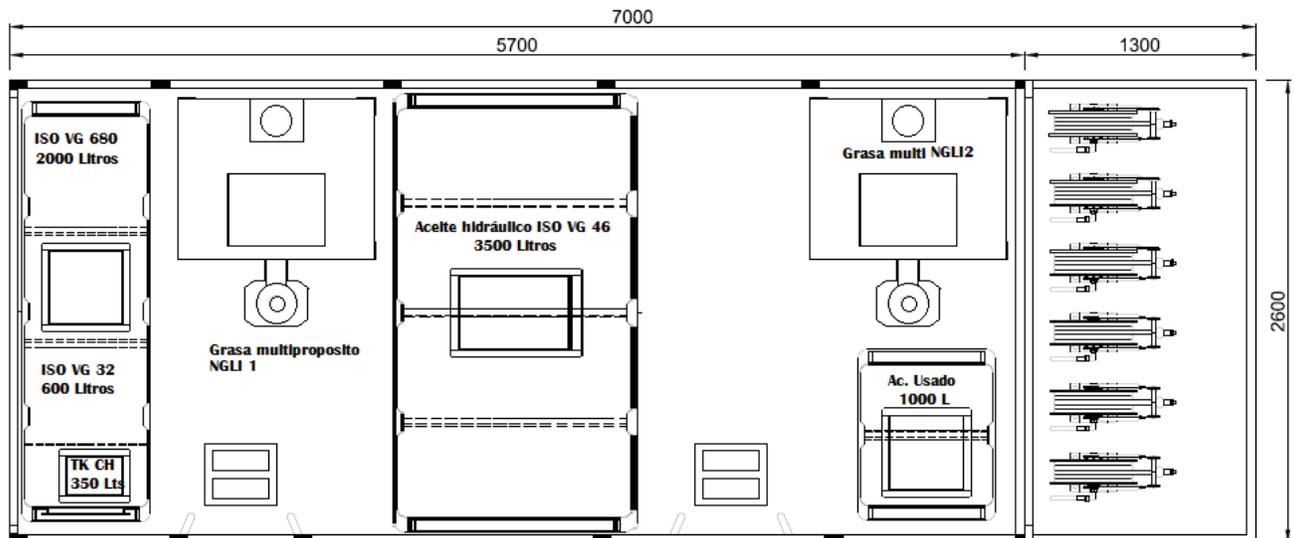


Fig. 52: "Distribución plataforma"

Cada uno de estos estanques llevara la respectiva bomba de pistón neumática, la cual bombeara el fluido por los conductos hasta llegar a los carretes dispensadores.

5.8 Costos Componentes del sistema

Componentes	Cantidad	Marca	Modelo	Precio Unitario	Precio Total
P.T.O	1				
Bomba Hidráulica	1	EATON	35VQ	\$ 500.090,00	500.090,00
Motor Hidráulico	1	EATON	35M	\$ 550.980,00	550.980,00
Compresor	1	VANAIR	125-185	\$ 4.696.094	4.696.094,00
Filtro	4	SCHRODER	RLT9VZ520	\$ 95.800,00	383.200,00
Filtro Succión tk Hidr.	1	SCHRODER		\$ 18.979,00	18.979,00
Filtro retorno tk Hidr.	1	SCHRODER		\$ 150.000,00	150.000,00
Válvula direccional Hidr.	1	EATON	SV4-10 -C	\$ 80.000,00	80.000,00
Válvula control del presión	1	EATON	RV8-8-30	\$ 158.000,00	158.000,00
Manómetros	7			\$ 6.500,00	45.500,00
F.R.L	8	Micro Tec	QBM0	\$ 21.000,00	168.000,00
F.R.	1	Micro Tec	QBS1	\$ 16.000,00	16.000,00
Válvula direccional Neumática	8	Vensa	EZ-21-160-0-HC	\$ 52.000,00	416.000,00
Carrete Aceite	4	PIUSI	HA 6015 3400	\$ 344.000,00	1.376.000,00
Carrete Grasa trasvasije	2	RAASM	8540.403/C5	\$ 270.000,00	540.000,00
Carrete Grasa al punto	2	PIUSI	HA 4015 3800	\$ 199.900,00	399.800,00
Bomba Neumática 9:1	4	ARO	AF0409A13PFL1	\$ 1.215.549,00	4.862.196,00
Bomba Neumática Grasa 11:1	2	Alemite	7736	\$ 1.483.185,00	2.966.370,00
Bomba Neumática Grasa 50:1	2	ARO	AF 045	\$ 1.225.022,00	2.450.044,00
Acople Rápido	4	FLOWMAX	R-ER-C	\$ 80.112,00	320.448,00
Filtro respiradero Tk	5	AIR SENTRY	D-103	\$ 38.403,00	192.015,00

Válvula check	3	EATON	CV3-8-P	\$ 30.000,00	90.000,00
Medidor de caudal + pantalla	3	Piusi	14278 + 17617	\$ 250.978,00	752.934,00
Pistola dispensadora Aceite	3	PIUSI	F00948010	\$ 120.000,00	360.000,00
Pistola para grasa con destorcesor + swivel	2	Dinsi	66889C	\$ 23.610,00	\$ 47.220,00
Filtro respiradero tk Hidr.	1	AIR SENTRY	z-134	\$ 17.505,00	\$ 17.505,00
Carrete aire de servicio	1	PIUSI	HA60151200	\$ 183.201,00	\$ 183.201,00
Bomba de diafragma	1	Aro I.R	PD20A-AAP-GGG-B	\$ 709.306,00	\$ 709.306,00
Carrete para aceite usado	1	Dinsi	R660616.6215	\$ 350.000,00	\$ 350.000,00
Filtro Regulador + Lubricador de 1/2"	1	Emc	EC 4010- 04	\$ 17.735,00	\$ 17.735,00
Filtro respiradero para ac. Usado	1	Schroeder	ABF-3/10	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
Válvula de venteo para sistema de grasa	2	Farval	13850	\$ 237.989,00	\$ 475.978,00
TOTALES					\$ 23.308.595,00

*Precio del P.T.O va en conjunto al de la bomba y motor hidráulico junto a todos sus accesorios.

Conclusión

El respectivo trabajo desarrollado emplea métodos prácticos y simples para la implementación de lubricación en el mundo de la minería que busca la mejor disponibilidad para la maquinaria en terreno.

Si bien este trabajo se centro en un tipo de maquinaria, se cree que pequeñas modificaciones en el diseño podrían realizar plataformas para otro tipo de maquinarias según sus necesidades, las cuales se desarrollarían previo análisis en cada caso.

Para la maquinaria de palas de cables en particular, se cumplió con las expectativas deseadas, ya que la plataforma lograra el desempeño de cubrir las necesidades que esta requiere en el trasvasije y lubricación atreves de los sistemas propios del equipo.

Para dar termino al proyecto, se concluye que los costos proporcionados con este diseño son completamente razonables y descienden en comparación a las plataformas que se diseñan con sistemas puramente hidráulicos (con bombas de engranajes en vez de bombas neumáticas) , lo cual es un beneficio para reducir costos de inversión en estas plataformas.

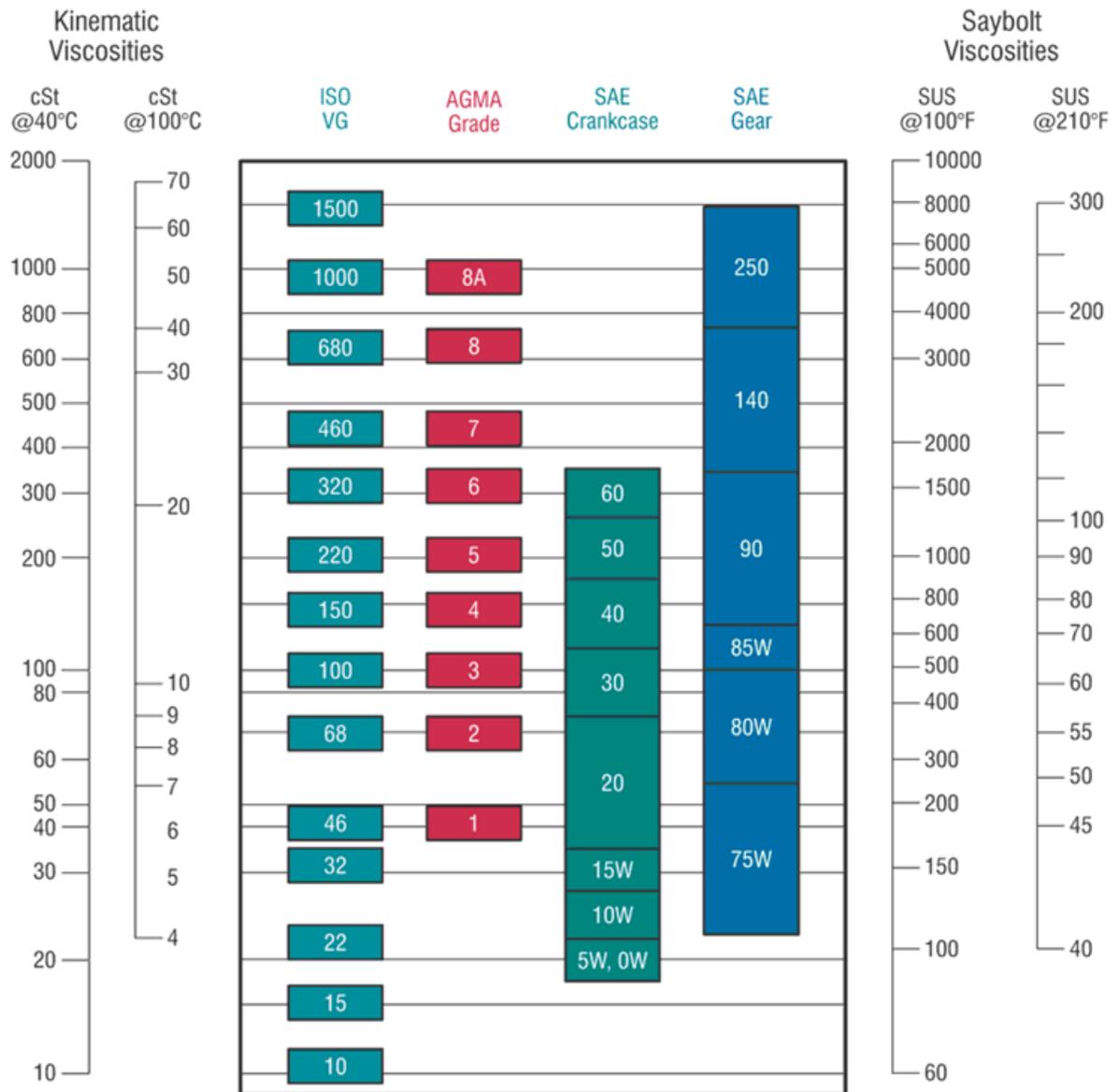
Bibliografía

- Manual Básico de oleo-hidráulica 2° Edición Mayo 2015 Córdoba-Argentina
- Serrano, Ed. Paraninfo tomo1 (Diseño de circuitos neumáticos)
- Miguel Carulla y Vincent Lladonosa Circuitos neumáticos
- Manual de oleo-hidráulica industrial - Vickers.
- Sitio web: <http://www.hidraulicapractica.com/es/bombas/formulas-en-bombas-hidraulicas-unidades-standard>.
- Sitio web: <http://sitioniche.nichese.com/index.html>
- Catalogo de productos de filtración - Schroeder
- Catalogo Bombas neumáticas - Ingersoll Rand ARO
- Catalogo productos PIUSU - Fluid Handling Innovation
- Mecánica de fluidos, Fundamentos y aplicaciones - YONUS A. CENGEL/ JOHN M. CIMBALA 2° Edición.
- Mecánica de fluidos 6ta Edición - Robert Mott
- Manual de sistemas mecánicos P&H
- Manual del operador P&H
- Vane Pump & Motor Design Vickers
- Lightning Reference Handbook - Standard engineering data

Anexos

Anexo 1

Ilustración de la viscosidad de diferentes aceites a 40 y 100°C.

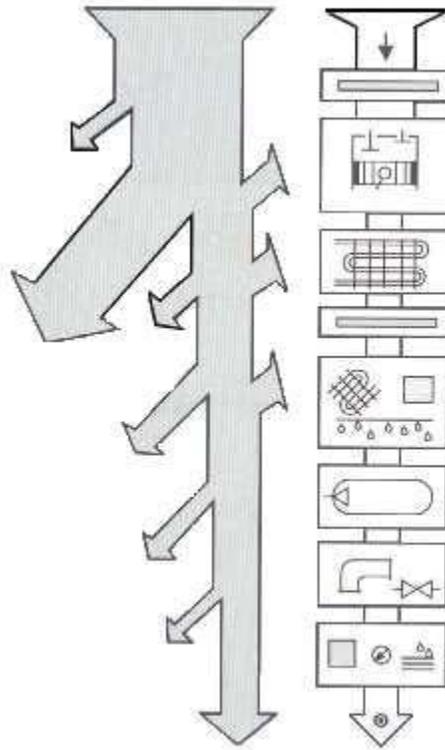


Anexo 2

Grado de impureza en el aire.

Grado	1. Substancias sólidas		2. Contenido de agua	3. Contenido de aceite
	Tamaño máx. de las partículas	Densidad máx. de las partículas	Punto máx. de condensación bajo presión	Concentración máx. de aceite
	[μm]	[mg/m^3]	[$^{\circ}\text{C}$]	[mg/m^3]
1	0,1	0,1	-70	0,01
2	1	1	-40	0,1
3	5	5	-20	1
4	15	8	3	5
5	40	10	7	25
6	-	-	10	-
7	-	-	Sin definir	-

Anexo 3



Ciclo de obtención y distribución del aire comprimido

Estaciones	Contaminación	Preparación
Aspiración	Polvo Suciedad Vapores	Filtro de aspir.
Compresión	Aceite Alcoholes Abrasivos	
Enfriamiento	Agua	Filtro separador
Secado	Vapor de agua	secador
Almacenado	Herrumbre Partículas de oxido	
Distribución	cascarilla	
Mantenimiento	Agua	Filtro Regulad.,lubric (según.,necesid)

Estaciones de obtención de aire comprimido

Anexo 4

Simbología relacionada con la oleo hidráulica.

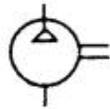
Denominación/ Aclaraciones, ejemplos	Símbolos	Denominación/ Aclaraciones, ejemplos	Símbolos
Fuentes de energía		Reductor hidráulico compacto	
Hidráulica		Bomba variable con compensador de presión, 1 sentido de flujo, 1 sentido de giro, conexión de fugas	
Neumática		Bomba/Motor variable con compensador de presión, 2 sentidos de flujo, 2 sentidos de giro, conexión de fugas	
Motor eléctrico		Cilindro hidráulico	
Unidad de accionamiento, excepto motor eléctrico		Cilindro hidráulico de acción simple, carrera de retorno por carga de presión, cámara del pistón unida con el tanque	
Transformación y acumulación de la energía		Cilindro hidráulico de acción doble, vástago unilateral, amortiguación ajustable de ambos lados del pistón	
<i>Bombas y motores hidráulicos</i>		Cilindro hidráulico telescópico, efecto simple	
Bomba constante, general		Cilindro hidráulico telescópico, efecto doble	
Bomba constante, 1 sentido de flujo, 1 sentido de giro		<i>Acumulador hidráulico</i>	
Bomba variable, 2 sentidos de flujo, 1 sentido de giro, conexión de fugas		Sin precompresión	
Motor constante, 2 sentidos de flujo, 2 sentidos de giro		Con precompresión del gas	
Bomba/Motor constante, 1 sentido de flujo, 1 sentido de giro			
Bomba/Motor variable, variación manual, 2 sentidos de flujo, 2 sentidos de giro, conexión de fugas			
Motor hidráulico basculable			

Anexo 5

Simbología Neumática

SÍMBOLOS NEUMÁTICOS SEGÚN NORMAS DIN/ISO 1219

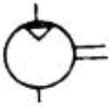
Elementos transformadores de energía



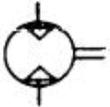
Compresor



Bomba de vacío



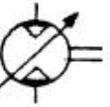
Motor neumático, caudal fijo



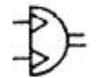
Motor neumático, caudal fijo y dos sentidos de giro



Motor neumático de caudal variable



Motor neumático de caudal variable y dos sentidos de giro



Motor neumático de giro limitado

Anexo 6

Dimensiones carrete para grasa y aceite marca PIUSI

DIMENSIONS

Model	A	B	C	D	E	F	G	H
HOSE REEL SMALL	475	462	102	200	180	150	150	12

PRODUCTS' RANGE WEIGHT AND PACKAGING

Code	Weight		Packaging		
	kg	lbs	mm	inch	pcs/box
Without hose					
HN40151400	14	30,8	550x200x540	21,6x7,9x21,3	1
HN40153800	14	30,8	550x200x540	21,6x7,9x21,3	1
With hose					
HC40123800	20	44	550x200x540	21,6x7,9x21,3	1
HA40151400	19	41,9	550x200x540	21,6x7,9x21,3	1
HA40153800	23	50,7	550x200x540	21,6x7,9x21,3	1

DIMENSIONS

Model	A	B	C	D	E	F	G	H
HOSE REEL BIG	475	462	152	200	230	150	200	12
HOSE REEL SMALL	475	462	102	200	180	150	150	12

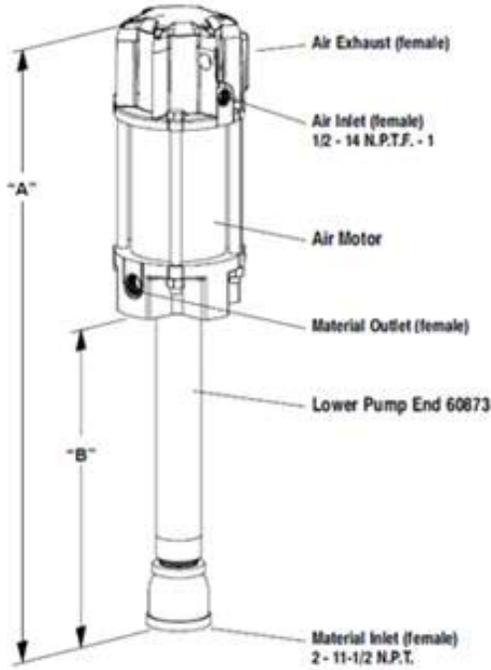
PRODUCTS' RANGE WEIGHT AND PACKAGING

Code	Weight		Packaging		
	kg	lbs	mm	inch	pcs/box
Without hose					
HN60151200	14	30,8	550x200x540	21,6x7,9x21,3	1
HN60153800	14	30,8	550x200x540	21,6x7,9x21,3	1
HN60201200	14	30,8	550x260x540	21,6x10,2x21,3	1
With hose					
HA60101200	16	35,2	550x200x540	21,6x7,9x21,3	1
HA60151200	19	41,9	550x200x540	21,6x7,9x21,3	1
HA60201200	25	55	550x260x540	21,6x10,2x21,3	1
HA60153400	27	60	550x260x540	21,6x10,2x21,3	1
HA60101000	25	55	550x260x540	21,6x10,2x21,3	1

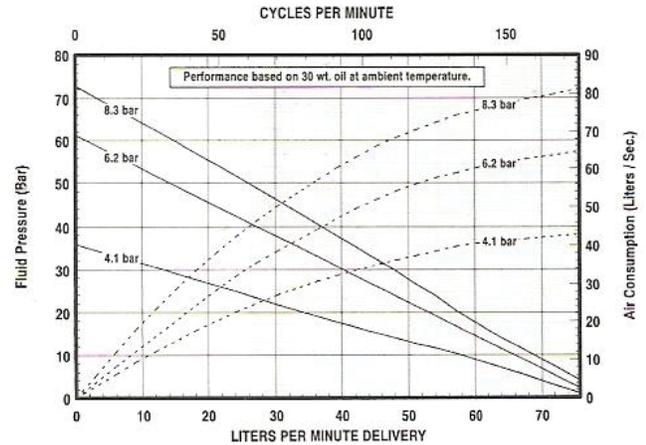
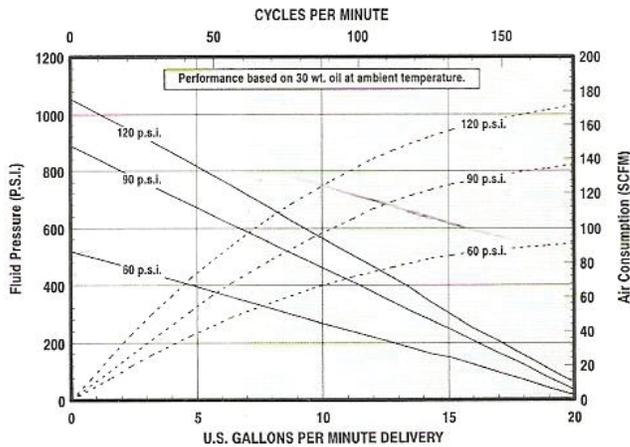
Grasa y aceite respectivamente

Anexo 7

- Bomba trasvasije de aceite relación 9:1
- 4-1/4" Motor de aire
- Bomba de dos bolas

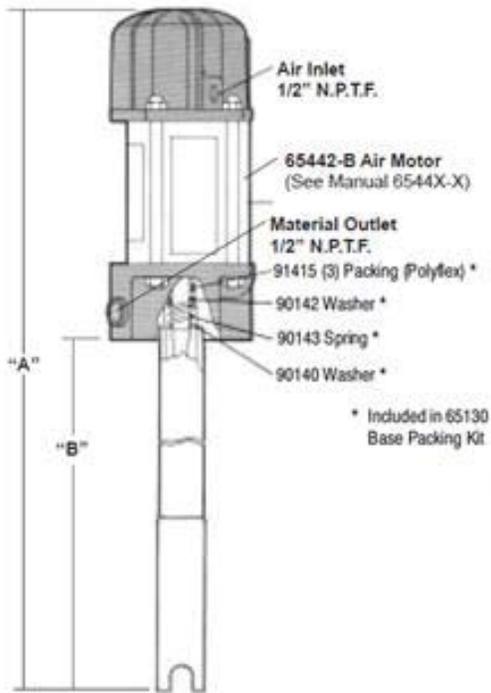


SPECIFICATIONS	
Type	Air Operated Two Ball Pump
Ratio	9:1
Air Motor	65441-B
Motor Repair Kit	61268
Motor Diameter	4-1/4" (10.8 cm)
Stroke (double acting)	4" (10.2 cm)
Air Inlet (female)	1/2 - 14 N.P.T.F. - 1
Air Exhaust (female)	1-1/4 - 11-1/2 N.P.T.F. - 1
Material Outlet (female)	3/4 - 14 N.P.T.F.
Lower Pump End	60873
Material Inlet (female)	2 - 11-1/2 N.P.T.



Grafica Bomba 9:1 para el trasvasije de aceite

- Bomba grasa al punto relación 50 :1



* Included in 65130 Base Packing Kit

SPECIFICATIONS

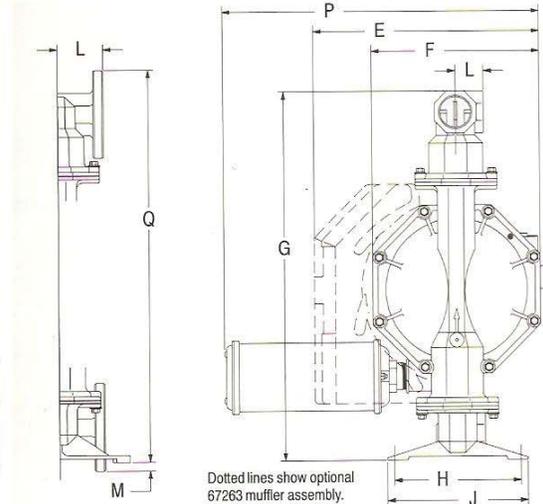
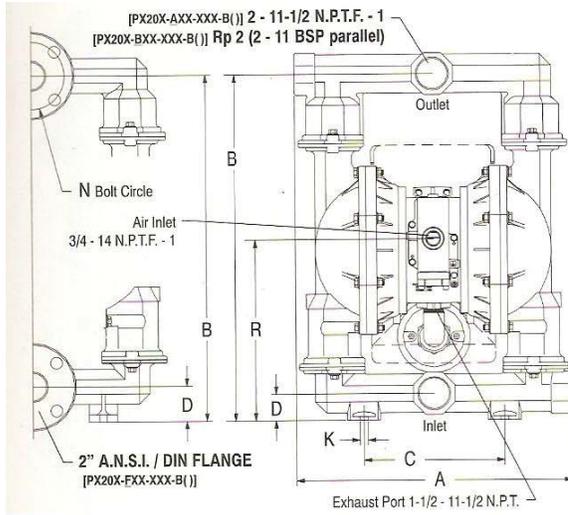
Type	Air Operated, Grease Pump
Ratio	50:1
Air Motor Diameter	4-1/4" (10.8 cm)
Stroke	4" (10.2 cm)
Air Inlet	1/2 - 14 n.p.t.f. (f)
Material Outlet	1/2 - 14 n.p.t.f. (f)
Dimensional Data	See Chart

PERFORMANCE

Air Inlet Pressure Range	0 - 150 p.s.i. (0 - 10 bar)
Fluid Pressure Range	0 - 7500 p.s.i. (0 - 517 bar)
Maximum Delivery / Min.	6 lbs (2.7 kg)

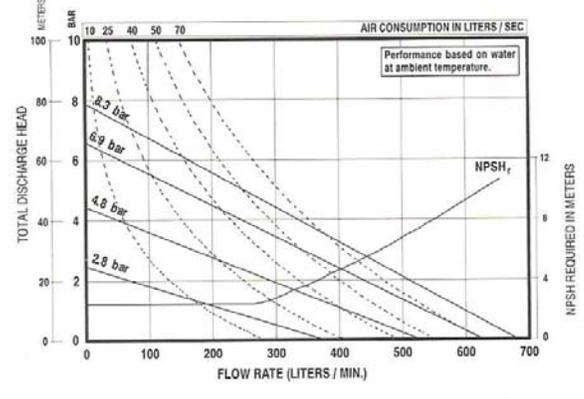
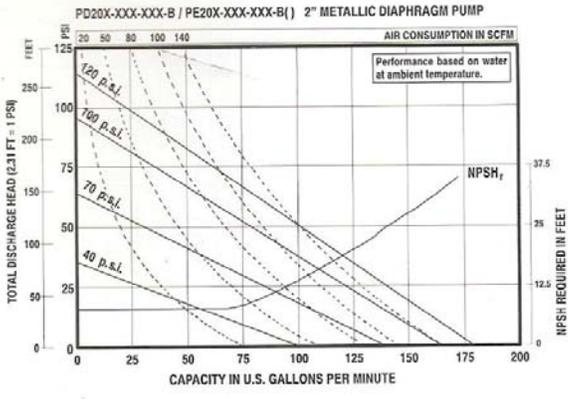
Anexo 8

- Bomba de diagrama metálica neumática de 2 "



DIMENSIONS

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| A see below | G 26-1/4" (666.8 mm) | M 5/8" (15.9 mm) |
| B 24-3/4" (628.7 mm) | H 9-1/16" (230.2 mm) | N 4.834" (122.8 mm) |
| C 10-1/16" (255.6 mm) | J 10-1/16" (255.6 mm) | P 21-5/8" (548 mm) |
| D see below | K 9/16" (14.3 mm) | Q 27-7/8" (708.0 mm) |
| E 16-3/16" (411.2 mm) | L see below | R see below |
| F 12" (304.8 mm) | | |

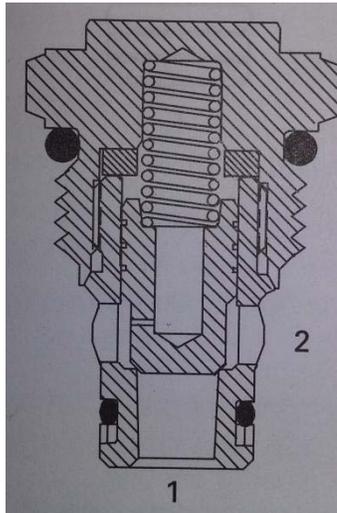


Anexo 9

Especificaciones técnicas válvula Check

- **Caudal nominal:** 30 L/min (8 USgpm)
- **Cracking pressures (a 1 L/min):**
 - **04** - 0,28 bar (4 psi)
 - **10** - 0,7 bar (10 psi)
 - **15** - 1,03 bar (15 psi)
 - **25** - 1,7 bar (25 psi)
 - **30** - 2,07 bar (30 psi)
 - **60** - 4,0 bar (60 psi)
- **Rangos de temperatura:** -40° a 120 °C
- **Fluidos típicos:** todos los fluidos con propósito hidráulico tales como: MIL-H-5606, SAE10, SAE20, etc.
- **Peso aproximado:** 0,05 Kg.

Vista en corte de la válvula.



Funcionamiento:

La válvula permanece cerrada hasta que se vence la presión del resorte en el punto 1, luego el cono se eleva del asiento y permite el flujo desde el punto 1 al punto 2.

Anexo 10

Nivel de limpieza recomendados (Códigos ISO) para componentes de fluidos hidráulicos.

Componentes	Niveles de limpieza (Código ISO)
Bomba de engranaje	19/17/14
Bomba de pistón/Motor	18/16/13
Bomba de paletas	19/17/14
Válvula de control direccional	19/17/14
Válvula de control proporcional	18/16/13
Servo Válvula	16/14/11

Recomendación para elemento filtrante.

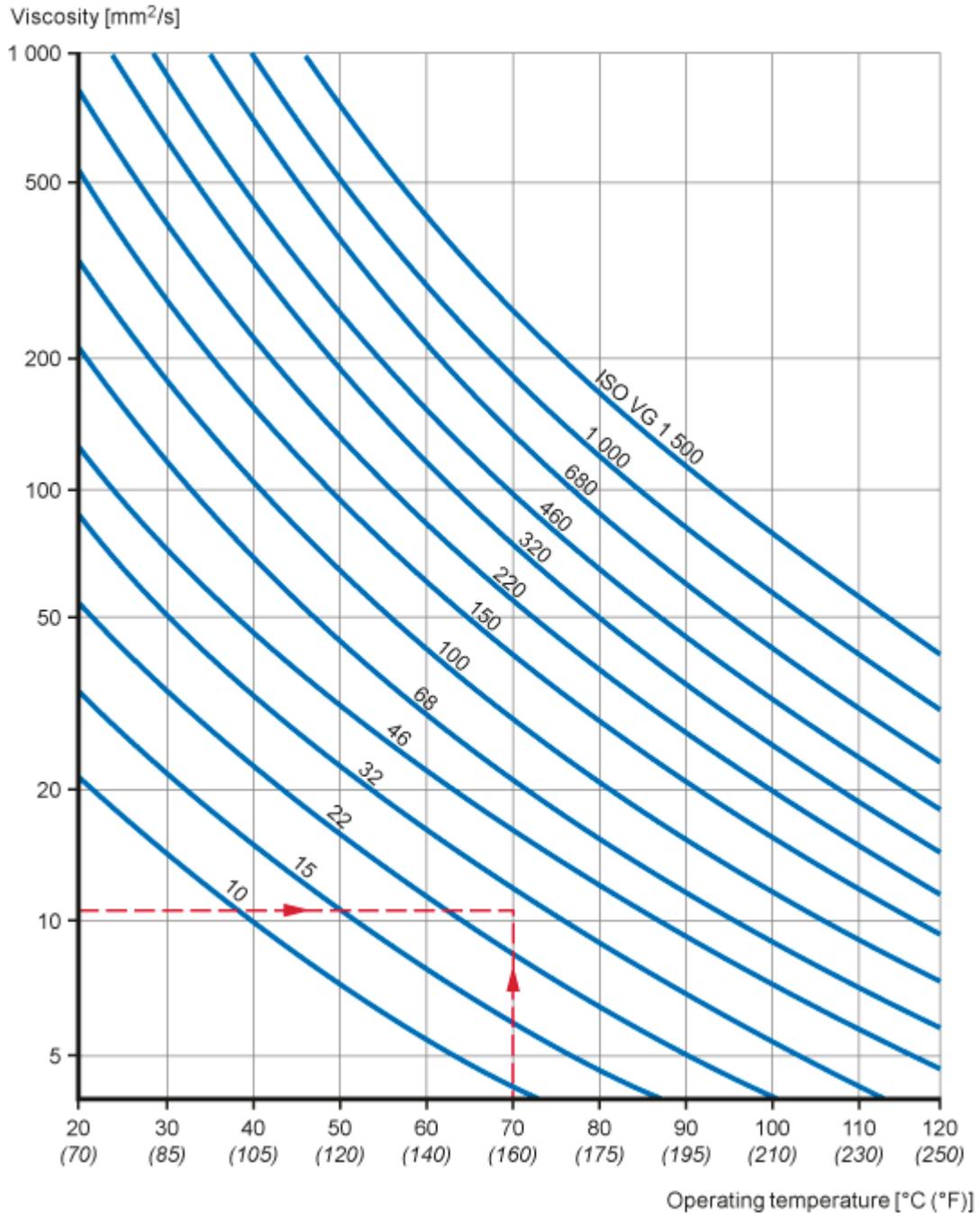
Nivel de limpieza deseado (Código ISO)	Medio Schroder
20/18/15-19/17/14	Z25
19/17/14-18/16/13	Z10
18/16/13-15/13/10	Z5
15/13/10-14/12/9	Z3
14/12/9-13/11/8	Z1

Medio recomendado para alcanzar los niveles de limpieza deseados basados en el nivel de ingesión.

Nivel de limpieza deseado (Código ISO)	Rango de Ingreso	Medio Schroder
20/18/15	Alto	Z25
19/17/14	Bajo	Z25
19/17/14	Alto	Z10
18/16/13	Bajo	Z10
18/16/13	Alto	Z5
15/13/10	Bajo	Z5
18/16/13	Alto	Z3
15/13/10	Bajo	Z3
15/13/10	Alto	Z1
14/16/9	Bajo	Z1

Anexo 11

Grafico que muestra la variación de la viscosidad [mm²/s] con la temperatura de operación.



Anexo 12

Imagen bomba de trasvasije con motor neumático presentada en corte.

