

# UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO



## “ESTUDIO DE FABRICACIÓN DE CILINDROS HIDRÁULICOS.”

SEMINARIO DE TÍTULO PRESENTADO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO  
DE INGENIERO EJECUCIÓN MECÁNICA

PROFESOR GUÍA:  
VICTOR SAN JUAN RAMOS

MAURICIO FUENTES MOYA  
MARCO OSSES CONTRERAS

2016

## **AGRADECIMIENTOS**

La gratitud da sentido a nuestro pasado, trae paz al presente, y crea una visión para mañana; es por esto que quiero agradecer a todas las personas que nos ayudaron a la realización de nuestro proyecto:

- A Don Ramón Ilufí Salinas y a Don César Ilufí Espinoza por permitirnos realizar nuestro estudio en su empresa.
- A Don Luis Ilufí y a todos los miembros del taller por abrirnos sus puertas y aportarnos con la información necesaria para nuestro seminario, en especial a Don Germán quien nos apoyó incondicionalmente con sus conocimientos y consejos.
- A nuestro profesor guía Don Víctor San Juan Ramos por sus consejos, arduas correcciones y paciencia.
- Al profesor Don Vicente Pita Vives por su colaboración en la confección de nuestra propuesta de seminario.
- A nuestros padres y familias por su apoyo incondicional, tanto en lo personal como en lo económico para concretar nuestros estudios.

Atte. Mauricio Fuentes Moya y Marco Osses Contreras

## **INDICE**

### **Contenido**

1.NOMENCLATURA .....	5
2.INTRODUCCIÓN.....	6
2.1.OBJETIVOS.....	7
2.1.1.Objetivo General.....	7
2.1.2.Objetivos específicos .....	6
2.1.3.Origen del Tema .....	6
3.RESEÑA DE LA EMPRESA .....	8
4.VARIABLES .....	9
4.1.Variable Directa.....	8
4.2.Variables Indirectas .....	8
4.3.Variable Intervinientes .....	8
5.MARCO TEORICO .....	9
5.1.Cilindros de Simple Efecto .....	12
5.2.Cilindros Telescópicos.....	13
5.3.Cilindros de Doble Efecto .....	14
5.4.Cilindro Diferencial.....	15
5.5.Cilindro de Doble Vástago .....	15
5.6.Cilindros Tándem.....	16
5.7.Cilindros Dúplex .....	16
6.Accesorios opcionales de los cilindros .....	17
6.1.Amortiguador .....	17
6.2.Limitador de Carrera .....	18
7.Fórmulas para el Cálculo de Cilindros hidráulicos Diferenciales y de Doble Vástagos .....	19
7.1.Áreas .....	19
7.2.Volúmenes.....	20
7.3.Velocidades .....	21
7.4.Fuerzas .....	22

7.5.Resistencia .....	24
8.Variables que determinan la vida de un sello .....	26
9.METODOLOGIA .....	29
10.ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACION .....	31
11.ESTUDIO ESTADISTICO .....	37
11.1.Cálculo del tiempo ponderado: .....	39
12.CONTROL DE CALIDAD EMPRESA EURO SEAL CÍA LTDA.....	43
13.Proposición de eventuales mejoras. ....	45
14.Conclusiones .....	49
15.BIBLIOGRAFÍA .....	510
16.ANEXOS.....	52



## 1. NOMENCLATURA

Simbología	Definición	Unidades
A	Área	mm <sup>2</sup>
A <sub>a</sub>	Área de anillo	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	Área de pistón	mm <sup>2</sup>
A <sub>v</sub>	Área de Vástago	mm <sup>2</sup>
D <sub>e</sub>	Diámetro exterior	mm
D <sub>i</sub>	Diámetro interior	mm
D <sub>p</sub>	Diámetro pistón	mm
D <sub>v</sub>	Diámetro Vástago	mm
e	Espesor del pistón	mm
F	fuerza	N
F <sub>avance</sub>	Fuerza de avance	N
F <sub>retroceso</sub>	Fuerza de retroceso	N
L	Largo interior del cilindro	mm
P	Presión	Pa
P <sub>1</sub>	Presión sobre el área del pistón	Pa
P <sub>2</sub>	Presión sobre el área del anillo	Pa
Q <sub>B</sub>	Caudal entregado por la bomba	mm <sup>3</sup> /s
Q <sub>in</sub>	Caudal de entrada	mm <sup>3</sup> /s
Q <sub>out</sub>	Caudal de salida	mm <sup>3</sup> /s
S <sub>eq</sub>	Resistencia de la camisa	MPa
S <sub>t</sub>	Resistencia admisible	MPa
V	Velocidad	mm/s
V <sub>1</sub>	Volumen cámara del pistón	mm <sup>3</sup>
V <sub>2</sub>	Volumen cámara del vástago	mm <sup>3</sup>
V <sub>avance</sub>	Velocidad de avance	mm/s
V <sub>retroceso</sub>	Velocidad de retroceso	mm/s
X	Desplazamiento	mm
β	Razón entre áreas	

## **2. INTRODUCCIÓN**

En Chile y en el mundo ha aumentado significativamente el uso de hidráulica para satisfacer las necesidades de medianas y grandes empresas. El gran uso de la hidráulica en la industria mundial nace por la necesidad de rápidos y bajos costos en la producción, con mejor calidad, menos pérdidas y más ganancias. Actualmente, las empresas son favorecidas gracias a las innumerables ventajas proporcionadas por los sistemas hidráulicos. Con la potencia hidráulica, se necesita muy poca resolución para controlar y transmitir grandes cantidades de energía a la producción.

Los cilindros hidráulicos son elementos de máquinas con una amplia utilización en la construcción de maquinaria moderna, y están caracterizados por su elevada compacidad que le permite desarrollar grandes fuerzas con limitado peso y pequeñas dimensiones exteriores.

Su aplicación surge debido a que estos son actuadores hidráulicos de tipo lineal, los cuales transforman la energía hidráulica del sistema en energía mecánica lineal.

Estos se encuentran en maquinaria pesada, máquinas de herramientas, máquinas agrícolas, máquinas de construcción, aviones, astilleros, grúas, mesas sísmicas, etc.

Actualmente la empresa Euro Seal es representante de los Sellos Hidráulicos Hallite, miembros del grupo global Fenner para comercialización de sus productos en Chile. Hallite tiene fábricas en Inglaterra y Estados Unidos, entregando productos de excelente calidad a gran parte de la Industria Minera, Pesquera y Forestal de Chile.

## **2.1. OBJETIVOS**

### **2.1.1. Objetivo General:**

Estudiar el proceso de fabricación de cilindros hidráulicos, de la empresa Euro Seal Cía. Ltda., para evaluar la factibilidad de mejorar la productividad.

### **2.1.2. Objetivos específicos:**

- Estudiar las etapas del proceso de fabricación de cilindros hidráulicos, desde el ingreso de los insumos hasta las pruebas y controles de calidad previos a su comercialización.
- Realizar un análisis estadístico de la producción de cilindros hidráulicos.
- Proponer eventuales mejoras al proceso de producción.

### **2.1.3. Origen del Tema:**

Propuesto por la empresa Euro Seal Cía. Ltda., quien observaba la inexistencia de un control y estandarización del proceso productivo.

### **3. RESEÑA DE LA EMPRESA**

La empresa Euro Seal Cía. Ltda es una empresa familiar creada en el año 2004, cuya existencia legal consta según Escritura Pública de fecha 13 de Octubre de 2004. Su representante Legal es el Sr. Ramón Belarmino Ilufí Salinas.

Actualmente Euro Seal es representante de los Sellos Hidráulicos Hallite, miembros del grupo global Fenner, para comercialización de sus productos en Chile. La empresa consta de 21 empleados, distribuidos en las áreas de Administración, Ventas, Cuerpo Técnico, Ingeniería y Mecánica, cubriendo el 100% de las necesidades de los clientes.

Euro Seal con su personal capacitado, se aboca a entregar servicio técnico en la reparación y fabricación de todo tipo de cilindros hidráulicos, neumáticos, equipos y piezas mecánicas, bajo planos y/o especificaciones entregados por los clientes, asegurando el correcto funcionamiento de sus equipos, como también en la fabricación de piezas especiales y a la venta especializada de productos para los equipos que demanden sellados de fluidos.

La empresa está comprometida a prestar servicios que cumplan a cabalidad con las necesidades requeridas por el cliente, esforzándose en el crecimiento de la empresa protegiendo la integridad de sus trabajadores y colaboradores.

El enfoque de la empresa apunta a satisfacer las expectativas de sus clientes, proporcionando un servicio rápido y de calidad donde la atención ha sido dirigida a los sectores Industriales, Pesqueros, Siderúrgica, Forestales, Naval, Agroindustria, Refinerías, Minero y Maestranzas, con lo cual se ha ganado un prestigio por la atención entregada durante los 10 años de trayectoria.

## **4. VARIABLES**

### **4.1. Variable Directa**

- Control y estandarización del proceso productivo

### **4.2. Variables Indirectas**

- Operario
- Diseño
- Maquinaria
- Tiempo

### **4.3. Variable Intervinientes**

- Clientes

## 5. MARCO TEORICO

Los cilindros hidráulicos son actuadores mecánicos, es decir, transforman el movimiento rotativo a la entrada (bomba), en un movimiento lineal en la salida (cilindro), por lo tanto, son utilizados para generar una fuerza de recorrido lineal.

Las partes de un cilindro estándar son:

- Cilindro o camisa
- Vástago
- Pistón
- Tapas
- Sellos
- Entrada y salida de Fluido
- Aro de anclaje (si es requerido)



Figura 1. Corte de un cilindro hidráulico.

Si bien la fabricación y comercialización de estos elementos tiene una alta estandarización en sus dimensiones, existen empresas que se dedican a la fabricación de productos a pedido, debido a que en muchos casos, para ciertas aplicaciones, se requieren de cilindros especiales.

Los cilindros se clasifican en:

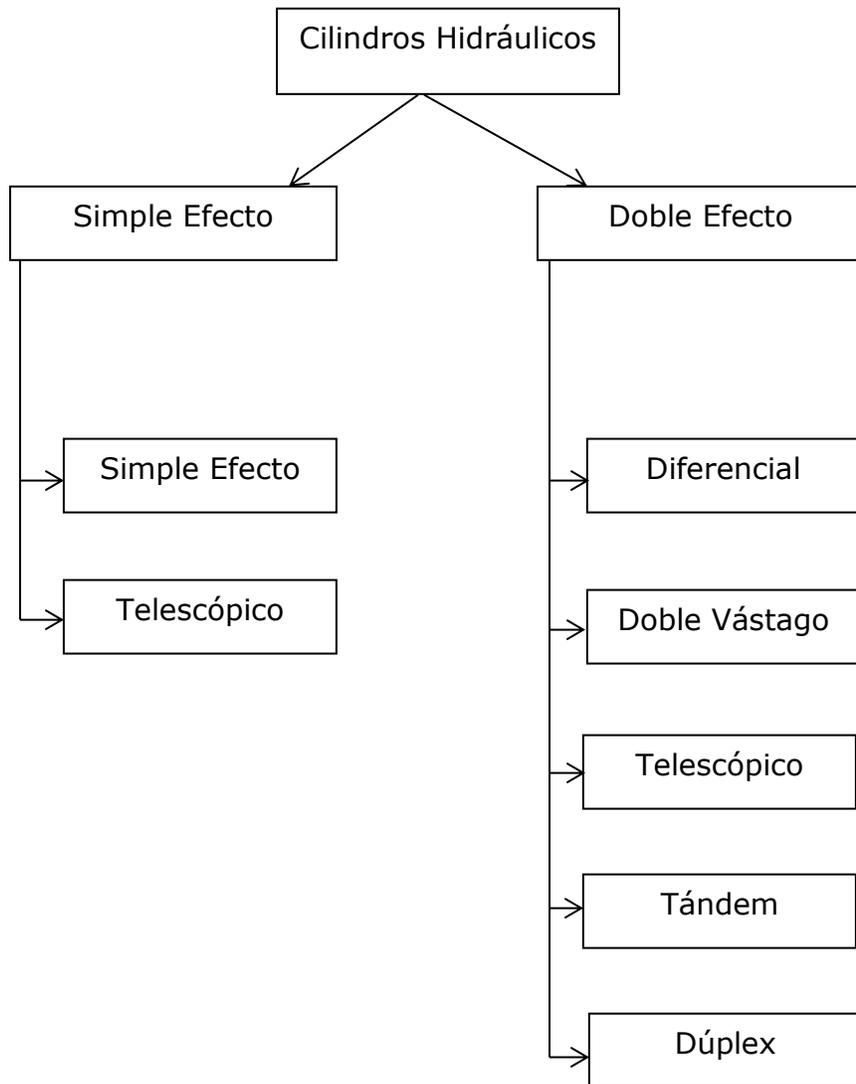


Figura 2. Clasificación de los cilindros hidráulicos.

## 5.1 Cilindros de Simple Efecto:

- Dentro de los distintos tipos de cilindros, son los más sencillos en su fabricación y utilización
- Poseen un puerto de entrada y salida del fluido
- Ejercen fuerza en una sola dirección
- Se pueden montar verticalmente y hacer que su descenso ocurra por gravedad
- Normalmente su retorno es mediante un resorte
- Se encuentran en elevadores y gatos hidráulicos

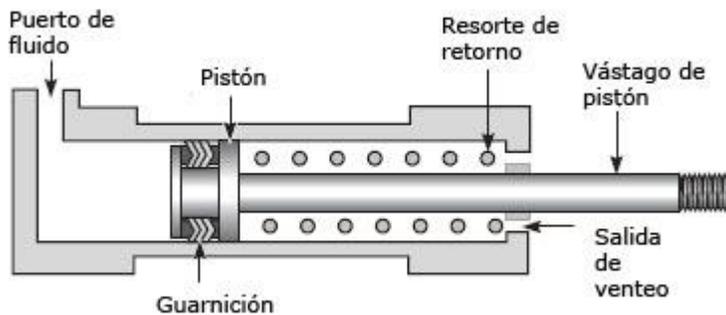
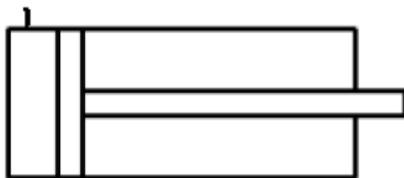
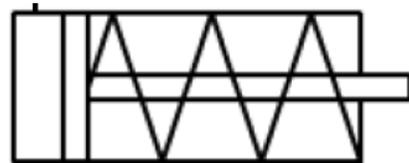


Figura 3. Esquema representativo de un cilindro de simple efecto.



Cilindro de simple efecto



Cilindro de simple efecto con retroceso por resorte

Figura 4. Simbología de los cilindros de simple efecto.

## 5.2 Cilindros Telescópicos

- Pueden ser de simple efecto o doble efecto
- Se utilizan cuando la longitud total extendida requerida, sea mayor al doble de la longitud total comprimida
- Pueden tener hasta 4 o 5 camisas
- Se encuentran en grúas, camiones cargadores, etc.

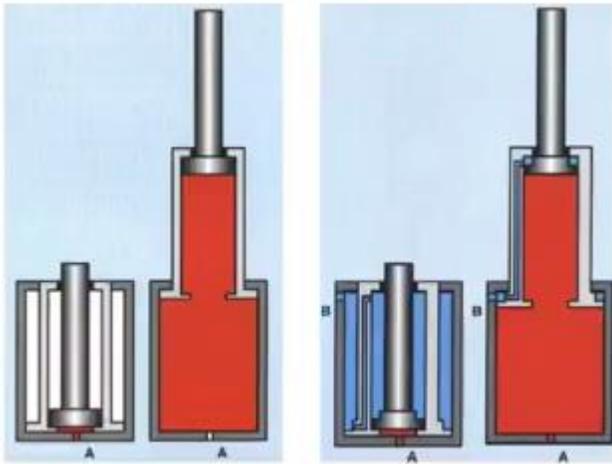


Figura 5. Esquema representativo de un cilindro telescópico de simple efecto y doble efecto respectivamente

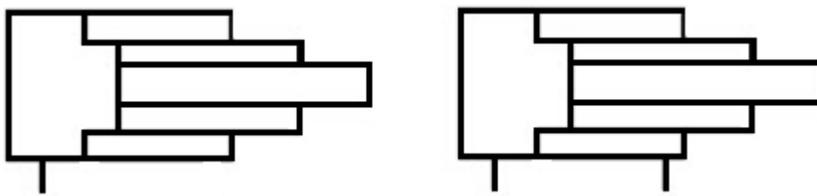


Figura 6. Simbología de los cilindros telescópicos de simple y doble efecto respectivamente

### 5.3. Cilindros de Doble Efecto

- Son accionados por el fluido hidráulico en ambos sentidos
- Ejercen fuerza en ambas direcciones
- Poseen 2 puertos que sirven de entrada y salida del fluido
- Estos pueden ser diferenciales, telescópicos, de doble vástago, tándem y dúplex
- Son los más usados

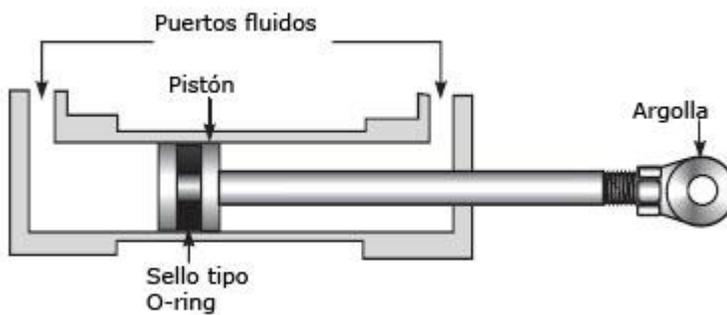


Figura 7. Esquema representativo de un cilindro de doble efecto

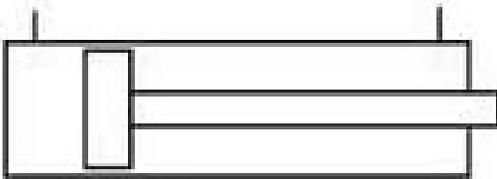


Figura 8. Simbología de los cilindros de doble efecto

#### 5.4. Cilindro Diferencial

- Posee áreas desiguales en contacto con el fluido
- Movimiento de avance más lento que el de retorno a la misma presión del fluido
- Fuerza de avance mayor que la de retorno a la misma presión del fluido

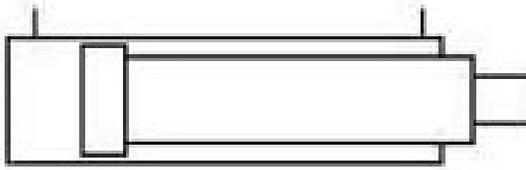


Figura 9. Simbología de los cilindros diferenciales

#### 5.5. Cilindro de Doble Vástago

- Posee dos vástagos, uno en cada extremo
- Movimiento de igual velocidad en ambas direcciones a una misma presión de trabajo
- Fuerza igual en ambas direcciones a una misma presión de trabajo
- Se puede usar de simple efecto si se drena una de las cámaras

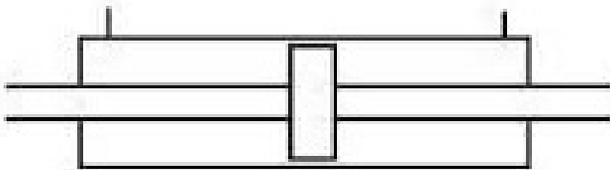


Figura 10. Simbología de los cilindros de doble vástagos

## 5.6. Cilindros Tándem

- Dos o más cuerpos cilíndricos en serie cuyos émbolos están unidos por un mismo vástago
- Se puede transmitir mayores fuerzas sin aumentar la presión del sistema con diámetros reducidos

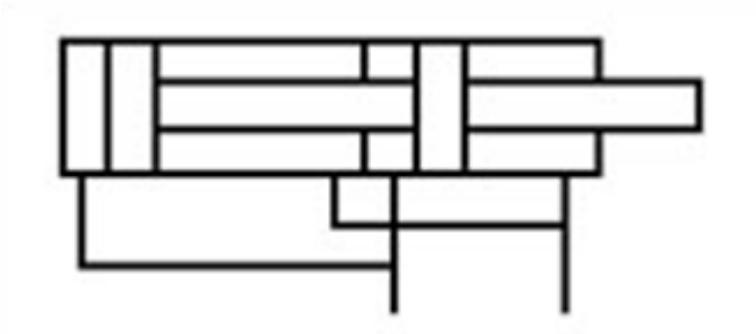


Figura 11. Simbología de los cilindros tándem

## 5.7. Cilindros Dúplex

- Dos o más cuerpos en serie cuyos émbolos no se encuentran unidos
- La longitud de las carreras son diferentes
- Permite obtener, normalmente, hasta tres o cuatro posiciones diferentes

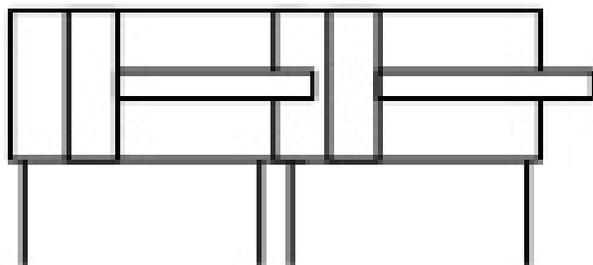


Figura 12. Simbología de los cilindros dúplex

## 6. Accesorios opcionales de los cilindros

**6.1.** Amortiguador: consiste en un tapón que bloquea la salida principal, de la extensión o retroceso, del fluido obligándolo a salir por la válvula de aguja, de esta forma se desacelera el movimiento antes de golpear.

- Desacelerar la carga final de la carrera
- Impedir que el pistón golpee contra la tapa del extremo
- Proteger al cilindro del golpe de ariete
- En uno o ambos lados del pistón, dependiendo de qué movimiento se quiera amortiguar (avance, retroceso o ambos)
- Válvula de aguja
- Válvula antirretorno (opcional)

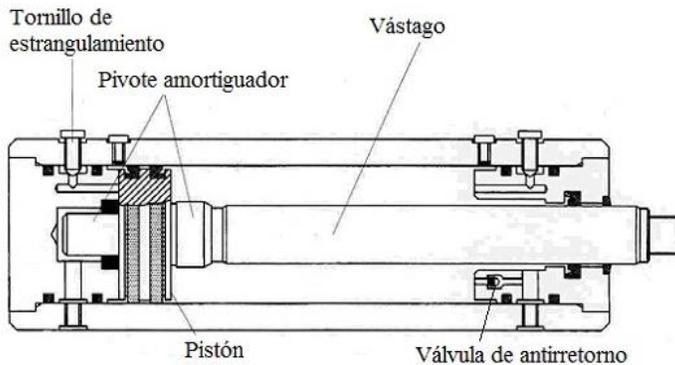


Figura 13. Esquema representativo de un cilindro con amortiguador

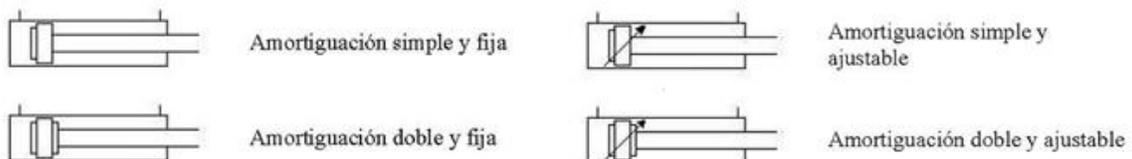


Figura 14. Simbología de los cilindros con amortiguador

**6.2.** Limitador de Carrera: Consiste en un tubo separador ubicado en el vástago del cilindro.

- Tubo separador o de detención
- Proporciona mayor soporte para las cargas laterales en cilindros de gran carrera
- Reduce el desgaste de la tapa que soporta al vástago al reducir la carga que ejerce este último
- Disminuye la flexión del vástago

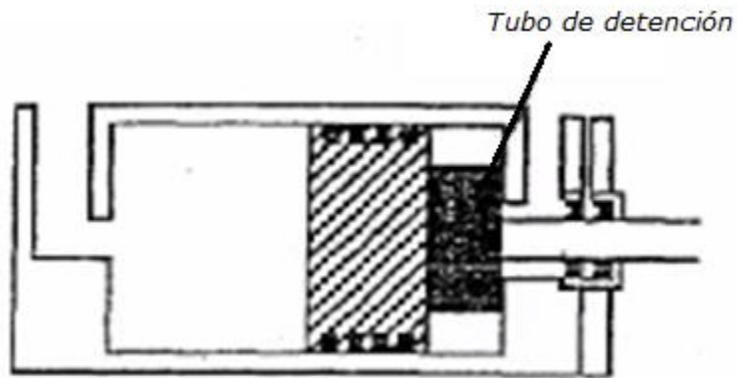
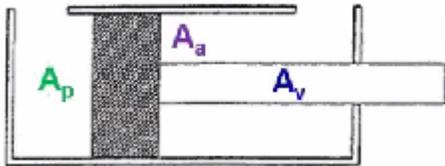


Figura 15. Esquema representativo de un cilindro con limitador de carrera

## 7. Fórmulas para el Cálculo de Cilindros hidráulicos Diferenciales y de Doble Vástagos:

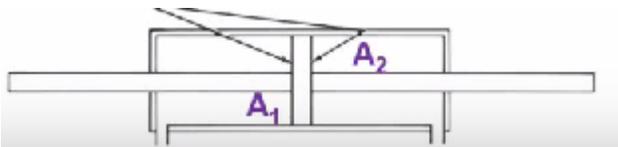
### 7.1. Áreas:



$A_p$  = Área de pistón  
 $A_a$  = Área de anillo  
 $A_v$  = Área de Vástago  
 $D_v$  = Diámetro Vástago  
 $D_p$  = Diámetro pistón  
 $\beta$  = Razón entre áreas

Figura 16. Cilindro Diferencial

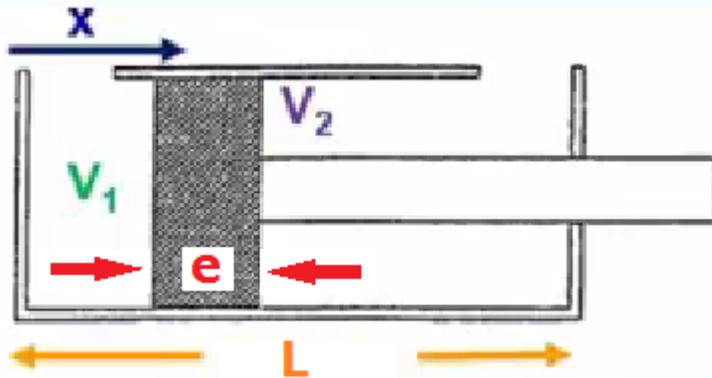
$$A_p = \frac{\pi D_p^2}{4} \quad A_v = \frac{\pi D_v^2}{4} \quad A_a = A_p - A_v = \frac{\pi D_p^2}{4} - \frac{\pi D_v^2}{4} \quad \beta = \frac{A_p}{A_v}$$



$$A_1 = A_2 = \frac{\pi D_p^2}{4} - \frac{\pi D_v^2}{4}$$

Figura 17. Cilindro de Doble Vástago

**7.2. Volúmenes:**



$V_1$  = Volumen cámara del pistón  
 $V_2$  = Volumen cámara del vástago  
 $X$  = Desplazamiento  
 $L$  = Largo interior del cilindro  
 $e$  = Espesor del pistón

Figura 18. Cilindro Diferencial

$$carrera = L - e \quad V_1 = A_p x \quad V_2 = A_a (carrera - x)$$

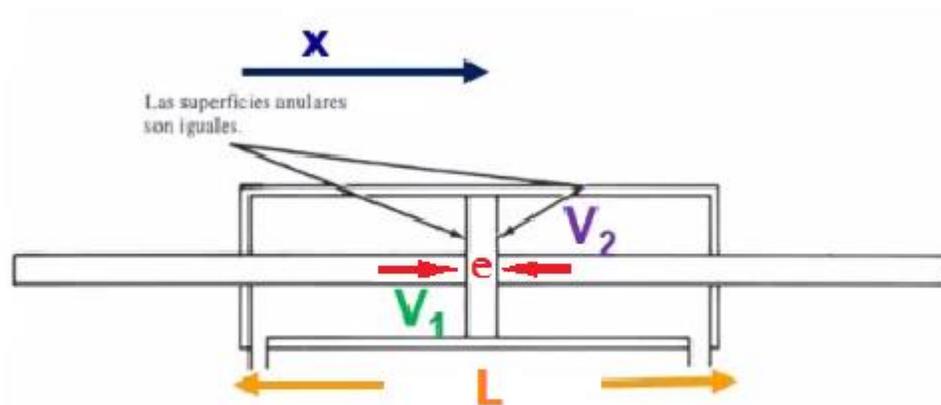
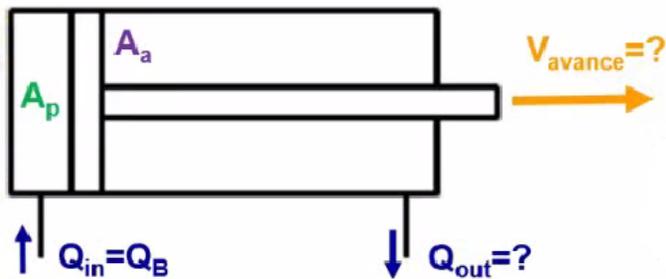


Figura 19. Cilindro de Doble Vástago

$$A_1 = A_2 \quad V_1 = A_1 x$$

$$V_2 = A_2 (carrera - x)$$

### 7.3. Velocidades:

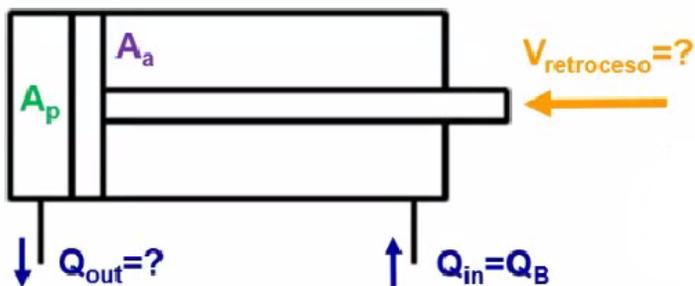


$V_{avance}$  = Velocidad de avance  
 $Q_{in}$  = Caudal de entrada  
 $Q_{out}$  = Caudal de salida  
 $Q_B$  = Caudal entregado por la bomba  
 $V_{retroceso}$  = Velocidad de retroceso  
 $V$  = Velocidad  
 $A$  = Área

Figura 20. Cilindro diferencial

$$Q = VA \Rightarrow V_{avance} = \frac{Q_B}{A_p}$$

$$Q_{out} = V_{avance} A_a$$



$$V_{retroceso} = \frac{Q_B}{A_a}$$

$$Q_{out} = V_{retroceso} A_p$$

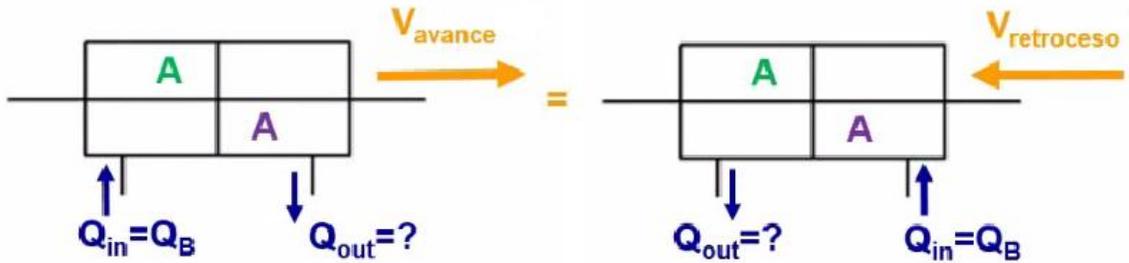
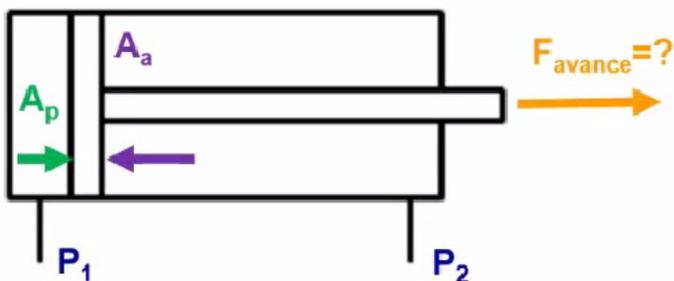


Figura 21. Cilindro de Doble Vástago

$$V_{retroceso} = V_{avance} = Q_B / A$$

$$Q_{out} = V_{avance} A = V_{retroceso} A$$

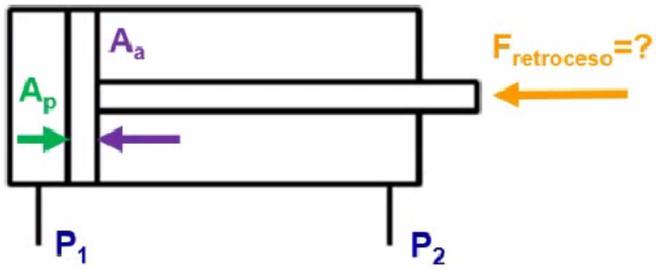
#### 7.4. Fuerzas:



$F_{avance}$  = Fuerza de avance  
 $F_{retroceso}$  = Fuerza de retroceso  
 $P_1$  = Presión sobre el área del pistón  
 $P_2$  = Presión sobre el área del anillo

Figura 22. Cilindro Diferencial

$$P = F / A \Rightarrow F_{avance} = P_1 A_p - P_2 A_a$$



$$F_{\text{retroceso}} = P_2 A_a - P_1 A_p$$

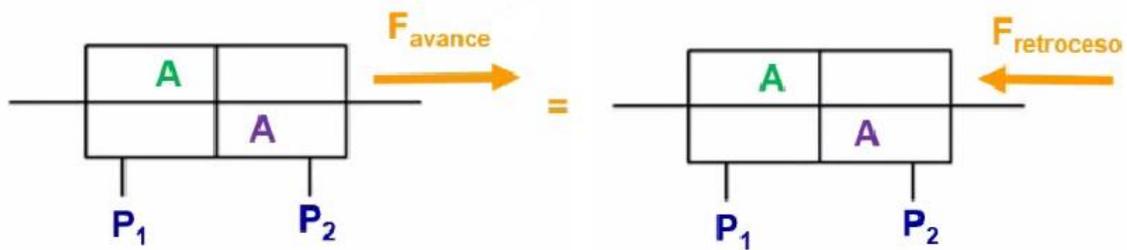


Figura 23. Cilindro de Doble Vástago

$$P = \frac{F}{A} \quad \longrightarrow \quad F_{\text{retroceso}} = F_{\text{avance}} = P_1 A - P_2 A$$

### 7.5. Resistencia:

Resistencia de la camisa de un cilindro.

$$S_{eq} = P \frac{2D_e^2}{D_e^2 - D_i^2} \leq S_t, \text{ [Mpa]}$$

$S_{eq}$  = Resistencia de la camisa según la presión P  
 $S_t$  = Resistencia admisible del material de la camisa  
 P = Presión  
 $D_e$  = Diámetro exterior de la camisa  
 $D_i$  = Diámetro interior de la camisa

- Diámetro exterior requerido según la fuerza que ejercerá el cilindro, la presión del sistema y la tensión admisible.

$$D_e = \sqrt{\frac{F}{P} \left[ \frac{S_t}{S_t - 2p} \right]}, \text{ [mm]}$$

F = fuerza que ejercerá  
 P = presión del sistema  
 $S_t$  = resistencia admisible  
 $D_e$  = Diámetro exterior

- Diámetro interior de camisa según tensión admisible, diámetro exterior definido y presión del sistema.

$$D_i^2 = D_e^2 \frac{S_t - 2p}{S_t}, \text{ [mm]}$$

P = presión del sistema  
 $S_t$  = resistencia admisible  
 $D_e$  = Diámetro exterior  
 $D_i$  = Diámetro interior

- Presión de trabajo óptima para menor diámetro exterior de cilindro.

$$p = \frac{S_t}{4}$$

P= presión del sistema  
S<sub>t</sub>= resistencia admisible

Uno de los factores importantes en el funcionamiento y desempeño de los cilindros hidráulicos corresponde a los sellos, los cuales se encargan de impedir el paso del aceite entre las cámaras, el contacto metal con metal, el ingreso de partículas externas y contaminantes al cilindro, etc.

Los sellos que componen al cilindro hidráulico son:

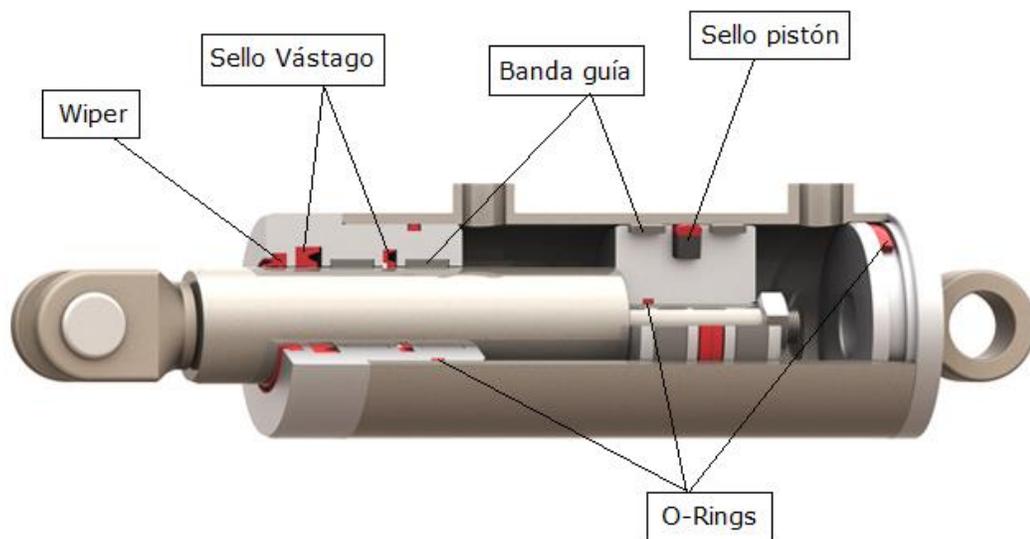


Figura 24. Esquema representativo de un cilindro con la ubicación de los sellos

- **Sello barredor o limpiador (wiper):** tienen como función evitar el ingreso de contaminantes al cilindro.
- **Sello de vástago (polypack, Chevron):** se encargan de impedir el paso de aceite por el vástago hacia el exterior.
- **Sello de pistón:** son los que evitan el paso de aceite entre las cámaras interiores del cilindro. Si hay filtraciones la presión interna decae disminuyendo la fuerza de acción del cilindro.
- **Bandas guías:** evitan el contacto metal con metal en el cilindro (tapa-vástago o pistón-camisa)
- **Sellos estáticos (O rings):** son los de menor exigencia en el cilindro, se ubican entre las piezas cuando se ensamblan para evitar filtraciones de aceite.

#### **8. Variables que determinan la vida de un sello:**

- **Presión:** la presión que resiste un sello está determinada por su material y por su dureza, mientras más duro más presión resiste, pero esto afecta su flexibilidad dificultando su instalación y posibles fugas a baja presión.
- **Temperatura:** la mayoría de los plásticos tienen buen desempeño hasta los 100-110 °C aproximadamente. Para temperaturas mayores se deben recurrir a polímeros especiales como vitón (230°C), siliconas (250°C) o teflón (400°C).
- **Velocidad de trabajo:** a pesar que los cilindros trabajan lubricados con aceite, a velocidades altas se puede generar un calentamiento excesivo producto del roce entre el sello y el metal, como también, problemas en su retorno.

Los materiales más utilizados, y preferidos por la empresa Euro Seal para garantizar una buena calidad en cuanto a resistencia y desempeño, son:

- **SAE 1045:** es un acero de grado de ingeniería de aplicación universal que proporciona un nivel medio de resistencia mecánica y tenacidad a bajo costo con respecto a los aceros de baja aleación. Frecuentemente se utiliza para elementos endurecidos a la llama o por inducción.

Sus propiedades mecánicas son:

Dureza 163 HB (84 HRb)

Esfuerzo de fluencia 310 MPa (45000 PSI)

Esfuerzo máximo 565 MPa (81900 PSI)

Elongación 16% (en 50 mm)

Reducción de área (40%)

Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

Maquinabilidad 57% (AISI 1212 = 100%)

En cuanto a su maquinabilidad, este acero presenta un buen acabado superficial y su mecanizado se caracteriza por tener una larga vida útil de la herramienta de corte.

Además el acero SAE 1045 está en el límite superior de aceros con porcentajes de carbono que pueden ser soldados satisfactoriamente por todos los métodos comunes. Sin embargo, precalentamiento o postcalentamiento pueden ser necesarios en función del espesor. Se recomienda el uso de electrodos de bajo hidrógeno.

Euro Seal utiliza este acero para la fabricación de camisas, pistones y tapas.

- **Acero Durocromado:** corresponde a una barra de acero macizo (SAE 1045) templada por inducción y que está cubierta por una delgada capa de cromo. Es resistente a los impactos debido al templado hecho previo a la aplicación de la capa de cromo.

Las barras durocromadas, por su resistencia, dureza y su superficie suave, son ideales para componentes de transmisión de fuerzas, por lo que Euro Seal lo utiliza para la fabricación de vástagos en los cilindros hidráulicos.

Acabado superficial:

Tolerancia Diámetro	: ISO f7
Rectitud	: 0.5mm/mt
Rugosidad de Superficie (Ra)	: 0,2 micras (máx.)
Espesor Capa de Cromo	: <math>\varnothing 20 = 15</math> micras (mín.)
Dureza Superficie	: <math>\varnothing 20 = 20</math> micras (mín.)
Acabado Superficial	: 55HRc (min.)

Para los sellos los materiales más utilizados son:

- **Poliuretano:** los elastómeros uretánicos, conocidos con el nombre generalizado de poliuretano, son materiales polímeros elásticos como el caucho. Poseen una excelente combinación de propiedades físicas y mecánicas como gran elasticidad, Flexibilidad a lo largo de una extensa exposición térmica (hasta

los 100°C), excelente resistencia a la abrasión, desgarre y a la ruptura por impacto, relativa estabilidad frente a toda clase de influencias climatológicas, de buena resistencia a la oxidación y al ataque del ozono, resistencia a la temperatura hasta los 100° C, Resistencia a una amplia gama de solventes, especialmente hidrocarburos y compuestos clorados, entre otras. Se usa para la fabricación de sellos polipack y wiper.

- **Acrilo nitrilo:** son copolímeros de butadieno y nitrilo acrílico o acrilonitrilo, y frecuentemente se les conoce simplemente como cauchos nitrílicos. Es el que más resiste a los aceites de todos los productos de caucho comercializados y se usa en artículos que funcionan en contacto con aceites minerales. Posee buena adhesión al acero, excelente resistencia a los aceites, muy buenas propiedades mecánicas, muy buena resistencia a los solventes, temperatura de trabajo (de -40°C a 108°C). Se utiliza para la fabricación de sellos polipack, wiper, chevron, o-rings, bandas guías.
- **Viton:** viton es el más especializado de los fluoroelastómeros, bien conocido por su excelente resistencia a la temperatura (hasta 280°C). Tiene excelente resistencia a los combustibles agresivos, gran resistencia a la mayoría de los químicos utilizados en la industria, aplicación en extremas condiciones de ataque químico y alta temperatura, alta resistencia a productos químicos, inorgánicos, ácidos y bases concentrados hidrocarburos, resistencia a la temperatura máxima continua hasta de 280 °C, porcentaje de elongación a la ruptura del 250%. Su aplicación, en la fabricación de sellos, se debe a su resistencia a la temperatura, por lo que se utiliza para cilindros que estarán en condiciones operativas, de temperatura, superiores a las de los materiales anteriores mencionados

## **9. METODOLOGIA**

- El estudio se enmarcó dentro de la necesidad de conseguir una estandarización en la producción de la empresa Euro Seal Cia Ltda., la cual se logró definir mediante un control in situ en la fabricación y reparación de cilindros hidráulicos.
- Entre septiembre del 2016 y febrero del 2017 se realizaron diversas reuniones y visitas a la empresa, para la obtención de la información de diferentes cilindros con el fin de sentar las bases del proceso de estandarización.
- Paralelamente a esto se realizaron múltiples charlas con distintos encargados y especialistas del área de hidráulica, de la empresa Euro Seal, donde se obtuvo una capacitación sobre el funcionamiento de los cilindros.
- Se realizó en terreno el control de tiempo en la fabricación de las distintas partes de los cilindros hidráulicos, como también de múltiples diámetros.
- Se generó una muestra estadística de los cilindros hidráulicos, agrupándolos en rangos distintivos y su tiempo de fabricación.
- Se consiguieron datos estadísticos de la empresa en materia de gastos energéticos, maquinaria, operarios, etc., logrando realizar un trabajo de mayor exactitud.

## **10. ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACION**

Euro Seal cuenta con un sistema de trabajo a pedido, ya sea según plano de cilindro hidráulico o mediante muestra, para esto cuenta con un taller en el que se dispone de 3 tornos convencionales más un cuarto, para dimensiones elevadas, con una bancada de hasta 6 metros de largo, un torno CNC, una fresadora o taladro pedestal semiautomático, una sierra de corte eléctrica y un torno CNC especializado para la fabricación de sellos, además de un alto stock en bodega de materiales tales como tubos bruñidos, barras de acero, barras de acero ducromado y los distintos polímeros para la fabricación de los sellos, todos estos en diversos diámetros, además cuenta con un banco de pruebas especializados para el control de calidad de los cilindros, y un puente grúa manual para el manejo de cilindros de gran peso.

El taller está distribuido en 5 áreas, el área de hidráulica y control de calidad, el área de montaje, área de soldadura, el área de tornería, y la oficina del jefe de taller y recepción de proyectos.

Esta organización está diseñada para que cada una de las áreas pueda funcionar individualmente y colectivamente, coexistiendo, todas estas, en una misma planta.

A continuación se muestra un esquema de la distribución del taller:



Figura 25. Esquema de distribución del área del taller

Los pedidos surgen por la adquisición de proyectos de ingenieros de la empresa dedicados a la venta de los productos y servicios, como también por solicitud directa del cliente.

Ya aceptado un proyecto se revisa el plano del cilindro hidráulico (si es según muestra se miden y confeccionan croquis de las distintas piezas), se calcula la carrera de trabajo y se chequean las medidas generales para su confección, se seleccionan en bodega los materiales necesarios y se cortan según las dimensiones del cilindro con una sobremedida. Luego se dan a confeccionar pieza por pieza al personal de tornería y centro de mecanizado, con un croquis de cada pieza a realizar además del metal cortado para la realización.

Cuando existen varios proyectos en ejecución y en cola a realizar, se ordenan de forma prioritaria según plazo de entrega, deteniéndose algunos en ejecución de ser necesario.

La siguiente tabla especifica los procesos de las distintas piezas:

Tabla de procesos de fabricación

Elementos	Material	Nº de personas	Máquina utilizada	Operaciones
Camisa	Tubo bruñido SAE 1045	1	Torno convencional o CNC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cilindrado, si lo requiere</li> <li>- Perforado de entrada y salida de fluido.</li> <li>- Mecanizado de hilo para tapas.</li> <li>- Bisel para soldadura</li> </ul>
Vástago	Barra de acero durocromado	1	Torno convencional o CNC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecanizado de hilo para pistón</li> <li>- Mecanizado de hilo para aro de anclaje</li> <li>- Bisel para soldadura (si es requerido)</li> </ul>
Pistón	Acero SAE 1045	1	Torno convencional o CNC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Refrentado</li> <li>- Cilindrado</li> <li>- Mecanizado de canales para sellos</li> <li>- Perforado</li> <li>- Mecanizado de hilo interior</li> </ul>
Tapas	Acero SAE 1045	1	Torno convencional o CNC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Refrentado</li> <li>- Cilindrado</li> <li>- Perforado</li> <li>- Mecanizado interno de canales para sellos</li> <li>- Mecanizado exterior de hilo y de canal O-Ring</li> </ul>

Figura 26. Tabla con especificaciones del proceso de fabricación.

Los materiales se seleccionan del diámetro exacto o más cercano al requerido para minimizar los tiempos de mecanizado.

Una vez confeccionadas las piezas, el encargado del área hidráulica revisa visualmente el trabajo realizado contrastándolo con los croquis, verificando que las medidas y las terminaciones correspondan a lo exigido dentro de los estándares de fabricación.

Posterior a esto se solicita el kit de sellos requerido para el cilindro al especialista, quien, una vez recibida la orden con las especificaciones, programa el torno CNC especial para sellos, los realiza y los envía.

Nuevamente se chequean todas las piezas incluidos los sellos, una vez aprobados se procede al proceso de ensamblaje en el siguiente orden:

- Montaje de sellos a las tapas y al pistón.
- Montaje de una tapa al vástago.
- Montaje de pistón al vástago.
- "Torquear" pistón.
- Montaje del conjunto de vástago, pistón y tapa hacia la camisa.
- Montaje de la segunda tapa a la camisa.
- "Torquear" las tapas a la camisa

Una vez finalizado el ensamblaje se conecta el cilindro a la central hidráulica para la realización de las pruebas de funcionamiento del cilindro. (Lo cual se verá más detalladamente en el capítulo de Control de Calidad).

Finalmente se califica como aprobado si todas las pruebas fueron concluidas exitosamente.

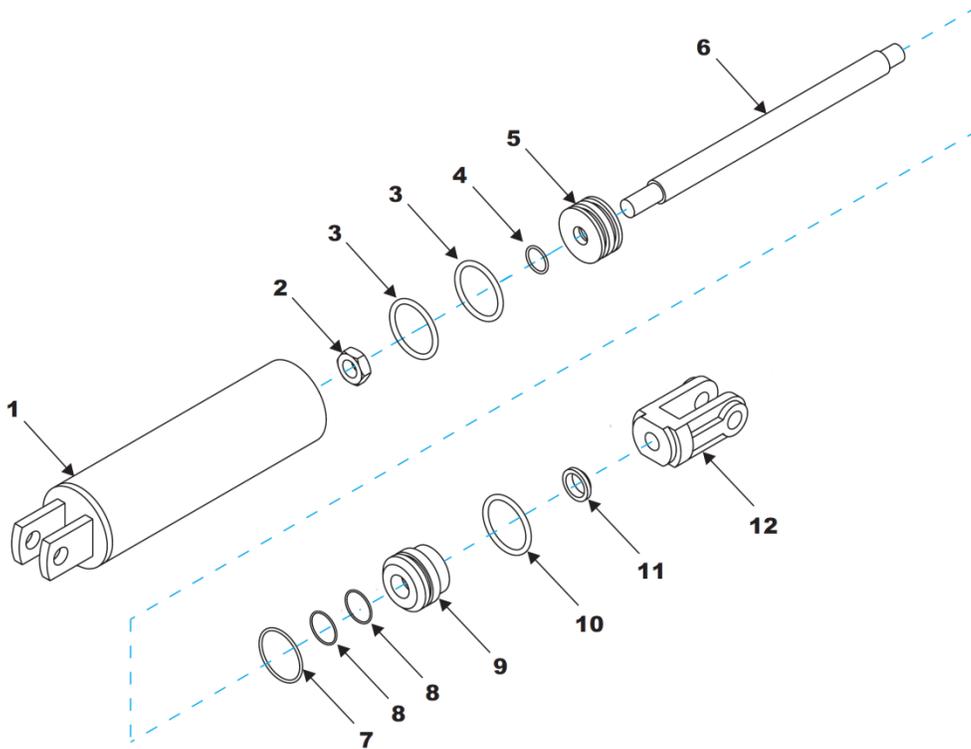


Figura 27. Ejemplo de desglose de un cilindro hidráulico.

Tabla de Denominaciones

Nº de pieza	Cantidad	Denominación
1	1	Camisa
2	1	Tuerca
3	2	Sello Pistón
4	1	O-Ring
5	1	Pistón
6	1	Vástago
7	1	Banda Guía
8	2	Sello Vástago
9	1	Tapa
10	1	O-Ring
11	1	Wiper
12	1	Horquilla de anclaje

Figura 28. Tabla ejemplo de desglose.

A continuación se muestra el algoritmo que resume el proceso de fabricación

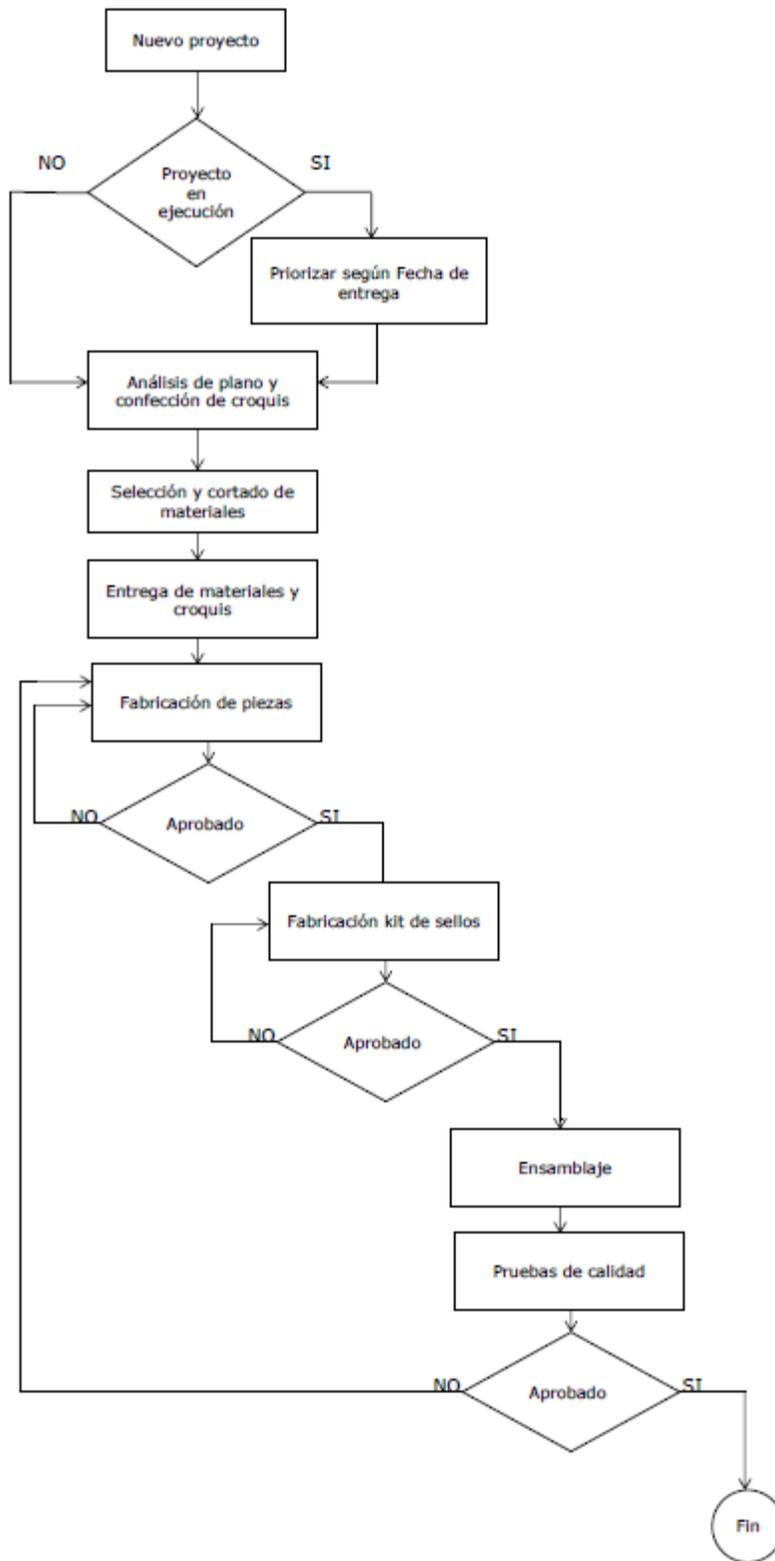


Figura 29. Diagrama de flujo del algoritmo de fabricación.

## 11. ESTUDIO ESTADISTICO

Debido a que la empresa Euro Seal realiza fabricaciones a pedido, esto quiere decir que trabaja según los estándares de distintas marcas, para la elaboración del estudio estadístico, se clasificaron los distintos cilindros según su diámetro de camisa en rangos significativos, en el cual los tiempos de fabricación entre el límite menor y el límite mayor fuese inferior al 2%.

Clasificación:

Tabla de Rangos de Cilindros

Tipos de cilindros	Rangos (mm)	Incremento (mm)
Cilindros de bajo diámetro	25-60	5
Cilindros de medio diámetro	60-200	10
Cilindros de mayor diámetro	200-500	20
Cilindros de gran diámetro	500-1000	50

Figura 30. Clasificación de diámetros de cilindros hidráulicos

Euro Seal produce, en promedio, un total de 15 cilindros mensualmente y los diámetros varían de acuerdo a las necesidades de las industrias en Chile, las que aumentan o decaen según el comportamiento del mercado en Chile. Debido a estas incógnitas, sumadas a que el proceso de fabricación es a pedido, dificultan la estandarización de la producción de forma precisa, pues los pedidos no son constantes mes a mes, sin embargo es posible expresar este fenómeno mediante una distribución normal de los distintos rangos trabajados (Gráfico fig. 31).

En la siguiente gráfica se muestra el porcentaje de fabricación de cilindros en función del diámetro de estos, el cual se confeccionó con información obtenida de la empresa como también por las mediciones realizadas en el taller.



Figura 31. Gráfica de distribución de la fabricación de cilindros hidráulicos

Cabe notar, que alrededor del 90% de los cilindros fabricados se encuentran dentro del rango de los 55-170 mm de diámetro, por lo tanto los cálculos posteriores se centrarán en estos.

Los tiempos de fabricación se consiguieron mediante controles realizados en las numerosas visitas a la empresa, extrayéndose un tiempo promedio de fabricación (para cada pieza), montaje y control de calidad según los distintos rangos de diámetros. El tiempo de preparación fue entregado como información por la persona encargada de su realización.

El tiempo de fabricación de los cilindros estudiados está dado por la siguiente tabla:

Tabla de los Tiempos de Fabricación

Rango (mm)	Preparación (horas)	Pistón (horas)	Tapas (horas)	Vástago (horas)	Camisa (horas)	Sellos (horas)	Montaje y Control calidad (horas)	Total (horas)
[55-60[	3	2	4	3	2	0,25	1	15,25
[60-70[	3	2	4	3,25	2,5	0,25	1	16
[70-80[	3	2,5	4,5	3,25	2,75	0,25	1	17,25
[80-90[	3	2,7	4,5	3,25	3	0,3	1	17,75
[90-100[	3	2,7	5	3,5	3	0,3	1	18,5
[100-110[	3	3	5	3,5	3,4	0,3	1	19,2
[110-120[	3	3,2	5,2	3,7	3,6	0,3	1	20
[120-130[	3	3,2	5,2	4	3,7	0,3	1	20,4
[130-140[	3	3,3	5,5	4,1	3,8	0,3	1	21
[140-150[	3	3,4	5,75	4,3	4	0,3	1	21,75
[150-160[	3	3,5	6	4,5	4,2	0,3	1	22,5
[160-170[	3	3,5	6,2	5	4,5	0,3	1	23,5

Figura 32. Tabla de promedios de tiempos en la fabricación de cilindros.

El tiempo de fabricación total de los cilindros considera la preparación (mediciones, levantamiento de las piezas, etc.), fabricación de cada componente, montaje, y pruebas de calidad; con el fin de obtener un valor estándar de tiempo de fabricación de cada cilindro.

Para el cálculo del costo de la hora hombre máquina y el costo de fabricación de los distintos cilindros, Se distribuirán los gastos totales de acuerdo a las horas efectivas trabajadas (horas dedicadas a la fabricación o reparación de cilindros) por el departamento de fabricación y reparación de cilindros hidráulicos de Euro Seal.

De acuerdo a la información entregada por gerencia:

El presupuesto total del taller, para el año 2016, corresponde a la suma de \$238.682.625

Además se estima un promedio de 600 horas efectivas trabajadas al mes.

Y los ingresos porcentuales de cada producto y servicio (Gráfico fig.33):



Figura 33. Gráfico de ingresos anual empresa Euro Seal.

### 11.1. Cálculo del tiempo ponderado:

De lo mencionado anteriormente los gastos correspondientes a la fabricación y reparación de cilindros ascienden a la suma de \$238.682.625 (\$19.890.218,75 mensual), ahora bien, si se calculan las horas mensuales trabajadas de acuerdo a la distribución y al promedio de cilindros fabricados mensualmente se obtiene lo siguiente:

$$T_{ponderado} = T_{rango} * 15 * D_{rango}$$

Ejemplo:  $T_{ponderado1} = 15,25 * 15 * 0,03 = 6,86$

Tabla de Tiempo Ponderado

Rangos (mm)	Tiempo (horas)	Tiempo de trabajo ponderado (horas)
[55-60[	15,25	6,86
[60-70[	16	9,6
[70-80[	17,25	15,525
[80-90[	17,75	29,3
[90-100[	18,5	38,85
[100-110[	19,2	43,2
[110-120[	20	42
[120-130[	20,4	33,66
[130-140[	21	18,9
[140-150[	21,75	13,05
[150-160[	22,5	10,125
[160-170[	23,5	7,05
Total		268,12

Figura 34. Tabla de los tiempos ponderados de los distintos rangos.

Cálculo del costo de la hora de trabajo y de la fabricación de los cilindros:

Por lo tanto, si se distribuyen los \$19.890.218,75 en el promedio de horas efectivas trabajadas mensualmente, se consigue el costo de fabricación de los distintos cilindros y el gasto promedio mensual correspondiente a la fabricación como se muestra a continuación:

Costo de la hora de trabajo promedio:  $\$19.890.218,75 / 600 = \$33.150,36$

Gasto promedio mensual en fabricación:  $268,12 \times 33.150,36 = \$8.888.274,523$

Tabla del Costo de los Cilindros

Rangos (mm)	Tiempo (horas)	Costo (pesos)
[55-60[	15,25	505.542,99
[60-70[	16	530.405,76
[70-80[	17,25	571.843,71
[80-90[	17,75	588.418,89
[90-100[	18,5	613.281,66
[100-110[	19,2	636.486,91
[110-120[	20	663.007,20
[120-130[	20,4	676.267,34
[130-140[	21	696.157,56
[140-150[	21,75	721.020,33
[150-160[	22,5	745.883,10
[160-170[	23,5	779.033,46

Figura 35. Tabla del costo total de los cilindros según sus diámetros.

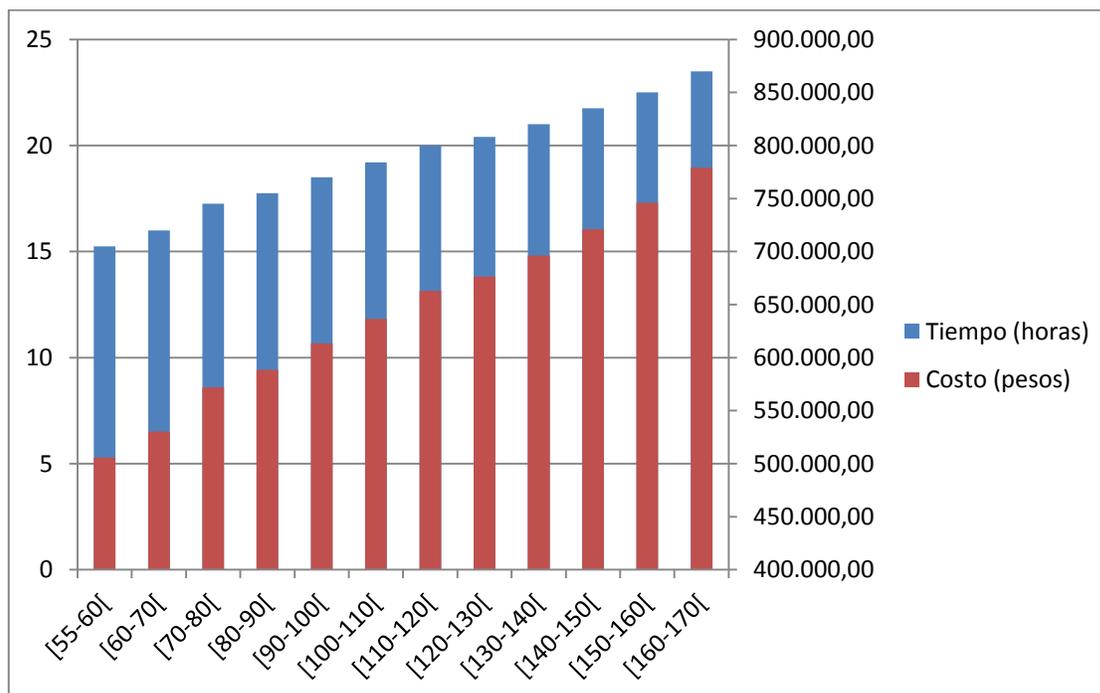


Figura 36. Gráfico del costo y tiempo de fabricación de los cilindros.

## **12. CONTROL DE CALIDAD EMPRESA EURO SEAL CÍA LTDA.**

El control de calidad es una operación que garantiza el funcionamiento correcto del producto mediante estrictos estándares que son instruidos por la empresa Euro Seal.

Para realizar un correcto análisis de control de calidad bajo los estándares, lo primero es evaluar la confección de los planos y piezas, procurando seguir la información entregada por el cliente para verificar la posibilidad de su ejecución. Luego basándose en el catálogo de sellos HALLITE, se dibujan y confeccionan las piezas.

Una vez confeccionadas cada pieza, se verifica, una por una, que estén de acuerdo a las especificaciones entregadas al tornero, si estas piezas cumplen con los requisitos del plano, se aprueba la pieza, y, en conjunto con las demás piezas, se comienza la realización del armado del cilindro.

En la sección de soldadura, si hubiese en el cilindro, se probará su estanquidad para comprobar alguna imperfección, o también, se puede realizar la prueba de tintas magnaflux (ver anexo) para verificar grietas.

Al seleccionar el líquido hidráulico se debe tener en cuenta, además del cilindro hidráulico, todos los demás componentes del sistema hidráulico (bombas, válvulas, etc.) así como su interdependencia (aumento de calor).

Los siguientes criterios son importantes al momento de la evaluación:

- Temperatura / comportamiento de viscosidad
- Fenómenos de desgaste y de corrosión / resistencia del material
- Inflamabilidad o combustibilidad
- Compatibilidad de ambiente
- Resistencia al envejecimiento

Para verificar el correcto funcionamiento del cilindro se ejecuta una prueba hidráulica, que se realiza a través de presión en una central hidráulica que se confeccionó en el mismo taller, la que consiste en un estanque que almacena aceite rando 68 , un calefactor, un termómetro para medir la temperatura del aceite que no debe exceder los 40° grados Celsius, un contador de partículas

para verificar la contaminación del aceite y un regulador de presión para hacer ensayos a distintas presiones.

En la prueba hidráulica se comprueba que:

- En una presión baja de unos 5 bar a una temperatura de trabajo de alrededor de 30° Celsius, no se muestren fugas, tampoco presenten desaceleración en su trabajo de desplazamiento, que no presenten arrastre ni sonido
- Al igual que en la prueba de alta presión que por lo general es de 250 bar manteniendo una temperatura constante entre 30° y 40° Celsius.

Las fugas de aceite dependen de muchos factores, tales como:

- diámetro del pistón y del vástago
- carrera
- velocidad del pistón
- presión de servicio
- viscosidad del fluido hidráulico
- sistema de estanqueidad
- superficie del vástago del pistón

Realizando todas estas pruebas y si el cilindro no presenta ningún desperfecto tanto dimensional como funcional, es apto para ser entregado al cliente y listo para su funcionamiento.

### **13. Proposición de eventuales mejoras.**

Como proposición de mejora según lo observado durante el tiempo de estudio se presentan las siguientes alternativas y soluciones.

1. Uno de los mecanismos más utilizados en la empresa son los puentes grúa ya que con ellos transportan todo el material a sus respectivos puestos de trabajo sin ejercer una fuerza que pueda implicar alguna lesión del trabajador.

Al observar este tipo de procedimiento, se notó una gran cantidad de personal que se necesita para ejecutarlo, obligando a desatender otras operaciones para centrarse en ésta, aumentando los tiempos y plazos de producción.

Debido a esto se sugiere la implementación de un puente grúa automatizado, obteniendo mejoras notorias en materia de tiempo y personal, donde el trabajo se realizara más rápido y efectivo.

2. Los planos son elementos fundamentales de toda empresa, ya que con estos se pueden desarrollar de manera correcta las dimensiones de las piezas, y que así, se obtenga un correcto proceso de fabricación.

Lo observado durante el tiempo en que se estuvo en la empresa, fue que los planos eran desarrollados a mano, sin algún tipo de software, y sin un ejecutor especializado en esta área, lo cual lleva a un proceso tardío tanto en la elaboración del diseño y la fabricación de éste, existiendo la posibilidad de malos entendidos.

Por lo tanto se propone un centro especializado en el área de diseño donde se manejen distintos tipos de softwares como AutoCAD, Inventor etc., para la realización de los planos, como también, la generación de una base de datos, y así tener un inventario de los cilindros ya realizados, de esta forma, se obtendrán grandes cambios en materia de tiempo y eficiencia en la fabricación, reduciendo el tiempo de preparación considerablemente.

Para mejorar la productividad es necesario aplicar cambios en el proceso de fabricación, tomando en cuenta las propuestas antes mencionadas, es posible mejorarlo con la implementación de un nuevo algoritmo de ejecución de los proyectos, complementado con una carta Gantt, con el fin de evitar, en la medida de lo posible, la detención de proyectos en ejecución, como también lograr un orden en la distribución de las piezas entre las distintas maquinarias. Para la distribución es necesario conocer los tiempos de fabricación de las piezas, información que se puede extraer del estudio realizado (Fig.29), y ordenarlos, en la carta Gantt, de tal forma que los proyectos cumplan con su fecha de entrega.

A continuación se presenta el algoritmo mejorado como la carta Gantt.

**Carta Gantt**

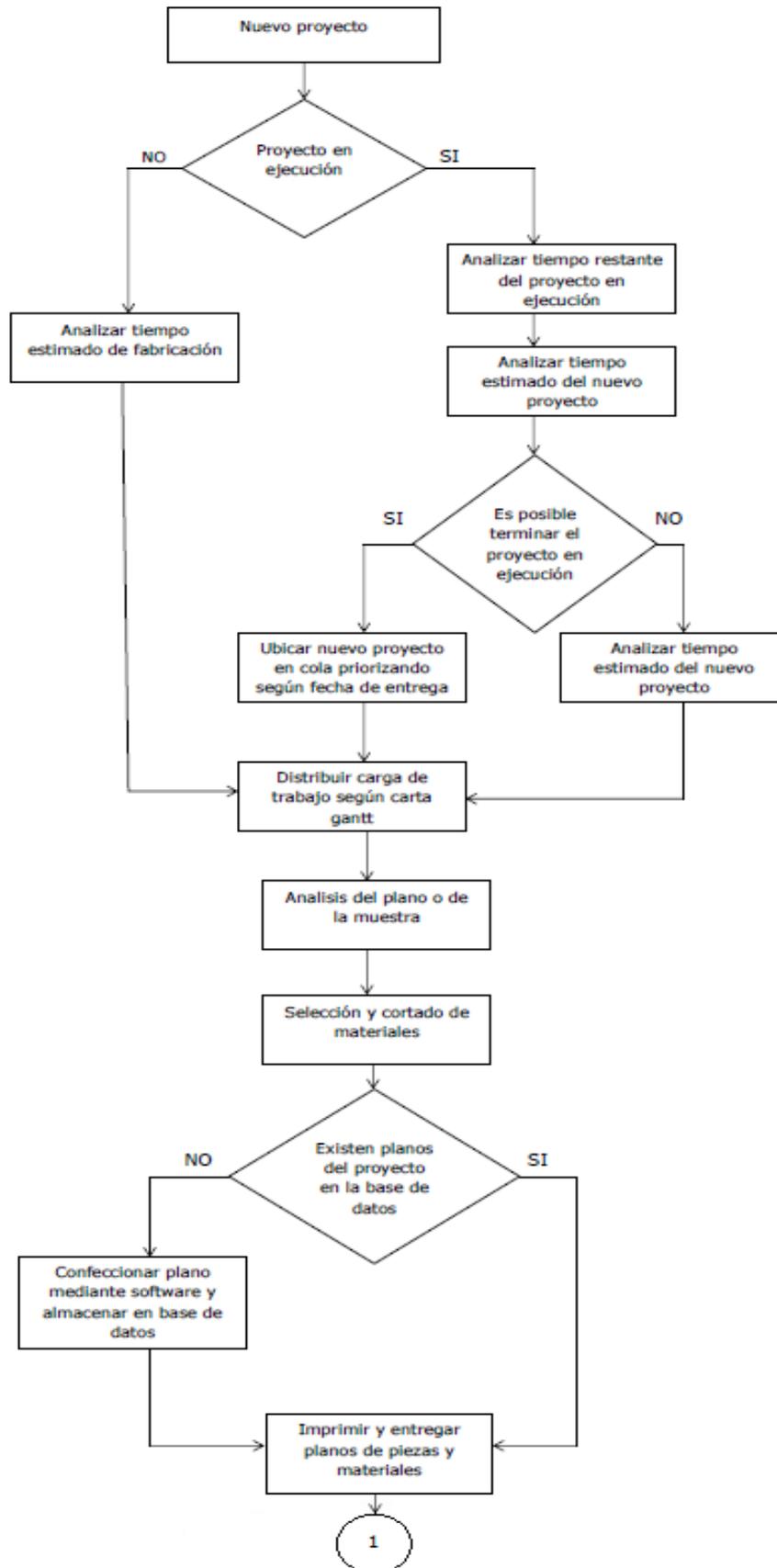
<b><u>HORARIO</u></b>										
MAQUINARIA	8:00 A 9:00	9:00 A 10:00	10:00 A 11:00	11:00 A 12:00	12:00 A 13:00	13:00 A 14:00	14:00 A 15:00	15:00 A 16:00	16:00 A 17:00	17:00 A 18:00
TORNO CONV N°1						C				
TORNO CONV N°2						O				
TORNO CONV N°3						L				
TORNO CNC						A				
TORNO CONV PARA DIAMETROS GRANDES						C				
						I				
						Ó				
						N				

Figura 37. Modelo Carta Gantt

### Ejemplo llenado Carta Gantt

HORARIO										
MAQUINARIA	8:00 A 9:00	9:00 A 10:00	10:00 A 11:00	11:00 A 12:00	12:00 A 13:00	13:00 A 14:00	14:00 A 15:00	15:00 A 16:00	16:00 A 17:00	17:00 A 18:00
TORNO CONV N°1	<b>TAPA</b> Proyecto 1			<b>PISTÓN</b> Proyecto 2		C O L A C I Ó N	<b>CAMISA</b> Proyecto 2			
TORNO CONV N°2	<b>VASTAGO</b> Proyecto 1						<b>TAPA</b> Proyecto 2			
TORNO CONV N°3	<b>CAMISA</b> Proyecto 1						<b>VASTAGO</b> Proyecto 2			
TORNO CNC	<b>PISTÓN</b> Proyecto 1			<b>TAPAS</b> Proyecto 2			<b>TAPAS</b> Proyecto 3		<b>PISTÓN</b> Proyecto 3	
TORNO CONV PARA DIAMETROS GRANDES	<b>CAMISA</b> Proyecto 3						<b>VASTAGO</b> Proyecto 3			

Figura 38. Ejemplificación de Carta Gantt



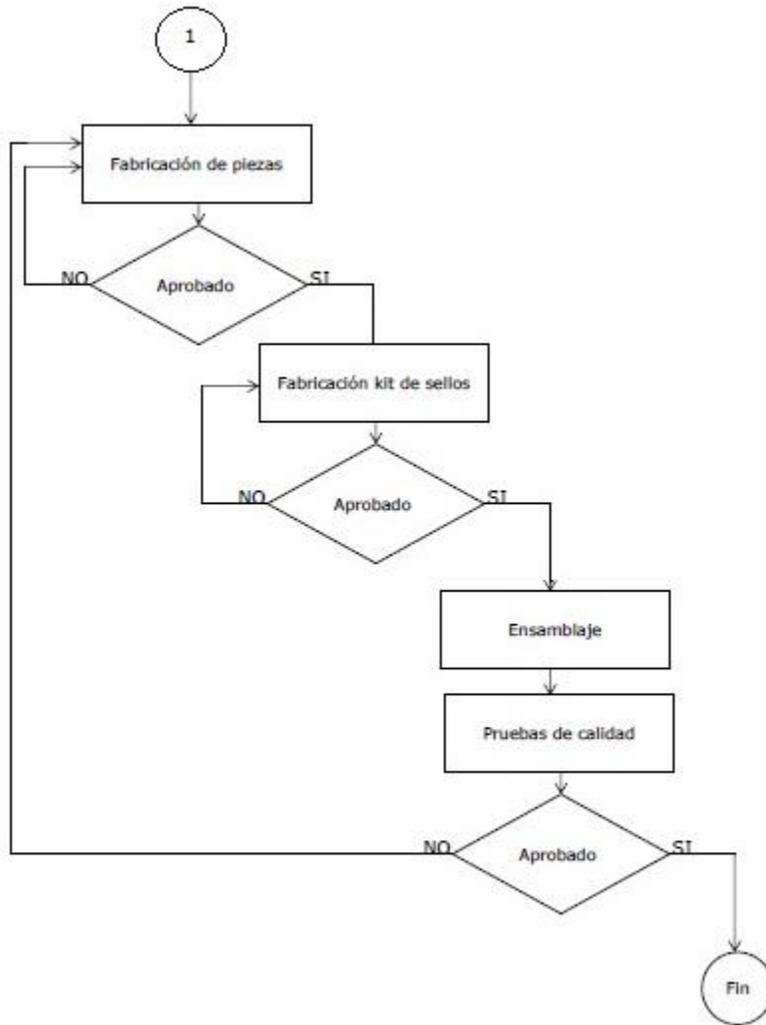


Figura 39. Diagrama de flujo mejorado de la operación

## **14. Conclusiones**

Del estudio realizado, se concluye que es factible mejorar la productividad implementando las ideas propuestas, dado que se consiguen tiempos de producción menores al minimizar los tiempos de preparación (con el sistema de base de datos de los planos), de maniobrabilidad (con un sistema automatizado de puente grúa), y de ejecución (con el nuevo algoritmo de operación).

En cuanto a la fabricación, la utilización de tubos bruñidos y barras ducromadas (de distintos diámetros almacenados en bodega), reduce de forma importante los tiempos de mecanizado de los vástagos y camisas.

Si bien la empresa cuenta con un torno CNC, como no posee un sistema de producción en serie, éste sólo se utiliza cuando no hay tornos convencionales disponibles.

Además mantener mezcladas el área de mantención y de fabricación, genera desorden en la distribución de las tareas que ejecutan los operarios en sus respectivas máquinas, por lo que separarlas en dos totalmente independientes, generará un orden y control en la operación de cada una de éstas.

Uno de los elementos esenciales dentro de los cilindros hidráulicos son los sellos, los cuales tienen una función definida de acuerdo al ensamblaje dentro del cilindro. El sello de vástago es de alta resistencia y es utilizado para la prevención de fugas de fluidos desde dentro del cilindro hidráulico hacia el exterior, el barredor evita que los contaminantes tales como suciedad, el polvo y la humedad entren en el cilindro a medida que el vástago realiza su recorrido y las bandas antifricción cumple la función de guiar el pistón y el vástago del cilindro hidráulico en su recorrido.

El deterioro de estos sellos es el principal origen de falla en el funcionamiento de cilindros hidráulicos.

Del análisis estadístico fue posible establecer, mediante el control de la producción, un tiempo estandarizado para la realización de cada componente de un cilindro hidráulico, como también el costo estimativo de la fabricación de estos.

## 15. **BIBLIOGRAFÍA**

- VICKERS. Manual de oleohidráulica industrial.
- PARKER. Tecnología oleohidráulica industrial.
- REXROTH. Fundamentos y componentes de la oleohidráulica
- Euro Seal. <<http://www.euroseal.cl/>>
- Catálogo HALLITE Fluid Power Seal Catalogue-2008.  
<<http://www.hallite.com>>
- HIDROSEAL. Fabricación y venta de sellos hidráulicos: productos  
<<http://hidroseal.cl>>
- Lork Industrias. polímeros y materiales para sellos  
<<http://www.lorkindustrias.com/>>
- Erica. polímeros y materiales para sellos <<http://www.eric.es/>>
- Tecnosellos. polímeros y materiales para sellos  
<<http://www.tecnosellos.com.ar/>>
- Cilindros hidráulicos estandarizados <<http://www.cicrosa.com/>>
- Manual de hidráulica industrial  
<[http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/CURSO%20DE%20HIDRAULICA/Hidraulica\\_industrial.pdf](http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/CURSO%20DE%20HIDRAULICA/Hidraulica_industrial.pdf)>













## Cilindros estándar de doble efecto [Serie 1000]

Double acting standard cylinders [Series 1000] / Vérins standard double effet [Série 1000]

REF.	ø A	ø B	Z Carrera											M	Juego Juntas	Peso (kg) Weight Poids	
			Stroke Course	E	C	D	F	G	H	I	J	K	L				BSP
1000/05	20	32	50	260	19	20	38	40	65	50	63	33	9,5	1/4	0,04	J70N	2,08
1000/10			100	310											0,08		2,38
1000/15			150	360											0,12		2,68
1000/20			200	410											0,16		2,98
1000/30			300	510											0,24		3,28
1001/1	25	40	100	305	19	20	38	50	70	50	67	40	15	3/8	0,13	J71N	3,34
1001/2			200	405											0,25		4,28
1001/3			300	505											0,38		5,23
1001/4			400	605											0,50		6,18
1001/5	500	705	0,63	7,13													
1002/1	30	50	100	320	23	25	45	60	71	50	76	43	15	3/8	0,20	J72N	4,44
1002/150			150	370											0,29		5,17
1002/2			200	420											0,39		5,62
1002/250			250	470											0,49		6,40
1002/3			300	520											0,59		6,80
1002/350			350	570											0,69		7,63
1002/4			400	620											0,79		7,98
1002/450			450	670											0,89		8,86
1002/5			500	720											0,98		9,16
1002/6			600	820											1,18		10,34
1002/7			700	920											1,37		11,52
1002/800			800	1020											1,57		13,16
1003/1			30	60											100		340
1003/2	200	440			0,57	7,51											
1003/3	300	540			0,85	8,87											
1003/4	400	640			1,13	10,23											
1003/5	500	740			1,41	11,59											
1003/6	600	840			1,70	12,95											
1003/7	700	940			1,98	14,31											
1004/2	40	70	200	470	30	35	61	80	95	70	94	49	15	3/8	0,77	J74N	11,03
1004/3			300	570											1,15		12,94
1004/4			400	670											1,54		14,85
1004/5			500	770											1,92		16,76
1004/6			600	870											2,31		18,67
1004/7			700	970											2,69		20,58
1004/800			800	1070											3,07		22,33
1005/2			40	80											200		480
1005/3	300	580			1,51	14,98											
1005/4	400	680			2,01	17,01											
1005/5	500	780			2,51	19,04											
1005/6	600	880			3,01	21,07											
1005/7	700	980			3,51	23,10											
1006/3	50	100			300	625	35	40	69	115	118	85	104	60	17	1/2	2,36
1006/4			400	725	3,14	29,89											
1006/5			500	825	3,93	33,41											
1006/600			600	925	4,71	36,89											
1006/7			700	1025	5,50	40,45											
1006/9	900	1225	7,07	47,49													
1007/5	70	125	500	920	40	50	88	145	137	105	141	80	20	3/4	6,18	J77	65,70
1007/10			1000	1420											12,36		97,45



Actualizado el 27/05/2016

Figura 46. Tabla de cilindros estándar de doble efecto

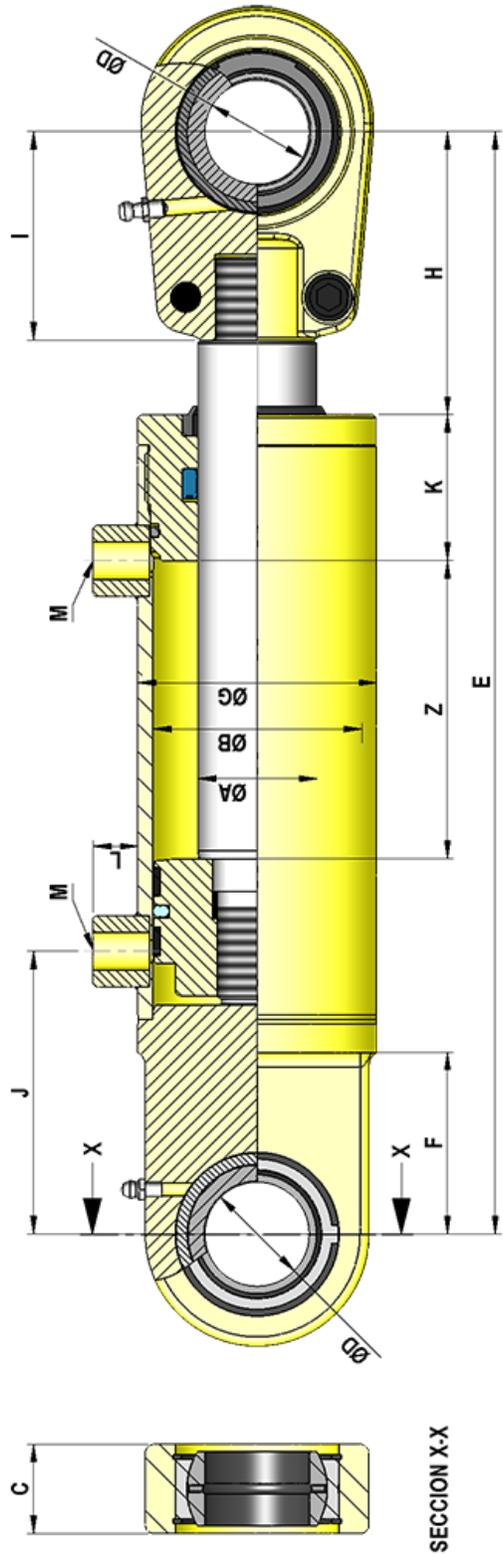


Figura 47. Plano de cilindro Hidráulico

## ACERO AISI-SAE 1045 (UNS G10450)

**1. Descripción:** es un acero utilizado cuando la resistencia y dureza son necesarios en condición de suministro. Este acero medio carbono puede ser forjado con martillo. Responde al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción, pero no es recomendado para cementación o cianurado. Cuando se hacen prácticas de soldadura adecuadas, presenta soldabilidad adecuada. Por su dureza y tenacidad es adecuado para la fabricación de componentes de maquinaria.

**2. Normas involucradas:** ASTM A108

**3. Propiedades mecánicas:** Dureza 163 HB (84 HRb)  
 Esfuerzo de fluencia 310 MPa (45000 PSI)  
 Esfuerzo máximo 565 MPa (81900 PSI)  
 Elongación 16% (en 50 mm)  
 Reducción de área (40%)  
 Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)  
 Maquinabilidad 57% (AISI 1212 = 100%)

**4. Propiedades físicas:** Densidad 7.87 g/cm<sup>3</sup> (0.284 lb/in<sup>3</sup>)

**5. Propiedades químicas:** 0.43 – 0.50 % C  
 0.60 – 0.90 % Mn  
 0.04 % P máx  
 0.05 % S máx

**6. Usos:** los usos principales para este acero es piñones, cuñas, ejes, tornillos, partes de maquinaria, herramientas agrícolas y remaches.

**7. Tratamientos térmicos:** se da normalizado a 900°C y recocido a 790°C

**NOTA:**

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

## ACERO MAQUINARIA - AISI 1045



[www.lorkindustrias.com](http://www.lorkindustrias.com)

LORK INDUSTRIAS, S.L.  
 CARACAS, 11  
 08030—BARCELONA  
 SPAIN  
 Tel.: 0034 93 346 82 12  
 Fax: 0034 93 311 30 60  
 Email: [lork@lorkindustrias.com](mailto:lork@lorkindustrias.com)

## FICHA TÉCNICA

### NBR

#### Composición

Caucho Acrilonitrilo Butadieno

#### Características

El NBR es caucho sintético con excelente resistencia a los fluidos hidráulicos, aceites lubricantes, fluidos de transmisión y otros productos a base de petróleo no polar.

Propiedades	Unidades	Valores
Composición	Acrilonitrilo Butadieno	
Color	Negro	
Peso específico	1,5 ±0,05	gr/cm <sup>3</sup>
Dureza	65 ± 5	SHORE A
Carga de rotura	≥ 3,5	Mpa
Alargamiento a la rotura	≥ 280	%
Resistencia al desgarro	15	N/ mm
Temperatura mínima de servicio	-30	°C
Temperatura máxima de servicio	120	°C
Envejecimiento por aire caliente	72 h x 70°C	
Inc. Dureza	5	SHORE A
Inc. Carga de rotura	-15	%
Inc. Alargamiento	-40	&
Resistencia Química		
Ozono	No recomendada	
Ácidos y Alcalis diluidos	Buena	
Ácidos y Alcalis concentrados	No recomendada	
Hidrocarburos, aceites y grasas	Buena	
Disolventes orgánicos	Moderada	



**LORK  
INDUSTRIAS**



[www.lorkindustrias.com](http://www.lorkindustrias.com)

**LORK INDUSTRIAS, S.L.**  
CARACAS, 11  
08030—BARCELONA  
SPAIN  
Tel.: 0034 93 346 82 12  
Fax: 0034 93 311 30 60  
Email: [lork@lorkindustrias.com](mailto:lork@lorkindustrias.com)

**FICHA TÉCNICA**

**VITON®**

**Composición**

Caucho Fluorado

**Características**

El Viton® es un caucho fluorado de alta calidad con una extraordinaria resistencia al ataque químico, al ozono, a los aceites, disolventes y combustibles. Posee una excelente estabilidad térmica a elevadas temperaturas.

Propiedades	Unidades	Valores
Composición		Caucho Fluorado
Color		Negro
Peso específico	2.0 ±0,05	gr/cm <sup>3</sup>
Dureza	70 ± 5	SHORE A
Carga de rotura	≥ 7	Mpa
Alargamiento a la rotura	≥ 300	%
Temperatura mínima de servicio	-3	°C
Temperatura máxima de servicio	250	°C
Envejecimiento por aire caliente	72 h x 70°C	
Inc. Dureza	10	SHORE A
Inc. Carga de rotura	-20	%
Inc. Alargamiento	-50	%
Resistencia Química		
Ozono		Muy Buena
Ácidos y Alkalís diluidos		Muy Buena
Ácidos y Alkalís concentrados		Muy Buena
Hidrocarburos, aceites y grasas		Buena
Disolventes orgánicos		Buena

VITON®, MARCA REGISTRADA POR Dupont Elastomers



## TINTAS PENETRANTES PARA REVELAR FISURAS MAGNAFLUX



### Son sólo 4 pasos:

- 1.- Limpieza de la pieza con el **CLEANER** (limpiador).
- 2.- Colocación del **PENETRANTE ROJO** y esperar 2 a 15 minutos para obtener la penetración necesaria.
- 3.- Limpieza con paño y **CLEANER** dejando la superficie limpia.
- 4.- Colocación del **DEVELOPER** (REVELADOR) **BLANCO** que mostrará en **ROJO** la falla.



# RANDO® HD

## 10, 22, 32, 46, 68, 100, 150, 220, 320

---

### DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

Los aceites Rando® HD están formulados con una tecnología de aceites base premium y diseñados para proporcionar una protección robusta a las bombas hidráulicas en sistemas móviles y estacionarios.

### BENEFICIOS PARA EL CLIENTE

Los aceites Rando HD proporcionan valor a través de:

- **Larga vida del equipo** — Un paquete aditivo anti desgaste minimiza el desgaste protegiendo las superficies cuando la carga causa una falla en la película lubricante.
- **Tiempo de inactividad minimizado** — Su efectivo sistema inhibidor de herrumbre y corrosión ayuda a evitar la producción de partículas abrasivas derivadas de la formación de herrumbre y depósitos, barnices y lodos debidos a la falla del aceite, los cuales pueden dañar las superficies y sellos del equipo y bloquear los filtros de forma prematura.
- **Operación suave** — Sus buenas características de estabilidad hidrolítica y de separación de agua promueven una excelente filtrabilidad en la presencia de contaminación por agua. Sus propiedades anti espuma y de liberación de aire aseguran una operación suave y eficiencia del sistema.
- **Vida de servicio del aceite óptima** — Su alta estabilidad a la oxidación resiste el engrosamiento del aceite y la formación de depósitos en servicio, minimizando la posibilidad de un cambio de fluido hidráulico no programado.

### CARACTERÍSTICAS

Los aceites Rando HD **ISO 32, 46 y 68** están formulados con stocks base del Grupo II.

Los aceites Rando HD **ISO 100, 150, 220 y 320** están diseñados para aplicaciones de lubricantes que requieren un aceite lubricante para engranajes AGMA R&O en el grado de viscosidad aplicable.

Los aceites Rando® HD proporcionan excelente:

- protección anti desgaste
- inhibición de corrosión y oxidación
- supresión de espuma y aereación

Bajo cargas y temperaturas moderadas, el alto índice de viscosidad de los aceites Rando HD ayuda a asegurar una buena fuerza de película entre las superficies de metal y es mejorado por la protección aditiva anti desgaste.

### APLICACIONES

Los aceites Rando HD **ISO 10 y 22** pueden ser utilizados como lubricantes de ejes en donde los aceites libres de zinc no son un requerimiento.

Los aceites Rando HD **ISO 32, 46 o 68** son recomendados para:

- bombas de tipo vane-, pistón-, o engranajes, especialmente en donde las presiones exceden 1000 psi
- compresores recíprocos ligeramente cargados