

# Cuaderno del instructor

## Mantenedor mecánico base general

### PFMME-2-04/v.1-[PE01-M00/v.1]



Una iniciativa de



Con la colaboración de

**Innovum** | **FCH**  
FUNDACIÓN CHILE

#### **Equipo Consejo Minero:**

**Carlos Urenda A.**

Gerente General

**Christian Schnettler R.**

Gerente del Consejo de Competencias Mineras

**José Tomás Morel L.**

Gerente de Estudios

**María Teresa Bravo de G.**

Gerente de Comunicaciones

**Sofía Moreno C.**

Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales

#### **Comité Técnico - Consejo de Competencias Mineras:**

**Benjamín Galdames Ch.**

Gerente de Relaciones Laborales, AngloAmerican

**Edwin Ugarte R.**

Gerente Planificación y Reclutamiento Anglo Cobre, AngloAmerican

**Gerda Bianchini M.**

Gerente Desarrollo Organizacional, Antofagasta Minerals

**Raffaella Greco S.**

Lead Learning and development, Base Metals, BHP Billiton

**Jorge Seura S.**

Jefe Regional Desarrollo, Liderazgo y Entrenamiento, Barrick Sudamérica

**Claudia Vargas E.**

Directora Gestión Planificación Dotaciones y Organización, Codelco

**Jaime Davis R.**

Asesor Competencias y Entrenamiento, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi

**Gonzalo Olmos F.**

Analista de Recursos Humanos Reclutamiento y Entrenamiento, Freeport McMoRan

**Edwin Contreras J.**

Gerente de Recursos Humanos, Lumina

**Luis Aylwin G.**

Analista Sénior de Gestión de Talentos, Teck

#### **Equipo Innovum - Fundación Chile:**

**Hernán Araneda D.**

Gerente del Centro de Innovación en Capital Humano

**Diego Richard M.**

Director Programa Fuerza Laboral Minera

**Pabla Ávila F.**

Directora de Formación

**Rafael Pizarro G.**

Especialista Formación

**María Montserrat Callis R.**

Especialista Formación

Consejo Minero  
Apoquindo 3500, Piso 7,  
Las Condes, Santiago.  
Teléfono: (562) 2347 2200  
[www.consejominero.cl](http://www.consejominero.cl)

## **Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero (\*)**

Este material ha sido realizado por el Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile, para el Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero -del cual pasa a ser propiedad-, a partir de la traducción y adaptación del material proporcionado por el centro de formación SkillsTech. En el proceso de adaptación se contó con la participación de la empresa JHG, con los aportes del Centro de Entrenamiento Industrial y Minero (CEIM), del Centro de Formación Komatsu y de las empresas que son parte del Consejo de Competencias Mineras. Todas las fuentes citadas han autorizado el uso de este material.

Disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el solo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

\*Inscripción de propiedad intelectual nro.: 240.835  
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS  
QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE.

© Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Chile Ltda. Antofagasta Minerals S.A., Compañía Minera Zaldivar Ltda., Compañía Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Limitada, Minera Spence S.A.; Corporación Nacional del Cobre; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM, Compañía Contractual Minera Candelaria y Sociedad Contractual Minera El Abra; Glencore Cgile S.A.; SCM Lumina Cooper Chile, Teck Resources Chile Ltda., Yamana Chile Servicios Ltda.

# Índice

Descripción del documento .....	8
Módulo I: Conceptos básicos .....	9
1. Introducción al mantenimiento mecánico .....	10
1.1 Tipos de documentos utilizados y formatos tipo .....	12
1.2 Principales equipos asociados .....	17
Actividad N° 1.....	22
2. Nociones sobre conceptos de física .....	33
2.1 Fuerza, presión y torque.....	33
Actividad N° 2.....	38
2.2 Dilatación y deformación .....	48
Actividad N° 3.....	51
2.3 Energía, trabajo y potencia .....	55
Actividad N° 4.....	67
3. Propiedades de los materiales .....	75
3.1. Materiales comunes y sus propiedades principales.....	75
Actividad N° 5.....	99
4. Metrología básica .....	110
4.1 Sistema de unidades y conversiones .....	110
4.2 Elementos de medición de piezas .....	116
Actividad N° 6.....	138
Módulo II: Introducción a los elementos básicos usados en mantenimiento .....	145
5. Elementos de unión.....	146
5.1 Uniones atornilladas.....	146
5.2 Uniones remachadas .....	167

5.3 Uniones pegadas (resinas y adhesivos) .....	168
5.4 Uniones mediante soldadura .....	169
5.5 Elementos de fijación y anclaje .....	170
Actividad N° 7.....	175
6. Nociones de bloqueo de equipos .....	186
6.1 Elementos de bloqueo .....	186
6.2 Formatos tipo.....	193
Actividad N° 8.....	195
7. Uso de las herramientas e instrumentos asociados al desarrollo de la actividad.....	202
7.1 Herramientas manuales de corte y desbaste de metal .....	211
7.2 Herramientas de perforación manuales .....	219
Actividad N° 9.....	224
7.3 Montaje y fijación .....	234
7.4 Herramientas de apriete .....	238
7.5 Herramientas de preparación y/o identificación.....	239
Módulo III: Conceptos básicos y sus aplicaciones en máquinas y equipo .....	246
8. Principios básicos de electricidad.....	247
8.1 Electricidad y sus efectos .....	247
8.2 Elementos de circuitos.....	250
8.3 Uso de multitester .....	257
8.4 Ley de Ohm: Medición de voltaje, corriente y resistencias .....	263
8.5 Circuito con resistencias en serie y paralelo. ....	272
8.6 Componentes principales de motores de inducción.....	276
Actividad N° 10 .....	285
9. Nociones básicas de neumática.....	293

9.1 ¿Qué es el aire comprimido, cuáles son sus principales usos y cómo se almacena y genera? .....	293
9.2 Componentes principales de un sistema neumático.....	296
9.3 Sistemas neumáticos .....	313
Actividad N° 11 .....	326
10. Nociones básicas de oleohidráulica .....	334
10.1 Nociones de conceptos de mecánica de fluidos .....	334
10.2 Sistema oleohidráulico y sus equipos .....	340
10.3 Inspección a un sistema oleo-hidráulico .....	373
Actividad N° 12 .....	379
Módulo IV: Nociones Básicas de Sistemas Mecánicos de Equipos .....	390
11. Nociones básicas de sistemas de cañerías (piping).....	391
11.1 Cañerías, elementos de unión de cañerías.....	391
11.2 Bombas centrífugas, ¿Qué son y para qué sirven las bombas centrífugas? Características principales.....	416
11.3 Piezas y componentes de la bomba centrífuga (despiece) .....	421
11.4 Problemas frecuentes de la bomba centrífuga .....	428
11.5 Válvulas: ¿Qué son y para qué sirven las válvulas? .....	432
11.6 Tipos y características de válvulas comunes.....	433
11.7 Instrumentos de medición asociados (manómetros, flujómetros, termómetros) .....	436
Actividad N° 13 .....	441
12. Nociones de motores diesel y sistemas de inyección electrónica .....	459
12.1 Qué es el motor Diesel y para qué sirve, introducción al funcionamiento.....	459
12.2 Introducción a los sistemas del motor diesel.....	465
12.3 Introducción a la inyección electrónica .....	467
Actividad N° 14 .....	473

13. Partes y piezas mecánicas generales de equipos típicos .....	478
13.1 Equipos móviles y aplicaciones de oleohidráulica en equipos mina. ....	478
13.2 Equipos fijos típicos y sus aplicaciones en minería .....	503
Actividad N° 15 .....	534
14. Nociones básicas de sistemas de transmisión .....	536
14.1 ¿Qué es y para qué sirven los sistemas de transmisión?.....	536
14.2 Sistemas de transmisión por fricción.....	536
14.3 Elementos de transmisión por elementos dentados .....	564
14.4 Introducción al tren de potencia en equipos móviles mina. ....	569
Actividad N° 16 .....	574
15. Nociones básicas de lubricación .....	577
15.1 Tipos de lubricantes más comunes .....	581
15.2 Tipos de grasas más comunes.....	582
15.3 Lubricación de cajas de engranajes .....	584
15.4 Engrase de rodamientos .....	589
Actividad N° 17 .....	594
16. Técnicas de levante de cargas.....	600
16.1 Nociones básicas de levantamiento de carga.....	600
16.2 Técnicas de levantamiento manual: Postura, elementos de protección.....	608
Actividad N° 18 .....	609

## Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del programa de formación de mantenedor mecánico base general de nivel 2.

El documento está dividido en módulos, los cuales están organizados en secciones de temas y contenidos específicos.

El instructor, podrá, además, sugerir actividades como las que se listan a continuación:

- Charlas y/o reflexiones de seguridad.
- Discusiones o foros de debate.
- Reforzamientos.
- Actividades en terreno.
- Preparación para la evaluación final

Específicamente para las actividades relacionadas a tecnologías de comunicación audiovisual se entregarán links a modo referencial, sin embargo el instructor tendrá la libertad de utilizar los recursos que estime conveniente a fin de lograr los requerimientos de la actividad.

**Todo el material es susceptible de ser mejorado, adaptado o modificado en función de las características del grupo con el que se trabaje. Por ello se ha diseñado desde un enfoque flexible, que permite al instructor agregar recursos que enriquezcan algún contenido o posibilitar el aporte de los participantes, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.**

Respecto a las evaluaciones se sugiere que éstas sean elaboradas por el instructor de acuerdo a los siguientes lineamientos:

La evaluación de los módulos y sus contenidos debe estar compuesta por a lo menos 10 preguntas, las cuales deben ser extraídas del documento “Instrumento de evaluación de proceso”.

Cada pregunta será evaluada con puntajes entre 0 y 10. La escala de calificación será de 0 a 100%. Considerando el 0% cuando el participante no tiene respuestas correctas y el 100% cuando posee la totalidad de respuestas buenas.

La nota de aprobación de las evaluaciones de los distintos módulos corresponderá a un 75%.

# **Módulo I: Conceptos básicos**

## 1. Introducción al mantenimiento mecánico

Todos los equipos tienen diferentes sistemas y componentes, unos más sofisticados que otros, sin embargo para la operación de las faenas mineras, se necesita que todos ellos estén siempre en buenas condiciones de funcionamiento. Para ello las áreas de mantenimiento desarrollan actividades coordinadas cuya finalidad es conservar y/o restituir los equipos en y/o a las condiciones que les permitan cumplir sus funciones, asegurando de esta manera la continuidad de la operación.

En este sentido, la mantención se opone a la degradación de los equipos productivos, la cual se manifiesta por el desgaste, fallas, errores, degradación, entre otros.

Por otra parte, es importante señalar que el mantenimiento de los equipos se ve influenciado por el modo de trabajar u operar los equipos por parte de los operadores. En este sentido es importante realizar continuamente inspecciones a los equipos, a fin de identificar cambios en sus sonidos, en su funcionamiento, en su temperatura, en vibraciones y/o fugas, entre otros.

En este contexto los objetivos del mantenimiento se relaciona con:

Conseguir el nivel de disponibilidad más alto posible en los equipos.

Mantener o mejorar las características técnicas de los equipos a fin de mejorar su rendimiento.

Controlar y reducir los costos asociados al mantenimiento, siempre en vista de los objetivos anteriores.

Es así como encontramos diversos tipos de mantenimiento, destacando entre estos:

- Mantenimiento Predictivo.
- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Correctivo.

### **El Mantenimiento Predictivo:**

Se basa fundamentalmente en detectar la falla antes que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicio a la operación. Se usan para esto, principalmente,

instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas; tales como vibraciones, tintas penetrantes, entre otras.

### **El Mantenimiento Preventivo:**

Su objetivo es conocer los daños o mal funcionamiento antes de que ocurran, para esto se realizan análisis de las historias de cada máquina y se programan reparaciones periódicas antes que ocurran los problemas que estadísticamente se pueden esperar. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, entre otros.

### **El Mantenimiento Correctivo:**

Es una actividad no planificada y consiste en intervenir exclusivamente después de presentarse la anomalía. Ésta es la forma primaria de mantenimiento, y es esperable que no sea aplicada como política única, sino más bien articulada con los mantenimientos antes mencionados

*¿Cuáles son las funciones básicas de un mantenedor mecánico?*

La industria mecánica se ha visto en el tiempo bajo la influencia determinante de la electrónica, la automatización y las telecomunicaciones, exigiendo cada vez mayor preparación en el personal, no sólo desde el punto de vista de la operación de la maquinaria, sino especialmente desde el punto de vista del mantenimiento industrial. Es en este contexto, a continuación se presentan algunas de las funciones asociadas al mantenedor base de equipos mecánicos o ayudante mecánico:

Identificar las pautas, procedimientos y/o instructivos de trabajo asociados a la ejecución de las actividades, recopilando estos previo al desarrollo de las actividades, de acuerdo a normas y procedimientos de la empresa.

Confirmar con su supervisor y/o jefatura directa, la presencia de todos los bloqueos necesarios para realizar la actividad (candados y/o tarjetas, otros), ejecutando su propia actividad de bloqueo, si corresponde, de acuerdo a procedimientos de la empresa.

Revisar el estado operativo de las herramientas e instrumentos, necesarios para el desarrollo de la actividad, según normas y procedimientos de la empresa.

Identificar riesgos potenciales del área de trabajo y del equipo a intervenir, informando a su supervisor y/o jefatura directa, previo, durante, y/o después de la ejecución de la actividad, de acuerdo a normas y procedimientos de la empresa.

Realizar inspección visual de rutina a los equipos, de acuerdo a pauta de inspección, según normas y procedimientos de la empresa.

Apoyar actividades de mantenimiento, cambios de componentes menores de los equipos y/o limpieza de equipos y sus componentes, de acuerdo a instrucciones de su supervisor y/o jefatura directa, según normas y procedimientos de la empresa.

Limpiar y ordenar las herramientas e instrumentos básicos de trabajo, evitando dañar elementos delicados, según normas y procedimientos de la empresa.

Limpiar y ordenar el área de trabajo, de acuerdo a procedimientos y asegurando cumplir con los estándares de la empresa.

### **1.1 Tipos de documentos utilizados y formatos tipo**

Los documentos básicos utilizados para las actividades de mantenimiento tienen por finalidad, entre otros; definir qué equipo va a intervenir, en qué lugar, con qué recursos, con qué finalidad, tiempo estimado de la intervención, qué normas y procedimientos deben acatarse, así como también llevar un registro detallado de la intervención.

Algunos de los documentos básicos más utilizados por los mantenedores en la preparación de una mantención son:

- Programas de Mantención Preventiva de Equipos.
- Hoja de Planificación de Tareas de Mantención.
- Planillas para Análisis de Seguridad en el Trabajo.
- Pautas de Mantención del equipo a intervenir.

En general, estos documentos tienen formatos similares, sin embargo variarán de acuerdo a cada empresa.

## Programas de Mantenimiento Preventivo de equipos:

Detalla las actividades de mantenimiento preventivas definidas por un período de tiempo (seis meses, un año, otro), así como equipos a intervenir, la ubicación de los equipos, el tipo de actividad a realizar, tiempo estimado, recursos asociados, entre otros.

## Ejemplo de Programas de Mantenimiento Preventivo de equipos:

		Código:	
		Revisión: 0	
		Página 1 de 2	

**Programa de Mantenimiento Preventivo**

Semestre: \_\_\_\_ (1) \_\_\_\_ Año: \_\_\_\_ (2) \_\_\_\_

NO.	SERVICIO	TIPO (5)	E (6)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
(3)	(4)		P												
			R												
			O												
			P												
			R												
			O												
			P												
			R												
			O												
			P												
			R												
			O												
			P												
			R												
			O												
			P												
			R												
			O												

NOTA: En la columna de servicio, en caso de requerir mayor espacio anexar información en otra hoja.

FECHA DE ELABORACIÓN: \_\_\_\_ (7) \_\_\_\_ ELABORÓ: \_\_\_\_ (8) \_\_\_\_

FECHA DE APROBACIÓN: \_\_\_\_ (9) \_\_\_\_ APROBÓ: \_\_\_\_ (10) \_\_\_\_

REV. 0

Figura 1

## Hoja de Planificación de Tareas de Mantenimiento

En general describen la actividad de mantenimiento a realizar, considerando entre otros; responsable de la actividad, quién autoriza el desarrollo de la actividad, una descripción de las actividades a realizar, materiales a utilizar, tiempo asociado, lugar de ejecución, entre otros.



### Ejemplo de Planillas para Análisis de Seguridad en el Trabajo:

PLANILLAS PARA ANÁLISIS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO		
TRABAJO:		
Analizado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Secuencia de actividades	Potenciales riesgos o accidentes	Medidas de prevención

Figura 3

### Pautas de Mantenición:

La importancia del manejo y control de las Pautas de Mantenición en el mantenimiento mecánico radica en tener una guía confiable y precisa de las actividades a realizar en un trabajo de mantención o reparación, con una secuencia ordenada y lógica, que permita al trabajador conocer los recursos a utilizar y los cuidados que se deben considerar al intervenir un equipo.

En estas pautas están claramente especificados las actividades, secuencias, recursos y la ubicación física de estos elementos en el momento de realizar la intervención. Además considera los aspectos de seguridad y medio ambiente e indica los procedimientos de seguridad para cada caso en particular.

## Ejemplo de Pauta de Mantención:

**CARGADOR LHD WAGNER ST-1000**

**MANTENCION PREVENTIVA MECANICA DE 250 HORAS**

U.T : AL19 # 605  
C. COSTO EJECUTOR: 386  
TIEMPO DETENCION EQUIPO: 16 HRS.  
GRUPO EJECUTOR: MANT. PREV.

FECHA PROGRAMADA: 31/07/2005  
FECHA INICIO: \_\_\_\_\_  
FECHA TERMINO: \_\_\_\_\_  
RE SPONSABLE: B. BARRANCO Q.

OT: 93265718

RESERVA: \_\_\_\_\_

**NOTA: SACAR LISTADO DE DATOS A SIST. DDEC CON PROLINK**  
**"RECUERDE EL EXITO DE CUALQUIER ACTIVIDAD O TRABAJO PASA POR LA ACTITUD, PLANIFICACION Y POR LA CONCENTRACION"**

	GRUPO	SI	NO
1.-	SOPLETEADO LAVADO GENERAL DE EQUIPO (AUDITADO POR MANTENEDOR)		
<b>OBSERVACIONES:</b>			
2.-	<b>MOTOR DIESEL</b>		
2.1	CAMBIO ACEITE 28 LTS. TOMAR MUESTRA PARA ANALISIS (VER NOTA)		
2.2	CAMBIO DE FILTROS DE ACEITE.		
2.3	REVISAR HERMETICIDAD LINEA DE ADMISION DE AIRE (REAPRETAR ABRAZADERAS).		
2.4	REVISAR AFTERCOOLER (FUGAS).		
2.5	REVISAR FUGAS DE AGUA EN EL SIST. REFRIGERACION.		
2.6	REVISAR ESTADO Y TENSION CORREAS DE VENTILADOR.		
2.7	REVISAR ESTADO Y TENSION DE CORREAS DE ALTERNADOR.		
2.8	CHEQUEAR FILTROS DE AIRE DE ACUERDO A INDICADOR DE SATURACION.		
2.9	REVISAR ESTADO DE CICLONICO Y LIMPIAR.		
2.10	CAMBIAR FILTROS DE PETROLEO PRIMARIO Y SECUNDARIO.		
<b>NOTA: REALIZAR PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA INTERNA MOTOR.</b> <b>CODIGO SAP PRODUCTO LIMPIADOR 4065531</b>			
<b>OBSERVACIONES:</b>			
3.-	<b>SISTEMA TRANSMISION</b>		
3.1	REVISAR Y RELLENAR NIVEL DE ACEITE TRANSMISION 30 LTS.		
3.2	REVISAR FUGAS DE PTH.		
3.3	REVISAR FUGAS DE ACEITE POR MANGUERAS Y NIPLES.		
3.4	CHEQUEAR NIVEL CAJA TRANSFERENCIA 03 LTS. Y CHEQUEAR ESTADO DEL RESPIRADERO.		
3.5	REVISAR CARDANES Y CRUCETAS (APRETAR PERNOS) 90 Lb/Pie.		
<b>OBSERVACIONES:</b>			
4.-	<b>EJES</b>		
4.1	REVISAR APRETE PERNOS INTERIOR TAPA OSCILANTE.		
4.2	REAPRETAR PERNOS DE MONTAJE EJE DELANTERO		
<b>OBSERVACIONES:</b>			

**"NO OLVIDE USAR SUS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL"**  
**"ANTES DE PONER EN FUNCIONAMIENTO EL EQUIPO VERIFIQUE QUE NO HAYAN ELEMENTOS COMBUSTIBLES (TRAPOS, PAPEL, GUANTES), CERCA DE LOS PUNTOS DE CALOR"**

Figura 4

## 1.2 Principales equipos asociados

Los principales equipos presentes en las operaciones mineras se pueden clasificar de acuerdo a la etapa del proceso productivo en el cual se ubican. Es así como podemos encontrar operaciones asociadas principalmente a la extracción y transporte del mineral, como son:

- Exploración y sondaje.
- Extracción mina rajo abierto.
- Extracción mina subterránea.

Otras operaciones están más asociadas a labores de procesamiento del mineral, por ejemplo:

- Procesamiento de sulfuros
- Procesamiento de óxidos
- Fundiciones.
- Otras.

Dentro de la extracción y transporte del mineral se encuentran equipos de tipo móviles, entre los cuales destacan:

### **Para extracción Rajo Abierto:**

- Camiones de alto tonelaje.
- Tractores neumáticos y tractores oruga.
- Moto-niveladoras.
- Perforadoras.
- Palas.
- Otros.

### **Para Extracción mina Subterránea:**

- Camiones de alto tonelaje (Mina Subterránea).
- Jumbos para perforación.
- Palas de perfil bajo LHD.
- Martillos picadores.
- Equipos telescópicos
- Otros.

Dentro del procesamiento del mineral se encuentran equipos principalmente de tipo fijos, tales como:

**Para Procesamiento de Sulfuros:**

- Chancadores.
- Molinos.
- Correas transportadoras.
- Celdas y columnas de flotación.
- Espesadores.
- Filtros.
- Otros.

**Para Procesamiento de Óxidos:**

- Tambores de aglomeración.
- Roto palas.
- Piscinas para extracción por solventes.
- Celdas de electroobtención.
- Maquinas despegadoras de cátodos.
- Otros.

A fin de contextualizar algunos de los equipos antes mencionados, a continuación se presentan ilustraciones gráficas de los procesos de:

- Exploración y sondaje.
- Extracción mina rajo abierto.
- Extracción mina subterránea.
- Procesamiento de óxidos.
- Procesamiento de sulfuros.
- Fundición.

## Exploración y sondaje:

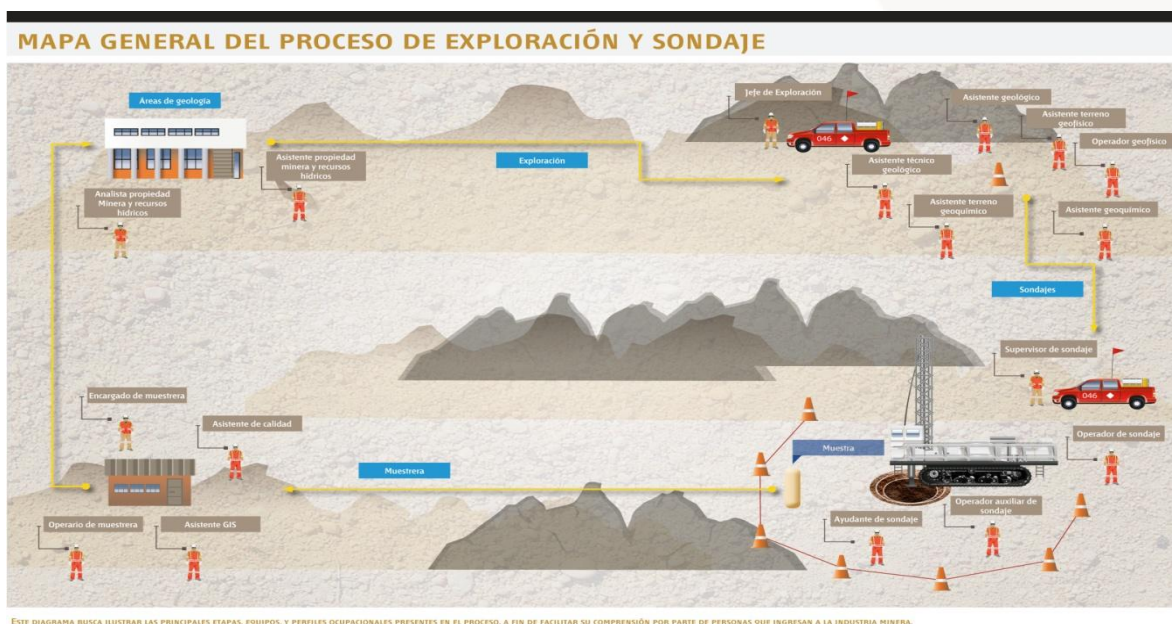


Figura 5

## Extracción mina rajo abierto:

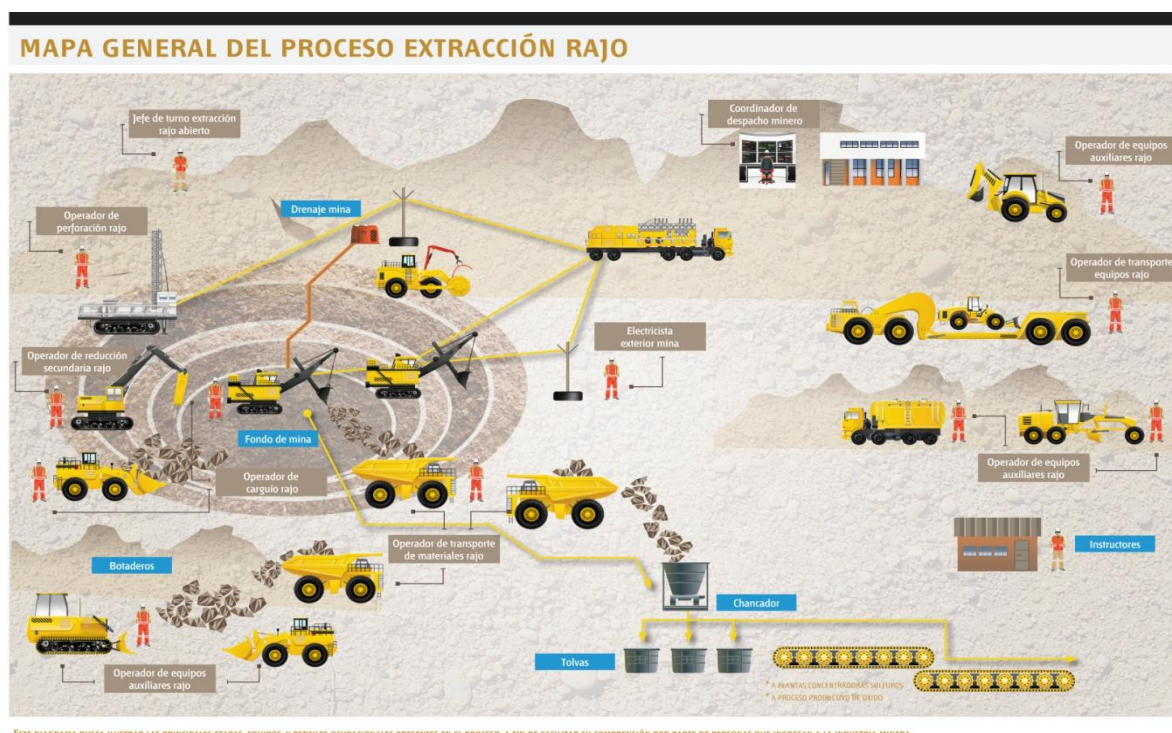


Figura 6

## Extracción mina subterránea:

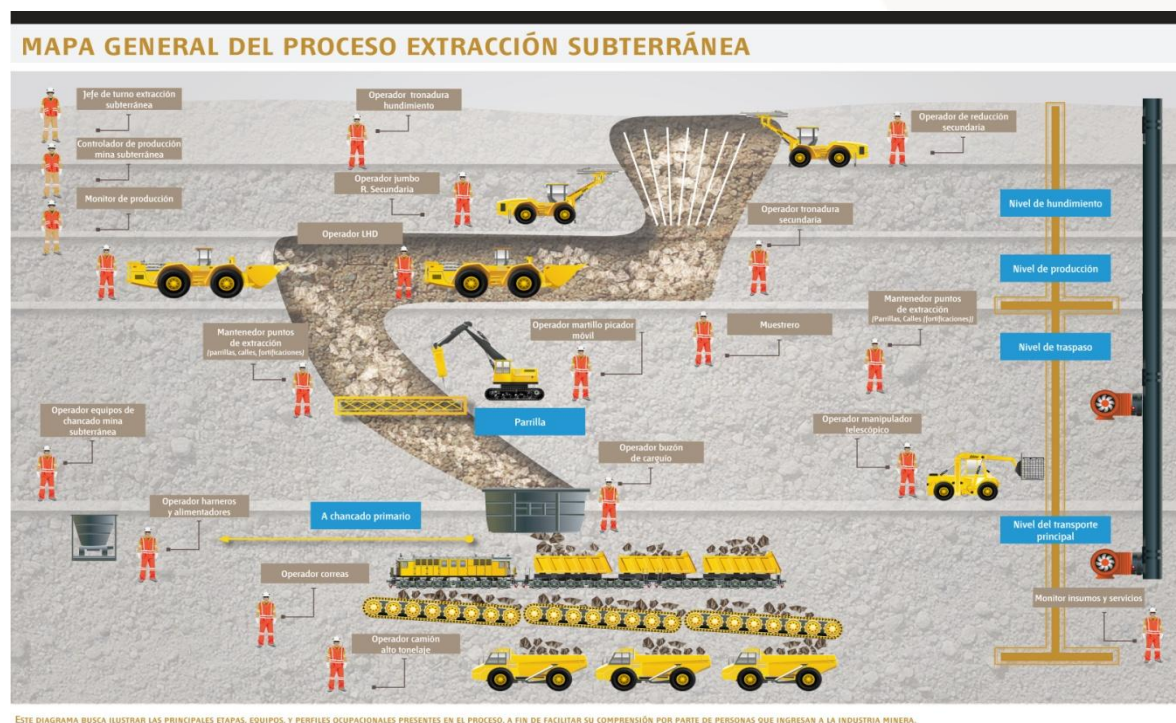


Figura 7

## Procesamiento de óxidos:

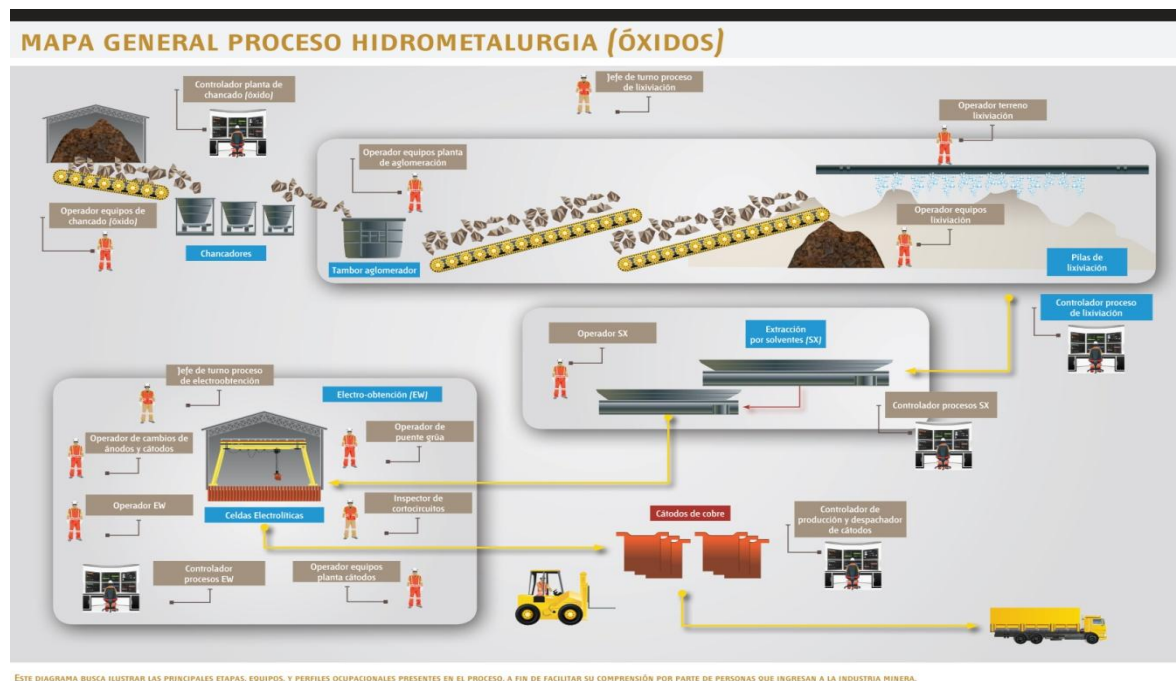


Figura 8

## Procesamiento de sulfuros:



Figura 9

## Fundición:

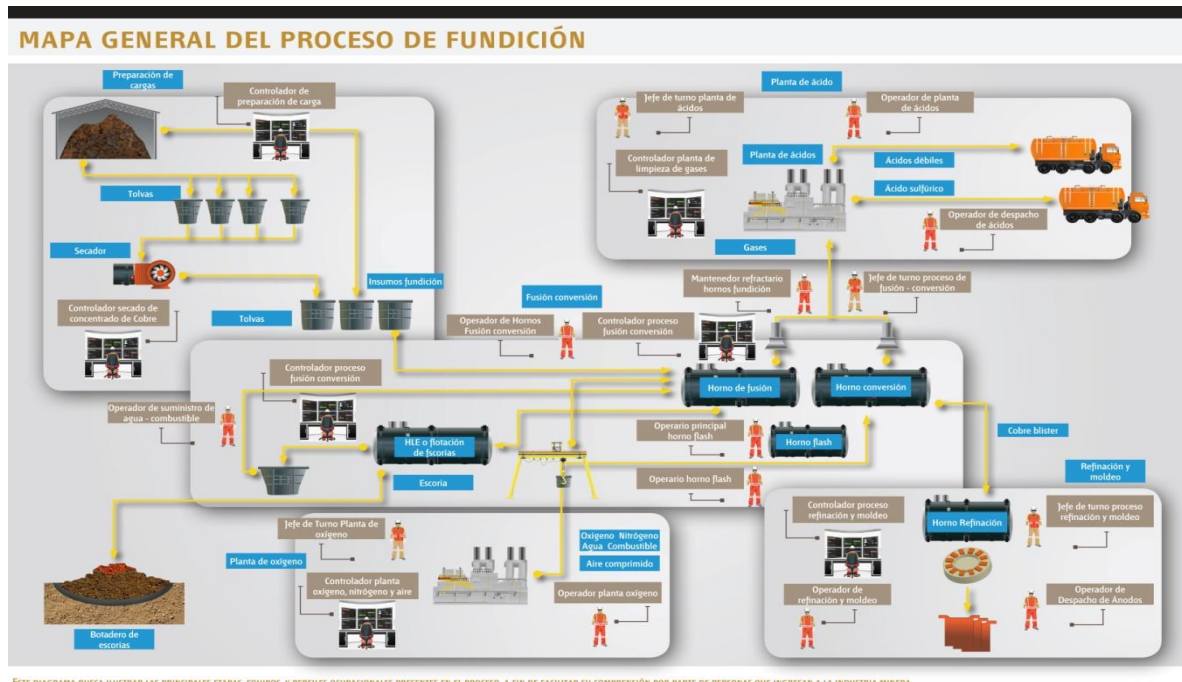


Figura 10

## Actividad N° 1

### Introducción a la actividad

- La siguiente actividad dice relación a los aspectos principales de equipos asociados a la actividad del mantenedor mecánico base general:
- Principales equipos asociados: Equipos típicos del mantenedor mecánico.
- El cierre es común a ambas actividades.

### Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Recurso plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

### Principales equipos asociados

#### Objetivos de aprendizaje

- Conocer los principales equipos del mantenedor mecánico base general.
- Identificar riesgos asociados a los equipos típicos del mantenedor mecánico base general.

#### Descripción de la actividad

El objetivo de esta actividad es que el participante conozca los equipos típicos del mantenedor mecánico y reconozca los riesgos asociados a la operación de éstos. Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos deberán identificar las partes físicas de los equipos que presentan más

riesgos. También deberán mencionar, en su opinión, qué tipo de EPP es apropiado para cada equipo.

### **Materiales y recursos**

- Computador y data show.

### **Desarrollo**

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, en pares o de manera individual. Solicitará a los participantes que observen en sus guías los equipos y completen la tabla a continuación:

- Identificar el equipo y su función.
- Identificar cual es la parte más peligrosa del equipo.
- Cuál es la parte del cuerpo humano que se encuentra más expuesta o en riesgo a sufrir un accidente al operar el equipo y mantener el equipo.
- Cuál es el equipo de protección adecuado para la labor.

Una vez completada la actividad los grupos podrán compartir sus resultados con el resto del curso y comparar las respuestas. El instructor deberá entregar las respuestas correctas o completar lo propuesto por los participantes al final de la actividad. Podrá proyectar las respuestas.

**El instructor deberá crear las condiciones para una conversación que permita el dialogo respecto a la labor del mantenedor mecánico y la importancia de la seguridad en todo momento.**

## Equipos Típicos del Mantenedor Mecánico



### **Identificar el equipo y su función.**

Son correas transportadoras.

Su función es transportar material de gran volumen de un punto a otro y en forma continua. Ejemplo: Área seca, descarga de chancadores.

### **Identificar cual es la parte o partes más peligrosa (s) del equipo.**

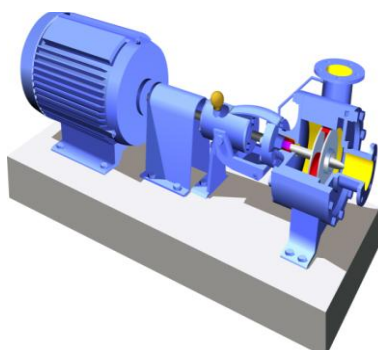
Todas las partes móviles y de accionamiento. Debe tenerse la precaución de nunca transitar por debajo de estas, es obligatorio mantenerse en el área demarcada.

### **Cuál es la parte del cuerpo humano que se encuentra más expuesta o en riesgo a sufrir un accidente al operar o mantener este equipo.**

Las extremidades, sobretodo manos y brazos.

### **Cuál es el equipo de protección personal adecuado.**

Todo el equipo de protección personal lo que incluye: zapatos de seguridad, respirador, lentes, casco, orejeras, overol, chaleco de geólogo, guantes de cabritilla.



**Identificar el equipo y su función.**

Bomba centrífuga. Su función es impulsar un caudal de líquido por medio de la aplicación de fuerza centrífuga aplicada por medio de un rodete.

**Identificar cual es la parte o partes más peligrosa (s) del equipo.**

Hay riesgo de electrocución porque el motor es eléctrico y otro riesgo es el movimiento del eje. Hay transporte de líquidos y puede haber transporte de ácido por los que los riesgos son similares al sistema de piping (fugas, residuos en la bomba).

**Cuál es la parte del cuerpo humano que se encuentra más expuesta o en riesgo a sufrir un accidente al operar el equipo.** Las extremidades y en el caso del pelo largo si se agarra en el eje. En el caso del ácido, la piel.

**Cuál es el equipo de protección personal adecuado que debería usarse.**

Depende del caso, si se trabaja con ácido se necesita buzo antiácido, en el caso de agua o líquidos no corrosivos se necesita el equipo completo visto en las correas



**Identificar el equipo y su función.**

Son cañerías (piping) para transporte de líquidos y gases.

**Identificar cual es la parte o partes más peligrosa (s) del equipo.**

Más que el equipo en si es el fluido que está transportando en el caso de haber fuga. Hay de agua, electrolito, refino, PLS, pulpas.

**Cuál es la parte del cuerpo humano que se encuentra más expuesta o en riesgo a sufrir un accidente al operar el equipo.**

La piel en general.

**Cuál es el equipo de protección personal adecuado que debería usarse.**

Si hubiera transporte y fluido de ácido se necesita un equipo de protección personal especial: **buzo antiácido**.



**Identificar el equipo y su función.**

Compresor de aire, su función es generar aire atmosférico a presión (presurizar aire) hacia un estanque de alta presión

**Identificar cual es la parte o partes más peligrosa (s) del equipo.**

Las líneas y las mangueras que salen del compresor están a alta presión y pueden producir incidentes.

**Cuál es la parte del cuerpo humano que se encuentra más expuesta o en riesgo a sufrir un accidente al operar el equipo.**

El cuerpo completo puede estar expuesto a un golpe (por la manguera). Es el mismo concepto que la manguera de bomberos.

**Cuál es el equipo de protección personal adecuado que debería usarse.**

Se debe cumplir con todo el equipo de protección personal (zapatos, respirador, lentes, casco, orejeras, overol, chaleco de geólogo, guantes de cabritilla).

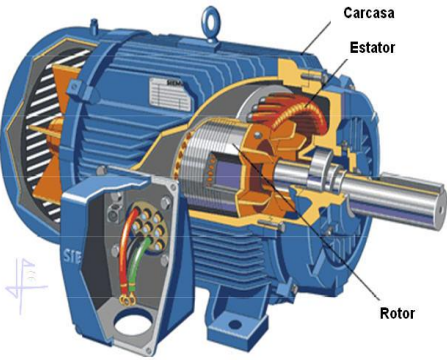


**Identificar el equipo y su función.**

Motor eléctrico de inducción, siempre está asociado o acoplado a algún equipo. Su función es darle un movimiento rotacional generalmente a este equipo. Transformar energía eléctrica en energía mecánica. Por ejemplo las correas transportadoras, bombas, compresores, agitadores y todos los equipos que tengas partes móviles.

**Identificar cual es la parte o partes más peligrosa (s) del equipo.**




La conexión a la fuente de energía eléctrica

 <p>El diagrama muestra un motor eléctrico de inducción de color azul. Se ha realizado un corte transversal para revelar el interior. Las etiquetas indican: 'Carcasa' (carcasa exterior), 'Estator' (bobinados en el interior de la carcasa) y 'Rotor' (el eje central con bobinados). Hay un pequeño logo 'STEP' y un símbolo de voltaje 'V' con una flecha hacia abajo.</p>	<p>y la salida del eje.</p> <p><b>Cuál es la parte del cuerpo humano que se encuentra más expuesta o en riesgo a sufrir un accidente al operar el equipo.</b></p> <p>Las extremidades debido a que el eje es una parte móvil y el cuerpo en si por el peligro de electrocución.</p> <p><b>Cuál es el equipo de protección personal adecuado.</b></p> <p>Se debe cumplir con todo el equipo de protección personal (zapatos, respirador, lentes, casco, orejeras, overol, chaleco de geólogo, guantes de cabritilla).</p>
--	--


**El instructor les pedirá a los participantes que identifiquen el equipo móvil que aparece en la imagen y que escriban su nombre correctamente:**

- Excavadora de servicio.
- Camioneta de servicio.
- Tractor Neumático (Wheel Dozer).
- Excavadora de extracción minera.
- Equipo Jumbo para reducción secundaria.
- Camión de alto tonelaje.
- Martillo picador móvil.

Equipo móvil	Nombre:
	<b>Camión de alto tonelaje</b>
	<b>Camioneta de servicio</b>
	<b>Tractor Neumático (Wheel Dozer)</b>
	<b>Excavadora de servicio</b>

	<b>Excavadora de extracción minera</b>
	<b>Martillo picador móvil</b>
	<b>Equipo Jumbo para reducción secundaria</b>

¿Qué elementos de seguridad se deben usar con los equipos móviles? El participante deberá marcar su respuesta (✓):

<b>Elemento de seguridad</b>	<b>Respuesta</b>
	✓

	✓
	✓
	✓
	✓
	✓
	✓
	

	✓
	✓
	

## Cierre

El instructor deberá explicar que es importante siempre llevar consigo todo el equipo de protección personal aunque no se está usando en todo momento. Hay que respetar las normas de seguridad y las vías habilitadas. Siempre fijarse en la señalética. Hay que conocer la zona de seguridad en caso de distintas emergencias.

Se debe conocer todo el equipo (máquinas) y al realizar la mantención de éste, se debe siempre comprobar que esté sin presencia de energía, se encuentre cerrado o bloqueado.

Los trabajadores siempre deben seguir órdenes y no pueden tomar sus propias decisiones, es decir no se debe actuar por iniciativa propia, pero sí se debe conocer muy bien los riesgos asociados.

## 2. Nociones sobre conceptos de física

### 2.1 Fuerza, presión y torque

#### Fuerza

La fuerza es una acción en la cual interactúan dos cuerpos: un cuerpo llamado agente es el que ejecuta la fuerza y, otro cuerpo, llamado receptor, quien recibe la fuerza. Esta acción implica necesariamente un contacto entre ambos cuerpos, que puede ser:

1) Contacto directo: los dos cuerpos que realizan la acción están en contacto. Ejemplo: al levantar una pesa. El agente es la persona que levanta, el receptor es la pesa.

2) Contacto a distancia: sin que exista contacto entre ellos. Ejemplo: cuando un imán atrae un metal. El imán es el agente, el metal atraído es el receptor.

Las fuerzas, por lo tanto, son acciones recíprocas entre dos o más cuerpos que producen cambios en la forma y/o en el movimiento de un cuerpo. También se les llama interacciones, pues son acciones recíprocas entre dos o más cuerpos.

Principales características comunes a todas las fuerzas:

No son propiedad de los cuerpos, ya que son acciones entre ellos, por lo que no se pueden guardar o acumular. Las fuerzas sólo existen mientras se están ejerciendo o aplicando.

La fuerza no se posee, no pertenece a un hombre o una máquina, es siempre una interacción.

Son, por lo tanto, acciones recíprocas entre dos cuerpos, que producen diferentes efectos en cada uno de ellos.

Todos los cuerpos pueden ejercer fuerzas.

La fuerza tiene asociada una dirección y un sentido determinado. Como es una acción, producirá un efecto dependiendo de la dirección que se le aplique.

### Los 3 Principios de Newton

El de *inercia*, el de *masa* y el de *acción y reacción*.

Cuando se estudia la fuerza y sus efectos, la *masa* (m) es un concepto fundamental para dar cuenta de las leyes que rigen los movimientos. Esta magnitud es, por una parte, la cantidad de materia que posee un cuerpo y, al mismo tiempo, la masa permite establecer una medida de la atracción gravitacional ejercida sobre un cuerpo (el peso) y también una medida de la inercia.

*Principio de Inercia:* Si la fuerza total que actúa sobre un cuerpo es nula (cero), entonces ese cuerpo está detenido o bien posee un movimiento uniforme y rectilíneo; es decir, no es necesaria la acción permanente de una fuerza, para que un cuerpo se esté moviendo.

*Principio de masa:* En este segundo principio, lo importante es advertir que cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza neta (F) diferente de cero, entonces el cuerpo experimenta una aceleración (a) cuyo valor está dado por:

$$A = \frac{F}{M}$$

Donde “M” es la masa del cuerpo y “F” es la fuerza neta que actúa sobre ese cuerpo. Esto quiere decir que, mientras mayor sea la fuerza sobre un cuerpo, mayor aceleración experimentará y, por otra parte, una misma fuerza producirá mayor aceleración, mientras menor sea la masa del cuerpo sobre el que actúa.

Los tres principios de Newton están relacionados entre sí y son completamente congruentes. Por ejemplo, si un cuerpo se mueve con velocidad constante, podemos decir que la fuerza neta sobre él es nula: *principio de inercia*. Si su velocidad es constante, podemos decir que la aceleración es nula, por lo tanto, la fuerza neta sobre él es nula, tal como lo señala el segundo principio de Newton. Por otra parte, la masa permite estimar la resistencia que un cuerpo presenta frente a los cambios de movimiento. La masa inercial de un cuerpo, se define operacionalmente de acuerdo al segundo principio de Newton:

$$M = \frac{F}{A}$$

**Acción y Reacción:** En el tercer principio, es importante tomar en consideración varios aspectos: 1.- Que la fuerza que actúa sobre un cuerpo necesariamente la está aplicando otro cuerpo; es decir, que la fuerza se origina en la interacción entre objetos. Si a dos cuerpos se les designa A y B e interactúan, entonces si

$F_{A \rightarrow B}$  es la fuerza que A emplea sobre B, entonces B aplica simultáneamente a A la fuerza  $F_{B \rightarrow A}$ , de igual magnitud, en la misma dirección que  $F_{A \rightarrow B}$ , pero en sentido opuesto. Las fuerzas que constituyen un par del *tipo acción y reacción*, a pesar de las características antes señaladas, no se anulan entre ellas, pues actúan sobre cuerpos diferentes.

**Medición:** Para medir la intensidad de una fuerza que se aplica a un cuerpo, se usa un instrumento llamado DINAMÓMETRO. Este instrumento se vale de la elasticidad de un resorte cuando una fuerza actúa sobre él para estirarlo. Cuando una fuerza tira del resorte de un dinamómetro, éste se estira y el indicador se desplaza sobre una escala graduada que indica el módulo de dicha fuerza.

La Unidad de fuerza del sistema internacional, es el Newton y corresponde a la fuerza que comunica a un cuerpo, cuya masa sea de un kilogramo, una aceleración de un metro por segundo al cuadrado.

1 kilogramo de masa, en la superficie terrestre, ejerce una fuerza sobre la misma, de magnitud aproximadamente de 10 N.

## **Presión**

En la siguiente unidad revisaremos algunos de los contenidos asociados al concepto de *Presión*:

La Presión es la fuerza normal ejercida por un peso sobre una superficie determinada. Cuando sobre una superficie plana de área que denominaremos A, se aplica una fuerza normal F de manera equivalente, la presión P, se muestra de la siguiente forma:

$$P = \frac{F}{A}$$

La Presión puede definirse como una fuerza por unidad de área o superficie, en donde para la mayoría de los casos se mide directamente por su equilibrio directamente con otra fuerza. La presión se ejerce de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba, y también lateralmente. En una palabra, la presión se ejerce en todos los sentidos. Puede expresarse en unidades tales como pascal, bar, atmosferas, kilogramos por centímetro cuadrado y psi (libras por pulgada cuadrada).

La presión es mayor al disminuir la superficie de apoyo.

Ejemplo: La atmósfera, la masa de aire que rodea la Tierra, determina, a causa de su peso, una *presión* sobre los cuerpos situados en la superficie terrestre. Las personas estamos continuamente bajo el efecto de la presión, debido al peso de la columna de aire que tenemos sobre nuestros cuerpos y que llega hasta el límite superior de la atmósfera.

### **Tipos de Presión**

*Presión Atmosférica* se denomina a la fuerza por unidad de superficie ejercida por la atmósfera sobre los cuerpos situados en la superficie de la Tierra.

*Presión Hidrostática* se llama a la presión que se ejerce en un punto cualquiera de un líquido debido al propio peso de éste.

*Presión Estática* es la que ejerce un fluido en reposo sobre las paredes del recipiente que la contiene.

*Presión Dinámica* es la presión debida a la velocidad, cuya existencia se pone en evidencia al oponer un obstáculo a su movimiento.

La Unidad de fuerza del sistema internacional, es el Newton y corresponde a la fuerza que comunica a un cuerpo, cuya masa sea de un kilogramo, una aceleración de un metro por segundo.

Los sistemas hidráulicos aplican un principio según el cual, la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente, se transmite con la misma intensidad a cualquier otro punto del líquido (Principio de Pascal).

Dado lo diminuto que significa en términos prácticos la magnitud de un Pascal, actualmente se utiliza como valor de presión el BAR, que equivale a  $10^5$  Pascal. Algunas equivalencias en las unidades de presión son a la siguiente:

$$1 \text{ PASCAL} = 10^{-5} \text{ BAR} \text{ ó } 1,02 \times 10^{-5} \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ BAR} = 10^5 \text{ PASCAL} \text{ ó } 1,02 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 98.070 \text{ PASCAL} \text{ ó } 0,98 \text{ BAR}$$

$$1 \text{ Lb. Pulg.}^2 \text{ (o PSI)} = 0,0689 \text{ BAR}$$

### **Torque**

En la siguiente unidad revisaremos algunos de los contenidos asociados al concepto de *Torque*:

El Torque se produce cuando una fuerza ejerce una acción de torsión en un cuerpo, estimulándolo a rotar. El Torque es igual al producto de la fuerza multiplicado por la distancia perpendicular entre el eje de rotación y el punto de aplicación de la fuerza. Por ejemplo, supongamos que enrollamos una cuerda a una polea que tiene un radio de  $r$ . Si tiramos de la cuerda con una fuerza de  $F$ , la polea empezará a girar. El torque ejercido a la polea se determina por:

### TORQUE = FUERZA X RADIO

Figura 11

$$T = F \times r$$

Donde

$T$  = torque [Nm]

$F$  = fuerza [N]

$r$  = radio [m]

La unidad para torque es el Newton metro (Nm).

Un motor eléctrico produce torque en su eje para impulsar máquinas, normalmente por medio de accionamiento por engranajes o por accionamiento por correas en poleas.

En el caso de los motores eléctricos, éstos deben ser capaces de generar suficiente torque para mover la carga, de lo contrario puede sobrecargarse y dañarse.

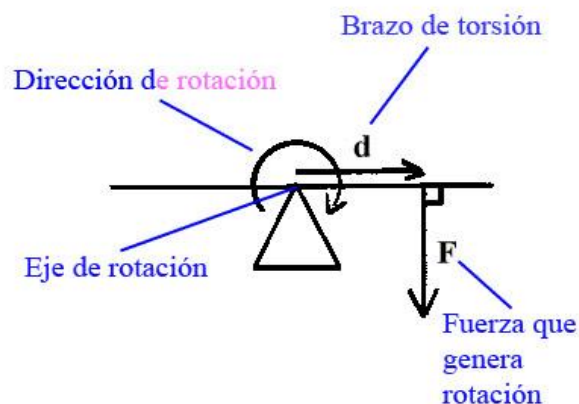
### Ejemplo:

Un motor desarrolla un torque inicial de 150 Nm. Si la polea tiene un diámetro de 1 m, calcule la fuerza de frenado necesaria para evitar que el eje gire.

El radio es de 0,5 m; entonces, una fuerza de frenado

$F = T/r = 150/0,5 = 300$  N es la necesaria.

Si el radio fuera de 2 m, una fuerza de frenado de 75 N sería suficiente para evitar la rotación.



## Actividad N° 2

### Introducción a la actividad

La siguiente actividad se divide en 3 secciones a) Fuerza, b) Presión y c) Torque. Cada actividad es una simulación que se realizará vía Plataforma Internet y tiene objetivos de aprendizaje y desarrollos distintos, sin embargo el cierre es común a las tres.

### Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	✓
Explicación demostrativa en aula.	
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	
Formulación de preguntas.	✓

### Fuerza, presión y torque

#### Fuerza

#### Objetivos de aprendizaje

- Identificar, cuando las fuerzas están balanceadas (equilibradas) o desbalanceadas (no equilibradas).
- Determinar la suma de fuerzas (fuerza neta) en un objeto con más de una fuerza sobre él.
- Predecir el movimiento de un objeto con fuerza neta igual a cero.
- Predecir la dirección de movimiento dada por una combinación de fuerzas.

#### Materiales y recursos

- Computadores (con conexión Internet).

- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

Plataformas WEB de simuladores:

Fuerza:

- <http://phet.colorado.edu/es/simulation/forces-and-motion-basics>

Presión:

- <http://canu.ucalgary.ca/map/content/torque/aboutanaxis/simulate/sim1/>

Torque:

- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/estatica/prensa/prensa.htm#Actividades>

### Descripción de la actividad

El participante trabajará con el concepto de fuerzas, movimiento, suma de fuerzas y la identificación de fuerzas equilibradas o no equilibradas. Los participantes guiados de manera individual o en grupos, a través de una simulación vía plataforma Internet, podrán ver los efectos de las fuerzas que actúan en un “tira y afloja” de elementos de diferentes pesos y formas.

### Desarrollo

El instructor realizará la siguiente actividad explicando que a través de la plataforma podrán crear una fuerza aplicada y observar el movimiento de objetos. Invitará a los participantes a averiguar cómo los cambios de fricción afectan el movimiento de los objetos.

### Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma

La actividad se basa en el concepto del juego “tirar la cuerda o el tira y afloja”. La fuerza está representada por los personajes del juego y puede ser: pequeña = 50 N; mediana = 100 N y grande= 150 N. El juego termina cuando las fuerzas se encuentran alineadas.

El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente:



Luego, el instructor podrá solicitar a los participantes que exploren la aplicación. Por ejemplo en la opción “tira y afloja”:

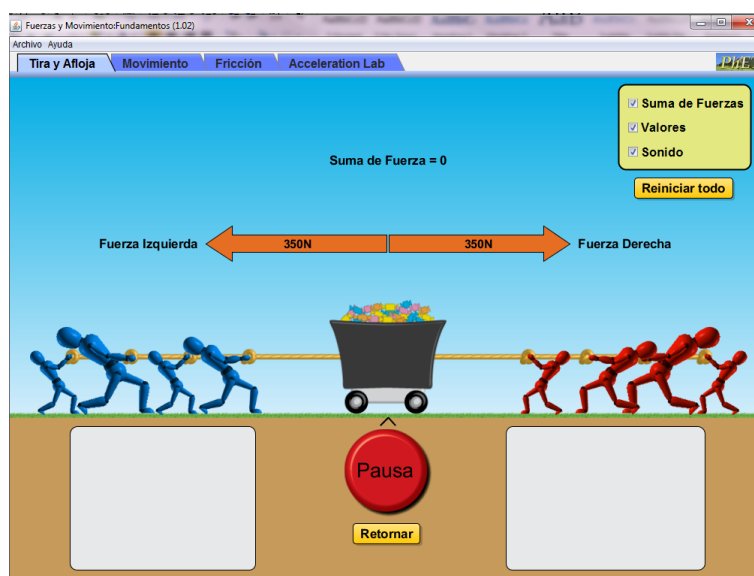
Arrastre y sitúe un hombre rojo y azul, del mismo porte en cada lado y apriete el botón “vaya”.

Reinicie y ponga diferentes números y portes de hombres rojos y azules en cada lado.

Nuevamente reinicie todo y haga “click” sobre la opción “suma de fuerzas” y “valores” y ponga hombres a cada lado. Apriete el botón “vaya”.

En instructor podrá realizar preguntas que ayuden al participante a entender la función del simulador. Se sugieren algunas como:

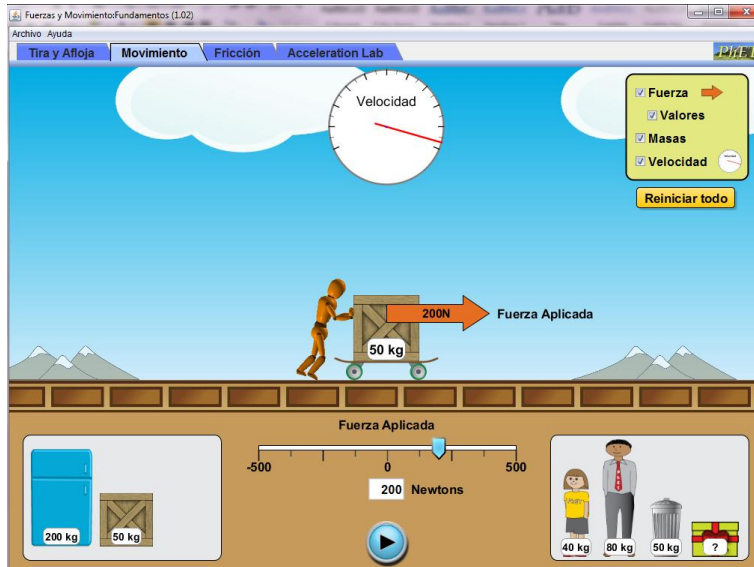
- a) ¿Cómo puede hacer que el lado azul gane?
- b) ¿Cómo puede hacer que el lado rojo gane?
- c) ¿Cómo se logra un empate?



En la opción de “**movimiento**” del **simulador** los participantes podrán entender como la aplicación de fuerza y fricción afectan la velocidad de un objeto. El instructor tendrá la opción de explicar que si la suma de fuerzas no es cero el

objeto acelera o desacelera. Si es cero entonces su velocidad es constante. Sugerencias para trabajar en la plataforma:

Conocer el tiempo que se demora en alcanzar la velocidad máxima aplicando la misma fuerza a objetos con diferentes masas.



Haga “click” en las opciones fuerza, valores, masas y velocidad.

- Ponga una caja de 50 kg sobre el skateboard. Marque o escriba 200 Newton en la fuerza aplicada.
- Mirando el velocímetro apriete el botón para empezar la simulación y cuente hasta diez, reporte que pasa.
- Cambie la caja de 50 Kg por el refrigerador, mire el velocímetro y reporte que pasa.
- Repita los pasos anteriores con diferentes objetos y personas y reporte que observa.

¿Qué pasa con la velocidad, aumenta o disminuye a medida que diferentes objetos se agregan y la aplicación de la fuerza varía? ¿Por qué pasará esto, cuál es su explicación?

¿Hay una suma de las fuerzas?

Registre cuanto tiempo se demoran los objetos, las personas y el objeto misterio en alcanzar la máxima velocidad (la velocidad máxima se alcanza cuando el velocímetro llega a su límite). Con la ayuda de un cronometro tome el tiempo. Puede ocupar el siguiente link:



<http://www.online-stopwatch.com/spanish/>

Objeto	Masaq	Fuerza Aplicada (Newton)	Tiempo (Con cronómetro)
1 Caja de madera		<b>300N</b>	
2 Caja de madera		<b>300N</b>	
Refrigerador		<b>300N</b>	
Hombre		<b>300N</b>	
Niña		<b>300N</b>	
Objeto misterio		<b>300N</b>	

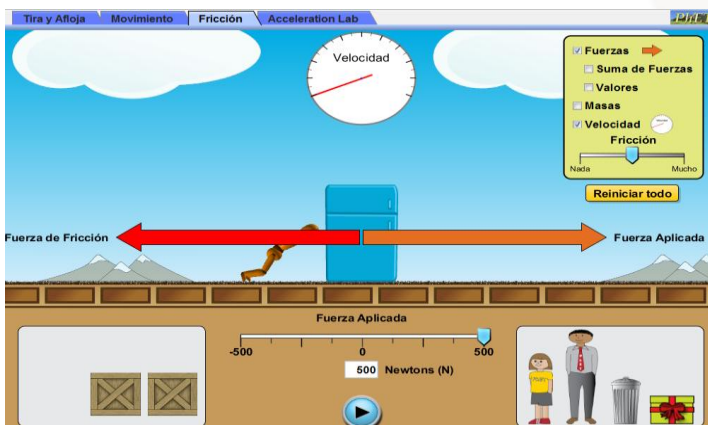
(Nota: la tabla se puede modificar en relación a los valores entregados como “fuerza aplicada” de acuerdo a lo que el instructor considere conveniente).

¿Cree que la masa del objeto determina cuánto tiempo tomará para que ese objeto alcance la velocidad máxima con una fuerza aplicada de 300 N? Explique su respuesta.

¿Puede calcular cuánto pesa el objeto misterio basándose en que tanto tiempo le llevo alcanzar la velocidad de 300N?

En la opción de “**Fricción**” el instructor podrá realizar ejercicios como el siguiente:

- Haga “click” en las opciones “fuerza y velocidad”
- Arrastre el refrigerador y escriba 500 Newton.



**Conocer el tiempo que se demora en alcanzar la velocidad máxima aplicando diferente fuerza a objetos con las mismas masas.**

¿Qué sucedió? ¿Se movió el refrigerador?

- Reinicie todo y elija las opciones “valores y velocidad”.
- Arrastre el refrigerador a la plataforma y escriba 500 Newton y en la opción “fricción” arrastre la flecha a “nada”.

¿Qué sucede cuando casi no hay fricción?

Vuelva a reiniciar el simulador y elija cualquier objeto o persona, escriba 500 Newton y mueva la flecha de fricción a “nada y mucho”. Observe y reporte lo que ocurre.

¿Qué pasará si hay mucha fricción? ¿El objeto se moverá más lento, rápido o no se moverá?

¿Cómo afecta la fuerza puesta sobre un objeto la manera en que se mueve?

## **Presión**

### **Objetivo de aprendizaje:**

- Comprender el efecto de la presión aplicada en fluidos.
- Ver el efecto en la presión que ejercen diferentes pesos en cilindros.

## Descripción de la actividad

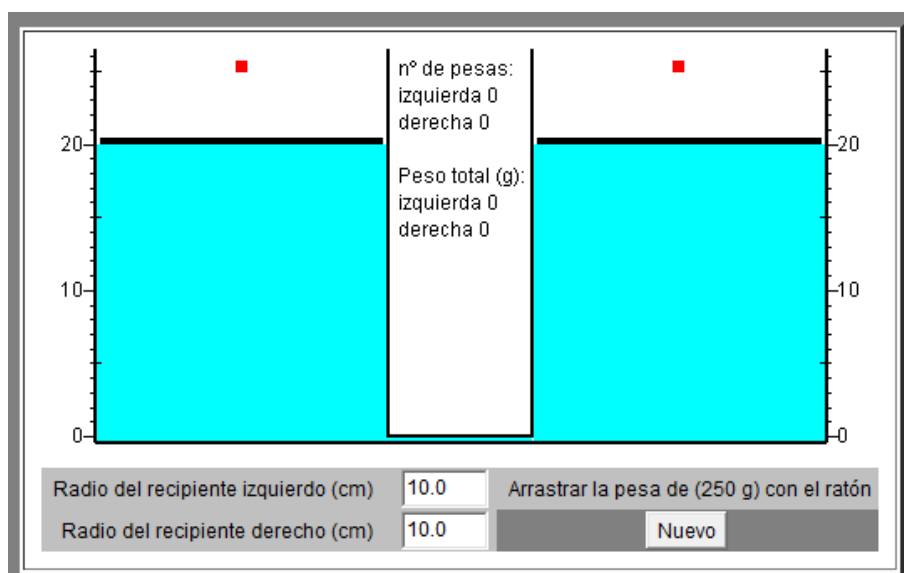
El participante recibirá una introducción al efecto de la presión en los fluidos, a través de una actividad de simulación vía plataforma Internet, donde trabajará a base de dos cilindros que representan el concepto de una prensa hidráulica y podrán ver los efectos de presión sobre distintas superficies.

## Materiales y recursos

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

## Desarrollo de la actividad

En la simulación siguiente el participante se encontrará: con el radio del cilindro de la izquierda, en el control de edición se titula **Radio del recipiente izquierdo (cm)** y el radio del cilindro de la derecha, en el control de edición titulado **Radio del recipiente derecho (cm)**.



- El participante deberá pulsar el botón titulado “nuevo”.
- Con el mouse se deberán arrastrar los pequeños cuadrados de color rojo y se colocarán sobre el cilindro izquierdo y/o derecho. Cada cuadrado representa un peso de 250 g.

A continuación deberá resolver las tres situaciones:

1. Cilindros del mismo radio

Solución: igual peso

2. El nivel de líquido a la misma altura con diferentes radios

Solución: pesos son distintos, el peso es mayor cuando mayor es el área de contacto.

3. El nivel de líquido a distinta altura

Solución: pesos son los mismos con cilindros de distinta área.

## **Torque**

### **Objetivos de aprendizaje**

- Familiarizar al participante con el concepto de torque.
- Reconocer el torque como causa de rotación.

### **Descripción de la actividad**

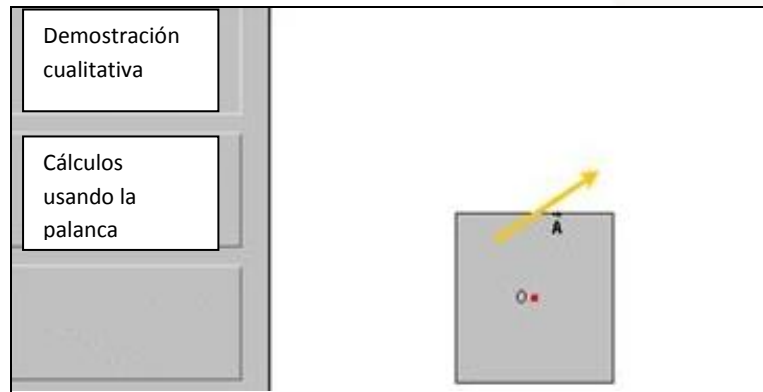
Los participantes guiados por el instructor de manera individual o en grupos recibirán una introducción fenomenológica del torque a través de una actividad de simulación vía plataforma Internet, donde trabajarán el concepto de rotaciones relacionadas con torques alrededor de un eje.

### **Materiales y recursos**

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.
- 

### **Desarrollo de la actividad**

En la simulación siguiente el participante puede elegir entre cinco simulaciones relacionadas con torques alrededor de un eje.



**Demostración Cualitativa:** El participante podrá hacer que hasta 3 fuerzas actúen sobre un objeto cuadrado (haciendo “click” en A, B o C y a continuación, dibujando un vector de fuerza).

El participante deberá observar la magnitud y el signo de esfuerzo del torque haciendo “click” en el botón PLAY y prestar atención a la velocidad y al sentido de la rotación. El valor del torque se podrá ver en pantalla.

La simulación supone que existe un eje de rotación a través de un punto O perpendicular a la pantalla. El participante podrá arrastrar el punto O en una ubicación diferente, que puede estar fuera del objeto cuadrado y observar el efecto que esto tiene en la aplicación de torque.

Podrá detener y reanudar una rotación. Podrá también cambiar los vectores de fuerza después de reiniciar la simulación. Para borrar un vector de fuerza, deberá seleccionar el borrador y luego hacer “click” en el vector de la fuerza (en ese orden). Para cambiar un vector de fuerza deberá arrastrar su punta. Para cambiar el punto en que está actuando una fuerza, deberá arrastrar el vector en algún punto diferente que la punta de este.

Al seleccionar el botón de la palanca, los brazos de la palanca asociados a todas las fuerzas se mostrarán en verde. Haciendo “click” nuevamente en el botón ocultará los brazos de palanca.

## **Cálculos**

Se muestra como cálculos de torque usando:

La palanca o el componente de la fuerza perpendicular a la línea OA desde el punto A donde la fuerza está actuando al punto O.

## **Cierre**

En física, fuerza es toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

El instructor destacará que se debe hacer similitudes considerando que la fuerza es el concepto base de estas actividades y desde este se derivan los conceptos de presión y de torque.

El concepto de presión relaciona la fuerza y la superficie de contacto a la que se le aplica la fuerza, por lo tanto al variar el tamaño de la superficie y aplicar una fuerza de igual magnitud la presión es diferente.

Con el torque ocurre básicamente lo mismo, es la ampliación de una fuerza y la distancia que existe entre el punto de aplicación y un eje de giro. Mientras más alejado del eje de giro, mayor será el torque al aplicar una misma fuerza.

## 2.2 Dilatación y deformación

Las fuerzas pueden producir varios efectos en los cuerpos sobre los que actúan:

Deformaciones: Se definen como los cambios en la forma de un cuerpo, debido a esfuerzos internos que se producen por la acción de una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo objeto o por la ocurrencia de dilatación térmica. Un ejemplo de *deformación* entonces, es el proceso por el cual una pieza, metálica o no metálica, sufre una elongación por la aplicación de fuerzas paralelas con sentido contrario.

Estos cambios de forma pueden ser de dos tipos:

- Deformaciones plásticas.
- Deformaciones elásticas.

Las *deformaciones plásticas* se producen cuando el cuerpo receptor recibe una fuerza y modifica su forma, pero cuando la fuerza deja de actuar, no vuelve a recuperar la forma inicial.

Las *deformaciones elásticas* se producen cuando la fuerza actúa sobre un cuerpo, le produce una deformación y cuando deja de actuar el cuerpo vuelve a su forma inicial. Ejemplo: el elástico, los resortes.

Diversas variables influyen en la deformación de cualquier pieza, como el área transversal a la aplicación de la fuerza, la perpendicularidad de la fuerza respecto de la superficie, la longitud inicial de la pieza y la elasticidad.

Ante la acción de fuerzas, todos los cuerpos experimentan algún tipo de *deformación*, la cual puede no ser perceptible a primera vista. Sin embargo, la física considera que algunos cuerpos son indeformables, porque las distancias relativas entre sus puntos permanecen fijas.

Dentro de los cuerpos deformables se señalan dos grandes grupos:

*Cuerpos elásticos:* aquéllos que recuperan su forma original, no deformada, cuando deja de actuar la fuerza que se ejercía sobre ellos. En los cuerpos elásticos, las deformaciones producidas son directamente proporcionales a las magnitudes de las fuerzas aplicadas.

*Cuerpos no elásticos:* una fuerza aplicada origina deformaciones permanentes.

Los cambios de Temperatura, por otra parte, producen cambios de estado, volumen y color, lo que ocasiona la dilatación de materiales.

*Dilatación*, es el agrandamiento del tamaño de los materiales, a menudo por efecto del aumento de temperatura, producido por el movimiento térmico de sus partículas, que hace que tiendan a separarse. Los diferentes materiales aumentan de diferentes formas de tamaño, los sólidos, líquidos y gases se comportan de modo distinto.

*Dilatación de sólidos:* tienen sus partículas fuertemente unidas entre sí, el movimiento térmico varía poco con los cambios de temperatura y se dilatan poco.

*Dilatación de líquidos:* sus partículas están débilmente unidas entre sí, por lo que su movimiento térmico varía más con la temperatura, y sus volúmenes tienden a aumentar de forma diferente.

*Dilatación de los gases:* las partículas de los gases son prácticamente inexistentes, por lo que los gases se dilatan mucho más que los líquidos y las partículas chocan con las paredes del recipiente que los contiene, produciendo presión.

En escala microscópica, la dilatación térmica de un cuerpo es consecuencia del cambio en la separación media entre sus átomos o moléculas. Para comprender esto, se considerará un sólido que consta de un arreglo regular de átomos mantenidos unidos por fuerzas eléctricas.

Para temperaturas en los rangos comunes de la naturaleza, los átomos vibran respecto a sus posiciones de equilibrio con una amplitud aproximada de  $10^{-11}$  m y una frecuencia de  $10^{13}$  Hz. La separación promedio entre los átomos es del orden de  $10^{-10}$  m. Al aumentar la temperatura del sólido, los átomos vibran con amplitudes más grandes y la separación promedio entre ellos aumenta, dando por resultado que el sólido como un todo se dilate cuando aumente su temperatura. Si la dilatación de cualquier objeto es lo suficientemente pequeña en comparación con sus dimensiones, el cambio de cualquier parte, largo, ancho o alto, dentro de una buena aproximación, es una función lineal de la temperatura.

## Expansión y contracción

La mayoría de los metales se expande en todas direcciones cuando son calentados de manera homogénea y se contraen a su forma y tamaño original al enfriarse. Si se evita que este metal calentado se expanda o contraiga libremente mediante algún tipo restricción, éste se deformará en la dirección donde no haya dicha restricción. Cuando el metal se enfría y contraiga, no volverá a su forma o tamaño original.

A modo de ejemplo, cuando se deposita el metal de soldadura, éste está en un estado expandido debido a su alta temperatura.

En el momento en que se solidifica y enfría, el metal de soldadura comienza a encogerse, pero como está fusionado con los costados de la unión, éste no se puede contraer libremente.

Si la placa que se está soldando es una sección gruesa, la soldadura puede agrietarse.

En secciones más ligeras la soldadura no se agrieta, pero el metal en contracción hace que la placa o lámina se distorsione.

Cuando se lleva a cabo el proceso de soldadura, el metal base alrededor de la soldadura se calienta a una muy alta temperatura e intenta expandirse en todas direcciones. El metal calentado se expande y empuja en dirección del metal frío circundante; esto restringe y causa que el metal caliente se deforme.

Al enfriarse, las tensiones en contracción pueden tirar y deformar el trabajo o agrietar la soldadura.

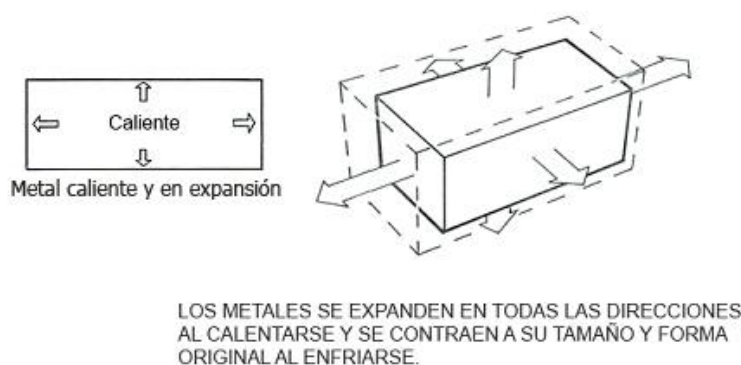


Figura 12

## Actividad N° 3

### Dilatación, deformación

#### **Introducción a la actividad**

La siguiente actividad se divide en 2 secciones a) Dilatación y b) Deformación. La primera actividad se realizará con materiales simples y una fuente de calor. La segunda se realizará vía Plataforma Internet. Cada actividad tiene objetivos de aprendizaje y desarrollos distintos, sin embargo el cierre es común a las dos.

#### **Estrategias metodológicas para el instructor**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	✓
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	
Formulación de preguntas.	✓

### Dilatación

#### **Objetivos de aprendizajes**

- Observar la transmisión del calor por conducción en sólidos y su efecto en el cambio de volumen.

#### **Descripción de la actividad**

Los participantes organizados en grupos trabajarán con el concepto de dilatación por calentamiento y serán guiados por el instructor, para realizarán un experimento simple que les permitirá observar lo que sucede con un clavo que deberá calentarse y pasar por un bucle en el extremo de un clip.

## **Materiales y recursos**

Por grupo:

- 1 Clavo grande
- 1 Clip
- 1 Pinza
- 1 vela o un mechero



## **Desarrollo de la actividad**

El instructor solicitará a los grupos que enderecen uno de los extremos del clip. Con una pinza se deberá tomar el extremo y hacer un bucle de dos o 3 vueltas alrededor del clavo. El clavo tiene que pasar exactamente por el bucle.

A continuación los participantes deberán tomar el clavo con la pinza, y acercar la cabeza del clavo a la llama de un mechero o vela. Cuando el clavo este al rojo, deberán reportar que pasa. Una vez que el clavo se enfríe, deberán repetir la prueba.

Solución para el instructor: Lo que los participantes observarán y comprobarán es que el clavo no pasa al calentarlo. Al calentarlo se dilata y por eso no pasa a través del bucle del clip. Cuando se enfría vuelve a su forma original y puede pasar por el bucle del clip.

## **Deformación**

### **Objetivos de aprendizaje**

- Apreciar efectos de deformación en resortes al colgar masas en uno de sus extremos.
- Explicar el concepto de conservación de la energía mecánica utilizando potencial cinético y elástico.
- Investigar la forma de energía que almacena un resorte al ser deformado.

### **Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual o en grupos, a través de una simulación vía plataforma Internet, podrán ver los efectos de pesos actuando sobre resortes en un gráfico que muestra la energía cinética, potencial y térmica para cada resorte.

## Material y recursos

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

Plataforma de resortes, masas y energía:

- <http://phet.colorado.edu/es/simulation/mass-spring-lab>

## Desarrollo

El instructor realizará la siguiente actividad explicando que a través de la plataforma los participantes podrán colgar pesos a 3 resortes y ajustar la rigidez del resorte y el amortiguador. Se puede trabajar con tiempo a través de un cronometro.

Los participantes deberán verificar las características físicas de los tres resortes y registrar las deformaciones y las masas.

### Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma

Se sugiere que el instructor indique a los participantes que empiecen la actividad con “No fricción”.

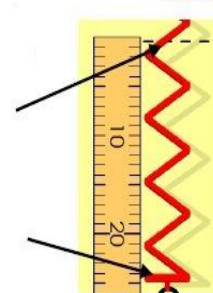
Todos los resortes tienen las mismas características predeterminadas. Solo el resorte 3 puede variar su rigidez.

Para reiniciar la actividad retire los pesos de los resortes.

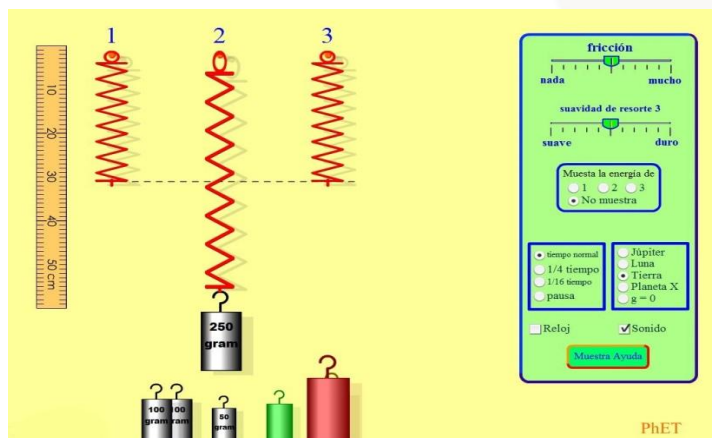
Casi todo en la pantalla se puede mover, la regla, la línea punteada y los pesos.

La línea horizontal punteada y la regla se pueden mover para que sean de ayuda como una referencia relativa.

Existe la posibilidad de un acercamiento (zoom in) para realizar mediciones precisas haciendo “click” en el botón derecho.



El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente:



Registrar los valores observados para ser discutidos.

### Cierre

Cuando se somete un cuerpo a un sistema de fuerzas, podrá sufrir entre otros efectos:

- Dilatación: cambió de volumen
- Deformación o Distorsión: cambio de forma.

En la actividad práctica se pudo observar que la dilatación por calentamiento es un fenómeno que demuestra que el clavo absorbe la energía de la llama o “energía cinética” de los átomos que conforman el clavo. Al absorber energía los átomos del metal se ponen a vibrar más vivamente y chocan con sus vecinos aumentando la separación que hay entre ellos y este fenómeno es la causa de la dilatación del clavo. Cuando el clavo se enfría la energía absorbida se devuelve al medio, los átomos se tranquilizan ya no chocan tanto y el clavo vuelve a tener el tamaño original.

En la actividad vía Internet se pudo observar que muchos objetos se deforman cuando se les aplica una fuerza y recobran su forma original en cuanto se retira la fuerza. La relación entre fuerza y extensión de un objeto elástico fue formulada por primera vez en el siglo XVII por Robert Hooke.

Cada material tiene asociada una rigidez, mientras mayor es el módulo de Hooke más difícil será deformar el material.

## 2.3 Energía, trabajo y potencia

### Trabajo

Si se ejerce una fuerza sobre un objeto, y dicho objeto se mueve como resultado de la fuerza, podemos decir que la fuerza ha generado un trabajo.

Por lo tanto, hay dos condiciones importantes que se deben cumplir para que se produzca este fenómeno: se debe ejercer una fuerza sobre un objeto y el objeto se debe mover en la dirección de la fuerza.

### Definición de trabajo

El trabajo que se realiza se define como la fuerza por la distancia en la que se mueve el cuerpo sobre el que se realiza la fuerza.

$$W = F \times l$$

W = Trabajo realizado en Newton metro

F = fuerza en Newton

l = distancia cubierta en metros

### La unidad de trabajo

Sabemos que  $W = F \times l$

También sabemos que F = fuerza y se expresa en Newton.

### Definición de Joule

Si se ejerce una fuerza de 1N sobre un objeto y el objeto se mueve una distancia de 1 metro, podemos decir que se realizó 1 J de trabajo.

## Ejemplo

Calcule el trabajo necesario para empujar un auto viejo 1 km hasta una estación de gasolina. La fuerza necesaria es de 560 N. dado que:

$$\begin{aligned} F &= 560\text{N} \\ l &= 1\text{km or } 1000\text{m} \\ W &= F \times l \\ W &= 560\text{N} \times 1000\text{m} \\ &= 560,000\text{Nm} \\ &= 560,000\text{J} \end{aligned}$$

## Energía

Antes de que se pueda producir un trabajo, debe haber energía disponible. Por lo tanto, debe existir una fuente que haga que esta energía esté disponible, a fin de que se pueda realizar el trabajo.

Cuando se realiza trabajo, se transfiere energía desde una fuente a un objeto. Los siguientes ejemplos deberán ilustrar de mejor manera este concepto.

**Definición: Energía es la capacidad de un cuerpo para realizar trabajo.**  
**Ejemplos:**

- Para impulsar una gran locomotora a vapor, la energía es suministrada por el carbón. Se aplica energía en forma de calor a fin de transformar el agua a vapor, la que a su vez se convierte en energía mecánica.
- Para impulsar un automóvil, la energía es suministrada por el petróleo o bencina.
- Para calentar agua, la energía es suministrada por el calor del fuego o corriente eléctrica.
- El viento suministra la energía necesaria para mover el yate hacia adelante.

En todos los casos anteriores, la energía es suministrada por diferentes fuentes. Por lo tanto, la transferencia de energía se desarrolla desde una fuente hacia un objeto.

## Definición de energía

La cantidad de energía que un objeto posee indica la capacidad de dicho objeto para realizar el trabajo. La energía es, por lo tanto, la capacidad de un objeto para realizar trabajo.

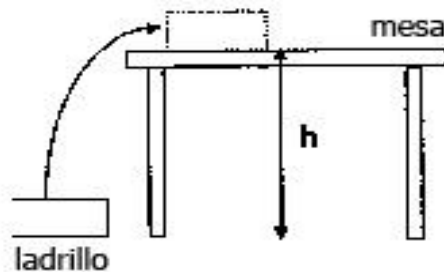
## Transferencia de energía

Ya se ha dicho que se puede transferir energía desde una fuente hacia un objeto. Esta energía puede ser entonces almacenada de diferentes maneras por el objeto.

## Energía potencial

Supongamos que un hombre movió el ladrillo de la figura a continuación, desde el suelo hacia la mesa. El hombre es la fuente de energía. Por lo tanto, se transfirió energía desde el hombre hasta el ladrillo. La energía que el hombre suministra debe ser igual al trabajo necesario para colocar el ladrillo en la mesa.

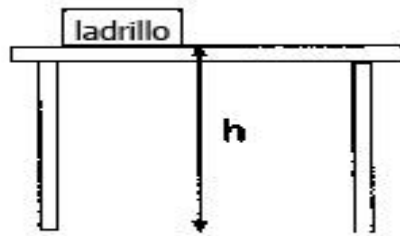
Figura 13: Energía potencial



Debido a que el trabajo realizado es igual a la energía suministrada, la unidad para la energía tiene que ser la misma que la unidad para el trabajo.

Por lo tanto, trabajo realizado = energía suministrada = Joule

Figura 14: Posesión de energía

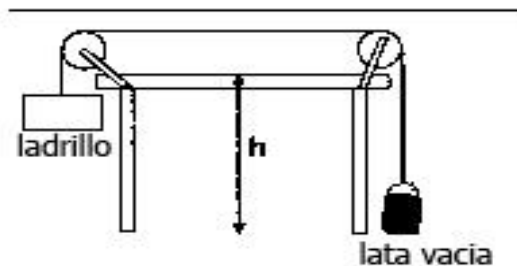


El ladrillo de la figura ahora posee la energía debido a su masa y altura. Esta energía se transfiere desde el hombre al ladrillo y es igual al trabajo realizado para levantar el ladrillo hacia la mesa.

Esta energía que el ladrillo ahora posee es denominada energía potencial. El ladrillo posee *energía potencial*, ya que puede realizar trabajo. De este modo, el ladrillo puede actuar como fuente de energía.

El ladrillo en la siguiente figura posee la energía potencial necesaria para levantar en recipiente de lata vacío hacia la mesa.

Figura 15: Posesión de energía



## Definición de energía potencial

La energía Potencial es la energía que un objeto posee como resultado de su masa y posición por sobre un cierto potencial cero. La unidad para la energía Potencial es el Joule.

Energía Potencial = masa x gravedad x altura.

$$W = m \times g \times l$$

Donde W = energía en Joule

m = masa en kilogramos

g = 9,81m/s (debido a la gravedad)

l = distancia en metros

## Energía Cinética

Un ejemplo de energía cinética es el de una piedra lanzada a través de una ventana causando que el vidrio caiga al suelo como en la figura a continuación.

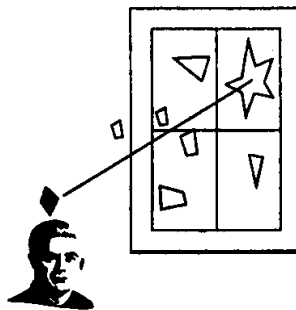


Figura 16: Energía cinética

Un martillo en movimiento que impacta al clavo causa que el clavo se mueva (hacia la madera) y a veces que cambie de forma (se doble) como se ilustra en la figura de a continuación:

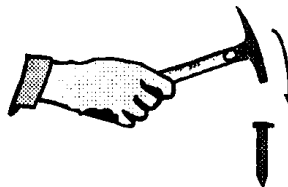


Figura 17: La energía como resultado de movimiento

Los dos ejemplos anteriores ilustran que un objeto en movimiento también puede realizar trabajo y que también posee energía. Esta energía se llama Energía Cinética. La energía Cinética es entonces energía que es el resultado del movimiento, a diferencia de la energía Potencial que posee un objeto estacionario como resultado de su posición.

### **Factores que influyen en la energía cinética de un objeto**

La magnitud de la energía cinética de un objeto depende de la masa del objeto. Mientras mayor es la masa, mayor será la energía cinética.

La magnitud de la energía cinética también depende de la velocidad del objeto en movimiento. A mayor la velocidad, mayor será la energía Cinética.

### **Medición de la energía**

Del mismo modo que el litro es la unidad para medir el volumen, la energía tiene una unidad llamada Joule (J). Esta unidad debe su nombre en honor a un Científico Británico llamado James Joule.

### **Cálculo de la energía**

**Energía (W) = Fuerza (F) x distancia (I) [Joule]**

**W = F x I Joule**

Donde W = Energía medida en Joule.

F = Fuerza medida en Newton.

I = Distancia viajada medida en metros.

### **Ejemplo**

Una Fuerza de 2000 N es necesaria para levantar una máquina. ¿Cuánta energía es necesaria para levantar la máquina 3 metros?

Energía = Fuerza x distancia

**W = F x I (N x m)**

= 2000 x 3

= 6000 J

## Potencia

### Tasa de trabajo

Cuando se realiza trabajo, la tasa en la que se realiza es algo muy importante. El tiempo cuesta dinero y, por lo tanto, es importante que una tarea sea llevada a cabo tan rápido como sea posible. Por lo tanto, es importante no sólo saber cuánto trabajo se realiza, sino que también saber cuán rápido se realiza. En otras palabras, la tasa en la que se realiza un trabajo también juega un rol importante.

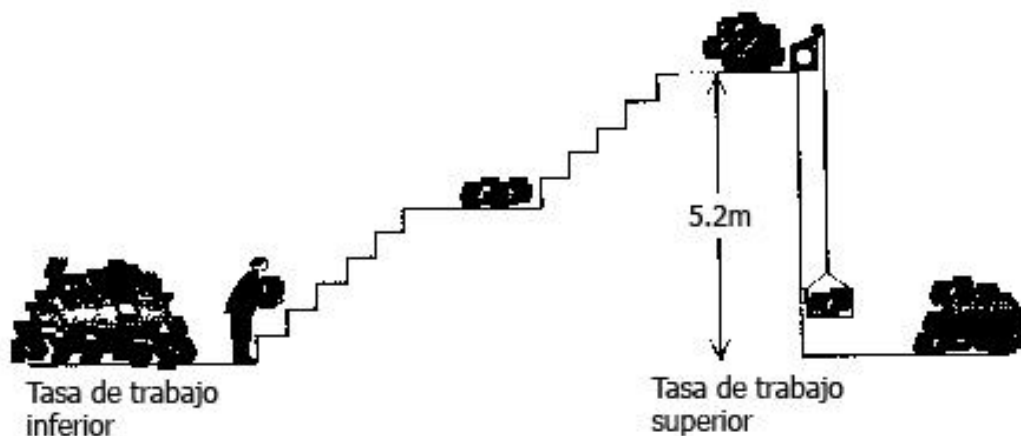


Figura 18: Tasa de trabajo

En la figura anterior, el hombre y el montacargas hicieron exactamente la misma cantidad de trabajo. La tasa de trabajo del montacargas es indudablemente superior a la del hombre. Realizando el cálculo de la tasa de trabajo del hombre y luego la tasa de trabajo del montacargas, se traduce en:

$$P = \frac{W}{t}$$

P = Tasa de trabajo o tasa de potencia en Watt.

W = Trabajo realizado en Joule.

t = Tiempo que tomó hacer el trabajo en segundos.

### Tasa de trabajo del hombre

Recuerda:

2 horas = 2 x 60 x 60 segundos

Por ende 2 horas = 7200 segundos

$$P = \frac{W}{t} = \frac{127000 J}{7200 s} = 17,69 \frac{J}{s}$$

### Tasa de trabajo del montacargas

Recuerda:

2 min = 2 x 60 segundos

Por ende 2 min = 120 seg

$$P = \frac{W}{t} = \frac{127000 J}{120 s} = 1061,67 \frac{J}{s}$$

Es bastante obvio que la potencia del montacargas es superior a la potencia del hombre.

Se sabe que W (trabajo) se mide en Joule, mientras que t (tiempo) se mide en segundos.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\text{Julios}}{\text{segundo}} = \frac{J}{s} = \text{Watt}$$

Figura 19

A partir de ahora, se utilizará la palabra Watt en vez de J/s. Por lo tanto la unidad para la Potencia es el Watt.

### Descripción de Watt

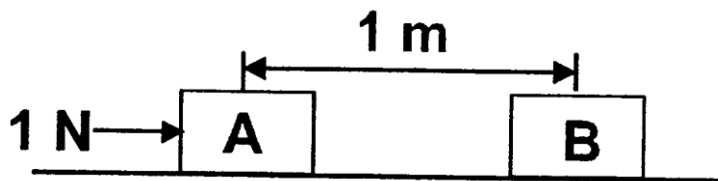


Figura 20: Descripción del Watt

Supongamos que se necesita una fuerza de 1 Newton para mover el bloque desde la posición A hasta la posición B. este proceso toma 1 segundo.

Cantidad de trabajo realizado por la fuerza:  $W = F \times l = 1\text{N} \times 1\text{m} = 1\text{J}$

Potencia de la fuerza  $P = W/t = 1\text{J}/1\text{s} = 1\text{W}$

### Definición de Watt

Si 1 J de trabajo se realiza para mover un objeto a través de una distancia de 1 metro en 1 segundo, entonces la potencia es igual a 1 Watt.

### Watt, Kilowatt y caballos de fuerza

Una potencia de 1.000 Watt también es llamada Kilowatt (Kw). Antiguamente, se utilizaba otra unidad para la potencia, a saber: el caballo de fuerza (hp). Se debe saber cómo convertir caballos de fuerza a Watt o Kilowatt, porque los motores de modelos iniciales aún indica la potencia en caballos de fuerza.

1 caballo de fuerza = 746 Watt = 0,746 Kilowatt

A partir de esto podemos ver que 1 caballo de fuerza es aproximadamente igual a de Kilowatt.

### Ejemplo

Un niño aplica una fuerza de 196 N para sacar un balde lleno de agua de un pozo que tiene 15 metros de profundidad. Calcule la potencia que el niño utiliza, si le tomara 7s.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \times l}{t} = \frac{196 \times 15}{7} = 420 \text{ Watts}$$

## Tipos de energía y cambios de energía



Figura 21: Tipos de energía

### Energía eléctrica

La energía eléctrica se produce al convertir otras formas de energía, tales como el calor o energía mecánica. La energía eléctrica producida mediante este proceso se consume luego por la carga que está conectada a la fuente de la energía eléctrica (véase la figura de abajo).

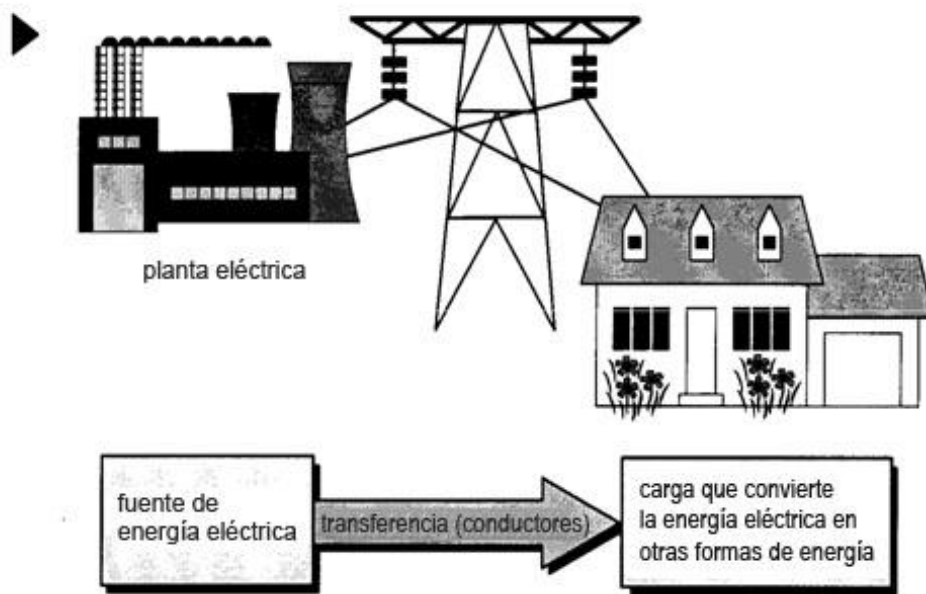


Figura 22: Energía eléctrica

### Cálculo de la energía eléctrica

La cantidad de energía consumida o entregada se determina por la potencia del dispositivo y el tiempo por el cual el dispositivo está en funcionamiento:

Energía = Potencia x tiempo

$W = P \times t$

Donde:

P = Potencia en Watt (W)

T = Tiempo en segundos (s)

W = Energía en Joule (J)

Por lo tanto, las máquinas catalogadas con mucha potencia tienen el potencial de entregar más energía a la carga, pero además consumen más energía en su funcionamiento.

## Ejemplo

Una ampolleta de 100 W consumirá más energía que una lámpara de 60W (más costosa de operar). Sin embargo, la potencia de la luz es mayor en la lámpara de 100W. La unidad básica de la energía eléctrica es así watt x segundos o el watt-segundo, que es el Joule porque 1 watt es 1 Joule /segundo.

El Joule es una unidad muy pequeña para propósitos prácticos, por lo tanto normalmente expresamos energía como el producto de la potencia en Kilowatt y el tiempo en horas. La unidad práctica de energía es por lo tanto el Kilowatt hora, KWh, que es la energía utilizada en 1 hora. Cuando la potencia es de 1 Kilowatt es simplemente llamada como una unidad de energía eléctrica.

$$\begin{aligned} 1 \text{ kwh} &= 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h} \\ &= 1000 \times 60 \times 60 \text{ (Watt segundos)} \\ &= 3600 \text{ 000 J} \\ &= 3.6 \times 10^6 \text{ J ó 3,6MJ} \end{aligned}$$

## Ejemplo

Un calefactor eléctrico, de 1,5 kW, está conectado a un suministro de 200 V. Calcule la energía consumida luego de 15 minutos en Megajoules.

$$\begin{aligned} \text{Energía} &= \text{Potencia} \times \text{tiempo} \\ W &= P \times t \\ &= (1,5 \times 1000) \times (15 \times 60) \\ &= 1350000 \text{ Joules} \\ &= 1,35 \text{ MJ} \end{aligned}$$

Recuerde que la unidad base para el tiempo es el segundo. Para cambiar minutos a segundos se debe multiplicar por 60.

## Actividad N° 4

### Introducción a la actividad

La siguiente actividad se divide en 3 secciones: a) Cambios y formas de energía, b) fuerza y movimiento y c) conservación de la energía mecánica. Cada actividad es una simulación que se realizará vía Plataforma Internet y tiene objetivos de aprendizaje y desarrollos distintos, sin embargo el cierre es común a las tres.

### Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	✓
Explicación demostrativa en aula.	
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	
Formulación de preguntas.	✓

### Cambios y formas de energías

#### Objetivos de aprendizaje

- Predecir cómo fluirá la energía cuando los objetos se calienten o se enfríen o se encuentren en contacto con objetos que tienen diferentes temperaturas.
- Describir los diferentes tipos de energía relacionándolos con la vida cotidiana.
- Describir cómo la energía puede cambiar de una forma de energía en otra.
- Explicar la conservación de la energía en sistemas reales.

## Descripción de la actividad

Los participantes de manera individual o en grupos, serán guiados por el instructor a través de una simulación vía plataforma Internet. Trabajarán con el concepto de energía y de la transferencia de calor o frío a diferentes elementos. También podrá observar la transferencia de energía a través de la aplicación de velocidad en un sistema de energía.

## Materiales y recursos

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

Plataforma de formas y cambios de energía:

<http://phet.colorado.edu/es/simulation/energy-forms-and-changes>

Plataforma de fuerza, energía y trabajo:

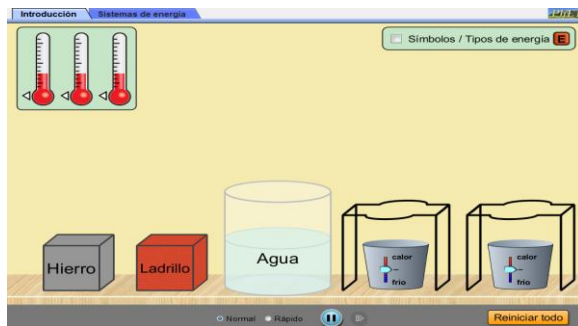
<http://phet.colorado.edu/es/simulation/the-ramp>

Plataforma de conservación de la energía:

<http://phet.colorado.edu/es/simulation/energy-skate-park>

## Desarrollo

El instructor realizará la siguiente actividad explicando a los participantes que en una primera simulación podrán observar los efectos del calor o el frío sobre un bloque de hierro, un ladrillo y un contenedor con agua y ver qué ocurre al agregar o quitar energía.



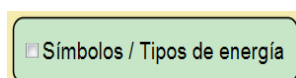
En una segunda simulación podrán observar cómo la energía se transfiere entre los objetos. La simulación les permitirá a los participantes construir su propio sistema con fuentes de energía, cambiadores y usuarios. Podrá hacer seguimiento y visualizar cómo la energía fluye y cambia a través del sistema.



### Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma

El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente.

Se sugiere que en la simulación de sistemas de energía el instructor realice diferentes ejercicios y solicite a los participantes registrar los resultados, por ejemplo podrá indicar que los participantes marquen “Símbolos”.



Luego, el instructor podrá solicitar a los participantes que hagan combinaciones de formas de energía y modificaciones en la simulación como:

1. Bicicleta → Generador → Agua

El instructor podrá guiar a los participantes a relacionar conceptos con la vida cotidiana, preguntando por ejemplo: ¿Qué ocurre a medida que la bicicleta aumenta la velocidad? ¿Qué tipo de energía requiere el ciclista para seguir pedaleando?

Otras posibles combinaciones:

2. Sol → Panel solar → Ampolleta incandescente
3. Tetera de te → Generador → Ampolleta de ahorro
4. Llave de agua → Generador → Ampolleta incandescente

## **Fuerza y movimiento**

### **Objetivos de aprendizaje**

- Predecir cualitativamente como una fuerza externa afectará a la velocidad y la dirección del movimiento de un objeto.
- Reconocer diagramas de cuerpo libre para dibujar gráficos de fuerza.

### **Descripción de la actividad**

Los participantes de manera individual o en grupos, serán guiados a través de una simulación vía plataforma Internet, para trabajar los conceptos de fuerza y movimiento y donde podrán explorar las fuerza y energía que se requiere al empujar objetos domésticos de arriba a abajo por un plano inclinado o rampa.

### **Materiales y recursos**

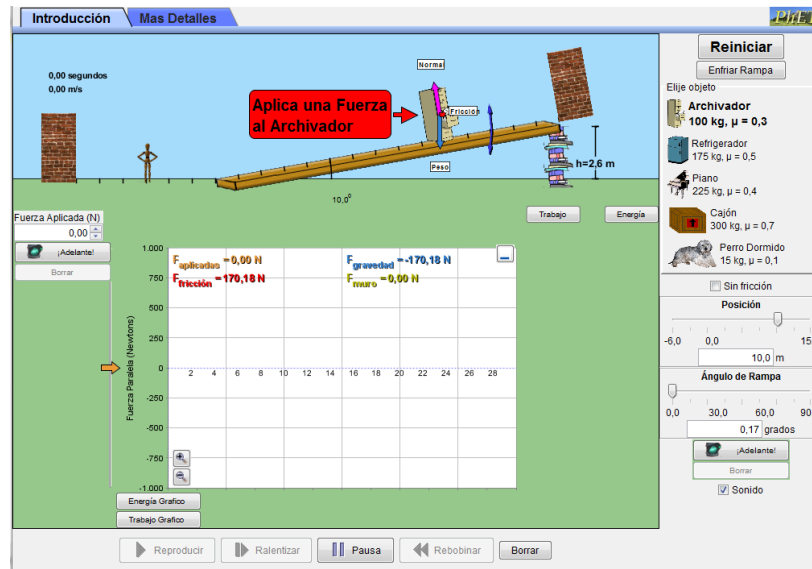
- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

### **Desarrollo**

El instructor guiará la actividad explicando a los participantes que deben simular el subir diferentes objetos a una rampa y observar cómo el ángulo de inclinación (el cual es modificable) afecta a las fuerzas paralelas. Los gráficos en pantalla mostrarán las fuerzas, energía y trabajo. De igual modo los participantes podrán descubrir qué pasa con la energía térmica cuando se aumenta el coeficiente de fricción.

## Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma

El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente.



Se sugiere que en la simulación “La rampa” el instructor realice diferentes ejercicios y preguntas tales como:

1. ¿Por qué es la energía cinética siempre es cero cuando se detiene la simulación?

Solución: porque no hay velocidad

2. ¿Cuándo es la energía cinética da un número positivo?

Solución: reproducir su simulación y simplemente ver los números. Siempre que tenga velocidad.

3. ¿Cuál fue la energía potencial al principio de la acción?

Solución: Realizar la simulación y registrar los datos para luego comentarlos. Tiene que ver con la altura.

- #### 4. ¿Cómo aumentar la energía potencial?

Solución: al situar el objeto en un punto más elevado.

## **Conservación de la energía mecánica**

### **Objetivos de aprendizaje**

- Explicar el concepto de la conservación de la energía mecánica usando la energía cinética y la energía potencial gravitatoria.

### **Descripción de la actividad**

Los participantes de manera individual o en grupos, serán guiados a través de una simulación vía plataforma Internet, para trabajar los conceptos de energía potencial y cinética. Podrán construir pistas, rampas y saltos para un skater. Podrán observar la energía cinética, la energía potencial y la fricción cuándo el skater se mueve. Adicionalmente se puede situar al skater en diferentes contextos como son diferentes planetas o en el espacio.

### **Materiales y recursos**

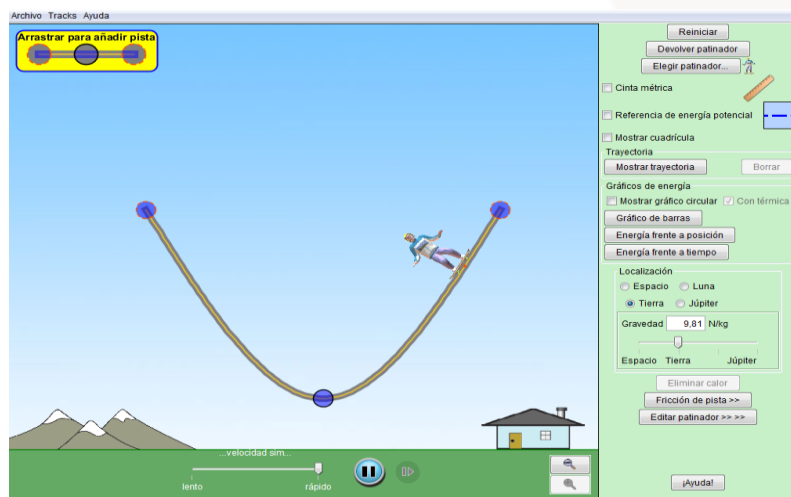
- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

### **Desarrollo**

El instructor guiará la actividad explicando a los participantes que al comenzar la simulación verán un skater sobre una trayectoria parabólica. Podrá sugerir que comiencen la actividad estableciendo una velocidad lenta usando el deslizador de la parte inferior, probando los botones **Pausa y Play** y también el botón **Paso**. De igual forma podrán elegir diferentes skaters (de diferentes pesos), diferentes tipos de pistas, contextos (espacio, planetas) para explorar la energía potencial y cinética a través de los gráficos en pantalla. Los participantes podrán además descubrir qué pasa cuando se aumenta el coeficiente de fricción.

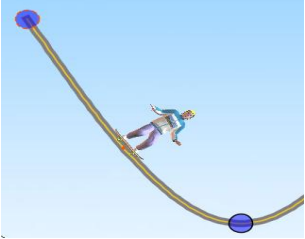
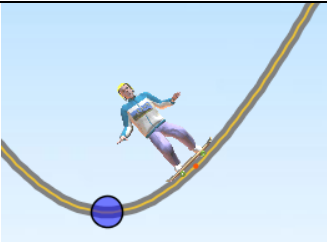
### **Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma**

El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente.



Se sugiere que en la simulación el instructor realice diferentes ejercicios y preguntas tales como:

¿Al incrementar, disminuir o al mantener la energía que sucede con la energía potencial, cinética y total? ¿Incrementa, disminuye o se mantiene igual? Los participantes podrán registrar sus respuestas y luego comentarlas.

Movimiento del skater	Energía potencial	Energía Cinética	Energía total
 <p>(En bajada)</p>	Disminuye	Aumenta	Constante es igual a la suma de las dos.
 <p>(En subida)</p>	Aumenta	Disminuye	Constante es igual a la suma de las dos.

Para discutir: ¿Qué cambia y que se mantiene igual cuando se agrega fricción a la pista de skate?

Relaciónelo con la vida real. Solución: Se transforma y se disipa como energía potencial y cinética.

### **Cierre**

El instructor podrá relacionar las actividades a los contenidos y destacar que la **fuerza** es una acción que solo se puede expresar cuando hay interacción entre dos cuerpos y que la energía está presente básicamente en todos los cuerpos.

La energía potencial es proporcional a la altura. Por ejemplo la energía potencial de un libro será mayor si está en la parte más alta de un librero que en su parte más baja.

Por otra parte, la energía cinética, que es proporcional a la velocidad en caída libre. Por ejemplo, mientras el libro cae desde la parte superior del librero aumenta su velocidad a medida que se acerca al suelo, por lo que se dice que aumenta su energía cinética.

El resultado de la aplicación de fuerza para transformar la energía se denomina **trabajo**.

Recuerde: “La energía no se crea ni se destruye, se transforma.”

### 3. Propiedades de los materiales

#### 3.1. Materiales comunes y sus propiedades principales

##### Descripción general

Los materiales de fabricación pueden dividirse en cuatro clasificaciones básicas:

##### 1. Metales

- Metales ferrosos.
- No ferrosos.

##### 2. Cerámica

##### 3. Líquidos

- Semi líquidos.

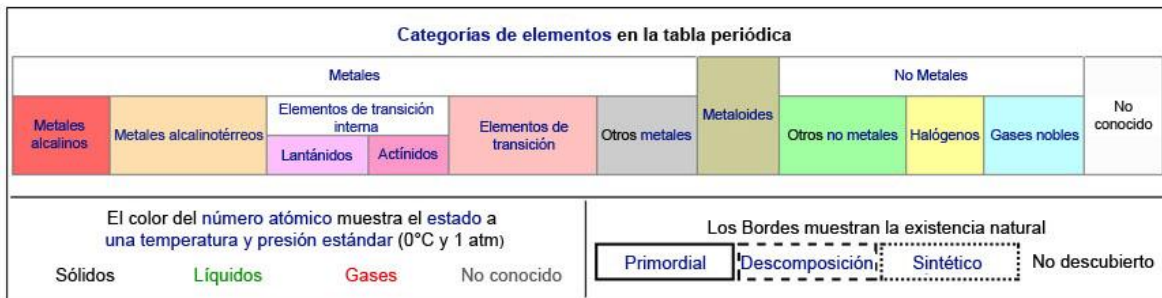
##### 4. Polímeros dependiendo de la composición química y la estructura atómica.

Cabe señalar que todos los materiales utilizados en la industria de la fabricación pueden ser encontrados en la Tabla Periódica.

Esta tabla muestra todo los elementos que existen actualmente. Aunque algunos de los metales pesados existen experimentalmente en el laboratorio y a menudo solamente por nanosegundos.

Grupo#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Periodo	1	2																
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	(117) (Uus)	118 Uuo
* Lantánidos				57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
** Actínidos				89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Figura 23



**Figura 24**

## Propiedades del material

Todos los materiales presentan ciertas propiedades que deben ser tomadas en cuenta al momento de decidir.

Éstas incluyen:

- Grado de material.
- Resistencia a la tracción.
- Ductilidad.
- Punto de fusión.
- Dureza / flexibilidad.
- Capacidad para ser tratados con calor.
- Características de distorsión.
- Color y ajuste al color.
- Conductividad de calor.

## Propiedades Mecánicas

### Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción mide la cantidad de fuerza necesaria para fracturar el metal bajo la aplicación de una carga de tracción. Esto se mide en megapascals (Mpa).

### Ductilidad

Ductilidad es la capacidad de un metal para ser trabajado y moldeado sin fracturarse. Un metal dúctil puede ser trabajado y moldeado fácilmente al doblarlo y/o martillándolo.

### Maleabilidad

La maleabilidad es la capacidad de un metal para ser trabajado y moldeado en todas las direcciones sin fracturarse. Esto es en una dirección longitudinal y transversal así como

también en la reducción y/o aumento del grosor. El cobre y el plomo son ejemplos de materiales maleables.

## **Elasticidad**

La elasticidad es la capacidad de un metal para regresar a su forma y tamaño original después de la eliminación de toda fuerza externa. Sin embargo, todos los metales tienen un límite máximo de elasticidad (llamado límite elástico). Una vez que se exceda este límite, el metal permanecerá deformado permanentemente.

Esta propiedad permite dar forma al metal en la manera deseada.

## **Dureza**

Todos los metales presentan algún grado de dureza. El grado de la dureza necesaria depende de las condiciones de servicio en las que el metal debe operar. Por ejemplo, un cincel frío debe ser lo suficientemente duro a fin de poder cortar materiales pero no tan duro de manera que se quiebre ante los golpes de un martillo.

Sin embargo, muchos de los metales no pueden ser demasiado duros, ya que los haría difícil de doblar y dar forma. Por lo general, se necesita que sean más blandos y más dúctiles.

## **Fragilidad**

La fragilidad es una condición que ocurre cuando los metales se vuelven demasiado duros. Por lo general, la fragilidad está normalmente presente cuando se llevan a cabo los procesos de endurecimiento y deben ser controlados para permitir que el metal sea utilizable. Se utiliza un proceso llamado templado para eliminar la fragilidad mientras que se mantiene el grado de dureza necesario.

## **Soldabilidad**

La soldabilidad es la capacidad de un metal para ser soldado y para producir una unión fuerte. La mayoría de los metales se pueden soldar de algún modo. Los aceros inoxidables y aleaciones con bajo contenido de carbono son fácilmente soldables así como también el aluminio, cobre, bronce, latón y otros metales no ferrosos. El grado de soldabilidad de un metal depende de los elementos presentes en su composición. Generalmente, a mayor concentración de carbono, más difíciles son de soldar y se deben tomar precauciones especiales a fin de obtener un resultado satisfactorio.

## Identificación de metales

### Metales ferrosos y no ferrosos

**Ferrosos:** Éstos son metales que contienen hierro. Pueden contener pequeñas cantidades de otros metales u otros elementos para obtener las propiedades requeridas.

Todos los metales ferrosos son magnéticos y brindan poca resistencia a la corrosión.

#### Ejemplos:

- Acero dúctil.
- Hierro fundido.
- Acero altamente resistente a la tracción.
- Acero inoxidable.
- Acero rápido.
- Acero con un alto contenido de carbono.
- Acero de carbono medio.

**No ferrosos:** Éstos son metales que no contienen hierro. No son magnéticos y normalmente son más resistentes a la corrosión que los metales ferrosos.

#### Ejemplos:

- Aluminio.
- Aleaciones de aluminio (Duraluminio).
- Cobre.
- Latón.
- Plomo.
- Zinc.
- Estaño.
- Metal dorado.

### Propósitos de uso del metal

Los metales poseen una gran variedad de usos en la industria, pero dos de los más frecuentes son los que se describen a continuación:

- Hierro fundido utilizado para bases de máquinas.
  - Bajo costo.
  - Relativa facilidad de fundición.

- Capacidad de absorber vibraciones.
- Aluminio utilizado para diseño arquitectónico y aeronáutico.
- Alta resistencia.
- Buena distribución del calor.
- Facilidad de moldeado (laminado o fundición).

### Conocimiento del Punto de Fusión Aproximado

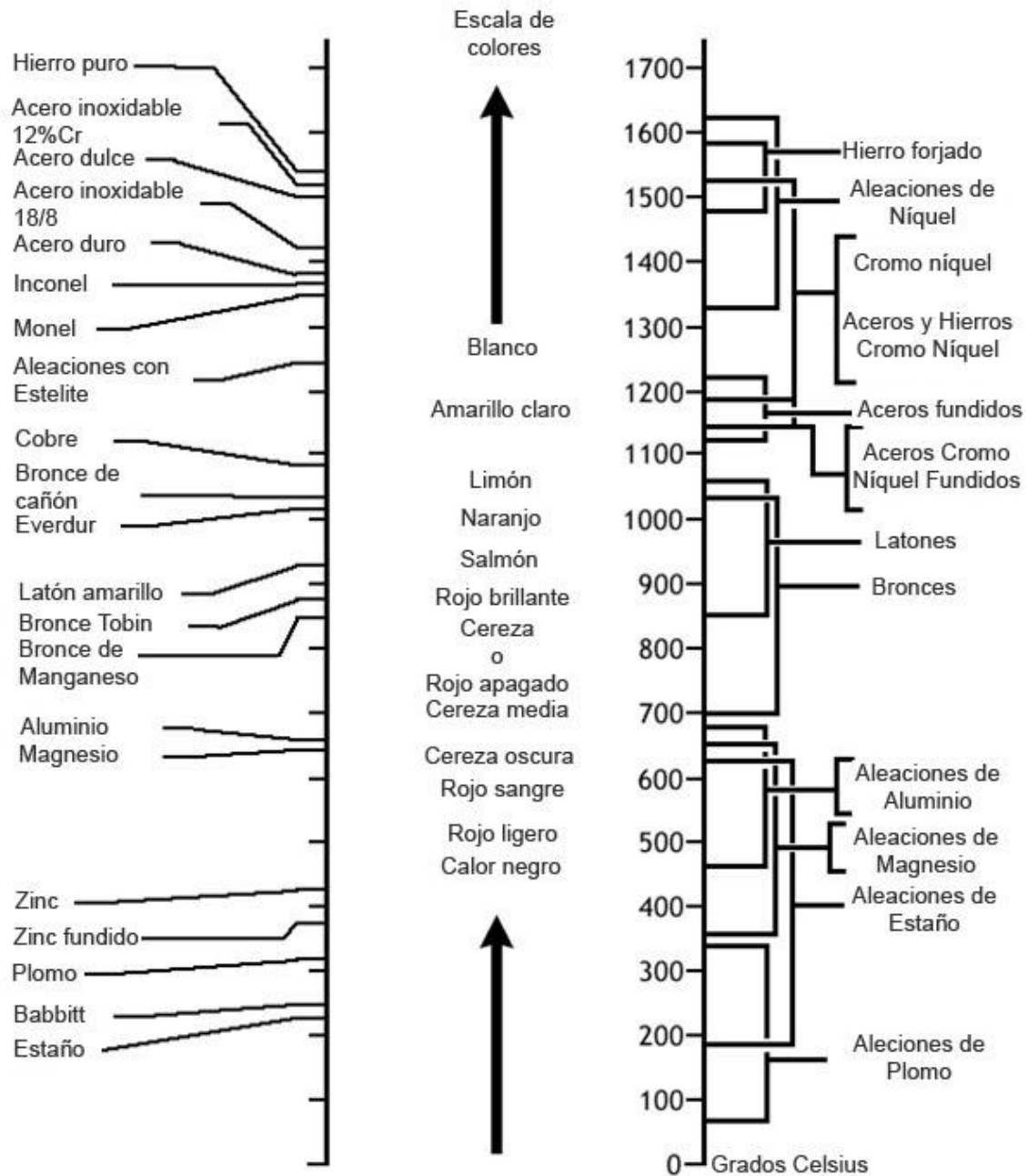


Figura 25

En la tabla a continuación, se indican los puntos de fusión de algunos metales y aleaciones:

Metal	Punto de fusión	
	(°C)	(°F)
Latón marítimo	900 - 940	1650 - 1720
Aluminio	660	1220
Bronce aluminio	600 - 655	1190 - 1215
Hierro fundido, gris	1175 - 1290	2150 - 2360
Cromo	1860	3380
Cobre	1084	1983
Oro	1063	1945
Hastelloy C	1320 - 1350	2410 - 2460
Hierro	1536	2797
Plata	961	1760
Acero al carbono	1425 - 1540	2600 - 2800
Acero inoxidable	1510	2750

## **Acero**

### **Introducción**

El acero es una aleación de hierro y carbono.

Es el metal de ingeniería más comúnmente utilizado. Las industrias tales como la construcción naval, vehículos motorizados, construcción de edificios, electrodomésticos y fabricación de herramientas utilizan un amplio rango de productos de acero.

Las características y ventajas positivas del acero incluyen:

- Bajo costo.
- Resistencia y durabilidad.
- Trabajabilidad.

### **Bajo costo**

El acero es mucho más barato de producir que otros metales tales como el acero inoxidable, aluminio, níquel y el cobre, por lo tanto, el usuario debe pagar menos por ello.

### **Resistencia y durabilidad**

Mediante la adición de pequeños porcentajes de otros elementos, es posible cambiar tanto la composición química como la naturaleza general de los productos de acero. El fabricante puede aumentar la resistencia, dureza y ductilidad del material para que se adecúe a una variedad de aplicaciones en servicio. Por ejemplo, un hierro blando puede ser cambiado a un material con mayor dureza al agregar cuidadosamente cantidades precisas de carbono.

### **Maleabilidad**

La trabajabilidad (la capacidad de dar forma) es una característica importante de todo material. El acero puede ser trabajado con facilidad mediante varios métodos.

### **Especificaciones del acero**

#### **Grupo de bajo contenido de Carbono**

##### **De Baja Resistencia**

Varía de 0,08% a 0,15% de Carbono, resistencia a la Tracción 310 - 460 MPa

##### **De Resistencia Normal**

Varía de 0,1% a 0,3% de Carbono, la resistencia a la Tracción puede variar de 430 - 550 MPa.

Los aceros de más bajo contenido de carbono normalmente son seleccionados cuando el principal requisito es la conformabilidad en frío. Este grupo posee una resistencia de tracción relativamente baja y no son utilizadas cuando lo que se desea es más resistencia. Todos estos aceros en este grupo son fáciles de soldar por cualquiera de los métodos comerciales normales.

### **Grupo de mediano contenido de Carbono**

Por lo general 490 - 610 MPa de resistencia a la tracción con un contenido de carbono que varía de 0,30% a 0,55%.

En estos aceros, el contenido de carbono es por lo general superior al 0,30%—Los miembros de este grupo son seleccionados normalmente donde se necesiten sus propiedades altamente mecánicas para dichas aplicaciones en Elementos agrícola y movimiento de tierra.

### **Grupo de alto contenido de Carbono**

Su contenido de carbono es de 0,55% a 1,4% y tiene un bajo factor de ductilidad.

La mayoría de los aceros de baja aleación no son más difíciles de cortar o dar forma mecánicamente que los aceros al carbono. Sin embargo, los aceros de aleación tales como el acero inoxidable, son por lo general mucho más duros y menos dúctiles y se deben tomar precauciones especiales.

### **Corte mecánico**

Las guillotinas y cizallas son reconocidas por su capacidad para cortar aceros de bajo contenido de carbono. Su potencial se ve reducido en un 50% cuando cortan aceros de alta aleación. El usar estas máquinas por sobre su capacidad puede producir daños en ellas.

### **Perfilado**

Muchos aceros inoxidables son utilizados por su acabado de superficie. El acero está cubierto con una lámina protectora (plásticos o cartón) para evitar que se dañe la superficie cuando se enrolla y da forma. Debido a la alta resistencia del acero inoxidable, las capacidades de la máquina cortadora son menores que para el acero con bajo contenido de carbono.

## Aceros inoxidables



Figura 26

Los aceros inoxidables son llamados así, ya que resisten la corrosión y la oxidación.

La resistencia a la corrosión dependerá del contenido de cromo que debería ser mayor al 10%.

### Tipos de acero inoxidable

Existen tres amplios grupos de aceros inoxidables:

**Austenítico** Una aleación de acero/níquel/cromo que cuenta con propiedades altamente resistentes a la corrosión y al calor. Un ejemplo típico es el acero inoxidable 18/8 que tiene un 18% de Cr y 8% de Ni. Posee excelentes propiedades de fabricación y soldado.

**Martensítico** Un acero inoxidable cromado que posee una resistencia media a la corrosión. Debido a su mayor contenido de carbono puede ser tratado con calor (endurecido). Algunos grados de bajo contenido de carbono pueden ser soldados siempre que se tomen las precauciones adecuadas.

**Ferrítico** Un acero inoxidable cromado que tiene una resistencia media a la corrosión. Los grados ferríticos son generalmente utilizados por su resistencia a la corrosión en vez de sus propiedades mecánicas. La soldabilidad de este grupo es pobre

## **Comparación de aceros inoxidables y aceros al carbono**

### **Resistencia al calor**

Los aceros inoxidables son más resistentes al calor que los aceros al carbono básicos. La mayoría de los materiales se oxidan o corroen cuando son expuestos al calor. Muchos aceros inoxidables son resistentes al calor por sobre los 1000°C.

### **Resistencia a la corrosión**

Los componentes de aceros inoxidables son a menudo preferidos a diferencia de otros materiales debido a su resistencia a la corrosión. Las piezas hechas de acero inoxidable duran más tiempo en ambientes corrosivos cuando existe la exposición al agua salada o químicos corrosivos.

### **Resistencia al desgaste**

El grado de resistencia al desgaste del acero inoxidable depende enormemente del tipo y su composición. El acero inoxidable martensítico puede ser endurecido y templado como el acero al carbono. Las propiedades mecánicas de los grados con un alto contenido de carbono son similares a los aceros de herramientas después de un tratamiento de calor especial.

### **Resistencia**

Los aceros inoxidables poseen una proporción resistencia - peso muy alta. El acero inoxidable auténtico es más comúnmente usado para la fabricación y soldado. El forjado en frío le brinda al acero inoxidable auténtico una resistencia a la tracción extra. Posee una resistencia a la tracción máxima (UTS) de aproximadamente 590 Mpa y brinda una resistencia de aproximadamente 550 Mpa.

### **Apariencia**

El acero inoxidable puede tener un brillo de superficie como un espejo pulido. Es utilizado a menudo por su apariencia.

### **Expansión y contracción**

La expansión térmica del acero inoxidable auténtico es cerca del 50% mayor al del acero con bajo contenido de carbono. Su conductividad térmica es cerca del 50% menos que el acero con un bajo contenido de carbono.

## Hierro Fundido



Figura 27

El hierro fundido es utilizado ampliamente como material de ingeniería debido a que se puede fundir fácilmente en elaboradas formas tanto para moldes de arena como de metal

- Tiene la capacidad de absorber la vibración
- Autolubrificante debido a la presencia de carbono en la forma de grafito
- Muy estable con variaciones de temperatura \
- Carbono = 2,11 – 4%
- Silicio = 0,5 – 3%
- Manganeso = 0,4 – 1%

El hierro fundido se divide en una cantidad de grupos:

- Hierro fundido gris.
- Hierro fundido blanco.
- Hierro fundido de alto rendimiento.
- Hierro fundido maleable.

### Hierro fundido gris

Características:

- Se utiliza ampliamente como hierro fundido.
- El carbono está presente en forma de películas de grafito.
- Cuando se fractura, la superficie del metal expuesta tiene una apariencia gris.
- El tamaño y la forma de las películas de grafito afectan enormemente las propiedades del metal.

- La dispersión de las películas de grafito brinda una buena propiedad de lubricación interna, por lo tanto, le otorga excelentes características de maquinabilidad y amortiguación de la vibración.
- Posee una ductilidad y resistencia a la tracción baja.
- Posee buena resistencia a la compresión, resistencia al desgaste y resistencia a la corrosión.

Usos – adecuado para:

- Carcasas de maquinaria.
- Cuerpos de máquina.
- Bloques de motor.
- Bombas.

### **Hierro fundido blanco**



**Figura 28**

Producido por enfriado rápido del hierro fundido gris derretido.

Características:

- Posee una fractura gris plateado que tiene una apariencia brillante.
- El carbono se presenta en una forma combinada como carburo de hierro (cementita).
- Es duro, quebradizo y posee excelente resistencia al desgaste y, por lo tanto, es difícil de machucar.
- Se debe usar herramientas de cerámica o carburo para manipularlo.

Usos – adecuado para:

- Superficies duras y resistentes al desgaste.
- Primer paso para hacer fundiciones maleables.
- Patín de freno para vía ferroviaria.
- Bolas de molienda.
- Rodillo triturador.

### **Hierros Fundidos de alto rendimiento**

Los hierros fundidos de alto rendimiento se agrupan en hierro fundido o hierro fundido esferoidal. Esto depende de la forma en que el carbono está presente en el metal.

El hierro fundido Meehanite tiene películas finas de grafito.

El hierro fundido esferoidal tiene grafito con forma de esferas finas. El hierro fundido esferoidal es fácilmente forjado o soldado después del recocido.

- Más resistente que el hierro fundido gris.
- Puede contener elementos de aleación para mejorar las propiedades mecánicas.

Características:

- Más resistente que el hierro fundido gris.
- Puede contener elementos de aleación para mejorar las propiedades mecánicas.

### **Hierro Fundido Maleable**



**Figura 29**

Características:

- Está diseñado para soportar repentinas tensiones aplicadas.
- Se obtiene a partir del tratamiento térmico de hierro Fundido blanco y el carbono que está presente en forma de grupos.
- Esta estructura brinda dureza y ductilidad.

Usos – adecuado para:

La fabricación de pequeñas herramientas.

- Fittings de cañerías.
- Piezas de automóviles.
- Utensilios agrícolas, etc.

### **Hierro Fundido Nodular o Dúctil**

Características:

- Se obtiene al agregar Mg o Cesio (agentes nodulizantes) al Hierro fundido gris derretido antes del vertido.
- El carbono está presente en forma de esferoides.
- Posee buena ductilidad, alta resistencia, dureza, resistencia al desgaste y excelentes propiedades de fundición.
- Es un material de uso común para hacer fundiciones elaboradas.

Los hierros fundidos son a menudo aleados con diferentes elementos y tratados térmicamente para lograr propiedades especiales como alta dureza, resistencia a las temperaturas, resistencia a la corrosión, etc.

## Metales no ferrosos



Figura 30

Los metales a excepción del hierro y sus aleaciones, es decir, el grupo no ferroso de metales, son ampliamente utilizados en la industria, a veces de manera pura, pero normalmente en forma de aleación.

La siguiente lista detalla las principales características de los metales no ferrosos.

### Aluminio y aleaciones



Figura 31

Se destaca por su alta proporción resistencia - peso, resistencia a la corrosión, buena conductividad eléctrica y térmica. Se utiliza mayormente en:

- Aeronaves.
- BUsars.
- Automóviles.
- Cuerpos de naves marítimas.
- Utensilios de cocina.

## Cobre (Cu) y aleaciones



Figura 32

Los bronce antifricción ofrecen amplios rangos de resistencia, ductilidad, dureza, resistencia al desgaste, baja fricción y la capacidad de ajustarse a las irregularidades, tolerar ambientes de funcionamiento sucio y lubricantes contaminados.

La resistencia a la corrosión de los bronce antifricción es por lo general superior a otros materiales antifricción, y puede ser seleccionado para ajustarse a particulares condiciones del ambiente. Los bronce antifricción permiten una fabricación fácil y económica, permitiendo que sean hechos en configuraciones especiales y únicas de manera simple y a bajo costo.

Ningún metal antifricción tiene mejor mecanibilidad que los bronce antifricción con plomo. Se caracterizan principalmente por:

- Buena conducción del calor y electricidad
- Latón (65% de Cu y 35% de Zn), alta conductividad, resistencia y ductibilidad adecuada.
- Bronce (90% de Cu y 10% de estaño), buena resistencia, dureza, resistencia al desgaste y resistencia a la corrosión.

## Magnesio (Mg) y aleaciones



Figura 33

Es considerado el material de ingeniería más liviano. Posee una gravedad específica de 1,75.

De aleación de Mg es utilizada para aplicaciones de alta proporción resistencia - peso

Aplicaciones:

- Componentes para aeronaves y misiles.
- Elementos para el manejo de materiales.
- Artículos deportivos.
- Componentes generales de peso ligero.

## Níquel (Ni) y Aleaciones



Figura 34

Metal blanco de plata. Utilizado para electrodeposición por su apariencia y por mejora la resistencia a la corrosión. Se caracteriza por:

La aleaciones de Ni ofrecen alta resistencia y resistencia a la corrosión a temperaturas elevadas.

Monel, una aleación de Ni y Cu que se utiliza ampliamente en la industria química y de procesamiento de alimentos debido a su propiedad resistente a la corrosión.

Las súper aleaciones de Ni se usan para alta temperatura.

Aplicaciones:

- Motores de jets.
- Turbinas a gas.
- Componentes de cohetes.
- En plantas de energía nuclear.

## Zinc (Zn)



Figura 35

Características:

- Es un metal gris y con buena resistencia a la corrosión.
- Posee un punto de fusión bajo.
- Su principal uso es en la galvanización de hierro y acero para suministrar resistencia a la corrosión.

Aplicaciones:

- Fundiciones de celdas de batería seca.
- Carcasas de indicadores.
- Casquillos.
- Reflectores de linternas.
- Fundición a presión en moldes para componentes de automóviles y para la industria de los electrodomésticos.

## Titanio (Ti)



Figura 36

### Características:

- Material con alta proporción resistencia - peso y resistente a la corrosión a temperaturas elevadas.
- Metal gris oscuro.
- Las aleaciones de Ti con elementos de aleación tales como Al, Va, Mo, Mn, etc. pueden ser utilizados hasta los 550°C.

### Aplicaciones:

- Material atractivo para aplicaciones aeroespaciales.
- Marina.
- Implantes quirúrgicos.
- Químicos.
- Joyería.

## Latón



Figura 37

El latón es una aleación de cobre y cinc y se agrupa en:

### **Latones alfa:**

El cobre se fundirá hasta un 38% de Zinc para formar una solución sólida (bajo condiciones ideales). Los latones producidos comercialmente se funden aproximadamente en 33% de Zinc.

Puede ser trabajado en frío.

### **Latones alfa-beta:**

Este grupo contiene niveles mayores de Zinc y menos Cobre.

No es adecuado para trabajarlo en frío.

Aplicaciones:

- Casquillos.
- Joyería.
- Quincallería.
- Contenedores de lápiz labial.
- Estanques de radiadores.
- Flotadores de carburador.

## **Cerámicas, Compuestos, Plásticos y Líquidos**

### **Cerámicas**

Esta categoría de materiales incluyen cosas como losas, ladrillos, placas, vidrio e inodoros.

Las cerámicas pueden encontrarse en productos como:

- Relojes (diapasones de cuarzo – dispositivos para mantener el tiempo en relojes).
- Esquíes para nieve.
- Cerámicas-piezoeléctricas que se deforman cuando se les aplica voltaje.
- Automóviles (bujías y piezas para motor de cerámica que se encuentran en autos de carreras).
- Líneas telefónicas.
- Transbordador espacial
- Artefactos eléctricos (revestimientos con esmalte.)

- Aeronaves (cono nariz).

Dependiendo del método de formación, las cerámicas pueden ser densas o livianas.

Típicamente, presentarán excelente resistencia y propiedades de dureza; sin embargo, son a menudo de naturaleza quebradizas.

Las cerámicas pueden también ser creadas para funcionar como:

- Materiales eléctricamente conductores, objetos que permiten que la electricidad pase a través de su masa.
- Aisladores, materiales que evitan el flujo de electricidad.
- Algunas cerámicas, como los superconductores, también presentan propiedades magnéticas.

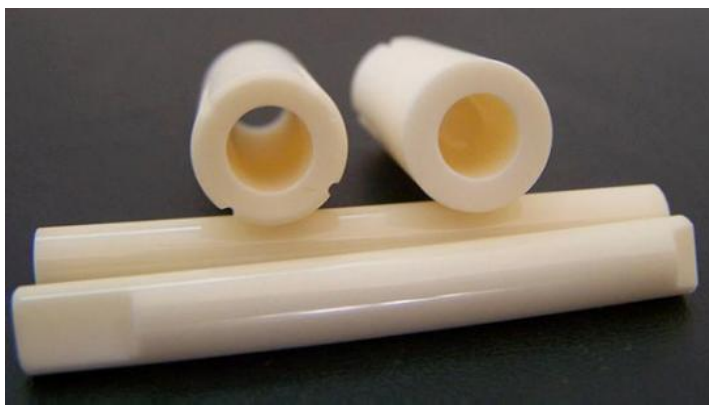


Figura 38: Eje y casquillos de cerámica

Las cerámicas son creadas generalmente al mezclar arcilla, elementos de la tierra, polvos y agua para luego darle la forma deseada.

Una vez que se ha dado la forma a la cerámica, se expone al fuego en un horno a alta temperatura conocido como horno secador. A menudo, las cerámicas son cubiertas con sustancias decorativas, impermeables y similares a la pintura conocidas como esmaltes.

Las cerámicas están compuestas de elementos metálicos y no metálicos. Están disponibles en forma de óxidos, carburos y nitruros.

## **Materiales Compuestos**

En esta categoría se considera a todos los sólidos heterogéneos que constan de dos o más materiales diferentes que son unidos de manera metalúrgica o mecánica.

Por ejemplo, en la antigüedad se mezcló lodo y paja para hacer ladrillos. El lodo es un excelente material aglomerante, pero no puede resistir la compresión y fuerza muy bien. La paja, por otro lado, sí puede soportar la compresión sin desmoronarse o quebrarse, y así sirve para reforzar la acción aglomerante del lodo.

La combinación de materiales permite propiedades superiores en comparación con los constituyentes. Estos materiales poseen una combinación única de propiedades tales como resistencia, peso - rigidez, resistencia a la corrosión, dureza, conductividad, etc.

Algunos ejemplos de materiales compuestos son:

- Compuesto de placas o laminas.
- Madera contrachapada, herramientas revestidas, cables aisladores.
- Compuestos particulados.
- Hormigón (cemento, arena y grava).
- Partículas abrasivas y matriz en esmeriles.
- Carburo cementado – partícula de WC (carburo de wolframio) distribuido de manera uniforme utilizado como herramienta de corte.
- Las propiedades son uniformes en todas las direcciones.

Compuesto de fibra reforzada:

- Las fibras delgadas de un material están incrustadas en la matriz de otro material.
- El vidrio es la fibra usada de manera más amplia con polímero como matriz. Otras fibras son el carbono, boro, etc.
- Las propiedades dependen del volumen del material de fibra, fracción de la fibra, orientación de la fibra, propiedades de la matriz, grado de unión entre la fibra y la matriz, etc.

Los materiales poliméricos son utilizados para aplicaciones a baja temperatura (por debajo de los 300°C).

- El hormigón reforzado con acero usado en la construcción.

- Los neumáticos reforzados con nylon, plásticos reforzados con fibra de vidrio para carrocerías.
- Los componentes reforzados con boro para aeronaves y cohetes

## Plásticos



Figura 39

Los plásticos son utilizados ampliamente en la industria para una gran cantidad de diferentes tipos de componentes.

Uno de los primeros usos de los plásticos fue como material aislante en los cables usados en los radares durante la Segunda Guerra Mundial.

También se utilizó para crear el nylon para las medias femeninas (1940).

Los plásticos pueden clasificarse en tres grupos:

- Sustancias de material termoplástico que se ablandan cuando son calentados.
- El material termoestable que experimenta un cambio químico y no puede ser ablandado cuando se expone al calor.
- Los plásticos en frío se vuelven permanentemente duros debido a un cambio químico a temperatura ambiente.

## Propiedades Generales de los Plásticos

- Facilidad de fabricación (bajo costo).
- Ligero.
- No corrosivo bajo condiciones normales.
- Aislantes eléctricos y térmicos.
- Algunos son inflamables, con un poco de material carbonizado.
- Se deteriora bajo la luz solar fuerte.
- La resistencia a la tracción es baja en comparación a los metales.
- La deformación por fluencia lenta ocurre en muchos plásticos (a temperatura ambiente).
- La resistencia a la fatiga es más alta que en lo metales.

**Propiedades de los materiales****Estrategias metodológicas para el instructor**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	✓
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	
Formulación de preguntas.	✓

**Materiales comunes y propiedades principales****Objetivos de aprendizaje**

- Reconocer las propiedades físicas de los elementos metálicos y no metálicos del muestrario y sus usos más comunes.
- Identificar materiales y conocer sus usos.

**Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer los elementos metálicos y no metálicos más usados, producidos y/o aplicados en la industria minera a través de un muestrario. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estos elementos de uso común en la industria de la minería.

**Materiales y recursos**

Se recomienda que la institución de formación y/o el instructor preparen los muestrarios con elementos fabricados con los materiales mencionados. Estos

pueden ser artículos que se consiguen fácilmente en ferreterías, como clavos, bisagras, herramientas pequeñas, tubos metálicos y plásticos entre otros.

Muestrario de Materiales con los siguientes elementos:

- Acero negro.
- Acero al carbono.
- Acero inoxidable o galvanizado.
- Latón.
- Hierro dúctil.
- Aluminio.
- Cobre.
- Bronce.
- Plomo.
- Plásticos (PVC, CPVC, FRP, RPMP, PP, PE, PEDX, PB, ABS).
- Hormigón y/o cerámica.

## Desarrollo



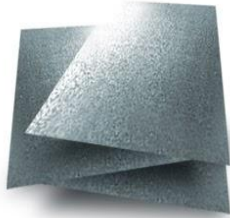
El instructor deberá dividir al curso en grupos de acuerdo al número de muestrarios que tenga y tendrá que fotocopiar las fichas con la descripción del material para cada grupo.



Los materiales del muestrario deberán estar sin nombres con la finalidad de aprender a reconocerlos mediante la observación de sus características. De no tener muestrarios con los elementos solicitados se podrán usar las fotografías contenidas en el material didáctico como imágenes referenciales.

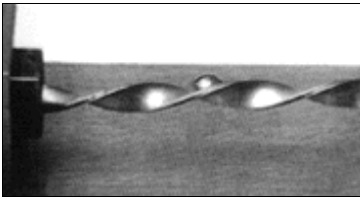

El instructor deberá recortar las fichas con las características de los materiales y sus usos. Luego deberá entregar los sets de fichas a los grupos y pedirles que identifiquen primeramente el nombre del material así como posteriormente sus usos.

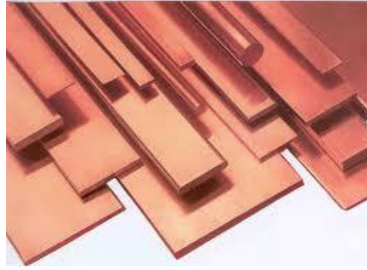
Se pueden realizar diversas combinaciones con estas fichas para que la actividad sea más entretenida para los participantes. Se puede trabajar por ejemplo solo con las fichas de los usos del material, para tratar de descubrir a que material se refiere.

Se puede solicitar a los participantes que propongan sus propias maneras de trabajar con las fichas. Lo importante de esta actividad es que los conozcan los materiales más usados y sus principales características.

Material	Descripción	Uso
	<p><b>Acero Negro:</b></p> <p>El acero negro es comúnmente conocido como el acero básico, es decir, el hierro normal y corriente que sale directamente del proceso de fundición. Este tipo de acero no ha pasado o sufrido algún tratamiento.</p>	<p>Material sumamente utilizado para la fabricación de tuberías de uso industrial.</p>
	<p><b>Acero al Carbono:</b></p> <p>Más del 90% de todos los aceros son aceros al carbono. Tiene una elevada resistencia mecánica, dureza y fragilidad. Su ductilidad (capacidad que tiene de deformarse) es baja y no es apto a la deformación plástica. Estos aceros contienen diversas cantidades de carbono y menos del 1,65% de manganeso, el 0,60% de silicio y el 0,60% de cobre.</p>	<p>Se usa en construcción civil como refuerzo del hormigón y en la construcción mecánica diversas aplicaciones como máquinas, partes de automóviles o camiones (ejes). Otro uso importante son los cascos de los buques, los tubos de las bicicletas, los clavos, los alfileres, las cerraduras de las puertas, los asientos de las clases y objetos de uso diario.</p>
	<p><b>Acero Inoxidable:</b> cuando existe una aleación de hierro con un mínimo de 10 % de cromo contenido en masa. Otros metales que puede contener por ejemplo son el molibdeno y el níquel. El acero inoxidable es un material sólido y no un revestimiento especial aplicado al acero común para darle características "inoxidables". Altamente resistente a la corrosión.</p>	<p>Sus propiedades higiénicas lo convierten en un material muy atractivo para satisfacer diversos tipos de demandas, como lo es la industria médica. Se usa además en el mercado de electrodomésticos para el hogar. En automoción, especialmente tubos de escape. Construcción: edificios y mobiliario urbano (fachadas y material).</p>

	<p><b>Acero Galvanizado:</b> proceso electroquímico en el cual se cubre el acero con otro metal. El recubrimiento más usado es el zinc. El <b>zincado</b> es el recubrimiento de una pieza de metal con un baño de zinc para protegerla de la oxidación y de la corrosión, mejorando además su aspecto visual. El principio de funcionamiento se basa en que los átomos de zinc reaccionan con las moléculas del aire (especialmente oxígeno), oxidándose más rápido (por estar en la superficie) que el metal componente de la pieza, retardando la corrosión interna.</p>	<p>Se usa de modo general en construcción (armaduras metálicas, vallas protectoras, etc.). Otros usos son: mobiliario urbano (iluminación, señalización, barreras); diversos medios de señalización utilizados en las piscinas o en el mar (ambiente húmedo particularmente agresivo y/o que contienen cloro), en plantas de tratamiento de aguas residuales o en edificios para la cría de ganado (ambiente ácido).</p>
	<p><b>Latón:</b></p> <p>El latón, es una aleación de cobre y zinc. Las proporciones de cobre y zinc pueden variar para crear una variedad de latones con propiedades diversas. En los latones industriales el porcentaje de Zn se mantiene siempre inferior al 20%. Su composición influye en las características mecánicas, la fusibilidad y la capacidad de conformación por fundición, forja, troquelado y mecanizado.</p>	<p>Tiene un color amarillo brillante, Con gran parecido al oro y por eso se utiliza mucho en joyería conocida como bisutería, y elementos decorativos. Otras diversas aplicaciones abarcan desde el armamento, calderería, soldadura, hasta la fabricación de alambres, tubos de condensador, terminales eléctricas y también la elaboración de dinero moneda, como también varios instrumentos musicales. No es atacado por el agua salada, por lo que se usa mucho en las construcciones de barcos. Además, por su acción antimicrobiana, se usa en los pomos de las puertas en los hospitales, que se desinfectan solos a diferencia de los metálicos.</p>

	<p><b>Hierro Dúctil:</b></p> <p>Hierro dúctil es el nombre dado al hierro fundido que presenta el grafito sobre la forma esferoidal que le otorga características mecánicas de relevancia como resistencia a la tracción elevada, alto límite elástico, elevado índice de alargamiento, resistencia a los choques.</p>	<p>Fabricación de tuberías de gran tamaño para agua y líneas de alcantarillado.</p>
	<p><b>Aluminio:</b></p> <p>Se trata de un metal no ferromagnético. Es el tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre. Como metal se extrae únicamente del mineral conocido con el nombre de bauxita. Mediante aleaciones adecuadas se puede aumentar sensiblemente su resistencia mecánica. Es buen conductor de la electricidad y del calor, se mecaniza con facilidad y es muy barato.</p>	<p>Se utiliza como material estructural en aviones, automóviles, tanques, superestructuras de buques y bicicletas. Se le da uso doméstico para utensilios de cocina, herramientas. Aunque su conductividad eléctrica es tan sólo el 60% de la del cobre, su mayor ligereza disminuye el peso de los conductores y permite una mayor separación de las torres de alta tensión, disminuyendo los costes de la infraestructura.</p> <p>Recipientes criogénicos (hasta -200 °C), ya que contrariamente al acero no presenta temperatura de transición dúctil a frágil. Por ello la dureza del material es mejor a bajas temperaturas.</p>



### **Cobre**

Elemento químico, de símbolo Cu, uno de los metales de transición e importante metal no ferroso. Su utilidad se debe a la combinación de sus propiedades químicas, físicas y mecánicas, así como a sus propiedades eléctricas y su abundancia. El cobre fue uno de los primeros metales usados por los humanos.

Gracias a su alta conductividad eléctrica, ductilidad y maleabilidad, se ha convertido en el material más utilizado para fabricar cables eléctricos y otros componentes eléctricos y electrónicos.

Es el elemento con mayor conductividad eléctrica y térmica. Posee muy buena ductilidad y maleabilidad lo que permite producir láminas e hilos muy delgados y finos.



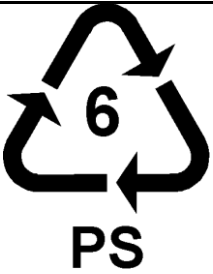


### **Bronce**

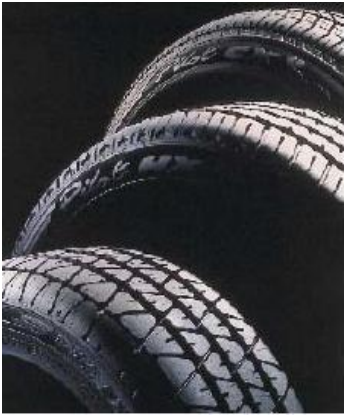

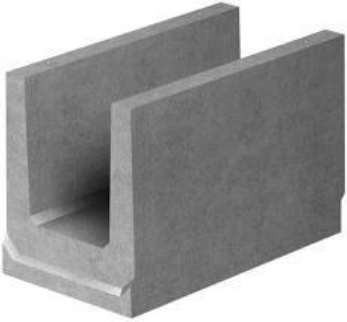
Es toda aleación metálica de cobre y estaño en la que el primero constituye su base y el segundo aparece en una proporción del 3 al 20 %.

Se emplea especialmente en aleaciones conductoras del calor, en baterías eléctricas y en la fabricación de válvulas, tuberías y uniones de fontanería.

	<p><b>Plomo</b></p> <p>El plomo es un metal pesado de alta densidad, de color plateado con tono azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico y se funde con facilidad. Los compuestos de plomo más utilizados en la industria son los óxidos de plomo, el tetraetilo de plomo y los silicatos de plomo. El plomo forma aleaciones con muchos metales y en general, se emplea en esta forma en la mayor parte de sus aplicaciones. Es un metal pesado y tóxico, y la intoxicación por plomo se denomina saturnismo o plumbosis.</p>	<p>Los principales usos de este metal se dan en la fabricación de diversos productos tales como baterías, pigmentos, aleaciones, cerámicas, plásticos, municiones, soldaduras, cubiertas de cables, plumadas y armamento. También se utiliza en la elaboración de equipo para la fabricación de ácido sulfúrico, refinamiento de petróleo y procesos de halogenación.</p>
	<p><b>Plásticos en General:</b></p> <p>Los plásticos son aquellos materiales que, compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente a partir de una cierta <b>compresión y temperatura</b>. Un elemento plástico, por lo tanto, tiene características diferentes a un objeto elástico.</p> <p>Por lo general, los plásticos son polímeros que se moldean a partir de la presión y el calor. Una vez que alcanzan el estado que caracteriza a los materiales se les denomina como plásticos, resultan bastante resistentes a la degradación y, a la vez, son livianos. De este modo, los plásticos pueden emplearse para</p>	<p>Aplicaciones en el sector industrial: piezas de motores, aparatos eléctricos y electrónicos, carrocerías, aislantes eléctricos, etc.</p> <p>En construcción: tuberías, impermeabilizantes, espumas aislantes de polietileno, etc.</p> <p>Industrias de consumo y otras: envoltorios, juguetes, envoltorios de juguetes, maletas, artículos deportivos, fibras textiles, muebles, bolsas de basura.</p>

	<p>fabricar una amplia gama de productos.</p> <p><b>Todos los objetos de plástico llevan un símbolo y un código que indica el tipo de plástico del que está hecho.</b></p>	
<p><b>PET</b></p>	<p><b>Polietileno Tereftalato (PET):</b> el PET proviene del etileno, se caracteriza por ser resistentes a aceites, bases, grasas, ácidos y suelen ser usados para cubrir otros elementos como papel o aluminio. Además, se caracterizan por ser duros y rígidos, no deformarse fácilmente ante el calor, resisten pliegues, los esfuerzos, no absorben la humedad y tienen características dieléctricas y eléctricas favorables.</p>	<p>Utilizado en la producción de botellas para aceite y gaseosas, en la fabricación de cintas de audio y video, radiografías.</p>
<p><b>PE-HD</b></p>	<p><b>Polietileno Alta Densidad (PEAD):</b> el PEAD también se lo obtiene del etileno, utilizado a temperaturas inferiores a los 70° C y a bajas presiones, a comparación con el polietileno tereftalato, es más duro y rígido. Además, tiene la ventaja de no ser tóxico.</p>	<p>Se usa en la producción de bolsas, cascos, tuberías, juguetes, entre otras cosas.</p>
<p><b>PP</b></p>	<p><b>Polipropileno (PP):</b> el PP se obtiene del propileno. Se caracterizan por su flexibilidad, resistencia mecánica, por no contaminar y poder ser utilizado para el agua potable. Además son fáciles de arreglar y conservar. Su cristalización es reducida.</p>	<p>Se los utiliza para producir cuerdas, pañales desechables, envases, baldes y, como resisten elevadas temperaturas, se los usa para producir tuberías en las que fluyen líquidos calientes.</p>

	<p><b>Polietileno (PS):</b> se produce a partir del benceno y etileno. Se caracterizan por ser fáciles de taladrar, cortar, manipular y agujerear. Además son de bajo costo e higiénicos.</p>	<p>Se los usa para envases, cubiertos desechables, heladeras portátiles y para la producción de aislante tanto acústicos como térmicos por lo que se los usa para envases.</p>
	<p><b>Cloruro de Polivinilo (PVC):</b> el PVC es producido a partir de sal y gas, a los que hay que agregarles aditivos para poder ser utilizados. Según lo añadido puede adquirir diversas propiedades, flexibilidad o rigidez, opacidad o transparencia. Este plástico es sumamente utilizado y económico.</p>	<p>Es utilizado en la producción de juguetes, envases, envoltorios, películas, electrodomésticos, y tubos para la conducción de agua.</p>
	<p><b>Polietileno Baja Densidad (PEBD):</b> este plástico también es producido a partir del etileno pero a elevada temperatura y presión. Se caracteriza por su transparencia, elasticidad y falta de rigidez.</p>	<p>Se lo utiliza como aislante en cables eléctricos y para hacer bolsas flexibles y embalajes.</p>
	<p><b>El Poliéster reforzado con fibra de vidrio o (PRFV)</b> es el nombre que generalmente se le da al material compuesto formado por una matriz (resina) y un refuerzo de ésta, dada por la incorporación de fibras, en este caso de vidrio.</p>	<p>Canaleta de cables eléctricos.</p>

	<p>El polibutadieno (PB) es un caucho sintético.</p> <p>Tiene una alta resistencia al desgaste. Se utiliza como un aditivo para mejorar la resistencia mecánica de los plásticos como el polietileno y el acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS).</p>	<p>Muy utilizado en automoción (neumáticos) y otros usos tanto industriales como domésticos. También se utiliza para la fabricación de pelotas de golf, varios objetos elásticos y para recubrir o encapsular conjuntos electrónicos, ofreciendo resistencia eléctrica extremadamente alta.</p>
	<p><b>Acrlonitrilo Butadieno Estireno o ABS</b> es un plástico muy resistente al impacto (golpes). Es un termoplástico amorfo. Se le llama plástico de ingeniería, debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes, como son las polioleofinas (polietileno, polipropileno).</p>	<p>Muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos como en las carcasas de electrodomésticos y computadoras, teléfonos, maletas y cascos deportivos.</p>
	<p><b>El Hormigón</b> es el producto resultante de la mezcla de un aglomerante; arena, grava o piedra machacada (denominados áridos) y agua. La consistencia o fluidez del hormigón dependerá del contenido de agua de la mezcla. La plasticidad dependerá del contenido de áridos finos de diámetro inferior a 0,1 mm., haciendo más fácil la colocación en obra.</p>	<p>Su empleo es habitual en obras de arquitectura e ingeniería, tales como edificios, puentes, diques, puertos, canales, túneles, etc. Incluso en aquellas edificaciones cuya estructura principal se realiza en acero, su utilización es imprescindible para conformar la cimentación.</p>



Las **cerámicas** de alta pureza de bases oxídicas y no oxídicas están ya muy lejos de la aún muy extendida definición según la cual la cerámica “tiene una bonita apariencia, es dura al tacto y, al caerse, se deshace en mil pedazos”. Con respecto a la clásica y conocida cerámica de silicato únicamente tienen en común los métodos de fabricación. En lo relativo a sus propiedades, estos materiales se hallan mucho más próximos al sinterizado de piezas metálicas

Se utilizan para componentes para medidores de caudal con fluidos corrosivos y en sondas y elementos en contacto con muy altas temperaturas.

En la Industria del metal para aplicaciones de alta temperatura, como medición de temperatura, o placas en el interior de hornos (para aplicaciones como sinterizado de metales).

## Cierre

El instructor destacará que junto con las cerámica y los plásticos, el uso de los metales fue uno de los grandes saltos o avances tecnológicos de la humanidad lo que mejoró sustancialmente su capacidad productiva y supervivencia, en cuanto pudo proveerse de herramientas mucho más eficaces en términos de esbeltez, filo y capacidad de trabajo sin rupturas. Sin los metales nuestra civilización sería inconcebible pues la transformación masiva de la energía fundamento material del mundo moderno, sería prácticamente imposible sin los materiales metálicos únicos por su capacidad de absorber sin falla gran cantidad de energía por unidad de área o volumen.

## 4. Metrología básica

### 4.1 Sistema de unidades y conversiones

#### Unidades del SI

¿Qué significa SI? Significa Sistema Internacional de Unidades, que se abrevia en muchos idiomas como unidades del SI.

Este sistema es internacional y utiliza unidades comunes para los valores mecánicos, térmicos y eléctricos. La siguiente tabla muestra las unidades básicas del SI.

#### Unidades Básicas del SI

Cantidad		Unidades	
Cantidad Física	Símbolo de la Cantidad	Nombre de la Unidad	Símbolo de la Unidad
Longitud	L	Metro	m
Masa	m	Gramo	kg
Tiempo	t	Segundo	s
Corriente eléctrica	I	Ampere	A
Temperatura	T	Kelvin	K
Intensidad luminosa	I	Candela	cd
Ángulo de rotación	$\alpha$	radián	rad

## Definiciones

### Definición de las Unidades

Unidad	Definición
Metro	Es la longitud de la trayectoria que viaja la luz en el vacío durante el intervalo de tiempo de 1/299.792.458 segundos.
Kilogramo	La masa del Prototipo internacional del Kilogramo. (Platino - Iridio).Equivale a la masa de 1 litro de agua.
Segundo	El intervalo de tiempo correspondiente a 9.192.631.770 oscilaciones de un átomo de cesio 133 a 0°K.
Ampere	La corriente necesaria para que fluya en 2 conductores paralelos, ubicados con 1 un metro de separación en un vacío para producir una fuerza de $2 \times 10^{-7}$ Newton metros entre los conductores. (1 ampere es igual al paso de $6,37 \times 10^{18}$ electrones en un conductor de un segundo).
Kelvin	1/273,16 del (punto triple) del agua (punto de congelación).
Candela	La intensidad luminosa, en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de 54.012 Hz y posee una intensidad energética de 1/683 Watt por esterorradián.
Radián	El ángulo entre 2 radios del mismo círculo, que se marcan en la circunferencia del círculo, un arco igual a la longitud del radio del círculo.

## Unidades Derivadas

Otras unidades, llamadas unidades derivadas, se desarrollan a partir de las unidades básicas de la tabla de unidades básicas del SI.

Un buen ejemplo es la velocidad. Ésta se desarrolla a partir de:

- La distancia viajada (metros).
- El tiempo que toma (segundos).

Para el uso diario sólo se necesitan algunas unidades del SI, así que veamos las que se relacionan directamente con nuestro estudio.

## Mecánica

### Unidades mecánicas derivadas

Cantidad		Unidades	
Cantidad Física	Símbolo de la Cantidad	Nombre de la Unidad	Símbolo de la Unidad
Fuerza	F	Newton	N
Presión	P	Pascal	Pa
Energía y trabajo	E y W	Joule	J
Temperatura	T	Grado Celsius	°C
Volumen	V	Metros cúbicos	m <sup>3</sup>

### Definiciones mecánicas derivadas

Unidad	Definición
Newton	La fuerza necesaria para darle a un objeto cuya masa es de 1 kg una aceleración de 1m/s <sup>2</sup> .
Pascal	La presión que se ejerce cuando se aplica una fuerza de 1N en una área de 1m <sup>2</sup>
Joule	Energía empleada cuando se aplica una fuerza de 1N a lo largo de 1m.
Celsius	La temperatura usando el punto triple del agua como punto de referencia inicial.

## Unidades Eléctricas

### Unidades eléctricas derivadas

Cantidad		Unidades	
Cantidad Física	Símbolo de la Cantidad	Nombre de la Unidad	Símbolo de la Unidad
Potencia	P	Watt	W
Carga	Q	Coulomb	C
Frecuencia	F	Hertz	Hz
Potencial	V	Volt	V
Capacidad	C	Faradio	F

## Definiciones

### Definiciones eléctricas derivadas

Unidad	Definición
Watt	La potencia utilizada cuando la energía se emplea a una tasa de 1 Joule por segundo.
Coulomb	La cantidad de carga eléctrica transferida cuando se aplica una corriente de 1 Ampere durante 1 segundo.
Hertz	El número de oscilaciones periódicas por segundo.
Volt	La diferencia potencial entre 2 puntos en un conductor cuando una corriente de 1 Ampere causa una disipación de energía de 1 Watt
Faradio	La capacidad entre dos placas de un condensador cuando la aplicación de 1 Volt causa la transferencia de una carga de 1 Coulomb.

## Notación científica y de ingeniería

El uso de números muy grandes o muy pequeños en su forma total en cálculos es tanto engorrosa como también una causa común de errores.

Una forma más simple de expresar estos valores es mediante el uso de exponentes, ya sea en el uso de la notación científica o de ingeniería. Tanto la notación científica como la de ingeniería expresan valores con un exponente de 10, (la potencia de 10), sin embargo, hay diferencias fundamentales entre las dos formas.

### Notación científica

Un número se expresa en la notación científica, cuando es escrito con un dígito (entre 1 y 9) a la izquierda de la coma decimal y multiplicado por la potencia de 10 con el índice del número del multiplicador. (Ya sea un índice positivo o negativo).

*2.500*

*1 unidad a la izquierda del punto decimal*

*Ejemplo:  $2.5 \times 10^3$  ← Índice (a la potencia de 10)*

*Índices - (el número de multiplicaciones a la potencia de 10)*

#### Índices positivos

6 800 000 pueden expresarse como  $6.8 \times 10^6$ ,  
y 12500 como  $1.25 \times 10^4$

#### Índices negativos

0.000038 pueden expresarse como  $3.8 \times 10^{-5}$ ,  
y 0.0014200 como  $1.42 \times 10^{-3}$

Para realizar transformaciones desde la notación científica a la forma estándar, siga los siguientes pasos:

a) Mueva la coma decimal a la derecha para exponente positivo de 10

Ejemplo: exponente positivo (grandes magnitudes expresadas en notación positiva).

Dado:  $5,243 \times 10^3$  (exponente positivo)

El exponente positivo mueve el decimal a la derecha.

$(\times 10^3) \rightarrow 5,243$

Respuesta: 5.243 (3 lugares hacia la derecha)

b) Mueva la coma decimal a la izquierda para un exponente negativo de 10.

Ejemplo: exponente negativo (un valor muy pequeño expresado en notación negativa).

Dado:  $1,15 \times 10^{-6}$  (exponente negativo)

El exponente negativo mueve el decimal a la izquierda.

$(\times 10^{-6}) \rightarrow 1,15$

Respuesta: 0,00000115 (6 lugares hacia la izquierda).

## Tabla de prefijos

factor de multiplicación	prefijo	símbolo	valor
$10^{24}$	yotta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000
$10^{21}$	zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000
$10^{18}$	exa	E	1 000 000 000 000 000 000
$10^{15}$	peta	P	1 000 000 000 000 000
$10^{12}$	tera	T	1 000 000 000 000
$10^9$	giga	G	1 000 000 000
$10^6$	mega	M	1 000 000
$10^3$	kilo	k	1 000
$10^2$	hecto	h	100
$10^1$	deca	da	10
$10^{-1}$	deci	d	0.1
$10^{-2}$	centi	c	0.01
$10^{-3}$	mili	m	0.001
$10^{-6}$	micro	$\mu$	0.000 001
$10^{-9}$	nano	n	0.000 000 001
$10^{-12}$	pico	p	0.000 000 000 001
$10^{-15}$	femto	f	0.000 000 000 000 001
$10^{-18}$	atto	a	0.000 000 000 000 000 001
$10^{-21}$	zepto	z	0.000 000 000 000 000 000 001
$10^{-24}$	yocto	y	0.000 000 000 000 000 000 000 001

fuera de EE.UU el prefijo deca se utiliza como deca

Figura 40

## 4.2 Elementos de medición de piezas

### Medición

A través de toda la historia de la cual se tiene registro, se han utilizado estándares de longitud de algún tipo. Los más antiguos se basaban en partes del cuerpo humano. Sin embargo, los seres humanos no tienen el mismo tamaño y, por lo tanto, se volvió esencial que se creara una unidad estándar de longitud.

El sistema imperial se basó en la yarda imperial y se define como, la distancia entre los centros de líneas grabadas en dos tapones de oro insertados en una barra de bronce y medido a temperatura ambiente de 20° C.

El sistema de medición que se utiliza en Chile y en la mayoría de los países del mundo es el sistema métrico SI (Sistema Internacional), formulado en Francia. El metro es la unidad estándar para la longitud, con subdivisiones y múltiplos del metro que se basan en el sistema decimal. Esto le da una relación lógica a cada unidad.

El metro se define como las longitudes de onda de la luz producida por el isótopo de kriptón 86. La longitud de onda es constante en todo el mundo y los patrones maestros pueden ser verificados con la más alta precisión en cualquier laboratorio de estándares. El metro es la longitud igual a 1.650.763,73 longitudes de onda.

Sin embargo, la mayoría las mediciones de ingeniería se realizan en milímetros y todas las dimensiones mostradas en planos están en milímetros. La única excepción a esto son las dimensiones muy pequeñas, relacionadas generalmente al acabado de superficies. La medición es el micrómetro ( $\mu\text{m}$ ). Tanto la medición como el instrumento se escriben igual.

### **Elementos de Medición**

El proceso para medir es el del colocar una cantidad desconocida, la pieza de trabajo, junto a la cantidad conocida, la herramienta de medición y leer el tamaño.

Los instrumentos usados comúnmente son:

- Regla de acero.
- Pie de metro.
- Indicador de profundidad.
- Calibrador de altura con Vernier.
- Calibre fijos o galga.
- Micrómetro de exteriores.
- Transportador estándar.
- Micrómetro de interiores.
- Transportador Vernier.
- Micrómetro de profundidad.
- Termómetro.
- Indicador de cuadrante.

### **Cuidado del Elementos de medición**

El Elementos de medición se puede dañar fácilmente y debe ser almacenado donde pueda estar protegido de la corrosión y la suciedad además del contacto dañino con herramientas más pesadas, tales como martillos, cinceles y escofinas. La mejor manera de asegurar esto es devolver la herramienta de medición a sus cajas cuando no estén en uso. Nunca se deberá dejar las mordazas del instrumento cerradas. Siempre se deberá dejar con las mordazas ligeramente abiertas para permitir cambios de tamaño debido al calor.

Mientras que el Elementos esté en uso, siempre se deberá tener cuidado con:

- Dejar caer el instrumento.
- Dejar caer otro Elementos sobre el instrumento de medición.
- Dejar que entre en contacto con limaduras, granos de esmeriles o suciedad.
- Realizar la medición cuando la maquinaria aún esté trabajando.

Para proteger los instrumentos de la corrosión, deberán ser limpiados y cubiertos ligeramente con aceite cuando se dejen de utilizar. Periódicamente, estos instrumentos deberán ser desmantelados, limpiados, y se deberá revisar si necesitan volver a calibrarse.

En resumen, las herramientas de medición deben ser manipuladas y almacenadas de manera cuidadosa debido a la facilidad con la que éstas pueden dañarse. Si las superficies de contacto presentan muescas o rebabas, si los husos están doblados, si los marcos están torcidos, la precisión del instrumento puede arruinarse y si se sigue utilizando la herramienta dará como resultado un mal trabajo.

## **Identificación de las diferentes herramientas de medición**

### **La Regla de Acero**

Ésta es parte del conjunto básico de herramientas. Las reglas de acero están disponibles en longitudes estándar de 150mm (6 pulgadas), 300mm (12 pulgadas), 600mm (24 pulgadas), 1000mm, 1500mm y 2000mm. Para longitudes superiores a 2m, se utiliza una cinta de acero.

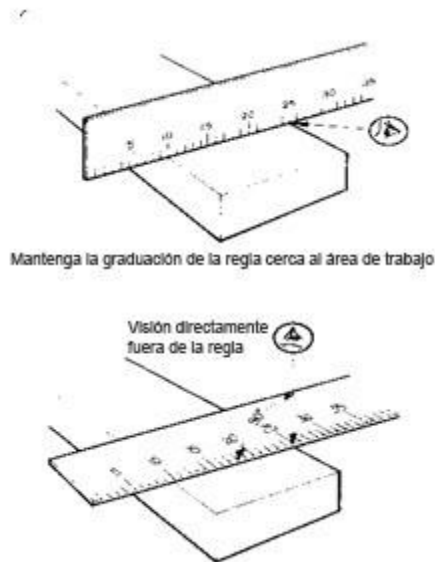


Figura 41

Los extremos y bordes de la regla forman bordes de referencia importantes, ya que es a partir de estas superficies que se puede tomar mediciones precisas. Si la regla fuera usada como espátula, destornillador, palanca o como una pieza de empaque, el daño resultante haría que la herramienta sea poco confiable como herramienta de referencia para una medición precisa.

Errores de medición pueden ocurrir a partir de cualquiera o una combinación de lo siguiente:

- Desgaste del extremo de la regla.
- Errores de graduación en la fabricación de la regla.
- Condiciones pobres de luz.

La regla no se sostiene de manera paralela o a los ángulos correctos con la pieza de trabajo.

Así como los extremos de la regla, los bordes también son muy importantes. La regla es comúnmente usada como un borde recto para revisar la planicidad o rectitud de una pieza de trabajo, o para el trazado de líneas rectas en el marcado. Si los bordes están dañados no se podrá asegurar la precisión.

Las siguientes ilustraciones son ejemplos de una regla métrica (150mm) y una regla imperial (6 pulgadas).

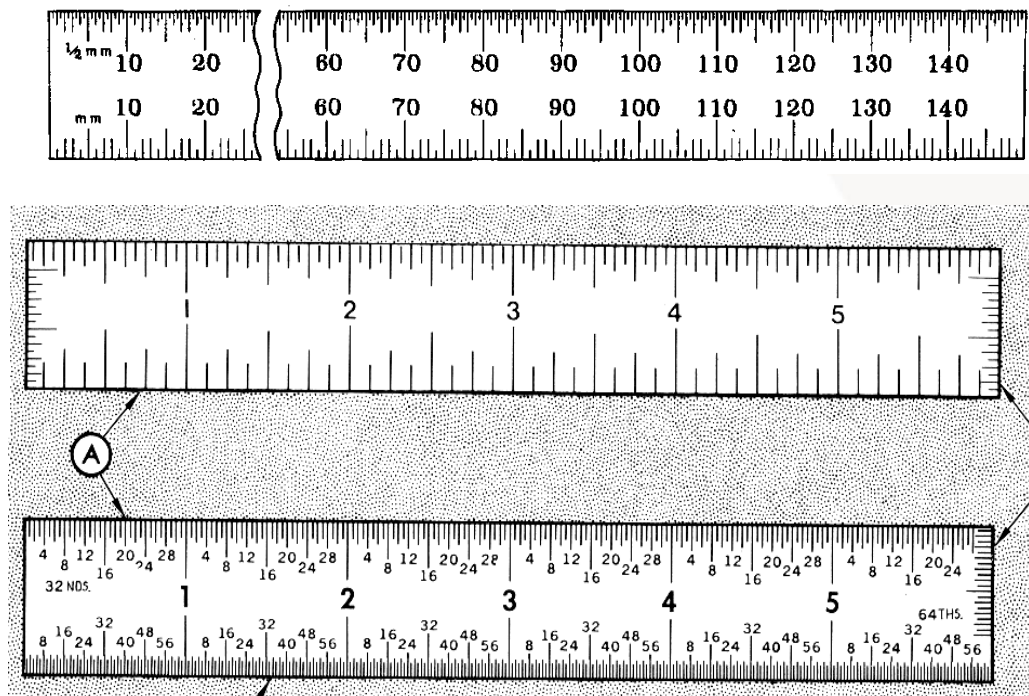


Figura 42

La regla métrica está graduada en incrementos de 1mm en un costado e incrementos de 0,5 mm en el otro costado. Mientras que, la regla imperial puede estar graduada con 32vo de pulgada en un lado y 64vo de pulgada en el otro lado, o puede tener graduaciones de 16vo de pulgada y 8vo de pulgada.

Si se tiene cuidado al leer una regla, puede ser posible lograr un grado de precisión del orden de  $\pm 0,25\text{mm}$ . Para lograr este grado de precisión es necesario alinear el ojo de manera cuidadosa con el punto o borde de la pieza de trabajo donde se toma el instrumento y luego mirar de cerca las graduaciones de la regla para evitar el error de paralaje.

El orden de precisión descrito anteriormente puede ser difícil de mantener con el uso de una regla de acero.

### Indicador de Profundidad de la regla

Consta de un cabezal en la que se hace una ranura cuadrada con la base. Se ajusta una regla en la ranura y se coloca junto a la medición de profundidad requerida y luego se fija en posición mediante una tuerca estriada.

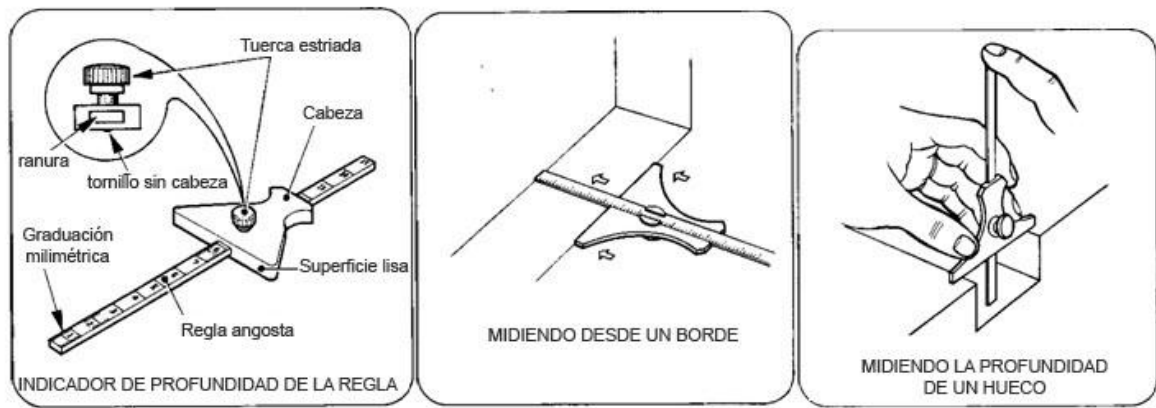


Figura 43

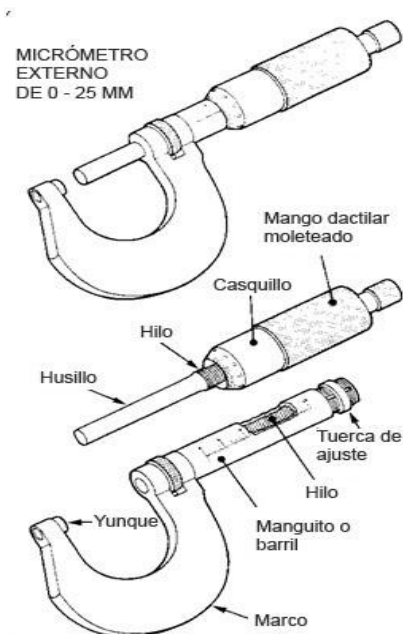
Los indicadores de profundidad son útiles para medir la profundidad de agujeros, huecos y ranuras, o distancias desde el borde de piezas de trabajo.

### El Micrómetro de Exteriores

Los micrómetros de exteriores son utilizados para medir diámetros exteriores, grosores de material y longitud de piezas. El principio del micrómetro se basa en el movimiento de un tornillo de corte de precisión a través de una tuerca de acople. Las escalas en el micrómetro son un medio de contar las revoluciones del tornillo y convertirlos en medidas de longitud.

Los micrómetros métricos miden a intervalos de 0,01mm y los micrómetros imperiales miden en intervalos de 0,001". Donde se necesite una mayor precisión, el micrómetro suministra una escala Vernier, lo que permite mediciones a 0,001mm ó 0,00001"

Están disponibles en diferentes marcos dimensionados. Los micrómetros métricos vienen en tamaños desde 0-25mm, 25-50mm, 50-75mm, 75-100mm, 100-125mm, 125-150mm y superiores. Los micrómetros imperiales varían en tamaños desde 0-1", 1-2", 2-3", 3-4" y superiores. Sin embargo, todos los tamaños métricos tienen un rango de medición limitado a la longitud de la rosca del husillo. El rango es 0 - 25mm. De igual modo, un micrómetro imperial tiene un rango limitado a 1" de recorrido en el husillo.



En lo que concierne a los micrómetros de exteriores, es esencial conocer las piezas del micrómetro. Éstas se muestran en la ilustración:

- (Marco)– fabricado con acero forjado para minimizar la distorsión y determina el tamaño del micrómetro.
- (Husillo)– hechos con una rosca precisa en un extremo, endurecidos, esmerilados y pulidos.

Figura 44

- (Tuerca)– en la que la rosca del husillo gira.
- (Manguito o barril)– graduado de manera precisa y marcado de manera clara.
- (Casquillo) – proporciona divisiones marcadas equitativamente y está fijado al husillo.
- (Perilla de precisión) – para asegurar presión nivelada del husillo a fin de proporcionar lecturas repetitivas exactas.
- (Yunque) – incorporado al marco en alineación exacta con el husillo.

NOTA: las caras del husillo y del yunque son planas y paralelas dentro de límites muy finos. Para brindar una vida útil larga y preservar la precisión, las caras tienen en los extremos una muy dura aleación de carburo de tungsteno.

### Micrómetro métrico

El micrómetro estándar mide a una precisión de 0,01mm. El manguito o barril está graduado en milímetros y medio milímetro mientras que el casquillo está graduado en 50 partes.

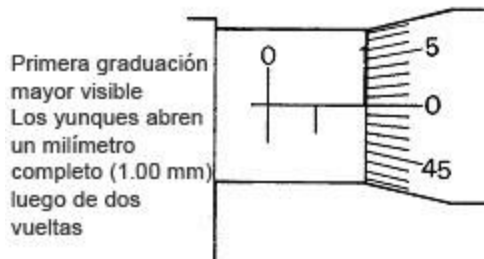
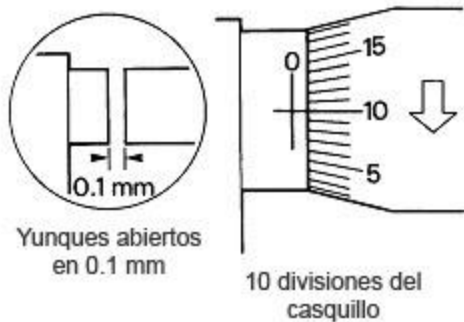
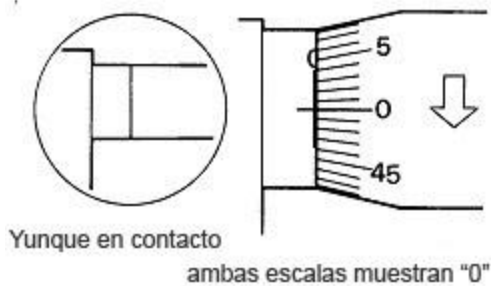


Figura 45

Para un micrómetro de exteriores de 0-25mm, si los yunques son limpiados con una tela limpia y luego ajustados para que estén en contacto uno del otro, ambas escalas deberían mostrar "0". Esto se menciona como calibración de punto cero del micrómetro y se lleva a cabo para la medición precisa. Si no muestran cero, entonces el barril necesita ser ajustado con la llave "C" adecuada a fin de que se pueda ajustar el punto cero.

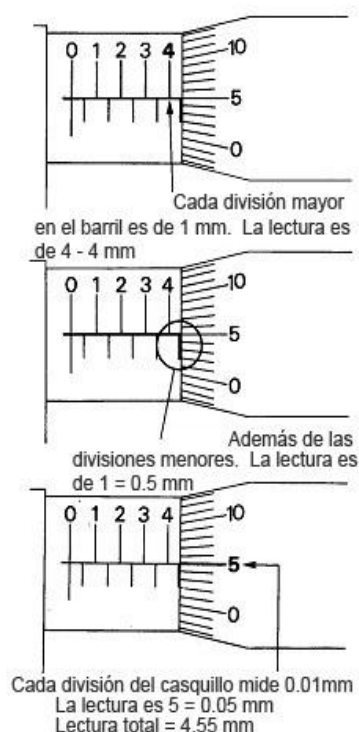
Para micrómetros mayores a 0 - 25mm se utiliza una pieza de prueba adecuada entre los yunques para que el micrómetro específico pueda ser verificado para encontrar el punto "0" (cero).

### Método de Lectura un Micrómetro Métrico

Paso 1: Leer en la escala del barril el número de milímetros que estén completamente visibles.

Paso 2: Agregue todo medio milímetro que esté completamente visible.

Paso 3: Distinga el número de graduaciones en la escala del casquillo que esté al mismo nivel con la línea de referencia y agregue a los valores previos.



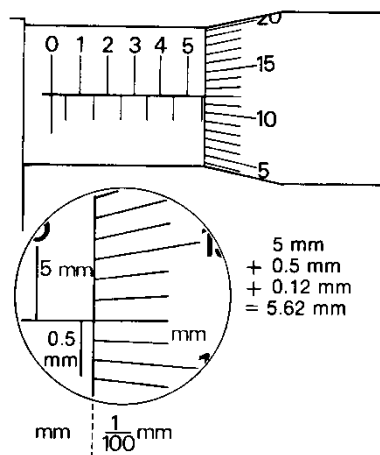
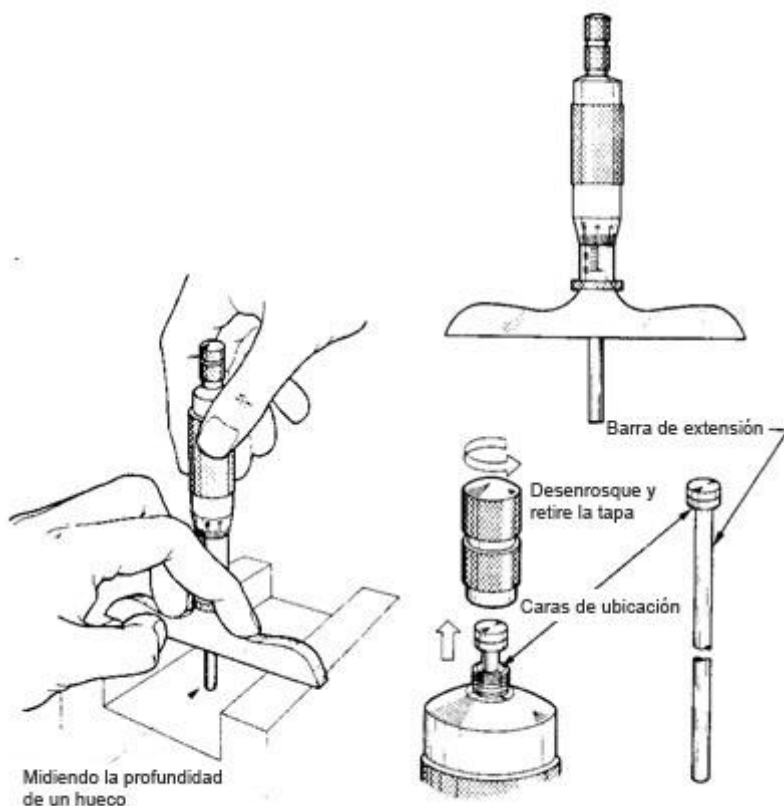


Figura 46

### Micrómetro de Profundidad

Los micrómetros de profundidad han sido diseñados para medir la profundidad de agujeros, de surcos o huecos y alturas de resaltos y proyecciones. El rango de medición de la profundidad de los micrómetros puede ser aumentado con el uso de barras de extensión intercambiable.



Las graduaciones en los micrómetros de profundidad están a la inversa a la escala de los micrómetros de exteriores. Esto significa que las lecturas son cubiertas por el casquillo, ya que el micrómetro está extendido.

Figura 47

## **Cuidado de los Micrómetros**

Siempre se deberá verificar la precisión de los micrómetros y nunca suponer que el micrómetro es preciso. Verificar el casquillo si presenta juego o si está suelto y apriete la tuerca de ajuste. Recuerde siempre que un micrómetro es un instrumento de precisión, no una prensa. En resumen, siempre se deberá aplicar las siguientes reglas cuando se cuide un micrómetro:

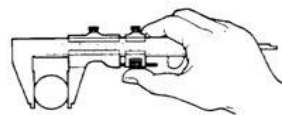
- Limpiar la cara del husillo y yunque antes de usar el micrómetro.
- Verificar la lectura de punto cero.
- Asegurar que el trabajo esté limpio y seco.
- No intente medir sobre superficies rugosas.
- El trabajo debe estar estático antes de intentar tomar una lectura.
- No atornille el husillo más allá de la escala del barril.
- Evite que el micrómetro entre en contacto con la suciedad y fluidos de corte.
- Nunca permita que el micrómetro se vea expuesto al calor.
- Nunca aplique fuerza excesiva al casquillo.
- No coloque el micrómetro en una posición donde pueda ser golpeado o caiga al suelo.
- Revise los micrómetros de manera periódica.
- Cuando no estén en uso, guárdelos en una caja protectora.

## **Pie de Metro**

Un Vernier es un dispositivo incorporado a algunas herramientas de medición para permitir que se realicen mediciones precisas. El vernier consta de dos escalas:

- Escala principal.
- Escala Vernier.

La escala principal está graduada en divisiones estándar similar a una regla graduada. Por otro lado, la escala vernier está dimensionada en longitudes de igual magnitud, y donde cada parte representa una longitud proporcional de la división de la escala principal correspondiente.



Midiendo un diámetro externo



El grosor de la mordaza se añade a la lectura del Vernier

Midiendo un diámetro interno

**Figura 48**

Los pie de metro con Vernier están diseñados de tal manera que se pueda tomar mediciones externas, internas y de profundidad, y pueden ser utilizados en ubicaciones tales como ranuras delgadas en los que los micrómetros no pueden tener acceso. Sin embargo, los micrómetros son preferidos en muchos casos, ya que se necesita un mayor grado de habilidad a fin de obtener sistemáticas lecturas precisas con el uso de un pie de metro con Vernier.

Cuando haya terminado de usar el Vernier, es esencial que se limpie, aceitándole ligeramente con un aceite protector adecuado y almacenado en una caja protectora.

### **Uso de un Pie de Metro con Vernier**

El procedimiento para usar un pie de metro con Vernier es el siguiente:

- Mueva la mordaza deslizante a la posición aproximada.
- Apriete ligeramente el tornillo de bloqueo en la abrazadera de ajuste fino.

- Ajuste la mordaza deslizante mediante la tuerca estriada de ajuste fino hasta que, con el instrumento alineado con la pieza de trabajo, las mordazas entren en contacto con la pieza de trabajo de manera leve.
- Apriete ligeramente el tornillo de bloqueo de la mordaza deslizante.

En general, las precauciones para evitar la deformación, mal uso y el mal almacenamiento de los micrómetros también son esenciales para el pie de metro con Vernier.

### Lectura de un Vernier Métrico

Los Vernier métricos leen con una precisión de 0,02mm. Sin embargo, existen versiones que estipulan que leen a 0,05mm. Para leer un Vernier donde cada división de la escala Vernier representa 0,02mm es la siguiente:

Paso 1: Lea la escala principal a la izquierda del cero del Vernier en milímetros. En el ejemplo dado, la lectura es de 7mm.

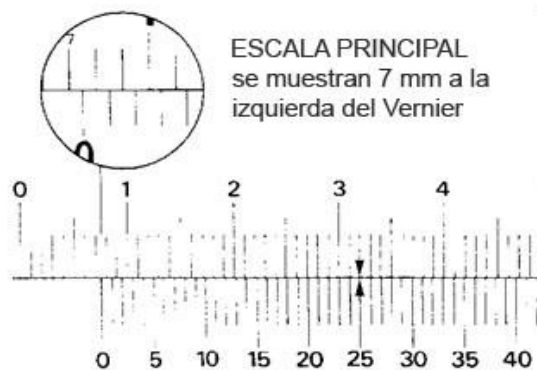


Figura 49

Paso 2: ahora vea la escala de vernier y note cuál de las divisiones de Vernier es opuesta a la línea en la escala principal. En el ejemplo, el Vernier muestra la línea veinticinco que representa:

$$25 \times 0,02 = 0,50\text{mm}$$

$$\text{Lectura total} = 7,50\text{mm}$$

Cada línea de la escala del Vernier representa una división que es 0,02mm más corta que aquéllas en la escala principal.

Multiplique el número de la línea de la escala del Vernier por 0,02mm y sume el resultado a la lectura de la escala principal.

**Nota:** existen otros tipos de escalas Vernier utilizadas además de la mostrada en el ejemplo anterior. El ejemplo tiene la escala de Vernier de 49mm de largo y dividida en 50 partes iguales, mientras que otras son de 24,5mm de largo y divididas en 25 partes iguales.

El siguiente ejemplo es una escala Vernier común utilizada.

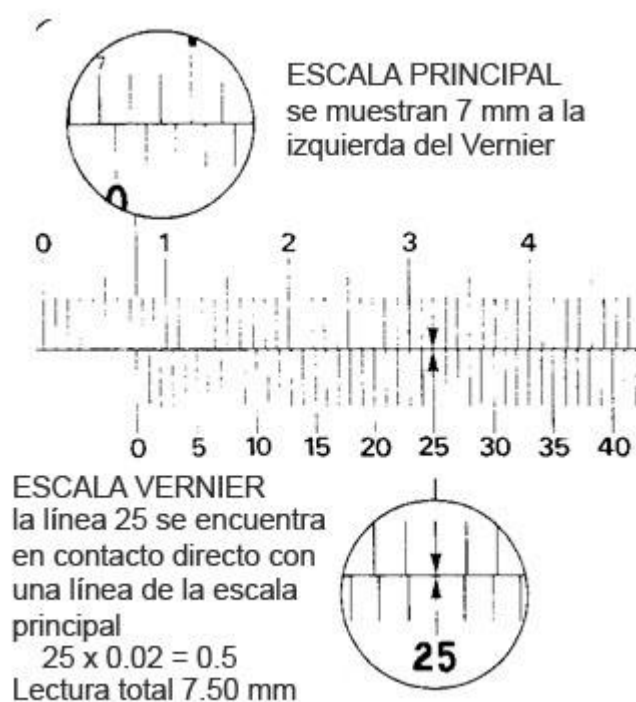


Figura 50

En la ilustración presentada, la escala principal lee 60 milímetros.

El Vernier muestra la quinta línea que representa 0,5mm, más 3 divisiones extras que representa  $3 \times 0,02$  esto es 0,06mm.

La lectura total es:

60,00

0,50

0,06

60,56mm

### Pie de Metro tipo “Dial”

Éstos son pies de metro con un dispositivo de lectura de cara tipo dial que remplace la escala Vernier. Pueden medir con la misma precisión que los de tipo Vernier. El dial da la ventaja de una lectura rápida y fácil.

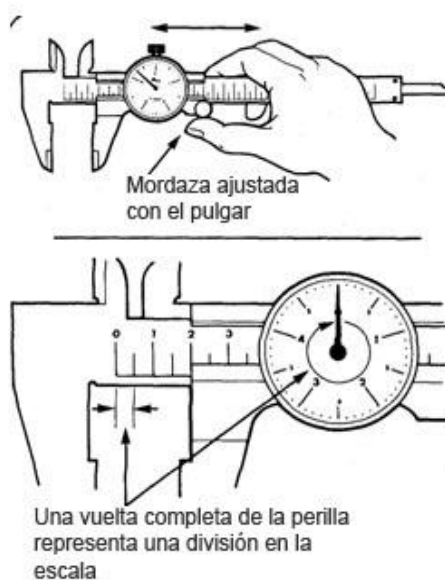


Figura 51

El dial está graduado para representar una proporción de la división de la escala principal. Una vuelta completa del puntero representa una distancia de una división en la escala principal.

La lectura de un pie de metro con dial se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Distinga el número de divisiones principales a la izquierda de la mordaza movable.
- Lea el dial y agregue las lecturas adicionales a la escala principal.

## Calibrador de Altura con Vernier

El calibrador de altura con Vernier es un desarrollo del pie de metro con Vernier. El marco graduado se sostiene en una posición vertical al ser unido de manera precisa a una base.

Se lee el Vernier del mismo modo que el pie de metro con Vernier, salvo que en este caso la lectura se toma desde la mordaza movable a la base.

El dispositivo de medición se utiliza desde una placa superficie o una mesa y está diseñada para un marcado preciso o la verificación de alturas.

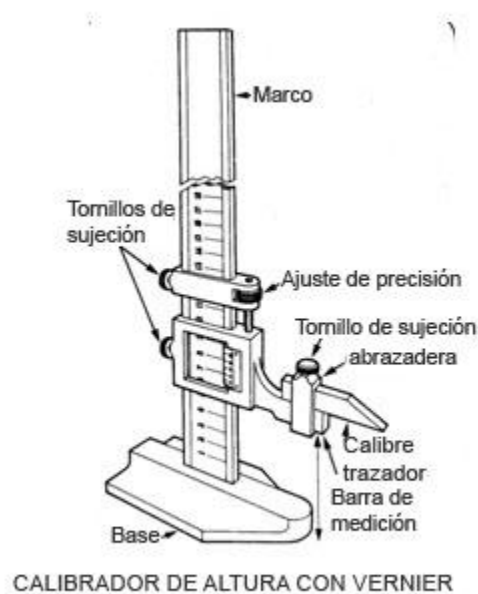


Figura 52

## Indicadores

Se utilizan los indicadores para:

- Medir dimensiones pequeñas.
- Verificar pequeñas irregularidades en superficies planas o curvas.

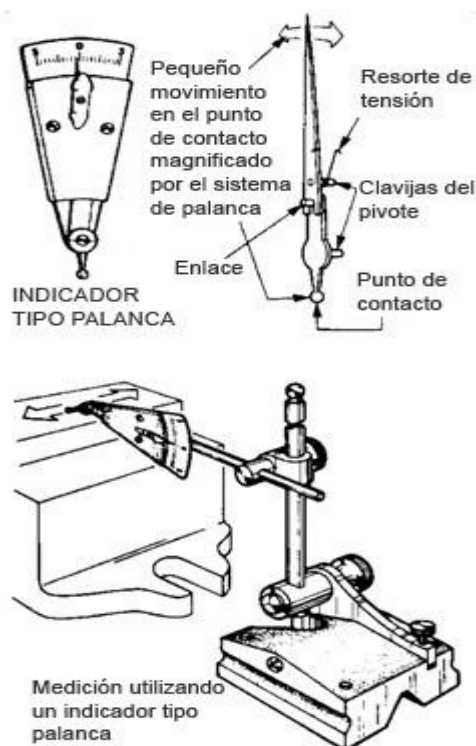


Figura 53

### Reloj comparador tipo palanca

Un reloj comparador tipo palanca posee una palanca de pivote. Ésta se mueve mediante una presión ligera en su punto de contacto. Se mantiene la tensión en la palanca mediante un pequeño resorte para seguir las variaciones del trabajo que se está revisando.

Cada movimiento de esta palanca se multiplica por una serie de otras palancas y son indicadas en la escala graduada.

### Reloj comparador de carátula

Los relojes comparadores de carátula funcionan cuando se aplica una leve presión al punto de contacto. Todo movimiento se transmite por medio de una cremallera pequeña a través de una serie de engranajes a una aguja indicadora. Esto se mueve alrededor de un dial circular graduado.

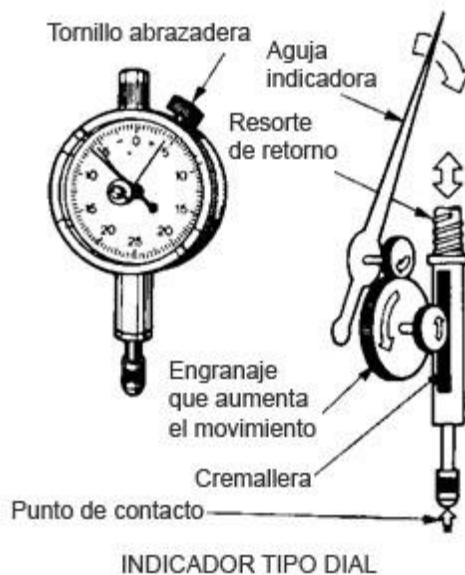


Figura 54

### Uso del Indicador

Establecer la aguja del indicador a la posición cero en el dial como sigue:

- Soltar el tornillo de la abrazadera del cuerpo del comparador.
- Colocar su dedo y pulgar en el anillo estriado en la parte de afuera del cuerpo del dial
- Girar el dial graduado hasta que el cero esté en línea con la aguja del comparador.
- Apretar el tornillo de sujeción.

### Uso del comparador

- Antes de usar un indicador, usar una regla o un calibre de superficie para establecer el trabajo de la manera más precisa posible.

Usar el comparador como sigue:

- Asegurarse que el comparador esté apoyado firmemente en una base o abrazadera. Esto es para evitar la vibración y lecturas poco precisas debido al doblado del soporte.
- Usar los comparadores en superficies acabadas, lisas o maquinadas.
- Usar los comparadores dentro del rango de su recorrido lo más pequeño posible.
- Evitar todo movimiento repentino o golpe al punto de contacto.

- Colocar los comparadores de manera que el punto de contacto reciba el movimiento directo.
- No empujar el punto de contacto a su extensión completa de recorrido
- Mantener los comparadores limpios y protéjalos cuando no estén en uso.
- Almacenarlos de manera correcta en sus cajas protectoras.

Los indicadores no deben ser usados si presentan alguna de las siguientes fallas:

- La aguja se mueve de manera errática.
- El punto de contacto no vuelve al límite de su recorrido.
- El husillo se queda pegado en un solo punto.
- El vidrio del dial está quebrado.
- La aguja no se mueve cuando se mueve el punto de contacto o el indicador muestra alguna otra falla aparente.

### **Transportadores**

Un transportador es una herramienta utilizada para medir ángulos o el trazado de ángulos. Existen diferentes tipos:

#### Transportador Sencillo o Estándar

Éstos están graduados para leer desde 0 a 180 grados. Es útil cuando se está realizando el trazado o verificando ángulos que no es necesario que sean extremadamente precisos.

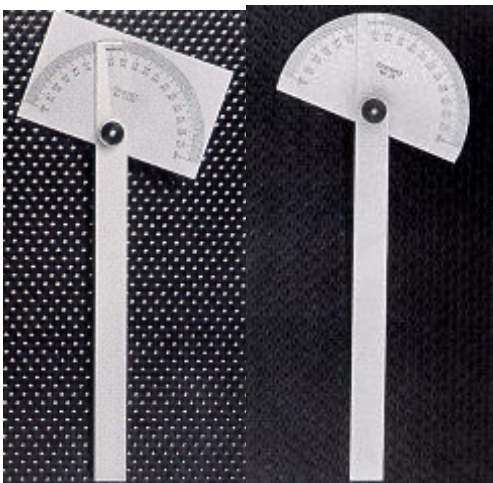


Figura 55

### Transportador – Parte del conjunto de combinación

La cabeza del transportador, graduada a 180 grados, puede ser ajustada a grados de números enteros con buena precisión y los medios grados pueden establecerse con precisión razonable. Se utiliza tanto para marcado y ajuste del trabajo para el maquinado.

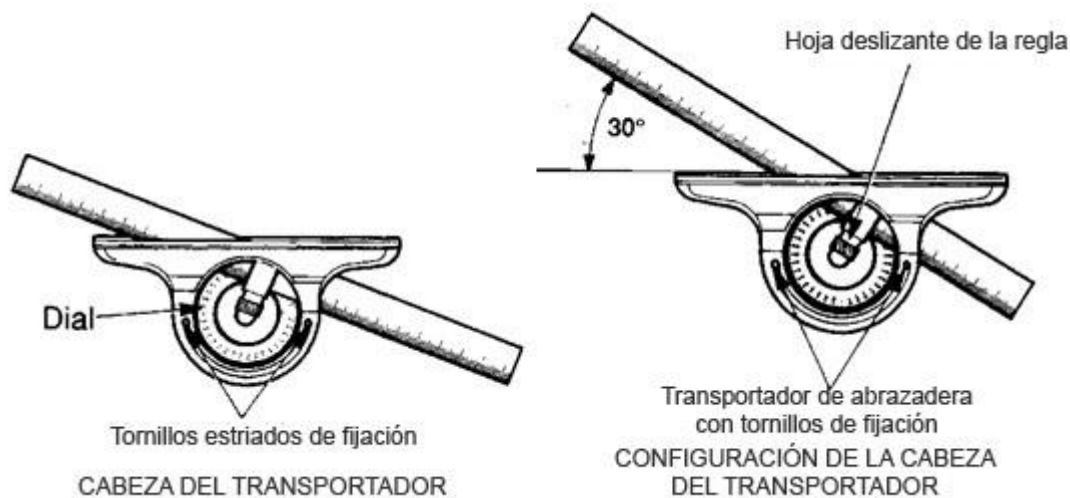


Figura 56

### **Transportador de ángulos con Vernier**

Este tipo de transportador tiene un dial circular graduado en grados. Tiene una hoja deslizante que puede ser ajustada a cualquier ángulo deseado en relación a la culata del transportador. La parte trasera del dial y la hoja son planas para que se pueda colocar el instrumento de manera plana en la pieza de trabajo. El dial está graduado en 360 grados y marcado desde 0 a 90 grados, luego de 90 de vuelta a 0 grados.

Tiene una placa especial unida al transportador de ángulos y cubre un arco de 23 grados de la escala principal. Se divide en 12 parte iguales lo que le permite medir ángulos con una precisión de cinco minutos (1/12vo de un grado).

Esto se puede entender mejor en la ilustración de abajo:

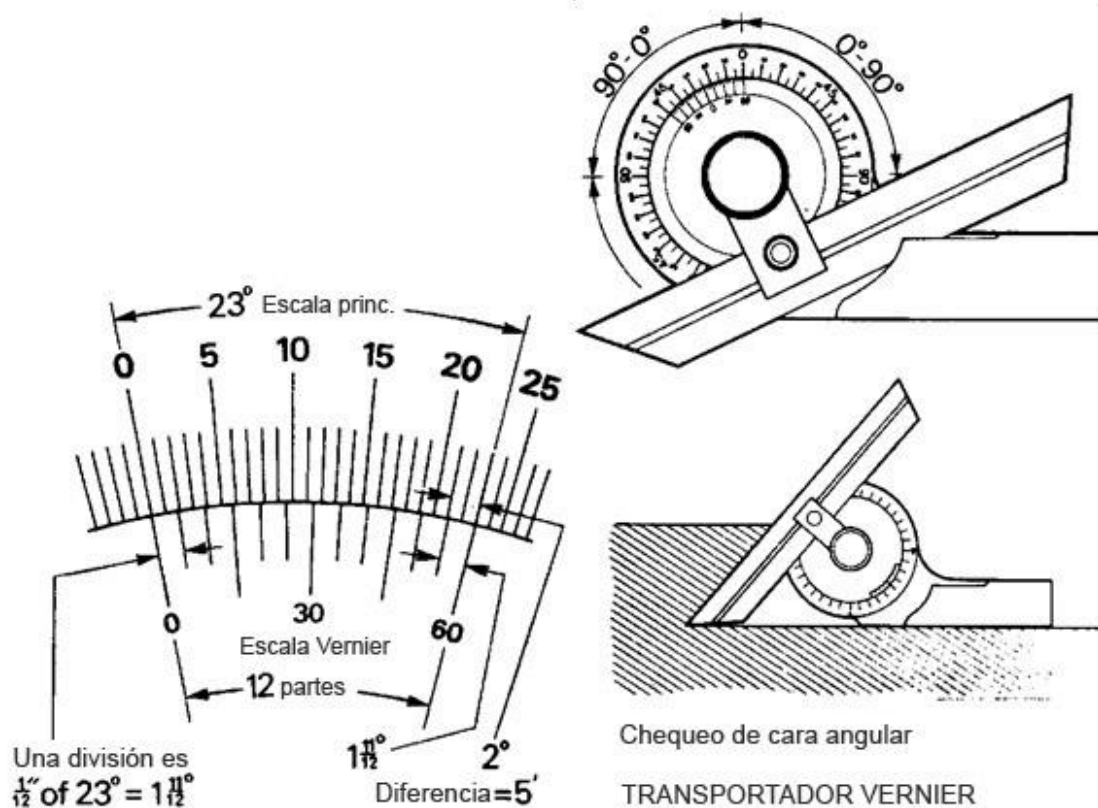
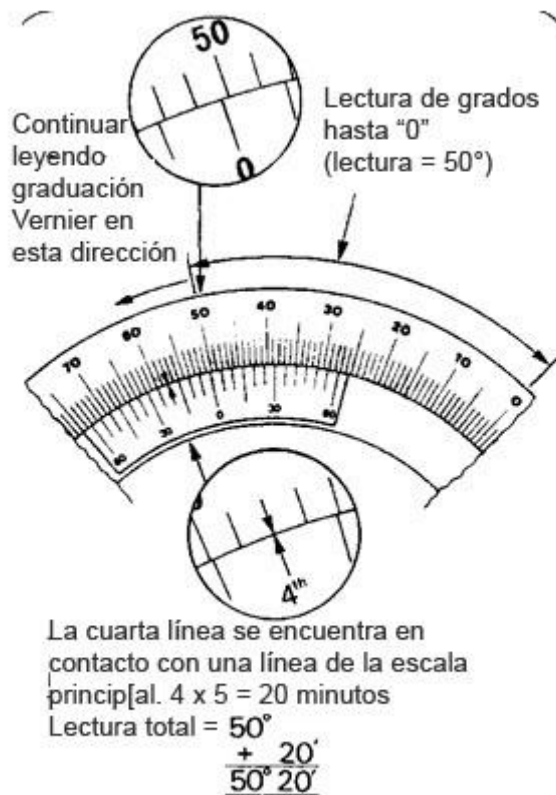


Figura 57

### Lectura del Transportador con Vernier

La escala Vernier está duplicada para leer cualquier lado del cero. Si se lee la escala principal en la dirección de las agujas de un reloj, debe leer la escala Vernier en la misma dirección.

Siempre Asegurar que la lectura de la escala Vernier se agregue a la lectura de la escala principal.



EJEMPLO 1 DE LECTURA DE VERNIER

Figura 58

### Cuidado del Transportador de Ángulos

- Siempre limpie el instrumento con un paño suave, sin pelusas antes de usarlo.
- Nunca someta el transportador a una presión muy grande o lo fuerce de algún modo cuando realice las mediciones.
- No manipule la herramienta más de lo necesario.
- Realice una verificación periódica de la precisión del transportador.
- Guarde el transportador en un estuche después de usarlo con un poco de aceite para evitar el óxido.

**Metrología básica****Estrategias metodológicas para el instructor**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	✓
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

**Sistema de unidades y conversiones****Objetivos de aprendizaje**

- Identificar la unidad de medida más adecuada.
- Expresar la unidad científicamente.
- Realizar la operación matemática necesaria para convertir una unidad de medida de un sistema de medición a otro (SI e inglés).

**Descripción de la actividad**

Los participantes deberán distinguir cuales son las unidades de medidas específicas y ser capaces de convertir una cantidad en otra utilizando operaciones matemáticas y notación científica para resolver las preguntas y problemas que se presentan a continuación.

**Materiales y recursos**

- Lápiz y papel
- Recurso WEB: [www.convertworld.com](http://www.convertworld.com)

## Desarrollo

El instructor indicará a los participantes que trabajen individualmente, en pares o en grupos y resuelvan las siguientes situaciones con lápiz y papel y con la ayuda de la guía del participante. También podrán apoyarse en la plataforma de conversiones “covertworld.com” para realizar de manera sencilla los cálculos requeridos (ver: [www.convertworld.com](http://www.convertworld.com))

Expresa 45 km en metros usando anotación científica

$$4,5 \times 10^3 \text{ m}$$

Convierta las siguientes unidades y expréselas en notación científica. Todas estas unidades son de área.

$$100 \text{ mm}^2 \text{ a } \text{m}^2 = 10^{-4}$$

$$3 \text{ m}^2 \text{ a } \text{mm}^2 = 3 \times 10^6$$

$$35 \text{ mm}^2 \text{ a } \text{m}^2 = 3,5 \times 10^{-5}$$

$$10 \text{ m}^2 \text{ a } \text{mm}^2 = 10^7$$

$$48 \text{ cm}^2 \text{ a } \text{m}^2 = 4,8 \times 10^{-10}$$

$$2 \text{ m}^2 \text{ a } \text{cm}^2 = 2 \times 10^4$$

Liste las unidades de medición en el sistema internacional (SI):

Magnitudes	Símbolo de la unidad	Unidad básica
Longitud:	m	Metro
Masa:	kg	Kilogramos
Tiempo	s	Segundos
Corriente eléctrica	A	Ampere
Temperatura	°C	Grados Celsius

Fuerza:	N	Newton
Presión:	Pa	Pascal
Energía:	J	Joule
Trabajo:	J	Joule
Potencia:	W	Watts
Carga:	c	Coulomb
Frecuencia	Hz	Hertz
Potencial:	V	Volt
Capacidad:	F	Faraday
Flujo másico:	kg/s	Kilogramos /segundos
Caudal de flujo:	m <sup>3</sup> /s	Metros cúbicos/ segundo
Inductancia:	H	Henrio

Convierta:

<b>1200 volts a kilovolts</b>	KV
<b>0.250 Amps a milliamps.</b>	mA
<b>4500 microwatts a milliwatts.</b>	mW
<b>400 <math>\mu</math>A a mA</b>	mA
<b>150 000<math>\Omega</math> a M<math>\Omega</math>.</b>	M $\Omega$

Escriba en el espacio en blanco los valores faltantes o palabras.

1 hp = 745,7 Watt

5000 W = 5 kW

2.5 kW = 2.500 W

746 W = 0,746 kW

5  $MW = \underline{5.000.000} \text{ W}$

a) Convierta 6000 W a Kilowatt:

6

b) Convierta 6.6kV a volts:

6.600

c) Convierta 100mA a amperes:

0,1

d) Mega es el prefijo que se utiliza cuando una unidad se multiplica por:

Un millón

e) El promedio de vuelta desde la playa al hotel es de 60 km/h. ¿Cuánto tiempo llevará manejar de vuelta si la distancia es 120 km?

Tiempo = 2 horas

f) Un auto utiliza 40 litros de gasolina para un viaje a la playa ida y vuelta. Calcule el consumo de combustible promedio por cada 100 kilómetros si la distancia ida y vuelta a la playa es 200 km.

Son 20 litros.

### **Pie de metro y micrómetros**

#### **Objetivos de aprendizaje**

- Aprender a efectuar mediciones de longitudes pequeñas consiguiendo una mayor precisión mediante el empleo del pie de metro y micrómetros.
- Medir elementos propios del oficio.

#### **Descripción de la actividad**

Los participantes aprenderán a efectuar mediciones de elementos propios del oficio, de longitudes pequeñas consiguiendo una mayor precisión mediante el empleo del pie de metro y micrómetros.

## Materiales y recursos

- Pie de metro.
- Micrómetro (métrico).
- Pernos con diferentes longitudes y diámetro.
- Varios tubos de diámetro que varíen de 1cm a 5cm.
- El instructor podrá buscar componentes alternativos de considerarlo necesario.

## Desarrollo

Para medir y registrar valores, el participante de manera individual en esta actividad deberá 1) usar el micrómetro para medir el diámetro de los pernos 2) Los participantes usarán el pie de metro para medir el diámetro interior y exterior de un tubo. Los resultados podrán ser registrados en la tabla.

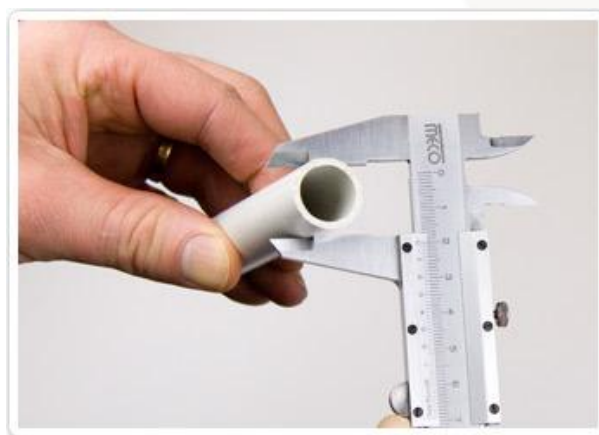
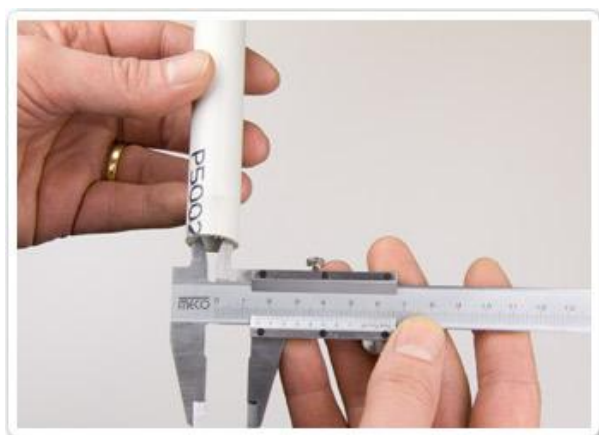
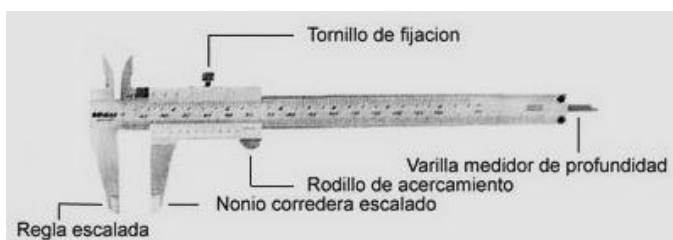
El instructor indicará a los participantes las precauciones a tener en cuenta al usar un pie de metro. Destacará que si el instrumento es mal manejado, su vida útil será menos larga de lo planeado, para mantenerlo siempre útil se deben tomar ciertas precauciones tales como: limpiar de polvo y suciedad las superficies de medición, cursor (nonio) y regla; ya que el polvo puede obstruir a menudo el deslizamiento del cursor. Verificar que las superficies deslizantes de la regla estén libres de daño.

El instructor deberá tomar las medidas de los elementos elegidos para realizar la actividad con anterioridad y deberá tener los resultados registrados.

## Micrómetro



## Pie de metro



Componente	Medición [mm]
Perno (1)	
Perno (2)	
Perno (3)	
Tubo (diámetro externo)	
Tubo (diámetro interno)	
Otro componente (1)	
Otro componente (2)	
Otro componente (3)	

Los participantes una vez que completen la actividad podrán compartir sus resultados con el curso y comparar resultados o entregar la tabla completa al instructor.

### **Cierre**

Las técnicas de medición son fundamentales en el oficio y deben aprenderlas, interiorizarlas y aplicarlas. Es importante recordar los conceptos de rango de medición, exactitud y la resolución del instrumento (el incremento más pequeño que permite diferenciar una lectura de otra).

El uso correcto de los instrumentos de medición nombrados evitara errores de medición durante el desarrollo del oficio.

Respecto a la medición es importante conocer las unidades de medición de las diferentes magnitudes. De igual forma es importante identificar y relacionar los diferentes sistemas de medición.



## **Módulo II: Introducción a los elementos básicos usados en mantenimiento**

## 5. Elementos de unión

### 5.1 Uniones atornilladas

#### Sujetadores

¿Qué se considera un "sujetador"? Generalmente, un sujetador es todo lo que se usa para unir dos o más piezas. Los sujetadores pueden ser temporales (diseñados para ser instalados y retirados de manera fácil) como una tuerca mariposa o perno y tuerca, o tornillo. Los sujetadores pueden tener usos más permanentes, como un remache o un pasador de espiga. Los sujetadores permanentes pueden necesitar herramientas especiales, grandes fuerzas o simplemente la destrucción del sujetador para su eliminación.

#### *Sujetadores sin Rosca*

Estos sujetadores no tienen rosca. Éstos incluyen remaches pop, tornillos sinfín y similares. Normalmente se usan en situaciones donde las piezas de los componentes están fijadas de manera permanente.

El remache se inserta en un agujero de tamaño adecuado perforado en las piezas que se deben sujetar. Una herramienta especial (remachadora) tira un eje con cabeza que pasa a través del remache. A una fuerza prediseñada, la cabeza en el eje se rompe ("se sale"), dejando una protuberancia en la cabeza del remache. Esta protuberancia sostiene ambas partes.

Para ver una lista de sujetadores sin rosca disponible, querrá visitar el siguiente sitio web y navegar por las páginas pertinentes:

<http://www.e-fastener.com/html/parts.cfm>

<http://www.mcmaster.com/>

#### **Tipos de sujetadores roscados**

Existe una amplia y diversificada gama de sujetadores con rosca que se utilizan. Los sujetadores se catalogan de acuerdo al diseño, tipo, material o propósito. Esta gama incluye además artículos accesorios (ítemes utilizados con los sujetadores) tales como golillas de variados tipos, diseños y propósitos, así como también tuercas y golillas de bloqueo anti-vibración para propósitos especiales. Los sujetadores roscados comunes utilizados incluyen:

Pernos y tuercas	Tornillos de fijación
Tornillos allen	Tornillos de máquina (rosca de metal)
Pernos espárragos y tuercas	Tornillos para láminas metálicas

El conocer los sujetadores roscados, sus sistemas de roscas, usos y cómo identificar roscas, es esencial cuando se repare o reemplace sujetadores roscados, mientras se da mantenimiento a las máquinas y Elementos.

### Pernos y tornillos de máquinas

Los pernos y tornillos son sujetadores que tienen una cabeza sólida en un extremo y un vástago con rosca que puede ser completa o parcialmente roscada a lo largo del vástago, hasta la cabeza del perno o tornillo. En la mayoría de las aplicaciones y ensambles, se usa una tuerca y golilla con el perno o tornillo de máquina. En otras aplicaciones, los pernos y tornillos de máquinas pueden ser utilizados para atornillar de manera directa en un agujero roscado en vez de de usar una tuerca para sujetar un componente en su lugar. Los pernos son descritos por su longitud, diámetro y forma de la rosca.

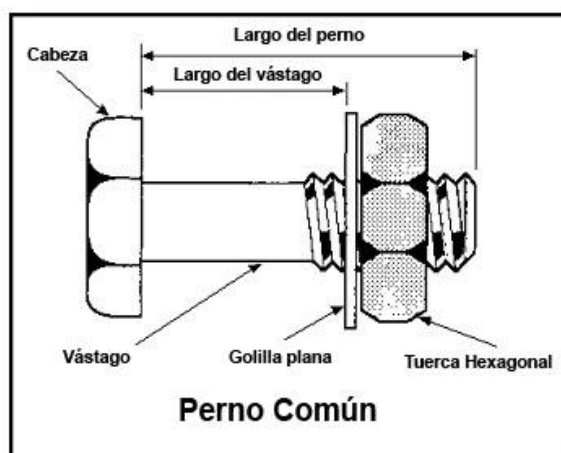


Figura 59

## Tornillos de cabeza

Un tornillo de cabeza es similar a un perno y tiene una cabeza redondeada y un vástago roscado. Pocas veces se usan con tuercas, ya que normalmente se atornillan de manera directa en un agujero roscado en un componente de acople. Se usan comúnmente en lugar de un perno espárrago y tuerca, cuando se necesita un desarme frecuente se debe considerar el peso y que el espacio es limitado. Los tornillos de cabeza normalmente tienen vástagos totalmente roscados y se fabrican con acero resistente a la tracción. Tienen una cabeza redonda en vez de una cabeza hexagonal más grande como la del perno. Tienen una ranura hexagonal en la cabeza en la cual se inserta una llave hexagonal como la llave Allen para instalación y desmontado. Este tipo de sujetador se llama a veces como tornillo con cabeza Allen.

## Perno espárrago

Un perno espárrago es un perno sin cabeza que está roscado en ambos extremos del vástago. Se pueden usar en vez de los tornillos de cabeza y se usan normalmente (con una tuerca y golilla plana, estrella o de resorte) al realizar un desmontaje ocasional y el espacio y peso no es algo para considerar.

Los espárragos, (a veces llamados espárragos de máquina), habitualmente tienen la rosca en el extremo que se debe insertar en el agujero roscado, éste es ligeramente más corto en longitud, y de tamaño más grande en comparación con el extremo roscado que debe tomar la tuerca de retención. El motivo de que este extremo sea más grande es para asegurar un encaje apretado, con el fin de minimizar la posibilidad de que el espárrago se destornille antes de que se retire la tuerca.



Figura 60

Los espárragos se identifican por su longitud, diámetro y forma de la rosca.

## Tornillos de fijación

El tornillo de fijación es un término aplicado a un tornillo roscado que se utiliza para "fijar" o ayudar a retener una pieza como una polea pequeña o anillo en un eje de manera longitudinal (a lo largo). No están ideados para tomar el lugar de una llave y chavetero para transmitir la torsión al eje o polea.

Los tornillos de fijación pueden ser:

- Un perno roscado con una cabeza cuadrada y vástago totalmente roscado hasta la cabeza.

- Un tornillo con ranura Allen que no tiene cabeza y es totalmente roscado con una llave Allen en un extremo (a veces llamado tornillo “sin cabeza”).
- Un tornillo de cabeza con ranura Allen.

Los tornillos de fijación normalmente están endurecidos y tienen extremos con puntas especiales a fin de penetrar y fijarse en la superficie con la que entran en contacto cuando son apretados.

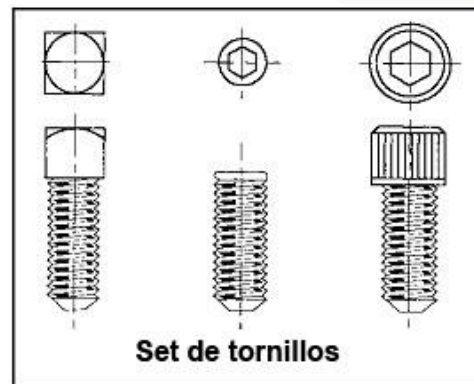


Figura 61

## Tornillos de máquinas

Los tornillos de máquinas son también llamados a veces “roscas metálicas.” Este grupo de sujetadores son por lo general tornillos roscados más pequeños de hasta 6 mm (1/4 de pulgada) de diámetro y con diferentes longitudes con vástagos totalmente roscados hasta la cabeza del tornillo. Son fabricados con una variedad de formas de la rosca y cabeza, y pueden tener diferentes sistemas de apriete en la cabeza tales como una ranura paralela, en cruz o phillips, hexagonal o Torx.

Un tornillo de máquina se identifica por su longitud, diámetro, forma de la rosca y tipo de cabeza.



Figura 62

## Roscas de tornillos y formas

Como se indicó en la introducción, todos los sujetadores y en particular las roscas en pernos, tuercas y tornillos son fabricados a un estándar. Sin embargo, existen numerosos estándares utilizados. Esto depende normalmente de la edad del perno, del país donde el Elementos se fabricó.

## Términos básicos

Una rosca de *mano derecha* es una rosca en la que el perno, tuerca o tornillo debe ser girado hacia la derecha (en el sentido de las agujas de un reloj) para apretarlo. Una rosca de *mano izquierda* es una rosca en la que el perno, tuerca o tornillo debe ser girado hacia la izquierda (en el sentido contrario a las agujas de un reloj) para apretarlo. *Ajuste de la rosca* es el modo en que un perno y tuerca se unen en cuanto a estar sueltos, firmes o apretados.

Una rosca de tornillo *múltiple* es una en la que dos o más roscas son cortadas en la pieza para que el movimiento de la tuerca a lo largo de la pieza o perno en una vuelta sea mayor a la de una rosca sencilla.

El Avance de una rosca es la distancia a lo largo de una parte de la rosca o perno en la que la tuerca se moverá en una vuelta. El avance de una rosca es igual al paso de la rosca multiplicado por la cantidad de entradas.

La longitud de agarre de un sujetador atornillado es la longitud del vástago después de tener en cuenta la tuerca, golilla de ser usadas, y dos roscas completas salientes por sobre la tuerca cuando se aprieta.

La *precarga* es la fuerza de tracción en el perno, una medida de cuán apretadas están las piezas apernadas. La precarga se expresa en Newton x Metros en el sistema métrico. La precarga correcta es esencial para asegurar un ensamble y operación de mantenimiento confiable.

## Tipos de roscas

Las formas comunes de las rocas incluyen:

- Roscas en V: es la forma más común de roscas utilizadas, tales como en pernos, tuercas y tornillos de máquinas. Se utilizan formas especiales de roscas en v que son diferentes a aquéllas de los pernos, y tornillos de máquinas en tornillos para láminas metálicas.

- Roscas cuadradas: son utilizadas donde el movimiento y potencia o fuerza deben ser transmitidos por el tornillo, tales como en husillos de válvulas y gatos.
- Roscas Acme: se utilizan para transmitir movimiento tales como en los tornillos de avance de tornos, en máquinas herramienta, y actuadores en válvulas de control.
- Rosca trapezoidal: son utilizadas para resistir cargas axiales pesadas en una dirección, tales como en un tornillo de banco.

Cada forma de rosca tiene una cantidad de partes comunes y términos que describen de manera precisa la rosca. Estos términos ayudan en la identificación, fabricación o selección de un componente roscado. El diagrama de abajo muestra los términos comunes asociados con las formas de las roscas.

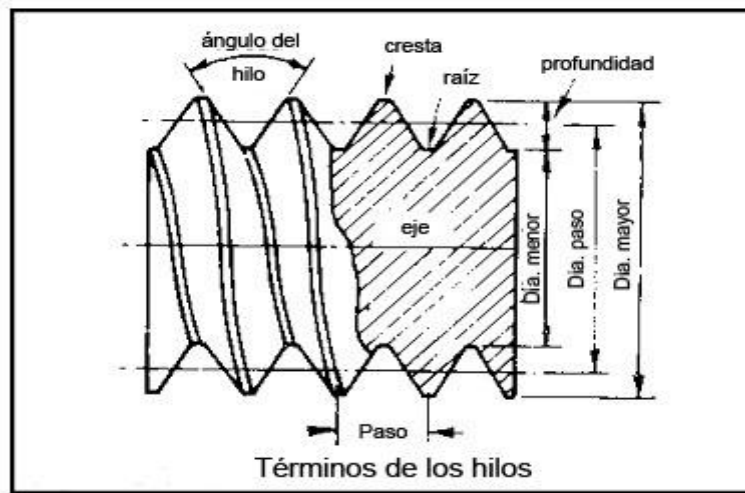


Figura 63

El paso ( $P$ ) de una rosca es la distancia, medida en paralelo con su eje, entre puntos correspondientes en superficies adyacentes, en el mismo plano axial.

El ángulo de una rosca es el ángulo entre los flancos, medidos en una sección del plano axial.

Los *flancos* de una rosca son los lados rectos que conectan la cresta y la raíz.

La *cresta* de una rosca es la parte superior de los flancos de una rosca, ya sea externa o interna.

El *diámetro mayor* (MD) de una rosca es el diámetro del cilindro paralelo imaginario que toca la cresta de una rosca externa (o la raíz de una rosca interna como en una tuerca).

El *diámetro menor* (md) es el diámetro del cilindro que toca la raíz de una rosca interna.

La *raíz* es el fondo de la muesca entre las dos superficies de los flancos de la rosca ya sea una rosca interna o externa.

El *diámetro de paso* (a menudo llamado el diámetro efectivo) de una rosca paralela es el diámetro de la superficie del cilindro paralelo imaginario que intercepta con la superficie de la rosca de tal manera que el punto donde intercepta cada flanco adyacente opuesto es igual a la mitad del paso nominal de la rosca.

## Categorías de la rosca

Las roscas se catalogan en:

- Roscas Métricas.
- Roscas Imperiales.

**Roscas imperiales:** Las roscas en el Sistema Imperial se dividen principalmente en:

- Británica (Whitworth).
- Unificada (estadounidense).

El sistema imperial de roscas define la cantidad de hilos por pulgada (TPI) para cada diámetro de pernos medido en pulgadas.

TPI es la cantidad de pasos que ocurren en 1" (una pulgada) de rosca.

La forma de la rosca se muestra en el siguiente diagrama donde:

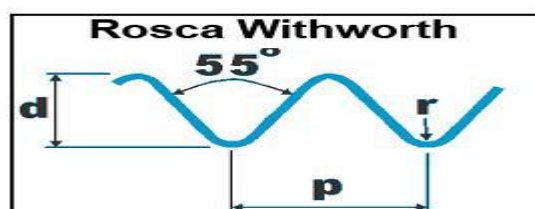


Figura 64

$d$  = la profundidad de la rosca

$P$  = paso

$r$  = el radio de la raíz

$55^{\circ}$  es el ángulo de la rosca.

*Nota:* En los sistemas de roscas imperiales, el paso ( $P$ ) es igual a uno dividido por las roscas por pulgada (TPI) del perno.

Los sujetadores roscados Whitworth son descritos por su diámetro superior y si tienen rosca gruesa o fina como se indica a continuación:

- $\frac{1}{2}$ " BSW (para una rosca gruesa Whitworth).
- $\frac{1}{2}$ " BSF (para una rosca fina Whitworth).

Las tablas de roscas proporciona un listado de las TPI BSW y BSF estándar para cada diámetro de roscas Whitworth. Cada rosca Whitworth de diámetro estándar tiene un TPI diferente. Por ejemplo, la rosca BSW de  $\frac{1}{2}$ " tiene 12 TPI, y la BSW de  $\frac{5}{8}$ " tiene 11 TPI, véase cualquier listado de roscas.

## Sistema de Unificado de Roscas

En noviembre de 1948 se acordó el sistema unificado de roscas por parte del Reino Unido, los Estados Unidos y Canadá para ser utilizado como un único estándar para todos los países que Usarn unidades de pulgada del Sistema Imperial de Medidas. En 1965, la British Standards Institution emitió una declaración de política solicitando que organizaciones consideraran las roscas BSW, BSF y BA (Asociación Británica) como obsoletas. El primero remplazo elegido para diseños futuros debía ser la rosca Métrica ISO con la rosca de pulgada ISO (Unificada) como segunda opción.

Las principales características de la forma de la rosca unificada son que *el ángulo entre los flancos roscados es de  $60^{\circ}$*  y la rosca tiene un radio en las raíces y un plano en la cresta de la rosca. La rosca Fina Unificada tiene el mismo perfil que la forma de la rosca Gruesa Unificada. Se utilizó cuando se necesitó un paso más fino (TPI) para un diámetro dado.

Todas las roscas unificadas son especificadas por su mayor diámetro, la TPI y el tipo de serie con roscas unificadas pequeñas menores a  $\frac{1}{8}$ " de diámetro especificado por un número en vez del diámetro mayor, ejemplo:

$\frac{1}{2}$ " – 13 UNC (rosca gruesa)  
 $\frac{1}{2}$ " – 20 UNF (rosca fina)  
8 - 32 UNC  
8 – 40 UNF

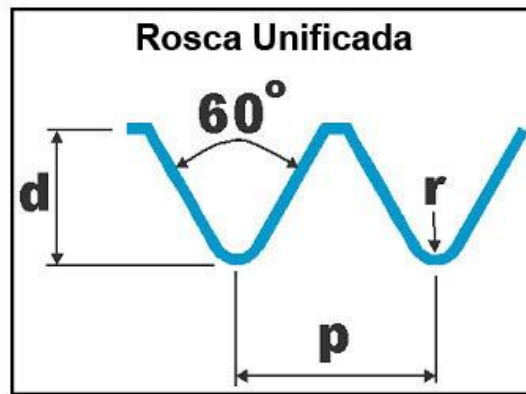


Figura 65

Las tablas de roscas proporcionan un listado de las TPI UNC y UNF estándar para cada rosca de diámetro unificado. Cada rosca unificada de diámetro estándar tiene un TPI diferente en cada serie.

## Sistema Métrico

El estándar de rosca Métrica ISO es un sistema de rosca simple que tiene tamaños de roscas que varían en diámetro desde 1,6 mm a 100 mm. Las roscas métricas son identificadas por el prefijo de letra mayúscula M seguido de un número que representa el diámetro nominal seguido del paso. Por ejemplo, una rosca métrica con un diámetro exterior de 5 mm y un paso de 0,8 mm podría ser dada como M 5 x 0,8. El paso de una rosca Métrica se mide en milímetros, no en TPI.

La principal característica de la rosca Métrica ISO es que tiene un ángulo incluido de 60° y una cresta plana que es 0,125 multiplicado por el paso. La profundidad de la rosca es de 0,6134 multiplicado por el paso, y el plano en la raíz de la rosca es más amplio que la cresta. La raíz de la rosca Métrica ISO es de 0,250 multiplicado por el paso. Las roscas Métricas pueden tener roscas de serie gruesa o fina.

Las tablas de roscas proporcionan un listado de las roscas de tamaño Métrico estándar y los pasos relacionados para cada perno de diámetro Métrico.

## Tolerancia y Ajuste de la Rosca Métrica

El antiguo sistema métrico de roscas de tornillo (antes del estándar Métrico ISO) tuvo alrededor de cien tamaños de roscas diferentes y varias formas de designar el ajuste entre las piezas, incluyendo grados de tolerancia, posiciones de tolerancia y clases de tolerancias. Se ideó un sistema más simple con el último estándar de roscas Métricas ISO que utiliza una designación de ajuste interno y dos de ajustes externos para designar la tolerancia (clase) de ajuste.

El símbolo 6H se utiliza para designar el ajuste para una rosca interna (sólo se usa un símbolo). Los dos símbolos 6g y 4g6g se utilizan para designar el ajuste para una rosca externa, 6g se utiliza para roscas de propósito general y 4g6g se utiliza para designar un ajuste estrecho.

Un ajuste entre un par de piezas roscadas se indica por la designación de ajuste de la tolerancia de la rosca interna (tuerca) seguida de la designación de ajuste de la tolerancia de la rosca externa (perno) con las dos separadas por un recorrido.

Un ejemplo es M 5 x 0,8-4g6g/6H, donde el diámetro mayor y el nominal es de 5 mm, el paso es de 0,8 mm, y el ajuste estrecho es previsto para el perno y tuerca.

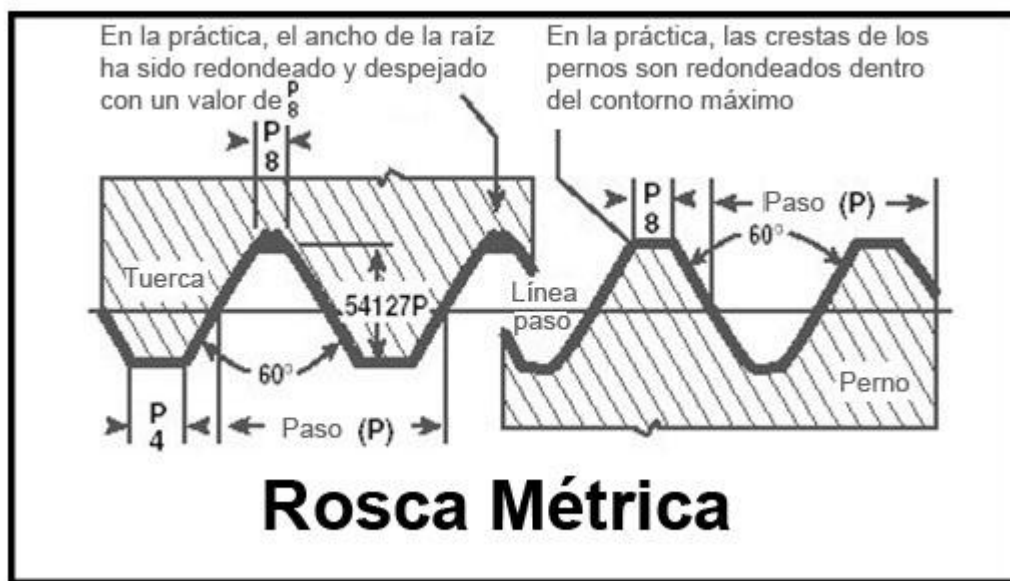


Figura 66

## Resistencia de pernos y sujetadores

Para satisfacer el gran espectro de aplicaciones en la industria de tuercas, pernos y tornillos, éstos son fabricados a partir de una gama de materiales y resistencia de los materiales. Esto requiere que se aplique un sistema adecuado de identificación (marcado) para permitir la identificación fácil.

Las reacciones internas de un metal a fuerzas externas son conocidas como propiedades mecánicas. Las propiedades mecánicas están relacionadas directamente unas con otras. Un cambio en una propiedad normalmente causa un cambio en una o más propiedades adicionales. Por ejemplo, si se aumenta la dureza de un metal, la fragilidad normalmente aumenta y la ductilidad normalmente disminuye.

Las marcas utilizadas para identificar el grado y la propiedad mecánica de pernos y tuercas se realizan de acuerdo al estándar pertinente bajo el cual el sujetador fue fabricado.

Algunos de los términos comunes sobre la propiedad mecánica que deberá conocer y comprender cuando trabaje con pernos y tuercas son:

- Límite elástico.
- Límite de fluencia.
- Resistencia a la tracción.
- Resistencia al corte.

## Resistencia a la Tracción

La resistencia a la tracción es la capacidad de un metal para resistir el ser tirado en una dirección por fuerzas opuestas que actúan en línea recta, ejemplo, cuando un perno es apretado debe resistir ser estirado.

Un perno fabricado a partir de un material altamente resistente a la tracción puede ser apretado mucho más que un perno de acero suave para suministrar una mayor fuerza de sujeción que el que brinda uno de acero suave del mismo diámetro, forma de la rosca y tamaño.

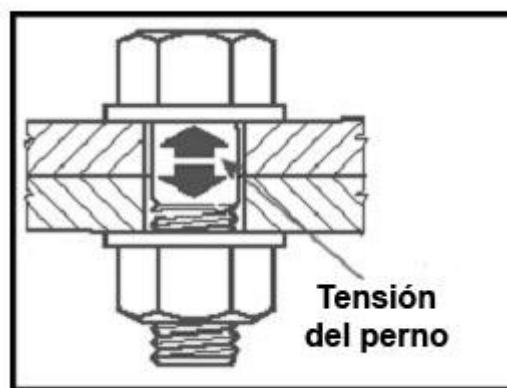


Figura 67

Se utilizan diferentes metales y aleaciones en la fabricación de sujetadores y cada uno tiene una resistencia a la tracción diferente, la que se indica por el grado del perno. Las propiedades mecánicas y grados pertinentes se indican en tablas suministradas por los fabricantes de pernos.

Los fabricantes de pernos suministran tablas generales de torque y los valores de torque de aplicaciones específicas son entregados en manuales y especificaciones de los fabricantes de Elementos para suministrar el nivel deseado de precarga a un sujetador. El torque y la precarga serán explicados y abordados más tarde en esta sección.

La resistencia a la tracción de los materiales se mide en Newtons/cuadrado mm en el sistema métrico.

## Resistencia al Corte

La resistencia al corte es la capacidad de un material para resistir ser fracturado por fuerzas opuestas que no actúen en línea recta, por ejemplo, a través del diámetro del perno desde dos flanges. Se puede controlar la resistencia al corte al cambiar la dureza del metal. En términos generales, a mayor el grado de resistencia a la tracción de un perno, mayor resistencia al corte tendrá.

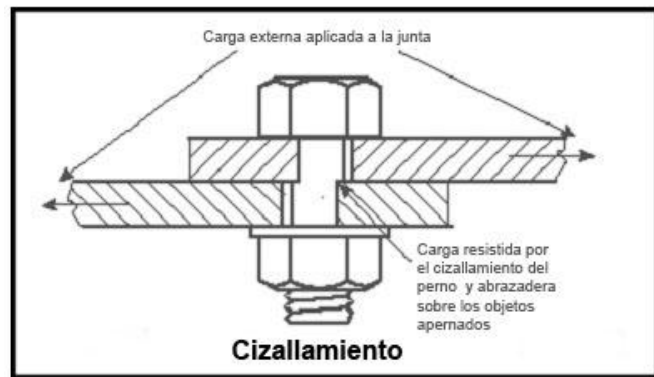


Figura 68

## Elasticidad

La elasticidad es la capacidad del metal para regresar a su forma y tamaño originales luego de ser estirado o deformado (de algún modo como un resorte que cuando es estirado y al momento de soltarlo vuelve a su longitud original si éste no se sobre estira). Por ejemplo, un perno, si es apretado a la tracción correcta, bajo condiciones normales de uso, normalmente volverá a su longitud original cuando es soltado o liberado.

## Límite de fluencia

Si la tensión es muy grande, el esfuerzo ya no es proporcional a la tensión. El punto en el que sucede es el punto de fluencia porque es en este punto que el material cede o se estira más allá del punto en que puede volver a su longitud o forma original, deformándose de manera permanente (plásticamente). La cantidad normal de tensión que se desea en la ingeniería general es del 60-75% de la capacidad elástica mínima (llamado capacidad de carga) del perno.

Por ejemplo, un perno estará estirado de manera permanente si es apretado más allá del punto de fluencia máxima recomendada y el valor de torque para ese material particular, tamaño y grado del perno.





## Límite elástico

El límite elástico de un material es el valor de fuerza máximo en el cual un material puede ser cargado y cuando la carga es liberada, vuelve a la forma y tamaño original.

Estos términos y conceptos se aplican a la selección e instalación de sujetadores y en especial a pernos y tuercas.

Las siguientes tablas muestran como se marcan las cabezas de los pernos para indicar el grado, resistencia y estándar pertinente bajo el cual éstos fueron fabricados.

**Tabla 1**

Marca en la cabeza	Tipo de Perno	Estándar Australiano
(a) 	Perno Comercial Métrico común	AS 1111-1996
(b) 	Cabeza Hexagonal BSW de Acero suave y cabeza hexagonal	AS 2451-1998
(c) 	Perno Métrico de Precisión de alta resistencia a la tracción	AS 1110-1995
(d) 	Perno de alta resistencia a la tracción y de Serie Unificada	AS 2465-1999 (SAE) Grade 5

El ítem (a) muestra un perno comercial Métrico típico. La cabeza se marca con una M para indicar un perno Métrico, y el número 4,6 indica el Grado de Resistencia a la Tracción del perno. Note la posición de la M y el número del grado en relación al nombre del fabricante del perno. Esta posición indica un perno de grado comercial.

El ítem (b) muestra un típico perno BSW de acero suave de cabeza hexagonal. Sólo lleva el nombre del Fabricante.


El ítem (c) muestra un típico perno métrico de precisión de alta resistencia a la tracción. Lleva la letra M para indicar que es un perno métrico y el grado de tracción de 8,8. Note la posición de la letra M y el grado de tracción en relación al nombre del fabricante. Es diferente al del ítem (a) (un perno de grado comercial) para indicar que el ítem (c) es un perno de precisión. *Esta posición indica un perno de precisión (dimensionado de manera precisa).*

El ítem (d) muestra un perno típico de alta resistencia a la tracción de serie Unificada. En los pernos Nacionales Unificados, el grado de resistencia a la tracción se indica por el número de marcas | usados en la cabeza. Hasta 8 marcas pueden usarse que es el equivalente al de un perno Métrico de Grado 12,9 en resistencia. El grado de resistencia a la tracción de los pernos BSW se indica en la cabeza por un número, normalmente de 2 a 10.

## Tuercas

La siguiente tabla muestra cómo se marcan las tuercas para indicar el estándar y resistencia pertinentes.

**Tabla 2**

Marca de la tuerca	Tipo de tuerca	Estándar Australiano
 ALTERNATIVA	Métrico Hexagonal Property Class 8 (ISO)	AS 1112-1996
	Métrico Hexagonal Property Class 8 (ISO)	AS 1112-1996
 ALTERNATIVA	Métrico Hexagonal de alta resistencia a la tensión Property Class 10 (ISO)	AS 1112-1996
	Métrico Hexagonal de alta resistencia a la tensión Property Class 10 (ISO)	AS 1112-1996
 ALTERNATIVA	Hexagonal Unifocado de alta resistencia a la tensión	AS 2465-1999 (SAE) Grado 8
	Hexagonal Unifocado de alta resistencia a la tensión	AS 2465-1999 (SAE) Grado 8
	Hexagonal de alta resistencia Estructural	AS 1252-1983

## Dispositivos inmovilizadores y de vibración

El propósito principal de usar un sujetador atornillado para ensamblar componentes o una unión es el de permitir un ensamblado fácil o un desarme posterior para su mantenimiento o reparación. La desventaja de usar pernos y tornillos es que bajo ciertas situaciones pueden destornillarse o soltarse si hay vibración o movimiento del componente.

Para evitar que esto suceda, es una práctica común usar algún tipo de dispositivo inmovilizador.

### Tuercas de Seguridad

- Golillas de presión.
- Golillas dentadas.
- Golillas con pestaña.
- Pasador partido.
- Tornillos sin cabeza.
- Tuercas autoblocantes.
- Adhesivos.
- Golillas de circlip.
- Mazo de cables.

### Tuerca de Seguridad

Una tuerca de seguridad o contratuerca es similar a una tuerca ordinaria, salvo que ésta es más delgada ya que su propósito es el de bloquear la tuerca principal que soporta la carga. La tuerca principal que soporta la carga se inserta primero y es apretada según la especificación. Luego se ajusta la contratuerca. La tuerca principal se mantiene en su lugar con una llave de tuercas y la contratuerca se ajusta sobre la tuerca principal. También se puede usar una contratuerca especial llamada Palnut. Éstas se hacen a partir de acero para resortes delgado.

### Golilla de presión

Una golilla de presión está fabricada a partir de acero para resortes endurecido y templado. Posee una división y un desplazamiento para hacer una espiral hacia la izquierda que permite que una tuerca o perno a la derecha se monte encima de manera fácil sobre el desplazamiento cuando se aprieta. Este desplazamiento penetra la superficie de la tuerca o cabeza del perno cuando se gira en sentido contrario a las agujas de un reloj, evitando que se suelte tan fácilmente. Las golillas de presión pueden tener otras formas tales como una golilla de ondas.

Estás se hacen a partir de acero de resortes, no tienen división, son en esencia planas y poseen una o una serie de ondas

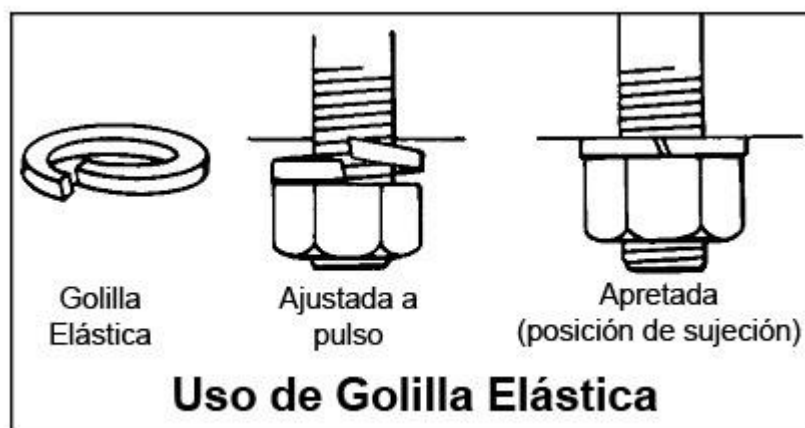


Figura 69

La mayor desventaja de usar una golilla de presión partida con desplazamiento es que en situaciones donde ocurre un desarmado frecuente, la superficie interna de la tuerca o perno se daña al ser girada en contra del desplazamiento. La golilla puede además perder su tensión si se vuelve a usar continuamente.

### **Golilla dentada**

Estas golillas tienen cortes dentados levantados que muerden la tuerca o la cabeza del perno cuando se aprieta. Pueden tener un diseño de dientes internos o externos y a veces se les llama golillas de “estrella”. *Este tipo de golilla no debería ser usado más de una vez.*



Figura 70

## Golilla con pestaña

Las golillas con pestaña poseen una pestaña que puede doblarse hacia arriba en contra del lado plano de una cabeza hexagonal o un tuerca, hacia una ranura especialmente cortada en la tuerca para ese propósito, o en el vástago roscado del perno o eje. Luego de que se ha apretado el perno o tuerca a la tensión correcta o precarga, la pestaña en el borde exterior de la golilla se dobla hacia arriba en posición, evitando que el sujetador se destornille.

Las golillas con pestañas no deberían volver a usarse ya que la pestaña puede romperse si se dobla nuevamente en la posición de bloqueo luego de que haya sido doblado hacia atrás para permitir soltar el sujetador. Las golillas con pestaña pueden tener diseños de pestaña interna o externa.



Figura 71

## Pasador partido

Los pasadores partidos se usan normalmente con una tuerca almenada o ranurada. Este tipo de tuerca posee ranuras en su cabeza. Cuando se aprieta esta tuerca a la tensión o precarga correcta, se inserta un pasador partido a través de la ranura de la tuerca y pasa por un agujero en el vástago del componente macho como un perno para que el pasador afirme de manera eficaz la tuerca y evite que se salga. Cuando se Utilizar este tipo de piezas, se necesitará usar una golilla de cuña a fin de asegurar que la ranura de la tuerca y el agujero del vástago se alineen de manera correcta.

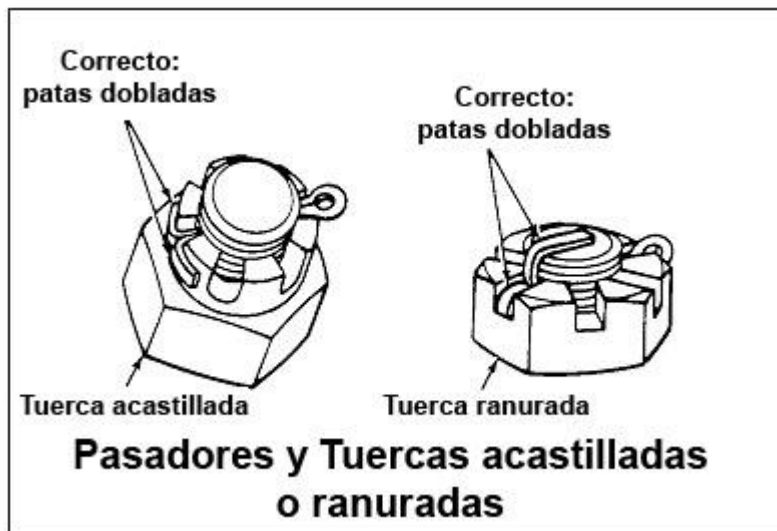


Figura 72

En algunos ensambles, se coloca una tuerca sencilla y se perfora un agujero con las dimensiones adecuadas a través de la tuerca y el vástago para luego insertar el pasador partido. *No vuelva a usar los pasadores partidos.*

### **Tornillos sin cabeza**

En algunas situaciones, se puede usar un tornillo Allen sin cabeza. Se hace una rosca con el tamaño adecuado a través del costado de la tuerca. En algunas tuercas más grandes, se inserta un tapón de nylon debajo del tornillo sin cabeza para evitar el daño a la rosca en el vástago del perno cuando el tornillo sin cabeza se aprieta. Si no se usa un tapón de nylon, se deberá limar un plano pequeño en la posición correcta del vástago del perno para que cuando la tuerca sea precargada correctamente, el tornillo sin cabeza se apriete y fije en el plano limado y no en la rosca.

### **Adhesivos**

Los adhesivos de fijación de roscas son normalmente materiales que se curan en la ausencia de aire. Se utilizan para bloquear las roscas macho o hembras y dar resistencia y evitar que se suelten con la vibración. El adhesivo puede aplicarse en forma líquida en la etapa de ensamble, o las roscas pueden haber sido revestidas previamente con un adhesivo anaeróbico (no necesita aire) que sólo cura cuando las piezas se ensamblan.

La resistencia de este tipo de adhesivos depende del tipo de superficie, acabado del sujetador, el tamaño del espacio llenado por la unión y la temperatura ambiente. El curado total de este tipo se logra normalmente en 24 horas.

Deberá siempre revisar los Procedimientos de Operación Estándar o SOP para conocer las instrucciones. Si no se utilizan los SOP, Verificar la tabla de selección del fabricante del adhesivo para determinar el tipo o grado adecuado de adhesivo necesario y las instrucciones de aplicación del tipo/grado de adhesivo específico antes de usarlo. Esto es importante, ya que hay un amplio rango de diferentes tipos y grados de adhesivos que se ajustan a situaciones y necesidades diferentes.

### **Arendelas de seguridad y Anillos de retención**

Las arandelas de seguridad y los anillos de retención se utilizan ocasionalmente para evitar que las tuercas se suelten al hacer una ranura en el vástago o eje de un componente e insertar una arandela de seguridad, anillo de retención o un sujetador de alambre en la ranura después de que se haya realizado la precarga de manera correcta. Puede ser necesario usar cuñas para asegurar que cuando se apriete la tuerca deje libre la marca.

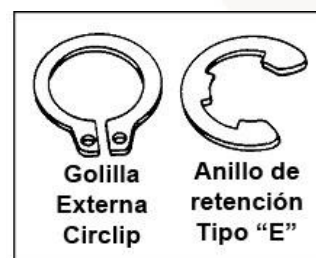


Figura 73

### **Alambres**

Este método usa un agujero perforado a través de la tuerca y el vástago de un sujetador en el cual se pasa un alambre y los extremos se enrollan. Se puede pasar este alambre a través de varios sujetadores adyacentes a fin de asegurarlos.

Cuando se Utilizar este método, deberá prestar atención a los siguientes puntos clave:

- El alambre de bloqueo deberá ser apretado a medida que la tuerca se suelta
- El alambre deberá pasar a través de un perno y hacia el siguiente en la distancia aceptable más corta posible
- Los extremos del alambre deben ser asegurados juntos
- Toda unión que esté presente no debe quedar bajo tensión.

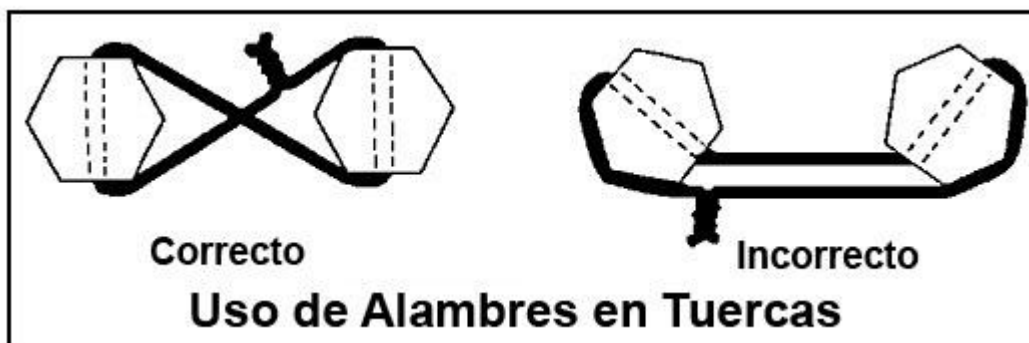


Figura 74

### Tuercas autobloqueantes

Existe una gama de tuercas autobloqueantes. El tipo más común se encuentra en las tuercas autobloqueantes nyloc. Esta tuerca consta de un inserto de nylon (el orificio que es más pequeño que el tamaño de la rosca) que es sujetado en un costado de la tuerca. Esto causa un ajuste de interferencia en el inserto de nylon que evita que la tuerca se suelte fácilmente.



Figura 75

### Sujetadores para lámina metálica

Los tornillos de máquina, tornillos de cabeza, pernos y tuercas no son los únicos medios para mantener dos piezas juntas. Cuando se trabaje con componentes más delgados o metales como el acero y láminas galvanizadas o cincadas, un perno largo y una tuerca serían un poco redundantes ya que las piezas sujetadas reales son muy delgadas. Aquí es donde los tornillos para láminas metálicas se utilizan porque son rápidas, fáciles y baratas de usar.

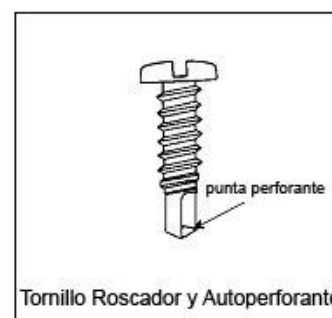


Figura 76

Además de las versiones de cabeza plana y ranurada y Phillips estándares, se pueden encontrar estriadas, Allen, Torx y muchos otros, igual que en las cabezas de tornillos para máquina. Funcionan tan bien como las herramientas que las instalan. Algunos tornillos requieren de un agujero pre perforado, mientras que otros son auto-perforantes.

Los sujetadores roscados para láminas de metal se identifican por su longitud, calibre (diámetro), tipo de rosca, y cabeza, por ejemplo, Cabeza Plana ranurada de 25mm x 10g.

Los tornillos pueden insertarse en agujeros pre-perforados y, como se presiona hacia abajo, sus roscas profundas agarran los lados del agujero y lo presionan al apretarse. Si no hay ningún agujero, se puede perforar uno del tamaño adecuado. Para el agujero de paso, Usar un tamaño de broca equivalente al diámetro del calibre del tornillo (el diámetro mayor).

No alargue o agrande el agujero con la broca ya que reducirá el área de superficie para que el tornillo se agarre al hacer que el agujero se alargue.

Cuando Usar tornillos durante el ensamble de láminas de metal o componentes delgados que no hayan tenido agujeros pre-perforados o punzonados, el tornillo del tipo auto perforante es una buena opción. Estos tornillos tienen una pequeña barrena endurecida moldeada en la punta. Este tipo normalmente tiene una cabeza bridada (con flages) hexagonal en el tornillo. Cuando se usa con una broca de cabeza hexagonal de un destornillador eléctrico, perforan el agujero adecuado y aprietan el tornillo en una operación. Son rápidas, ordenadas y fáciles de usar.

Si no tiene acceso a un taladro eléctrico o a batería, entonces un punzón y un martillo funcionan bastante bien para hacer los agujeros. El punzonar un agujero en la lámina de metal crea un agujero pequeño con una marca en la superficie en la que el tornillo puede penetrar. Cuando se inserta y aprieta hacia abajo, el tornillo agarra los bordes de este agujero y en realidad intenta presionar y juntar los bordes. Esta acción crea un ajuste más apretado que un agujero perforado y sujetará de mejor manera ya que habrá más superficie de agarre entre la rosca del tornillo y el metal.

Cuando se Usar un metal que es más grueso que una lámina delgada, se puede pre-perforar el agujero y luego instalar un tornillo para lámina de metal autorroscante. Estos tornillos tienen roscas de corte en la punta del tornillo y actúan como una rosca pequeña cuando se inserta en el agujero. Éstos se ajustan y funcionan bien.

Para un metal más grueso (ejemplo, una lámina de 1,6 mm) en agujero deberá ser de un tamaño superior que el usado para láminas metálicas delgadas.

## 5.2 Uniones remachadas

Los contenidos asociados al concepto de *Uniones Remachadas*:

*Unión*: También denominado acoplamiento, corresponde a la operación de juntar entre sí dos piezas. Se clasifican en fijas o desmontables

*Uniones fijas*. Cuando se realiza una unión fija, no es posible desmontarla, a menos que se deforme la pieza (o piezas) que la forman.

*Remaches*: Un remache es una varilla cilíndrica pequeña, con una cabeza en un extremo, que sirve para unir varias chapas o piezas de forma permanente, al deformar el extremo opuesto al de la cabeza, por medio de presión o golpe, obteniendo en él otra cabeza. A este proceso se le llama remachado o roblonado. El remachado puede realizarse mediante una remachadora o a mano.

Los remaches y roblones, se pueden fabricar en metal, acero (de bajo contenido en carbono), o de materiales más dúctiles como el aluminio. Los roblones, por su parte, son remaches grandes de diámetro superior a 10 mm y se utilizan en general, a elevada temperatura del roblón, de manera que el material se ablanda y se puede deformar con facilidad.

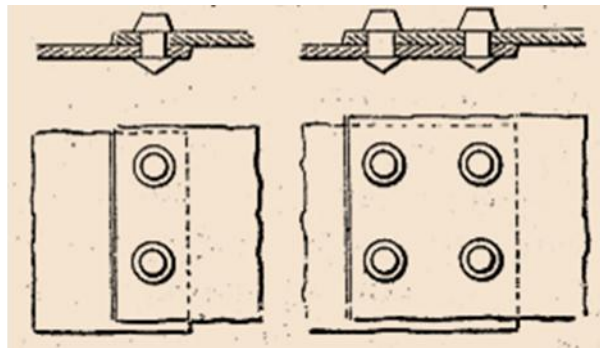


Figura 77

## 5.3 Uniones pegadas (resinas y adhesivos)

### Los contenidos asociados al concepto de Uniones Pegadas

#### ***Uniones pegadas (adhesivos y resinas)***

Se considera uniones pegadas a aquellas que pueden realizarse únicamente mediante adhesivos, o conjuntamente con otros sistemas de unión, como la soldadura y el remachado. Los materiales que se quieren unir a través del adhesivo, se denominan sustratos.

Se denomina *unión por adhesión* a la fuerza de unión en la zona de separación entre el adhesivo y el sustrato de contacto entre dos materiales. El adhesivo debe penetrar totalmente en la rugosidad superficial y mojar toda la superficie. La utilización de adhesivos permite unir materiales de distinta naturaleza permaneciendo aislados unos de otros, es cada vez más frecuente en los distintos ensamblajes y es una técnica especialmente útil cuando es necesario unir, por ejemplo, acero y aluminio, para evitar la corrosión galvánica.

Los productos adhesivos son sustancias líquidas o pastosas que se aplican entre la superficie de dos materiales, logrando una unión resistente a la separación.

En general, los adhesivos son polímeros y en consecuencia tienen una limitada resistencia mecánica y térmica, por lo que existen distintos tipos de adhesivos, que permiten realizar uniones de sustratos con diferentes geometrías, tamaños y composición; es posible unir cristales, metales, plásticos y materiales cerámicos.

***Adhesivos rígidos:*** alta resistencia frente a esfuerzos normales y de cortadura y mala resistencia frente a esfuerzos dinámicos y de impacto.

***Adhesivos tenaces:*** buena resistencia frente a esfuerzos dinámicos y de impacto.

***Adhesivos flexibles:*** baja resistencia a esfuerzos normales o de cortadura como siliconas y poliuretanos

Las uniones de resina, por otra parte, ofrecen alta resistencia mecánica para la protección física de las conexiones, y entregan un tipo de aislamiento resistente a la humedad (encima del suelo o en una aplicación enterrada), facilitando aplicaciones en empalmes de baja y media tensión, simples o con derivaciones múltiples.

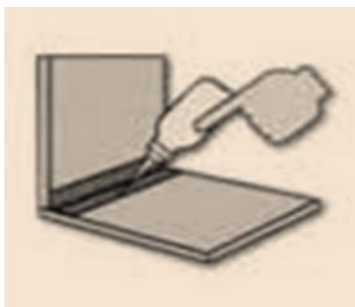


Figura 78

## 5.4 Uniones mediante soldadura

**Proceso de soldadura por arco eléctrico** – esto también se conoce como soldadura de arco metálico manual (manual metal arc welding) o MMAW. En el MMAW un alto amperaje de salida (bajo voltaje) pasa a través de un electrodo consumible revestido con fundente y la pieza de trabajo. Esto crea una resistencia eléctrica entre la punta del electrodo y la pieza de trabajo que hace que el electrodo se derrita y cree el cordón de soldadura.



Figura 79

### Antes de soldar

#### Electricidad

La electricidad es el flujo de electrones a través de un conductor a una cierta presión y velocidad. Es como el agua que pasa a través de una manguera. Algunos de los términos asociados con la electricidad se explican a continuación:

- **Conductor** – en soldadura, un conductor eléctrico es un metal por el cual la electricidad fluirá de manera fácil. El cobre es el conductor más usado.
- **Voltaje** – ésta es la unidad de presión eléctrica. El voltaje en los terminales de una máquina soldadora CA nunca es mayor a los 80 volt por motivos de seguridad. Esta presión eléctrica (o fuerza) es la responsable del flujo de corriente en un circuito de soldadura.

- **Amperaje** – ésta es la medida del flujo de electrones, o corriente, a través de un conductor eléctrico. El amperaje se mide en ampere. Un ampere es una cantidad de unidades de electricidad que pasa a través de un punto por segundo. Esto es similar a la tasa en la que el agua pasa a través de una cañería.

## 5.5 Elementos de fijación y anclaje

### Sujetadores y Fijaciones

En general, un sujetador conecta dos ítems o piezas de manera permanente mientras que una fijación une un ítem o pieza movable a una permanente. Ambos términos se usan a menudo para querer decir lo mismo.

### Fijaciones de albañilería

Diferentes tipos de tarugos de expansión de plástico se utilizan para fijar accesorios tales como bloques de montaje en muros.



Figura 80

Los anclajes de expansión para albañilería varían desde fijaciones de trabajo ligero a trabajo pesado, se utilizan a menudo en la industria eléctrica y pueden ser utilizadas en hormigón, ladrillo o piedra.

### Anclajes de manga

Los anclajes de manga de expansión están diseñados para capacidades de corte y extracción de trabajo ligero hasta pesado en todos los tipos de albañilería.



Figura 81

### Anclajes de cuña

Los anclajes de cuña también están diseñados para capacidades de corte y extracción de trabajo ligero y pesado en todos los tipos de albañilería.



Figura 82

### Anclaje químico

Los anclajes químicos son varillas roscadas que se preparan en epóxidos líquidos o resina acrílica y un activador.

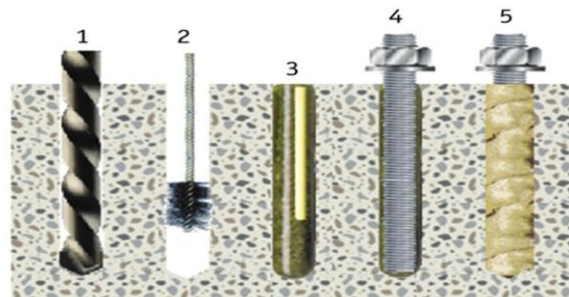


Figura 83

## Dispositivos de unión de pared de entramado

Soportes de salida para enchufes e interruptores.

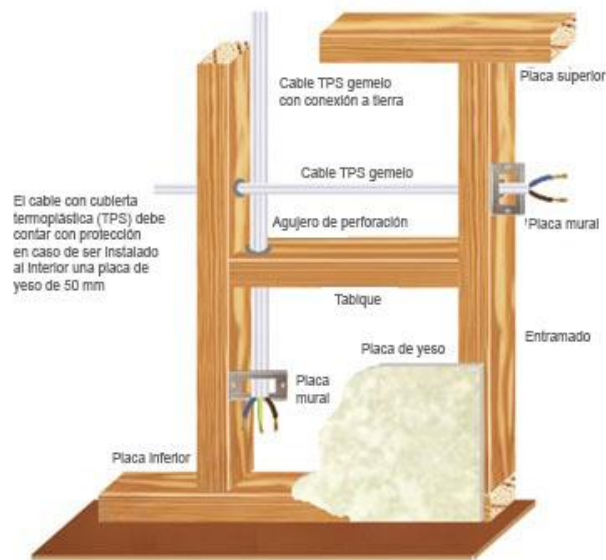


Figura 84

## Anclaje roscado para tabique

Los anclajes roscados para tabique están disponibles tanto en nylon como metal.



Figura 85

## Anclaje de plástico con alas

Los anclajes con alas para tabique tienen una resistencia de sujeción para trabajo ligero y se utilizan para aplicaciones similares como los anclajes roscados para tabique.



Figura 86

## Anclaje con mariposa

Los anclajes con mariposa se dimensionan de dos maneras: - por el diámetro de la rosca de metal y por la longitud de la rosca de metal.



Figura 87

## Sujetadores accionados explosivos

### Herramienta eléctrica para explosivos

Los sistemas de sujeción accionados por explosivos usan una herramienta eléctrica para explosivos para forzar todos los tipos de sujetadores en acero, hormigón, ladrillo y roca para sujetar Elementos y maquinaria tales como conductos, paneles eléctricos y motores eléctricos.



Figura 88

### Herramienta para fijación accionada por gas de expansión

Las tecnologías utilizan herramientas de fijación controlada electrónicamente accionadas por gas en expansión para impulsar elementos de sujeción tales como pasadores endurecidos en madera, acero y hormigón.

## Fijaciones roscadas

### Tipos de fijaciones roscadas

Hay diferentes tipos de fijaciones roscadas usadas en trabajos de instalación: - tornillos con punta de aguja o auto perforantes y roscas de metal.



Figura 89

### Tornillos usados comúnmente

- Cabeza cilíndrica redondeada
- Cabeza cónica
- Cabeza esférica
- Roscas metálicas



Figura 90

### Pernos

Los pernos proporcionan uniones aún más resistentes que tornillos o roscas metálicas. Ya que la unión es asegurada al apretar la tuerca en el perno, la carga en la mayoría de los casos se vuelve en su totalidad una fuerza de corte.



Figura 91

**Elementos de unión****Estrategias metodológicas para el instructor**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	
Formulación de preguntas.	✓

**Uniones atornilladas****Objetivos de aprendizaje**

- Reconocer e identificar los elementos de unión y sus usos.

**Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer los elementos de unión más usados, producidos y/o aplicados en la industria minera a través de un muestrario. El objetivo de la actividad es familiarizarse con estos elementos de uso común en la industria de la minería y en el oficio de mantenedor mecánico.

**Materiales y recursos**

Se sugiere que la institución de formación encargada del curso adquiera los materiales y elementos mencionados y prepare los muestrarios para la realización de la actividad. Estos artículos se consiguen en ferreterías, grandes tiendas de la construcción, talleres mecánicos o de soldadura y con proveedores especializados. De no tener muestrarios con los elementos solicitados, se podrán

usar las fotografías contenidas en el material didáctico como imágenes referenciales.

- Tuercas.
- Hexagonales DIN-934.
- Hexagonales autoblocantes.
- Cuadradas.
- Plásticas.
- Tuercas mariposas.
- Contratuercas.
- Golillas.
- Presión.
- Planas.
- Pernos.
- Hexagonales.
- Cabeza cuadrada.
- Allen.
- Cabeza ranurada.
- Coche.
- Bloqueo.
- Ojo.
- Mariposa.
- Con-ojal.
- Anclaje.
- Tornillos.
- Para madera (tipo soberbio).
- Para yeso cartón.
- Hexagonales.
- Para vulcanita.
- Roscalata.
- Prisionero.
- Autoperforantes.
- Distintos tipos de espárragos.
- Remaches.
- Cabeza esférica.
- Cabeza avellanada.
- Cabeza tronco cónica.
- Perforados.
- Huecos.

- Tubular hendido.
- Entallados.

## Desarrollo

El instructor deberá dividir al curso en grupos de acuerdo al número de muestrarios que tenga y tendrá que fotocopiar las fichas con los nombres de los elementos de unión tantas veces como grupo haya formado.

Los materiales del muestrario deberán estar sin nombres con la finalidad de aprender a reconocerlos mediante la observación de sus características. A falta de muestrarios se podrá usar las fotografías del material didáctico como imágenes referenciales.

El instructor deberá recortar las fichas con los nombres de los elementos de unión. Luego deberá entregar las fichas a los grupos y pedirles que identifiquen los elementos de unión de acuerdo a su nombre. Se sugiere que para hacer la actividad más rápida y entretenida se mida el tiempo de que grupo se demora menos en reconocer los elementos y sus nombres.

Se podrá solicitar a los participantes que junto con reconocer los elementos, nombren sus usos de acuerdo a los contenidos estudiados.

Elementos de Unión	¿Qué es?
	Tuercas Hexagonales DIN-934
	Tuercas Hexagonales autoblocantes
	Tuercas Cuadradas

	Tuercas Plásticas
	Tuercas mariposas
	Contratuercas
	Golilla de Presión
	Golilla Planas
	Pernos Hexagonales
	Pernos Cabeza cuadrada
	Pernos Allen

	Pernos Cabeza ranurada
	Pernos Coche
	Pernos Bloqueo
	Pernos Ojo
	Pernos Mariposa
	Pernos Con-ojal
	Pernos Anclaje

	<p>Tornillos para madera (tipo soberbio)</p>
	<p>Tornillos para yeso cartón</p>
	<p>Tornillos hexagonales</p>
	<p>Tornillos para vulcanita</p>
	<p>Tornillos roscalata</p>
	<p>Tornillos prisionero</p>
	<p>Tornillos Autoperforantes</p>

	Espárragos
	Remache cabeza esférica (redonda)
	Remache cabeza avellanada
	Remaches huecos
	Remaches tubular hendido

## **Uniones pegadas y soldadas**

### **Objetivos de aprendizaje**

- Conocer principales adhesivos y su aplicación.

### **Descripción de la actividad**

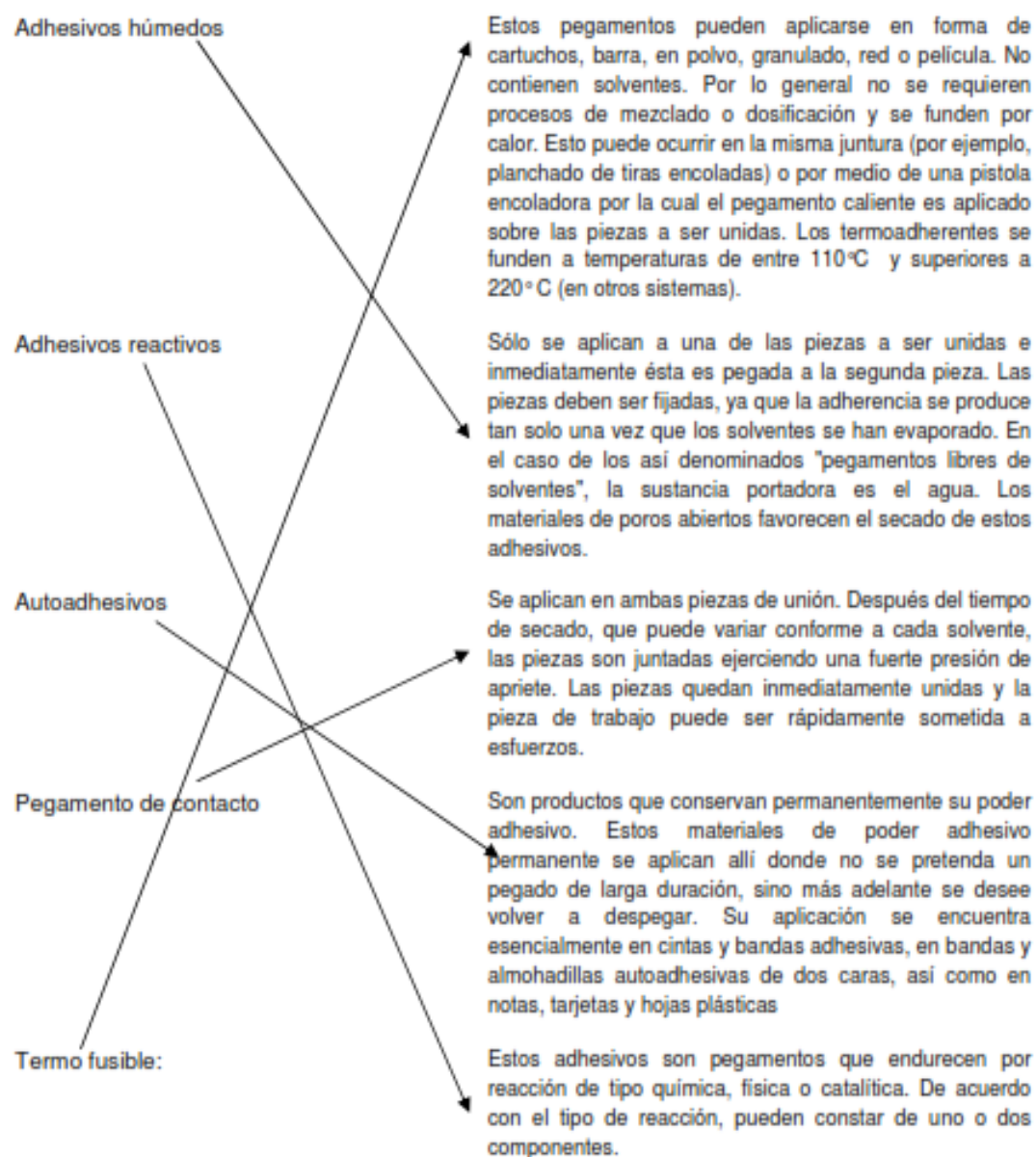
Los participantes aprenderán a reconocer los principales adhesivos y su aplicación a través de muestrarios con estos materiales.

### **Materiales y recursos**

- Adhesivos húmedos.
- Adhesivos reactivos.
- Autoadhesivos.
- Pegamento de contacto.
- Trozos de cañerías termofusionadas.

## Desarrollo

El instructor trabajará con muestrarios, y realizar la actividad de acuerdo a los objetivos de aprendizaje, donde se sugiere que los participantes aprendan a reconocer los principales adhesivos. Se sugiere que además se realice la siguiente actividad de apoyo, donde los participantes deberán relacionar el tipo de adhesivo con su uso. El participante deberá relacionar con flechas haciendo coincidir el adhesivo con su correcta definición y uso:



## **Uniones mediante soldadura**

### **Objetivos de aprendizaje**

- Reconocer uniones mediante soldadura.

### **Descripción de la actividad**

El instructor trabajará con muestrarios de uniones soldadas y los participantes aprenderán a reconocer los diferentes tipos de soldadura. Como actividad complementaria se sugiere una actividad con el apoyo de material audiovisual. Esta ofrece información relevante sobre nociones básicas de uniones mediante soldadura por arco eléctrico. El instructor podrá generar una conversación con los participantes a partir de preguntas seleccionadas para guiar la observación del material audiovisual.

### **Materiales y recursos**

- Soldadura blanda (estaño).
- Por arco eléctrico (diferentes tipos de unión).
- Un computador con conexión a Internet.
- Data show y parlantes de sonido.

### **Recurso audiovisual:**

#### **Cordones de soldadura**

<http://www.youtube.com/watch?v=bQES0Je0PAo>

### **Desarrollo**

El instructor invitará a los participantes a observar con atención el siguiente video y generará condiciones para clarificar y profundizar en los temas relativos a uniones soldadas. También podrá escribir en la pizarra u otro soporte lo relevante y dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo principal del tema durante el cierre de la actividad.

## “Cordones de soldadura”



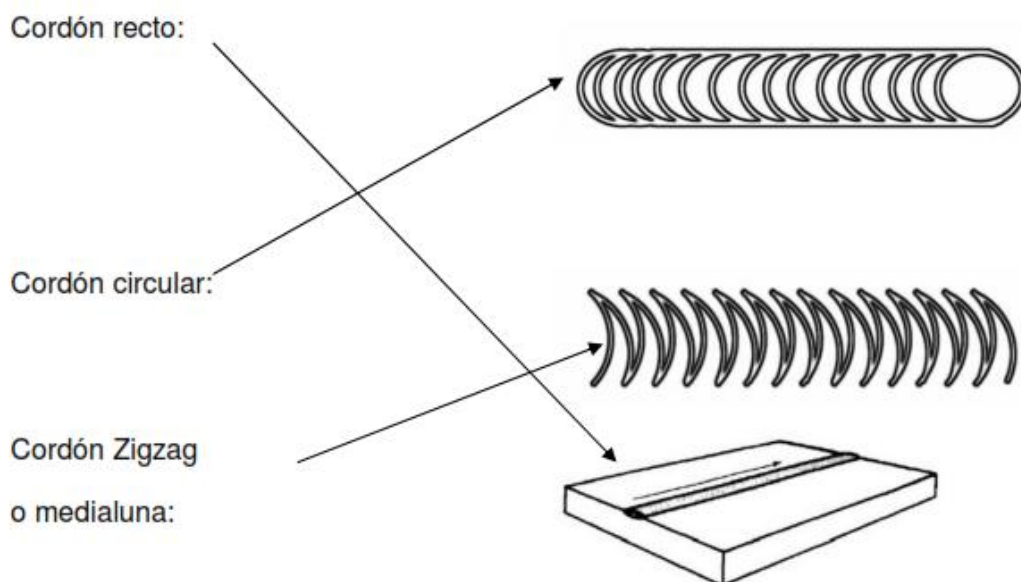
**¿Cuántos tipos de cordones se mencionan en el video?**

Se mencionan 3, el cordón circular, medialuna y recto.

**¿Qué elementos de seguridad son necesarios para trabajar sin riesgo?**

Máscara de soldador, overol y guantes de cuero

**El instructor indicará a los participantes que relacionen con flechas la imagen con el nombre correcto:**



## Cierre

Pueden usarse remaches para formar las juntas y conexiones entre las partes de una estructura. Aunque **la soldadura** ha reemplazado a los remaches casi por completo, los remaches se siguen empleando para ciertos tipos de juntas.

Las uniones remachadas constituyen, junto con la soldadura, una forma de unión permanente de las piezas.

Es importante saber diferenciar entre un perno y un tornillo. El perno necesita de una tuerca o de una pieza con hilo hembra y se puede desarmar. El tornillo es auto perforante.

## 6. Nociones de bloqueo de equipos

### 6.1 Elementos de bloqueo

#### Procedimientos de aislación y tarjetado

La aislación de la planta y el Elementos para facilitar las actividades tales como el mantenimiento, instalación, inspección, pruebas o limpieza es un evento diario normal realizado por los trabajadores de la industria minera. La aislación involucrará necesariamente el apagado de todas las fuentes de energía pertinentes y probablemente necesitará la implementación de otras protecciones. Esta aislación está enfocada para eliminar y evitar lesiones a los trabajadores y al Elementos por el arranque involuntario del Elementos. Se debe asegurar la total comprensión de los procedimientos de aislación de su lugar de trabajo y la ubicación de tarjetas y dispositivos.

Antes del inicio del trabajo en toda planta y antes del retiro de todo Elementos considerado como poco seguro, es esencial que se considere cuidadosamente cómo se debe llevar a cabo la aislación y los medios por los cuales se puede demostrar la eficacia de la aislación.

Los dispositivos de aislación son dispositivos mecánicos que evitan físicamente la transmisión o la liberación de energía.

Cual sea el medio que se Usar para realizar una aislación, es crucial que éstas sean identificadas correctamente y en las que se puedan confiar con seguridad para suministrar el grado de protección necesario.

Los botones de detención de emergencia convencional, pulsadores, cordones de detención de emergencia (transportadoras), conmutadores selectores y otros dispositivos de circuito de control similares, no son adecuados para ser usados como medios principales de aislación de suministros eléctricos. En general, los sistemas eléctricos deberían ser aislados con el uso de interruptores principales, interruptores de circuito, tomacorrientes u otros dispositivos que proporcionan un corte seguro de los conductores del suministro principal.

El proporcionar la eficacia de una aislación es importante, ya que muchas lesiones han sido provocadas por aislaciones defectuosas, tarjetado incorrecto y simplemente por apagar el aislador incorrecto. El suministrar aislación correcta se puede lograr mediante la inspección visual, abriendo válvulas de drenaje, intentos de arrancar u operar el Elementos y puede ser apoyado por la observación de

lámparas indicadoras, el uso de instrumentos de pruebas u otros medios adecuados.

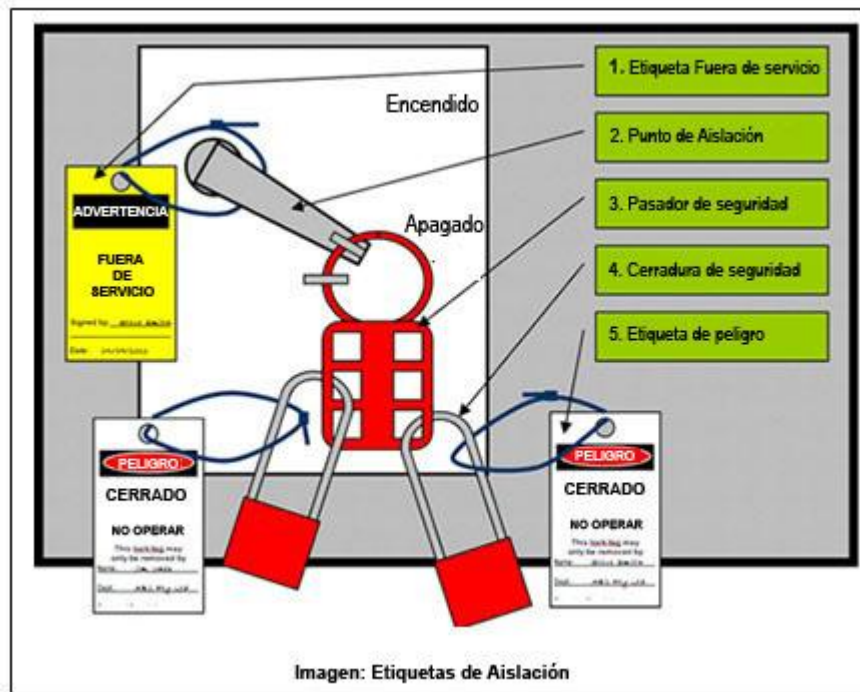


Figura 92

### Tarjetas de aislamiento

Existen dos tipos de tarjetas de aislamiento para prevención de accidentes. Éstas incluyen:

- Tarjetas de PELIGRO personal – blancas, rojas y negras.
- Tarjetas de FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para equipos – amarillas y negras.

Ambos tipos de tarjetas están disponibles comercialmente y pueden ser impresas en papel impermeable en tamaños, colores y formatos estándar. Se puede suministrar secciones “recordatorias” desprendibles para propósitos de control.

Ambas tarjetas deben mostrar de manera prominente un mensaje de NO OPERAR o NO USAR en cada lado.

## Tarjetas de PELIGRO personal

Las tarjetas de “PELIGRO” personal junto a los dispositivos de aislación significan que personas están actualmente involucradas en el trabajo en la planta y que es probable que estas personas se lesionen si los dispositivos de aislación no se mantienen en la posición segura.

Las tarjetas de PELIGRO personal deben:

- Ser colocadas a todos los dispositivos de aislación para evitar lesiones a personas que realicen algún trabajo.
- Ser colocadas sólo a los dispositivos de aislación que estén en las posiciones de apagado (off) o de seguridad (safe).
- Ser colocadas y normalmente retiradas sólo por la persona cuyo nombre está en la tarjeta.
- Tener toda la información de manera clara en la tarjeta antes de colocarla
- Mostrar un símbolo de PELIGRO reconocido en cada lado.
- Ser colocadas de manera segura en el punto de aislación en una posición prominente por cada persona antes de comenzar el trabajo.
- Ser retiradas luego de finalizar el trabajo y antes de dejar el lugar de trabajo al término del turno de trabajo.
- Ser remplazadas con tarjetas FUERA DE SERVICIO para equipos antes de retirarlas cuando el trabajo esté incompleto.
- No ser usadas en lugar de una tarjeta FUERA DE SERVICIO para equipos.

Plantas, Elementos y dispositivos de aislación que muestren una tarjeta de PELIGRO personal no deben ser usados, operados, manipulados o interferidos mientras la tarjeta esté colocada.



Figura 93

## Tarjetas FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para Elementos

Las tarjetas FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para Elementos se utilizan para indicar que un elemento de la planta o equipo no debe ser utilizado. Las tarjetas FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para Elementos deberán mostrar de manera clara las palabras FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN en cada lado.

Los detalles que se ingresan en tarjetas FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN deberán incluir una referencia del equipo, fecha, hora y más importante el nombre de la persona que colocó la tarjeta. Las tarjetas FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN deben indicar el motivo para colocar la tarjeta y pueden además identificar el grupo de trabajo o responsable de sección.



Figura 94

Las tarjetas FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para Elementos deben:

- En la ausencia de toda tarjeta de PELIGRO personal, ser colocadas en todo Elementos o planta que sean inseguras de operar.
- Normalmente ser colocadas por personas competentes y retiradas sólo por personas autorizadas.
- Ser colocadas sólo a los dispositivos de aislación que estén en las posiciones de apagado (off) o de seguridad (safe).
- Tener toda la información de manera clara en la tarjeta antes de colocarla

- Ser colocadas de manera segura en el punto de aislación en una posición prominente.
- No ser retiradas hasta que sea seguro hacerlo.
- No ser usadas en lugar de tarjetas de PELIGRO personal.

Plantas, Elementos y dispositivos de aislación que muestren una tarjeta de FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para Elementos no deben ser usados, operados, manipulados o interferidos mientras la tarjeta esté colocada.

## Dispositivos de bloqueo

### Dispositivos de bloqueo

Los dispositivos de bloqueo se utilizan para mantener un dispositivo de aislación de energía en una posición de seguridad y para evitar el arranque de maquinaria o equipos. Los dispositivos de bloqueo incluyen candados, cadenas, flanges ciegos y flanges ciegos deslizantes aperrnados. Estas diferentes trabas permiten que cualquier número de dispositivos de bloqueo sean colocados en un punto de aislación.

El uso de dispositivos de bloqueo de aislación o candados deberán ser considerados como una protección adicional que es suplementaria a una tarjeta de PELIGRO, FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN que esté “colocada”. Un dispositivo de bloqueo ¡siempre deberá ser utilizado con una tarjeta! Bajo ninguna circunstancia se usará un dispositivo de bloqueo de aislación en lugar de o como sustituto de tarjetas de PELIGRO, FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN.

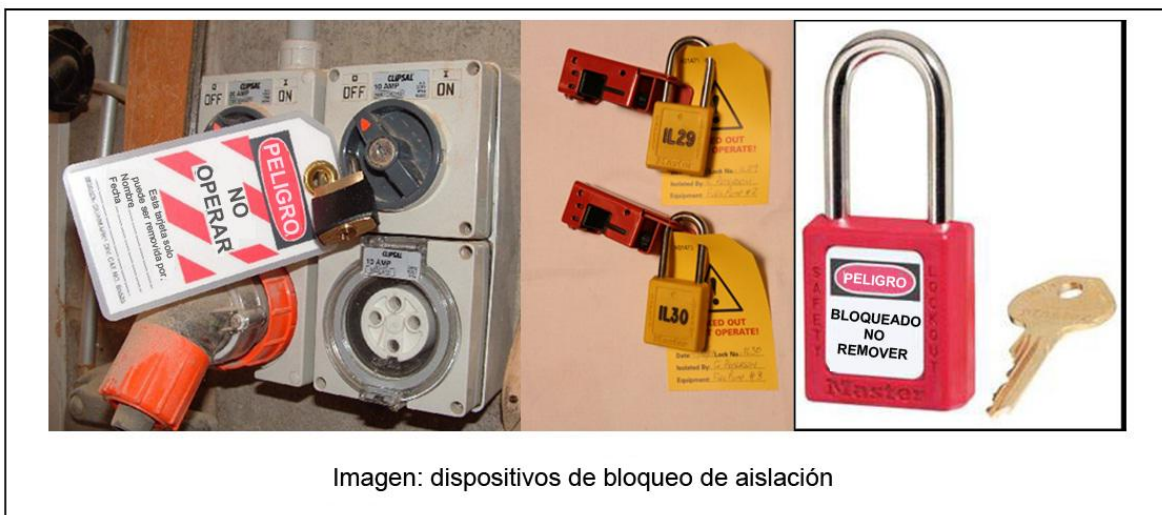


Figura 95

Los dispositivos de bloqueo o candados se usan para proteger al personal y la maquinaria / equipos en conjunto con las tarjetas. Sólo pueden ser retirados por el personal que colocó y firmó la tarjeta. El retiro sólo puede ocurrir una vez que la maquinaria / equipo sea considerado como seguro o el individuo haya completado su tarea.

### **Pinzas de bloqueo**

Las pinzas de aislación son dispositivos de aislación utilizados en conjunto con dispositivos de bloqueo cuando más de una persona esté trabajando en un equipo o máquina. Permite que cada trabajador bloquee el punto de aislación para que sólo pueda ser desbloqueado cuando todos los candados hayan sido retirados. Candados de tijeras o broches de bloqueo de seguridad son ejemplos de pinzas de aislación. En general, la pinza se coloca a través del punto de aislación y cada persona que realiza el mantenimiento o el trabajo de servicio coloca y cierra su propio candado con llave individual en la pinza. Esto asegura la protección de cada trabajador ya que la energía no se puede restaurar hasta que el trabajo haya sido terminado y todos los candados hayan sido retirados.



Figura 96

### **Procedimientos de emergencia**

En caso de una emergencia, tales como un accidente o lesión, incendio o filtración de gas, asegúrese de comprender y siga los procedimientos de emergencia del

lugar de trabajo. El comprender estos procedimientos es importante para asegurar que se aborde la emergencia de manera adecuada. Además asegura que su propia seguridad es primordial y que en el lugar de trabajo se pueda operar de manera eficiente.

Las acciones que usted puede realizar para reducir el impacto de situaciones de emergencia incluyen:

- Conocer las alarmas y sirenas de emergencia de su lugar de trabajo.
- Conocer quiénes son sus oficiales de seguridad y de primeros auxilios.
- Conocer la ubicación de los kits de primeros auxilios, extintores de incendios y mantas ignífugas.
- Saber cómo se usan los extinguidores de incendios y las mantas ignífugas y mantenerse al día con su entrenamiento de seguridad.
- Aplicar los primeros auxilios y mantenerse al día con su entrenamiento de primeros auxilios y RCP.
- Conocer la ubicación de los sistemas de comunicación de su lugar de trabajo.
- Entender las políticas y procedimientos de comunicación de su lugar de trabajo.
- Quedarse libre de áreas inseguras.
- Evacuar el lugar de manera segura y oportuna.
- Notificar a su supervisor u otro personal pertinente (oficial de primeros auxilios y de Seguridad y Salud Ocupacional) sobre toda situación de emergencia.
- Comunicarse de manera clara y precisa.
- Contactar los servicios de emergencias – ambulancia y/o policía.
- Apagar todo Elementos y maquinaria (si es posible).
- Permanecer calmado y seguro.



Figura 97: señal de procedimiento de evacuación



Figura 98: señal de ubicación de primeros auxilios

## 6.2 Formatos tipo.

A continuación se presentan algunos de los documentos utilizados en procesos de aislación y bloqueo de equipos. Es importante considerar que estos documentos se unen a otros, como el de análisis seguro de trabajo (AST), a fin de asegurar el desarrollo de las labores de mantenimiento bajo altos estándares de seguridad.

### Control de fuentes de energía peligrosas:

CONTROL DE FUENTES DE ENERGIA PELIGROSA				
PROYECTO		FECHA		
SUPERVISOR		COORDINADOR DEL CONTROL DE FUENTES DE ENERGIA		
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				
DETALLE DE AISLACIÓN				
ENERGIA PELIGROSA	VOLTS	PRESIÓN	TEMPERATURA	OTROS
METODOS DE AISLACIÓN				
DESCONEXIÓN	PANTALLA	DESCONEXIÓN DE LA LINEA	OTROS	
AISLACIÓN DIRECTA	DOBLE VALVULA Y VENTEO	OPEN FLANGE	DESCONEXIÓN DE INSTRUMENTOS	
DISPOSITIVO DE AISLAMIENTO	TRABA NO	FECHA INSTALACIÓN:	FECHA REMOCIÓN:	

CERO ENERGIA VERIFICADA POR: \_\_\_\_\_ METODO: \_\_\_\_\_

Figura 99

**Listado de trabajadores protegidos por el bloqueo de sistemas:**

[illegible]

**Figura 100**

**Nociones de bloqueo de equipos****Estrategias metodológicas para el instructor**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	
Formulación de preguntas.	✓

**Elementos de bloqueo****Objetivos de aprendizaje**

- Identificar los elementos de bloqueo y ubicar puntos estratégicos de bloqueo.

**Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer los elementos de bloqueo más comúnmente usados en la industria de la minería través de un muestrario. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estos elementos de uso común en la industria de la minería y en el oficio de mantenedor mecánico base general.

**Materiales y recursos**

Se recomienda que el Organismo Técnico de Capacitación prepare los muestrarios con los elementos mencionados. Estos artículos se consiguen con distribuidores especializados de equipos de bloqueo.

- Pinzas de bloqueo.
- Tarjetas de bloqueo.
- Dispositivos de bloqueo por cable.
- Dispositivos de bloqueo para válvulas de bola/mariposa.
- Dispositivos de bloqueo para válvulas de compuertas.
- Dispositivos para bloqueo de enchufes (cilíndricos y planos).
- Cajas de bloqueo.
- Elementos de bloqueo para interruptores eléctricos.

## **Desarrollo**





El instructor deberá dividir al curso en grupos de acuerdo al número de muestrarios que tenga y tendrá que fotocopiar las fichas con la descripción del material para cada grupo.

Los materiales del muestrario deberán estar sin nombres con la finalidad de aprender a reconocerlos mediante la observación de sus características. De no tener muestrarios con los elementos solicitados se podrán usar las fotografías contenidas en el material didáctico como imágenes referenciales.


El instructor deberá recortar las fichas con las características de los dispositivos de bloqueo y sus usos. Luego deberá entregar los sets de fichas a los grupos y pedirles que identifiquen primeramente el nombre del material así como posteriormente sus usos.

Se pueden realizar diversas combinaciones con estas fichas para que la actividad sea más entretenida para los participantes. Se puede trabajar por ejemplo solo con las fichas de los usos para tratar de descubrir a que dispositivo de bloqueo se refiere o dividir en equipos al curso y tomar el tiempo de cuál es el equipo más rápido.

Se puede solicitar a los participantes que propongan sus propias maneras de trabajar con las fichas. Lo importante de esta actividad es que los conozcan elementos de bloqueo más usados y sus principales características.

Elemento de bloqueo	¿Qué es?	¿Cuál es su uso?
	<p>Tarjetas de bloqueo de seguridad</p>	<p>Señalar y/o bloquear puntos clave de los equipos para evitar lesiones a las personas a causa del trabajo. Se utilizan mayormente durante operaciones de servicio, preparación o mantenimiento de máquinas y equipos.</p>
	<p>Candados de bloqueo (distintos tipos y colores)</p>	<p>Un candado de seguridad brinda una medida de seguridad más allá de la que ofrecen las tarjetas. Si se lo usa adecuadamente junto con un proceso de bloqueo bien planificado, el candado de seguridad ayuda a asegurar que los trabajadores no activen accidentalmente la pieza de un equipo mientras alguien esté trabajando allí.</p>
	<p>Pinzas de bloqueo</p>	<p>Mantiene el equipo sin energía e inoperante durante el mantenimiento y permite que varios candados sean utilizados para una misma fuente.</p>
	<p>Dispositivo de bloqueo por cable</p>	<p>Se utilizan para situaciones de bloqueo difíciles así como para válvulas de compuerta grande o dispositivos de medidas extra.</p>

	<p>Dispositivos de bloqueo para válvulas bola/mariposa</p>	<p>Este dispositivo de bloqueos para válvulas puede también ser usados para bloquear palancas grandes y dispositivos mecánicos difíciles de asegurar.</p>
	<p>Dispositivos de bloqueo para válvulas compuertas.</p>	<p>Este dispositivo bloquea válvulas de compuerta que regulan la energía hidráulica, neumática y química.</p>
	<p>Dispositivos para bloqueo de enchufes (cilíndricos y planos)</p>	<p>Bloquea una amplia gama de enchufes con cable para evitar que tomen corriente o se entren en contacto con fluidos corrosivos que pueden estar en los pisos.</p>
	<p>Elementos de bloqueo para interruptores eléctricos</p>	<p>Para interruptores que suelen ser sometidos a bloqueos de seguridad, que controlan el suministro eléctrico.</p>

	<p>Cajas de bloqueo</p>	<p>Asegura cada punto de bloqueo sobre una pieza de equipo con sólo un candado designado.</p> <p>Retiene las llaves de dichos puntos de bloqueo al colocarlas en la caja de bloqueo.</p> <p>Cada empleado autorizado coloca un candado personal en la caja y lo retira sólo cuando el trabajo se haya finalizado.</p>
---	-------------------------	---

### **Puntos de bloqueo**

#### **Objetivos de aprendizaje**

- Identificar una secuencia genérica de un procedimiento de bloqueo.

#### **Materiales y recursos**

- Lápiz

#### **Descripción de la actividad**

El sentido de esta actividad consiste en ordenar de manera lógica las acciones a seguir para llevar a cabo un procedimiento de bloqueo. Para practicar el concepto de “ordenamiento lógico” el instructor solicitará a los participantes que ordenen la secuencia de acciones a seguir si es que tuvieran que cambiar una rueda de un vehículo. Luego de realizado esto, los participantes deberán ordenar en secuencia lógica el procedimiento de bloqueo.

## Desarrollo

Los participantes trabajarán, en grupos, pares o individualmente. El instructor. Explicará que la actividad que realizarán consiste en ordenar secuencialmente las acciones a seguir durante el cambio de una rueda en un vehículo (de 1 a 10). Les dará sólo un par de minutos para hacerlo y comentará con los participantes los resultados. Preguntará qué ocurre cuando no se siguen los pasos correctos en una situación donde se requiere.

Luego de realizado esto, el instructor deberá ser enfático en la relevancia que tiene conocer los procedimientos de bloqueo en la industria minera e invitará a los participantes a ordenar en secuencia lógica el procedimiento de bloqueo.

### Cambiar la rueda de un vehículo

1. Inmovilizar el auto con el freno de mano.	6. Quitar la rueda.
2. Comprobar que tiene las herramientas y equipo necesarios: rueda de repuesto inflada, gata, llave para las tuercas.	7. Poner la rueda nueva.
3. Aflojar un poco la rueda a cambiar, sin levantar el auto aún.	8. Apretar las tuercas
4. Buscar el sitio adecuado para colocar la gata y levantar el auto.	9. Bajar el auto.
5. Quitar las tuercas.	10. Apretar más las tuercas.

**Ahora el participante deberá ordenar y numerar de 1 a 8 los pasos a seguir durante un procedimiento de bloqueo:**

1. Instrucción al personal de acuerdo a procedimiento.	5. Se comienza a trabajar en el equipo o tablero ya bloqueado.
2. Reunión en el área de trabajo y confección de ATS (análisis de tarea segura).	6. Desbloquear los equipos o tableros eléctricos.
3. Solicitar permiso de bloqueo al supervisor encargado del área.	7. Retiro de bloqueos.
4. Bloquear equipos o tableros eléctricos e instalar las tarjetas de bloqueo.	8. Aseo y orden.

### **Cierre**

La función de los elementos de bloqueo es indicar que existe un protocolo y orden lógico asociado. Hay personas encargadas de cada proceso en cada etapa. El mantenedor debe tener presente todo el procedimiento sin olvidar cuál es su función y donde está ubicado dentro de este proceso- Esto responde al contexto de su trabajo.

Los participantes deben familiarizarse con los elementos de bloqueo para que cuando ellos estén realizando labores de mantenimiento pueden asegurarse de que los equipos que van a mantener estén bloqueados correctamente por su propia seguridad.

## 7. Uso de las herramientas e instrumentos asociados al desarrollo de la actividad

### Precauciones generales de seguridad

Los trabajadores que Utilizarn herramientas eléctricas y manuales y que estén expuestos a los peligros de caídas, voladuras, objetos abrasivos y salpicadura, o expuestos a polvos, humos, vapores o gases peligrosos deben estar provistos del Elementos personal particular necesario para protegerlos del peligro.

Los trabajadores y empleadores tienen una responsabilidad de trabajar juntos para establecer procedimientos de trabajo seguros. Si se encuentra una situación de peligro, deberá ser notificado a la persona adecuada inmediatamente.

Se deberá usar Elementos de protección personal adecuado debido a peligros que puedan ocurrir mientras se Usarn herramientas eléctricas portátiles o manuales.

El piso se deberá mantener lo más limpio y seco posible para evitar caídas accidentales con o cerca de herramientas manuales peligrosas.

### Herramientas Manuales

Una herramienta manual es un dispositivo para realizar un trabajo en particular que no necesita motor, pero que recibe su energía sólo por la persona que lo utiliza.

Los ejemplos son casi interminables, desde herramientas generales como martillos a herramientas específicas como el pie de metro.

Virtualmente cada tipo de herramienta puede ser una herramienta manual, aunque muchas han sido adoptadas como herramientas eléctricas, que reciben su potencia motriz de motores en vez de las personas. Existe un amplio rango de herramientas eléctricas y manuales usadas en la Industria de la Edificación y Construcción, desarrolladas durante cientos de años de uso.

### Variedades de herramientas

Un **dispositivo** a menudo tipifica una herramienta recientemente inventada o de propósito específico.

Un **implemento** tiende a ser una herramienta pequeña y relativamente simple.

Un **instrumento** puede ser una herramienta concreta o abstracta, particularmente una que es refinada.

Un **utensilio** a menudo aparece como una herramienta en un contexto como de cocina o comedor.

Una **máquina** puede funcionar como un sistema ordenado de herramientas o como una superherramienta.

### Funciones de las herramientas

Muchas herramientas o grupos de herramientas sirven para desempeñar una o más de un conjunto de operaciones básicas, tales como:

- **Cortar** (cuchillo, rozón, hoz).
- **Concentrar fuerza** (martillo, mazo, destornillador, pala, implementos para escritura).
- **Guías** (escuadra, regla).
- **protección** (EPP, porta herramientas).
- **afirmar y sostener** (alicates, guantes, llave, sargentos o gatos de presión).

### Herramientas manuales

Las herramientas manuales se utilizan como extensiones del cuerpo humano para manipular materiales. Toda herramienta eléctrica o manual que amplifique el esfuerzo humano puede ser encontrada en una de las tres clases de palanca.

Las palancas usan el principio de Ventaja Mecánica que es el factor por el cual una máquina multiplica la fuerza puesta en ella.

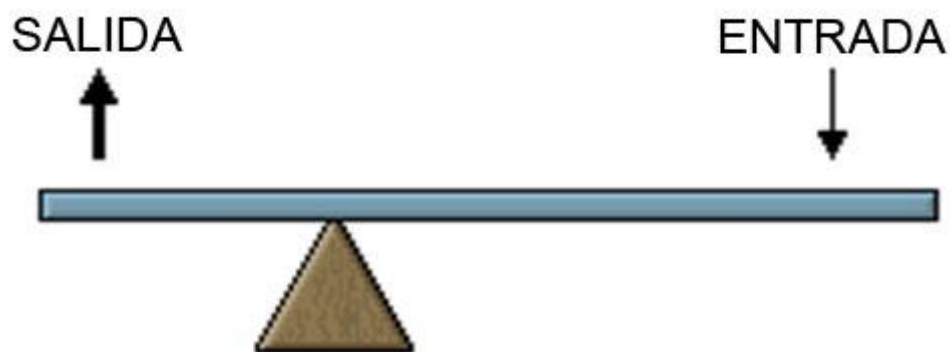


Figura 101

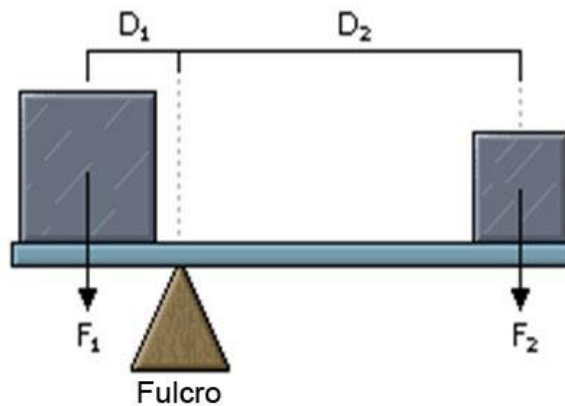


Figura 102

Los mayores peligros presentados por herramientas manuales son el resultado del mal uso o mantenimiento inadecuado.

### Uso inadecuado de herramientas manuales

Los mayores peligros de las herramientas manuales son el resultado del mal uso y un mantenimiento inadecuado.

Algunos ejemplos:

- Usar un destornillador como un cincel puede causar que la punta del destornillador se quiebre y vuele, golpeando al usuario u otro empleado.
- Si un mango de madera en una herramienta como la de un martillo o un hacha se suelta, astilla, o resquebra, la cabeza de la herramienta puede salir disparada y golpear al usuario u otro trabajador.
- Una llave inglesa no debe ser usada si sus mordazas están deformadas, porque podría deslizarse.
- Las herramientas de impacto como los cincos, cuñas, o punzones no son seguras si tienen cabezas deformadas. Las cabezas pueden destrozarse con el impacto, enviando por los aires fragmentos filosos.
- El empleador es responsable de la condición segura de herramientas y el Elemento usado por los trabajadores pero los trabajadores tienen la responsabilidad de usar y mantener de manera adecuada las herramientas.
- Los empleadores deberán advertir a los trabajadores que las hojas de sierras, cuchillos u otras herramientas sean retiradas de áreas de pasillos y de otros trabajadores que trabajen en las cercanías.
- Los cuchillos y tijeras deben tener filo. Las herramientas sin filo pueden ser más peligrosas que las que sí lo tienen.

## Reglas básicas de seguridad de herramientas manuales

Alrededor de sustancias inflamables, las chispas producidas por herramientas manuales de hierro y acero pueden ser una fuente de ignición peligrosa.

Donde exista este peligro, se debe suministrar herramientas anti chispas fabricadas de latón, plástico, aluminio o madera para mayor seguridad

## Protección contra peligros de las herramientas manuales

Los peligros asociados con el uso de herramientas manuales están normalmente asociados con la acción de la herramienta misma, por ejemplo las herramientas que están diseñadas para cortar, girar y doblar materiales duros también pueden causar daño fácilmente al operario si son usadas de manera inadecuada.

Otros peligros como fragmentos en el aire y polvo son causados indirectamente con el uso de la herramienta – también se deben tomar en cuenta estos peligros.

## Elementos de protección personal (EPP)

La ropa de protección es una vestimenta diseñada para proteger tanto el cuerpo como la ropa de quien la usa en contra de peligros como el calor, químicos e infección. La vestimenta de protección especial también puede proteger el ambiente de trabajo de ser contaminado por el trabajador.

La ropa de protección y otros equipos de protección son a menudo llamados como Elementos de Protección Personal o EPP, un término que incluye formas de Elementos de protección que no son prendas de vestir en estricto rigor (por ejemplo, protecciones oculares y auditivas). El EPP deberá ser usado siempre donde sea que haya riesgo de lesiones. Los elementos que incluyen los EPP incluyen:

### EPP incluye:

- **Zapatos de seguridad:** protección contra lesiones de aplastamiento y corte para los pies y tobillos. Las botas proporcionan un agarre seguro en condiciones de suelo resbaladizo y apoyo para sus tobillos en superficies desniveladas.
- **Tapones para los oídos y orejeras:** estos elementos de EPP deben ser utilizados donde exista peligro de ruidos fuertes.

- **Mascarillas contra el polvo y respiradores:** deben ser utilizados en condiciones de polvo o donde humos insalubres puedan causar irritación.
- **Guantes:** protegen las manos de la abrasión y daños químicos. Los guantes además ayudan a mantener sus manos tibias en condiciones de trabajo frías.
- **Casco:** es un elemento esencial que debe ser utilizado cada vez que exista la probabilidad de que algo caiga o sea lanzado sobre su cabeza.
- **Overoles:** mantienen la ropa de trabajo limpia y además le brindan a su piel una protección extra contra la abrasión y el contacto con químicos
- **Gafas de seguridad y antiparras:** es el Elementos esencial para cada situación de taller. Las gafas pueden ser polarizadas para uso en exteriores.
- **Delantal:** protege del agua, químicos y abrasión
- **Chalecos reflectantes:** permite que los operarios de la planta eviten colisionar con usted
- **Ropa de protección contra UV:** sombrero de ala ancha; bloqueador solar; crema barrera protectora: protegen su piel.

## ¿Cuáles son las Herramientas Antichispas?

Las herramientas "sin chispas", "antichispas" o "a prueba de chispas" son los nombres dados a las herramientas hechas de metales como latón, bronce, metal Monel (aleación de cobre y níquel), aleaciones de cobre y aluminio, aleaciones de cobre y berilio y titanio.

Los metales "sin chispa" preferidos tienen menos resistencia a la tracción que los aceros que son utilizados normalmente para fabricar herramientas. Una resistencia a la tracción más baja significa que el metal tiene menos resistencia a partirse en dos cuando se estira bajo condiciones de prueba.

Además significa que estas herramientas son más blandas, se desgastan más fácilmente que las herramientas de acero ordinarias, y deben ser rectificadas más frecuentemente.



Figura 103

## Herramientas eléctricas

Ofrecen más potencia, adaptabilidad y seguridad que antes.

Con un potenciado desempeño de estas herramientas, es necesario tomar con mayor responsabilidad los temas de seguridad, especialmente con las herramientas eléctricas.



Figura 104

Los profesionales de la gestión de mantenimientos y técnicos responsables de especificar y usar estas herramientas tienen la responsabilidad de revisar las características de seguridad de la herramienta, luego asegurar que se sigan las precauciones de seguridad del fabricante y el sentido común en todo momento.

Deben ser probadas y tarjetadas de manera periódica y además se deberá mantener registros para referencias futuras.

Todos los peligros involucrados en el uso de herramientas eléctricas se pueden evitar si se siguen cinco reglas básicas de seguridad:

- Mantenga todas las herramientas en buenas condiciones y con mantenimiento en forma regular.
- Usar la herramienta adecuada para el trabajo.
- Examine cada herramienta para encontrar daños antes de usarla.
- Opérelas de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- Proporcione y Usar el Elementos de protección adecuado.



Figura 105

## Pautas Generales de Seguridad para Herramientas Eléctricas

La siguiente información ofrece pautas generales de seguridad para las herramientas eléctricas

Los manuales para el usuario/operario de las herramientas que entrega el fabricante, enviados con las herramientas y accesorios, se recomiendan como una fuente final para los procedimientos adecuados del uso de la herramienta específica.

## Conozca la herramienta eléctrica.

- Los trabajadores deben leer y entender el manual del usuario.
- Se debe leer y entender las tarjetas adjuntas o incluidas en el contenedor de embarque.
- Conectar a tierra todas las herramientas a menos que estén doblemente aisladas.
- Evitar los ambientes peligrosos. No usar las herramientas eléctricas en un ambiente mojado, húmedo y/o explosivo, con humos, polvo o materiales inflamables.



Figura 107

- Estar al tanto de todas las líneas eléctricas y circuitos eléctricos, cañerías de agua y otros peligros mecánicos en su área de trabajo, en particular, aquellos por debajo de la superficie de trabajo, fuera de la vista del operario y que puedan estar en contacto.

- Usar vestimentas adecuadas. No usar ropa suelta, objetos colgantes o joyas. El pelo largo debe estar tomado. No se debe usar guantes al operar

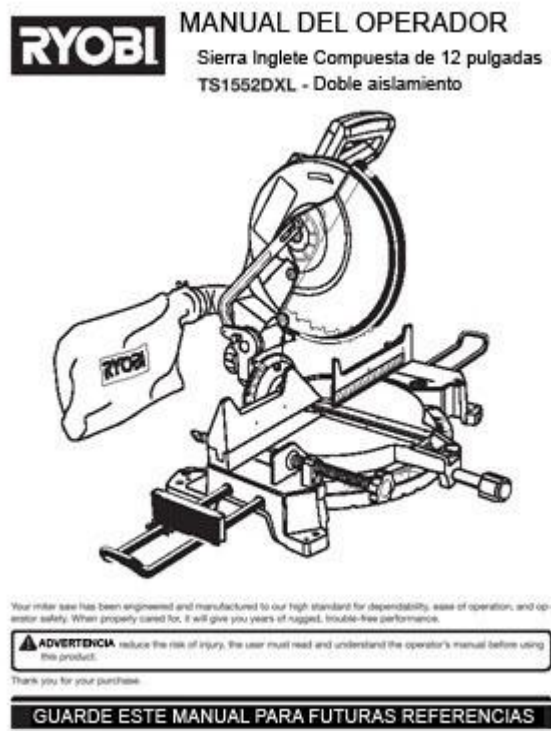


Figura 106

ciertos tipos de herramientas eléctricas. Verificar los manuales de la herramienta adecuada.

Las herramientas eléctricas pueden ser peligrosas cuando son usadas de manera inadecuada.

Hay varios tipos de herramientas eléctricas, las que están basadas en el tipo de fuente de energía que usan:

Eléctricas, neumáticas, combustible líquido, hidráulicas y accionadas por pólvora.

Los trabajadores deberán estar capacitados en el uso de todas las herramientas, no solo las herramientas eléctricas. Deberá entender los peligros potenciales así como también las precauciones de seguridad para evitar que ocurran dichos peligros.

**Las siguientes precauciones generales deberán ser observadas por los usuarios de herramientas eléctricas:**

- Nunca transportar la herramienta por el cable o manguera.
- Nunca tirar del cable o la manguera para desconectarlo del receptáculo.
- Mantener los cables y mangueras lejos del calor, aceite y bordes filosos.
- Desconectar las herramientas cuando no se les esté usando, antes de dar mantenimiento y cuando se cambien los accesorios tales como cuchillas, brocas y cortadores.
- Todos quienes observen deberán permanecer a una distancia segura lejos del área de trabajo.
- Asegurar el trabajo con abrazaderas o un tornillo de banco, liberando ambas manos para operar la herramienta.
- Evitar los arranques accidentales. Los trabajadores no deberán tener un dedo en el botón de encendido mientras transporten una herramienta conectada.
- Las herramientas deberá ser mantenidas con cuidado. Se deben mantener afiladas y limpias para un mejor desempeño. Siga las instrucciones del manual del usuario para la lubricación y cambio de accesorios.
- Asegurarse de estar bien parado y mantener un buen balance.
- Se deberá usar la vestimenta adecuada. La ropa suelta, corbatas o joyas pueden quedar atrapadas en las piezas con movimiento.
- Todas las herramientas eléctricas portátiles que se dañen deberán ser retiradas y etiquetadas con "No Usar".



Figura 108

## Precauciones Generales de Seguridad – Herramientas Eléctricas

Los trabajadores que Usan herramientas eléctricas deben estar conscientes de diferentes peligros; el más grave es la posibilidad de electrocución.

Entre los principales peligros de las herramientas eléctricas están las quemaduras y golpes de corriente leves que pueden llevar a lesiones o incluso a fallas cardíacas.

Bajo ciertas condiciones, incluso una cantidad pequeña de corriente puede dar como resultado la fibrilación del corazón y la eventual muerte.

Un golpe puede causar que el usuario se caiga de una escalera u otra superficie de trabajo en altura.

Las herramientas eléctricas deben contar con un cable de tres conductores con tierra y debe estar conectadas a tierra, tener doble aislación o recibir energía de un transformador de aislación de bajo voltaje.

La aislación doble es más conveniente. El usuario y la herramienta están protegidos de dos formas: por aislación normal de los cables dentro de éste y por una carcasa que no conduce la electricidad al operario en el caso de una avería.

Estas prácticas generales deberán ser seguidas cuando se Usan herramientas eléctricas:

- Las herramientas eléctricas deberán ser operadas con sus limitaciones de diseño.
- Los guantes, si se mantienen alejados de partes rotatorias, y el calzado de seguridad son recomendados durante el uso de herramientas eléctricas.
- Cuando no estén en uso, las herramientas deberán ser almacenadas en un lugar seco.
- Las herramientas eléctricas no deberán ser utilizadas en lugares húmedos o mojados.
- Las áreas de trabajo deberán estar bien iluminadas.



**Figura 109**

## **7.1 Herramientas manuales de corte y desbaste de metal**

### **Sierras para metales**

Una **sierra para metales** sirve para cortar metales. Las sierras pequeñas con mango constan de un marco metálico que se ajusta alrededor de una hoja rígida delgada que tiene muchos dientes pequeños a lo largo.

Los dientes deben ser colocados para que estén en dirección opuesta al mango (cortan en el empuje, y limpian toda limadura o polvo en la retirada).

La hoja normalmente es bastante quebradiza, por lo tanto se debe tener cuidado para evitar que la hoja se rompa.

Las hojas pueden tener 18, 24 y 32 dientes.



Figura 110

Una **sierra de metal para paneles** elimina el marco para que la sierra pueda cortar paneles de láminas de metal sin que el corte se vea limitado por el marco. Una sierra de metal Junior son variaciones pequeñas, mientras que las sierras de metal mecánicas grandes se utilizan para cortar piezas de trabajo de metal por volumen.



Figura 111

## Sierra circulares portátiles

Entre los profesionales, la sierra circular es probablemente la sierra eléctrica más comúnmente usada y quizás la más abusada comúnmente.

La familiaridad no debería cultivar el descuido.

Lo siguiente son reglas de seguridad específicas cuando se Utilizar alguna sierra circular portátil.



Figura 112

## Precauciones de seguridad sobre sierras circulares portátiles

Siempre usar antiparras de seguridad o gafas de seguridad con protecciones laterales que cumplan con los estándares nacionales actuales y una protección completa para la cara cuando sea necesario. Usar mascarillas anti polvo en condiciones de trabajo con mucho polvo. Usar las protecciones auditivas durante periodos de operación largos.

No Usar ropa suelta, joyas u objetos colgantes, incluyendo el pelo largo, que pueda quedar atrapado en piezas o accesorios rotatorios.

No Usar sierras circulares que sean muy pesadas para usted y que no pueda controlar.

Asegurarse que los activadores funcionen de manera adecuada. Deberán encender la herramienta y volver a su posición de apagado luego de soltarlas.

Usar hojas filosas. Las hojas sin filo causan fijación, detención y posibles golpes. Además gastan energía y reducen la vida útil del motor y del accionador.

Usar la hoja correcta para la aplicación. Verificar esto de manera cuidadosa. ¿Tiene el agujero para el eje de la forma y el tamaño adecuado? ¿Está la velocidad marcada en la hoja al menos tan alta como la RPM sin carga de la placa identificadora de la sierra?

¿Funciona la protección de la hoja? Verificar que la operación adecuada antes de cada corte. Verificar a menudo para asegurar que las protecciones vuelvan a su posición normal de manera rápida. Si una protección parece lenta en volver o se queda atascada, se debe reparar y ajustar de inmediato. Nunca retirar la protección para dejar expuesta la hoja, por ejemplo, al amarrarla o sacándola.



Figura 113

Antes de arrancar una sierra circular, se debe asegurar que el cable de energía y el cable extensor estén fuera del alcance de la hoja y que sean lo suficientemente largos para completar el corte de manera libre. Siempre se debe estar atento a la posición del cable. Un tirón repentino del cable puede causar la pérdida de control de la hoja y causar un accidente grave.

Para un máximo de control, sostener la sierra de manera firme con ambas manos luego de asegurar la pieza de trabajo. Usar abrazaderas. Verificar las abrazaderas de manera frecuente para saber que siguen aseguradas.

Evitar cortar piezas pequeñas que no puedan ser aseguradas correctamente y el material sobre el cual la base de la sierra no se pueda apoyar adecuadamente.

Cuando se arranque la sierra, permitir que la sierra alcance la velocidad total antes de entrar en contacto con la pieza de trabajo.

Cuando se haga un corte en particular o si la energía se interrumpe, soltar el accionador inmediatamente y no retirar la sierra hasta que la hoja se haya detenido completamente.

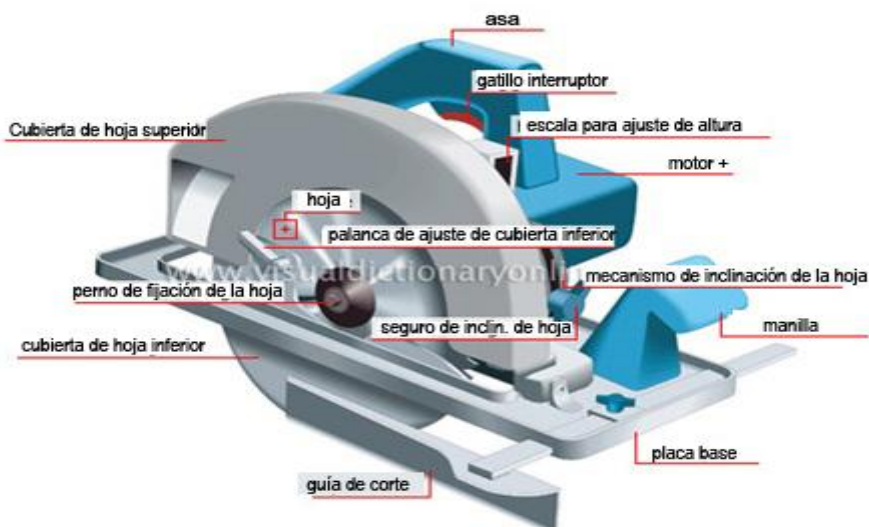


Figura 114

## Cinceles

- Un cincel es una herramienta que sirve para tallar y cortar un material duro como la madera, piedra o metal.
- El cincel consta de un extremo afilado (llamado hoja) unido a un mango recto.
- Los cinceles se fabrican típicamente de acero templado o endurecido y el mango y hoja de algunos tipos de cinceles se fabrican en una sola pieza.
- Al usarlos, un trabajador fuerza el cincel dentro del material para cortarlo. La fuerza puede ser aplicada de manera manual o en algunos casos con el uso de un martillo o mazo.



Figura 115



Figura 116

## Limas

Existen diferentes tipos de limas. Pueden ser planas, semi redondas, triangulares, cuadradas, redondas y afiladas

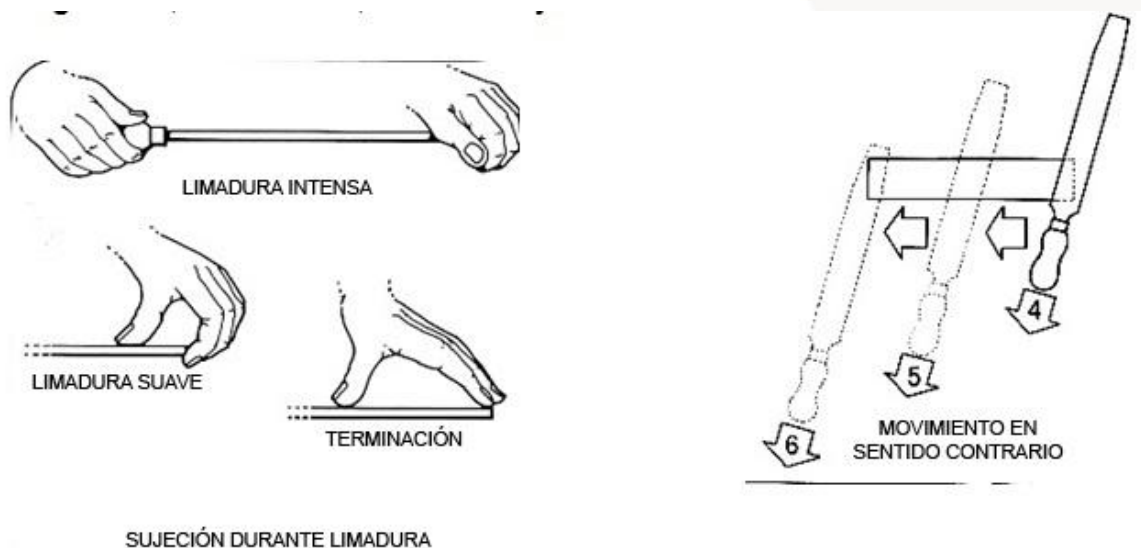


Figura 117

## Alicates

Los alicates son herramientas manuales, principalmente para el agarre y corte que usan apalancamiento y numerosas configuraciones de mordazas diferentes para afirmar, girar, tirar y cortar o prensar una variedad de cosas. Son una herramienta común para muchas ocupaciones o especialidades diestras.

Los diseños básicos han cambiado poco desde sus orígenes, con un par de mangos, el pivote (a menudo formado por un remache), y la sección de la cabeza con las mordazas de agarre o bordes de corte que forman estos tres elementos. A diferencia de las tijeras o cizallas, las mordazas de los alicates siempre se juntan en un punto.

En términos técnicos, los alicates son instrumentos que convierten un agarre con energía, el doblado de los dedos en la palma de las manos, en un agarre de precisión, que como el nombre lo sugiere dirige el poder del agarre de la mano de manera precisa. Los mangos largos en relación con la cabeza corta del alicate actúan como palancas concentrando y, en efecto, amplificando la fuerza en el agarre de la mano sobre una pieza de trabajo.



Figura 118

### Alicates de corte

Las pinzas de pico de loro: los agujeros pre-perforados en baldosas pueden ser agrandados y los bordes formados por recorte por punzonado.

Alicates para romper baldosas: para cortar baldosas a una línea marcada con el uso de una mordaza movable de auto alineación, que está cubierta por caucho para proteger la baldosa.



Figura 119

### Alicates de agarre

Alicates de combinación:

Los alicates de combinación, son los alicates que pueden hacer (casi) de todo. En una sola herramienta, se combinan las funciones básicas más importantes de los alicates: agarre y corte.



Figura 120

Los **bordes de corte** son adecuados para cortar alambres, clavos y cables más pequeños y similares;

Las **pinzas de agarre** dentadas ("planas") sostienen piezas planas y herramientas pequeñas de manera firme y el llamado **agujero dentado** (el calado elíptico dentado) es ideal para agarrar (y además girar) piezas redondas en particular.

- Pinzas de soldadura: para afirmar y abrazar material redondo, de sección y plano.
- Alicates de punta.
- Alicates regulables (alicates de sujeción).
- Alicates de bombas de agua.
- Pinzas pelicano ajustables múltiples.

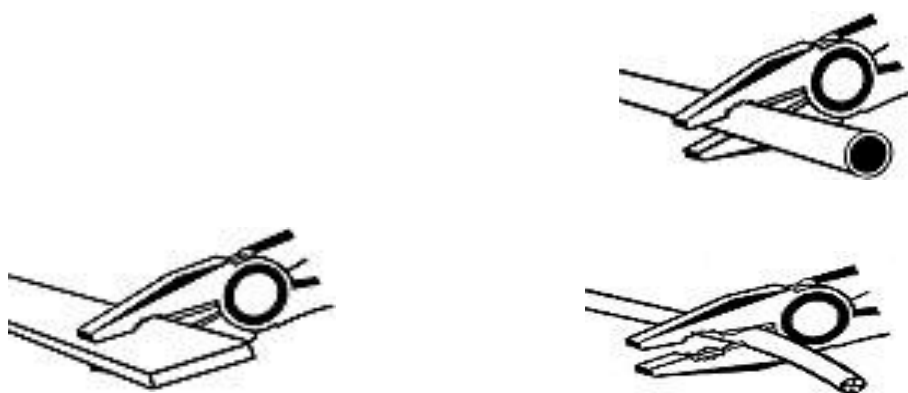


Figura 121

### Alicate de presión

Alicate de presión para cortar cables, pelar cables y engarzar terminales aislados o sin aislación, conectores y conectores tipo enchufe macho.



Figura 122

## Cortantes

**Cortantes para usar en hormigón** se usan para doblar y cortar alambres de amarre, sujetar barras y mallas de refuerzo de acero.

El acero es amarrado para que no se mueva durante el vertido de hormigón.

## Tijeras

Usadas para cortar láminas de metal. Llamadas comúnmente “tijeras corta lata”.

Al igual que las tijeras, las cizallas combinan mordazas ligeramente desplazadas para cortar el material mediante el cizallamiento físico, y combina esto con palancas para aplicar una fuerza de corte considerable, sin embargo, estas tijeras son ideadas normalmente para cortar material más pesado que las tijeras comunes.



Figura 123

## 7.2 Herramientas de perforación manuales

### Taladros portátiles

Disponibles en una variedad de tipos y capacidades, los taladros eléctricos portátiles son sin duda las herramientas eléctricas más usadas.

Debido a su utilidad y aplicación a una amplia gama de trabajos, los taladros a menudo reciben un uso recurrente.



Figura 124

Por este motivo, se deberá revisar con cuidado las limitaciones de capacidad de su taladro y recomendaciones de accesorios.

## Precauciones de seguridad del taladro portátil



Figura 125

- Verificar cuidadosamente las conexiones sueltas del cable de energía y deshilachado o daño del cable.
- Reemplace la herramienta dañada y los cables de extensión inmediatamente.
- Asegurar que el mandril esté firmemente asegurado en el eje. Esto es especialmente importante en taladros del tipo reversible.
- Apretar la broca de manera segura según se indica en el manual del usuario/operario. Se debe retirar la llave del mandril antes de accionar el taladro. Una llave lanzada por los aires puede ser un proyectil que causar lesión.



Figura 126

- Verificar los mangos auxiliares, si son parte de la herramienta. Asegurar que estén instalados correctamente. Siempre utilizar el mango auxiliar del taladro cuando se suministre. Esto le da más control del taladro, especialmente si ocurren condiciones de detención. Sostenga el taladro de manera firme por las superficies aisladas.
- Siempre afirme o sostenga la herramienta de manera segura. Se debe afirmar sobre objetos estáticos para el máximo control. Si se perfora en una dirección en sentido de las agujas de un reloj, hacia adelante, afirmar el taladro para evitar que se mueva en la dirección contraria.
- No forzar un taladro. Aplicar la presión necesaria para mantener la broca en un corte suave. Si el taladro se torna lento, liberar la presión. El forzar el taladro puede causar que el motor se sobre caliente, que se dañe la broca y que el control del operario se reduzca.

## Brocas

Las brocas helicoidales se utilizan en el proceso de perforación para formar agujeros redondos en materiales sólidos. A medida que la broca en rotación ejerce presión en el material, la broca penetra y corta el material. La tasa en la que se presiona el taladro en el material se llama “velocidad de avance”

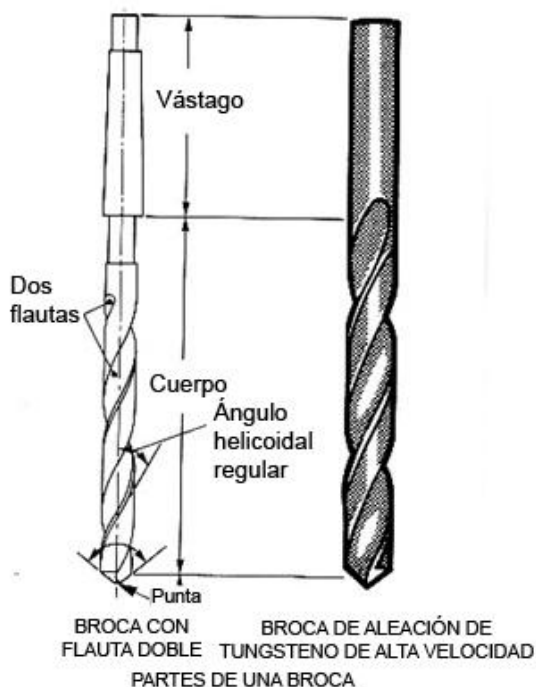


Figura 127

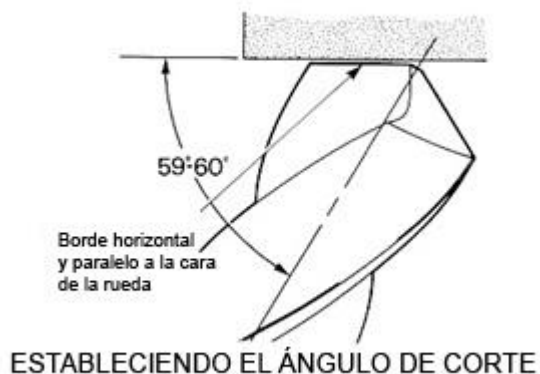


Figura 128

## Macho de roscar

El macho de roscar se usa para realizar roscas internas en el metal. Están hechas de acero rápido o al carbono el que está templado y endurecido. Como los machos deben ejercer torque mientras cortan la rosca, a veces se quiebran cuando se usa mucha presión.

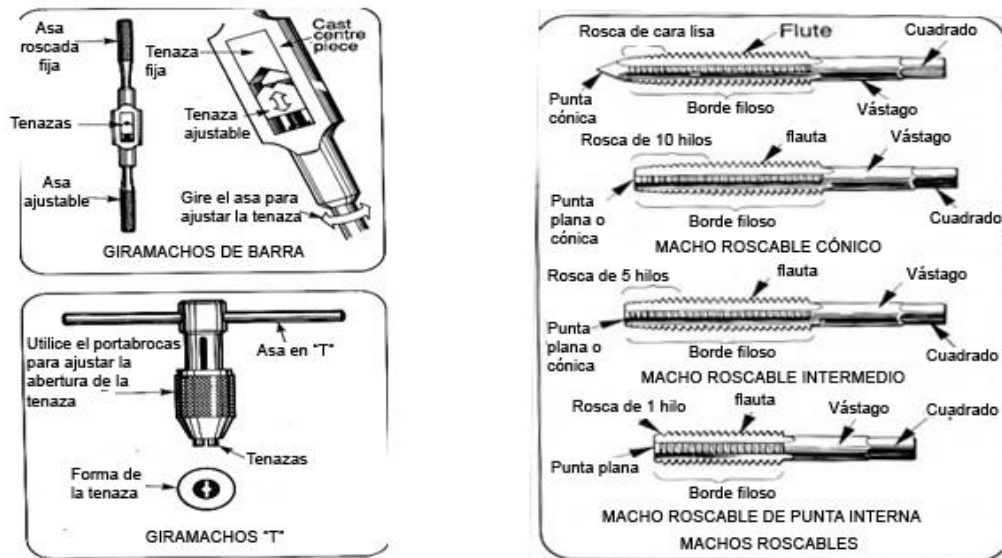


Figura 129

El agujero donde se utiliza el macho se calcula al restar el tamaño del paso del taladro de su tamaño de diámetro. Muchas tablas están disponibles con esta información.

## Piqueta



Figura 130

**Piqueta:** es una herramienta agrícola similar a una picota minera. Se distingue por su cabeza que termina en una hoja más ancha en vez de una punta delgada, lo que la hace particularmente adecuada para romper terreno moderadamente duro.

Este extremo aplanado fue en realidad una azuela que también se pudo usar como un azadón. Si el reverso tiene un extremo puntiagudo la herramienta se denomina piqueta y si en vez de eso tuviera un extremo partido como hacha, es llamada picota de corte. Las cabezas de las piquetas varían de 3 a 7 libras de peso, y normalmente están montadas en un eje de 3 a 4 pies. El eje es a menudo más pesado que la cabeza, a veces con el doble de la masa y densidad de un bate de baseball.

**Picota (de piedra):** usada para trabajar superficies de piedra. La picota de piedra tiene puntas reemplazables.

**Uso de las herramientas e instrumentos asociados al desarrollo de la actividad****Estrategias metodológicas para el instructor:**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	✓
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

**Herramientas comunes de la especialidad****Objetivos de aprendizaje**

- Conocer las herramientas y elementos básicos utilizados por un mantenedor mecánico base general.

**Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer, a través de un muestrario, las herramientas e instrumentos más utilizados por el mantenedor mecánico base general. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estas herramientas de uso común en la industria de la minería.

**Desarrollo**

El instructor deberá dividir al curso en grupos de acuerdo al número de muestrarios que tenga y tendrá que fotocopiar las fichas con el nombre de la herramienta, para cada grupo.

Los materiales del muestrario deberán estar sin nombres con la finalidad de aprender a reconocerlos mediante la observación de sus características. De no tener muestrarios con los elementos solicitados se podrán usar las fotografías contenidas en el material didáctico como imágenes referenciales.

El instructor deberá recortar las fichas y luego deberá entregar los sets de fichas a los grupos y pedirles que identifiquen el nombre de la herramienta.

El instructor deberá además explicar los usos de cada una de las herramientas.



Se pueden realizar diversas combinaciones con estas fichas para que la actividad sea más entretenida para los participantes. Por ejemplo, se sugiere medir el tiempo que le llevará a los participantes a identificar las herramientas y felicitar a los que logren el objetivo rápida y correctamente.

Martillo	
Destornillador de cruz y paleta	
Alicate y pinzas	

<p>Juego de llaves punta corona (de 8 a 34 [mm]), las cuales deben ir en sus respectivas cajas de herramientas</p>	
<p>Juegos de dados de impacto cortos y largos (de 8 a 34 [mm]), los cuales deben ir en sus respectivas cajas de herramientas</p>	
<p>Adaptador de impacto <math>\frac{3}{4}</math> a <math>\frac{1}{2}</math>"</p>	
<p>Chicharra</p>	
<p>Llaves de torque</p>	
<p>Juego de llaves Allen (de 0,7 a 10 [mm] y de 0,028 a 3/8"), las cuales deben ir en sus respectivas cajas</p>	
<p>Llave Inglesa</p>	

Llaves Stilson	
Sierra manual	
Sierra eléctrica	
Limas	
Lijas	
Taladro eléctrico manual y brocas de distinto tamaño, para acero	

Esmeril de banco	
Esmeril angular	
Prensa de banco	
Nivel	
plomada	

Escuadra	
Compás	

## **Máquinas y herramientas principales**

### **Objetivos de aprendizajes**

- Conocer las herramientas y elementos básicos utilizados por un mantenedor mecánico base general.

### **Descripción de la actividad**

Los siguientes videos son un instrumento en el proceso de enseñanza aprendizaje, que ofrecen una manera estructurada de presentar información relevante sobre nociones básicas de máquinas y herramientas utilizadas por un mantenedor mecánico base general. El instructor podrá generar una conversación con los participantes a partir de preguntas seleccionadas para guiar la observación del material audiovisual.

### **Materiales y recursos**

- Un computador con conexión a Internet.
- Data show y parlantes de sonido.

### **Recursos audiovisuales:**

Video Taladro vertical parte 1

<http://www.youtube.com/watch?v=xzlj3Ob2aL4>

Video Taladro vertical parte 2

<http://www.youtube.com/watch?v=k0x7Y-l8kw0>

Video de Torno Metálico

<http://www.youtube.com/watch?v=BpJQ6tAnuaQ>

Video de Torno Metálico: hacer un cigüeñal

<http://www.youtube.com/watch?v=Euwwdz2-trY>

Video de Fresadora Automática Madera

<http://www.youtube.com/watch?v=OsQB3unV6tk>

Video de Fresadora manual: 1er uso

<http://www.youtube.com/watch?v=oqmaq5AoWM4>


Video de una Rectificadora de superficies

<http://www.youtube.com/watch?v=sMu8B5XVgNo>

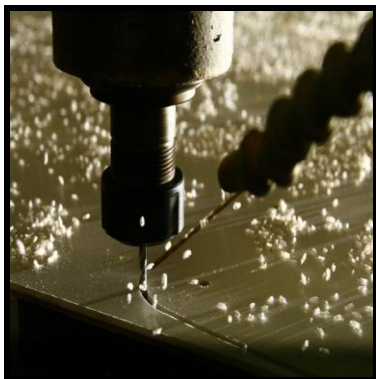
### Desarrollo de la actividad

El instructor invitará a los participantes a observar con atención cada uno de estos videos y les solicitará que respondan las preguntas a continuación. Cuando sea pertinente deberán marcar en las fotografías del material didáctico las respuestas correspondientes.

### Respuestas del instructor

	<p><b>Video 1 “taladro vertical</b></p> <p><b>Nombre los componentes básicos del taladro de banco.</b></p> <p><b>Solución:</b> el cabezal, la columna, mesa de trabajo y base.</p> <p><b>Video 2 “taladro vertical”:</b></p> <p><b>¿Qué uso en la industria imagina usted que tiene esta herramienta?</b></p> <p><b>Solución:</b> Además de perforar una variedad de agujeros con exactitud, puede lijar, rebajar pulir,</p>
---	--

	cortar, esmerilar, afilar y amortajar.
  	<p><b>Video 3 “Torno metálico” (manual)</b></p> <p><b>Nombre las principales componentes del torno metálico.</b></p> <p><b>Solución:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bancada.</li> <li>• Cabezal.</li> <li>• Caja de engranajes.</li> <li>• Tornillo patrón.</li> <li>• Carro.</li> <li>• La contrapunta.</li> </ul> <p><b>¿Qué acción podría dañar la herramienta de corte?</b></p> <p>Solución: Ejecutar el proceso con una velocidad inadecuada. Es importante determinar las características del material para regular la velocidad de corte, ya que se puede dañar la herramienta de corte o tener un acabado indeseado.</p> <p><b>¿Cómo se denomina aquella parte del torno de la cual se controla la velocidad de giro y avance?</b></p> <p><b>Solución:</b> El panel de control tiene diversas funciones siendo una de las principales el control de la velocidad de giro y de avance.</p> <p><b>Video 4: “Torno metálico. Cómo hacer un cigüeñal”</b></p> <p><b>¿Cuál piensa usted qué es la función mecánica de un cigüeñal?</b></p> <p><b>Solución:</b> es un eje acodado que transforma el movimiento rectilíneo en circular uniforme.</p>



### **Video 5 “Fresadora manual”**

**¿Qué elementos componen una fresadora?**

**Solución:**

- Base.
- Columna.
- Consola.
- Carro transversal.
- Mesa.
- Puente.
- Eje portaherramientas.

**¿Qué aspectos determinan la fresa?**

**Solución:** La fresa (es la herramienta de corte), está determinada por su diámetro, su forma, material constituyente, número de labios o de dientes que tenga o el sistema de sujeción que tenga a la máquina.

### **Video 5 “Fresadora de madera”**

**¿Qué es lo que se observa en el video?**

**Solución:** Se observa que la máquina labra o “fresa” realizando un movimiento giratorio.



### **Video 6: “Rectificadora de superficies”**

**Observando el video ¿cómo parece que se realiza el proceso de rectificado?**

En el rectificado pequeñas partículas de un material abrasivo están en contacto con las piezas que se trabaja. Cada una de estas partículas o granos actúan como dientes, cortando virutas pequeñas del material de dicha pieza. En muchas operaciones de rectificado los granos abrasivos están aglutinados en discos rígidos circulares denominados muelas. Estas muelas giran a grandes velocidades y se ponen en contacto con la pieza que se trabaja.

## Cierre

Los participantes a través de esta actividad práctica deben aprender a conocer, usar y cuidar las herramientas del oficio. El orden y el cuidado de las herramientas son muy importantes. Por ejemplo si se les asigna una caja de herramientas básicas es importante usarlas adecuadamente y devolverlas en las mismas condiciones y en el orden que se les fueron entregadas.

En el caso de las máquinas/herramientas, aparte de conocerlas es importante preocuparse de las medidas de seguridad, como normas básicas para la utilización segura de las máquinas estudiadas, se pueden citar las siguientes:

- Protegerse la vista con anteojos y ponerse mascarilla.
- Utilizar la máquina siempre con las dos manos.
- En el caso de la fresadora hacerla avanzar con ritmo uniforme y poca presión.
- Esperar que las máquinas se detengan antes de cualquier manipulación (cambio de fresa, limpieza, etc.).
- Quitar los elementos cortantes o perforantes (herramientas) siempre que acabe de trabajar.

### 7.3 Montaje y fijación



Figura 131

#### Martillos

Un martillo es una herramienta que se usa para dar golpes a un objetivo, haciéndole mover o deformarse. Los usos más comunes son para clavar clavos, encajar piezas y quebrar objetos.

Los martillos a menudo se diseñan para un objetivo específico y de este modo su diseño cambia bastante. Las características normales son un mango y una cabeza, con el balance firmemente en la cabeza.

**Martillo de bola:** la cabeza está compuesta de una superficie de golpe plana en un extremo y una bola en el otro.



Figura 132

#### Martillo de carpintero

Los martillos de carpintero son martillos más grandes para armar casas. Las cabezas de los martillos pesan normalmente desde 500g a 1kg. Las cabezas pesadas, mangos largos y caras fresadas permiten clavar clavos grandes de manera rápida en un material de 50mm. Típicamente, la cabeza está hecha de

acero y el mango de madera, pero hay versiones disponibles donde todo está hecho de acero.

**Martillo de uñas:** Martillo de todos los tamaños con 2 piezas sobresalientes de la cabeza para permitir sacar clavos de la madera.



Figura 133

### Picos

Pico: una herramienta para tareas manuales, consta de una punta dura unida a un mango de manera perpendicular.

La punta, normalmente hecha de metal, puede curvarse ligeramente, y a menudo tiene un contrapeso para aumentar la facilidad de uso. Mientras más dura la punta más eficaz puede ser la herramienta.



Figura 134

Los picos se utilizan para romper superficies de roca sólida. El impulso dado al balancear la herramienta y la pequeña área de impacto se combinan para magnificar la capacidad de la herramienta para atravesar la superficie. La punta incrustada se remueve hasta romper.

### Destornillador

Una herramienta usada para fijar tornillos. Un tornillo es un eje con una marca helicoidal formada en su superficie. Su uso principal es como un sujetador roscado que se usa para afirmar objetos. Los destornilladores varían de acuerdo al tipo de ranura incluido en la cabeza del tornillo.

Imagen de los tipos de ranuras:

Ranurada, (b) Phillips, (c) Pozidriv, (d) Torx, (e) Hexagonal, (f) Robertson, (g) Tri-Wing, (h) Torq-Set, (i) llave de tuercas

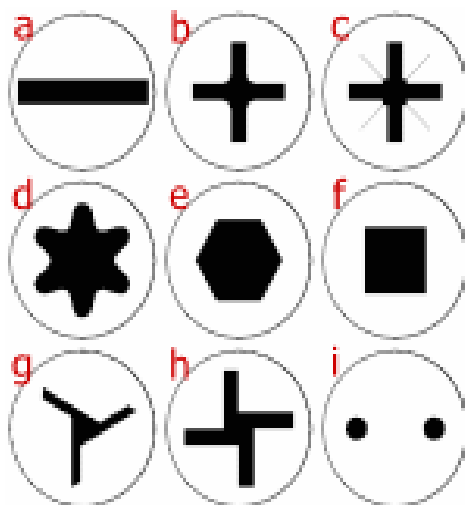


Figura 135

Los tipos más exóticos de ranuras pueden ser usados en situaciones donde no se quieran adulteraciones, tales como en los aparatos electrónicos que no debieran ser reparados por la persona común.

Los de cabeza ranurada tienen una sola ranura, y se usan con destornilladores de punta plana. El tornillo ranurado

Los tornillos cabeza en cruz, punta-cruz o Phillips tienen una ranura en forma de “+” y se utilizan con un destornillador en cruz, diseñado originalmente para su uso con máquinas destornilladoras mecánicas. El destornillador con Phillips tiene esquinas ligeramente redondeadas en el alojamiento de la herramienta, y fue diseñado para que el destornillador se resbale o se salga cuando es muy presionado para evitar el apriete excesivo.



Figura 136



Figura 137

Pozidriv está patentado, y es similar al sistema de cabeza en cruz pero diseñado para que no se resbale y salga. Tiene cuatro puntos de contacto adicionales y no tiene esquinas redondeadas como en el sistema Phillips. Los destornilladores Phillips normalmente funcionan en tornillos Pozidriv, pero los destornilladores Pozidriv probablemente se resbalen o arranquen la cabeza del tornillo cuando se usarn en tonillos Phillips.



Figura 138



Figura 139

Torx tiene forma de estrella o broca ranurada con seis puntas redondeadas. Un tipo de cabeza Torx “a prueba de adulteraciones” tiene un pequeño pin dentro de la ranura.

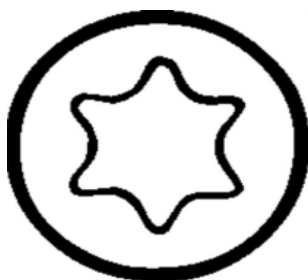


Figura 140



Figura 141

Las cabezas de tornillo hexagonales tienen un agujero hexagonal y se usan con una llave hexagonal, a veces llamadas llaves Allen, o por una herramienta eléctrica con una broca hexagonal.



Figura 142



Figura 143



Figura 144

Las cabezas Robertson tienen un agujero cuadrado y se usan con un destornillador o broca de herramienta eléctrica especial. El tornillo está diseñado para maximizar el torque transferido desde el destornillador, y no se deslizará o saldrá. Es posible sostener un tornillo Robertson en una broca para atornillar de manera horizontal o incluso colgando, debido a un leve ajuste como cuña.

La cabeza cuadrada es un clon estadounidense del Robertson que tiene un agujero cuadrado sin reducción. Debido a la falta de reducción, el agujero debe ser más grande relativo al destornillador y es más probable que se salga que el Robertson.



Figura 145



Figura 146

Los tornillos Tri-Wing tienen una configuración de ranuras triangulares.

Torq-Set es un sistema poco común que puede confundirse con Phillips, sin embargo, las cuatro ranuras del área de contacto están desplazadas en este tipo de ranura.

## 7.4 Herramientas de apriete

### Llaves de tuercas ajustables

- Llave de tuercas ajustable: una llave de extremo abierto con boca ajustable.
- Llave Crescent® (Crescent Tool and Horseshoe Company – el nombre original de la marca que es dueña de la patente). Una versión mejorada de la llave de boca ajustable, a menudo usada incorrectamente como término genérico.



Figura 147



Figura 148

- Llave inglesa: la llave de boca ajustable original con mango recto y boca lisa.
- Llave para tubos o cañerías: una llave de boca ajustable con propiedades autoajustantes y boca dura dentada que afirman de manera segura cañerías de hierro blando y fittings de cañería. A veces conocido por el nombre de la marca que es dueña de la patente original como una llave Stillson®.
- Llave de cadena: se enrolla y afirma grandes objetos irregulares.



Figura 149

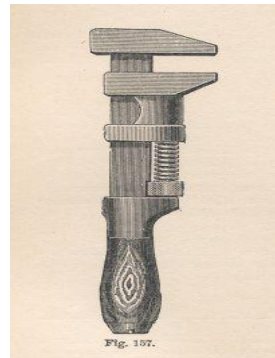


Figura 150



Figura 151

## 7.5 Herramientas de preparación y/o identificación.

### Cintas métricas

Una cinta métrica es una cinta de tela, plástico o metal con marcas de medición lineales, a menudo en unidades métricas e imperiales. Es una herramienta de medición conveniente. Su flexibilidad permite medir grandes distancias y se puede llevar en el bolsillo fácilmente o en la caja de herramientas y permite medir en esquinas y curvas redondas.

Las cinta métricas diseñadas para la construcción usan una cinta metálica curva y rígida que puede permanecer rígida y derecha cuando esté extendida, pero se enrolla para un almacenamiento conveniente. Este tipo de cinta métrica tendrá una lengüeta flotante en el extremo para ayudar en la medición. La lengüeta flotará una distancia igual a su espesor, para permitir una medición precisa si la cinta



Figura 152

está en tensión o compresión. Una cinta métrica de 25 o incluso de 100 pies se puede enrollar en un contenedor relativamente pequeño.

## Escuadra de acero

La escuadra de acero: una herramienta que los canteros usan para revisar la veracidad de los ángulos rectos en las piedras de construcción. Hoy en día la escuadra de acero es más comúnmente llamada escuadra de carpintero. Consta de un brazo largo y uno más corto que se desplaza a 90 grados. La escuadra puede estar hecha de aluminio que es liviano y resistente al óxido.

Los brazos tienen nombre: lengua y cuerpo. El cuerpo es de 50mm de ancho y la lengua es de 38mm de ancho. La escuadra tiene numerosos usos tales como posicionar vigas comunes, vigas de rincón y escaleras.



Figura 153



Figura 154

## Trazado de línea y marcas en material

El marcado es el proceso de trazar información tales como líneas centrales, círculos, contornos, etc.



Figura 155

Sus principales funciones y características son:

- Para mostrar si hay suficiente material.
- Ayuda a ajustar máquinas.
- Muestra dónde se debe eliminar material
- Indica la posición de los agujeros que se deben hacer.
- Para el estudio cuidadoso de planos.
- Verifica el material para su calidad e idoneidad.

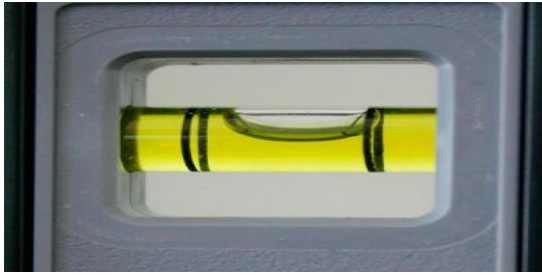


Figura 156



Figura 157

## Nivel, regla de nivelar

Un nivel de burbuja es un instrumento diseñado para saber si una superficie está nivelada. Los niveles tienen un tubo de vidrio ligeramente curvado que está casi lleno con líquido es de color amarillo, dejando una burbuja en el tubo. El etanol se usa por su bajo punto de congelación,  $-114^{\circ}\text{C}$ , lo que evita que se congele en ambientes fríos.

Los niveles de burbuja son más comúnmente trabajadores para indicar cuán horizontal o vertical está una superficie. Un nivel a menudo tiene un cuerpo amplio y parece un tablón pequeño de madera, para asegurar la estabilidad y que la superficie se esté midiendo de manera correcta. Hay una pequeña ventana incrustada en medio del nivel donde se montan el tubo con la burbuja. Dos marcas indican donde debería estar la burbuja si la superficie está nivelada. A menudo se incluye un indicador de 45 grados de inclinación.

## Palas

Una pala es una herramienta para levantar y mover material suelto como el carbón, gavilla, nieve, tierra o arena. Normalmente es una herramienta manual que consta de una hoja ancha con bordes o lados que está fija en un mango de mediana longitud. Las palas de mano han sido adaptadas para muchos trabajos y ambientes diferentes. Pueden ser optimizadas para una única tarea o diseñadas como una herramienta combinada o comprometida para hacer múltiples tareas. Por ejemplo: una pala para carbón típicamente tiene una hoja ancha y plana con bordes doblados en ángulo, una cara plana y un mango corto con forma de D.

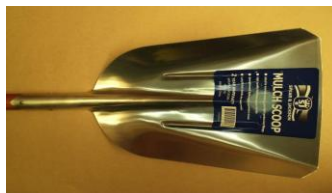


Figura 158

Una pala tipo espada está diseñada principalmente para romper masas de tierra. Una pala tipo espada normalmente tiene una punta y está diseñada para ser empujada dentro del suelo con un pie. Las hojas de espada normalmente tienen una cara redondeada sin bordes filosos doblados hacia arriba.



Figura 159

## Accesorios y aditamentos de las herramientas eléctricas

Existe una variedad de accesorios disponibles para el uso en o con las herramientas eléctricas.

Se debe tener precaución cuando se seleccione y usar algún accesorio con una herramienta eléctrica.

El escoger el accesorio equivocado o usar un accesorio de manera incorrecta puede dar como resultado en una lesión grave.

No usar un accesorio a menos que:

- El fabricante de la herramienta eléctrica recomienda su uso en el producto.
- Las limitaciones y especificaciones del accesorio, tales como los requisitos de protección, velocidad, tamaño y montaje, etc., sean iguales a las limitaciones y especificaciones de la herramienta eléctrica según se muestra en el manual del usuario/operario.
- El uso de accesorios no requiere de la eliminación o retiro de protecciones, barreras u otros dispositivos de seguridad de la herramienta eléctrica, a menos que sean remplazadas por otras protecciones adecuadas o dispositivos de protección.
- Desconectar las herramientas antes de instalar, ajustar y cambiar todo accesorio o aditamento de cualquier tipo.

## Ruedas abrasivas eléctricas

Las ruedas eléctricas abrasivas y de esmerilado, corte crean problemas de seguridad especiales porque pueden lanzar fragmentos por los aires.

Antes de montar una rueda abrasiva, se debe inspeccionar cuidadosamente y se debe comprobar por sonido para asegurarse de que no tenga grietas o defectos. **Figura 160**



Para comprobar, las ruedas deben ser usadas ligeramente con un instrumento liviano no metálico. Si suenan agrietadas o rotas, podrían salir volando durante la operación y por lo tanto no se deben usar. Una rueda sólida sin daños dará un tono metálico claro o "ring".

## Ruedas abrasivas portátiles

Las herramientas de esmerilado portátiles deben ser equipadas con protecciones de seguridad para proteger a los trabajadores no solo de la superficie de la rueda en movimiento, sino que también de los fragmentos voladores en caso de quiebre.

Además, cuando se Usar un esmeril eléctrico:

- Siempre usar protecciones para los ojos.
- Apagar cuando no se esté usándolo.
- Nunca sujetar un esmeril de mano en un tornillo de banco.

## Herramientas neumáticas

Las herramientas neumáticas están accionadas por aire comprimido e incluyen trituradoras, taladros, martillos y lijadoras.

Hay varios peligros que se pueden encontrar en el uso de herramientas neumáticas.

El principal es el ser golpeado por uno de los accesorios de la herramienta o por algún tipo de abrazadera que el trabajador esté usando con la herramienta.



Se necesita una protección ocular y se recomienda una protección para la cara para trabajadores que trabajen con herramientas neumáticas.

Retenedor de herramientas. Un retenedor de herramientas deberá ser instalado en cada pieza del equipo de utilización que, sin dicho retenedor, puede eyectar la herramienta.

Figura 161

Manguera neumática. Las mangueras y las conexiones de manguera usadas para conducir el aire comprimido a la herramienta deberán estar diseñadas para la presión y servicio para el cual están sometidas.

Las herramientas neumáticas deberán estar aseguradas a la manguera o cable auxiliar por algún medio seguro para evitar que la herramienta se desconecte accidentalmente.



Figura 162

Los clips o mecanismos de retención de seguridad deberán ser instalados de manera segura y mantenidos en las herramientas neumáticas de impacto (percusión), para evitar que los aditamentos salgan expulsados de manera accidental.

Todas las pistolas de clavos, grapadoras neumáticas y otros equipos similares suministradas con alimentador de sujetadores automático, que funcionen a más de 100 p.s.i. de presión en la herramienta, deberán tener un dispositivo de seguridad en la boca para evitar que la herramienta dispare sujetadores, a menos que la boca esté en contacto con la superficie de trabajo.

No se deberá exceder la presión de operación de seguridad del fabricante para las mangueras, cañerías, válvulas, filtros y otros fittings.

El uso de mangueras para levantar o bajar herramientas no estará permitido.

Todas las mangueras que excedan las 1/2-pulgadas de diámetro interno deberán tener un dispositivo de seguridad en la fuente de suministro o ramal para reducir la presión en caso de falla de la manguera.



Figura 163



Figura 164

## El Ruido

El ruido es otro peligro. El trabajar con herramientas ruidosas tales como los martillos mecánicos requiere del uso seguro y adecuado de protección auditiva.

Cuando se Usarn herramientas neumáticas, los trabajadores deben revisar y ver que estén sujetas de manera segura a la manguera para evitar que se desconecten.

Un alambre corto o un dispositivo de bloqueo seguro afirmando la manguera de aire a la herramienta servirán como una protección adicional.



Figura 165

Se debe instalar un clip o un dispositivo de retención de seguridad para evitar que los accesorios como los cinces de un cincelador sean disparados involuntariamente desde el cilindro.

Se debe disponer de pantallas para proteger a los trabajadores en las cercanías de ser golpeados por fragmentos voladores alrededor de los cinceladores, remachadoras, engrapadoras o taladros de aire.

Las pistolas de aire comprimido nunca se deben apuntar hacia alguna persona. Los usuarios nunca deben apuntar en contra de ellos mismos u otros.



## **Módulo III: Conceptos básicos y sus aplicaciones en máquinas y equipo**

## 8. Principios básicos de electricidad

### 8.1 Electricidad y sus efectos

¡La electricidad es peligrosa!

¡La electricidad es útil!

Al comparar las dos declaraciones anteriores y se puede dar cuenta que la electricidad, cuando es manejada de manera adecuada, es parte de nuestra vida. Aunque es extremadamente peligrosa, no se puede estar sin ella. Se necesita entender qué efecto tendrá un golpe eléctrico en un cuerpo cuando entra en contacto con un conductor energizado. Éstas pueden incluir, pero no se limitan a:

- Contracción muscular, causando que la víctima no pueda liberarse a sí misma.
- Quemaduras en el punto de contacto.
- Pérdida de conciencia y signos de shock.
- Falla cardíaca causada por el impulso de la sacudida alterando los latidos cardíacos.
- Muerte causada por falla respiratoria.

#### Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica

Un concepto erróneo es que grandes voltajes son más peligrosos que los más pequeños. Sin embargo, esto no es tan así. El peligro a los seres vivos no viene de la diferencia del potencial, sino que de la corriente que fluye entre dos puntos.

El golpe eléctrico no es el único malestar causado por los accidentes eléctricos. El calor generado por los arcos eléctricos puede ser cercano a 3000 °C y tener la energía suficiente para derretir paneles de control de metal. En la generación de tal calor dentro de un espacio cerrado, las explosiones de aire caliente y vapor de metal pueden reventar tableros de control como fuegos artificiales. Puede imaginarse los efectos que tendría en una persona.

Los golpes eléctricos ocurren sin advertencia y a menudo son graves. El trabajador promedio se involucra frecuentemente en una situación peligrosa al no darse cuenta que los voltajes tan bajos como 32 V<sub>CA</sub> y 114 V<sub>CC</sub> pueden ser tan letales como otros voltajes más altos.

Hay tres factores que determinan la gravedad de la corriente en el cuerpo humano.

- La cantidad de corriente eléctrica (CC, CA, forma de la onda. y Dirección del flujo de corriente).
- El camino que sigue la corriente (mano a mano, mano a pie, etc.) – resistencia del cuerpo.
- La duración del golpe eléctrico. (Mientras más tiempo fluya la corriente a través del cuerpo más grande será el efecto).

La siguiente tabla representa los efectos de la corriente eléctrica que pasa a través del cuerpo humano promedio.

Efectos de la corriente eléctrica	
Nivel de corriente (aprox.)	Efecto sobre el cuerpo humano
0 – 2 mA	Leve sensación de cosquilleo, apenas perceptible
2 – 8 mA	Sensación se vuelve más intensa y dolorosa
8 – 12 mA	El dolor aumenta y comienzan a ocurrir espasmos musculares
12 – 20 mA	Los músculos se tensan mientras la víctima pierde el control de los mismos. La víctima es incapaz de soltar el conductor
20 – 50 mA	Si la corriente pasa a través del pecho, los músculos que rodean los pulmones comienzan a ponerse tensos, dificultando o imposibilitando la respiración La disminución de oxígeno se transfiere a los capilares sanguíneos, produciendo que sangre con insuficiente oxígeno llegue al cerebro. Dicha situación produce desvanecimientos severos y daño cerebral después de tres minutos.
50 – 100 mA	Si la corriente pasa a través del corazón ocurrirá fibrilación ventricular, ocasionando baja circulación o detención completa de esta. Como la sangre es la encargada de transportar sangre al cerebro, la falta de sangre rica en oxígeno después de tres minutos puede causar daño cerebral.
100 – 200 mA	El corazón deja de latir, la circulación sanguínea se detiene.
Más de 200 mA	Quemaduras severas específicamente en la zona en contacto con la corriente eléctrica.

Figura 166

## Otros efectos

Cuando la corriente eléctrica fluye en un circuito, puede causar un número de efectos. Algunos de ellos pueden ser útiles mientras que otros pueden ser dañinos. Los cuatro efectos de la corriente eléctrica son:

- Calor / luz.
- Magnetismo.
- Químico.
- Fisiológico.

En la industria eléctrica el uso principal de la corriente eléctrica es para producir:

- Calor.
- Campos magnéticos.

### **Calor generado por la corriente eléctrica**

Cuando una corriente fluye en un cable, algo de la energía eléctrica se convierte en calor. La cantidad de calor generado depende de la resistencia del cable y la corriente que fluye

### **Efectos útiles**

El calor que se produce en un cable cuando la corriente fluye se usa en los calentadores eléctricos, sartenes, estufas, etc. Este efecto se logra al aumentar la resistencia del conductor que además aumenta la cantidad de calor que se produce.

Es posible también aumentar la resistencia de tal manera que el calor que se produce fluyendo a través de ese conductor proporciona luz. Una lámpara incandescente es un ejemplo de este efecto.

### **Efectos no deseados**

Dos ejemplos de efectos peligrosos del calor se producen en cables y conectores. Si por los cables fluye una corriente máxima en un determinado periodo, éstos se calientan especialmente si están colocados muy juntos donde no hay espacio para que el calor se disipe, por ejemplo Al dejar un conductor enrollado. El calor daña la aislación y/o causa incendios.

### **Efectos magnéticos de la Corriente eléctrica**

Cuando un electrón se mueve, crea un campo magnético. Toda corriente eléctrica creará un campo magnético alrededor de su conductor. Esto se llama inducción electromagnética. El efecto magnético causado por una corriente eléctrica es quizás la más útil de todas.

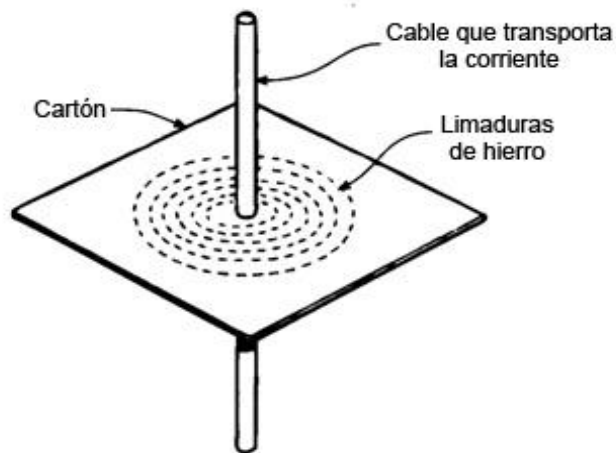


Figura 167: Campo magnético

## 8.2 Elementos de circuitos

### Símbolos

Los símbolos eléctricos se utilizan para facilitar la elaboración de diagramas eléctricos.

Es importante que estos símbolos cumplan las normas internacionales para planos.

El uso de estos símbolos permite que las personas que hablan idiomas diferentes puedan dibujar y leer diagramas de circuitos eléctricos, que puedan ser entendidos por todos.

### Diagramas de circuitos

Un diagrama de circuito utiliza símbolos de los componentes y sus interconexiones para ilustrar la operación de un circuito. El trazado de los componentes en este diagrama no representa necesariamente el trazado físico de aquellos componentes.

Todos los circuitos eléctricos tienen tres partes esenciales, la fuente del suministro, los conductores que conectan el suministro a la carga eléctrica y la carga eléctrica. Los diagramas de circuitos deberán ser siempre grandes y claros.

Los diagramas de circuitos siempre deberán usar los símbolos para planos adecuados según se muestra en la Tabla 11 abajo.





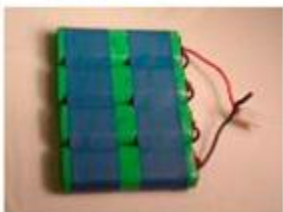


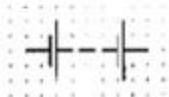


Dibujo de símbolos			
FOTO	NOMBRE DEL COMPONENTE	SÍMBOLO	USO/PROPÓSITO
	Conductor		
	Celda simple		
	Batería de tres celdas		
	Batería de 9V		
	Cruce de símbolos de conductor en un diagrama		

Figura 168

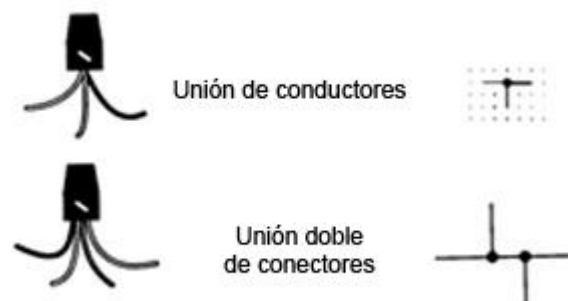


Figura 169

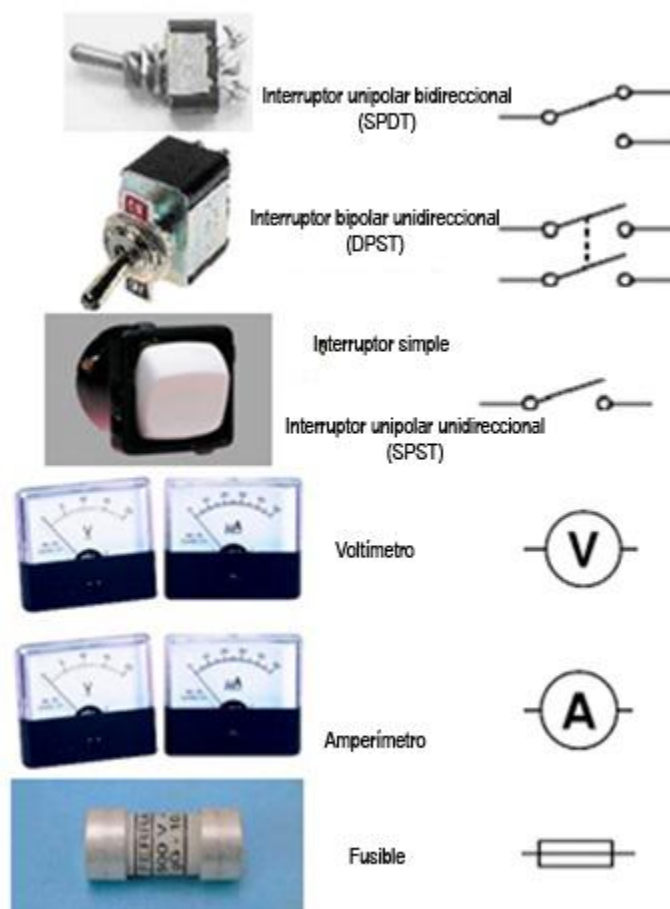


Figura 170

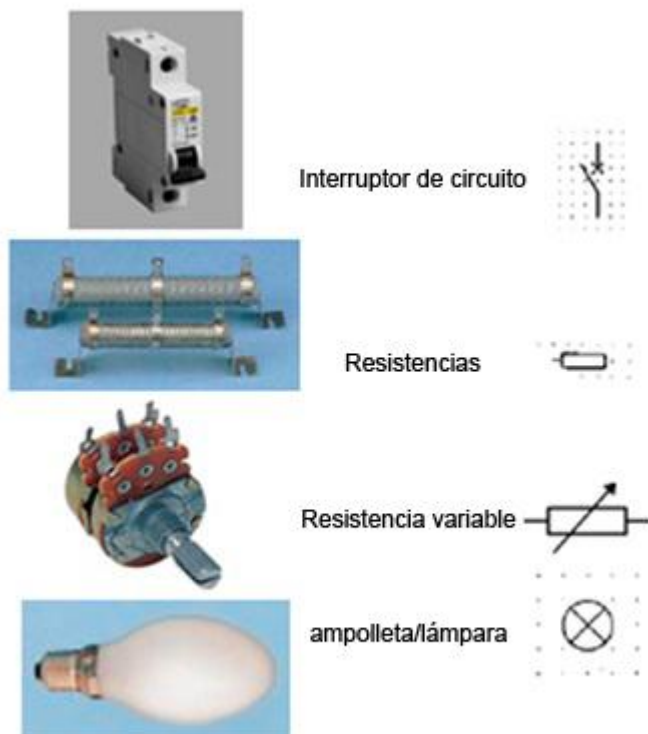


Figura 171

## Condiciones del circuito

### Circuito cerrado

Un circuito cerrado, como se muestra en la figura a continuación, es un circuito que incluye un suministro, una carga eléctrica y los conductores asociados conectados en un circuito cerrado para que la corriente fluya desde un terminal del suministro, a través de la carga y de vuelta al otro terminal del suministro. Si hubiera algún interruptor o aislador en el circuito, deberán estar cerrados.

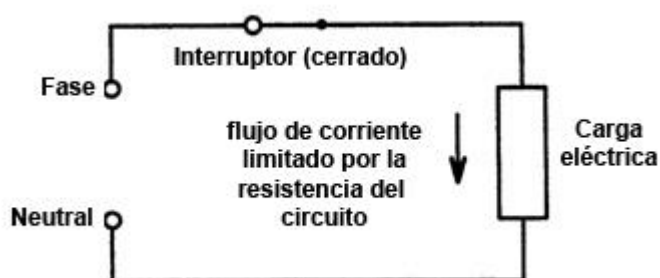


Figura 172

## Circuito abierto

En un circuito abierto, la figura a continuación muestra que no hay un camino de retorno hacia el “otro” terminal del suministro para la corriente, es decir, es un circuito abierto. Esto puede ocurrir debido a un interruptor abierto, un cable cortado, o una carga eléctrica “quemada” o posiblemente sólo una terminación suelta.

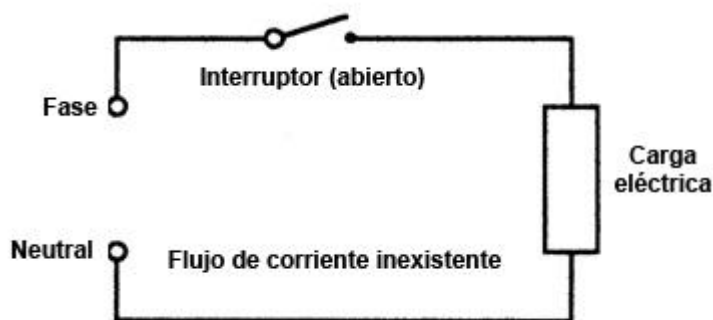


Figura 173

## Corto circuito

En un corto circuito como se muestra en la figura a continuación la corriente evitará el paso por la carga y en muchos casos, se trata de una condición de falla.

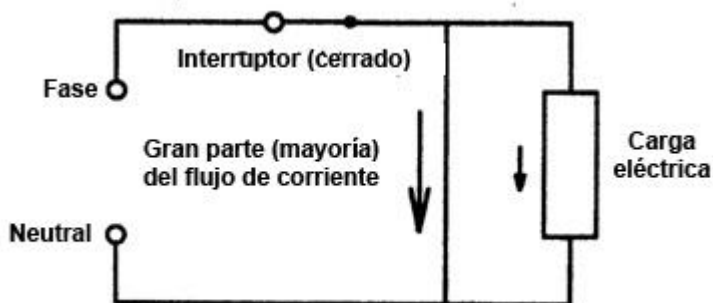


Figura 174

## Efectos de un corto circuito

Las fallas producto de un corto circuito pueden causar un daño serio a los circuitos eléctricos/electrónicos. En una situación de corto circuito, existe una conexión directa o indirecta entre los conductores positivos y negativos en un circuito CC y una conexión directa o indirecta entre el conductor activo en un circuito CA y ya sea el conductor neutral o a tierra. El resultado de dicha conexión es un flujo de corriente muy alta que da como resultado la generación de calor excesivo en el

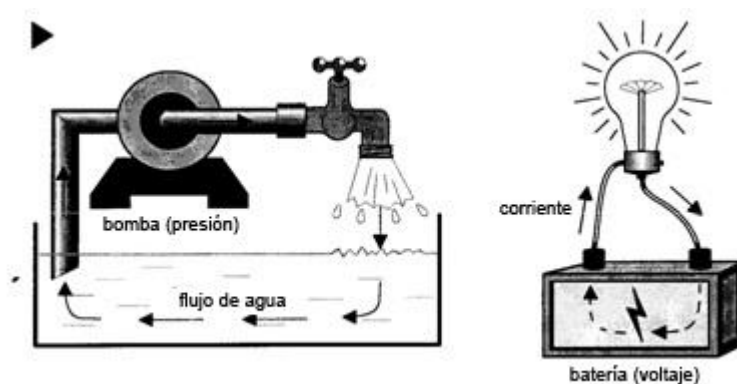
circuito eléctrico. Este calor puede causar que la aislación alrededor de los conductores se derrita y por ende la destrucción de los conductores. Los dispositivos de protección del circuito están diseñados para abrir el circuito muy rápidamente bajo estas condiciones. Existen dos dispositivos comúnmente usados para proteger en contra de corto circuitos: el fusible y el interruptor de circuito.

## Voltaje, corriente y resistencia

### Corriente

La corriente se refiere al flujo de electrones en un conductor. La corriente sólo fluirá cuando el circuito esté cerrado. El flujo de corriente puede compararse al flujo del agua en un canal o una cañería, mientras que el flujo de corriente eléctrica es el movimiento de electrones en un conductor. El flujo de corriente eléctrica se mide en Amperes (A) el símbolo para la corriente Eléctrica es (I)

Figura 175: Flujo de corriente

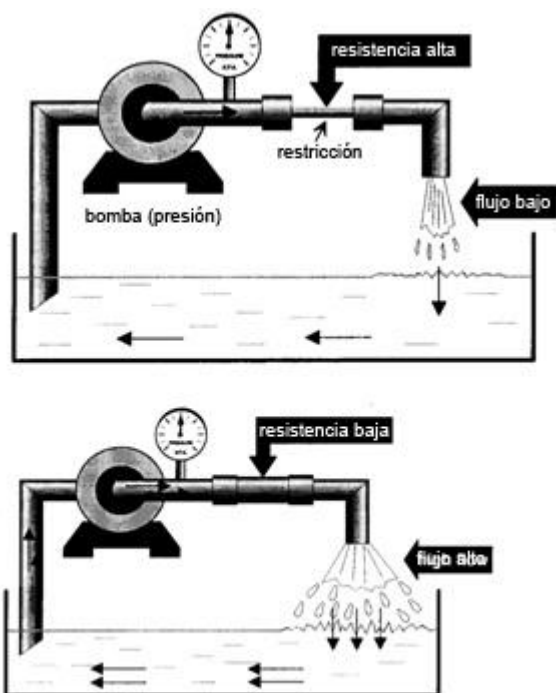


### Resistencia

Cuando algo se opone al flujo de corriente en un circuito (ejemplo: un aparato eléctrico) se dice que ese circuito tiene resistencia. La resistencia puede definirse como se indica a continuación:

- La oposición ofrecida al flujo de corriente eléctrica.
- La resistencia se mide en Ohms ( $\Omega$ ) y se puede comparar a una llave o válvula en una cañería que se usa para controlar el flujo de agua. El símbolo para la resistencia es (R).

Figura 176: Control del flujo



Las figuras anteriores muestran cómo se usa la llave para controlar el flujo del agua.

### Voltaje (diferencia de potencial)

Tal como debe existir una diferencia en la presión de agua para que ésta fluya entre dos puntos, una diferencia en la presión eléctrica debe existir para hacer que la corriente eléctrica fluya. Mientras más grande la presión, más grande el flujo en ambos casos.

### Definición de diferencia de potencial

Es la presión eléctrica que causa que la corriente fluya entre dos puntos en un circuito.

La Diferencia de Potencial se mide en Volts (V) y el Símbolo es (V).

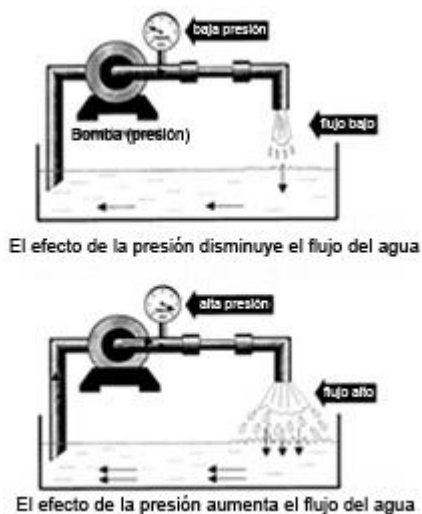


Figura 177

### 8.3 Uso de multitester

Un electricista debe ser capaz de medir la resistencia, la corriente y el voltaje para el funcionamiento adecuado de los circuitos eléctricos. Esto sólo se puede lograr mediante instrumentos adecuados y el uso correcto de estos instrumentos.

El uso del instrumento equivocado para la tarea no sólo lo demorará, sino que además puede ser muy peligroso para el instrumento y para quien la manipula.

#### Cuidado y uso de instrumentos de medición

Un instrumento de medición es un equipo delicado. Por lo tanto debe ser manipulado con cuidado y de acuerdo a las instrucciones del fabricante, y no debe ser colocado dentro de un campo magnético fuerte. La posición del tester también es importante porque el efecto de la gravedad sobre el movimiento puede alterar la calibración. Un tester deberá también ser operado en la posición para la cual fue diseñado, verticalmente, horizontalmente, inclinado o de otro modo, porque una fricción excesiva en los rodamientos puede causar lecturas erróneas.

Cuando se obtenga lecturas de un tester, se debe ver el indicador correctamente. El indicador está a una distancia corta de la escala y si se lee desde un lado, puede ocurrir un error de varias divisiones. Este fenómeno se llama paralaje. Para evitar este error, el tester debe leerse desde una posición directamente en frente del indicador como se muestra en la figura a continuación. Algunos tester incorporan un espejo en la escala para que se pueda distinguir el error más fácilmente. Si se lee el tester de manera adecuada, el indicador y su imagen

coinciden; si se lee el tester desde los costados, la imagen en el espejo aparece en un lado del indicador.

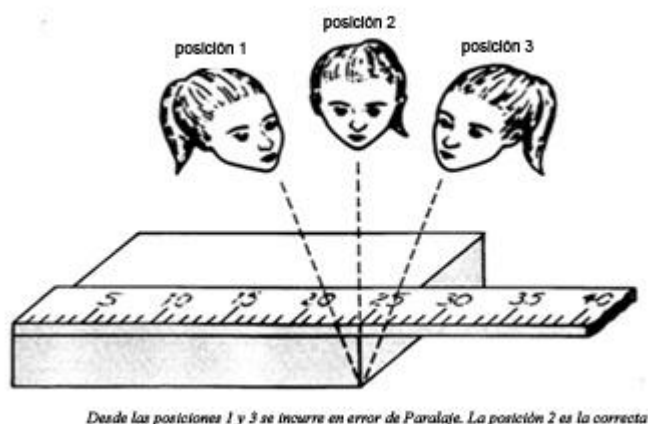


Figura 178

La mayoría de los tester están equipados con un tornillo de ajuste (también conocido como ajuste a cero), para ajustar el indicador a cero antes de conectar el instrumento en el circuito. Se debe tener cuidado de ajustar el indicador de manera adecuada antes de usar el tester.

Si un tester es un medidor de bobina móvil e imán permanente, se debe tener cuidado al conectarlo al circuito que se va a testear. El terminal negro o negativo (menos) debe ser conectado al lado negativo del circuito y el terminal rojo o positivo (+) al lado positivo. Si los terminales se conectan al revés, el tester puede resultar dañado.

Cuando se usa un instrumento multi-rango, se debe tener cuidado al seleccionar el rango correcto para el circuito en el cual se conectará el instrumento. Cuando se compruebe un circuito cuya corriente o voltaje se desconoce, es aconsejable empezar por el rango más alto e ir bajando hacia el correcto. El rango correcto es en el que una deflexión importante es evidente. Por ejemplo, obtener una lectura precisa de una corriente en la región de 1 miliampere en un rango de 1 ampere sería difícil. Generalmente, un rango donde la lectura aparece en la mitad alta de la escala es el mejor para usar o si la escala no es uniforme, se deberá escoger un rango donde la lectura aparece en la porción más separada de la escala. Cuando se transporte un multitester, el conmutador selector se deberá dejar en el rango de corriente más alto. Esto asegura que el movimiento del medidor se amortigüe.

## Multitester digitales y análogos

- Multitester: un tester que pueda medir varios rangos de corriente, voltaje y resistencia.
- Multitester análogo: un multitester análogo es uno con un mecanismo de bobina móvil.
- Multitester digital: un multitester digital es uno que usa un conjunto de circuitos eléctricos y una pantalla de lectura digital.
- Conmutador de rango: el control que cambia los rangos de medición de un multitester.
- Deflexión de escala completa: voltaje o corriente necesarios para dar la indicación máxima en un tester.
- Precisión: del tester, que depende de cuán bien está fabricado, calibrado y mantenido.
- Resolución: unidad de medición mínima que puede medir el instrumento.
- Sensibilidad: del instrumento, o cuánta potencia toma del circuito al cual está conectado
- Los tester digital y el análogo son usados en la medición eléctrica, aunque el tester digital es más popular. El tester análogo tiene la ventaja de no necesitar una batería (salvo para la medición de la resistencia), y es mejor para mostrar un valor que cambia. Aunque funcionan de manera diferente, ambos instrumentos se conectan a un circuito del mismo modo. También se selecciona la función y el rango del mismo modo. Por lo tanto, salvo por las lecturas, desde el punto de vista del usuario el tester análogo y el digital tienen mucho en común.

## El multitester

El multitester está diseñado para medir la corriente, el voltaje y la resistencia. Algunos multitester pueden también medir componentes tales como condensadores, diodos y transistores. Un multitester básico usa uno de dos sistemas indicadores:

- Un indicador mecánico y una escala graduada – el multitester análogo.
- Una pantalla numérica electrónica – el multitester digital.

El usuario de un multitester utiliza el conmutador de rango para configurar el tester al tipo de medición que necesita. El cambio del tipo de medición se llama “selección de rangos”. Los multitester análogos normalmente tienen un conmutador de rango para posiciones múltiples por debajo del movimiento del tester. Los multitester digitales pueden usar uno o dos conmutadores de rango rotatorios mientras que algunos también usan conmutadores de rango con botón para presionar. En la figura a continuación se muestra un multitester digital y uno análogo típico.

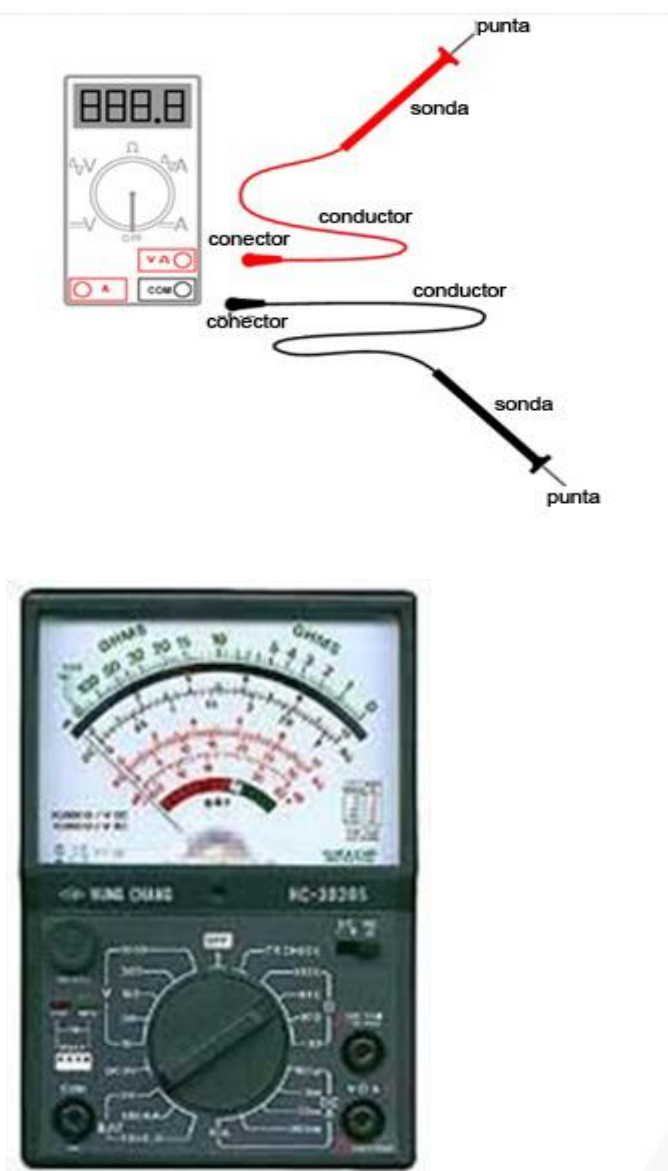


Figura 179: Multitester Digital y Análogo

## Uso de voltímetros y amperímetros en los circuitos

### Voltímetro

Al conmutar en diferentes valores de resistencia multiplicadora, se puede hacer que el medidor mida un rango amplio de voltaje desde menos que 1 a más de 1000 voltios.

Como muestra en la figura a continuación, un voltímetro está conectado en paralelo o a través de la parte de un circuito donde se necesita la medición del voltaje.

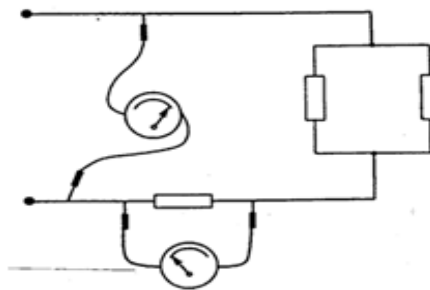


Figura 180: El voltímetro en un circuito en paralelo

### Amperímetro

La figura a continuación muestra como medir la corriente que fluye en un circuito. Debemos abrir el circuito en el punto que será medido y conectar el amperímetro. En otras palabras, para medir la corriente, usted debe conectar el amperímetro en serie con el circuito. Para asegurar la integridad del conductor neutral, el amperímetro siempre debe estar conectado en el lado activo del circuito.

Con un amperímetro llamado amperímetro con pinza o mordaza, se puede medir la corriente sin abrir el circuito.

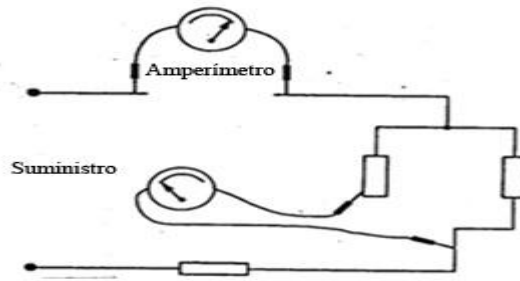


Figura 181: Flujo de corriente

## El ohmmetro

La figura a continuación muestra un circuito básico. El ohmmetro mide las resistencias en ohmios, y el movimiento de su indicador es del tipo bobina móvil. Este instrumento tiene una batería incluida y, nuevamente, no debe ser utilizado con circuitos energizados

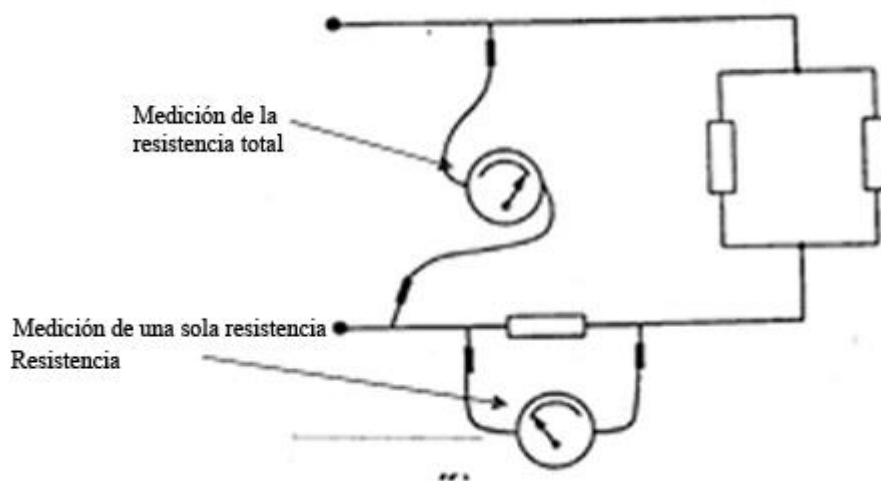


Figura 182: Medición de la resistencia

## 8.4 Ley de Ohm: Medición de voltaje, corriente y resistencias

### Ley de Ohm

Existe una proporción fija (relación) entre el voltaje, corriente y resistencia. Esta proporción es la base de la Ley de Ohm y puede definirse del siguiente modo:

La corriente que fluye en un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del circuito, a una temperatura constante.

De esto se puede derivar la siguiente fórmula:

Donde:  $I = V/R$

$I$  = el símbolo de la corriente fluye y se mide en Amperios (A).  $V$  = el símbolo para voltaje y se mide en Voltios (V).

$R$  = el símbolo para la resistencia del circuito y se mide en Ohmios ( $\Omega$ ). La relación entre Resistencia, Voltaje y Corriente,

La Ley de Ohm se cumple para el voltaje, la corriente y la resistencia en todo circuito eléctrico CC.

En esta ecuación podemos ver que un aumento/disminución en cualquiera de estas tres variables ( $V$ ,  $I$  o  $R$ ) afectará a alguna de las otras variables:

Si:

$$V = I \times R \quad \text{Luego: } V \propto I \text{ y } I \propto V$$

$$\text{Y: } V \propto R \text{ y } R \propto V$$

$$\text{Y: } I \propto \frac{1}{R} \text{ y } R \propto \frac{1}{I}$$

## Cálculos de la ley de Ohm

Aunque la resistencia de un conductor, resistor o aislador será diferente si el resistor se cambia (es decir, material, área, longitud o temperatura), se puede considerar para el propósito de estas ecuaciones de la Ley de Ohm que la resistencia permanecerá constante a menos que se indique lo contrario.

En el siguiente circuito se conocerá el voltaje de la batería y se ha colocado un amperímetro en el circuito para medir la corriente:

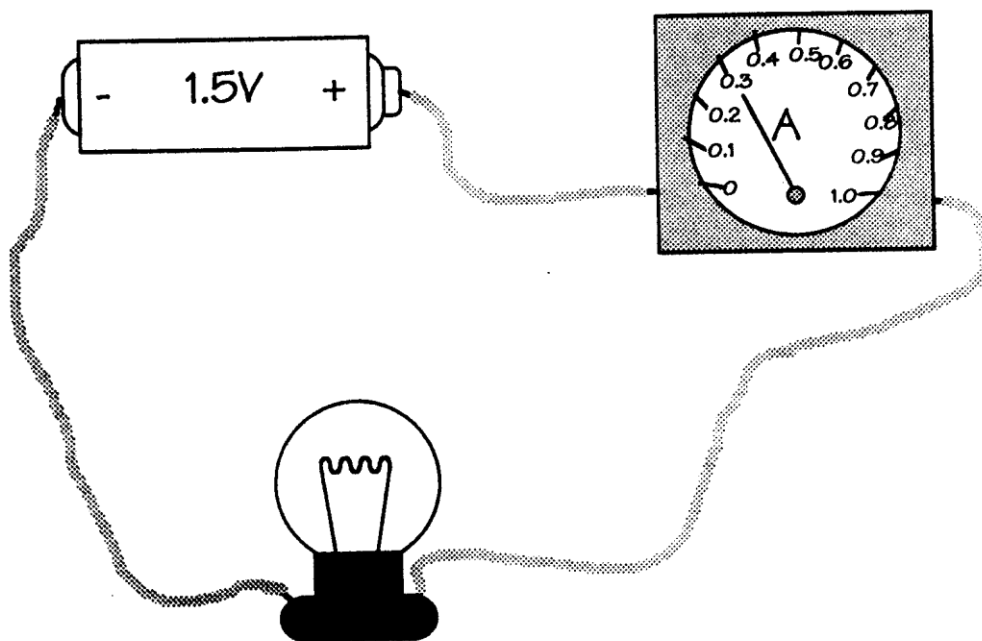


Figura 183: Circuito

La resistencia de esta lámpara puede ser encontrada por:

$$V = I \times R \quad \text{por lo tanto } R = V/I$$

$$R = 1.5V / 0.3A$$
$$R = 5\Omega$$

## Ejemplo

En la figura de abajo, un Ohmmetro da una lectura de  $10\ \Omega$  cuando está conectado. El Voltímetro muestra 12 voltios. A partir de estas lecturas, se puede usar la ley de Ohm para descubrir la corriente que fluye en la resistencia.

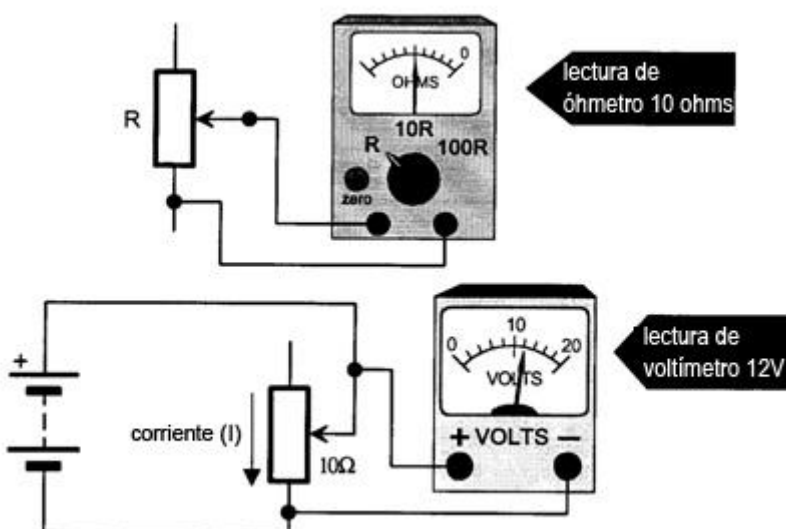


Figura 184: Ohmmetro

## Potencia eléctrica

### La definición de potencia

La definición para la Potencia es la tasa en la que se realiza un trabajo.

Si una corriente de 1 ampere fluye en un circuito cuando una fuerza electromotriz de 1 Volt se aplica al circuito, entonces la energía eléctrica se usa a una tasa de 1 Joule por segundo. La potencia en el circuito mostrado en figura a continuación es por lo tanto 1 Watt.

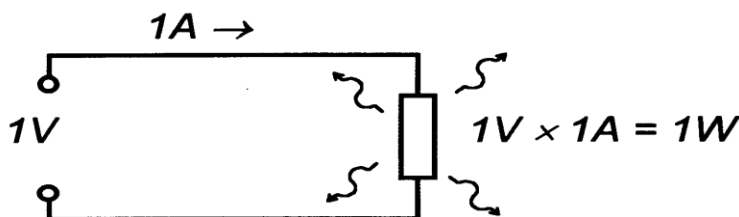


Figura 185: Circuito eléctrico

Si el voltaje se aumenta a 2 voltios, entonces la corriente resultante es de 2 amperes, entonces la energía será usada a una tasa de 4 Joule por segundo (4 Watt). Así, la potencia eléctrica en Watt de todo circuito es el producto del voltaje y la corriente.

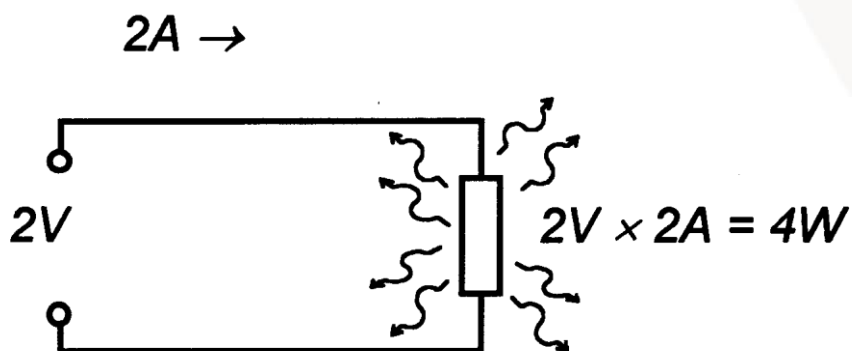


Figura 186: Circuito eléctrico

Esto se puede escribir en una fórmula descrita a continuación:

Potencia = Volts x Amperes

O

$P = V \times I$

### Unidad

La unidad SI para la potencia eléctrica es el Watt (símbolo W) que es 1 Joule de energía usado en 1 segundo (1 Joule/segundo) -  $1J = 1W \times 1s$ .

El Watt puede expresarse con múltiplos y sub-múltiplos como (kilo, mega o mili, micro) Watt por ejemplo,  $1000 \text{ Watt} = 1kW$ ,  $0,001 = 1 \text{ miliWatt}$ , etc.

### Transposición de la fórmula

La potencia puede ser expresada en términos de corriente y resistencia o voltaje y resistencia al sustituir la fórmula de la ley de ohm adecuada por V, I y R con la fórmula  $P = VI$ . Podemos obtener algunas fórmulas muy útiles para encontrar la Potencia en diferentes circuitos.

### Ejemplo:

Para resolver la Potencia con una corriente desconocida:

Si un calefactor casero de 230V tiene una resistencia de  $10\Omega$  calcule la potencia consumida desde el suministro.

Es posible solucionar este problema con las fórmulas ya conocidas, simplemente al descubrir la corriente en primer lugar y luego al colocar ese valor en la fórmula para la potencia.

Abajo sin embargo, lo haremos de una sola vez, simplemente combinando ambas formulas usadas para obtener este resultado ( $P=VI$  y  $I=V/R$ ) y sustituir la corriente en la fórmula de la potencia para obtener otra fórmula como ésta:

$$P = V \times I \quad \text{y} \quad I = \frac{V}{R}$$

luego sustituimos  $\frac{V}{R}$  por  $I$  en la ecuación de energía

$$\therefore P = V \times \frac{V}{R} \quad \text{por lo tanto} \quad P = \frac{V \times V}{R}$$

que corresponde a  $\frac{V^2}{R}$

ahora solo queda representar los números así

$$P = \frac{230V^2}{10\Omega} = 5790W \quad \text{que corresponde a } 5.79kW$$

La siguiente fórmula sirve para resolver la Potencia con un voltaje desconocido.

Usando la figura a continuación, si se suministra 10A a una carga resistiva de  $24\Omega$ , calcule la potencia utilizada:

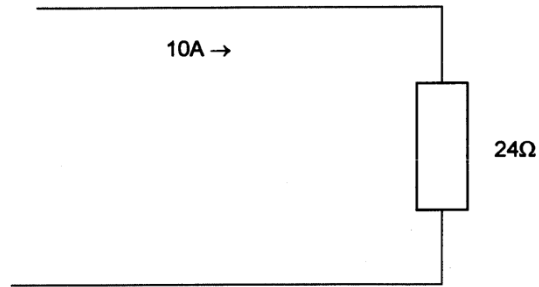


Figura 187: Circuito con un voltaje desconocido

### Más ejemplos

¿Cuánta resistencia habría en una lámpara de 40 W en una casa, con un suministro de 230V?

¿Cuánta corriente fluye a través de la lámpara?

Un calefactor de 2000W consume 8.696A. ¿Cuál es el voltaje suministrado y la resistencia del calefactor?

Un calefactor es catalogado a 1kW cuando se le suministra 230V, ¿Cuánta potencia disiparía este aparato como calor si fuese conectado a un suministro de 110V CA?

### Cambio en P si I, V o R cambia

Si se aumenta el voltaje en un circuito, la corriente aumenta (asumiendo que la resistencia permanece igual). O, si la resistencia de un circuito cambia, la corriente tomada por el circuito cambiará (asumiendo que el voltaje es constante).

De este modo, si los valores de la corriente o voltaje cambian en un circuito, la potencia tomada por el circuito también debe cambiar. ¿Pero cuánto? Primero veamos lo que pasa cuando cambia el voltaje.

La potencia tomada por el circuito aumentará al cuadrado del cambio del voltaje (asumiendo que la resistencia no cambia). Por ejemplo, si el voltaje se duplica, la potencia aumentará cuatro veces, ya que dos al cuadrado ( $2^2$ ) es igual a cuatro. El siguiente ejemplo muestra esto:

## Ejemplo

¿Cuanta energía utiliza una resistencia de  $10\Omega$  cuando el voltaje es de  $5V$ ?

Luego, ¿Cuanta energía utiliza una resistencia, si el voltaje es de  $10V$ ?

### Solución

Valores  $V = 5V$

$R = 10\Omega$

$P = ?$

$$\text{Ecuación } P = \frac{V^2}{R} = \frac{5^2}{10} = \frac{25}{10}$$

Respuesta  $P = 2.5W$  (when voltage is  $5V$ )

Cuando el voltaje aumenta a  $10V$ , la energía se calcula de la misma manera. Por lo tanto:

Valores  $V = 10V$

$R = 10\Omega$

$P = ?$

$$\text{Ecuación } P = \frac{V^2}{R} = \frac{10^2}{10} = \frac{100}{10}$$

Respuesta  $P = 10W$  (when voltage is  $10V$ )

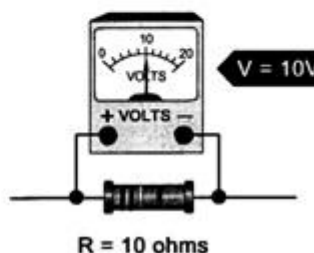
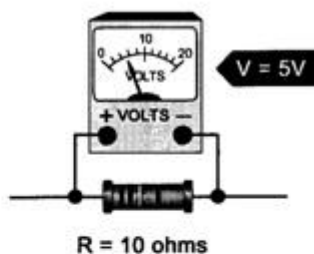


Figura 188

Como se puede ver, la potencia aumentó cuatro veces, ya que  $2,5 \times 4$  es igual a 10. Si el voltaje aumenta tres veces, la potencia tomada por la resistencia aumentará nueve veces, ya que tres al cuadrado es nueve. Si el voltaje cae a la mitad, la potencia caerá a un cuarto de su valor anterior.

Por lo tanto, se puede ver que un pequeño cambio en el voltaje causa un cambio mayor en la potencia tomada por un circuito.

## Efecto de la potencia si la corriente cambia

De la ecuación  $P = I^2R$  se puede ver que la potencia cambia con el cuadrado de la corriente (siempre que la resistencia no cambie). Por lo tanto, si por algún motivo la corriente se duplica, la potencia aumenta cuatro veces.

Un ejemplo de esto es la pérdida de potencia en el conductor de conexión entre una fuente de voltaje y la carga. Por ejemplo, un conductor de larga extensión puede tener una resistencia total de  $2\Omega$ . Cuando la corriente que pasa a través del conductor es de  $5A$ , la potencia usada por el conductor (la que se disipa como calor) es de  $5^2 \times 2$ , que es igual a  $50 W$ .

Si la corriente en el conductor aumenta a 10A, quizás al conectar otro aparato eléctrico, la pérdida de potencia se vuelve  $10^2 \times 2$ , que es 200W. La pérdida de potencia ahora es cuatro veces mayor, y se produce cuatro veces más calor en la carga.

### Efecto de la potencia si la resistencia cambia

Ya ha visto que la potencia es directamente proporcional al cuadrado del voltaje o la corriente como se mostró en las ecuaciones  $P = I^2R$  y  $P = V^2/R$ . pero ¿Qué pasa si la resistencia cambia mientras la corriente o el voltaje se mantienen constantes?

En ambas ecuaciones R no es cuadrado, a diferencia de I o V. por lo tanto, la potencia cambia proporcionalmente al cambio en la resistencia. El siguiente ejemplo explica esto.

### Ejemplo

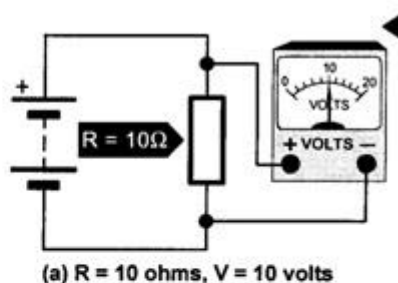
Calcule la potencia tomada por los circuitos (a) y (b) como se muestra a continuación

**Solución para (a)**

Valores  $V = 10V$   
 $R = 10\Omega$   
 $P = ?$

Ecuación  $P = \frac{V^2}{R}$   
 $= \frac{10^2}{10} = \frac{100}{10}$

Respuesta  $P = 10 \text{ watts}$



**Solución para (b)**

Valores  $V = 10V$   
 $R = 20\Omega$   
 $P = ?$

Ecuación  $P = \frac{V^2}{R}$   
 $= \frac{10^2}{20} = \frac{100}{20}$

Respuesta  $P = 5 \text{ watts}$

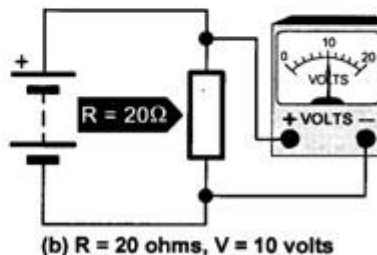


Figura 189: Circuitos con potencia desconocida

A partir de esto, se puede ver que si el voltaje alimentado al circuito se mantiene constante, entonces el duplicar la resistencia causa que la potencia tomada por el circuito se reduzca a la mitad. Por lo tanto, si la resistencia se reduce a la mitad (suponiendo que el voltaje se mantiene constante), el consumo de energía se

duplicará. Esto significa que si dos aparatos eléctricos se conectan al mismo voltaje, el aparato eléctrico con la menor resistencia tomará más energía.

Según la Ley de Ohm, si están conectadas al mismo voltaje, el aparato eléctrico con la menor resistencia tendrá también la mayor corriente. Para hacer que ambos aparatos eléctricos tomen la misma corriente, debe disminuir el voltaje a través del aparato con la menor resistencia. Por lo tanto, si la corriente es la misma, el aparato con la menor resistencia tomará la menor cantidad de potencia.

## Resumen

- La potencia es directamente proporcional a la resistencia (para la misma corriente).
- La potencia es inversamente proporcional a la resistencia (para el mismo voltaje).
- La potencia cambia por el cuadrado del cambio de voltaje.
- La potencia cambia por el cuadrado del cambio de la corriente (si se supone que la resistencia no cambia).



Figura 190: Rueda de la Ley de Ohm

## 8.5 Circuito con resistencias en serie y paralelo

### Circuitos en serie

Un circuito en serie tiene ciertas características y reglas básicas que son indicadas aquí:

- La misma corriente fluye a través de cada parte de un circuito en serie.
- La resistencia total de un circuito en serie es igual a la suma de las resistencias individuales.
- El voltaje aplicado a un circuito en serie es igual a la suma de las caídas de voltaje individuales.
- La caída de voltaje en una resistencia en un circuito en serie es directamente proporcional al tamaño de la resistencia.
- Si el circuito se corta en algún punto, la corriente no fluirá.

En un circuito de resistencias en serie, las resistencias están conectadas de extremo a extremo como los vagones de un tren. La resistencia total del circuito es igual a:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

Ya que sólo hay un camino para la corriente, sólo puede haber una sola corriente. Por lo tanto, la corriente total  $I_T$  es igual a la corriente que fluye  $R_1$  ( $I_1$ ) ó  $R_2$  ( $I_2$ ) ó  $R_3$  ( $I_3$ ).

La caída de voltaje en cada resistencia puede ser encontrada con el uso de la Ley de Ohm  $V = IR$ . El voltaje en  $R_1$  es igual a la corriente a través de  $R_1$  multiplicada por el valor de  $R_1$ .

El voltaje total aplicado al circuito es igual a la suma de las caídas de voltaje alrededor del circuito. Esto se conoce como la Ley de Voltaje de Kirchoff que se expresa así:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

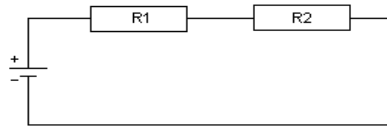


Figura 203: Circuitos de 2 resistencias en serie



Figura 191: Circuitos de 3 resistencias en serie

## Redes de división de voltaje

Una red de división de voltaje consta de dos o más resistencias conectadas en serie. Antes de la llegada de CA, la única forma de cambiar un voltaje CC desde un valor a otro fue con el uso de una red de división de voltaje. El diagrama del circuito de abajo en la figura a continuación muestra una red divisora de voltaje de dos resistencias simple.

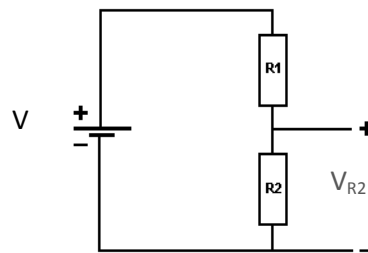


Figura 192: Red divisora de voltaje

Las dos resistencias,  $R1$  y  $R2$ , son las resistencias de proporción y determinarán el valor del voltaje de salida de  $R2$ . Si ambas resistencias son del mismo valor entonces cada una tendrá una mitad del voltaje de suministro. El voltaje de salida de  $R2$  será entonces la mitad del voltaje de suministro. Si  $R2$  fuera dos veces el valor de  $R1$ , entonces tendrá dos veces el voltaje a través de éste o  $2/3$  del voltaje de suministro. La fórmula de abajo puede ser usada para calcular el voltaje de salida:

$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V$$

## Circuitos paralelos

Un circuito paralelo es uno con varios caminos diferentes para que circule la corriente. Es un río que ha sido dividido en pequeños arroyos. Sin embargo, todos los arroyos vuelven al mismo punto para formar el río nuevamente.

El circuito paralelo tiene características extremadamente diferentes que un circuito en serie. Por un lado, la resistencia total de un Circuito Paralelo NO es igual a la suma de las resistencias (como en un circuito en serie). La resistencia total en un circuito paralelo siempre es menor que cualquiera de las resistencias en derivación. El agregar más resistencias paralelas a los caminos causa que la resistencia total en el circuito disminuya. A medida que agrega más y más derivaciones al circuito, la corriente total aumentará. ¿Por qué? Recordar que en la Ley de Ohm que a menor la resistencia, mayor será la corriente.

### Reglas básicas

Un circuito paralelo tiene dos o más caminos para que la corriente fluya. Por lo tanto, la suma de las corrientes a través de cada camino es igual a la corriente total que fluye desde la fuente.

$$I_T = I_1 + I_2$$

El voltaje es el mismo en cada componente del circuito paralelo.

$$V_T = V_1 = V_2$$

Se puede encontrar la resistencia total en un circuito paralelo con la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Los siguientes son ejemplos de circuitos paralelos:

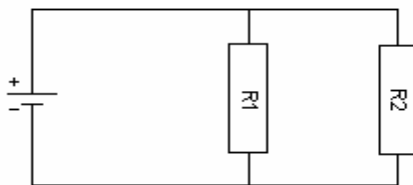


Figura 193: Un circuito paralelo de 2 resistencias

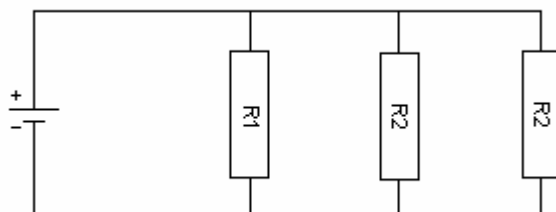


Figura 194: Un circuito paralelo de 3 resistencias

### Redes divisoras de corriente

La cantidad total de corriente que entra en un empalme es igual a la corriente total que sale del empalme.

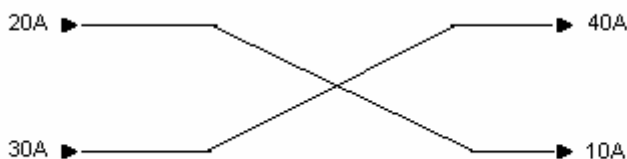


Figura 195: Corrientes de empalme

Del mismo modo que una red de división de voltaje, una red de división de corriente utiliza dos o más resistencias pero conectadas en paralelo. El diagrama del circuito de la figura a continuación muestra una red divisora de corriente de dos resistencias simples.

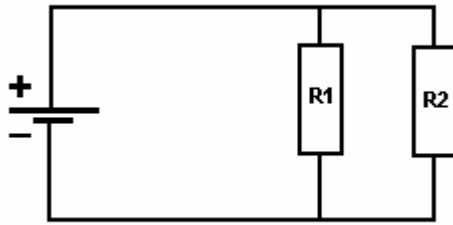


Figura 196: Red divisora de corriente de resistencia

La cantidad de corriente consumida por cada resistencia es inversamente proporcional a su resistencia. En otras palabras la resistencia de valor menor tendrá la corriente más alta mientras que la resistencia con el valor mayor tendrá la más pequeña. La fórmula de abajo se puede usar para determinar la corriente de cada resistencia.

$$I_1 = I_T \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad I_2 = I_T \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

## 8.6 Componentes principales de motores de inducción

### Características de los Motores de Inducción

Recibe su nombre debido a que la potencia es transferida al rotor en forma inductiva, es decir, es una máquina que sólo tiene amortiguamiento y el voltaje en el rotor se induce en los devanados del rotor en lugar de estar conectados por cables. Esto evita el uso de conmutador, lo que lo hace confiable y eficiente.

Se caracterizan porque:

- Son alimentados por una sola vía (campo y corriente).
- Corriente y flujo, son señales alternas.
- Su velocidad es menor que la velocidad sincrónica.

Los motores de inducción llevan circuitos integrados para regular la toma de corriente y evitar de esta forma, una baja en la intensidad de la corriente. Para el arranque requieren gran cantidad de corriente y, aunque son más costosos que los de corriente continua, su reparación es menos compleja. El voltaje es muy importante para un motor de inducción.

En general, el funcionamiento de un motor se basa en las propiedades electromagnéticas de la corriente eléctrica y la posibilidad de crear, a partir de las mismas, fuerzas de atracción y repulsión encargadas de actuar sobre un eje y generar un movimiento de rotación.

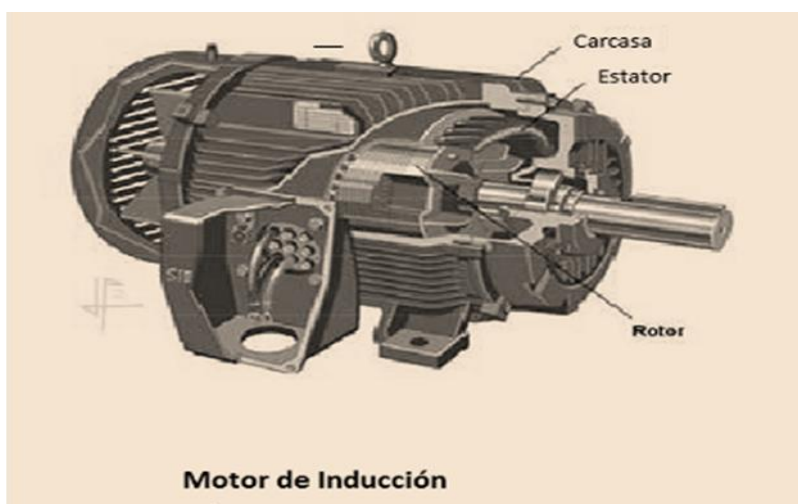


Figura 197: Estructura del Motor de Inducción

La máquina o motor de inducción se compone de tres partes:

- El estator.
- El rotor.
- La carcasa.

**Estator.** Corresponde a la parte eléctrica estacionaria del motor. Tanto el estator como el rotor son circuitos electromagnéticos que funcionan como electroimanes. El núcleo estator de un motor está hecho de varios cientos de laminaciones delgadas aisladas entre sí.

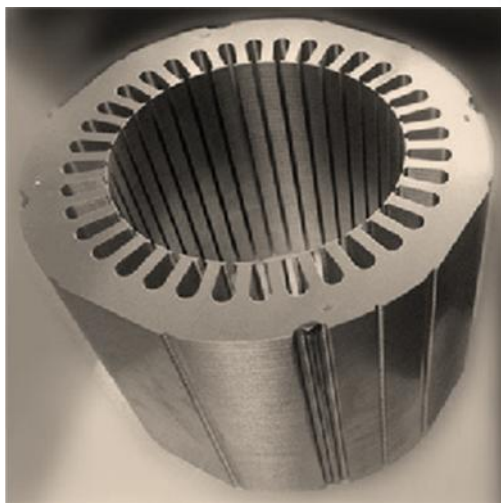


Figura 198

Devanado del estator: Se apilan las laminaciones del estator formando un cilindro hueco y se insertan bobinas de alambre aislado, en cada una de las ranuras del núcleo.

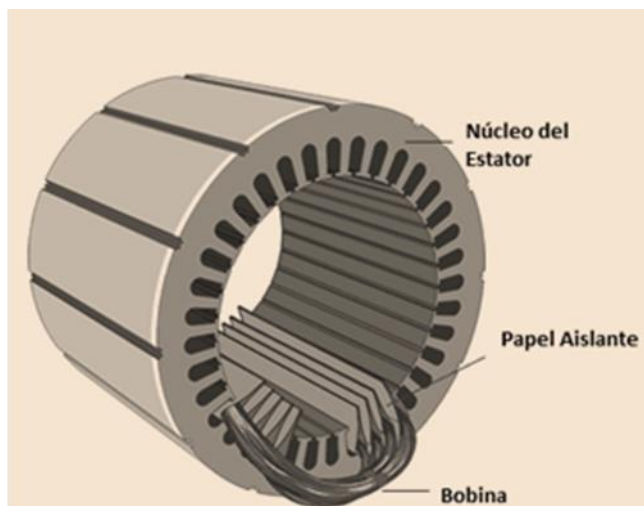


Figura 199

Cada grupo de bobina, junto con el núcleo de acero que lo rodea, forma un electroimán. Los devanados del estator son conectados directamente a la fuente de alimentación.

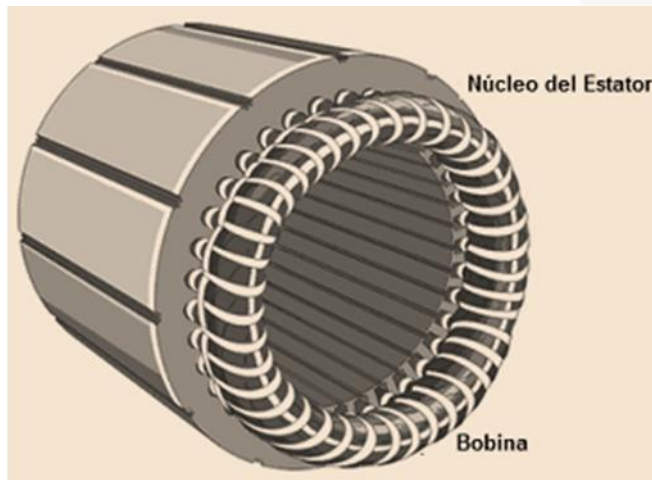


Figura 200

### **Rotor**

Tipos de Rotor:

- Rotor Jaula de Ardilla.
- Rotor devanado.

Cuando los motores están funcionando presentan características parecidas, independientemente del tipo de rotor. Sin embargo, se diferencian en el arranque, en la posibilidad de regular la velocidad, factor de potencia, eficiencia y costo.

El núcleo del rotor está hecho de laminaciones de acero aisladas entre sí y apiladas, obteniéndose un núcleo sólido. Previamente las chapas fueron preformadas para que al apilarse, formen las ranuras.

### **Rotor Jaula de Ardilla**

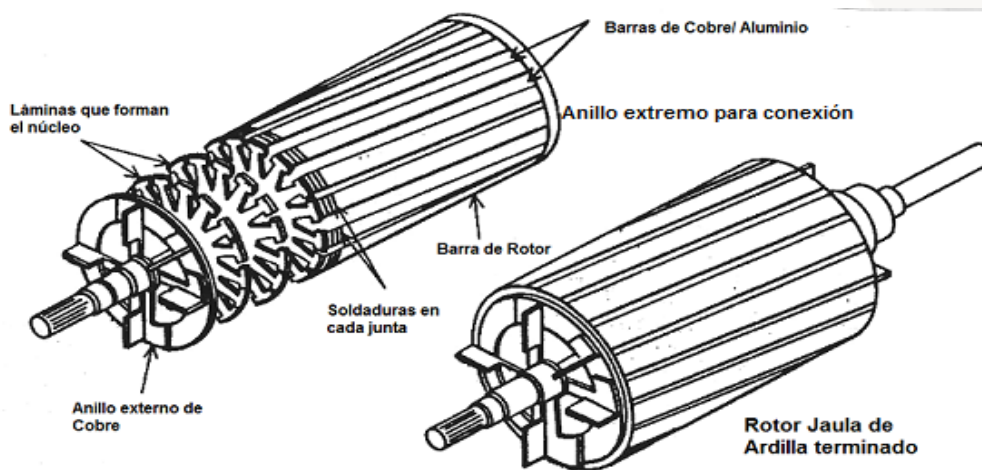


Figura 201

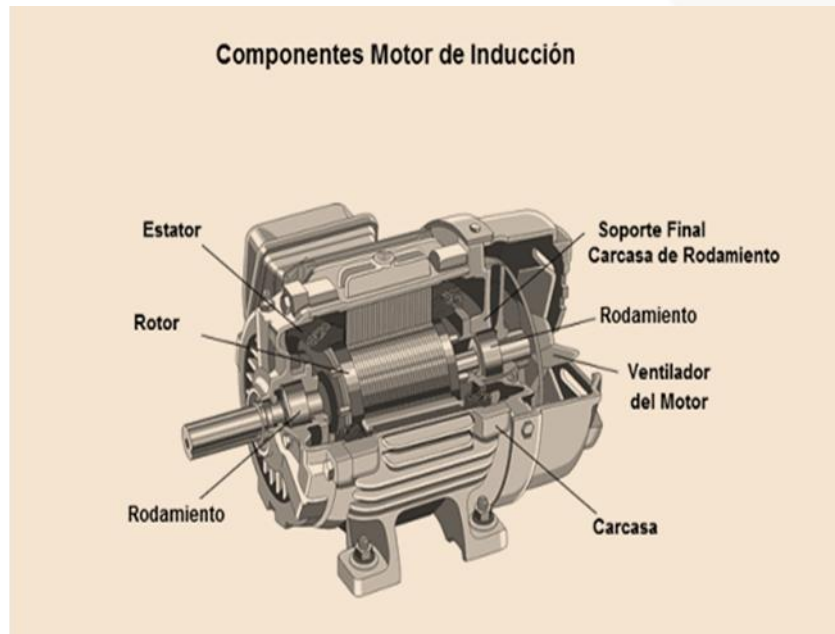
Se conoce como Jaula de Ardilla al rotor que tiene una serie de barras conductoras, que se ubican dentro de las ranuras con sus extremos puestos en cortocircuito por medio de dos anillos.

### **Rotor devanado**

Se compone de un arrollamiento trifásico completo, que es una imagen reflejada del devanado del estator. Generalmente se conectan en estrella y sus extremos van a los anillos rozantes. Puede ubicarse en cortocircuito, a través de las escobillas o se pueden insertar resistencias para que en el momento del arranque, se limite la corriente y se eleve el torque. Asimismo se puede regular la velocidad.

### **Carcasa**

La carcasa es un armazón, con dos tapas en los extremos. El devanado del estator está ajustado dentro de la carcasa. El rotor encaja dentro del estator con un ligero entre hierro que lo separa del estator. No hay conexión física directa entre el rotor y el estator. La carcasa además, protege las partes eléctricas y operativas del motor, de los efectos perjudiciales del ambiente en que el motor opera. Los rodamientos, montados en el eje, sostienen al rotor y le permiten girar. El ventilador, también montado en el eje, se usa para refrigerar el motor.



**Figura 202**

### **Potencia eléctrica**

Por definición, la potencia es un Watt si un Joule de energía es transformado en un segundo. Sin embargo, la potencia eléctrica es la tasa de suministro o la conversión de energía. La potencia eléctrica puede ser calculada cuando se conoce la corriente y el voltaje. Cuando un voltaje de 1V causa que una corriente de 1A fluya, la potencia es 1W.

*Potencia = Voltaje x Corriente*

$$P = V \times I$$

Donde:

P = Potencia medida en **Watts**

V = Voltaje medido en Volts

I = Corriente medida en Amperes

## Potencia mecánica (Potencia en un motor)

La potencia de una máquina es la cantidad de trabajo que ésta puede realizar en un tiempo determinado. La energía mecánica de un motor depende de su velocidad de rotación y el torque que desarrolle. Es dado por:

$$P \propto T \times n \quad (\propto = \text{proporcional a})$$

Donde

**P** = energía mecánica [W] **T** =  
par de torsión [Nm]

**n** = velocidad de rotación (revoluciones por segundo)

La energía generada por un motor puede calcularse por la siguiente fórmula:  $\frac{2\pi NT}{60}$

Donde

**P** = Energía Mecánica en Watts (W) **T** = Par de torsión  
en (Nm)

**N** = Velocidad de rotación en revoluciones por minuto

## Ejemplo

Calcular la energía de salida de un motor eléctrico que mantiene una velocidad de 1000 rev/min en contra de un torque de carga de 21 Nm

$$P = \frac{2\pi NT}{60} = \frac{2 \times \pi \times 1000 \times 21}{60} = 2200 \text{ watts}$$

## Potencia de entrada/salida y eficiencia

Aunque la Energía no puede ser creada o destruida, no significa que la energía pueda ser convertida de una forma a otra sin tener pérdidas.

Cada vez que una máquina transforma energía desde una forma a otra, siempre hay algún tipo de pérdida. La pérdida sucede en la misma máquina, lo que causa:

- Un aumento de la temperatura.
- Una reducción en la eficiencia.

El estudio de las pérdidas de energía es importante porque da una idea de cómo poder reducirlas. Las máquinas eléctricas pueden ser divididas en dos grupos: aquéllas que tienen piezas rotativas como motores, generadores, etc., y aquéllas que no (transformadores, reactores, etc.). Las pérdidas eléctricas y mecánicas se producen en las máquinas rotativas, mientras que sólo las pérdidas eléctricas se producen en las máquinas estacionarias.

Las pérdidas mecánicas se deben a la fricción de los rodamientos y roce con el aire. Las pérdidas por fricción dependen de la velocidad de la máquina, y del diseño de los rodamientos. Las pérdidas de roce con el aire dependen de la velocidad y el diseño del ventilador de refrigeración, y de la turbulencia producida por las piezas rotatorias.

Las pérdidas eléctricas, como se muestra en la figura a continuación, se componen de:

- Pérdidas en el conductor  $I^2R$  del rotor y estator (a veces llamadas pérdidas en el cobre).
- Pérdidas en el núcleo.
- Pérdidas en el entrehierro.

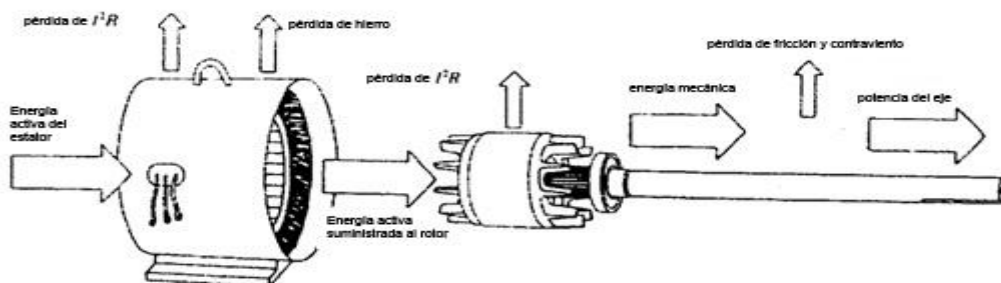


Figura 203: Pérdidas eléctricas

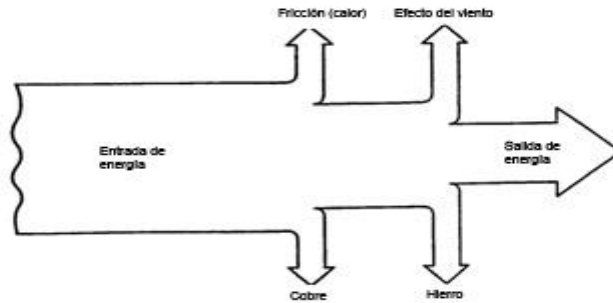


Figura 204: Entrada / salida de energía

### Definición de eficiencia

Puede definirse como la proporción de la potencia de salida con la potencia de entrada y normalmente se expresa como un porcentaje.

### Definición de pérdidas

Las pérdidas se pueden definir como la diferencia entre la energía de entrada y la potencia de salida.

### Salida de potencia mecánica

La “clasificación de 150 Kw” se refiere a la **potencia** de salida mecánica del motor y la eficiencia  $\eta = 92\%$ .

La energía de entrada es  $P_{in} = P_{out}/\eta = 150/0,92 = 163$

Kw las pérdidas son  $P_{in} - P_{out} = 163 - 150 = 13$  Kw

Las pérdidas son bastante moderadas, pero aún sería suficiente como para calentar continuamente una casa grande en medio del invierno.

**Principios básicos de electricidad****Estrategias metodológicas para el instructor**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Recurso plataforma web.	✓
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

**Electricidad y sus efectos****Objetivos de aprendizaje**

- Reconocer elementos comunes que componen un tablero eléctrico.

**Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer los elementos más comunes de un tablero eléctrico. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estos elementos.

**Materiales y recursos**

Se sugiere que la institución de formación encargada del curso adquiera los materiales y elementos mencionados y prepare los muestrarios para la realización de la actividad. Estos artículos se consiguen en tiendas especializadas de electricidad y electrónica.

**Elementos comunes de tableros eléctricos:**

- Fuente de poder.
- Resistencias electrónicas.
- Transformadores.
- Fusibles y portafusibles.
- Regletas.
- Contactores.
- Disyuntores (monofásicos y trifásicos).
- Conectores.
- Luces piloto.
- Interruptores.
- Pulsadores.
- Interruptor diferencial.
- Relés.
- Voltímetros.
- Amperímetros.
- Medidores de potencia.
- Medidores de energía.
- Cables eléctricos.

## Desarrollo

El instructor debe explicar a los participante que es la idea de esta actividad es que conozcan los distintos elementos del circuito eléctrico y sus funciones a través del muestrario.

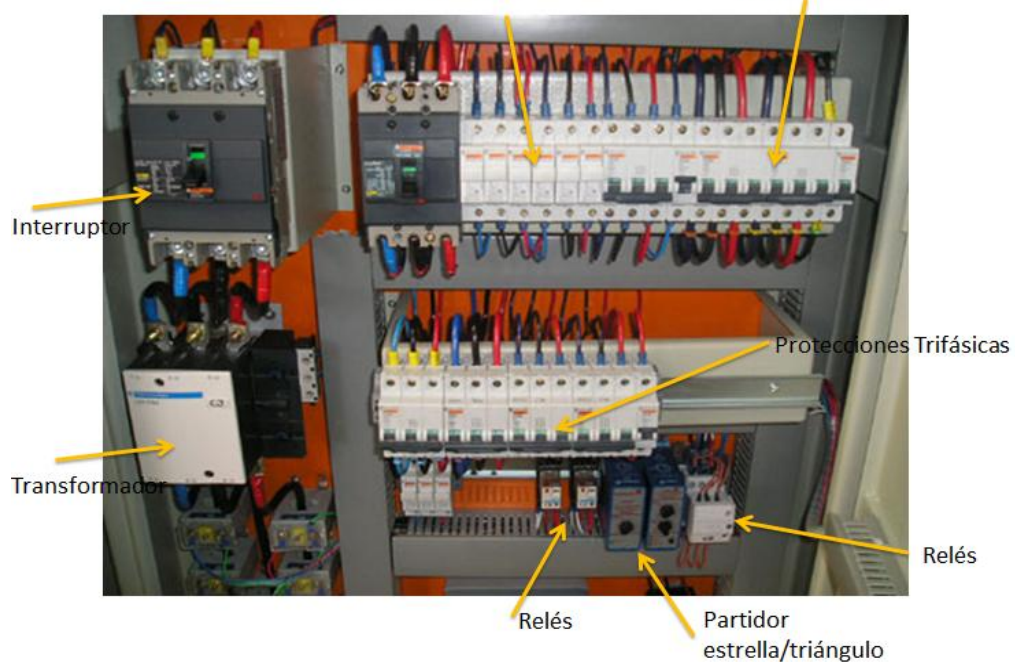
De no tener muestrarios con los elementos solicitados, se podrán utilizar las fotografías del material didáctico o el tablero eléctrico que se encuentre en el lugar del Organismo Técnico de Capacitación. En este caso es únicamente el instructor que debe, con mucha precaución, solo mostrarles a los participantes los elementos aquí mencionados indicándoles donde se encuentran y como reconocerlos.

Tablero Electrico Vista Frontal



Protecciones monofásicas

Protecciones Trifásicas



**Uso de multímetro, Elementos de circuitos, Ley de Ohm: Medición de voltaje, corriente y resistencias**

## Objetivos de aprendizaje

- Armar circuitos básicos, con resistencias en serie y en paralelo y realizar mediciones de voltaje y corriente con el multítester.

## Materiales y recursos

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

### Recurso Plataforma WEB:

<http://phet.colorado.edu/es/simulation/circuit-construction-kit-dc>

## Descripción de la actividad

El participante a través de una actividad práctica de simulación trabajará en un Kit de construcción de circuitos con resistencias, ampolletas, baterías (pilas), cable e interruptores. Podrán realizar mediciones con amperímetro y el voltímetro de manera realista. El circuito podrá ser visto en la forma de un diagrama esquemático o una vista realista.

## Desarrollo

El instructor realizará la siguiente actividad explicando a los participantes que para construir circuitos eléctricos, los componentes deben ser arrastrados desde la caja de herramientas con excepción del voltímetro y el cronometro.

Haga “click” en el botón derecho para explorar una variedad de situaciones. Por ejemplo, usted podrá romper una unión, remover un componente o cambiar los valores de resistencia.

Se puede utilizar el botón “guardar” para guardar una configuración para usar en clases.

## Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma

El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente.

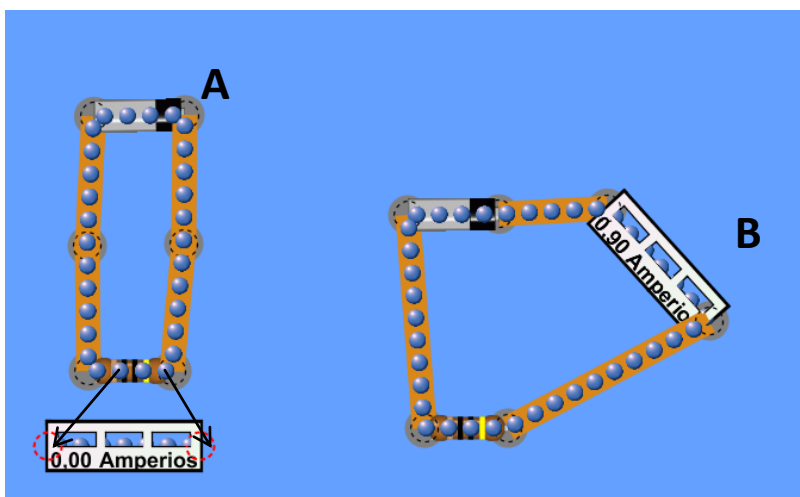
Algunas competencias básicas que usted querrá conocer y revisar en relación a la plataforma de simulación:

- Añadir piezas.
- Conectar partes con cables.
- Borrar cables, partes o añadir partes. Note que no podrá añadir nada después que el circuito ha sido construido.
- Usar el voltímetro y amperímetro. El amperímetro sin contacto es especialmente útil, pero el otro es realista.
- La diferencia entre vista esquemática y realista.
- Borrar una imagen para iniciar algo más.

Se sugiere que el instructor prepare con antelación algunos circuitos para que los participantes los reproduzcan de acuerdo a sus instrucciones.

Algunos ejemplos para el instructor se dan a continuación:

Pídales a los participantes que dibujen los siguientes circuitos y pregúnteles, cuál de los dos circuitos presenta la manera correcta de usar un amperímetro.



Solución: B.

Solicíteles a los participantes que dibujen los siguientes circuitos destacando que ambos “resistencias” deben ser de 50 Ohm ( $\Omega$ ). Luego pregúnteles cuál de las dos resistencias, si la de arriba o la de abajo, tiene mayor voltaje. Luego pregunte qué pasaría si cortocircuita una de las dos resistencias.



Solución 1: ambas tienen el mismo voltaje. Solución 2: la corriente tiende a infinito, y puede explotar.

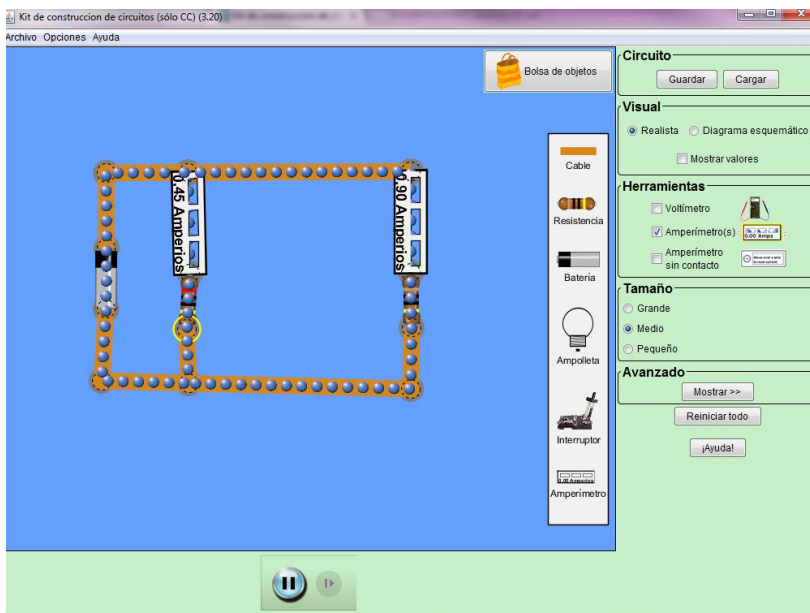
Solicítele a los participantes que dibujen el siguiente circuito destacando que la primera resistencia debe ser de 50 Ohm y la de debajo de 10 Ohm. Luego pregúnteles cuál de las dos resistencias tiene el voltaje más alto:



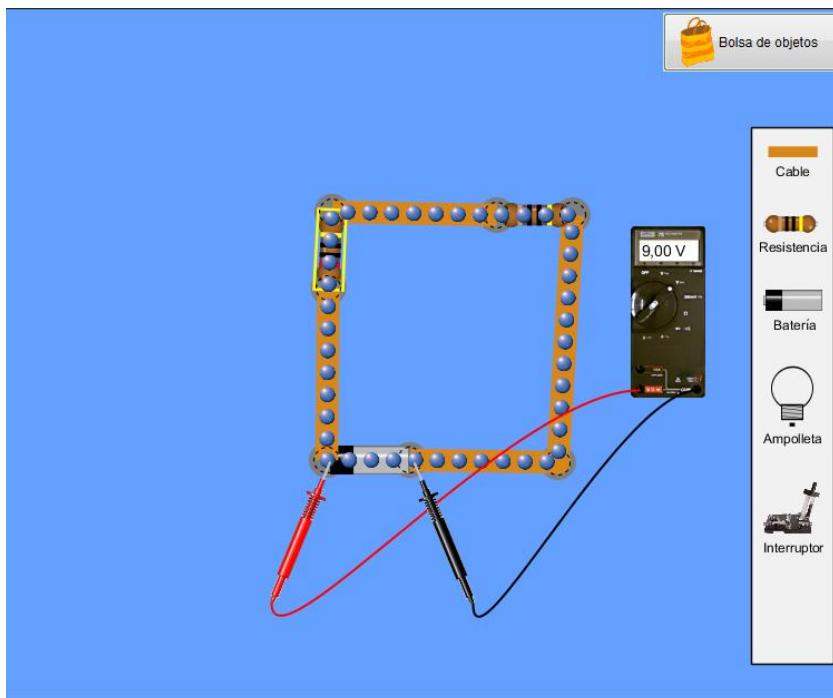
Solución: El de 50  $\Omega$  (en este caso es de la mayor resistencia).

### **Circuitos con resistencias en serie y en paralelo**

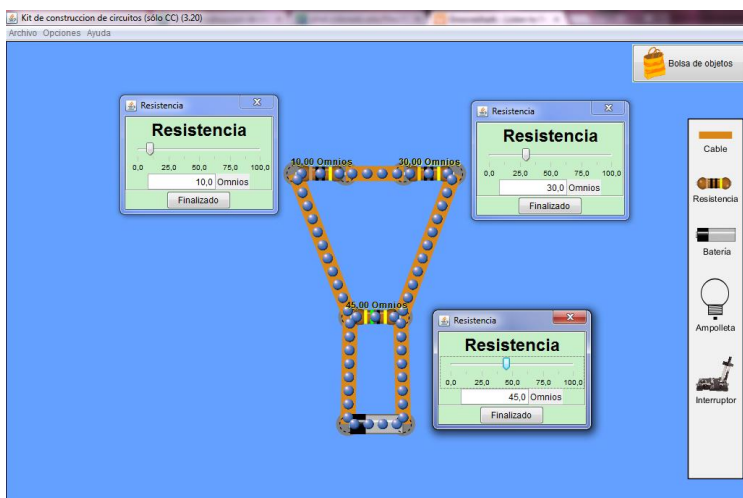
Solicítele a los participantes que simulen un circuito para medir corriente siguiendo el ejemplo:



Solicítele a los participantes que simulen un circuito para medir voltaje siguiendo el ejemplo:



Solicítele a los participantes que dibujen el siguiente circuito destacando que los resistores deben ser de 10, 30 y 45 Ohm. Luego pregúnteles cuál es la resistencia en este circuito:



Solución:  $[1/(30+40) + 1/45]^{-1} = 21$

El instructor deberá comentar con los participantes que el voltaje es el mismo, mientras que la corriente se reparte al salir de la batería. La corriente es siempre la misma pero el voltaje va disminuyendo en cada resistencia. El voltaje es una diferencia.

## Cierre

Se le llama resistencia eléctrica a la mayor o menor oposición que tienen los electrones para desplazarse a través de un conductor. La unidad de resistencia en el sistema internacional es el ohm, que se representa con la letra griega omega ( $\Omega$ ), en honor al físico alemán George Ohm, quien descubrió el principio que ahora lleva su nombre.

Se denomina resistor o bien resistencia al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito. En la propia jerga eléctrica y electrónica, son conocidos simplemente como resistencias. En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., se emplean resistencias para producir calor aprovechando el efecto Joule. Una resistencia puede ser una ampollita.

Todos los electrodomésticos como planchas, hervidores, estufas eléctricas son distintos tipos de resistencias eléctricas.

## 9. Nociones básicas de neumática

### 9.1 ¿Qué es el aire comprimido, cuáles son sus principales usos y cómo se almacena y genera?

Los siguientes temas serán abordados en esta sección:

- Ventajas y desventajas de los sistemas neumáticos.
- Seguridad neumática.
- Compresores de aire.
- Componentes auxiliares del compresor.
- Mantenimiento de los sistemas neumáticos.
- Sistemas de distribución de aire.

#### **Ventajas y desventajas de los sistemas neumáticos**

A continuación se indican las *ventajas principales* de un sistema neumático:

- El aire es un gas fácilmente disponible que se comporta como un fluido y que puede ser devuelto a la atmósfera luego de ser utilizado.
- El aire comprimido puede ser almacenado en contenedores construidos y diseñados adecuadamente como medio de almacenamiento de energía.
- El aire comprimido puede ser distribuido de manera rápida y eficiente dentro de una planta o fábrica.
- Las filtraciones de aire comprimido son un desperdicio de energía y en la mayoría de los casos no constituye un peligro serio.
- El aire comprimido es relativamente fácil de controlar en una amplia gama de aplicaciones donde se necesite el control de la velocidad y la potencia.
- Las herramientas o equipos que utilizan aire comprimido no se dañan por sobrecarga bajo muchas circunstancias de uso, sólo se detiene.
- El Elementos de aire comprimido puede ser usado en temperaturas altas, ambientes húmedos o peligrosos.

A continuación se indican las *desventajas principales* de los sistemas neumáticos:

- El aire exterior de entrada debe ser filtrado y limpiado.
- Los conductos de escape y válvulas de alivio en equipos accionados por aire necesitan silenciadores para minimizar el ruido de la máquina.

- Las máquinas neumáticas funcionan comparativamente a bajas presiones, limitando la cantidad de energía disponible para impulsar maquinaria o herramientas y por ende, su tamaño.
- Debido a la compresibilidad del aire, es difícil regular y lograr velocidades constantes de pistón o eje.
- El aire, especialmente cuando está comprimido, se escapa fácilmente por puntos de filtración tales como espacios pequeños, etc.

## **Seguridad en sistemas neumáticos**

Cuando se trabaja con cualquier equipo que involucre el uso de aire comprimido, se deberá aislar y dejar seguro para hacerlo de acuerdo a los procedimientos establecidos.

El aire comprimido es más seguro de usar que la electricidad, pero como todas fuente de energía, se debe usar con cuidado y precaución. El personal de mantenimiento deberá estar consciente de los peligros potenciales que están presentes cuando se Utilizar aire comprimido a altas presiones.

*Antes de comenzar cualquier prueba o mantenimiento en un sistema neumático, se debe observar las siguientes reglas como mínimo:*

- Aislar el compresor y/o la máquina neumática de suministros de energía externos y de todas las fuentes de presión. Drenar o ventilar completamente hacia la atmósfera antes de dismantelar algún componente.
- Cuando se realice el mantenimiento en compresores accionados eléctricamente, bloquear el interruptor en la posición abierta (off), o usar otro medio seguro de interrupción de corriente tales como el retiro de fusibles.
- Usar tarjetas de bloqueo para evitar que otras personas intenten operar la máquina.
- Proporcionar soporte a las cargas sostenidas por presión que puedan caer cuando las presiones sean eliminadas al momento de desconectar la unidad de trabajo.
- Asegurar que la presión del sistema ha sido liberada. Es peligroso retirar una manguera de aire o deshacer una conexión que contenga aire bajo presión. Operar las válvulas en cada posición luego de que el compresor

haya sido aislado y liberado de la presión para asegurar que es seguro trabajar en la máquina o en el sistema.

- Sostener el extremo de toda manguera que no cuente con una válvula de cierre, mientras encienda el aire. Esto evitará que la manguera se deslice bajo la presión.
- Usar antiparras protectoras o una máscara para la cara cuando Usar aire para limpiar herramientas o fittings. No usar aire a alta presión para limpieza. Usar un mando de extracción de polvo de presión limitada aprobada diseñado para dicho propósito (ejemplo, un Difusor).
- Mantener las corrientes de aire comprimido lejos de su cuerpo. Pueden ocurrir daños oculares, ruptura de tímpanos, ampollas y otras lesiones a causa de descuidos y juegos bruscos. Las filtraciones de aire deberán ser revisadas con el uso de una solución de agua con jabón, ¡no con la propias manos!
- Nunca dirigir la corriente de aire a alguna apertura del cuerpo humano. Puede causar lesiones graves o la muerte.
- Verificar que los ductos de descarga de aire de la herramienta estén limpios y que la carcasa no esté dañada.
- Desconectar la línea de aire antes de hacer algún reajuste de las herramientas eléctricas.
- NO usar líquidos inflamables, bajo ninguna circunstancia, para limpiar válvulas, filtros, tomas de aire de los enfriadores, cañerías de aire o alguna otra pieza expuesta al flujo de aire durante la operación normal. Los humos pueden quedar atrapados en los componentes (ejemplo, los cilindros del compresor) y cuando se compriman y calienten, pueden causar una explosión resultando en daños y lesiones graves.
- Si se usan líquidos no inflamables de Hidrocarburo clorinado para la limpieza, tomar todas las precauciones de seguridad adecuadas en contra de todo vapor tóxico que pueda ser liberado durante su uso.
- NO usar tetracloruro de carbono. Ha sido una sustancia prohibida durante 30 años. Puede causar enfermedades renales graves y en otros órganos también.

- Nunca usar una llama para la inspección del interior de un compresor o tanque de presión. El aceite u otros vapores pueden estar presentes y se pueden encender o causar una explosión.
- Mientras se usan equipos de pruebas acoplados a mangueras flexibles, amarre las mangueras y/o el Elementos para pruebas. Como las mangueras flexibles están presurizadas se vuelven rígidas y tienden a enderezarse. Todo equipo para pruebas acoplado al extremo de una manguera se levantará por los aires y entonces, cuando se libere la presión, caerá al suelo dañándose.
- Asegurar que todas las conexiones de líneas estén firmes y que las líneas no estén dañadas. El aire bajo presión que se escapa es un peligro y puede causar lesiones personales.

## 9.2 Componentes principales de un sistema neumático

### Compresores de aire

Los compresores de aire están diseñados para comprimir aire o gas desde una presión de entrada inicial (normalmente atmosférico) a una presión más alta de salida.

Los compresores pueden ser clasificados en dos (2) grupos básicos, con varios diseños dentro de cada grupo. Éstos son:

- Compresores reciprocantes (recíprocos)
- Compresores de pistón rotatorio.
- Compresores de flujo.

Los primeros dos (2) grupos funcionan sobre el principio de desplazamiento positivo donde el aire se comprime al confinarlo en una cámara o cilindro, luego reduciendo el volumen de la cámara.

El último grupo funciona sobre el principio de ingresar aire por un lado y comprimiéndolo por aceleración de masa hacia el otro.

## Compresores reciprocantes

Los Compresores del Tipo Pistón de una etapa están diseñados en una variedad de tamaños para cubrir un amplio rango de volúmenes y presiones de operación de salida. Este tipo de compresor normalmente se descarga en un receptor de aire para almacenar el aire comprimido para su uso. La parte de arriba del pistón y la cabeza del cilindro siempre se mantiene al menor mínimo factible para lograr la eficiencia volumétrica.

Los anillos y sellos del pistón deben ser herméticos, por lo tanto estos elementos necesitan una adecuada instalación. La mayoría de los anillos de los pistones de los compresores son de un grado especial de hierro fundido y están mecanizados y rectificados. Los diámetros internos de los cilindros están mecanizados y pulidos de manera precisa para que un mínimo de fricción se genere entre los anillos y las paredes del cilindro cuando estén lubricados de manera adecuada.

Algunos de los grandes compresores reciprocantes fijos tienen camisas de enfriado por agua para eliminar el exceso de calor causado al comprimir grandes volúmenes de aire.

Los compresores del tipo pistón de dos (2) etapas comprimen el aire en dos (2) etapas y usan dos (2) pistones de tamaños diferentes.

El pistón más grande comprime el aire a un volumen establecido y lo descarga normalmente a través de un enfriador dentro del cilindro, a un segundo pistón más pequeño que comprime el aire a la presión deseada. Los compresores de dos (2) etapas son mucho más eficientes y malgastan menos energía.

Los compresores de diafragma tienen el pistón separado de la cámara de succión por un diafragma flexible. Este tipo de compresor no sufre de contaminación por aceite en el aire de salida. Se usan comúnmente en situaciones donde se necesita aire limpio, tales como en aplicaciones de procesamiento de alimentos, farmacéuticas y químicas. Éstos son muy similares en diseño a una bomba de agua de diafragma.

## Compresores rotativos

Los Compresores de Flujo Axial son compresores muy eficaces con relaciones de presión de etapas que varían entre ocho y doce. Constan normalmente de aspas o paletas alineadas que se deslizan en un rotor, que funciona de manera excéntrica en un estator o carcasa.

La combinación de paletas deslizantes, en contacto con la superficie interna del estator y el rotor que opera de manera excéntrica, tiene el efecto de ingresar el aire cuando las aspas están extendidas a su posición exterior. Esto comprime gradualmente el aire debido a la reducción de volumen, hasta que se descarga a máxima presión, que es cuando las aspas son retraídas a su posición interna.

Los compresores rotativos de paletas deslizantes emplean un rotor montado de manera excéntrica que gira en una carcasa cilíndrica con ranuras de entrada y salida. Las ventajas de este compresor son sus dimensiones compactas y además su funcionamiento silencioso y entrega de aire estable.

Las paletas deslizantes están contenidas en ranuras en el rotor y forman cámaras con la pared cilíndrica. Cuando giran, la energía centrífuga fuerza las paletas hacia la pared y debido a la forma de la carcasa, las cámaras aumentan o reducen su tamaño.

Los compresores de tornillo constan de dos (2) rotores inter-deslizantes, uno que tiene un perfil convexo y el otro un perfil cóncavo. Existen tolerancias finas entre los tornillos mismos y la carcasa circundante. Los tornillos se mantienen normalmente alejados de contacto entre ellos por engranajes de sincronización. El aire ingresa por un extremo de la carcasa, es luego atrapado entre las ranuras del tornillo y finalmente es forzado hacia afuera de la salida del compresor. Estos compresores típicamente funcionan a altas rpm.

### **Compresores de flujo**

Los compresores Roots (de lóbulos) transportan el aire de un lado a otro sin ningún cambio en el volumen. Se evita que los lóbulos de rotación entren en contacto unos con otros por engranajes de sincronización y los bordes de los lóbulos producen el sellado necesario en el lado de la presión.

Los Compresores de Flujo Radial entregan grandes cantidades de aire a baja presión, con una proporción de presión de etapa de cuatro (4) etapas, siendo ésta cerca del máximo factible. El principio de operación es que cuando el eje gira, el efecto de la fuerza centrífuga sobre el aire dentro del álabe causa su compresión y al mismo tiempo lo induce para que fluya hacia el álabe.

El aire ingresa al ojo del álabe y el álabe rotativo acelera el aire de manera radial. A medida que el aire deja el álabe, ingresa a un ducto con forma divergente antes de salir del compresor. Esto disminuye la velocidad del aire y aumenta su presión.

## Componentes auxiliares del compresor

### Dispositivos de regulación

Un requisito fundamental de muchos compresores es la capacidad para mantener una presión constante predeterminada en el receptor, sin importar las variaciones de demanda. Hay dos (2) sistemas de regulación, descargadores de aire y dispositivos de protección:

#### Descargadores de aire

Un descargador es un dispositivo automático que varía la cantidad de aire que se comprime. Están incorporados en compresores, a fin de conservar el gasto de energía cuando no hay demanda de aire. Además, tienen un propósito secundario en que el compresor es más fácil de arrancar en la condición sin carga.

Una aplicación particular es cuando se usan ciertos tipos de accionamiento eléctrico, en los que no se alcanza un torque total hasta que el motor esté a la velocidad total.

Hay muchos dispositivos de descarga asociados a los compresores, pero en general, pueden clasificarse por su operación en siete (7) principios, a saber:

- Descarga de línea de entrada.
- Descarga de entrada y de descarga.
- Válvula de entrada mantenida cerrada.
- Válvula de entrada mantenida abierta.
- Válvula de descarga mantenida abierta.
- Carrera de compresión ajustable.
- Volumen de cámara de compresión variable.

### Válvulas de admisión y descarga del compresor

Las válvulas de admisión y descarga son tal vez las piezas más vitales de un compresor en relación al trabajo eficiente del compresor.

La forma más común de la válvula usada en el diseño de compresores modernos es el tipo check de placas. La válvula se abre o cierra bajo una diferencia en la presión de aire en él y se cierra bajo un ligero accionamiento por resorte. Las piezas movibles son livianas y necesitan un recorrido comparativamente corto.

El área cubierta por la válvula es relativamente grande y por lo tanto responde a diferenciales de presión muy leves, abriendo y cerrando rápidamente. Las velocidades del aire a través de ella son relativamente bajas y es por estos

motivos que la eficiencia de la válvula es buena. Es generalmente fácil de fijar y mantener.

Se emplean placas de varias formas incluyendo:

- Discos o rectángulos ranurados.
- Anillos concéntricos.
- Láminas paralelas.

Las válvulas de succión y entrega utilizan el mismo principio de diseño, con un número de piezas en común. Esto reduce la cantidad de repuestos necesarios. En algunos compresores antiguos, se incluyen válvulas de resorte.

### **Mantenimiento de los sistemas neumáticos**

Un sistema neumático es fácil de mantener. Sin embargo, como cualquier otro mecanismo, debe ser operado y mantenido adecuadamente. Se puede dañar el sistema neumático por velocidades y presiones excesivas, por contaminación de fluidos y por temperaturas de funcionamiento altas. El mantenimiento regular reducirá las averías del sistema o sus componentes.

Con el uso de un programa de mantenimiento frecuente (llamado Mantenimiento Preventivo) para cuidar el sistema y sus subsistemas, se puede eliminar los problemas comunes. Estos problemas se pueden corregir antes de que ocurra alguna avería.

La siguiente lista muestra los principales problemas de mantenimiento neumático:

- Aire contaminado con agua.
- Filtraciones.
- Configuraciones de presión incorrecta.
- Configuraciones del lubricador incorrectas dando como resultado válvulas atascadas.
- Temperatura elevada del aire.
- Líneas de suministro sueltas.
- Sellos defectuosos.

### **Limpieza**

*La limpieza es de suprema importancia* cuando se trata de dar mantenimiento a los sistemas neumáticos. Mantener la suciedad, polvo y otros contaminantes fuera del sistema y componentes. Las partículas pequeñas pueden dañar las válvulas, atrapar componentes y obstruir orificios, causando trabajos de reparación caros.

Se puede mantener limpio un sistema neumático durante el siguiente mantenimiento:

- Manteniendo limpios todos los aceites de lubricación.
- Manteniendo limpias las piezas del sistema y subsistemas.

Manteniendo el área de trabajo, herramientas y Elementos de reparaciones limpios y teniendo cuidado al momento de cambiar o agregar aceite.

Mantener el aceite limpio desde el minuto en que se entrega en bodega. Cuando se saca el aceite fuera de la bodega, usar sólo los contenedores aprobados y con tapas para llevar el aceite desde la bodega al punto de uso. Usar un tipo adecuado de embudo limpio con filtro de malla fina cuando se vierte el aceite desde el contenedor dentro del compresor o el Elementos auxiliar que necesite aceite.

Mantener un suministro adecuado de coladores limpios, embudos y contenedores de aceite. Almacenar en un ambiente limpio libre de polvo y Usar telas limpias libres de pelusas para limpiar la varilla indicadora cuando se revise los niveles de aceite.

Usar el sentido común. Detenerse, mirar, tocar y escuchar antes de recoger herramientas. Cambiar el aceite y los filtros del compresor de manera regular. Mantener buenos registros.

### **Detección de fallas**

Como las válvulas del compresor son los componentes con mayor carga de trabajo, son las primeras en sufrir por la supervisión y mantenimiento inadecuado de los compresores. La presión registrada en el indicador de presión del inter-cooler puede ayudar a localizar una válvula defectuosa.

Las válvulas defectuosas pueden ser ubicadas como se indica en la tabla de abajo:

<b>Síntoma</b>	<b>Causa posible</b>
Presión del Inter-cooler por sobre lo normal	Una de las válvulas de alta presión (HP) del cilindro está defectuosa
Presión del Inter-cooler por debajo de lo normal	Una de las válvulas de baja presión (LP) del cilindro está defectuosa

Una vez que se ha determinado que la válvula defectuosa está en el lado HP (Presión alta) o LP (Presión baja), proceda como se indica a continuación:

- Desconectar la cañería entre el cabezal del cilindro LP y la válvula de alivio del inter-cooler en el codo; conecte el codo.
- Descargar el compresor al soltar el tornillo de descarga en la válvula de regulación. El defecto ahora se puede atribuir a una válvula de entrada o salida, como se indica en la Tabla de abajo.

Causa posible	Síntoma
Válvula defectuosa en el cabezal del cilindro HP	Si la presión del inter-cooler se eleva durante la descarga, entonces una válvula de salida está defectuosa.  Si la presión del inter-cooler permanece inmóvil, una válvula de entrada está defectuosa.
Válvula defectuosa en el cabezal del cilindro LP	Si la presión del inter-cooler cae rápidamente durante la descarga, entonces una válvula de salida está defectuosa.  Si la presión del inter-cooler permanece inmóvil, una válvula de entrada está defectuosa

Desmontar las válvulas, teniendo cuidado de mantener las piezas de cada válvula individual todas juntas. Inspeccionar las placas de la válvula para encontrar desgaste o grietas.

Descartar todas las placas que estén agrietadas o torcidas. Los asientos dañados de la válvula pueden ser superpuestas en una placa de superficie o reacondicionadas en un torno o esmeril.

Para reducir el período de inactividad del compresor en la reparación de las válvulas, es aconsejable contar con un conjunto de válvulas de repuesto así como también las placas de válvula y resortes del amortiguador.

Una válvula defectuosa debe ser atendida inmediatamente. Si un compresor funciona con una válvula rota, puede ocasionar un daño grave.

## Válvulas de aire

Los varios tipos de válvulas de aire en el uso general pueden clasificarse como tipos de placa plana, aleta (o lengüeta, lengua u hoja), pluma, y anillo y de canal. Una breve discusión de cada tipo a continuación:

Ensamble de válvula de placa plana, también conocida como una *válvula Rogler*, puede ser reparada o mantenida. Pueden venir en una unidad combinada donde las válvulas de entrada y de salida están combinadas, o las válvulas de entrada y de salida son su propia unidad individual. Estos tipos de ensambles se encuentran comúnmente en grandes compresores de pistón.

Una válvula del tipo placa plana combinada se aborda a continuación.

Estas válvulas constan de discos planos de acero especial sujetado sobre el asiento de la válvula y sostenidos en posición por brazos de resorte, formado integralmente con la válvula misma.

En la construcción, la válvula B, que tiene brazos de resorte integrales C, es afirmada en su asiento A, por la placa de detención D, la que está hecha de acero para válvulas de entrada.

La placa de detención tiene brazos de resorte, que presionan la válvula B, limitando el movimiento de apertura y cerrando la válvula al término del recorrido.

La placa de detención D es respaldada por una placa amortiguadora E, que es idéntica a la placa de detención D, salvo que los brazos de resorte no están cortados a través de ella.

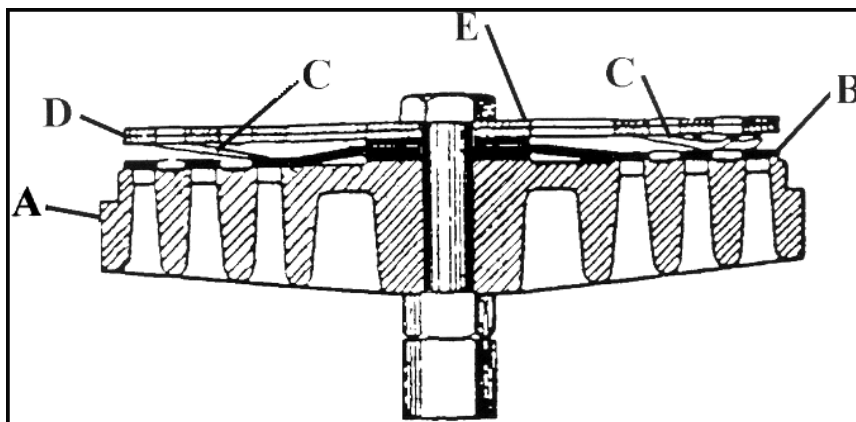


Figura 205

**Válvula de aleta o lengüeta** es un diseño de válvula flexible ampliamente usado en compresores pequeños y normalmente se considera como un ítem desechable. Un ejemplo de la válvula de aleta del cual hay numerosas variaciones, se muestra en la figura a continuación.

La válvula aleta es una lámina de acero delgado que se sujeta de manera segura normalmente en un extremo, mientras que el extremo opuesto descansa en el asiento de la válvula sobre el paso de la válvula.

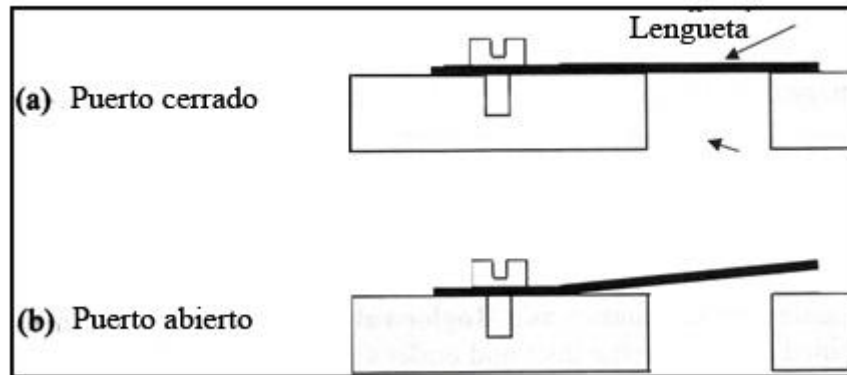


Figura 206

El diferencial de presión causa que el extremo libre del junco de válvula se “flexione” o “aletee” para cubrir o descubrir el paso de la válvula durante la operación del compresor.

**Válvula de pluma** es similar en diseño y construcción a una pluma. Están hechas a partir de una pieza de material de resorte plano y delgado, compuesto de una “espina” de soporte central que emite una serie de dedos con forma rectangular espaciados de manera regular – cuyos extremos están redondeados y no tienen soportes. La válvula de pluma está fija a través de su espina central a una placa de sellado.

Nota: las descripciones de válvula de hoja y dedo son un término genérico usado para cubrir válvulas del tipo disco junco, pluma y generales.

**Válvula tipo anillo** consta de anillos anulares perforados de una aleación delgada de acero, amortiguado por resortes especiales. El resorte de la válvula anular tiene un número de flexiones u ondas con espacios iguales, igual que la placa de reacción. La placa de reacción tiene dos (2) ondas para cada onda del resorte de la válvula. La diferencia de presión en los lados opuestos del resorte de la válvula causa una reacción al cambio desde la parte de arriba hasta debajo de la placa de reacción, lo que resulta en la obtención del doble de la reacción normal del resorte.

Los detalles de las válvulas se muestran en la figura a continuación.

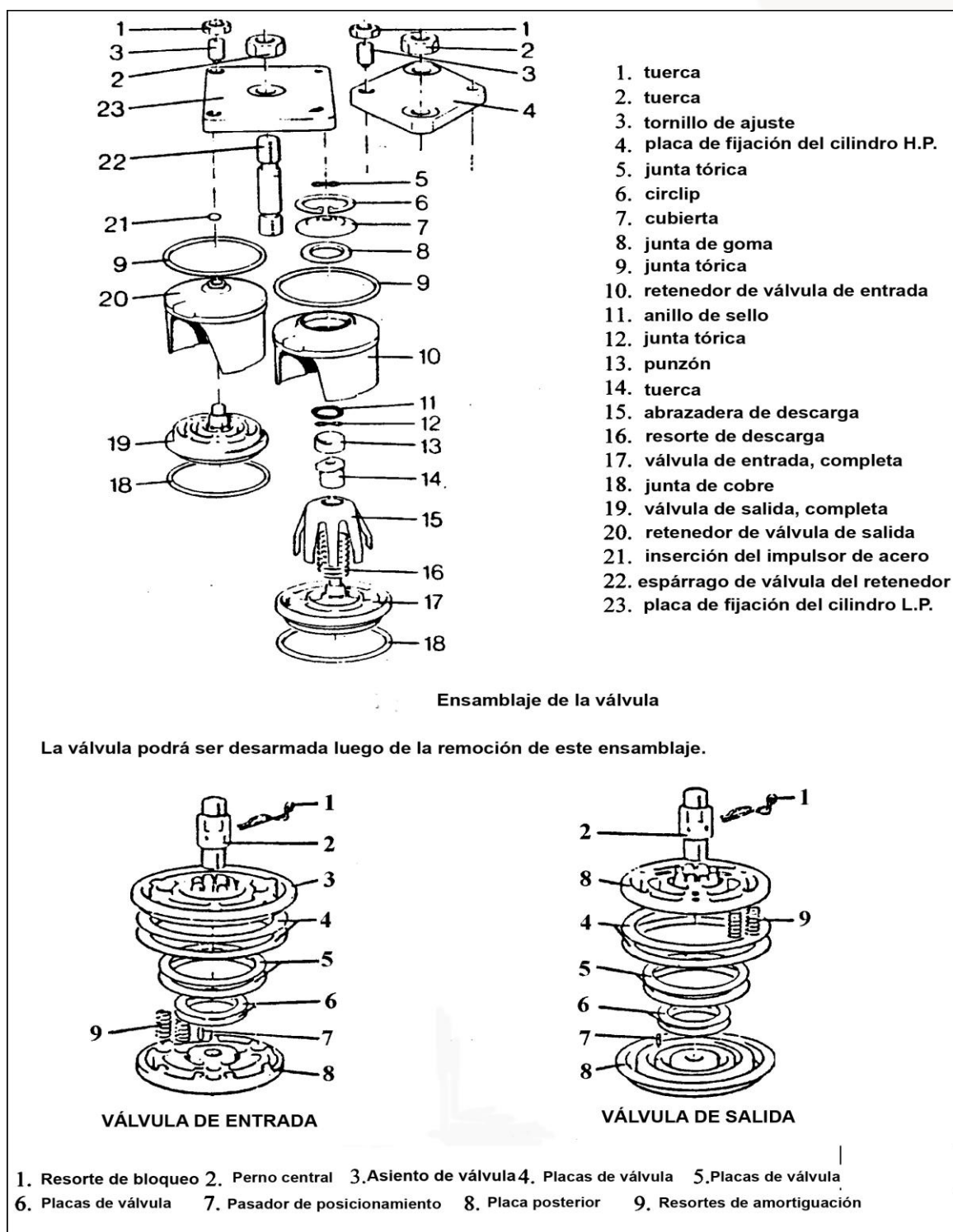


Figura 207

## Notas de mantenimiento

No sujetar la válvula directamente en un tornillo de banco durante el mantenimiento, ya que esto podría dañar o distorsionar el asiento o el cuerpo de la válvula.

Tomar nota del montaje y del orden en que se desmontó. Siempre es una buena práctica dejar el ensamble en un ambiente limpio para evitar la rotación o mezcla de los componentes durante la desmantelación o reensamblado.

Si las piezas sólo necesitan limpieza, no usar ruedas de pulido o cepillos de alambre, ya que las placas y asientos se encuentran recubiertas con un acabado superficial.

Si hay marcas profundas en la placa de la válvula serán muy difíciles de eliminar, antes de esmerilar estas marcas, se deberá consultar el manual de mantenimiento del fabricante.

Algunas placas de válvula no pueden ser esmeriladas porque han sido tratadas con calor y se podrían deformar por el estrés interno.



Figura 208

**Las Válvulas de tipo canal** están diseñadas para trabajo pesado. La válvula usa una serie de canales de acero inoxidable como válvulas. Estas válvulas están amortiguadas para aumentar su vida útil.

Las válvulas de hoja y dedo no se usan para presiones de descarga más altas que 3.500 kPa. Las válvulas de canal están disponibles para presiones hasta 10,5 MPa. Las válvulas de anillo están disponibles para todas las presiones con diseños especiales a 420 MPa y superiores.

### **Dispositivos de protección**

Interruptor de temperatura – protege la unidad en contra de altas temperaturas del aire de descarga.

Presostato – asegura que el compresor se corte una vez que el aire en el receptor alcance la presión máxima requerida y vuelve a arrancar el compresor cuando ocurre un preajuste mínimo. El tipo de interruptor usado lo determina la fuente de energía, motor eléctrico o motor pequeño de combustión.

El presostato puede ser uno de tres (3) tipos diferentes, dependiendo del tamaño del compresor y del tipo de unidad propulsora usada para accionar el compresor.

En el caso de un motor eléctrico, el presostato normalmente es un tipo de diafragma de presión balanceado con resorte. Consta de un diafragma sellado que es contrapeso con un resorte y un tornillo de ajuste. El tornillo de ajuste permite que se haga el ajuste para las presiones de conexión y desconexión. El eje del diafragma activa un interruptor eléctrico o relé.

En unidades impulsadas por motor de combustión, el presostato es un dispositivo mecánico que descarga los cilindros del compresor para que no sigan comprimiendo aire. También hace que la unidad de regulación del motor ponga el motor en modo ralentí. Cuando la presión cae, pasa lo contrario y el compresor vuelve a su estado de operación

Válvula de seguridad – evita la elevación descontrolada de la presión del aire. Configurado para funcionar cuando la presión de entrega permisible máxima del compresor se exceda.

**Indicador de presión** – LÍNEA ROJA a la presión de trabajo segura

### **Lubricación del compresor**

Los compresores, dependiendo de su tamaño y tipo, pueden tener una variedad de sistemas de lubricación tales como:

- Gravedad.
- Salpicado.
- Inyección.
- Bomba de alimentación forzada.

### **Lubricación por gravedad**

La lubricación por gravedad de una u otra forma depende del uso de anillos de aceite o discos presentes en el cigüeñal. Éstos llevan el aceite desde el cárter hasta un punto de distribución a un nivel más alto desde el cual el aceite penetra a través de las galerías de aceite.

Donde se usan bombas de aceite para forzar la alimentación a los rodamientos y lubricar las piezas movibles, se incluye un mecanismo de ajuste de presión. Siempre se deberá revisar las especificaciones del fabricante o manual de reparaciones para conocer los ajustes correctos.

### **Lubricación por salpicado**

Ésta es la más antigua y simple forma de lubricación. La tapa del rodamiento de la vara de conexión tiene un pin como una parte integral. A medida que el cigüeñal gira, el pin golpea la superficie del aceite contenido en el cárter y salpica los puntos de distribución o las partes en movimiento.

### **Lubricación por inyección**

Algunos tipos de compresores rotatorios usan inyección de aceite o agua para lubricar las piezas sujetas a desgaste en la cámara de compresión. Esto se logra con el uso de la presión del aire de descarga para inyectar el lubricante en la entrada del compresor.

### **Filtros**

Todos los compresores usan filtros de aire de una forma u otra tanto en el lado de la entrada como en el lado de la descarga del compresor. Los tipos usados principalmente en el lado de entrada del compresor deberán siempre asegurar buen atrapamiento de partículas y contaminantes abrasivos para evitar el desgaste en el compresor. Los tipos más comunes de filtros de entrada son:

- Laberinto de aceite húmedo.
- Baño de aceite.
- Tela.
- Papel.

- Combinación ciclón/papel.

Los filtros deberán ser reparados o cambiados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Esto se basa normalmente en el número de horas de funcionamiento.

### **Drenaje de humedad del receptor**

Todos los receptores cuentan con un tipo adecuado de trampa y drenaje de humedad. Los receptores de aire acumulan agua del aire comprimido y debe ser continuamente drenado o de lo contrario el receptor se llenará gradualmente, así como también ocurrirá la acumulación de corrosión. La trampa de humedad debe ser reparada y se debe verificar su funcionamiento de manera periódica. Véase el manual del fabricante para conocer las instrucciones de reparación o mantenimiento.

### **Distribución del sistema de aire**

Cuando se instalen líneas desde el compresor o receptor hasta el punto de distribución, es aconsejable mantener la velocidad del aire en las cañerías por debajo de los 13 metros por segundo. Ya que las pérdidas por fricción entre el aire y la cañería varían directamente según la longitud de las cañerías y el cuadrado de la velocidad del aire, y de manera inversa al diámetro de la cañería, puede ocurrir que una cañería deba ser diseñada dentro de los límites razonables.

### **Cañerías**

Se puede entender las cañerías neumáticas fácilmente cuando se comparan con cañería hidráulicas que usan energía de fluidos de un modo similar.

### **Presión**

La presión neumática es normalmente de 500 - 850 kPa (74 -125 psi aprox) y casi siempre bajo 750 kPa (110 psi) cuando se usa con herramientas de aire y Elementos neumático. Por lo tanto, un sistema de cañería, método de unión y material de la cañería son simples de construir y asequibles de adquirir en comparación con las hidráulicas. Ya que los sistemas hidráulicos tienen "golpe de ariete", causado por la incompresibilidad del aceite, se debe considerar cuidadosamente el desempeño de la presión que se soporta. Sin embargo, para los sistemas neumáticos, los tipos y tamaños adecuados de tubos de nylon y poliuretano se pueden usar ya que el aire es compresible. Por lo tanto, un sistema neumático puede ser usado con menos consideración de desempeño de presión.

## Cañerías de retorno

Un sistema neumático es un sistema de circuito abierto. El aire de la atmósfera se comprime y se libera a la atmósfera nuevamente después de que un accionador o herramienta consume la energía. Por lo tanto, la cañería de retorno a un estanque, que es necesaria para el sistema hidráulico, no es necesaria para un sistema neumático.

En una situación donde no se desea ruido del escape o que la contaminación ambiental ocurra, se puede rectificar al instalar una cañería de retorno o un silenciador.

## Fuga

En los sistemas neumáticos, no hay problemas serios causados por fugas en comparación con un sistema hidráulico, donde puede ocurrir el peligro de contaminación ambiental e incendios. Para válvulas operadas por solenoide y válvulas reductoras de presión, se puede mantener la vida útil y el alto rendimiento por una fuga intencional de aire. Sin embargo, las cañerías con fugas deben ser evitadas tanto como sea posible porque se perderá energía valiosa. Por ejemplo, en una fábrica grande, muchas fugas pequeñas de aire darán como resultado una pérdida grande de energía neumática. Por lo tanto, las pérdidas de aire deben ser minimizadas mediante la inspección periódica de las cañerías.

## Agua y corrosión

El agua presente en el aire se convierte de gas a vapor de agua durante la compresión y se licúa durante el enfriado. Esta agua se puede acumular en cañerías que luego actúan como drenaje. La corrosión causada por este líquido condensado en la cañería se descascara en las cañerías y enviado con el aire al extremo del equipo. Ya que esta corrosión impide el funcionamiento del equipo, se debe eliminar este condensado de manera eficiente y eficaz. Si se deja el condensado de agua en las cañerías y el estanque sin ser eliminado, la capacidad de acumulación de volumen y energía disminuye, la carga en el compresor aumenta y la resistencia al flujo dentro de la cañería aumenta. Entonces, el líquido se debe eliminar del sistema de alguna manera para evitar este problema indeseable.

## **Congelamiento**

Ya que la temperatura del aire comprimido disminuye debido a la expansión, el agua en la cañería puede congelarse a sólo los 0°C de temperatura atmosférica. Esto causa una caída en la capacidad del Elementos y posiblemente una falla en la cañería. Esto se debe considerar cuidadosamente en un caso donde la instalación de la cañería externa ocurra en un ambiente frío.

## **Funcionamiento intermitente**

En los casos donde el Elementos neumático consuma un gran volumen de aire en un momento, es conveniente instalar un estanque suplementario cerca del Elementos para acumular el aire. El uso de un estanque suplementario es eficaz porque la capacidad del compresor puede ser pequeño, las cañerías pueden ser angostas, el cambio de presión será bajo y la influencia sobre otros equipos puede ser minimizado. Este es un método muy conveniente para hacer uso de la compresibilidad del aire.

## **Consideraciones sobre las cañerías**

Cuando se usan muchos equipos en una fábrica, planta o taller, las cañerías deberán ser hechas de tal manera que la cañería principal circule en un circuito como se muestra en la figura a continuación. Esto es para minimizar el constante cambio de presión. Al añadir válvulas de cierre a intervalos adecuados, se puede realizar la inspección de cañerías individuales y del Elementos sin detener otro Elementos. Algunos puntos principales a considerar:

- Es una práctica habitual instalar todas las cañerías de distribución neumática con una pendiente hacia abajo (aproximadamente 1/2°) Esto se debe incorporar para ayudar al condensado que fluya al punto más bajo del trabajo de la cañería. Se deberá instalar un acumulador de drenaje de condensado y una válvula de eyección al extremo de la cañería o bifurcación de drenaje de cañería colocadas de manera adecuada.
- Cuando se conectan ramales con la cañería principal, los ramales deberán ser más altos y ajustados con conexiones desde la parte de arriba de la cañería principal. Esto se realiza para que el condensado de la línea principal no ingrese a la línea ramal.

- Se deberá conectar los filtros a intervalos adecuados en las cañerías principales y ramales para que el óxido, carbono y agua no ingresen en el Elementos.
- En la situación donde los filtros y las válvulas reductoras de presión sean instalados en la cañería, se deberá usar uniones por flanges o juntas de unión, que pueden ser desarmadas para el cambio o inspección del Elementos. Además, se deberá dejar y mantener espacio suficiente necesario para el desarme.
- Si se usan cañerías largas y rectas, se deberá considerar cuidadosamente la expansión y contracción por calor y tomar las medidas necesarias.
- El interior de la cañería debe ser purgado totalmente antes del ensamble.

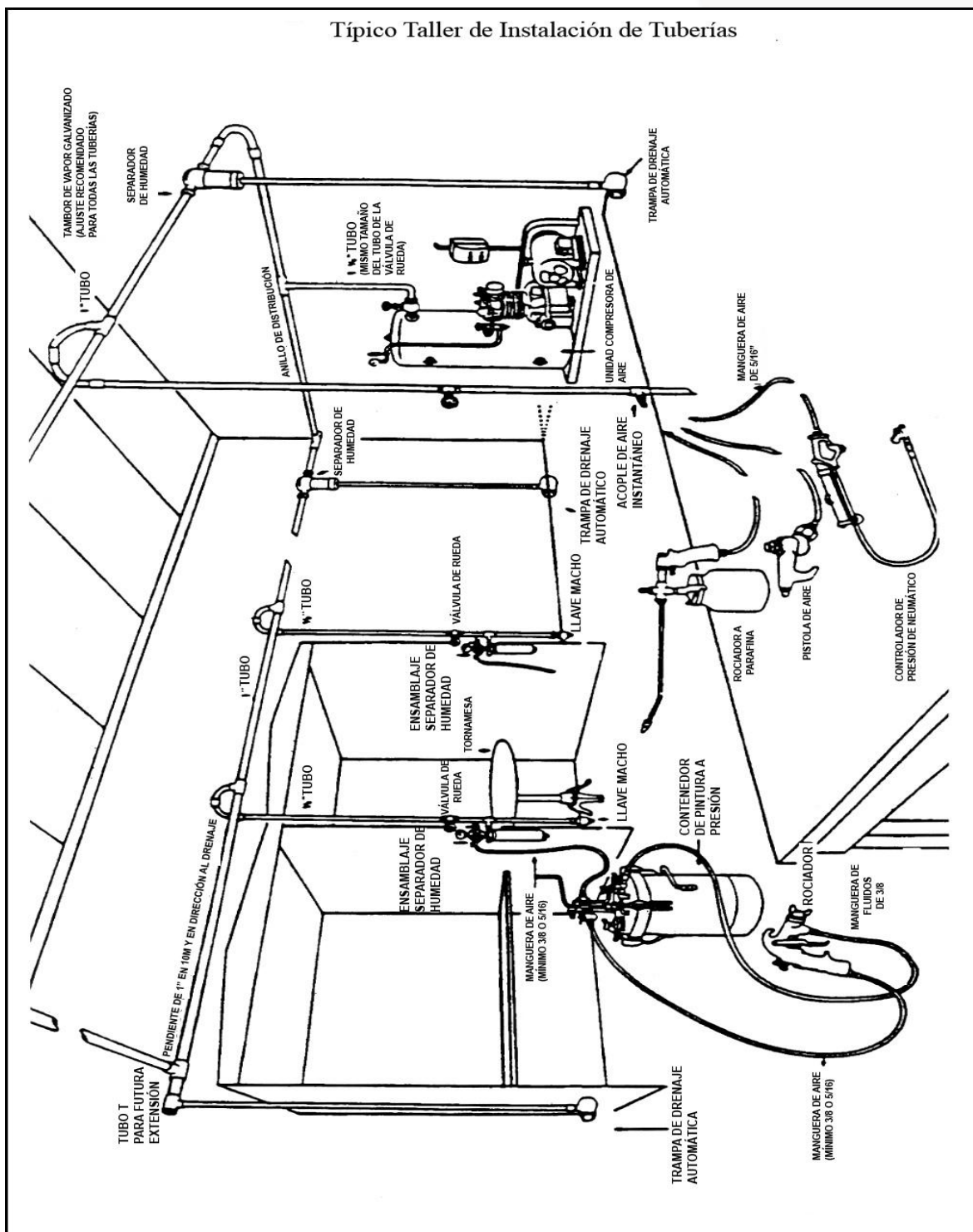


Figura 209

### 9.3 Sistemas neumáticos

Cuando se usa la cinta de sellado (teflón) en la porción roscada, uno o dos de los primeros hilos de la rosca no deberá ser cubiertos. Esto se realiza para que la cinta no sea arrastrada dentro de la cañería e interfiera en el correcto funcionamiento del sistema.

Cuando se usan mangueras de goma y cañerías de nylon, se deberá usar una cubierta protectora, principalmente si existiera la posibilidad de que algunos equipos pasen sobre ella o sean maltratadas de alguna manera.

### **Materiales de unión**

Los materiales con los cuales se construyen las cañerías utilizadas en los sistemas neumáticos son los siguientes:

- Cañería de acero.
- Cañería de cobre y latón.
- Tubo de Nylon.
- Manguera de goma.

Se pueden usar varios métodos para conectar mangueras y líneas de aire comprimido. Estas son:

- Juntas de tipo tornillo.
- Uniones por brida (flanges) apornada.
- Juntas con soldadura de plata.
- Fittings de cobre Yorksil o juntas con soldadura de plata.
- Conexiones avellanadas.
- Conexiones no avellanadas.
- Fitting dentado.

### **Tubo de Nylon**

Se utiliza principalmente donde es necesario tener tubos neumáticos de diámetro pequeño. Esto se debe a su buena resistencia a la corrosión, gran resistencia y aceptable dureza, a pesar de su baja resistencia al calor.

Sin embargo, no se pueden usar donde el material sufra fuertes golpes, ya que se deforma fácilmente y rompe debido a estas interacciones.

Ya que no son rígidas, no pueden soportar un filtro sin un soporte adicional. Están disponibles en diferentes diámetros, tanto en el sistema métricos, como el inglés.

Por lo tanto, se deben examinar cuidadosamente las combinaciones de cañerías y juntas. Importante es saber que, los tubos de poliuretano suave se usan preferentemente para conexiones de menos de 6 mm de diámetro.

### **Manguera de goma**

Ya que la goma tiene buena elasticidad, es la más adecuada en un caso donde un operario, que use herramientas accionadas por aire, pueda mover la manguera a diferentes posiciones. SIEMPRE esté consciente que cuando se tire de una manguera, ésta se puede atascar en algo que no se desea tirar.

### **Juntas tipo tornillo**

Se denomina a las juntas donde existen roscas externas en el extremo de cañerías y roscas internas en los fittings de unión. Se conectan al atornillar la cañería en el fitting. Se usa una rosca cónica en cañerías, lo que hace que la unión establecida, permanezca completamente sellada.

Aun cuando las roscas cónicas de alta precisión pueden lograr un buen sellado, se usan los compuestos de sellado o cintas de sellado de teflón para un mucho mejor sellado de la conexión.

### **Uniones por flange**

Un flange se forma o suelda en un extremo de la cañería que es luego conectada en la superficie plana de otro flange. Este tipo de unión se llama unión por flange.

Ya que las uniones por flanges pueden conectarse o desconectarse fácilmente y sellarse con una junta, se usan comúnmente para uniones de cañerías y compresores; y para cañerías de diámetro muy grandes.

### **Fittings avellanados**

Se consiguen al agrandar y dar forma al extremo de una cañería de acero de pared delgada o cañería de cobre en una forma avellanada con una herramienta de abocinado. Presionando y juntando esta parte con un fitting avellanado, se puede lograr la conexión y sellado deseado. Como se muestra en la figura inferior, esto es lo que se sucede cuando las dos piezas son conectadas.

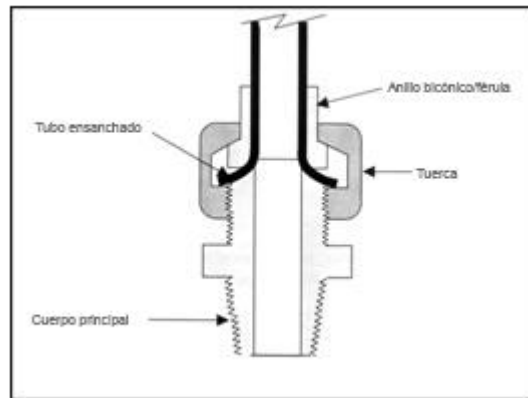


Figura 210

### Fittings no avellanados

Existen principalmente tres (3) tipos de fittings en esta categoría. Un tipo tiene una manga hecha de un material blando que se desliza sobre el exterior de la cañería (a veces llamado casquillo). La cañería entonces presiona la manga dentro de la cañería desde el exterior. Otro tipo tiene una manga dura con dientes que afirma la cañería. Un tercer tipo tiene ambas características. Este fitting se usa para tubos de nylon y cañerías de cobre blando. Un ejemplo se muestra a continuación:

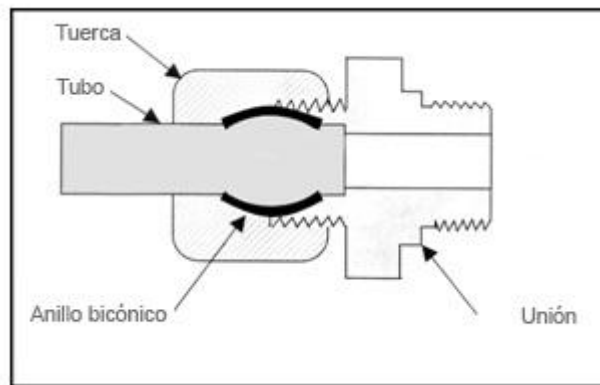


Figura 211

Recientemente, se han desarrollado varios tipos de fittings de conexión inmediata (conexiones de un click), fundamentalmente para optimizar las labores. Su uso es cada vez más habitual.

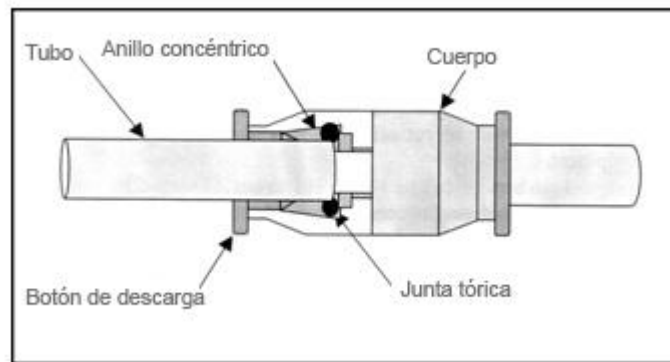


Figura 212

La figura superior muestra un ejemplo de una conexión de un click. Cuando se inserta un tubo, un anillo concéntrico agarra el tubo. El tubo se puede sacar fácilmente después de soltar el agarre del anillo al presionar un botón de liberación.

### Unión de mangueras de goma

Generalmente, esta unión, que tiene una forma dentada característica, se inserta en una manguera de goma. Este tipo de fitting se llama espiga para manguera. Se usa un anillo de sujeción (abrazadera) de manguera para apretar desde el exterior de la manguera, con lo que se sella la unión.

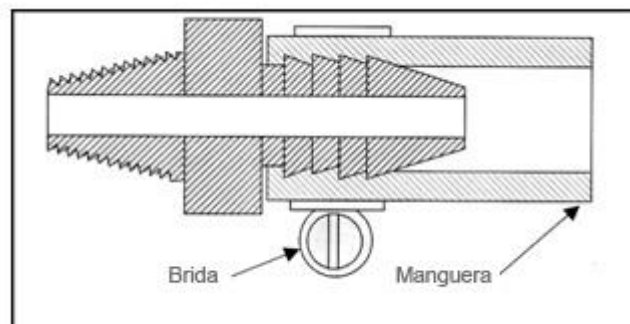


Figura 213

### Cañería de distribución, utilizando tubos de acero

Se deberá cortar una rosca rebajada precisa para cañería con una máquina de roscas adecuada o terraja y acople. El interior de la cañería deberá ser purgado

totalmente usando aire comprimido después de ser roscado, esto con el fin de eliminar toda viruta.

La cinta de sellado de teflón se enrolla en la rosca. Cuando la porción roscada necesita ser enrollada con una o dos (2) capas de cinta de sellado, una o dos hilos de la rosca se deben dejar sin cinta de sellado. La cinta de sellado se presiona hacia la rosca con la punta de los dedos. Si la cinta de sellado se enrollase al extremo de la rosca, una parte de la cinta puede cortarse cuando se une la rosca. Esto puede causar fallas en el equipo.

Al utilizar una cantidad adecuada de compuesto de sellado líquido, se debe aplicar cuidadosamente en la parte roscada, dejando uno o dos (2) pasos de rosca libres de compuesto de sellado. No se debe aplicar en las roscas internas de los equipos. Si se aplica en la rosca interna, puede ocurrir alguna avería de las partes móviles o deslizantes del Elementos debido al exceso de cemento de sellado que ingresa al sistema.

Si se debe privilegiar algunas labores de mantenimiento, tales como el intercambio e inspección del Elementos, se deberá usar juntas de unión de cañerías. Esto ahorrará tiempo al permitir la desconexión localizada en vez de desconectar todas las cañerías.

### **Sistemas por tubos y Fittings**

Los tubos de Nylon y cobre dúctil se conectan a través de fittings. Al conectarse éstos con los equipos, se pueden aplicar los métodos de sellado mencionados anteriormente.

Los tubos se deben cortar con el uso de cortadores de tubos adecuados para que la superficie del extremo del tubo sea perpendicular a la longitud axial del tubo. Si el tubo se corta con alicates, pinzas, o tijeras (sierras para metal en el caso de tubos de cobre o latón) el extremo del tubo puede quedar aplastado o deformado. Las partículas de metal pueden también quedar en el tubo. Las partículas de metal pueden causar fallas prematuras del sellado, trabas u otros tipos de averías.

***Los tubos deberán ser totalmente purgados después de cortarse.***

### **Equipamiento auxiliar de distribución**

Los sistemas de distribución requieren de dispositivos tales como filtros, trampas de humedad, engrasadores, y reguladores de presión. Todos estos dispositivos necesitan instalarse correctamente y la realización de un mantenimiento periódico, para asegurar la operación adecuada.

Éstas pueden ser instaladas como unidades individuales donde se les necesite, pero es más frecuente que estos equipos se instalen de forma combinada, como por ejemplo una combinación de filtro, regulador de presión y lubricador en la estación de trabajo.

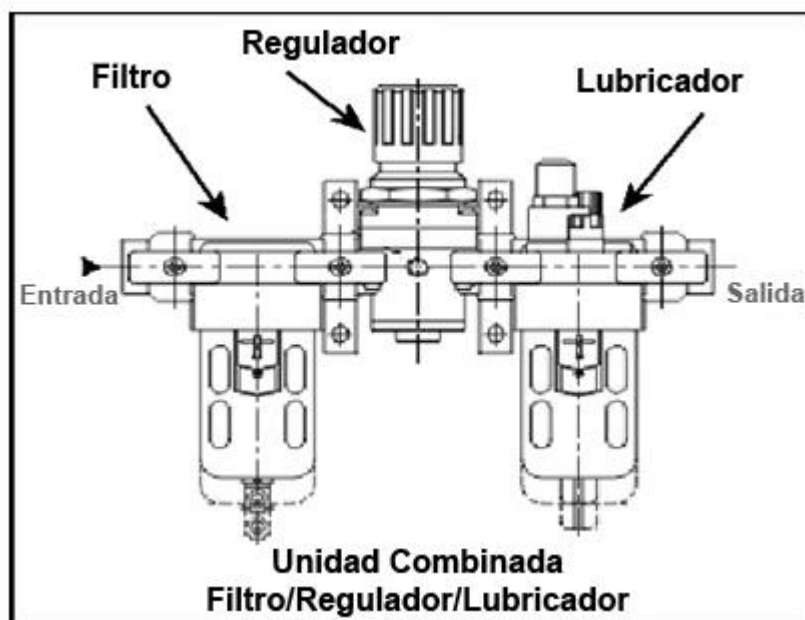


Figura 214

Cuando se instale un sistema de combinación, es importante asegurar que se instalen en el orden correcto, esto es:

- Filtro / separador de humedad.
- Regulador.
- Lubricador.

### Filtros de aire

Los filtros de aire están diseñados para eliminar las partículas extrañas y la humedad del aire antes de que sea usado por el equipo. Los cuerpos de los filtros se construyen normalmente de aluminio fundido a presión y cuentan con depósitos de policarbonato y un depósito de protección.

Las partículas extrañas se eliminan con el uso de un bloque de bronce sinterizado que actúa como un elemento de filtrado entre las entradas y salidas del filtro. A medida que el aire deja el bloque de filtración, pasa por un pequeño deflector diseñado para hacer que el aire gire rápidamente. Esto causa que las partículas

de humedad se separan del aire y se muevan dentro del depósito recolector para su eliminación manual o de drenaje automático. Los filtros de línea de aire con un drenaje automático descargarán de manera automática el agua y los contaminantes desde el depósito del filtro y elimina el sobreflujo del filtro.

Se utilizan kits de mantenimiento para reparar y dar mantenimiento este tipo de unidad.

NOTA: no limpie los depósitos de policarbonato con solventes. Usar sólo agua tibia y detergente.

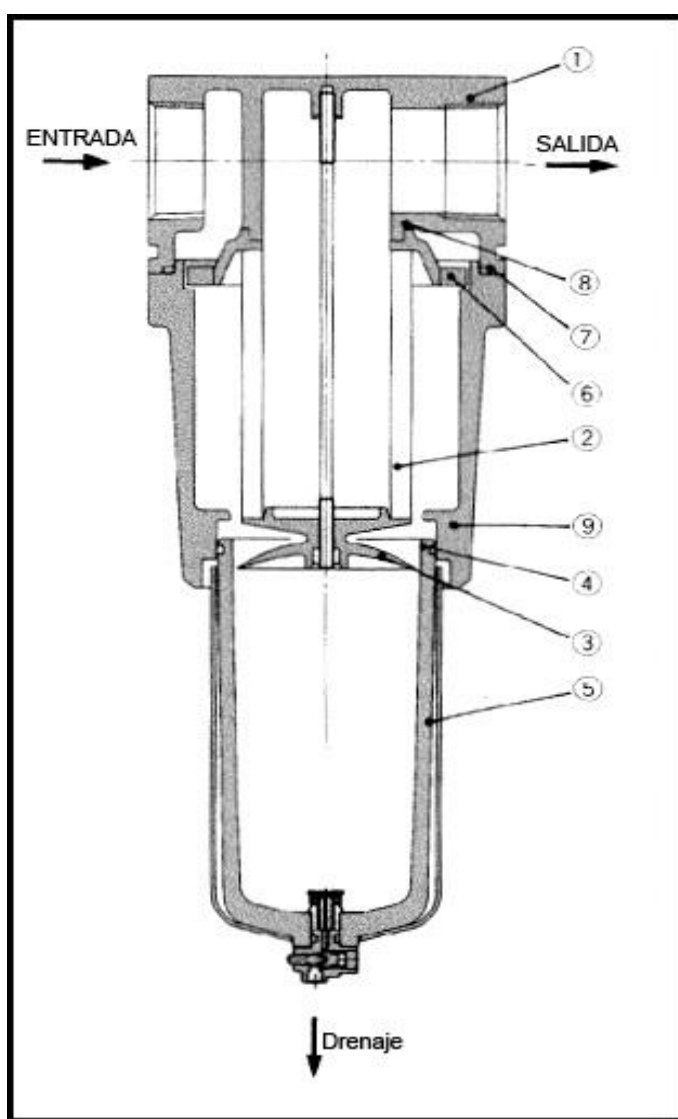


Figura 215

## Filtro típico

- |   |                   |   |                     |
|---|-------------------|---|---------------------|
| 1 | Cuerpo            | 2 | Elemento filtrante  |
| 3 | Tabique           | 4 | O-ring del depósito |
| 5 | Depósito          | 6 | Deflector           |
| 7 | O-ring de carcasa | 8 | Empaquetadura       |
| 9 | Carcasa           |   |                     |

## Reguladores de presión

Los reguladores reducen las altas presiones de aire primario a una presión de aire secundario de entre 0-630KPa. Este simple dispositivo de reducción de presión proporciona presiones de aire estables dentro del rango recomendado para una eficiencia de funcionamiento máximo y son ideales para controlar la velocidad y potencia del Elementos de aire.

La presión de salida se ajusta a la presión necesaria mediante una perilla de tornillo que actúa en un diafragma calibrado por resorte con una aguja y asiento. La presión de salida se muestra en un indicador de presión.

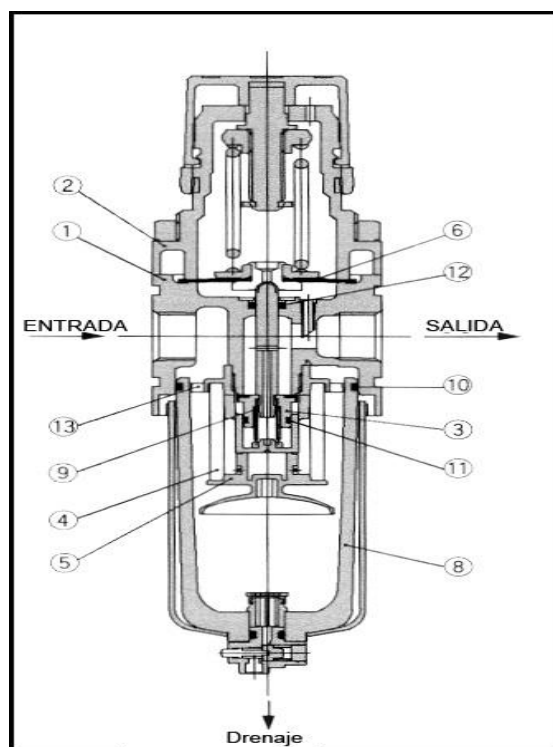


Figura 216

- |               |                           |
|---------------|---------------------------|
| 1. Cuerpo.    | 8. Ensamble depósito.     |
| 2. Bonete.    | 9. Resorte de válvula.    |
| 3. Válvula.   | 10. O-ring del depósito.  |
| 4. Elemento.  | 11. O-ring de la válvula. |
| 5. Tabique.   | 12. O-ring.               |
| 6. Diafragma. | 13. Guía de la válvula.   |
| 7. Deflector. |                           |

### Lubricadores de aceite

Los lubricadores introducen automáticamente una niebla de aceite en la corriente de aire comprimido. El aceite lubrica todas las piezas de trabajo de precisión del equipo accionado por aire, eliminando el desgaste y permitiéndoles producir a un máximo de eficiencia con un mínimo de detenciones no programadas.

- 1.- Cuerpo.
- 2.- Ensamble de domo de visión.
- 3.- Ensamble de tapón de Lubricación.
- 4.- Ensamble de retenedor de amortiguador.
- 5.- Ensamble de soporte de aguja.
- 6.- Ensamble de depósito.
- 7.- O-ring de depósito.
- 8.- Ensamble de amortiguador.
- 9.- O-ring de carcasa.

Algunas unidades también incluyen una protección del depósito para evitar los impactos accidentales.

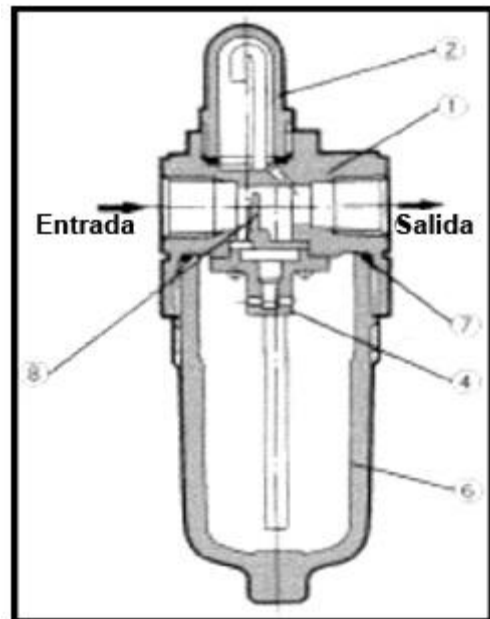


Figura 217

### Componentes accionadores

Al hablar de accionadores, se debe mencionar varios tipos de los accionadores lineales y rotativos de diferentes tamaños y construcciones. Los accionadores se complementan por los elementos de control que transfieren la cantidad necesaria de aire para impulsar el accionador. Normalmente, esta válvula se conectará directamente para mantener el suministro de aire y minimizar pérdidas debido a la resistencia en las líneas de aire.

Los accionadores pueden separarse en grupos:

- Accionadores lineales:
  - ✓ Cilindro de efecto simple.
  - ✓ Cilindro de doble efecto.
- Accionadores rotativos:
  - ✓ Motores de aire.
  - ✓ Accionadores rotativos.

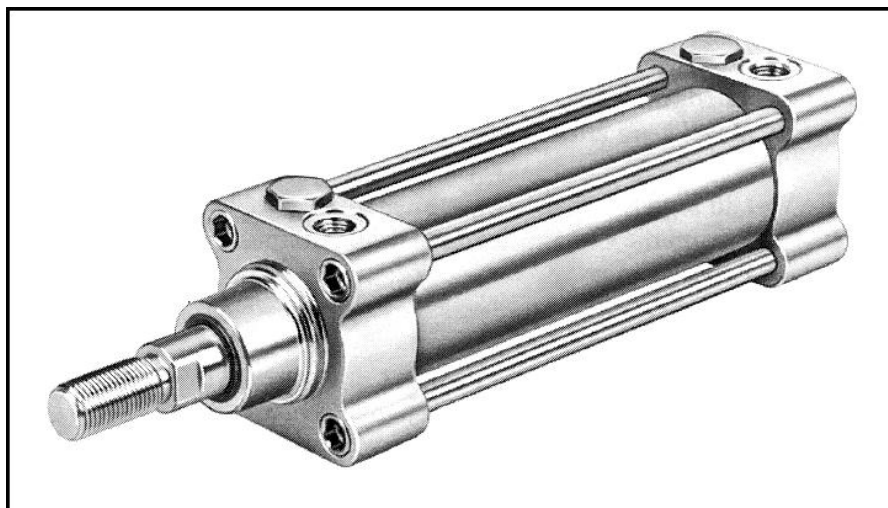


Figura 218

### **Accionadores lineales**

El método más común para producir una fuerza con un componente neumático es con el cilindro. Este dispositivo de movimiento lineal convierte la energía del aire comprimido en energía mecánica.

Al bombear aire a través de una válvula dentro de un extremo del eje, la presión se acumula causando una fuerza en un pistón y el movimiento de la barra. El cilindro neumático es ideal para aplicaciones punto a punto de alta velocidad.

Las principales *ventajas* de los sistemas de aire son:

- Respuesta rápida.
- Durabilidad en condiciones extremas (fuego, calor, explosivos, sumergido).
- Bajo costo de los componentes.

Una *desventaja* surge a consecuencia de que el aire es un fluido comprimible, por lo que tiene características no lineales. Esto significa, un deficiente control de la velocidad y posición.

La instalación requiere plomería, filtración y bombas. Si se desea instalar un sistema neumático de estas características en sus locaciones, es bueno saber que son un método muy eficiente, desde el punto de vista de costos, para crear movimiento.

Existe una gran variedad de cilindros neumáticos capaces de manejar una amplia variedad de aplicaciones. Un cilindro neumático puede clasificarse por un sinnúmero de características diferentes.

Algunas clasificaciones son:

- Tipo acción (simple efecto, doble efecto).
- Construcción (barra de acoplamiento, soldado, flange apernado).
- Presión (baja, media, alta, ultra alta).
- Superficie forzada (tipo pistón, tipo émbolo, diafragma).

### **Accionadores rotativos**

También se les conoce como el motor neumático. Éste es un dispositivo para convertir la energía neumática a energía mecánica. El flujo de aire produce la rotación de los componentes móviles en un sistema de rodamientos. Los accionadores rotativos neumáticos son del tipo desplazamiento fijo, lo que significa que el desplazamiento por revolución no puede ajustarse. Al igual que el cilindro neumático, el accionador rotativo tiene características no lineales debido a la compresibilidad del aire. Esto significa que es poco práctico, utilizar estos dispositivos en una construcción neumática de desplazamiento variable.

Hay varios tipos de accionadores rotativos neumáticos. El más común es el motor de turbina de aire. Estos dispositivos sólo son eficientes a altas velocidades. El motor de turbina de aire puede funcionar a velocidades hasta 500.000 revoluciones por minuto. Se usan habitualmente para impulsar herramientas de aire como amoladoras.

### **Pistón de percusión**

Algunas maquinarias y particularmente algunas herramientas manuales como martillos mecánicos y cinceles usan un arreglo de pistón alternante (pistón de percusión) para accionar la herramienta.

## Resumen

Los sistemas y componentes neumáticos se usan en un amplio rango de aplicaciones en la industria. El aire comprimido suministra una fuente fácilmente controlable de energía para impulsar las herramientas y maquinaria en las líneas de producción, envasado y ensamblado así como también en la minería tanto de superficie como subterránea, operaciones de explotación.

El comprender los conceptos básicos contenidos en esta unidad le ayudará a adquirir los conocimientos detallados y habilidades en el mantenimiento del Elemento neumático específico en su lugar de trabajo y lo prepara para futuros estudios sobre sistemas neumáticos.

**Sistemas neumáticos****Objetivos de aprendizaje**

- Reconocer componentes de un circuito neumático básico, realizar dos experiencias que permitan accionar un cilindro de acción simple con y sin regulación.

**Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer los componentes de un circuito neumático básico. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estos componentes y su simbología.

**Materiales y recursos**

- KIT: Entrenador de neumática industria.
- Herramientas de taller.



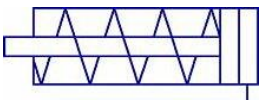

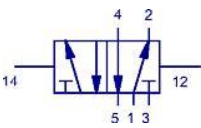

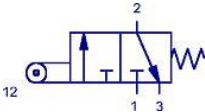

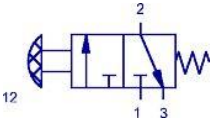

Se sugiere que la institución de formación encargada del curso adquiera el Kit Didáctico: “Entrenador de neumática industrial”. El instructor deberá considerar los objetivos de aprendizaje para dar cumplimiento a lo esperado y deberá además decidir cómo abordará la actividad práctica de acuerdo a las instrucciones del Kit. Este Kit se consigue con proveedores nacionales.

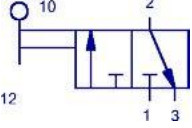

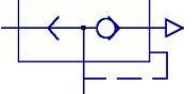

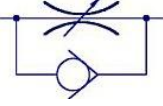

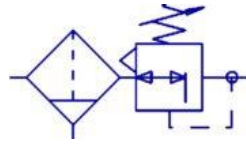

**Desarrollo****Primera parte**

De no tener posibilidad de adquirir el “Entrenador de neumática industrial”, se podrán realizar las actividades a continuación y usar las fotografías contenidas en el material didáctico como imágenes referenciales.

El instructor deberá decidir si los participantes trabajarán individualmente, en pares o en grupos. Deberá contar con las fichas con los nombres de los componentes y su símbolo de acuerdo al número de grupos. Luego deberá entregar las fichas a los grupos y pedirles que identifiquen los componentes y su símbolo. Se sugiere que para hacer la actividad más rápida y entretenida se mida el tiempo y se felicite al grupo que se demora menos en reconocer los componentes y sus símbolos correctamente.

En esta primera parte es relevante que el participante pueda asociar el componente y su simbología ya que le ayudará a entender con mayor facilidad la segunda parte de esta actividad.

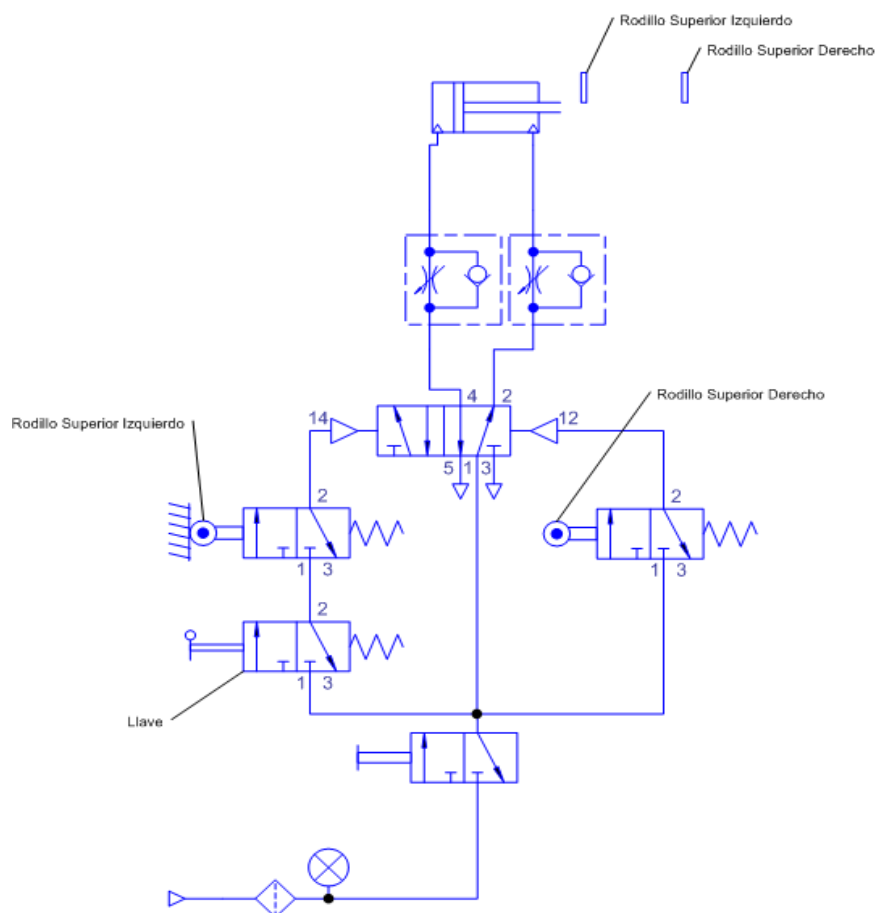
Símbolo	Componente
	 Cilindro accionador de doble acción
	 Cilindro accionador de simple acción
	 Válvula de control 5/2
	 Válvula de control 3/2 con rodillo
	 Válvula de control 3/2 con pulsador

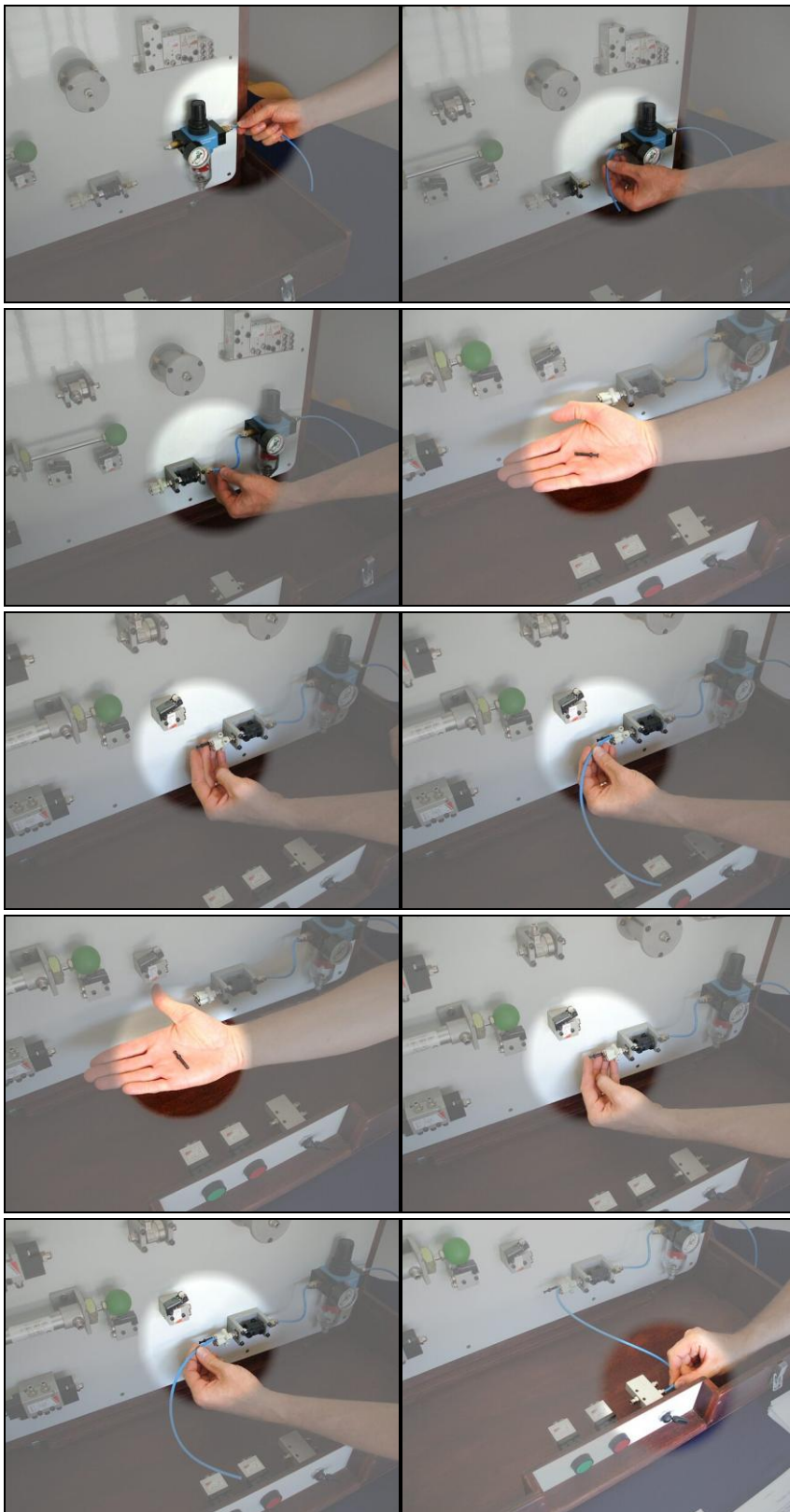
	 <p>Válvula de control 3/2 con selector manual</p>
	 <p>Válvula de venteo</p>
	 <p>Válvula unidireccional reguladora de caudal x 2</p>
	 <p>Filtro de aire y regulador</p>

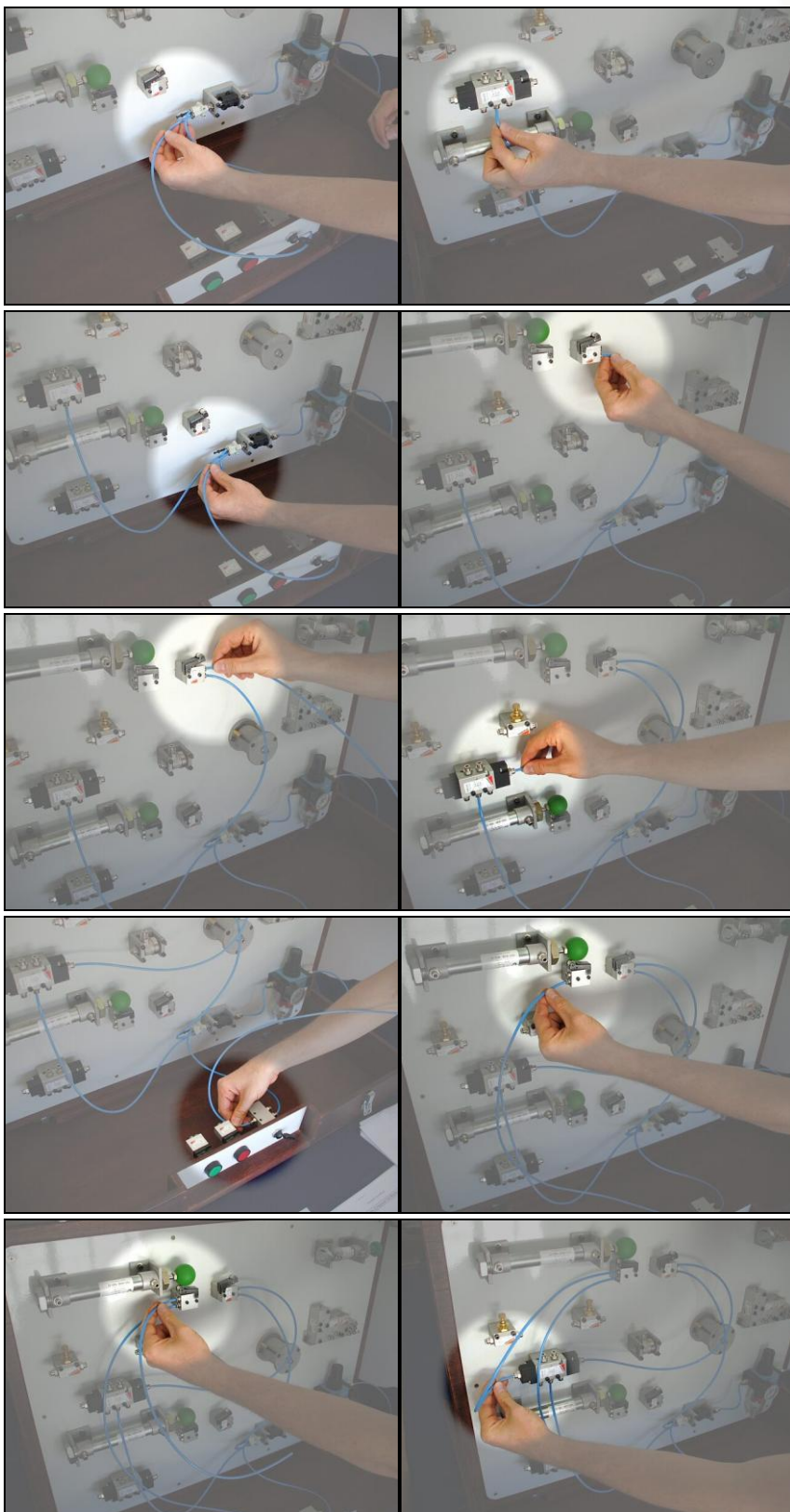
## Segunda parte (a realizar solo con el KIT)

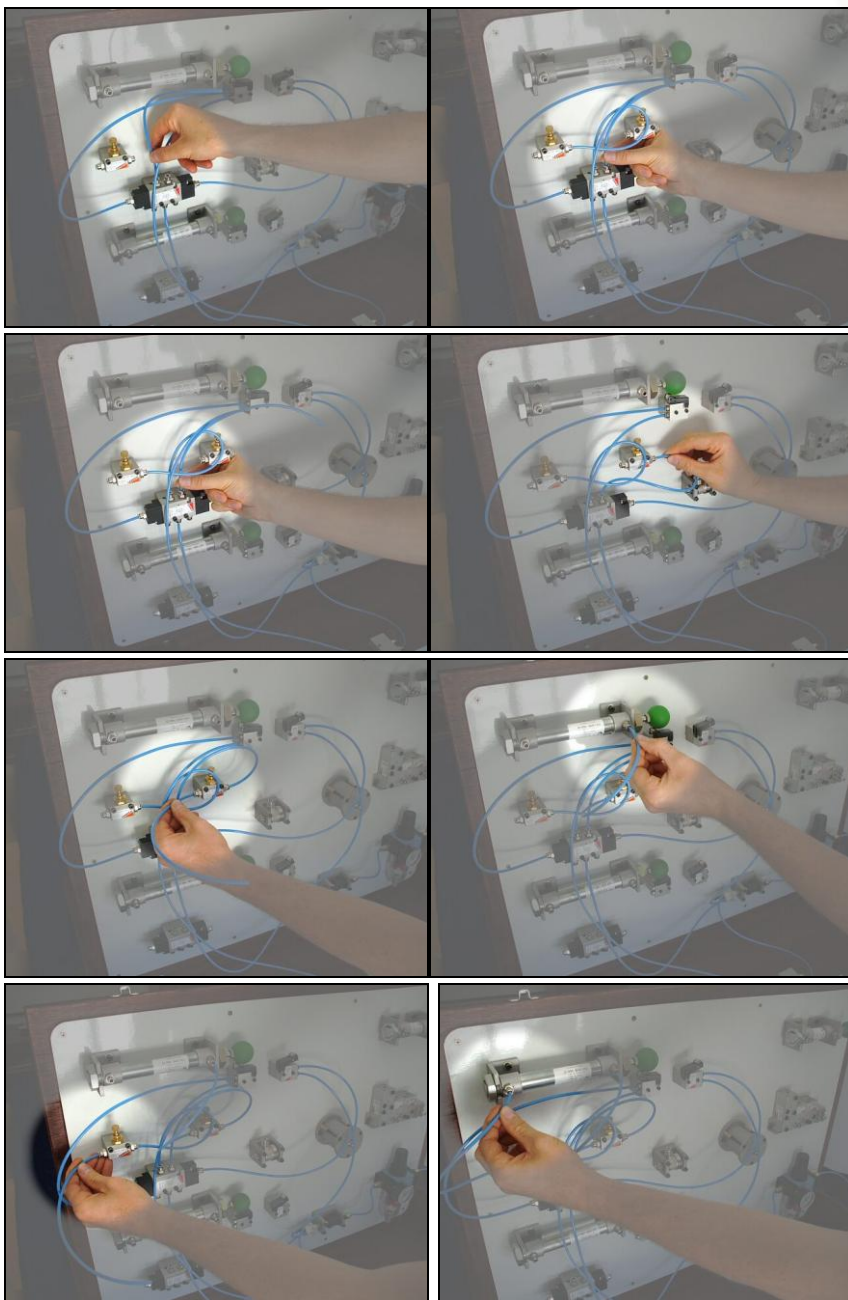
El participante deberá observar el diagrama y fotografías siguientes y de acuerdo a éste, correctamente ordenar la secuencia del montaje con el KIT.

El instructor deberá decidir si los participantes trabajarán individualmente, en pares o en grupos. Deberá contar con sets de fichas de secuencia de acuerdo con el número de grupos o participantes. Luego deberá entregar las fichas a los grupos y pedirles que ordenen correctamente la secuencia del montaje.









## Cierre

El instructor les presentará el siguiente desafío a los participantes:

“Usted es parte de una consultora de ingeniería, a la que piden consejo. Resulta que van a instalar una harinera con unos grandes silos y lógicamente van a necesitar maquinaria para la manufactura y almacenaje del trigo y la harina. Pueden elegir maquinaria eléctrica o neumática ¿qué aconsejaría usted?”

El instructor tendrá que tener presente que una harinera produce harina, que es un polvo muy fino, lo que genera un ambiente polvoriento en extremo. Un ambiente de estas características tiene muy alto riesgo de deflagración o explosión, por lo que, por ejemplo, una chispa eléctrica puede resultar peligrosa, mientras que un escape de aire no produciría ningún efecto peligroso.

Por lo que el mejor consejo es maquinaria neumática.

Luego el instructor explicará que tal como su nombre lo indica la neumática es una palabra de origen griego “pneuma”, que significa respiración o sople. En tecnología, es la parte de la ciencia que se encarga del estudio del aire, su comprensión y su empleo para transmitir energía. El uso del aire ha estado presente en la historia del hombre por miles de años y con el despegue de la tecnología la neumática se ha fusionado con la microelectrónica y la informática, dando lugar a la tecnología electroneumática.

Como el aire es un elemento no es explosivo ni deflagrante, es especialmente indicado en ambientes de trabajo peligrosos. Es por lo mismo que la neumática está presente en la gran mayoría de los procesos industriales, tanto manual como semiautomático, que requiera incrementar la producción.

El alcance de la tecnología neumática es enorme. A continuación se presentan algunos elementos neumáticos donde se aplica lo visto en la actividad:

- Circuito de distribución de aire en las plantas.
- Elevadores, rampas, compuertas neumáticas, manipuladores neumáticos.
- Accionamiento neumático para válvulas.
- Limpieza de filtros a alta presión (jet pulse).

## 10. Nociones básicas de oleohidráulica

### 10.1 Nociones de conceptos de mecánica de fluidos

Los sistemas y equipos hidráulicos se utilizan en un amplio rango de aplicaciones en la industria. Los sistemas hidráulicos proporcionan una inmediata fuente de energía controlable en la operación de equipos de movimiento de tierra, prensas, líneas de procesos, producción y ensamble, así como también maquinaria de manejo mecánico. Los sistemas hidráulicos también encuentran aplicación en máquinas de producción, máquinas de talleres y herramientas de mantenimiento y reparación.

El comprender los conceptos básicos contenidos en esta unidad ayudará a adquirir los conocimientos del lugar de trabajo y habilidades en el mantenimiento de los sistemas hidráulicos en el lugar de trabajo.

La potencia hidráulica es un término que fue creado para incluir la generación, control y aplicación de energía eficaz y suave de los fluidos comprimidos o bombeados (ya sean líquidos o gases), cuando se usa esta potencia para suministrar fuerza y movimiento a los mecanismos. Esta fuerza y movimiento puede estar en la forma de empuje, tracción, rotación, regulación o impulso.

La potencia de fluidos incluye sistemas hidráulicos (que involucra líquidos) y sistemas neumáticos (que involucran gases).

#### Introducción

En la hidráulica (potencia de fluidos), se transmite y controla fuerzas y velocidades al transmitir y controlar presión y el flujo de un fluido, ya sea agua o un aceite. Casi en todo tipo de tecnología hoy en día se utiliza el accionamiento hidráulico y técnicas de control. Unos pocos ejemplos:

- Equipamiento mecánico.
- Equipamiento agrícola.
- Equipamiento para movimiento de tierra y minería.
- Construcción naviera.
- Industrias de petróleo y aceite en ultramar.
- Aeronaves y naves espaciales.

## Sistemas hidráulicos

Desde partidores de troncos caseros hasta las inmensas máquinas que se ve en los sitios de construcción, ¡el Elementos hidráulico es increíble en su poder y agilidad! En todo sitio de construcción se ve maquinaria hidráulica en la forma de topadoras, retroexcavadoras, palas mecánicas, cargadoras, grúas horquilla y grúas. La hidráulica opera las superficies de control en toda aeronave de gran tamaño. Se ve hidráulica en los centros de servicio para automóviles cuando se levanta un vehículo para que el mecánico pueda trabajar por debajo, y muchos elevadores son hidráulicos con el uso de la misma técnica. ¡Incluso los frenos de los automóviles usan hidráulica!



Figura 219: los cilindros hidráulicos son visibles en esta excavadora

La idea básica detrás de todo sistema hidráulico es muy simple: *la fuerza que se aplica en un punto se transmite a otro punto con el uso de un líquido incompresible*. El fluido es casi siempre un aceite de algún tipo. La fuerza es casi siempre multiplicada en el proceso. El fluido hidráulico se bombea a una alta presión y se transmite a través de la máquina a varios accionadores. Las bombas hidráulicas son impulsadas por motores de combustión o eléctricos. El fluido presurizado es controlado por el operario con válvulas de control y distribuido a través de mangueras y tubos.

La común utilización de la maquinaria hidráulica se debe a la gran cantidad de potencia que se puede transferir a través de los pequeños tubos y mangueras flexibles; y la densidad de gran potencia y amplio arreglo de accionadores que pueden usar esta fuerza.

Las ventajas de los sistemas hidráulicos por sobre otros métodos de transmisión de potencia son:

- Diseño simple. En la mayoría de los casos, unos pocos componentes prediseñados reemplazarán enlaces mecánicos complicados.

- Flexibilidad. Los componentes hidráulicos pueden ubicarse con una flexibilidad considerable. Las cañerías y mangueras en vez de los elementos mecánicos virtualmente eliminan los problemas de ubicación.
- Suavidad. Los sistemas hidráulicos son suaves y silenciosos en su operación. La vibración se mantiene al mínimo.
- Control. El control de un amplio rango de velocidades y fuerzas es fácilmente posible.
- Costo. Alta eficiencia con pérdida por fricción mínima mantiene el costo de una transmisión de potencia al mínimo.
- Protección de sobrecarga. Las válvulas automáticas protegen el sistema en contra de fallas por sobrecarga.

La principal desventaja de un sistema hidráulico es el de mantener las piezas de precisión cuando están expuestas a climas desfavorables y atmósferas sucias. La protección contra el óxido, corrosión, suciedad, deterioro del aceite y otras condiciones ambientales adversas es muy importante.

## Hidráulica

El comportamiento dinámico y estático de los fluidos: el estudio de los fluidos que realizan un trabajo.

Ventajas de los sistemas hidráulicos:

- Simplicidad general, elimina los enlaces.
- La ubicación de componentes puede ser variada.
- Automatización de la secuencia de movimiento.
- Velocidad y fuerza infinitamente variable.
- Bajas tasas de desgaste de componentes debido a:
  - ✓ Operación suave controlada.
  - ✓ Limitación de presión automática.
  - ✓ Asencia de vibración.
  - ✓ Lubricación automática.
- Las pérdidas por fricción son pequeñas.
- Se puede actualizar los componentes del sistema.

Desventajas de los sistemas hidráulicos:

- Presiones muy altas.
- La limpieza extrema es necesaria (contaminación).
- Necesita mantenimiento periódico (condiciones climáticas).

- Corrosión de componentes expuestos.
- Altos costos de adquisición.

## **Hidrostática**

Trabajo realizado a través del líquido bajo presión.

Usos hidrostáticos:

- Frenos hidráulicos.
- Toma de fuerza.
- Dirección asistida.
- Volquete.
- Grúas montadas.
- Agitadores de concreto.
- Gato hidráulica.

## **Hidrodinámica (o hidrocínética)**

Trabajo realizado a través de líquido en movimiento.

Usos de la hidrodinámica:

- Acoplamiento hidráulico (embragues).
- Transmisiones automáticas.
- Convertidores de torque.
- Retardador hidráulico.

El fluido bajo presión se vuelve un sólido.

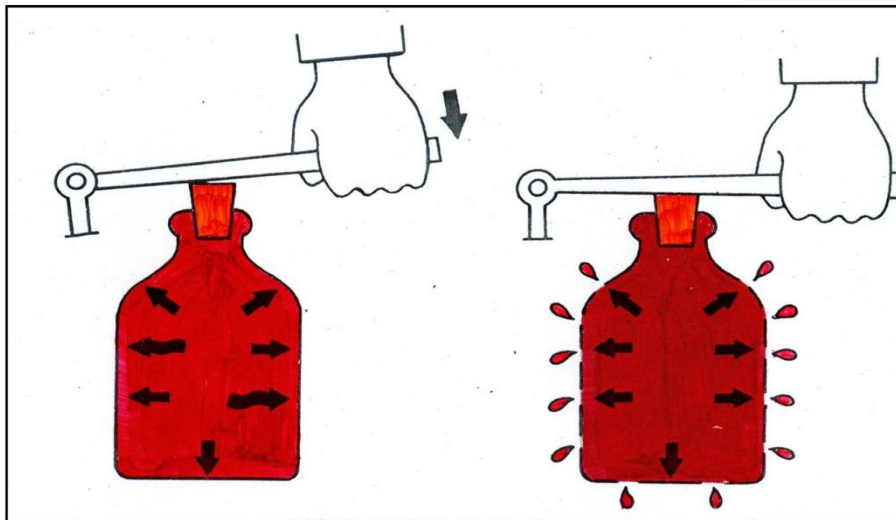


Figura 220

- Fluido incompresible en uso.
- Permanece como un líquido.
- El fluido fluye por el camino de menos resistencia.

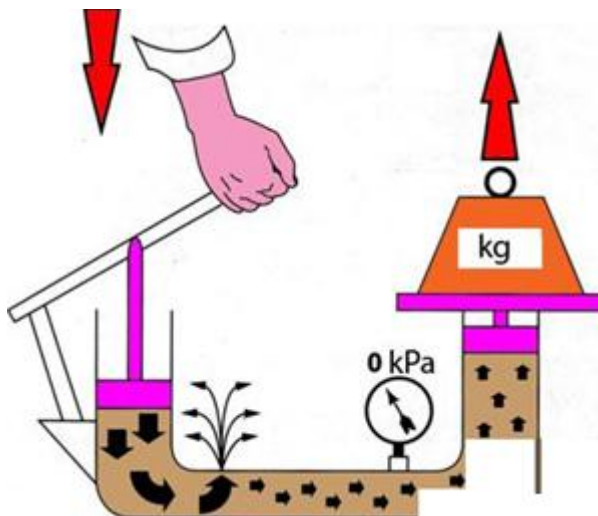


Figura 221: Aditivos de aceite hidráulico

Los aditivos fortalecen o modifican ciertas características del aceite base.

**Aditivos:**

- Detergentes.
- Inhibidores de oxidación.
- Dispersantes.
- Agentes de alcalinidad.
- Agentes anti desgaste.
- Dispersantes de punto de fluidez.
- Mejoradores del índice de viscosidad.
- Agente antiespumante.
- Emulsionantes.

**Filtros**

Se incluyen filtros para proteger todos los componentes en contra de daños debido a la contaminación.

Los filtros pueden ser elementos de papel fino o coladores gruesos.

Algunos sistemas pueden contener imanes.

Los filtros pueden ser incluidos a:

- Línea de succión.
- Línea de retorno.
- Línea de presión.
- Tubo de relleno del reservorio.
- Respiradero del reservorio .

**Potencia hidráulica**

La ciencia de la presión de fluidos proporciona algo de la teoría de la hidráulica.

- Una fuerza que actúa en un área pequeña puede crear una fuerza mucho más grande al actuar en un área más grande por virtud de la presión hidrostática.
- Una gran cantidad de energía puede ser transportada por un pequeño flujo de fluido altamente presurizado.

La maquinaria hidráulica ofrece una gran cantidad de energía y fuerza con componentes relativamente pequeños. Un cilindro hidráulico típico con un diámetro de 75 mm (3 pulgadas), por ejemplo, puede suministrar 89.000 N (20.000 lbf). La transmisión de energía en un sistema hidráulico se controla fácilmente con válvulas.

Algunas partes de un sistema hidráulico funcionará a cerca de 2000 kPa (300 psi) (controles piloto, frenos de vehículos). Los accionadores hidráulicos principales (por ejemplo, cilindros o motores de fluidos) funcionarán típicamente en el rango de 7000 - 42000 kPa (1000 - 6000 psi). Con avances en el diseño y materiales, existe una tendencia hacia la mayor presión, con algunos sistemas que funcionan a 100 000 kPa (15,000 psi). Algunos sistemas exóticos con hardware de titanio operarán a más de 350.000 kPa (50.000 psi).

## 10.2 Sistema oleohidráulico y sus equipos

### Sistemas básicos

En su forma más simple, un sistema hidráulico consta de los siguientes componentes básicos:

- Reservorio.
- Bomba hidráulica.
- Indicador de presión.
- Motor hidráulico, émbolo y otro dispositivo para realizar el trabajo.
- Elementos de control para controlar el flujo, la presión y la dirección.
- Mangueras, cañerías y fittings.

a. *Gato hidráulico*. En este sistema (figura a continuación), un reservorio y un sistema de válvulas se han agregado a una palanca hidráulica Pascal para accionar un pequeño cilindro o bomba de manera continua y levantar un pistón grande o un accionador un poco con cada recorrido. Más líquido se bombea bajo un gran pistón para levantarlo. Para bajar una carga, se abre una tercera válvula (válvula de aguja), que abre un área debajo de un pistón grande hacia el reservorio. La carga entonces empuja el pistón hacia abajo y fuerza el líquido hacia el reservorio.

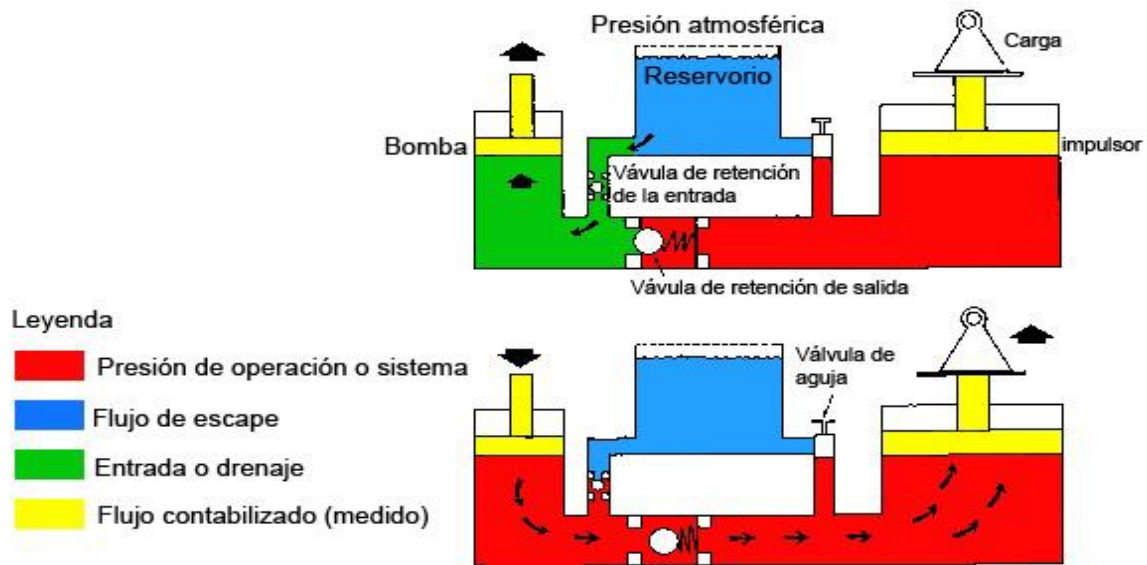


Figura 222: Gato Hidráulico

b. Motor - sistema de inversión. La figura a continuación muestra una bomba accionada por motor operando un motor rotativo reversible. Una válvula de inversión dirige el fluido a ambos lados del motor y de vuelta al reservorio. Una válvula de liberación protege el sistema en contra del exceso de presión y puede rodear la salida de la bomba hacia el reservorio, si la presión sube demasiado.

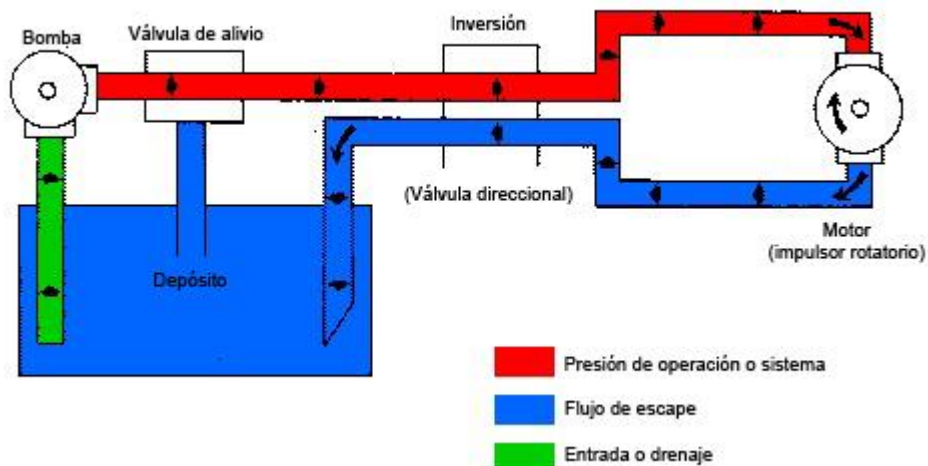


Figura 223: Sistema de Motor Reversible

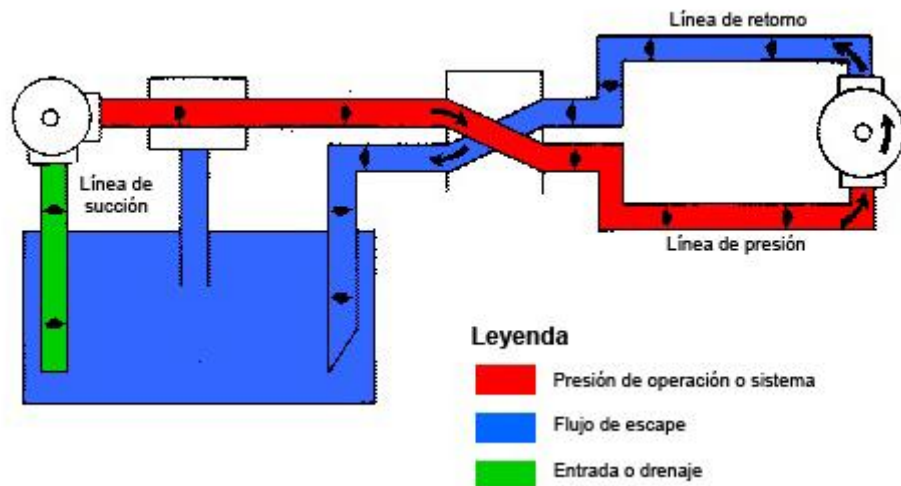


Figura 224: Sistema de Motor Reversible (continuación)

c. *Sistema de centro abierto.* En este sistema, un carrete de válvula de control debe estar abierta en el centro para permitir que el flujo bombeado pase por la válvula y vuelva al reservorio. La figura a continuación muestra este sistema en la posición neutral. Un sistema de centro abierto es eficiente en funciones simples pero es limitado con funciones múltiples.

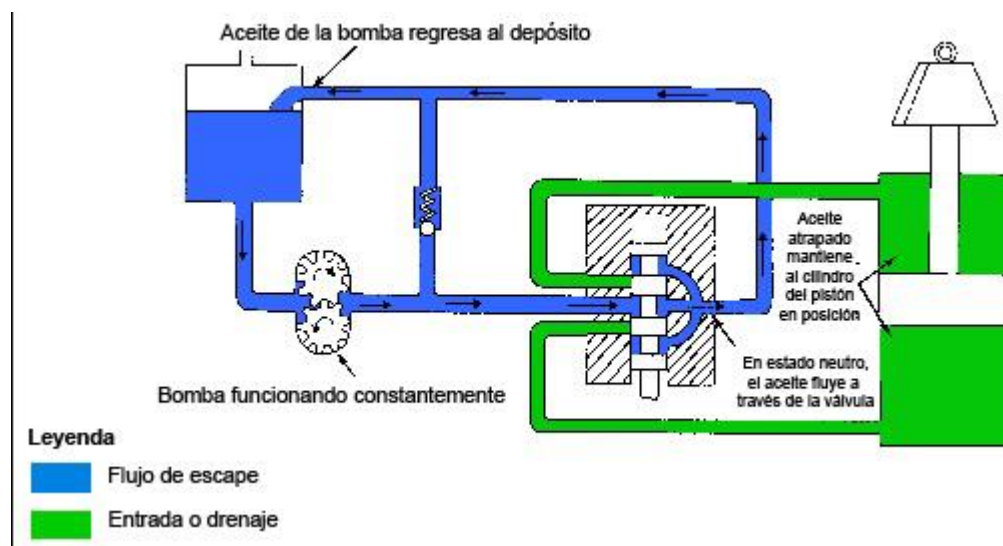


Figura 225: Sistema de Centro Abierto

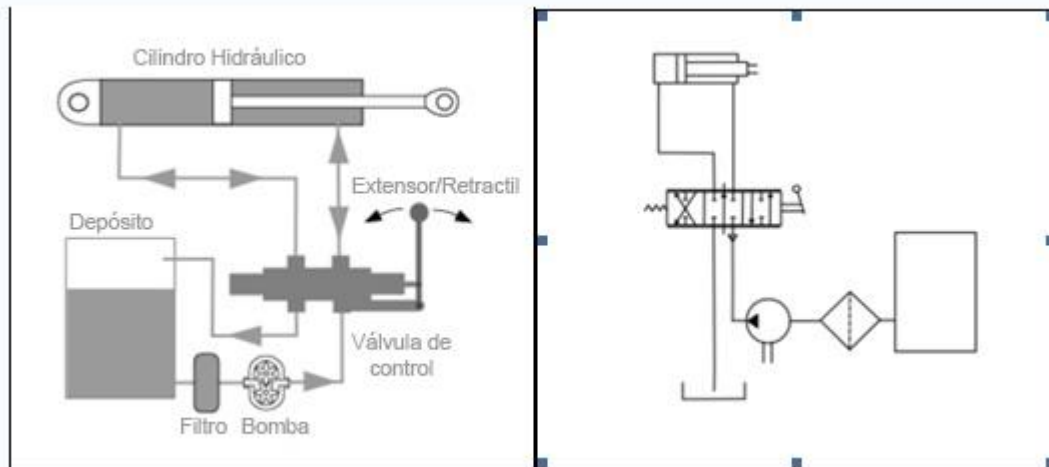


Figura 226: Un circuito hidráulico de centro abierto simple    Figura 250: El diagrama del circuito equivalente

d. Sistema de centro cerrado. En este sistema, una bomba puede descansar cuando no se necesita que el aceite opere una función. Esto significa que una válvula de control está cerrada en el centro, deteniendo el flujo del aceite desde la bomba. La figura a continuación muestra un sistema de centro cerrado. Para operar varias funciones de manera simultánea, un sistema de centro cerrado tiene las siguientes conexiones:

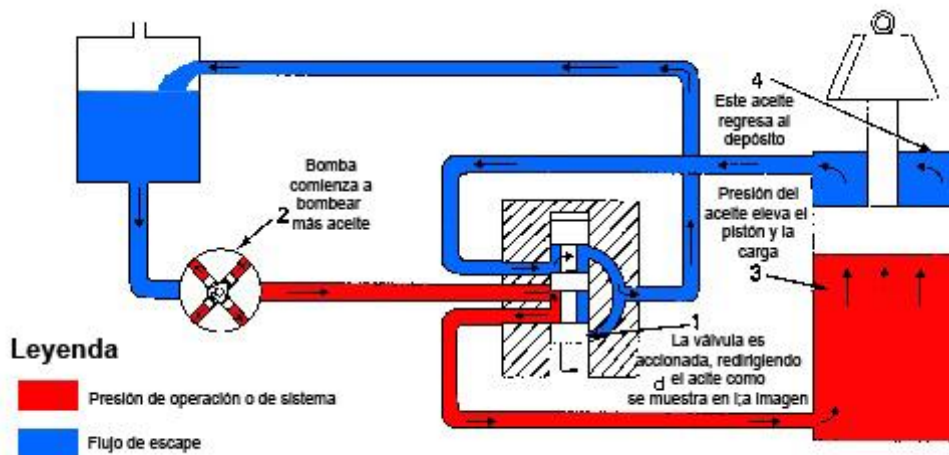


Figura 227: Sistema de Centro Cerrado

(1) Acumulador y bomba de desplazamiento fijo. La figura a continuación muestra un sistema de centro cerrado. En este sistema, una bomba de volumen pequeño pero constante carga un acumulador. Cuando un acumulador se carga a una presión completa, una válvula de descarga desvía el flujo de la bomba de vuelta al reservorio. Una válvula de verificación atrapa el aceite presurizado en el circuito.

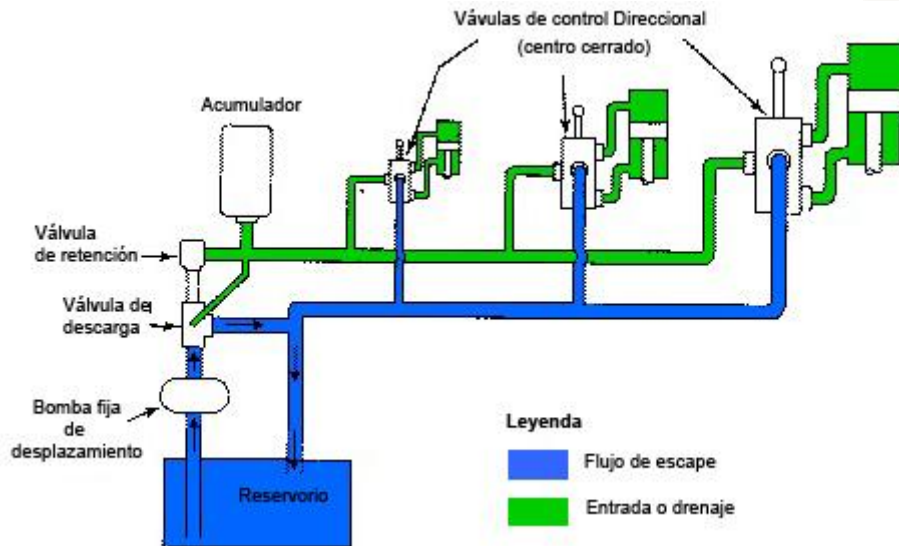


Figura 228: Acumulador y Bomba de Desplazamiento Fijo

Cuando se opera una válvula de control, un acumulador descarga su aceite y acciona un cilindro. A medida que comienza a descender, una válvula de descarga dirige el flujo de la bomba a un acumulador para recargar el flujo. Este sistema, que usa una bomba de capacidad pequeña, es eficaz cuando se necesita aceite de operación sólo por un periodo corto. Sin embargo, cuando las funciones necesitan mucho aceite por periodos más largos, un sistema acumulador no puede manejarlo a menos que el acumulador sea muy grande.

(2) Bomba de desplazamiento variable. La figura a continuación muestra un sistema de centro cerrado con una bomba de desplazamiento variable en el modo neutral. Cuando está en modo neutral, se bombea aceite hasta que la presión se eleva a un nivel predeterminado. Una válvula de regulación de presión permite que la bomba se apague por sí misma y mantenga esta presión hacia la válvula. Cuando la válvula de control está funcionando, se desvía el aceite desde la bomba hasta el fondo de un cilindro. La caída de presión causada por conectar la línea de presión de la bomba al fondo del cilindro, causa que la bomba vuelva a funcionar, bombeando aceite al fondo del pistón y levantando la carga.

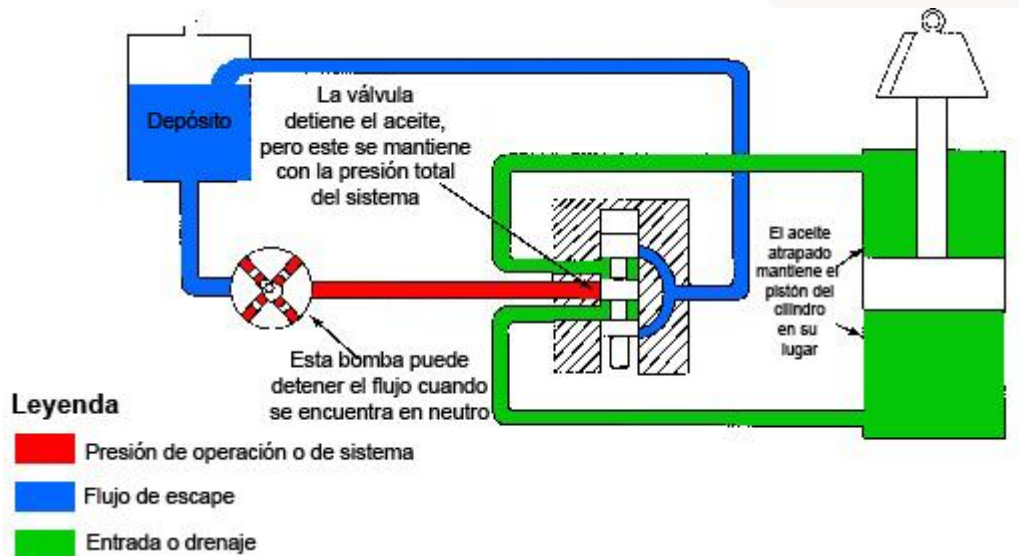


Figura 229: Bomba de Desplazamiento Variable

Cuando se mueve la válvula, la parte de arriba del pistón se conecta con una línea de retorno, que permite que el aceite de retorno que fue forzado desde el pistón vuelva al reservorio o bomba. Cuando la válvula vuelve al modo neutro, el aceite es atrapado en ambos lados del cilindro y el paso de la presión desde la bomba se cierra. Luego de esta secuencia, la bomba descansa. Moviendo el carrete en la posición baja, dirige el aceite hacia la parte de arriba del pistón, moviendo la carga hacia abajo. El aceite de abajo del pistón es enviado a la línea de retorno.

La figura a continuación muestra este sistema de centro cerrado con una bomba de carga, que bombea aceite desde el reservorio hasta la bomba de desplazamiento variable. La bomba de carga suministra sólo el aceite necesario en un sistema y proporciona un poco de presión de entrada para hacer que una bomba de desplazamiento variable sea más eficiente. El aceite de retorno desde la función de un sistema se envía directamente hasta la entrada de una bomba de desplazamiento variable.

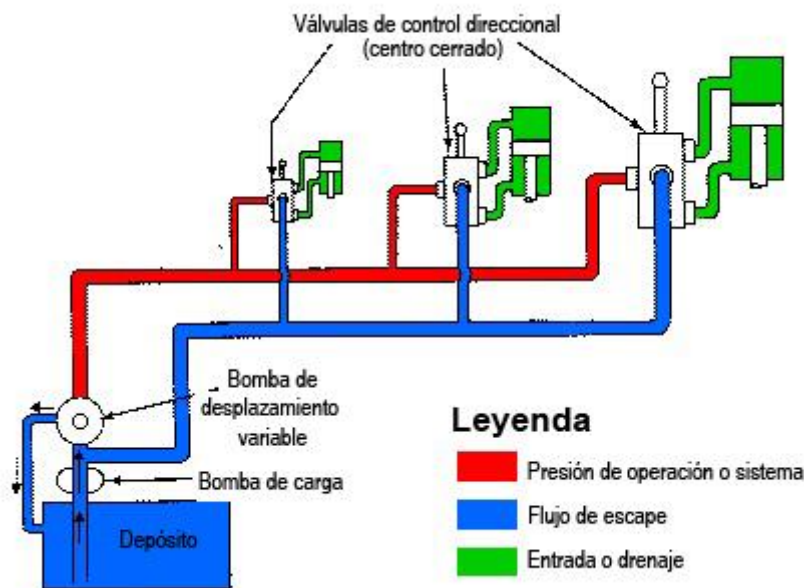


Figura 230: Sistema de Centro Cerrado con Bomba de Carga

Debido a que las máquinas de hoy en día necesitan más energía hidráulica, un sistema de centro cerrado es más ventajoso. Por ejemplo, en un tractor, el aceite puede ser necesario para la dirección hidráulica, frenos hidráulicos, cilindros remotos, enganche de tres puntos, cargadores y otros equipos montados. En la mayoría de los casos, cada función necesita una cantidad diferente de aceite. Con un sistema de centro cerrado, la cantidad de aceite para cada función puede controlarse por el tamaño de la válvula o línea o por orificio con menos acumulación de calor cuando se compara con los divisores de flujo necesarios en un sistema de centro abierto comparable. Otras ventajas de un sistema de centro cerrado son:

- No necesita válvulas de alivio porque la bomba simplemente se apaga por sí misma cuando se alcanza la presión de modo de espera. Esto evita la acumulación de calor en sistemas donde la presión de liberación se alcanza frecuentemente.
- Tiene líneas, válvulas y cilindros que pueden ser hechas a la medida de los requerimientos de flujo de cada función.
- Tiene un flujo de reserva disponible para asegurar una velocidad hidráulica completa a bajas revoluciones de motor por minuto (rpm). Más funciones pueden ser usadas.

- Es más eficiente en funciones tales como los frenos, que requieren fuerza pero muy poco movimiento de pistón. Al mantener abierta la válvula, la presión de modo de espera se aplica de manera constante al pistón del freno, sin pérdida de eficiencia porque la bomba ha retornado al modo de espera.

### Codificación por colores

Las cifras que muestran las condiciones o caminos del flujo de aceite son preparadas con códigos de colores estándares de la industria. La siguiente Tabla muestra los colores para las líneas hidráulicas y pasos que están en muchas de las cifras:

Tabla de Colores de las cifras	
Línea/Paso	Color
Presión de funcionamiento	Rojo
Escape	Azul
Ingreso o drenaje	Verde
Flujo medido	Amarillo

### Válvulas de alivio de presión

La válvula de alivio de presión de acción directa (figura a continuación) se monta en el lado de presión de la línea de salida de la bomba hidráulica. Su tarea es la de limitar la presión en el sistema a un valor aceptable, para proteger de la sobrecarga a los componentes del sistema. De hecho, una válvula de liberación de presión tiene la misma construcción que una válvula de retención accionada por resorte. Cuando se sobrecarga el sistema, la válvula de alivio de presión se abrirá y el flujo de la bomba será dirigido de vuelta al reservorio hidráulico de manera directa.

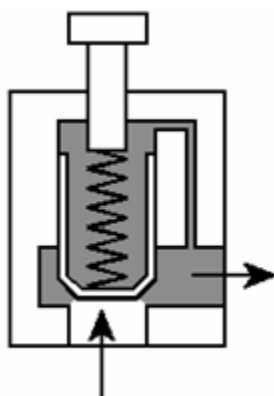


Figura 231

### Válvula de alivio accionada por piloto

La válvula de alivio de presión accionada por piloto (figura a continuación) se aplica en sistemas con una considerable cantidad de flujo. Su tarea también es la de limitar la presión en el sistema a un valor aceptable para proteger los componentes del sistema de la sobrecarga

La válvula piloto se ajusta normalmente a 150 bares. La presión debajo de la válvula principal es igual a la presión por sobre la válvula principal.

Por ejemplo, 100 bar determinados por la carga en el motor hidráulico. El resorte en la válvula principal, (alrededor de 1 a 5 bares) mantiene la válvula en la posición cerrada. En tanto la presión en el sistema no se incremente la presión ajustable, el flujo de la bomba va al motor hidráulico. Cuando el motor hidráulico se sobrecarga, la presión aumentará y la válvula piloto se abrirá.

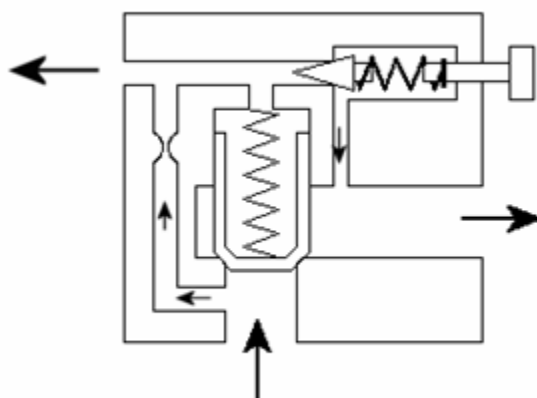


Figura 232

## Válvula de control direccional

Con una válvula de control de dirección, usted determina la dirección del flujo, y por lo tanto, la dirección de la operación de un cilindro o motor hidráulico. Como se muestra en la figura a continuación, usamos una válvula llamada de control direccional 4/3; el 4/3 significa cuatro (4) conexiones de línea y tres (3) posiciones.

Las carcasas comúnmente se fabrican con acero o hierro fundido. Contiene un carrete que ha sido maquinado con precisión y amolado a partir del acero.

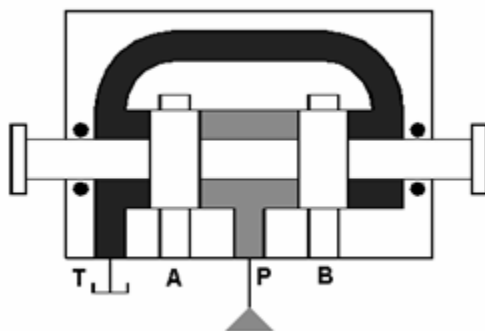


Figura 233

Los pasos A y B también están cerrados, por lo tanto en este caso un cilindro será bloqueado hidráulicamente en su posición.

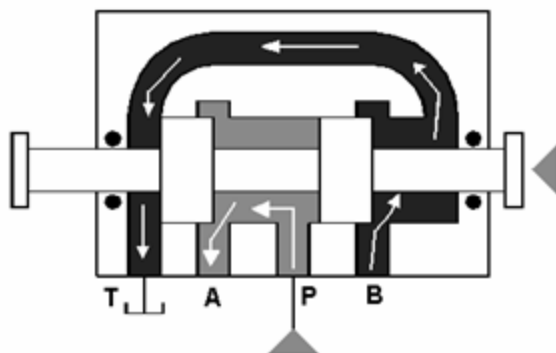


Figura 234

**Las válvulas reductoras de presión** reducen la presión del suministro según sea necesario para varios circuitos.

**Las válvulas de contrapeso** suministran resistencia al flujo bajo ciertas condiciones, para ayudar a una grúa horquilla mantener la posición de una carga.

**Las válvulas de secuencia** controlan la secuencia de los circuitos hidráulicos para asegurar que un cilindro hidráulico esté completamente extendido antes de que otro inicie su recorrido.

**Las válvulas de doble efecto** proporcionan una función o lógica.

**Las válvulas de verificación** son válvulas de una vía, permitiendo que un acumulador cargue y mantenga su presión después de que la máquina se ha apagado.

**Las válvulas de cartucho** son componentes estándar con una carcasa estandarizada, haciéndolas fácil de llenar un bloque de válvulas propias. Están disponibles en muchas configuraciones; on/off, proporcional, liberación de presión, etc. Generalmente se atornillan en un bloque de válvula y son eléctricamente controladas para brindar funciones automatizadas y lógicas.

**Los fusibles hidráulicos** son dispositivos de seguridad en línea diseñados para sellar automáticamente una línea hidráulica si pierde presión rápidamente.

**Válvulas auxiliares.** Los sistemas hidráulicos complejos tendrán normalmente bloques de válvula auxiliares para manejar varias tareas no vistas por el operario, tales como carga del acumulador, operación del ventilador de enfriado, energía del aire acondicionado, etc. Son, por lo general, válvulas a la medida diseñadas para la máquina particular y pueden estar compuestas de un bloque de metal con pasos y canales perforados.

Las válvulas de cartucho están roscadas en los pasos y pueden ser controladas eléctricamente por conmutadores o un microprocesador para dirigir energía de fluido como sea necesario.

## **Reservorio**

El reservorio de fluido hidráulico contiene el exceso de fluido hidráulico para acomodar los cambios de volumen desde: la extensión y contracción del cilindro, expansión y contracción impulsada por temperatura y fugas. El reservorio también está diseñado para ayudar en la separación del aire del fluido. Los ingenieros de diseño siempre están presionados para reducir el tamaño de los reservorios hidráulicos, mientras que los operarios de los equipos siempre aprecian los grandes reservorios.

## **Reservorios**

- Almacenan aceite.
- Reduce la aireación.

- Disipa el calor.
- Separa contaminantes.
- Mantiene un nivel adecuado sobre la succión.
- Debe ser de adecuada capacidad.

Algunos diseños incluyen canales de flujo dinámicos en los caminos de retorno para los fluidos que permiten un reservorio más pequeño.

a. *Construcción.* Un reservorio construido adecuadamente debería ser capaz de disipar el calor del aceite, separar el aire del aceite y depositar los contaminantes que están presentes. Los reservorios varían en construcción desde pequeñas estampaciones de acero a grandes unidades fabricadas o fundidas.

b. *Forma.* Muestra algunas de las características de diseño de un reservorio. Debe ser alto y delgado en vez de superficial y ancho. El nivel de aceite deberá ser tan alto como sea posible por sobre la apertura hacia la línea de succión de la bomba. Esto evita que el vacío en la apertura de línea caUse un efecto de remolino, lo que podría significar que en un sistema probablemente esté ingresando aire. El aceite aireado no transmitirá energía adecuadamente porque el aire es comprimible.

c. *Tamaño.* Los tamaños de los reservorios pueden variar. Sin embargo, un reservorio debe ser lo suficientemente grande para que tenga una reserva de aceite con todos los cilindros en un sistema completamente extendido. Una reserva de aceite debe ser lo suficientemente alta para evitar un remolino en la apertura de la línea de succión. Un reservorio debe tener el espacio suficiente para contener todo el aceite cuando los cilindros estén retractados, así como también permitir espacio para la expansión cuando el aceite esté caliente.

d. *ubicación.* La mayoría de los reservorios del Elementos móvil está ubicados por sobre las bombas. Esto crea una condición de toma de bomba inundada. Inundar la entrada también reduce la tendencia a ocurrir un remolino en la apertura de la línea de succión. La ubicación de un reservorio afecta la disipación del calor. Idealmente, todas las paredes de los estanques deberían estar expuestas al aire exterior.

e. *Ventilación y presurización.* La mayoría de los reservorios son ventilados hacia la atmósfera. Una apertura de ventilación permite que el aire salga o entre al espacio por sobre el aceite a medida que el nivel de aceite sube o baja. Esto mantiene una presión atmosférica constante sobre el aceite. Una tapa de filtro de reservorio, con un filtro, se usa a menudo como ventilación. Algunos reservorios

están presurizados, con el uso de una válvula de control de presión simple en vez de uno ventilado.

f. *conexiones de línea*. Una succión de bomba y las líneas de retorno de un estanque deberán estar unidas por bridas (flanges) o por uniones o acoples soldados para trabajo pesado. Los acoples estándar normalmente no son adecuados porque se abren cuando son soldados. Si una línea de succión es conectada en el fondo, un acople deberá extenderse bien por sobre el fondo, dentro del estanque; la suciedad residual no ingresará en una línea de succión cuando un estanque o colador esté limpio. Una línea de retorno deberá descargar cerca del fondo del estanque, siempre debajo del nivel del aceite. Una cañería normalmente se corta a un ángulo de 45 grados y el flujo es dirigido lejos de una línea de succión para mejorar la circulación y enfriado.

**Coladores y filtros.** Para mantener los componentes hidráulicos con correctos desempeños, se debe mantener el líquido hidráulico lo más limpio posible. Las sustancias extrañas y pequeñas partículas de metal del desgaste normal de las válvulas, bombas y otros componentes ingresarán en el sistema. Los coladores, filtros y conectores magnéticos se usan para eliminar partículas extrañas de un líquido hidráulico y son eficaces como protecciones en contra de la contaminación. Los conectores magnéticos, ubicados en un reservorio, se usan para eliminar las partículas de hierro o acero de un líquido.

a. Coladores. Un colador es el sistema de filtrado primario que elimina grandes partículas de materia extraña del líquido hidráulico. Incluso cuando su acción de filtrado no es tan buena como la de un filtro, un colador ofrece menos resistencia al flujo. Un colador normalmente consta de un marco de metal enrollado con una pantalla de malla de alambre delgado o un elemento de filtración hecho de alambre especialmente procesado y de diferentes espesores. Los coladores se usan para bombear líneas de entrada donde las caídas de presión deben mantenerse al mínimo.

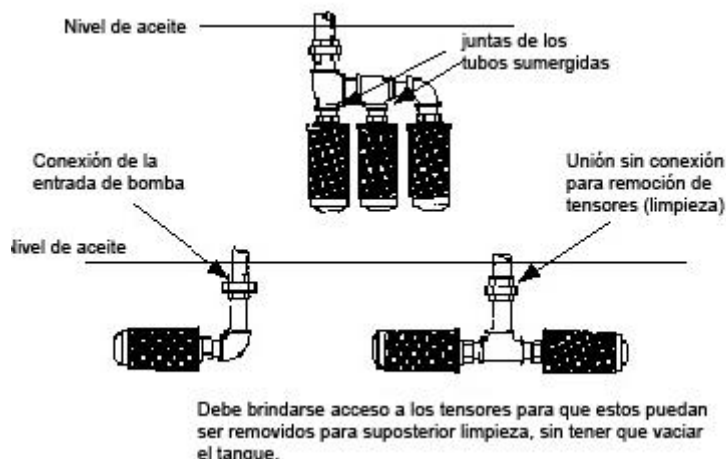


Figura 235

b. *Filtros*. Un filtro elimina pequeñas partículas de un fluido hidráulico y es más eficaz como protección contra contaminantes. Los filtros se ubican en un reservorio, una línea de presión, una línea de retorno o en toda ubicación donde sea necesario. Se clasifican como flujo completo o flujo proporcional.

En un filtro de flujo completo, todo el fluido que ingresa a una unidad pasa por un filtro. Aunque un tipo de flujo completo proporciona una acción de filtración más segura, ofrece mayor resistencia al flujo, particularmente cuando se ensucia. Un líquido hidráulico ingresa a un filtro de flujo completo a través de un paso de entrada en el cuerpo y fluye alrededor de un elemento dentro de un depósito. El filtrado ocurre cuando un líquido pasa a través del elemento y dentro de un centro hueco, dejando la suciedad e impurezas fuera del elemento. Un líquido filtrado fluye desde un centro hueco hacia un paso de salida y hacia el sistema.

#### Leyenda

- Presión de operación o sistema
- Entrada o drenaje

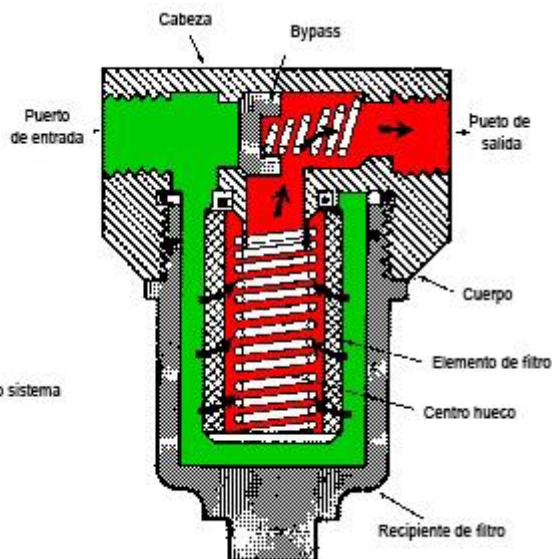


Figura 236

Una válvula de liberación de derivación en un cuerpo permite que un líquido rodee el elemento y pase directamente a través de un paso de salida cuando el elemento se obstruye. Los filtros que no tienen una válvula de liberación de derivación tienen un indicador de contaminación. Este indicador funciona sobre el principio de la diferencia de presión de un fluido a medida que ingresa a un filtro y después de que sale de un elemento. Cuando las partículas contaminantes se depositan en el elemento, la presión diferencial en éste aumenta. Cuando un aumento de la presión alcanza un valor específico, un indicador se activa, lo que significa que el elemento debe ser limpiado o remplazado.

Filtros de flujo proporcional (figura a continuación). Este filtro funciona sobre el principio de venturi en el que un tubo tiene una garganta angosta (venturi) para aumentar la velocidad del fluido que pasa por éste. El flujo que pasa por una garganta venturi causa una caída de presión en el punto más angosto. Esta disminución de la presión causa una acción de succión que atrae una parte del líquido hacia abajo alrededor de un cartucho por un filtro y hasta una garganta venturi. El filtrado ocurre para cualquier dirección de flujo. Aunque sólo una parte de un líquido se filtra durante cada ciclo, la constante recirculación por el sistema eventualmente causa que todo el líquido pase por el elemento.

### Leyenda

- Presión de operación o de sistema
- Entrada o drenaje

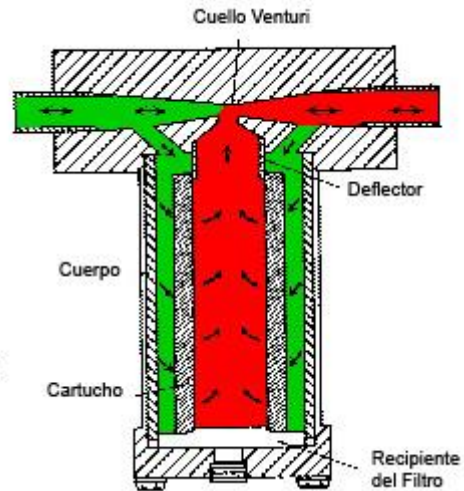


Figura 237

**Elementos y materiales de filtrado.** Las clases generales de los materiales de los filtros son mecánicos, absorbente inactivo y absorbente activo.

- Los filtros mecánicos contienen discos o pantallas de metal tejidos de manera estrecha. Generalmente eliminan sólo partículas algo gruesas.
- Los filtros absorbentes inactivos, tales como algodón, pasta de madera, hilo, tela o resina, eliminan partículas mucho más pequeñas. Algunos eliminan agua y contaminantes solubles al agua. Los elementos a menudo son tratados para hacerlos pegajosos, a fin de atraer los contaminantes encontrados en el aceite hidráulico.
- Los materiales de absorbentes activos, tales como el carbón y tierras de fuller (un material tipo arcilla de partículas muy finas usadas en la purificación de aceites minerales y vegetales), no son recomendados para sistemas hidráulicos.

Los tres tipos básicos de elementos filtrantes son superficie, borde y profundidad.

- Un elemento del tipo superficie está hecho de telas tejidas estrechamente o papel tratado. El aceite fluye por los poros del material de filtrado y los contaminantes son detenidos.
- Un filtro del tipo borde está hecho de discos de papel o metal. El aceite fluye por los espacios entre los discos. La finura de la filtración se determina por la cercanía de los discos.

- Un elemento del tipo profundidad está hecho de gruesas capas de algodón, fieltro, u otras telas.

## Acumuladores

Los acumuladores se usan cuando:

- Se necesita un flujo de fluido extra en el sistema hidráulico por un periodo corto de alta demanda.
- Cuando el sistema, o parte del sistema, debe mantenerse bajo presión.
- La presión máxima o vibraciones de presión deben ser absorbidas para proteger los componentes sensibles del sistema.
- Cuando se requiere elementos de amortiguación.
- En los sistemas hidráulicos, se usan los siguientes tipos de acumuladores:
  - ✓ El acumulador de pistón (confiable; acumulador relativamente lento debido a la fricción entre el pistón y el cilindro).
  - ✓ Acumulador de vejiga (acumulador 'rápido').
  - ✓ Acumulador de diafragma (elemento de amortiguación; presión compensada).

Como una batería de almacenamiento eléctrico, un acumulador hidráulico almacena energía potencial, en este caso líquido bajo presión, para conversión futura en trabajo útil. Este trabajo puede incluir cilindros de operación y motores de fluido, manteniendo la presión del sistema requerida en caso de falla de energía o de la bomba, y compensando la pérdida de presión debido a fugas. Los acumuladores pueden ser trabajadores como dispensadores de fluidos y barreras de fluido y pueden suministrar una acción de absorción de golpes (amortiguación). En el Elementos militar, los acumuladores se usan principalmente en el Elementos de levantamiento para suministrar acción fijadora segura en las cargas pesadas cuando un flujo de la bomba es desviada al levantamiento u otras operaciones. Un acumulador actúa como un dispositivo de seguridad para evitar que se deje caer una carga en caso de falla del motor o de la bomba o fuga del líquido. En los equipos de izaje o de otro tipo, los acumuladores absorben los golpes, lo que es el resultado de inicio de la carga, detención o reversión.

*Acumulador accionado por resorte.* Este acumulador se usa en algunos sistemas hidráulicos de equipos de ingeniería. Utiliza la energía almacenada en resortes para crear una fuerza constante en el líquido contenido en un ensamble de émbolo adyacente. La figura a continuación muestra dos acumuladores accionados por resorte.

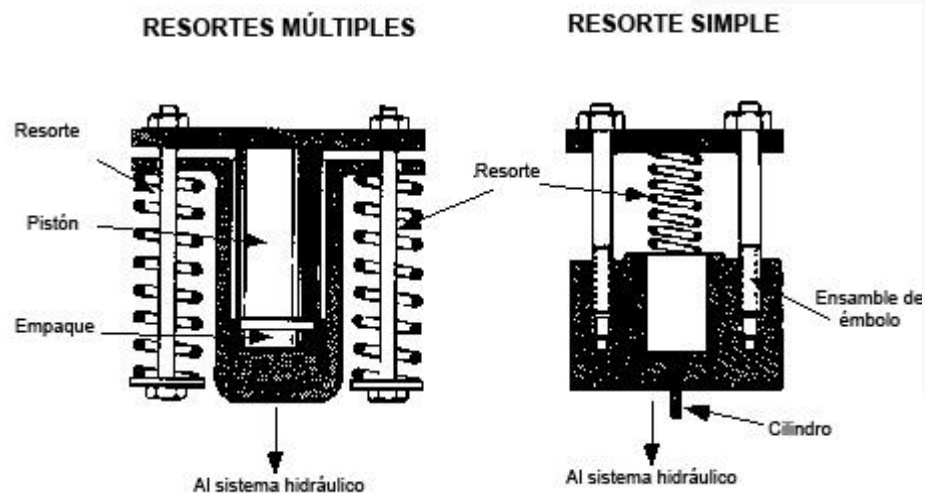


Figura 238

*Acumulador tipo bolsa.* Este acumulador (figura a continuación) consta de un armazón para altas presiones sin soldadura, con forma cilíndrica, con extremos en forma de domo y una bolsa de caucho sintético que separa el líquido y el gas (normalmente nitrógeno) dentro del acumulador. La bolsa está totalmente encerrada en el extremo superior de un armazón. El sistema de gas contiene una válvula de gas a alta presión. El extremo del fondo del armazón está sellado con un ensamble de tapón especial que contiene un paso de líquido y un elemento de seguridad que hace imposible desarmar el acumulador con presión en el sistema. La bolsa es más grande en la parte de arriba y se rebaja a un diámetro menor al fondo. Cuando la bomba fuerza líquido dentro del armazón del acumulador, el líquido presiona la bolsa, reduce su volumen y aumenta la presión, que entonces está disponible para realizar trabajo.

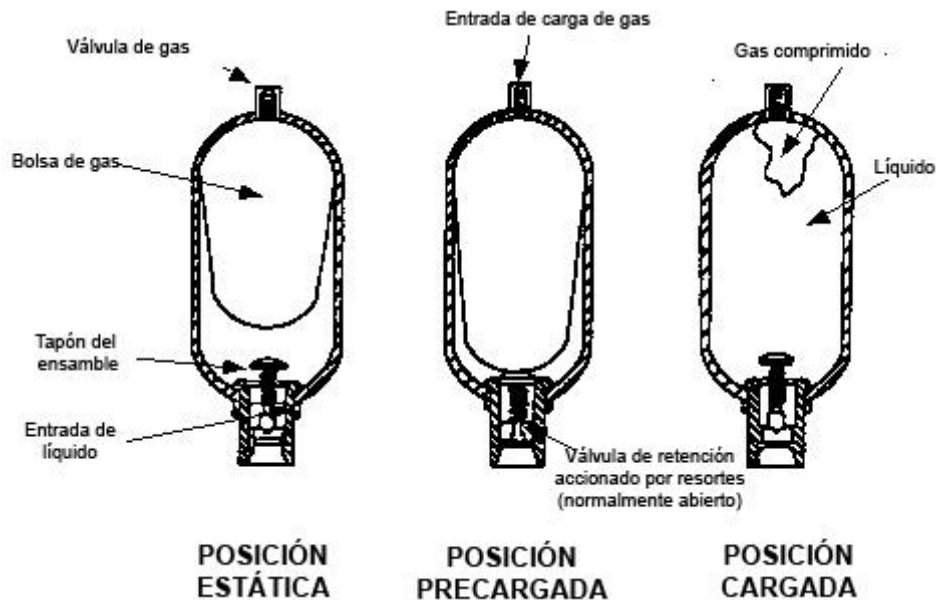


Figura 239

*Acumulador tipo pistón.* Este acumulador consta de un ensamble de cilindro, un ensamble de pistón y dos ensambles de tapas de extremo. El ensamble de cilindro alberga un ensamble de pistón e incorpora provisiones para asegurar los ensambles de tapas de extremo. Un acumulador contiene un pistón de flotación libre con líquido en un lado del pistón y aire precargado o nitrógeno en el otro lado (figura a continuación). Un aumento del volumen del líquido disminuye el volumen del gas y aumenta la presión del gas, lo que proporciona un potencial de trabajo cuando se permite descargar el líquido.

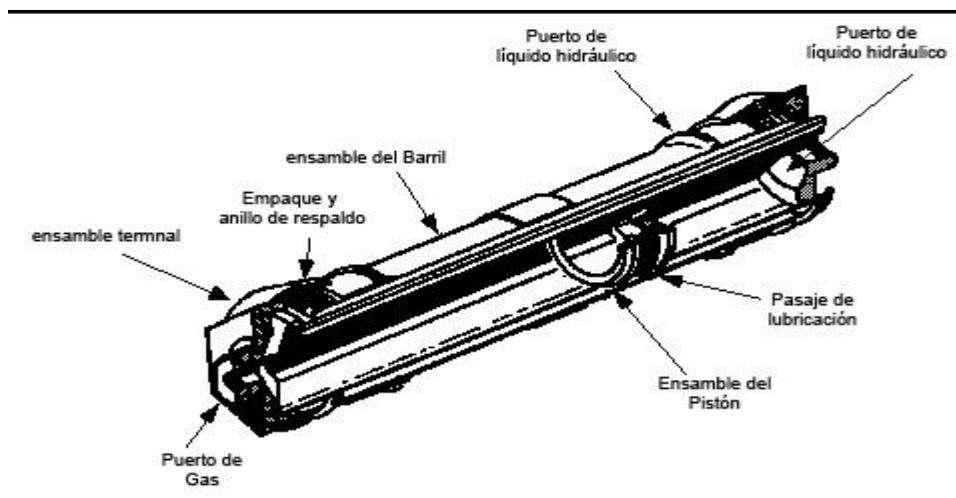


Figura 240

**Indicadores de presión y medidores de volumen.** Los indicadores de presión se usan en sistemas accionados por líquido para medir la presión y para mantener niveles de funcionamiento seguro y eficiente.

*Indicadores de presión.* La figura a continuación muestra un indicador de presión simple. Las lecturas del indicador indican el ajuste de la presión del fluido por una oposición de fuerzas dentro de un sistema. La presión atmosférica es insignificante porque su acción en un lugar es balanceado por su acción igual en otro lugar en un sistema.

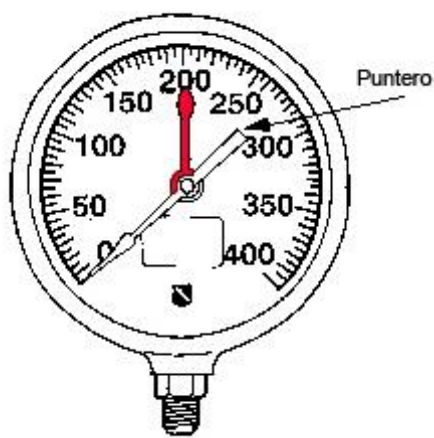


Figura 241

*Medidores.* La medición del flujo depende de las cantidades, tasas de flujo y tipos de líquido involucrado. Todos los medidores de líquidos (flujómetros) están hechos para medir líquidos específicos y se deben usar sólo para el propósito para el cual fueron hechos. Cada medidor es comprobado y calibrado.

**Sistemas de circulación.** Las cañerías y fittings, con sus sellos necesarios, componen un sistema de circulación del Elemento accionado por líquido. El seleccionar e instalar adecuadamente estos componentes es muy importante. Si se seleccionan o instalan de manera incorrecta, el resultado puede ser una grave pérdida de energía o contaminación por líquidos dañinos. La siguiente lista muestra algunos de los requisitos básicos de un sistema de circulación:

- Las líneas deben ser lo suficientemente fuertes para contener un líquido a una presión de trabajo deseada y los oleajes en la presión que se puede desarrollar en un sistema.
- Las líneas deben ser lo suficientemente fuertes para soportar los componentes que están montados sobre ella.

- Los fittings del terminal deben estar en todas las uniones donde las piezas deben ser retiradas para reparación o remplazo.
- Los soportes de líneas deben ser capaces de amortiguar la vibración causada por oleadas de presión.
- Las líneas deberán tener interiores suaves para reducir el flujo turbulento.
- Las líneas deben tener el tamaño correcto para el flujo necesario del líquido.
- Las líneas se deben mantener limpias mediante purga o flushing periódico.
- Se debe eliminar las fuentes de contaminantes.

Los tres tipos comunes de líneas en los sistemas accionados por líquidos son cañerías, tubos y mangueras flexibles, las que pueden ser rígidas, semi rígidas y flexibles.

### **Mangueras y fittings**

Para seleccionar la manguera adecuada, se debe conocer el flujo del sistema para descubrir qué tamaño de manguera se necesita. Esto se busca luego en una tabla adecuada. Las mangueras también usan fittings de metal o acoples para unión.

### **Mangueras del tipo flexibles**

Las mangueras flexibles no sólo permiten el movimiento, también absorben vibraciones y ruido, soportan presiones "oleadas" y son fáciles de dirigir alrededor de la maquinaria y de conectar al Elementos y los sistemas de control

La manguera hidráulica se compone de tres (3) partes básicas:

- El tubo interior.
- Las capas de refuerzo.
- La cubierta exterior.

**El tubo interior** es una capa de goma sintética que es resistente al aceite. Debe ser suave, flexible y capaz de resistir el calor y la corrosión.

**Las capas de refuerzo** varían con el tipo de manguera. Estas capas están construidas de fibras naturales o sintéticas o alambre trenzado, o una combinación de éstas. La resistencia de esta capa depende de los requerimientos de presión del sistema donde se usa la manguera.

**La cubierta exterior** protege las capas de refuerzo. Se usa más comúnmente una goma especial para la cubierta exterior porque resiste la abrasión y la exposición a las condiciones meteorológicas, aceite y suciedad.

Las presiones y temperaturas en el sistema se usan para determinar el tipo de manguera que se usará. Recuerde que el tamaño de la manguera deberá coincidir con los requerimientos de flujo del sistema.

- Una manguera muy pequeña restringe el flujo, causa sobrecalentamiento y pérdidas de presión.
- Una manguera muy grande puede ser muy débil para la presión del sistema. Esto es porque las mangueras más grandes deben ser más fuertes para soportar la misma presión que las más pequeñas.
- La manguera debe ser compatible con el fluido en el sistema.

### Selección del tipo de manguera

Las mangueras se catalogan por la resistencia de la construcción de la pared. Los cuatro (4) tipos son:

- Malla de tela.
- Malla de alambre simple.
- Malla de alambre doble.
- Malla espiral.

Las mangueras para altas presiones usan capas de refuerzo más resistentes o capas extras

Sin embargo, la presión que una máquina enfrentará varía con su tamaño.

Una manguera más grande soporta menos presión que una más pequeña de la misma construcción. Esto es porque tiene un área mayor expuesta a la presión.

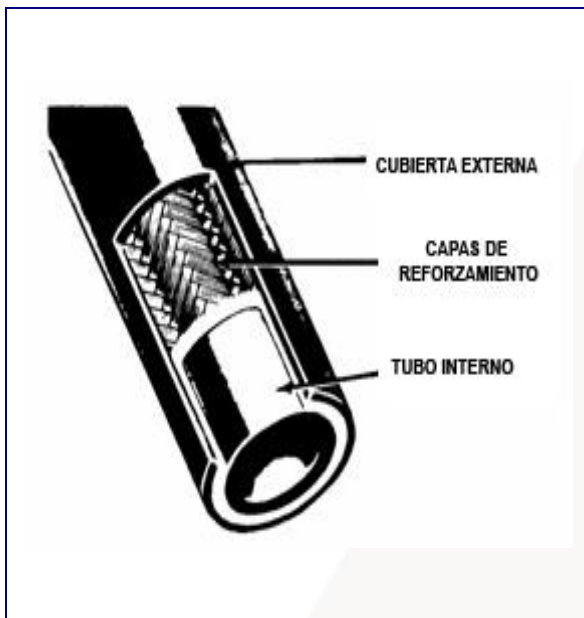


Figura 242

## Acoples de manguera

Los acoples de manguera incluyen dos (2) tipos:

- Los Fittings son una parte de la manguera, tienen un conector y una boquilla o manga.
- Lo adaptadores son un parte separada para unir el fitting de la manguera a otra línea.

Los Fittings y adaptadores son llamados acoples macho o hembras. El acople hueco hembra se une con el del tipo macho.

Los acoples de manguera son hechos normalmente de acero, pero también latón, acero inoxidable o en algunas aplicaciones se usan de plástico.

Generalmente se usa acero, ya que es capaz de soportar altas presiones y temperatura.



Figura 243

## Fittings de mangueras y tubos

Los fittings de mangueras y tubos pueden sellar en muchas formas. Abajo se muestran los cinco (5) principales métodos:

- Por rosca.
- Por fitting de compresión.
- Por terminación prensada y engatillado.
- Por asiento rebajado y tubo avellanado o fitting de tubo sin avellanado.
- Por acople metálico.

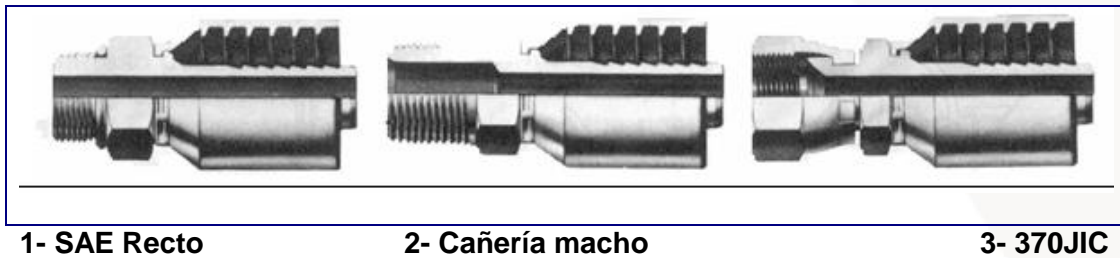


Figura 244



Figura 245

Además de los fittings rectos, los fittings de codo también están disponibles. Los codos deberán ser usados para tener acceso a conexiones difíciles de alcanzar y para problemas especiales de enrutado.

### Acoplamientos de desconexión rápida

Los acoplamientos de desconexión rápida se usan cuando las líneas de aceite se conectan o desconectan frecuentemente. Son dispositivos auto-sellantes y hacen el trabajo de dos (2) válvulas de cierre y un acoplamiento (acople) de tubo.

Estos acoples son rápidos y fáciles de usar y mantienen la pérdida de aceite al mínimo. Lo que es más importante, no se necesita drenar o purgar el sistema cada vez que se hace una conexión Sin embargo los tapa polvo deben insertarse en los puertos de acople cuando se desconectan las líneas de aceite.

**Los acoplamientos rápidos consisten de dos (2) mitades:** el cuerpo contiene un obturador cargado con resorte o un sello, mientras que la otra mitad se inserta para abrir el obturador cuando las dos (2) mitades están conectadas. Un dispositivo de bloqueo sujeta las dos (2) mitades y las sella.

Hay cuatro tipos básicos de acoplamientos rápidos:

- Doble obturador.
- Manga y obturador.
- Sello deslizante.
- Bola Giratoria doble.

## Bombas

Las bombas más comunes que se encuentran en los sistemas hidráulicos son las bombas de engranaje, de paleta y de pistones. Las bombas de engranajes pueden ser externas, internas o de diseño gerotor. Las bombas de paleta normalmente son balanceadas, pero también desbalanceadas y pueden ser de desplazamiento fijo o variable. Las bombas de pistón vienen con ejes de tipo radial, recto o doblados y desplazamientos fijos o variables.

Las bombas hidráulicas convierten la energía mecánica desde el impulsor primario (motor o motor eléctrico) en energía hidráulica (presión). La energía de la presión se usa luego para operar un activador. Las bombas empujan un fluido hidráulico y crean un flujo.

**Clasificaciones de bombas.** Todas las bombas crean flujos. Operan bajo el principio de desplazamiento. Los fluidos entran y se desplazan a otro punto. Las bombas que descargan líquido en un flujo continuo son de desplazamiento no positivo. Las bombas que descargan volúmenes de líquido separados por períodos de no descarga son de desplazamiento positivo.

*Bombas de Desplazamiento No Positivo.* Con esta bomba, el volumen de líquido entregado por cada ciclo depende de la resistencia que se ofrece al flujo. Una bomba produce una fuerza sobre el líquido que es constante para cada velocidad particular de la bomba. La resistencia en una línea de descarga produce una fuerza en la dirección contraria. Cuando estas fuerzas son iguales, un líquido está en estado de equilibrio y no fluye.

Si la salida de una bomba de desplazamiento no positivo está completamente cerrada, la presión de descarga se incrementará al máximo para una bomba que opera a velocidad máxima. Una bomba batirá un líquido y producirá calor. La figura a continuación muestra una bomba de desplazamiento no-positivo. Un molino de agua recoge el fluido y lo mueve.

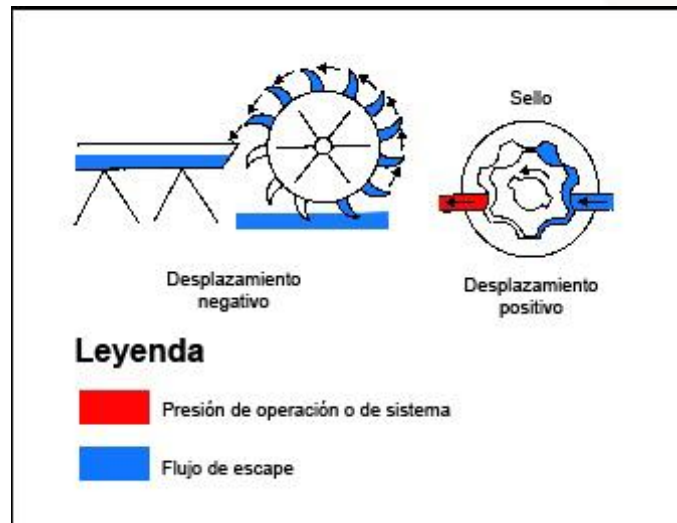


Figura 246

*Bombas de Desplazamiento Positivo.* Con esta bomba, un volumen definido de agua se entrega para cada ciclo de la operación de la bomba, sin importar la resistencia, siempre que la capacidad de la unidad de potencia que impulsa la bomba no sea excedida. Si una descarga está completamente cerrada, la unidad que impulsa la bomba se atascará o algo se romperá. Por ende, una bomba de desplazamiento positivo requiere un regulador de presión o una válvula de descarga de presión en el sistema. La figura a continuación muestra una bomba de tipo recíproca de desplazamiento positivo.

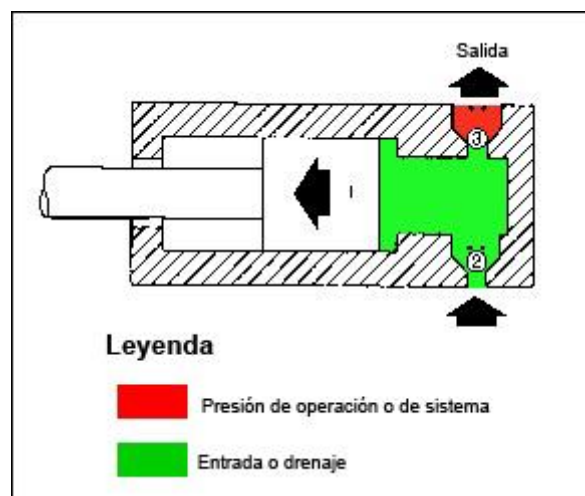


Figura 247

**Características.** Las tres características contrastantes de la operación de las bombas de desplazamiento positivo y no positivo son las siguientes:

- Las bombas de desplazamiento no positivo entregan un flujo suave y continuo; las bombas de desplazamiento positivo tienen un pulso con cada ciclo o cada vez que una cámara de bombeo se abre a una compuerta de descarga.
- La presión puede reducir la producción de una bomba no positiva. Una alta presión de descarga puede detener cualquier descarga; el líquido simplemente recircula dentro de la bomba. En una bomba de desplazamiento positivo, la presión afecta la descarga sólo en la medida en que aumenta las fugas internas.
- Las bombas de desplazamiento no positivo, con tomas y descargas conectadas hidráulicamente, no pueden crear suficiente vacío para autocebado; deben encenderse con la línea de entrada (toma) llena de líquido y sin aire. Las bombas de desplazamiento positivo son autocebantes cuando se encienden apropiadamente.

**Rendimiento.** Las bombas usualmente se clasifican de acuerdo a su descarga y presión volumétrica. La descarga volumétrica (tasa de entrega o capacidad) es la cantidad de líquido que la bomba puede entregar en su compuerta de descarga por unidad de tiempo a una velocidad de impulsión dada. Debido a que los cambios en la impulsión de la bomba afectan la descarga volumétrica, las bombas a veces se clasifican de acuerdo al desplazamiento, lo cual es la cantidad de líquido que pueden entregar por ciclo.

La presión es la fuerza por unidad de área de un líquido. (La mayor parte de la presión en los sistemas hidráulicos cubiertos en este documento se crea por resistencia al flujo). La resistencia es usualmente causada por una restricción u obstrucción en una vía o flujo. La presión desarrollada en un sistema tiene un efecto sobre la descarga volumétrica de la bomba que suministra un flujo a un sistema. A medida que aumenta la presión, la descarga volumétrica disminuye. Esta caída en la descarga es causada por un aumento en la fuga interna (deslizamiento) desde el lado de descarga de una bomba a su lado de toma (entrada). El deslizamiento (o pérdida) es la medida de la eficiencia de una bomba y se normalmente expresa en porcentajes. Algunas bombas tienen mayor resbalamiento interno que otras; algunas bombas son clasificadas en términos de descarga volumétrica a una presión dada.

**Desplazamiento.** El desplazamiento es la cantidad de líquido transferido desde la toma de una bomba a su descarga en una revolución o ciclo. Si una bomba tiene más de una cámara de bombeo, su desplazamiento es igual al desplazamiento de una cámara multiplicado por el número de cámaras. El desplazamiento es fijo o variable.

**Resbalamiento (pérdida).** El resbalamiento es la fuga de aceite desde una descarga de presión a un área de baja presión o de vuelta a la toma. Un pasaje de drenado permite que el aceite que se fuga retorne a una reserva. Hay resbalamiento que está diseñado como parte de la bomba para fines de lubricación. El resbalamiento aumenta con la presión y a medida que la bomba comienza a desgastarse. El flujo de aceite a través de un orificio dado depende de la presión.

**Goteo.** Un pasaje interno de fuga es lo mismo que un orificio. Por ende, si la presión aumenta, habrá mayor flujo a través del pasaje de goteo y menos desde un puerto de descarga. Cualquier aumento en la pérdida representa una pérdida de eficiencia.

**Diseños.** En la mayoría de las bombas hidráulicas rotativas, el diseño es tal que las cámaras de la bomba aumentan de tamaño en la toma (entrada), creando por ende un vacío. Las cámaras luego decrecen en tamaño en la descarga para empujar fluido hacia el sistema. El vacío en la toma se usa para crear una diferencia de presión tal que el fluido fluirá desde una reserva a la bomba. Sin embargo, en muchos sistemas, una toma está cargada o supercargada; esto significa que se crea una presión positiva en vez de un vacío por una reserva presurizada, una altura de fluido sobre la toma, o incluso una bomba de baja presión de carga. Los elementos más esenciales de cualquier bomba hidráulica son:

- Un puerto de entrada (toma) de baja presión que transporta el fluido desde la reserva.
- Un puerto de descarga de alta presión conectada a una línea de presión.
- Una/varias cámara(s) de presión para llevar un fluido desde el puerto de entrada al puerto de descarga.
- Un medio mecánico para activar la(s) cámara(s) de bombeo.

Las bombas se pueden clasificar de acuerdo al diseño específico usado para crear el flujo de un líquido. La mayoría de las bombas hidráulicas son centrífugas, rotativas o recíprocas.

**Bomba centrífuga.** Esta bomba se usa generalmente cuando un gran volumen se requiere a presiones relativamente bajas. Puede estar conectada en serie al alimentar la toma de una bomba con la descarga de otra. Con esta configuración, las bombas pueden desarrollar flujo contra altas presiones. Una bomba centrífuga es una bomba de desplazamiento no positivo, y los dos tipos más comunes son la voluta y el difusor.

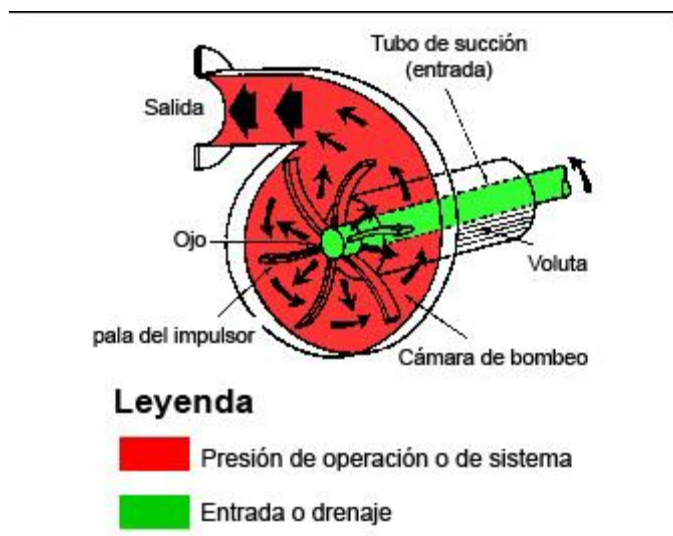


Figura 248

**Bomba Rotativa.** En esta bomba de desplazamiento positivo, un movimiento de rotación lleva un líquido desde la toma de una bomba hasta su descarga. Una bomba rotativa normalmente se clasifica de acuerdo al tipo de elemento que transporta un líquido, lo cual significa una bomba giratoria de engranaje, de paleta o de pistón.

**Bomba Recíprocante.** Una bomba recíprocante depende de un movimiento recíproco para transmitir un líquido desde la toma de la bomba hasta su descarga. Cuando un pistón se mueve a la izquierda, un vacío parcial es creado, lo cual atrae una bola fuera de su alojamiento, permitiendo que un líquido sea atraído desde una válvula de entrada al cilindro. Cuando un pistón se mueve a la derecha, una bola se realoja y cierra la válvula de entrada (toma). Sin embargo, la fuerza de un flujo desaloja la bola, permitiendo que un fluido sea forzado fuera del cilindro a través de la válvula de descarga.

**Bombas de engranaje.** Las bombas de engranaje son externas, internas o de lóbulo.

**Externa.** La figura a continuación muestra el principio de funcionamiento de una bomba de engranaje externo. Consiste de un engranaje impulsor y un engranaje impulsado encapsulados en una carcasa estrecha. Los engranajes giran en direcciones opuestas y se entrelazan en un punto de la carcasa entre los puertos de toma y de descarga. Ambos juegos de dientes se proyectan hacia afuera desde el centro de los engranajes. A medida que los dientes de ambos engranajes se separan, se forma un vacío parcial y el líquido es atraído a través de una compuerta de toma a la cámara A. El líquido en la cámara A es atrapado entre los dientes de los dos engranajes y la carcasa y así es llevado por medio de dos pasajes a la cámara B. Cuando los dientes se entrelazan nuevamente, producen una fuerza que impulsa el líquido a través de un puerto de salida.

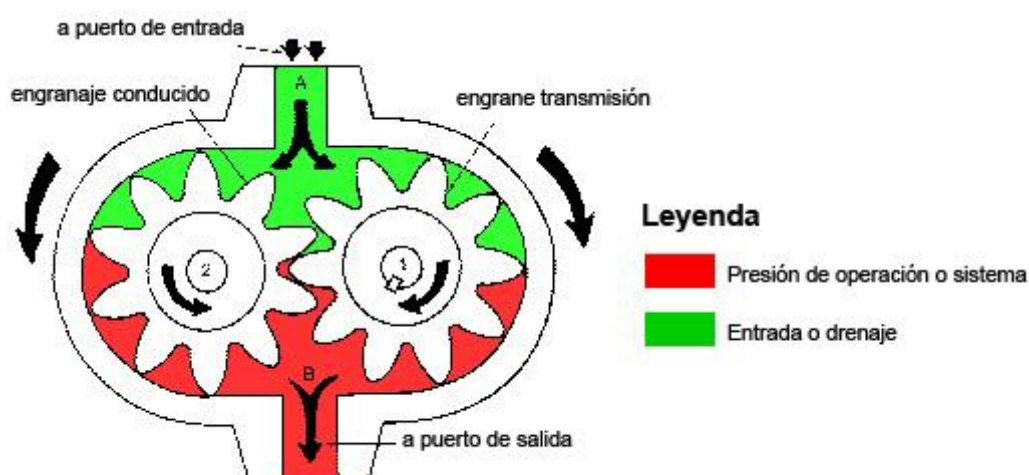


Figura 249

**Interna.** La figura a continuación muestra una bomba de engranaje interno. Los dientes de uno de los engranajes proyecta hacia afuera, mientras que los dientes del otro se proyectan hacia el centro de la bomba. La rueda de un engranaje está alojada en la otra. Este tipo de engranaje puede rotar, o ser girado por, un engranaje compañero adecuadamente construido. Un engranaje externo es directamente adosado al eje de transmisión de una bomba o colocado descentrado en relación al engranaje interno. Los dos engranajes de entrelazan a un lado de la cámara de una bomba, entre una toma y una descarga. Al lado opuesto de la cámara, una forma de medialuna está en el espacio entre los dos engranajes para dar una tolerancia cercana.

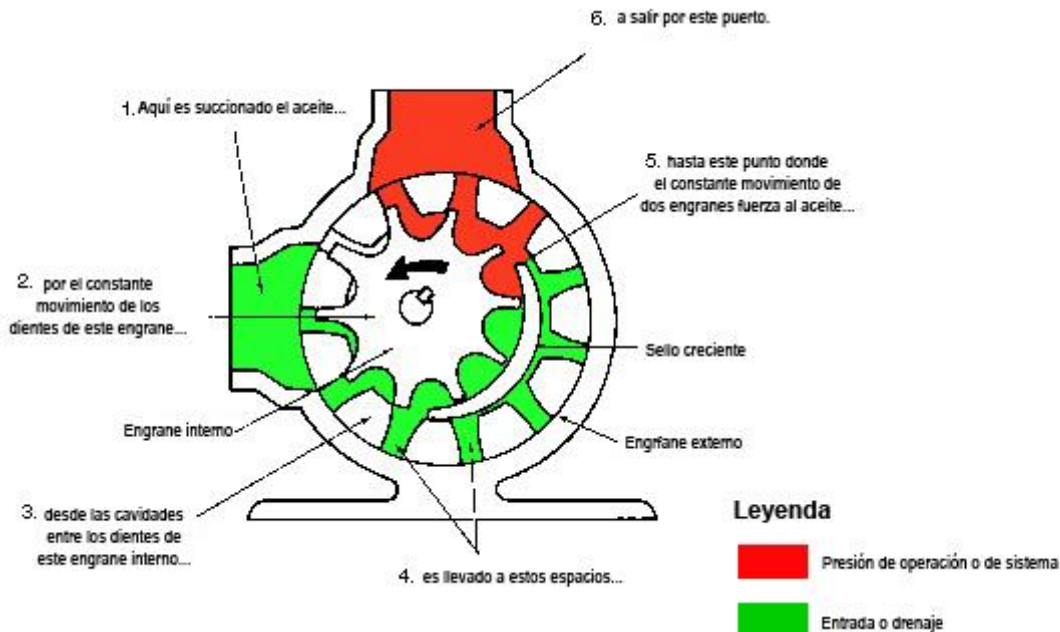


Figura 250

**Lóbulo.** La figura a continuación muestra una bomba de lóbulo. Difiere de las otras bombas de engranaje porque se usa elementos lobulares en vez de engranajes. El elemento de impulsión también es distinto en una bomba de lóbulo. En una bomba de engranaje, un engranaje impulsa al otro. En una bomba de lóbulo, ambos elementos son impulsados a través de un conjunto apropiado de engranajes externos.

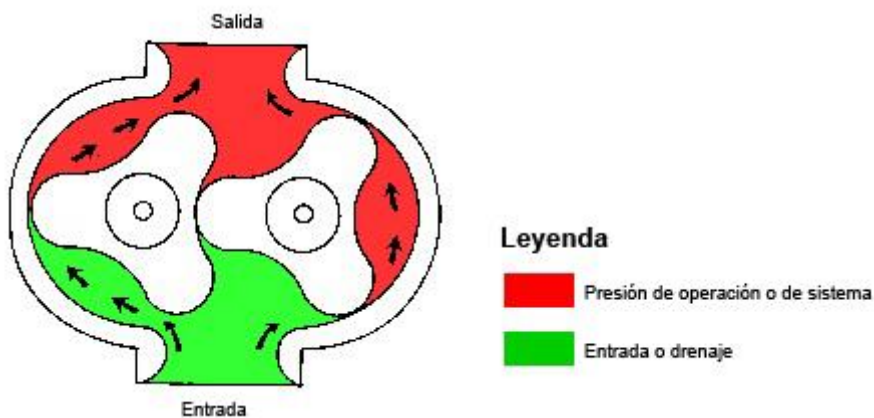


Figura 251

**Bombas de Paleta.** En una bomba tipo paleta, un rotor con ranuras estriado a un eje de transmisión gira entre placas colocadas una cerca de la otra, dentro de un anillo de forma elíptica o circular. Las paletas pulidas y endurecidas se deslizan dentro y fuera de las ranuras del rotor y siguen el contorno del anillo por fuerza

centrífuga. Las cámaras de bombeo están formadas entre paletas sucesivas, llevando aceite desde la toma a la descarga. Se crea un vacío parcial en la toma a medida que el espacio entre las paletas se incrementa. El aceite es empujado fuera en la descarga a medida que el tamaño de las cámaras de bombeo decrece.

**Bombas de Pistón.** Las bombas de pistón son radiales o axiales.

*Radiales.* En una bomba de pistón radial (figura a continuación), los pistones están distribuidos como rayos de rueda en un bloque cilíndrico corto. Un eje de transmisión contenido dentro de un alojamiento circular gira un bloque de cilindros. El bloque vuelve a un pivote estacionario que contiene los puertos de toma y descarga. A medida que el bloque de cilindro gira, la fuerza centrífuga eslinga los pistones, los que siguen un alojamiento circular. La línea de centro del alojamiento (carcasa) está compensado con respecto a la línea de centro de un bloque de cilindro. La cantidad de excentricidad entre los dos determina el golpe del pistón y, por ende el desplazamiento de una bomba. Se pueden aplicar controles para cambiar la ubicación de un alojamiento y por ende variar la entrega de una bomba de cero al máximo.

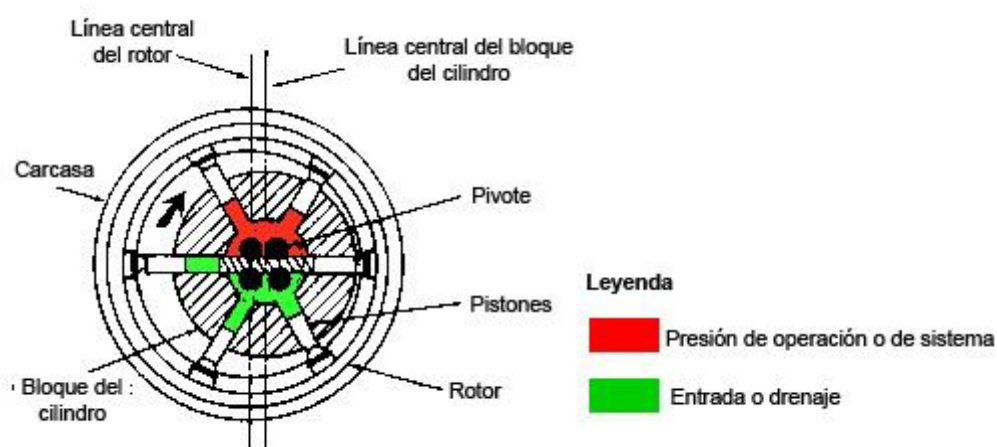


Figura 252

La figura a continuación muestra una bomba radial de nueve pistones. Cuando una bomba tiene un número impar de pistones, no más de un pistón estará completamente bloqueado por un pivote a la vez, lo que reduce las pulsaciones de flujo. Con un número par de pistones espaciados alrededor de un bloque de cilindro, dos pistones se pueden bloquear por un pivote al mismo tiempo. Si esto sucede, tres pistones descargarían al mismo tiempo y cuatro en otro momento, y habría pulsaciones en el flujo. Un pivote, un bloque de cilindros, los pistones, el

rotor y un eje de transmisión constituyen las partes operativas más importantes de una bomba.

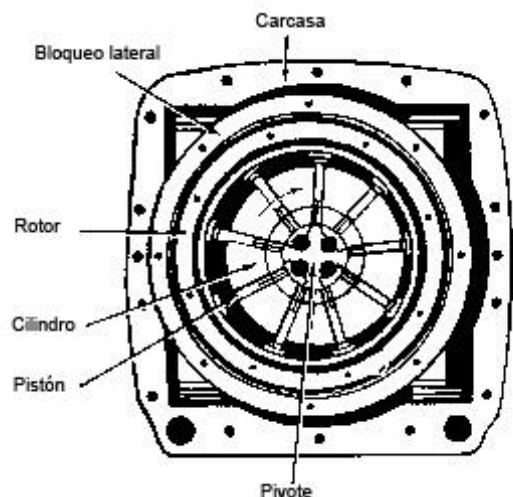


Figura 253

**Bombas de Pistones Axiales.** En las bombas de pistón axial, el golpe o ciclo de los pistones son en la misma dirección sobre la línea de centro de un bloque de cilindros (axialmente). Las bombas de pistones axiales pueden estar en un diseño en línea o en ángulo. En capacidad, las bombas de pistón varían desde baja a muy alta. Las presiones son tan altas como 5,000 psi, y las velocidades de impulsión son de medias a altas. La eficiencia es alta y las bombas en general tienen excelente durabilidad. Normalmente se requieren fluidos de aceite de petróleo. Las pulsaciones en la entrega son pequeñas y de mediana frecuencia. Las bombas son de operación silenciosa pero pueden tener un gruñido o un gemido, dependiendo de la condición. Excepto para las bombas en línea, que son de tamaño compacto, las bombas de pistón son pesadas y grandes.

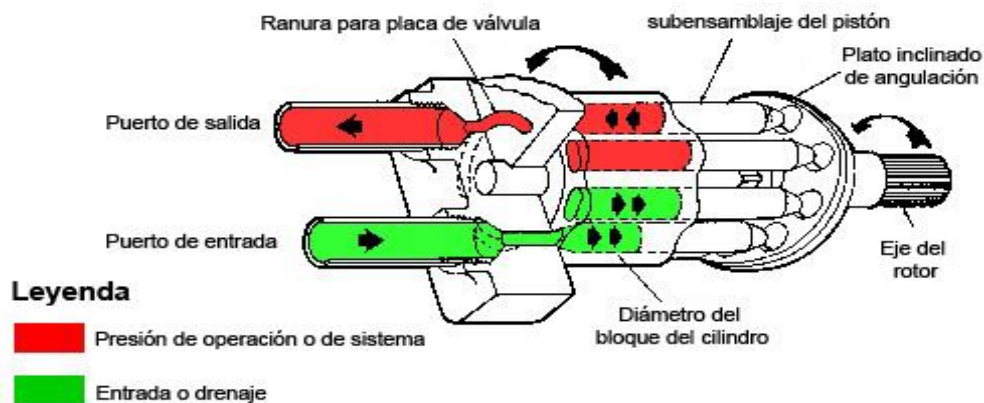


Figura 254

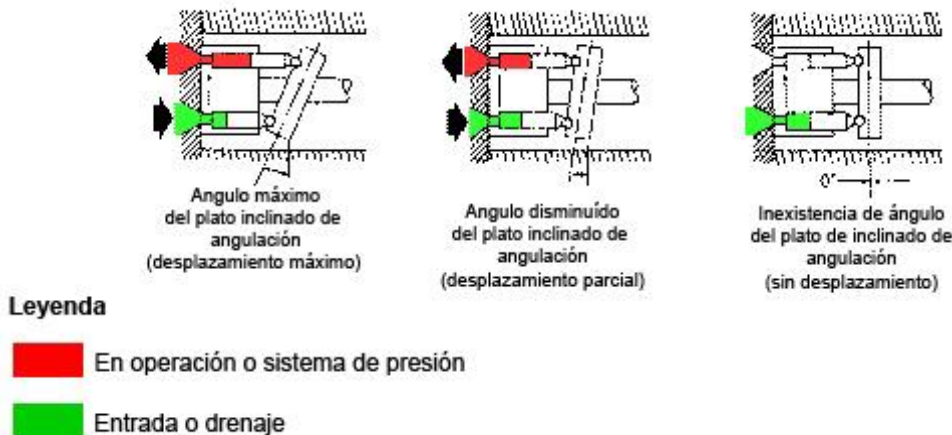


Figura 255

## 10.3 Inspección a un sistema oleo-hidráulico

### La Seguridad al Trabajar en Sistemas Hidráulicos

Incluso con una selección e instalación apropiadas, la vida útil de los componentes hidráulicos puede verse seriamente mermada sin un programa de mantenimiento continuo. La frecuencia de mantenimiento debe estar determinada por la importancia de la aplicación y el potencial de riesgo. Un programa de mantenimiento debe ser establecido y seguido por los usuarios y, como mínimo, debe incluir las siguientes instrucciones.

- **Prueba Funcional**

Opere el sistema a la presión de operación máxima y busque cualquier posible mal funcionamiento y asegúrese que el sistema esté libre de fugas. El personal debe evitar áreas potencialmente peligrosas al probar y usar el sistema.

- **Inspección Visual General**

Los siguientes ítemes deben ser apretados, reparados, reemplazados o tratados según sea necesario:

- Condiciones de fuga en los puertos.
- Remoción de acumulación de excesos de polvo del equipo.
- Abrazaderas, protecciones y aisladores.

- Nivel de fluido del sistema, tipo de fluido y cualquier entrapamiento de aire.
- **Inspección de un Sistema Presurizado**

La energía hidráulica se logra utilizando fluidos de alta presión para llevar acabo distintos trabajos. Las mangueras, fittings y ensambles de manguera todos contribuyen a transmitir los fluidos a alta presión. Los fluidos sometidos a presión pueden ser peligrosos y potencialmente letales. Por ende, debe tenerse especial precaución cuando se trabaja con fluidos sometidos a presión y en el manejo de los componentes y mangueras que transportan los fluidos.

- **Inspección Visual de Mangueras y Fittings**

Cualquiera de las siguientes condiciones requieren apagado inmediato y reemplazo inmediato de la manguera:

- Fitting se resbala por una manguera.
- Cubierta dañada o corroída (cualquier refuerzo está expuesto).
- Una manguera dura, rígida, agrietada por el calor o carbonizada.
- Fittings quebrados, dañados o severamente corroídos.
- Fugas en los fittings o en una manguera.
- Mangueras retorcidas, aplastadas, aplanadas o torcidas.
- Cubiertas de mangueras ampolladas, blandas, degradadas o sueltas.

Cada cierto tiempo los ensamblajes fallarán. Normalmente estas fallas son el resultado de alguna forma de mala aplicación, abuso o simplemente el resultado de desgaste. Cuando las mangueras fallan, en general los fluidos de alta presión se escapan en la forma de algún tipo de vapor, que puede o no ser visible para el usuario.

Bajo ninguna circunstancia debiera el usuario intentar localizar la fuga con sus manos o cualquier otra parte de su cuerpo.

Los fluidos de alta presión pueden penetrar la piel, causando severo daño a los tejidos y posiblemente la pérdida de miembros. Incluso, heridas al parecer menores que involucran líquidos hidráulicos de inyección deben ser tratados por un médico con conocimiento de las propiedades de daño de tejido de los fluidos hidráulicos.

*Si ocurre una falla de manguera, apague inmediatamente el equipo y abandone el área hasta que la presión haya sido liberada por el conjunto de la manguera.*

El mero apagado de la bomba hidráulica puede o puede no eliminar la presión de la manguera. Revise las válvulas, válvulas cerradas y similares, empleadas en un sistema que pueden causar que la presión permanezca en el ensamblaje de la manguera cuando las bombas o equipos no estén en operación. Pequeños agujeros en la manguera, comúnmente conocidos como pinholes (agujeros para pasador o espiga), y pueden eyectar pequeños, pero peligrosamente poderosos chorros de fluido hidráulico muy difíciles de ver. Puede tardar varias horas para que la presión se alivie y el sistema hidráulico pueda examinarse sin peligro.

Una vez que la presión ha sido reducida a cero, el ensamble para la manguera puede retirarse, examinarse y siempre debe ser reemplazado si ha ocurrido una falla. Nunca intentar usar un ensamble de manguera que haya fallado.

- **Intervalos de reemplazo**

Se deben considerar intervalos de reemplazo específicos en base a la vida útil previa, las recomendaciones de las autoridades o de la industria; o cuando las fallas pueden resultar en períodos de inactividad, daños o en riesgo de lesión.

- **Advertencia - Acumulador**

Los acumuladores acumulan energía hidráulica y por ende pueden ser peligrosos, ¡especialmente cuando uno no está familiarizado con el sistema y los acumuladores! Al reparar sistemas hidráulicos, el acumulador se drena y se apaga, ¡tal cómo lo instruye el fabricante!

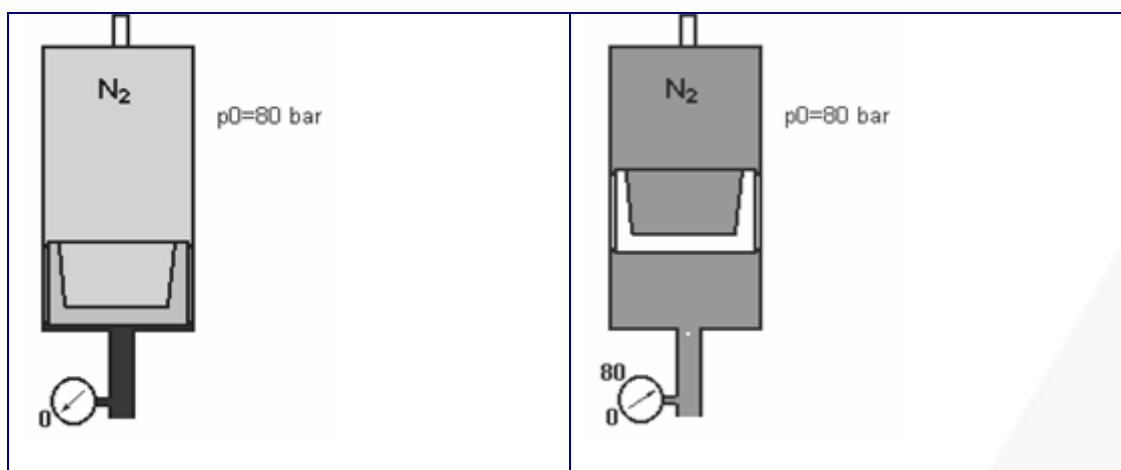


Figura 256

## Operación de la bomba

Algunos de los problemas que pueden ocurrir cuando una bomba está en operación:

*Sobrecarga.* Un riesgo de sobrecargar el sistema es el peligro de un torque excesivo en el eje de transmisión. El torque es una fuerza circular ejercida sobre un objeto. Un aumento en la presión/desplazamiento de la bomba incrementa el torque sobre el eje si el desplazamiento/presión se mantiene de forma constante. A menudo en un paquete de tamaño dado, una bomba de mayor GPM tendrá una menor calcificación de presión que una bomba de menor GPM (galones por minuto). A veces una conversión en terreno para obtener más velocidad de un activador causará que la bomba se sobrecargue. En un caso así, puede que necesite una bomba más grande.

*Exceso de Velocidad.* Operar la bomba a una velocidad demasiado alta causa pérdida de lubricación, lo que puede causar falla temprana. Si una tarea requiere de una velocidad de impulsión mayor que la clasificación de la bomba, Usar una bomba de mayor desplazamiento. El exceso de velocidad también corre el riesgo de causar daño por cavitación.

*Cavitación.* La cavitación ocurre cuando el fluido disponible no llena un espacio existente. A menudo ocurre en la toma de una bomba cuando las condiciones no son correctas para suministrar suficiente aceite para mantener una toma inundada. La cavitación causa que el metal de la toma se erosione y que el aceite hidráulico se deteriore más rápidamente. La cavitación puede ocurrir si hay demasiada resistencia en la línea de la toma, si los niveles de aceite de una reserva están demasiado por debajo de la toma, o si la viscosidad del aceite es muy alta. También puede ocurrir que haya un vacío o incluso una leve presión positiva en la toma. Una bomba con una cavitación severa tiene burbujas de aceite explotando en el vacío. La única manera de asegurarse que una bomba no esté cavitando es revisar la toma con un manómetro de vacío.

Para prevenir la cavitación, mantenga la toma limpia y libre de obstrucciones usando el largo correcto en las líneas de la toma, usando el mínimo de curvas. Otro método es cargar la toma. La manera más fácil de hacerlo es inundarla localizando la reserva sobre la toma de la bomba. Si no es posible y no puede crear buenas condiciones de toma, Usar una reserva presurizada. También puede usar una bomba auxiliar para mantener un suministro de aceite a la toma a baja presión. Podría usar una bomba centrífuga pero es más común usar una bomba de engranaje de desplazamiento positivo con una válvula de descarga de presión que configurada para mantener la presión de carga deseada.

*Problemas de operación.* La pérdida de presión, la operación lenta, falta de suministro, y ruidos son problemas comunes en una bomba:

(1) Pérdida de presión. La pérdida de presión quiere decir que hay una ruta de alta fuga en un sistema. Una bomba severamente desgastada puede resultar en una pérdida de presión. Una bomba perderá su eficiencia gradualmente. La velocidad del activador decae a medida que la bomba se desgasta. Sin embargo, la pérdida de presión es más comúnmente causada por fugas en alguna otra parte del sistema (válvula de escape, cilindros, motores).

(2) Operación lenta. Esto puede ser causado por una bomba desgastada o por una fuga parcial de aceite en el sistema. Sin embargo, la presión no caerá si una carga de mueve. Por ende, todavía se usan caballos de fuerza y se convierte en calor en el punto de la fuga. Para encontrar ese punto, toque los componentes buscando calor inusual.

(3) Falta de entrega (suministro). Si el aceite no está siendo bombeado, una bomba:

- Podría estar incorrectamente ensamblada.
- Podría estar impulsada en la dirección incorrecta.
- No ha sido cebada. Las razones de falta de cebado son normalmente encendido incorrecto, restricciones en la toma o bajo nivel de aceite en la reserva.
- Tiene un eje de transmisión roto.

(4) Ruido. Si escucha cualquier ruido inusual, apague la bomba inmediatamente. El ruido de cavitación es causado por una restricción en la línea de entrada (toma), un filtro de toma sucio, o una velocidad de impulsión demasiado alta. El aire en el sistema también causa ruido. El aire dañará severamente una bomba porque no tendrá suficiente lubricación. Esto puede ocurrir por bajos niveles de aceite en la reserva, una conexión suelta en una toma, una fuga en el sello de un eje, o falta de aceite en una bomba antes de encenderla. Además, el ruido puede ser causado por una bomba desgastada o piezas dañadas, lo cual esparcirá partículas dañinas a través de un sistema, causando más daño si las operaciones continúan.

## Resumen

Los sistemas y equipos hidráulicos se utilizan en una amplia gama de aplicaciones en la industria. Los sistemas hidráulicos brindan una fuente de energía controlable en la operación de equipos de movimiento de tierra, prensas, equipos de ensamblaje, producción y líneas de procesamiento al igual que en maquinaria

mecánica de manipulación. Los sistemas hidráulicos también se aplican en maquinas de producción, maquinas de talleres y en herramientas de mantenimiento y servicio.

Entender los conceptos básicos en esta unidad, le ayudarán a adquirir el conocimiento necesario para el lugar de trabajo y las habilidades en mantenimiento hidráulico y le darán la preparación necesaria para futuros estudios en hidráulica.

## Actividad N° 12

### **Nociones básicas de oleohidráulica**

#### **Introducción a la actividad**

La siguiente actividad se divide en 3 secciones a) bajo presión b) densidad y c) fluido presión y flujo. Cada actividad es una simulación que se realizará vía Plataforma Internet. Cada actividad tiene objetivos de aprendizaje y desarrollos distintos, sin embargo el cierre es común a las tres.

#### **Estrategias metodológicas para el instructor**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	✓
Explicación demostrativa en aula.	
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

### **Conceptos básicos**

#### **Presión**

#### **Objetivos de aprendizaje**

- Observar y descubrir cómo cambia la presión por encima y por debajo del agua.

## Descripción de la actividad

El participante a través de una actividad práctica de simulación llamada “bajo presión” trabajará con el concepto presión y como esta varía a medida que cambian la cantidad de fluidos, la gravedad, la forma del contenedor y el volumen e investigarán situaciones que provocan que la presión cambie en el aire y en el agua.

## Materiales y recursos

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (datashow) para el Instructor.

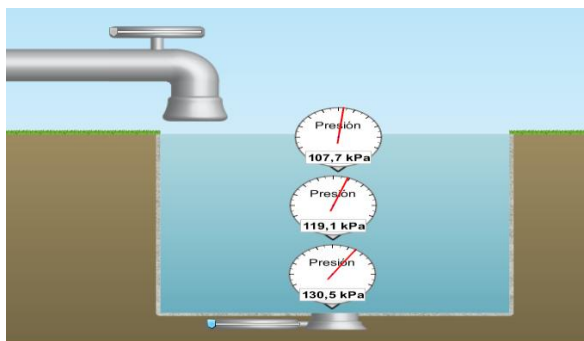
Plataforma WEB de simuladores:

Explorar la presión por encima y debajo del agua:  
<http://phet.colorado.edu/es/simulation/under-pressure>

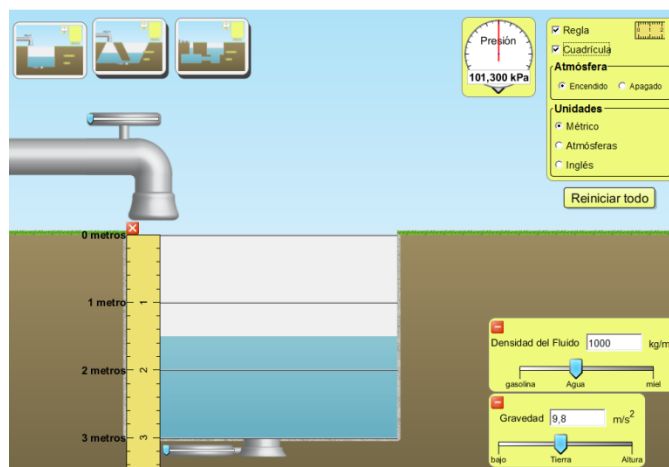
## Desarrollo

El instructor realizará la siguiente actividad explicando que a través de la plataforma podrán aplicar agua (u otros fluidos) y aire, y al mismo tiempo observar que sucede con la presión mirando los instrumentos de medición. La opción de cuadrícula se provee para distinguir más fácilmente la altura de los fluidos. Los pesos sólo pueden programarse en la columna izquierda del agua. Podrán utilizar una variedad de instrumentos para realizar comparaciones. Se pueden realizar pausas en la simulación y con el botón de “Play” para ir incrementando el análisis.

Es importante destacar que el icono de presión se debe arrastrar al lugar desde donde se quiere medir la presión y se pueden hacer mediciones comparativas reproduciendo el icono cuantas veces sea necesario:



Como es observable en pantalla se ve un tanque con agua bajo tierra pero con su orilla superior a nivel del mar, más una llave de agua y un tapón. El instrumento ya está programado a comenzar la actividad con la gravedad de la tierra  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Y existe la posibilidad de trabajar en 3 diferentes escenarios.



### Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma:

El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente.

El instructor podrá realizar diversas simulaciones e invitar a los participantes a entender el concepto de presión y sus variables. Algunos ejemplos para el instructor se dan a continuación:

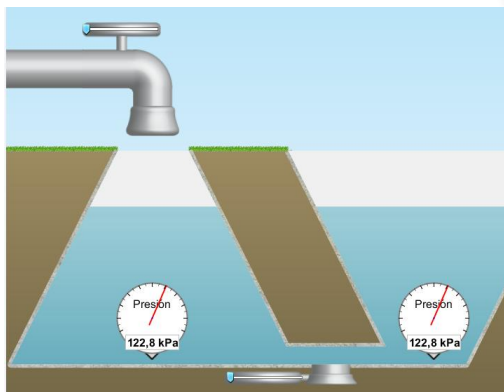
a) ¿Qué pasa con la presión si se agrega más agua?

Solución: Aumenta.

b) ¿Qué pasa con la presión si el agua se reemplaza con miel?

Solución: Aumenta.

¿Varían las presiones en el caso siguiente al aumentar el nivel de agua? (ver dibujo y realizar en simulador).



- c) ¿Si se va a un lugar donde la gravedad es el doble, que pasaría con la presión?

Solución: la presión aumenta al doble.

## **Densidad**

### **Objetivos de aprendizaje**

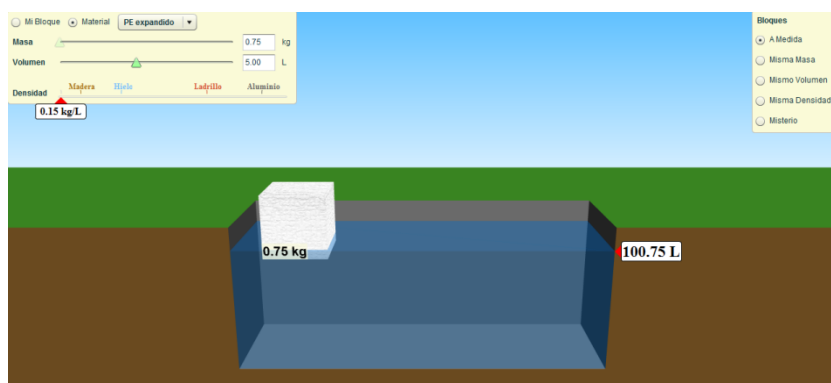
- Describir cómo el concepto de densidad se relaciona con la masa y el volumen del objeto.
- Explicar cómo los objetos de masa similar pueden tener diferentes volúmenes, y cómo los objetos de volumen similar pueden tener diferentes masas.
- Explicar por qué cambiando la masa o el volumen de un objeto no afecta su densidad (es decir, entender la densidad como una propiedad intensiva).
- Medir el volumen de un objeto mediante la observación de la cantidad de líquido que desplaza.

### **Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual o en grupos, a través de una simulación vía plataforma Internet, investigarán porque los objetos como la madera flotan en el agua, creando un objeto personalizado para explorar los efectos de la masa y el volumen sobre la densidad. Utilizarán la escala para medir la masa de un objeto, y mantendrán el objeto bajo el agua para medir su volumen.

## Materiales y recursos

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.



Plataforma:

Cómo el concepto de densidad se relaciona con la masa y el volumen del objeto:  
<http://phet.colorado.edu/es/simulation/density>

## Desarrollo

El instructor guiará al participante a través de diferentes pruebas en el simulador.

### Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma

El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente.

El instructor podrá realizar diversas simulaciones e invitar a los participantes a entender el concepto de presión y sus variables. Algunos ejemplos para el instructor se dan a continuación:

En una de ellas verá si los objetos flotan o no, y marcará (✓) en la columna correcta para indicar si el objeto se hunde, flota o está en el centro.

Objeto	Se hunde (flotabilidad negativa)	Flota (flotabilidad positiva)	En el medio (flotabilidad neutral)
Un trozo de plumavit			
Un bloque de hielo			
Un ladrillo			
Un bloque de aluminio			
Ladrillo de madera			

### Podrá preguntar a los participantes:

¿Por qué algunos objetos flotan y otros se hunden?

Todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja. Según este principio los cuerpos que flotan tienen una densidad menor que la del líquido, mientras que los que quedan sumergidos tienen una densidad mayor a la del líquido (Arquímedes).

### Fluido presión y flujo

#### Objetivos de aprendizaje

- Investigar cómo cambia la presión en el aire y el agua.
- Predecir la presión en una variedad de situaciones.
- Determinar cómo el movimiento de los fluidos afectan la presión.

#### Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual o en grupos, a través de una simulación vía plataforma Internet llamada “presión del fluido y flujo” explorará el concepto presión en la atmosfera y bajo el agua. Podrá usar la plataforma para cambiar la forma de un tubo para ver cómo varía la velocidad de flujo de los fluidos y experimentará cómo altura y el nivel de agua determinan la trayectoria del agua.

## Materiales y recursos

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

Plataforma:

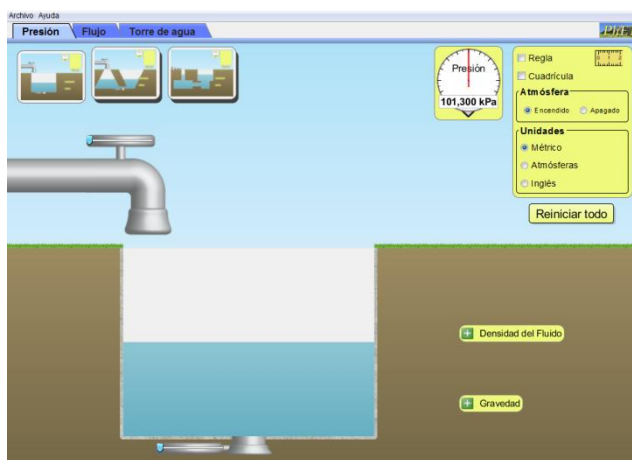
Explorar la presión y velocidad de un flujo al variar el diámetro de un ducto:  
<http://phet.colorado.edu/es/simulation/fluid-pressure-and-flow>

## Desarrollo

El instructor realizará la siguiente actividad explicando que esta pretende ser una introducción a la presión ejercida por líquidos. La simulación busca centrar la atención de los participantes en los principios básicos de fluidos estáticos antes de explorar los fluidos en movimiento.

### Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma:

El instructor deberá asegurarse de probar todas las pestañas y aplicaciones de la simulación con anterioridad y seguir las instrucciones de la plataforma, para realizar la actividad exitosamente.



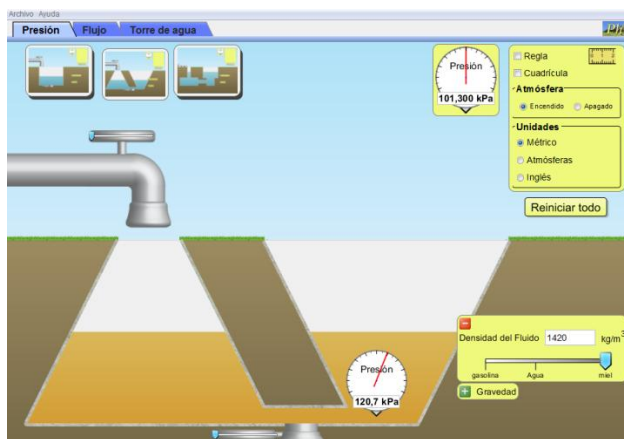
El instructor podrá realizar diversas simulaciones e invitar a los participantes a entender el concepto de presión y sus variables. Para esto, les solicitará a los participante que se den tiempo para jugar con la simulación y luego podrá realizar diversos ejercicios.

Algunos ejemplos para el instructor se dan a continuación:

### Presión:

Al arrastrar el sensor de presión dentro del líquido

- ¿cómo cambia la presión?
- ¿Qué sucede si cambia la densidad de los líquidos?



Respuesta: la presión aumenta.

- ¿Por qué cambia la presión, a medida que el sensor se mueve hacia arriba y hacia abajo en el aire sobre el líquido?

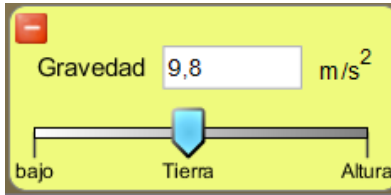
Solución: Mientras más grande la capa de aire/agua es mayor la presión

- ¿Cómo cambia la presión en el agua cuando se quita la atmósfera?



Solución: Disminuye

- e) ¿Cómo afecta la presión en el líquido al incrementar la gravedad? ¿Por qué será esto?



Solución: Aumenta porque la fuerza de atracción de cualquier objeto incluyendo el agua depende de la gravedad y es mayor si esta aumenta.

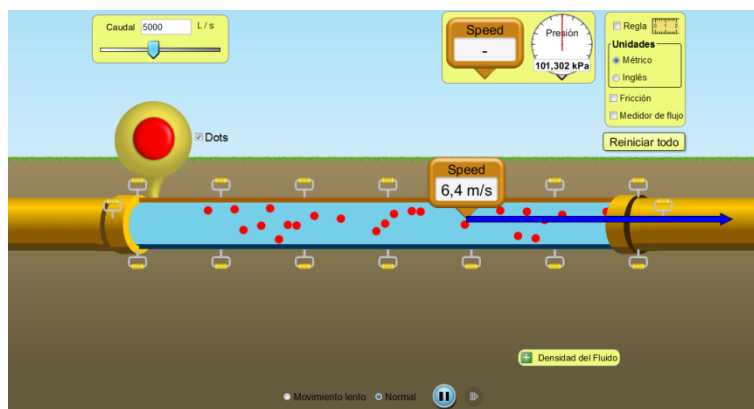
- f) ¿Agregar una masa flotante cambiaría la presión del líquido? Por ejemplo una piscina

Solución: Si aumenta, porque la densidad es mayor.

## Flujo

- a) ¿Qué sucede con la velocidad del flujo cuando la cañería se achica?

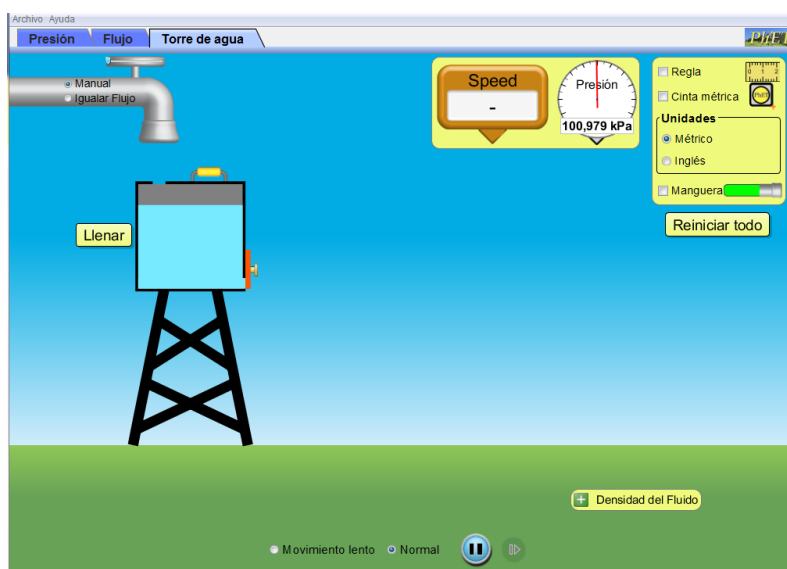
Solución: Aumenta



Haga las pruebas correspondientes para contestar la siguiente pregunta: ¿A medida que la densidad del líquido aumenta, la velocidad del fluido aumenta o disminuye, y la presión aumenta y disminuye? Explicar sus respuestas.

## **Torre de agua**

En esta simulación, el agua fluye a través de un agujero en la parte inferior de una torre alta de agua. El instructor deberá invitar a los participantes a jugar con la simulación y utilizar las herramientas provistas antes de contestar las siguientes preguntas.



- a) ¿La velocidad del flujo del agua (fuera del tanque) depende de la altura del tanque?

Sí, depende la altura.

- b) ¿De qué depende la velocidad del flujo? Explique esta relación (en sus propias palabras)

Del diámetro en que se transporta el fluido y el caudal (flujo).

## **Cierre**

El instructor podrá reflexionar junto a los participantes respecto a por qué acelera el agua. Por ejemplo todos hemos puesto nuestros pulgares sobre una manguera para conseguir ese empuje extra de agua. ¿Por qué acelera el agua? ¿Por qué existen las torres de agua? Fundamental para la comprensión de los líquidos y la presión es la idea de que los líquidos son incompresibles, es decir, que no se aplastan y comprimen como un gas. Este principio fue una parte importante del trabajo de Daniel Bernoulli en dinámica de fluidos, cómo un líquido cambia (o no cambia) y como se mueve. En su obra Bernoulli (1738) expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto

cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido. La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes:

- Cinética: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.
- Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.
- Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.

## **Módulo IV: Nociones Básicas de Sistemas Mecánicos de Equipos**

## 11. Nociones básicas de sistemas de cañerías (piping)

### 11.1 Cañerías, elementos de unión de cañerías

#### Clasificación de Cañerías (cañería de acero)

Las cañerías se pueden clasificar de la siguiente manera:

##### 1. Cañerías de hierro fundido

Estas cañerías están disponibles en diámetros desde 50 mm hasta 1500 mm y en largos estándar de hasta 4 m. Se utilizan para transportar agua, gas, alcantarillado y vapor. Se utilizan para sostener presiones de hasta 2.5 MPa. Este tipo de cañerías se fabrican por medio de un proceso de fundición vertical o centrífuga.

##### 2. Cañerías de acero

Las cañerías de acero se utilizan para transportar agua, gas, alcantarillado, vapor seco de alta presión. Están disponibles en tramos de hasta 12m en tamaños pequeños. Los tamaños disponibles de cañería van desde 50 mm a 1800 mm de diámetro. Estas cañerías se fabrican enrollando formas cilíndricas y luego soldando o insertando por perforación un lingote con un mandril mientras aún está rojo incandescente. Estas cañerías se llaman cañerías sin soldadura.

##### 3. Cañerías de acero forjado

Estas cañerías se utilizan para transportar agua y gas a baja presión para abastecimiento doméstico. Estas cañerías están galvanizadas en su totalidad ya que se las sumerge en zinc fundido para prevenir la corrosión. Estas cañerías están hechas por soldadura en tamaños que van desde los 5mm a los 150 mm y en tramos de hasta 12m.

##### 4. Cañerías de Cobre y Latón

Estas cañerías se utilizan para sistemas de agua caliente, maquinaria de refrigeración y en trabajos de plomería en general. Tienen una alta resistencia a la corrosión y son particularmente adecuadas para trabajo en procesos donde la escala y la oxidación de las cañerías de acero son objetables. Estas cañerías están disponibles en largos rectos de hasta 4m. Las cañerías de cobre menores a 50mm de diámetro se conocen como tubos. Estas cañerías son buenos conductores de calor y se utilizan en varios tipos de trabajos.

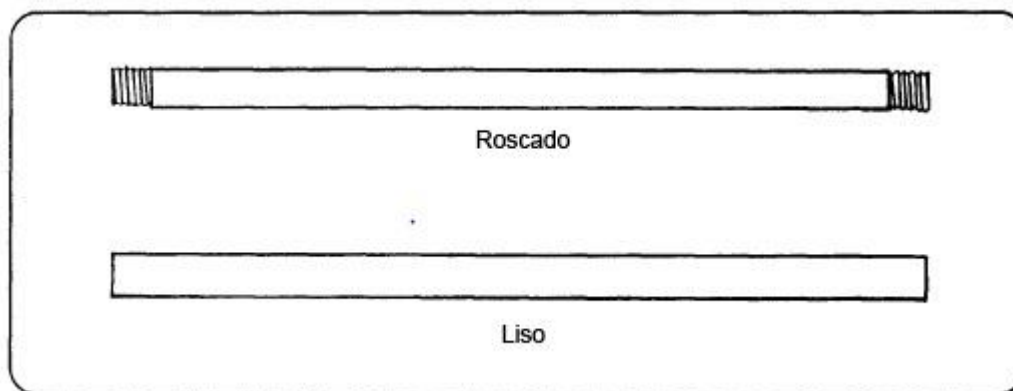


Figura 257

## Cañería de Acero – Roscada y sin Roscar

### Requerimientos de Seguridad

La seguridad personal es esencial cuando se unen cañerías. Para su propia seguridad, siga los pasos que se especifican a continuación:

Utilizar el equipo de protección personal (EPP) adecuado, que incluye:

- Protecciones para los oídos.
- Casco Duro o Casco de seguridad.
- Lentes de seguridad.
- Escudo facial.
- Mascara contra el polvo o protección respiratoria.
- Guantes acolchados.
- Protecciones para las piernas.
- Botas con punta de acero o de seguridad.
- Un overol de trabajo apropiado o indumentaria similar.

Evite los entornos peligrosos. Si se encuentra utilizando herramientas eléctricas, asegúrese que el área no esté húmeda o mojada, ya que esto podría crear condiciones de trabajo inseguras. Mantenga las áreas de trabajo bien iluminadas. Prevenga las lesiones a la espalda. Siempre Utilizar técnicas seguras de levantamiento e instalación.

Utilizar sólo las herramientas específicamente designadas para cañerías y fittings de acero.

Trabaje en áreas bien ventiladas. Asegúrese que haya una ventilación apropiada al aplicar adhesivos, al cortar cañería y/o al aplicar materiales de soldadura.

Mantenga las áreas de trabajo limpias. Las áreas atiborradas y los pisos resbaladizos pueden crear condiciones de trabajo peligrosas.

Tome todas las precauciones que recomienda el fabricante al cortar o aserrar cañerías, o al usar cualquier herramienta de calor, con llama o eléctrica.

## **Herramientas y materiales requeridos para unir cañerías de acero**

- Atornille los fittings de cañería – pernos, rodamientos, boquillas, codos, tapas, tapones, uniones, soquetes.
- Llaves inglesas para cañerías.
- Compuesto para unir cañerías o grasa para rosca de cañería.
- Cinta de teflón.
- Cortador de Cañería – herramienta manual o eléctrica hecha para cortar cañería de acero – se debe hacer un corte perpendicular al eje de la cañería.
- Máquina para quitar rebabas – para remover cualquier desecho o virutas de metal de la cañería antes de insertarla al fitting.
- Lubricante – para facilitar la inserción de la cañería en el fitting.
- Llave de torque.
- Llave de tubo.
- Escuadra de flnge (de brida).
- Cabrestantes.
- Escariador de cañería.
- Tornillo de banco para cañería.
- Abrazadera de banda.
- Llave de Cruz.
- Nivelador.
- Brocha de alambre.



## Cortador de Cañería



Removedor de Rebabas



### Selección de las herramientas requeridas

**Figura 258**

**Figura 259**

**Figura 260**

## CAÑERÍA POLIMÉRICA (Introducción)

## Abreviaciones y Siglas

- ABS acrilonitrilo butadieno estireno.
- CPVC Cloruro de polivinilo clorado.
- PE Polietileno.
- PB polibutileno.
- PP polipropileno.
- PEX polietileno reticolado.
- PVC Cloruro de polivinilo.
- PVDF Polifluoruro de vinilideno.
- PFA polifluoro alcoxì.
- PTFE politetrafluoroetileno.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### Materiales Rígidos (cañería recta)

Los materiales en ABS, CPVC, PVC y PP son más rígidos que otros materiales de cañería plástica. Esta propiedad significa que estas cañerías retienen su forma y normalmente se venden en largos rígidos y rectos. Mantienen su sección cruzada redonda. Es posible usar uniones de cemento solvente con fittings de toma sellada o anillos elastoméricos sujetos en rodamientos que sellan contra el OD (diámetro exterior) de la cañería.

Estas cañerías, al instalarse en posición horizontal, se pueden soportar por medio de colgadores con el espaciado especificado por el fabricante. Los largos rectos y rígidos también aseguran una pendiente uniforme para líneas de drenaje por

gravedad para que no se formen hendiduras y trampas en la líneas – hendiduras y trampas que puede causar la formación de obstrucciones.

## **Materiales no rígidos (cañería flexible)**

Los materiales de cañería PB, PE, y PEX, a diferencia de los recién descritos (ABS, CPVC, y PVC) son más flexibles y están disponibles en carretes de diversos largos (hasta 1000 pies en algunos casos). Esta cañería se puede doblar, minimizando por ende los fittings y uniones, pero debe estar continuamente soportado o en centros cercanos.

La cañería flexible se puede usar para drenajes pequeños, para servir agua clara, como por ejemplo condensación de bobinas de enfriamiento.

Estos materiales no pueden cementarse con solventes. El PB y el PE deben unirse por fusión por calor o con uniones mecánicas que sellen la pared de la cañería con una fuerza externa compresiva ejercida mediante bandas de tracción, anillos de compresión, o-rings, o tuercas de compresión.

## **Cañería de color**

La cañería plástica está disponible en una variedad de colores. Sin embargo, no dependa del color de la cañería como un factor para determinar la aplicación apropiada. Los siguientes son colores generalmente usados para diferentes aplicaciones:

- Distribución de gas, originalmente naranja fuerte o beige; ahora amarillo o negro con líneas amarillas.
- Distribución de agua, negro, celeste, blanco, claro, o gris.
- Alcantarillados, verde, blanco, negro o gris.
- DWV (drenaje, desagüe y ventilación), negro, blanco, beige o gris.
- Distribución de agua caliente y fría, beige, rojo, blanco, azul, plateado o claro.
- Ductos de cables, varios colores.
- Rociadores para Incendio, naranja.
- Procesos industriales, gris oscuro/PVC, gris claro/CPVC.
- Agua reciclada, púrpura o café (la jurisdicción local puede tener requerimientos estipulados).

## **Ventajas de la cañería plástica**

### **Resistencia a la Corrosión**

Los plásticos no son conductores y por ende son inmunes a la erosión galvánica o electrolítica. Dado que los plásticos son resistentes a la corrosión, la cañería plástica se puede enterrar en suelos ácidos, alcalinos, húmedos o secos, y no se requiere revestimiento protector.

### **Resistencia Química**

La variedad de materiales disponibles permiten que una amplia variedad de soluciones químicas se puedan manejar exitosamente por medio de cañería plástica.

### **Baja Conductividad Térmica**

Todos los materiales de cañería plástica tienen propiedades de baja conducción térmica. Esta característica permite mantener temperaturas más uniformes al transportar fluidos en cañería plástica en comparación con cañería metálica. La baja conductividad térmica de la pared de la cañería plástica puede eliminar o reducir en gran medida la necesidad de aislamiento de la cañería para evitar que transpire.

### **Flexibilidad**

En general, la cañería termoplástica es relativamente flexible cuando se compara con la cañería metálica. Esto facilita el uso de técnicas de instalación eficientes. Algunos de los materiales más flexibles permiten el enrollado, lo que permite que haya largas cañerías que se extienden con un número mínimo de uniones. Los materiales más rígidos están hechos típicamente en tubos de largos de 10 o 20 pies. El tamaño de la cañería también es un factor al enrollar y doblar tanto materiales rígidos como flexibles.

Las redes de agua potable y alcantarillado hechas de cañería plástica pueden desviarse para calzar con la alineación de curva de calles y derechos de paso. Para evitar poner excesiva tensión en los fittings o juntas cuando el plástico se dobla o desvía, favor consultar las instrucciones del fabricante.

## **Pérdida por Baja Fricción**

Debido a que la superficie interior de la cañería plástica es generalmente lisa, se requiere menos energía para transmitir los fluidos a través de cañería plástica en comparación con otros sistemas de cañería. Además, la excelente resistencia a la corrosión de los plásticos significa que la pérdida por baja fricción característica no cambia con el paso del tiempo.

## **Rendimiento a Largo Plazo**

Debido a la inacción química y los efectos mínimos de la corrosión tanto externa como interna, hay muy poco cambio en las características de las cañerías plásticas a lo largo de docenas de años. Exámenes hechos a muestras de cañería tomadas de algunos sistemas no han arrojado ninguna degradación medible después de 25 años de servicio.

## **Ligereza**

La mayoría de los sistemas de cañería plástica pesan del orden de un sexto del peso de las cañerías de acero. Esta característica implica menores costos de muchas maneras: menores costos de flete, menor mano de obra, equipo de levantamiento y aparejos más simples, etc. Esta característica ha permitido procedimientos únicos de ahorro de costos en diversas aplicaciones.

## **No tóxicos**

Las materiales de cañería plástica para agua potable están aprobadas para aplicaciones de agua potable. Para asegurar a los instaladores, reguladores y usuarios de cañerías plásticas que estos productos son aceptables para aplicaciones de agua potable, la cañería plástica para agua potable debe cumplir con regulaciones y estándares relevantes.

## **Resistencia Biológica**

Hasta la fecha, no hay reportes documentados que den testimonio de hongos, bacterias o ataques de termitas a sistemas de cañería plástica. De hecho, debido a que son inertes, la cañería plástica es el material preferido en aplicaciones de desionización y otras aplicaciones para agua de alta pureza.

## **Resistencia a la abrasión**

Los materiales para cañerías plásticas son excelentes en el manejo de lodos tales como ceniza volante, ceniza de fondo, y otras soluciones abrasivas. La dureza del material y el diámetro interno liso de la cañería plástica la hacen ideal para aplicaciones donde se necesita resistencia a la abrasión.

## **Desventajas**

- Alta tasa de expansión.
- Relativamente cara.
- Se daña fácilmente.
- Restricciones en temperatura y presión.

## **Policloruro de Vinilo**

El policloruro de vinilo es un termoplástico y es el más usado de los materiales para cañería plástica. La cañería PVC se fabrica mediante extrusión en una amplia variedad de tamaños y dimensiones. Los diámetros de los tamaños más comunes para las cañerías de presión de PVC son 15, 20, 25, 32, 40, 50, 80, 100, 150mm.

La cañería plástica de policloruro de vinilo (PVC) está hecha para conformarse a varios estándares tanto para aplicaciones que involucran presión como para otras que no lo hacen.

## **Usos**

Los usos principales de las cañerías de P.V.C. son DWV, alcantarillado, sistemas de agua potable, redes de agua, líneas de cañería subterránea para servicios de agua y cañerías para sistemas de irrigación por rociadores. También se usa para conducir muchos químicos en varias instalaciones industriales.

## **Ventajas**

Algunas de las ventajas del P.V.C. son: bajos costos de instalación inicial y mantenimiento; instalación rápida y fácil; resistencia al óxido, la podredumbre y la corrosión; son libres de toxicidad, sabor, y olores; interior liso (sin acumulación) permite mayor flujo; livianos (1/6 del peso del acero) para un manejo fácil; y resistentes a la mayoría de los químicos.

## Almacenamiento y Manejo

Las cañerías y fittings se deben almacenar de manera de evitar el daño físico a los materiales y mantenerlos limpios. La cañería debiera ser apropiadamente transportada (no arrastrada) para prevenir daños a los extremos de las cañerías. Las cañerías no deben dejarse caer o arrojar desde los camiones.

## Limitaciones de Temperatura

La temperatura máxima de un líquido transportado por una Cañería de Presión de PVC es de 60°C.

## Cálculo del Número de Tramos

Mida el número de metros de cañería que se necesitan según su plan y divídalo por 6 para determinar el número de tramos. Ej.:

150m / 6m = 25 tramos. Es una buena idea ordenar unos cuantos tramos extra por seguridad. Quedará sorprendido cuando vea dónde se usa este pequeño excedente de cañería.

## Clases de Cañería

La clase de una cañería se refiere a su clasificación de presión máxima. Ej.: La clase 12 tiene una clasificación de presión de 1200 Kpa o Clase 18 – 1800 Kpa. La clase de cañería más comúnmente utilizada en la irrigación es la clase 12. La clase 18 se usa en áreas donde se pueden encontrar mayores presiones. NOTA: Las cañerías de PVC con clasificación de presión son cañerías de presión y no deben confundirse con las cañerías de PVC para aguas pluviales o las cañerías de PVC para otras aplicaciones sin relación con presión.

Usted encontrará la siguiente información estampada en cada tramo de cañería. Ej:

Hardies	50mm	CL12	AS1477	CaZn STAB
↑	↑	↑	↑	↑
Fabricante	Diámetro	Clase	Estándar Australiano	Agente estabilizante

Figura 261

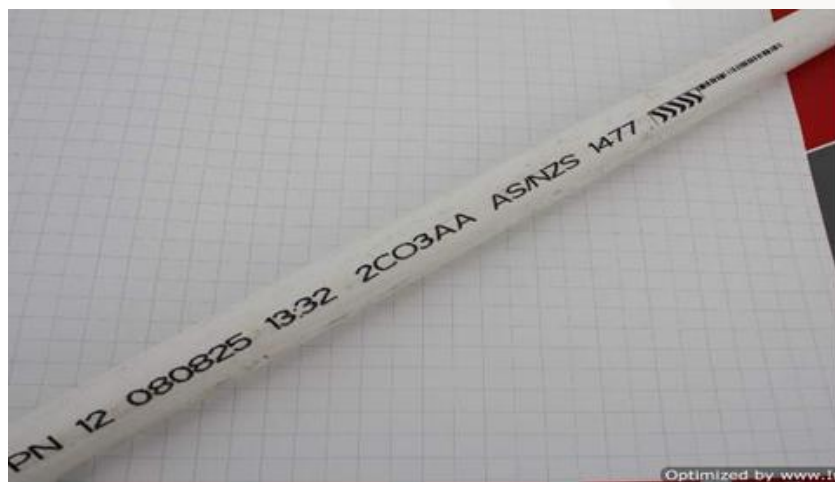


Figura 262

### Cañería PVC. Un Milner TAFE QLD

Cuando se tiende una cañería en una trinchera, asegúrese que esta información quede boca arriba para permitir su inspección, o, si se excava a futuro, para que la cañería pueda ser identificada como una cañería para agua en vez de un conducto eléctrico, un drenaje, un ducto de telecomunicaciones o cualquier otro servicio.

### Cañería de Polietileno

El polietileno se denomina un material termoplástico. Estas sustancias se pueden moldear a la forma deseada en su estado fundido. Estos plásticos son del grupo 'Poliiolefino'. Es insoluble y no se hincha o degrada en contacto con los fluidos de uso más común. Los estándares Australianos son el AS4130 para la cañería y AS4131 para el material. El polietileno se obtiene al polimerizar el etileno y formar polímeros de variados largos que son torcidos el uno alrededor del otro formando así un material duro y de larga duración. Hay tres clases de cañería de polietileno disponibles:

PE80B – MDPE (polietileno de densidad media)

PE80C – HDPE (polietileno de alta densidad)

PE100 – HEPP (polietileno de alto rendimiento)

La principal diferencia entre estas cañerías es la densidad del material, que contribuye a las características y al rendimiento de la cañería. Algunas de estas propiedades se describen en la tabla a continuación:

Propiedad	MDPE	HDPE	HEPP
Densidad	0.95	0.96	0.96
Fuerza mínima requerida	8 Mpa	8 Mpa	10 Mpa
Resistencia a la Tracción	Media	Alta	Alta
Resistencia química	Alta	Alta	Alta
Rendimiento de Presión y Temperatura	Buena	Media	Buena
Dureza	Media o Alta	Alta	

Las cañerías de polietileno se sueldan por un proceso de soldadura por fusión. La soldadura por fusión requiere que los extremos de las cañerías sean calentados hasta que el plástico se funda, y luego mantener las uniones en contacto hasta que se enfríen y solidifiquen.

El polietileno también se puede unir usando métodos de unión mecánica. Póngase en contacto con los fabricantes de las cañerías para detalles acerca de estos sistemas de unión.

Los códigos de plomería y los Estándares Australianos especifican qué tipos de sistemas de polietileno pueden ser utilizados; esos documentos también estipulan los métodos de unión permitidos para instalaciones específicas.

También debiera usar las instrucciones y recomendaciones de instalación del fabricante al usar sistemas de cañería de polietileno.

En algunas obras, los planos y especificaciones proveen información acerca del material de cañería y acerca de los requerimientos de unión e instalación del proyecto. Usted debe referirse a todas estas fuentes de información al usar sistemas de cañería de polietileno para así asegurar que el trabajo terminado cumpla con las regulaciones pertinentes y se desempeñe satisfactoriamente durante toda la vida útil de la instalación.

## Métodos para Unir Cañerías de Acero

Los fittings de cañería se usan para unir tramos de cañería y posibilitar cambios de dirección, conexión de derivaciones en diferentes ángulos o para llevar a cabo un cambio en el tamaño. Los fittings se fabrican para conexiones atornilladas

(incluyendo cinta y pegamento), conexiones por brida (flange, favor referirse a la sección 2) o conexiones soldadas (referirse al libro de soldadura).

## **Atornillados**

### **Cinta Sellante de Roscado de Cañería o Cinta de Teflón**

Las cintas sellantes de roscado de cañería, o cintas de teflón son cintas blancas muy delgadas utilizadas para envolver los extremos roscados de las cañerías y lubricar las roscas y mejorar la impermeabilidad de la unión. Viene en una variedad de grosores que la hacen más o menos adecuada para ciertas instalaciones. En algunas áreas, la cinta de Teflón puede utilizarse en lugar de compuestos de unión de cañerías si el grosor de la cinta de Teflón ha sido aprobado para su uso en un tipo específico de instalaciones de plomería. La cinta de Teflón se aplica envolviéndola alrededor del extremo roscado de la cañería o fitting. El uso más común de cinta de Teflón es para conexiones que podrían tener que ser reemplazadas o desconectadas ocasionalmente. Ej.: grifos de baño y cabezales de ducha. También hay otra variedad de cinta de sellado de rosca que es amarilla. La cinta amarilla es más pesada y se usa para conexiones de líneas de gas. Nunca Utilizar la cinta regular de teflón blanca para conexiones de gas. El uso de cinta de teflón no garantiza una conexión libre de fugas. Siempre inspeccione las conexiones por medio de la presión del agua antes de sellar su acceso.



**Figura 263: Imagen: Sellante de rosca de Cañería o cinta de Teflón**

### **Uso de la Cinta de Teflón**

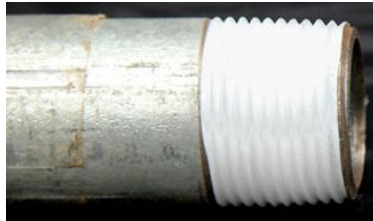
Empiece envolviendo las roscas macho en el extremo de la cañería, pero no se traslape sobre el extremo. Esto último puede reducir la presión del agua o incluso causar obstrucciones debido a pedazos de cinta que se mezclan con el suministro de agua.

Comience con un par de vueltas alrededor del extremo roscado, luego envuelva todas las roscas traslapando la mitad del ancho de la cinta en cada vuelta.

Envuelva en la dirección de las roscas comenzando por la base y procediendo hacia el extremo del tubo. Si envuelve la cinta en la dirección equivocada, esto podría resultar en que la cinta se suelte cuando los fittings se ajustan.

A medida que envuelva, mantenga la tensión de la cinta, para que se hunda en las roscas.

Si suelta o desconecta un fitting, remueva la cinta vieja y vuelva a envolver con una cinta nueva.



**Figura 264; Imagen: Sellante de rosca de Cañería o Cinta de Teflón en la rosca de una cañería.**

### **Compuesto para Unir Cañerías o Grasa para Rosca de Cañería**

El compuesto para unir cañerías o la grasa para rosca de cañería (pegamento para cañería) es una mezcla de tipo adhesiva que puede tener un color claro o parecerse a la macilla blanca. Normalmente se aplica al extremo roscado de las cañerías y dentro de los fittings hembra de conexión para producir un sello hermético que previene fugas.

El compuesto para unir cañerías normalmente se aplica con una brocha, un pequeño pedazo de madera o incluso a mano. Se aplica en los extremos roscados de las cañerías y también dentro de los fittings de conexión antes de que las dos piezas se ensamblen la una con la otra. Con el transcurso del tiempo, el adhesivo se seca y expande levemente, creando un sello a prueba de aire entre el tubo y el fitting de conexión donde se aplicó el compuesto.

En términos generales, el compuesto para unir cañerías crea un sello más duradero y más hermético que una cinta sellante. Utilizar el compuesto para unir cañerías para conexiones entre cañerías y fittings que se consideran permanentes. Un buen ejemplo de esto sería una cañería de gas o agua que está enterrada bajo tierra o que corre por debajo de su casa. Dado que las posibilidades de que la cañería sea desconectada del fitting son bajas, se considera una conexión permanente. El compuesto para unir cañerías es mucho mejor que la cinta de Teflón para conexiones permanentes.

## **Uso de Compuesto para Unir Cañería o Grasa para Roscas de Cañería**

Comience literalmente recubriendo las roscas con el compuesto o grasa. Usar una brocha.

Asegúrese que el compuesto entre en las roscas para asegurar una conexión impermeable. También puede aplicar un poco e las roscas interiores del fitting.

Luego, enrosque el fitting a la cañería y apriete a mano. Coloque una llave para cañería sobre la cañería, a unas pocas pulgadas del fitting y apriete las tenazas de la llave. Coloque una segunda llave para cañería sobre el fitting y apriétela contra el fitting. Ahora, mientras sujeta una de las llaves en su lugar, Utilizar la otra llave para apretar el fitting a la cañería.

En general, con cañería de acero, usted apretará lo más que pueda. Hay poco riesgo de trisar una cañería o fitting usando la fuerza de sus brazos. Sin embargo, si se usan palancas largas para aumentar el torque, el material puede fallar. No se preocupe si algunas roscas quedan visibles en la conexión, esto es normal.

Haga una prueba de presión en sus uniones antes de cerrarlas o dificultar su acceso.

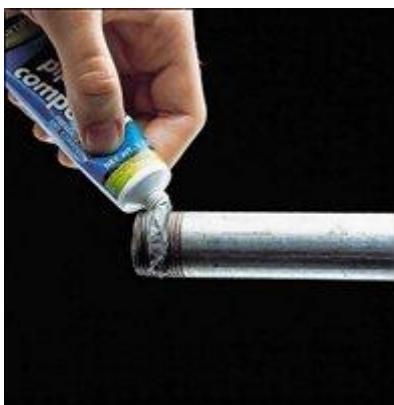


Figura 265: Imagen: Compuesto para unir cañería o grasa para roscas de cañería aplicado en el extremo roscado de una cañería.

## **Fittings de Tornillo para Cañerías – T's, codos, empalmes, uniones, boquillas, tapones y tapas, cruces y rodamientos**

Los fittings normalmente se atornillan al roscado de la cañería. Esto asegura un buen calce. A continuación se describen algunos típicos fittings atornillables para cañerías.

**T's:** se usan cuando una cañería se ramifica en un ángulo de 90 grados. El tamaño de la T esta especificado por la sección de llegada (pasada) y luego por la salida.

**Los Codos** se usan para cambiar la dirección de una cañería. Vienen en una variedad de tamaños y patrones. La mayoría son de ángulos de 90 y 45 grados. Cualquier tipo puede ser un estándar o una L reductora. El tamaño de una L está dado primero que nada por la apertura más grande y luego por la apertura más pequeña.

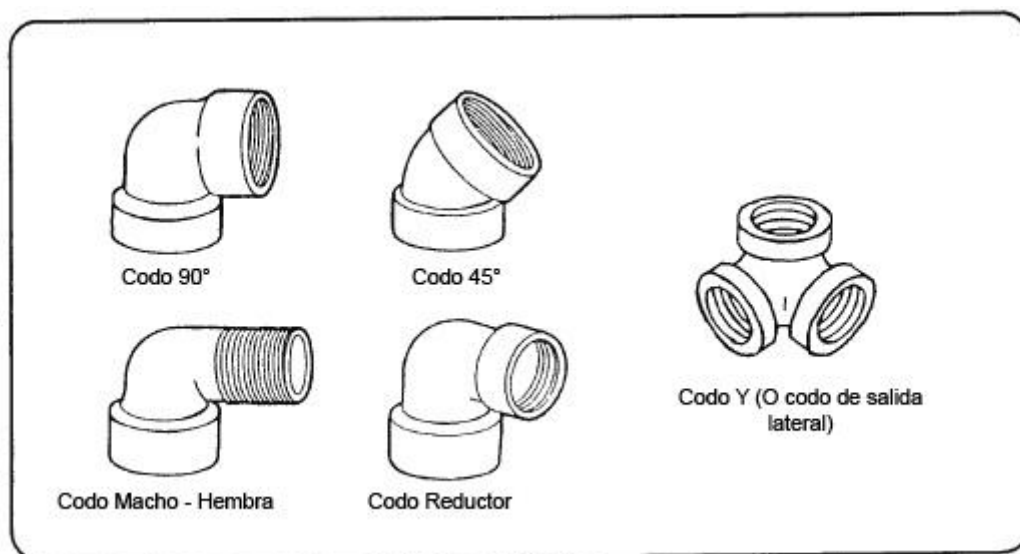


Figura 266: Tipos de codo

**Los Empalmes** se utilizan para conectar dos tramos de cañería. Hay tres tipos de empalmes:

Empalme estándar – un empalme ordinario conecta cañerías del mismo tamaño

Empalme reductor – un empalme reductor conecta dos cañerías de diferente tamaño.

Empalme excéntrico – un empalme excéntrico conecta cañerías de diferente tamaño de forma descentrada.

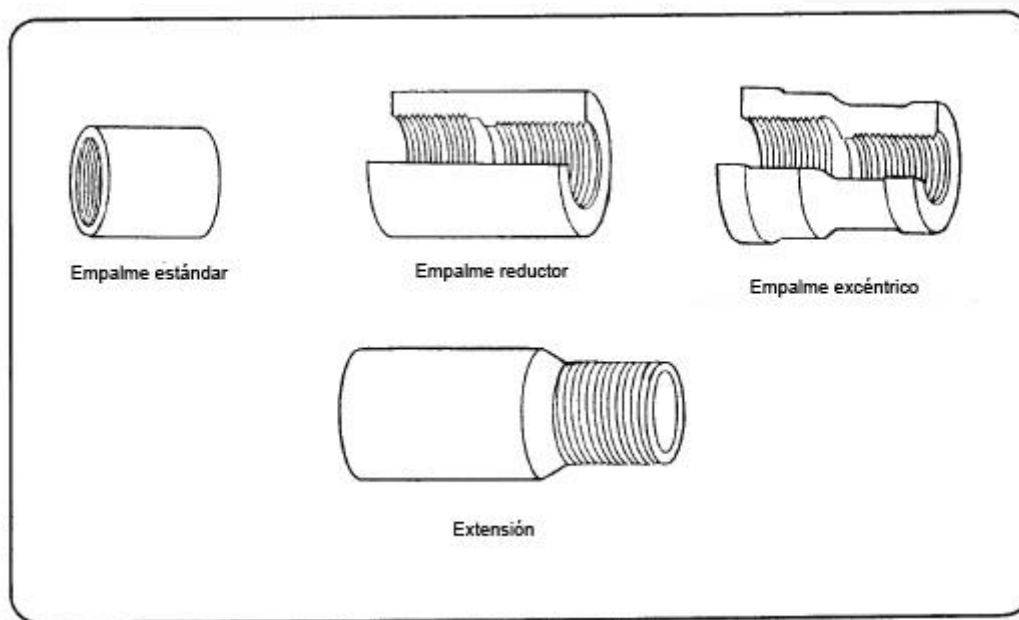


Figura 267: Tipos de Empalmes

**Las Uniones** se usan para unir los extremos de dos tubos que se pueden doblar o desconectar. Hay tres tipos de uniones:

**Base.** Una unión de base tiene tres partes distintas – el hombro con roscas hembras, una pieza roscada con roscas hembras y macho, y un anillo (o collar) con un flange interior, que calza con el hombro de la pieza hombro, y una rosca hembra, que calza con la rosca macho de la pieza roscada. Las cañerías se atornillan a la rosca y a hombro. Se juntan por medio del collar, constituyendo una unión a prueba de gas e impermeable.

**De Flange.** Una unión de flange tiene dos partes, cada una con una rosca hembra, que se atornilla a las cañerías que deben unirse. Las tuercas y los pernos juntan los flanges. Una junta entre el flange crea una unión a prueba de gas e impermeable. Ver más abajo para mayor información acerca de flanges.

**Dieléctrica.** Las uniones dieléctricas se usan para conectar y desmantelar cañerías de agua de metal para prevenir la electrólisis (corrosión).

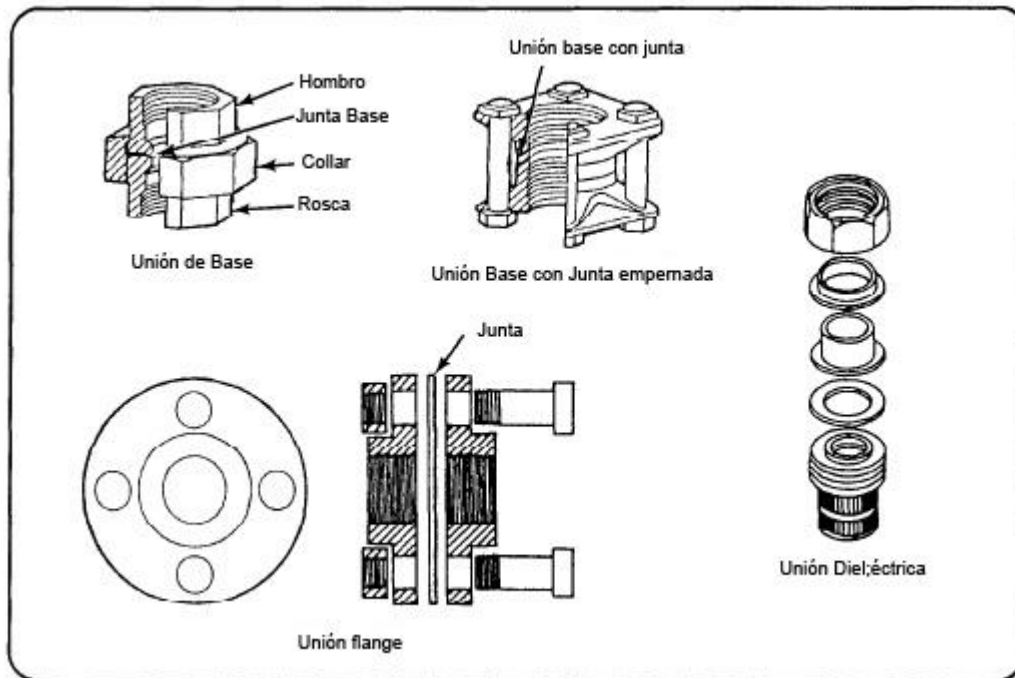


Figura 268: Tipos de Uniones

**Boquillas.** Una boquilla se utiliza para hacer una extensión desde un fitting o para unir dos fittings. Las boquillas son piezas de cañería de 12 pulgadas o menos de longitud, roscada en cada uno de sus extremos. Hay boquillas de cierre, de hombro y largas.

**Tapones y Tapas.** Los tapones y tapas se usan para sellar aperturas en otros fittings o extremos de cañería. Estos fittings sellan un sistema de agua para conducir pruebas. Este sistema de empalme se deja hasta que las fijaciones hayan sido instaladas.

**Cruces.** Una cruz une dos líneas de cañería diferentes en el mismo plano, marcándolas como perpendiculares la una a la otra. Las cruces también pueden ser de salida lateral y de reducción.

**Cojinetes.** Un cojinete se utiliza para reducir la salida del fitting o para conectar una cañería a una salida más grande. Un cojinete puede ser de tubo y/o de reborde.

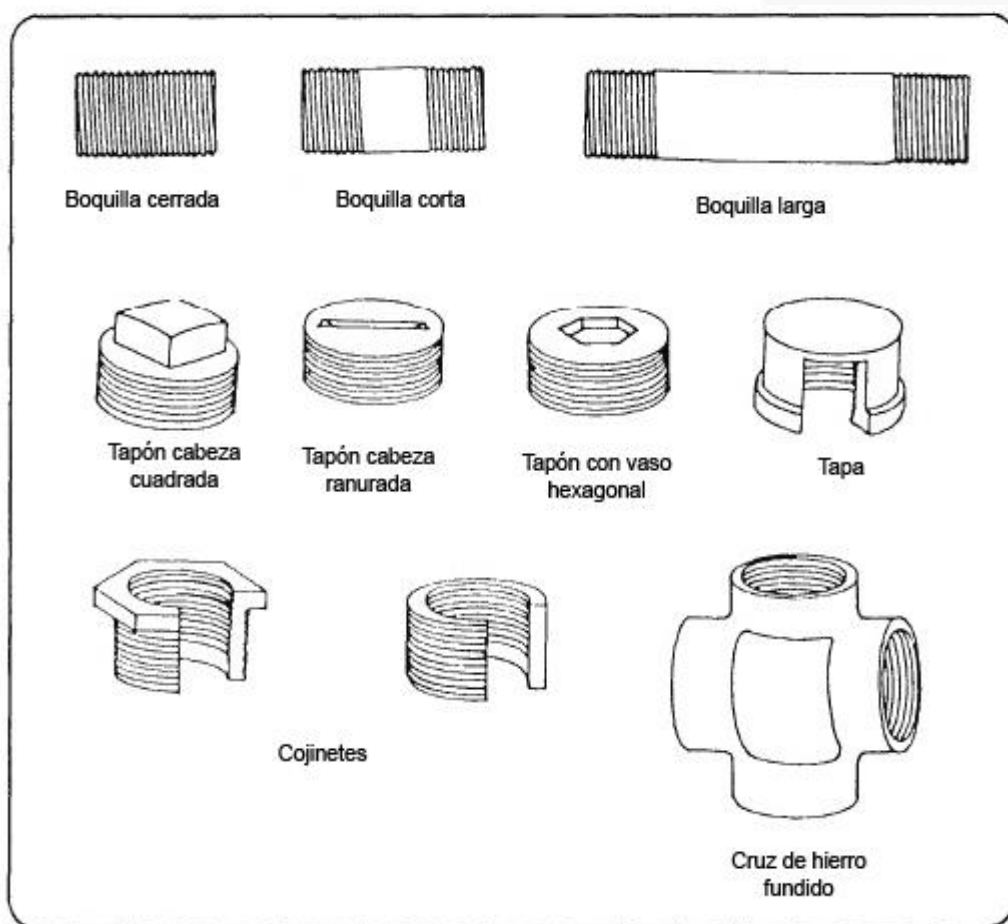


Figura 269: Tipos de boquillas, tapones, tapas, cojinetes y cruces

## Ejemplos de fittings de cañería atornillables



Figura 270: Tipos de fittings de cañería atornillables

Ejemplos de símbolos y significados de los fittings de cañerías





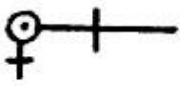

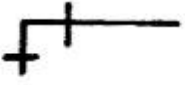

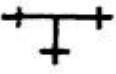

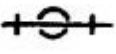

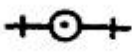



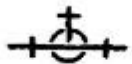

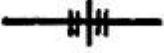

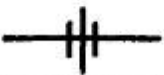

<u>Símbolos/Abreviaciones</u>	<u>Significado</u>	<u>Ilustración</u>
	CODO DOBLADO HACIA ABAJO	
	CODO DOBLADO HACIA ARRIBA	
	CODO LATERAL CON SALIDA HACIA ARRIBA	
	CODO	
	TUBO EN T	
	TUBO EN T CON SALIDA HACIA ABAJO	
	TUBO EN T CON SALIDA HACIA ARRIBA	
	TUBO EN T LATERAL CON SALIDA HACIA ARRIBA	
	TUBO EN T LATERAL CON SALIDA HACIA ABAJO	
	EMPALME	
	TUBERÍA ROSCADA	

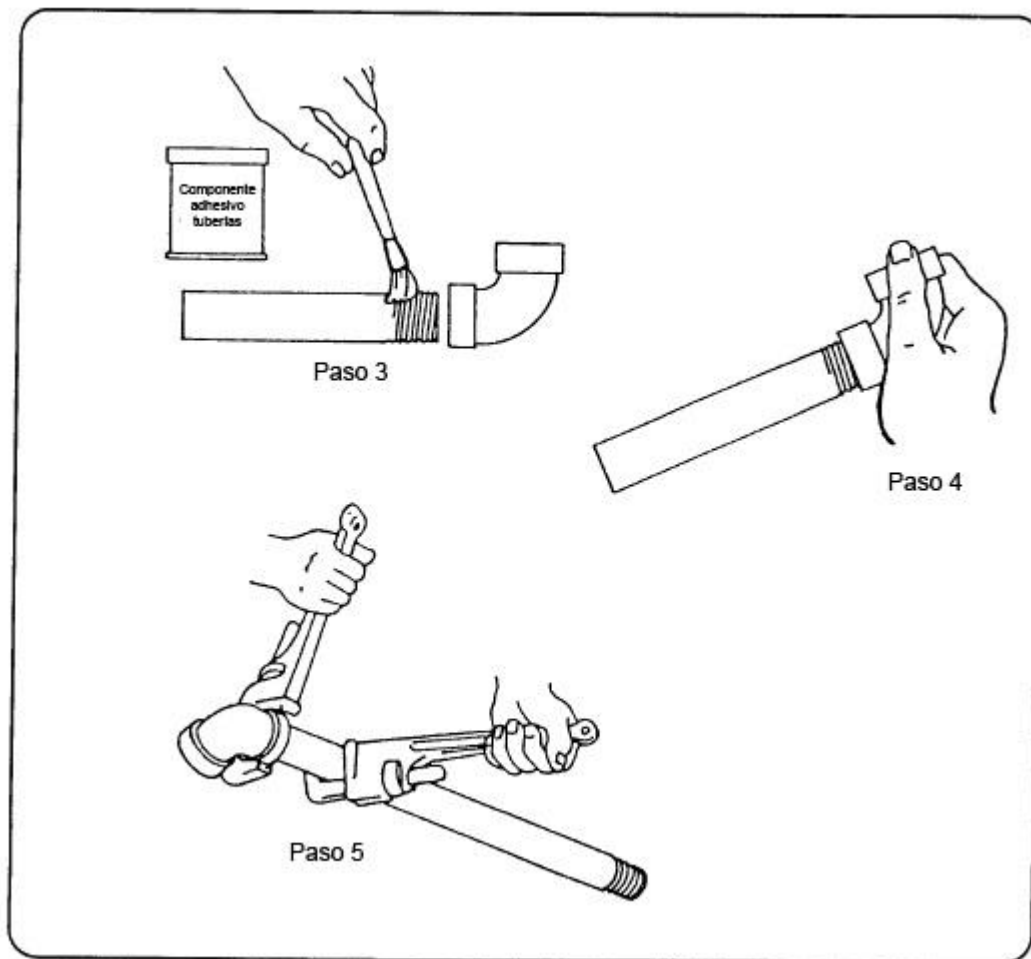
Figura 271: Símbolos y significados para Fittings de Cañería atornillables

## **Uniendo Cañerías roscadas**

Los fittings normalmente se atornillan a la cañería luego de que ésta es roscada, mientras la cañería de acero todavía está en la prensa. Esta cañería y fittings ensamblados debieran luego atornillarse a su lugar para quedar listas para la instalación.

### **Procedimientos de unión:**

- Revise las roscas de los fittings para asegurarse que estén limpias y libres de daños. De ser necesario límpielos con una brocha de alambre o reemplácelos.
- Asegure la cañería en la prensa con suficiente cañería proyectándose.
- Aplique el compuesto para unir cañerías o cinta de Teflón solamente en las roscas de la cañería.
- Atornille el fitting a mano.
- Apriete el fitting usando dos llaves de cañería, una en el fitting y la otra en la cañería, siempre que no haya una prensa disponible.



**Figura 272:** Unión de cañería roscada

## **No metálicas**

### **Procedimiento para unir una unión con Anillo de Goma**

**Corte de las Cañerías:** Las cañerías de PVC se pueden cortar al largo deseado en terreno sea con un serrucho manual o con una sierra eléctrica de disco. Asegúrese que el extremo a ser cortado quede luego biselado con una herramienta apropiada de torno hasta obtener el largo correcto. El biselado y la nueva marca de testigo debieran replicar las dimensiones fabricadas.

**Limpieza:** Remueva todo el polvo y la suciedad de la espita y de la toma sellada, teniendo especial cuidado en la limpieza del anillo fijo.

**Lubricación:** Aplique lubricante a la espita, cubriendo totalmente la circunferencia hasta la marca de testigo. Asegúrese que el lubricante también sea aplicado al biselado de la cañería.

Ensamblaje: inserte el extremo guía de la espita en la boca de la toma sellada. Es esencial que las cañerías estén alienadas en una línea recta antes de tratar de hacer la unión.

Una pequeña fuerza longitudinal aplicada en el extremo de la toma sellada de la cañería es suficiente para insertar la espita en la toma sellada de cañería adyacente. Para cañerías de diámetros más grandes que requieran una palanca para hacer la unión, proteja la toma sellada de la cañería con un bloque de madera. Tenga cuidado de asegurarse que la cañería no esté sub-insertada dado que esto puede resultar en una junta o unión con fugas a medida que la cañería se contrae debido al efecto de **Poisson** y/o a efectos térmicos. La sub-inserción queda demostrada por una marca testigo que no se empuja hasta el final de la toma sellada.

Al ser presurizada, la contracción de Poisson causa un acortamiento de las cañerías y esto podría re-exponer la marca testigo. Esto es aceptable.

La contracción de Poisson es una tensión positiva (tensil) en una dirección que contribuye a una tensión negativa (compresiva) en otra dirección, al igual que cuando se estira un elástico se hace más largo en una dirección y más delgado en otras direcciones. Esta contracción lateral que acompaña a una extensión longitudinal se llama efecto Poisson.

Si ha ocurrido la simple inserción pasada la marca testigo, no hay ningún riesgo significativo para el rendimiento de la unión. Sólo si la espita ha sido forzada con tanta fuerza que ha estresado la región de transición en la parte posterior de la toma sellada hasta el barril de la cañería, debe preocuparse. Esto es generalmente sólo un riesgo con inserciones no controladas usando equipo mecánico como la pala de una retroexcavadora.

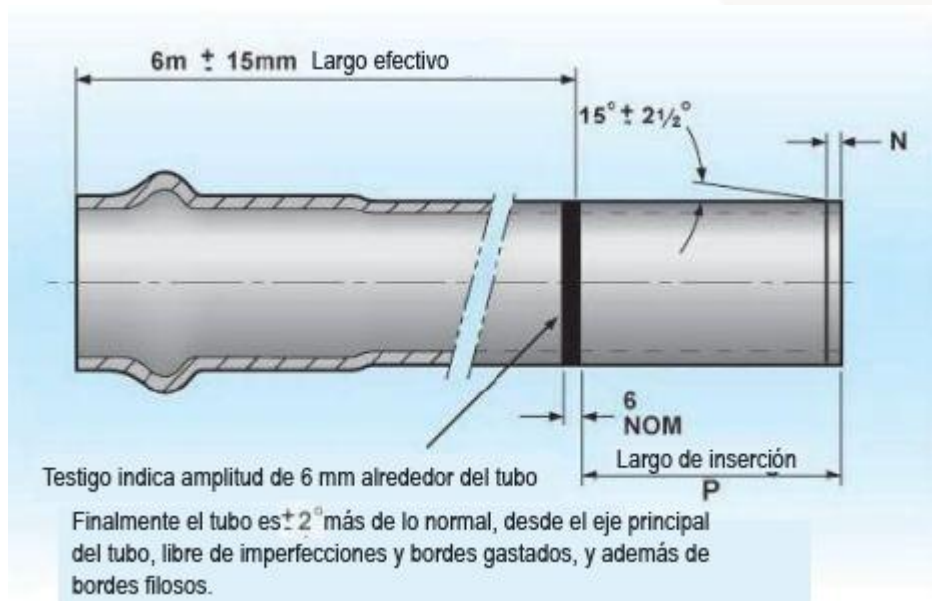


Figura 273

### Procedimiento con cinta para uniones PTFE roscadas

Si está reemplazando un fitting ya existente, deberá retirar la cinta vieja. Esta puede ser una tarea trabajosa, pero debe remover toda la cinta que pueda.

Paso 2 – Envuelva cuidadosamente la cinta alrededor de las roscas en el extremo de la cañería. No vaya más allá del borde de la cañería, si no, pequeños pedazos de cinta podrían desprenderse y eventualmente obstruir el sistema. Nota: Siempre envuelva en la misma dirección en la que apretará el fitting a la cañería. Si usted envuelve en la dirección opuesta, la cinta se desenrollará cuando atornille el fitting.

Paso 3 – Puede que tenga que sujetar la cinta al fitting mientras da un par de vueltas alrededor del extremo de la cañería, o de lo contrario se podría rodar.

Paso 4 – Una vez que esté bien agarrado, envuelva todas las roscas, sobreponiendo la mitad del ancho de la cinta con cada vuelta. Mantenga la cinta estirada y bastante tensa para que entre dentro de las roscas. Si usted cambia de opinión y deshace el fitting, no vuelva a utilizar la misma cinta.

Paso 5 – Usted ha utilizado suficiente cinta si aún ve las rugosidades de las roscas del fitting debajo de la cinta y el fitting entra fácilmente y de forma firme. La cinta no debiera moverse.

## **Métodos de Soldadura por Fusión**

Estos tipos de procesos de soldadura por fusión pueden usarse para unir cañerías y fittings de polietileno.

### **Soldadura de Tope**

La soldadura de tope de cañerías de polietileno se lleva a cabo usando una máquina construida para ese propósito. Los extremos de la cañería se cortan con escuadra y centradas, se calientan con una placa a la temperatura de soldadura requerida y se atenazan juntas bajo presión hasta que se enfríen.

### **Soldadura por Electrofusión**

Las uniones y fittings de cañería diseñadas para la electrofusión están hechas con bobinas conductoras de electricidad incorporadas en la tomas selladas de la unión. Una corriente se pasa a través de la bobina creando el calor necesario para derretir el polietileno, lo que fusiona la unión. La corriente es controlada por una unidad de soldadura conectada a una fuente de 240 voltios. Se conectan guías desde la unidad a los puntos de las tomas selladas de la unión.

Las unidades de soldadura pueden ser manuales, en las cuales el operador enciende la corriente por un tiempo especificado y luego la apaga, o automáticas, en donde el operador fija los controles de la unidad para que coincidan con el tamaño de los fittings.

### **Soldadura de enchufe con herramienta en caliente**

Este proceso usa un cojinete caliente y una espita para llevar el extremo de la cañería y el enchufe a la temperatura necesaria para la soldadura por fusión. El extremo de la cañería se empuja dentro del enchufe y se mantiene en posición hasta que se enfríe para completar la unión.

Nota: las temperaturas de soldadura por fusión puede ser tan altas como los 270 C. Usted debe estar consciente que las cañerías pueden demorarse un tiempo en enfriarse.

Las máquinas de electrofusión no debieran usarse en áreas que se puedan saturar. Ej.: en una trinchera con agua, debido al riesgo de shock eléctrico.

## **11.2 Bombas centrífugas, ¿Qué son y para qué sirven las bombas centrífugas? Características principales**

### **Bombas Centrífugas**

En las bombas centrífugas, se imparte energía a un fluido por acción centrífuga causada por rotación. Las bombas centrífugas se pueden clasificar por la forma y características de su rotor. Los rotores se agrupan de acuerdo a la mayor dirección de flujo con respecto al eje de rotación en la bomba. Se pueden encontrar una amplia gama de tipos de rotores. Estos varían desde el tipo de flujo radial (que desarrolla la velocidad de flujo principalmente por la acción de la fuerza centrífuga), al tipo de flujo axial (que desarrolla la mayor parte de la presión de velocidad de flujo por la acción de propulsión o levantamiento de las aspas), pasando por los tipos de flujo mixto.

### **¿Cómo funciona una bomba centrífuga?**

Imagínese girando un balde con agua en el extremo de una cuerda sobre su cabeza.

El agua se queda en el balde debido a la fuerza centrífuga.

El rotor en una bomba centrífuga hace girar el agua a su alrededor y la fuerza centrífuga hace que al agua sea arrojada hacia afuera, al igual que en el balde.

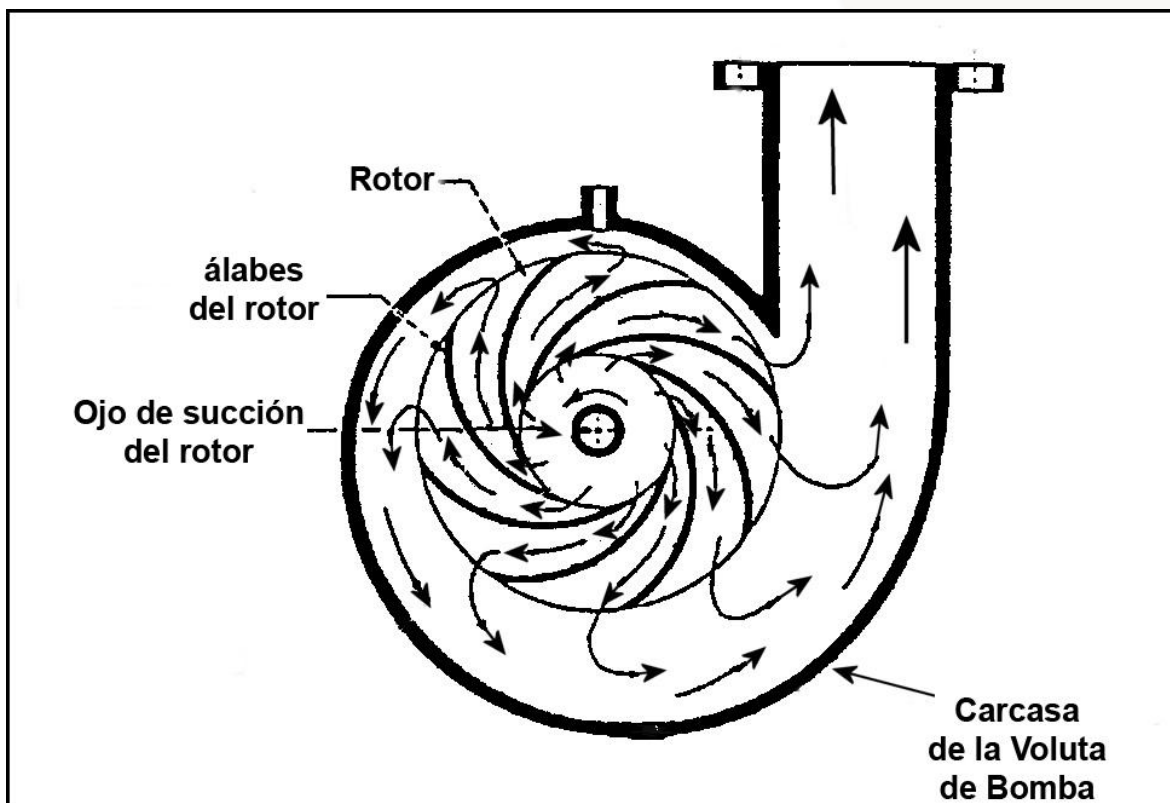


Figura 274

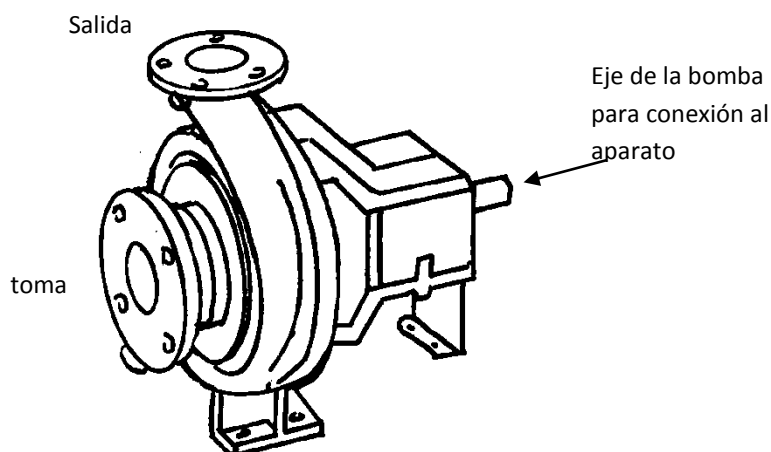


Figura 275

La carcasa o voluta en la bomba es de forma espiral para canalizar el agua alrededor para que salga al punto de descarga. Esto quiere decir que la bomba debe rotar en la dirección correcta.

Con una instalación y mantenimiento apropiado, las bombas operan satisfactoriamente por mucho tiempo.

Los diferentes tipos de bombas, motores y conexiones son:

- Bombas centrífugas.
- Bombas de turbinas multietapa.
- Bombas sumergibles.

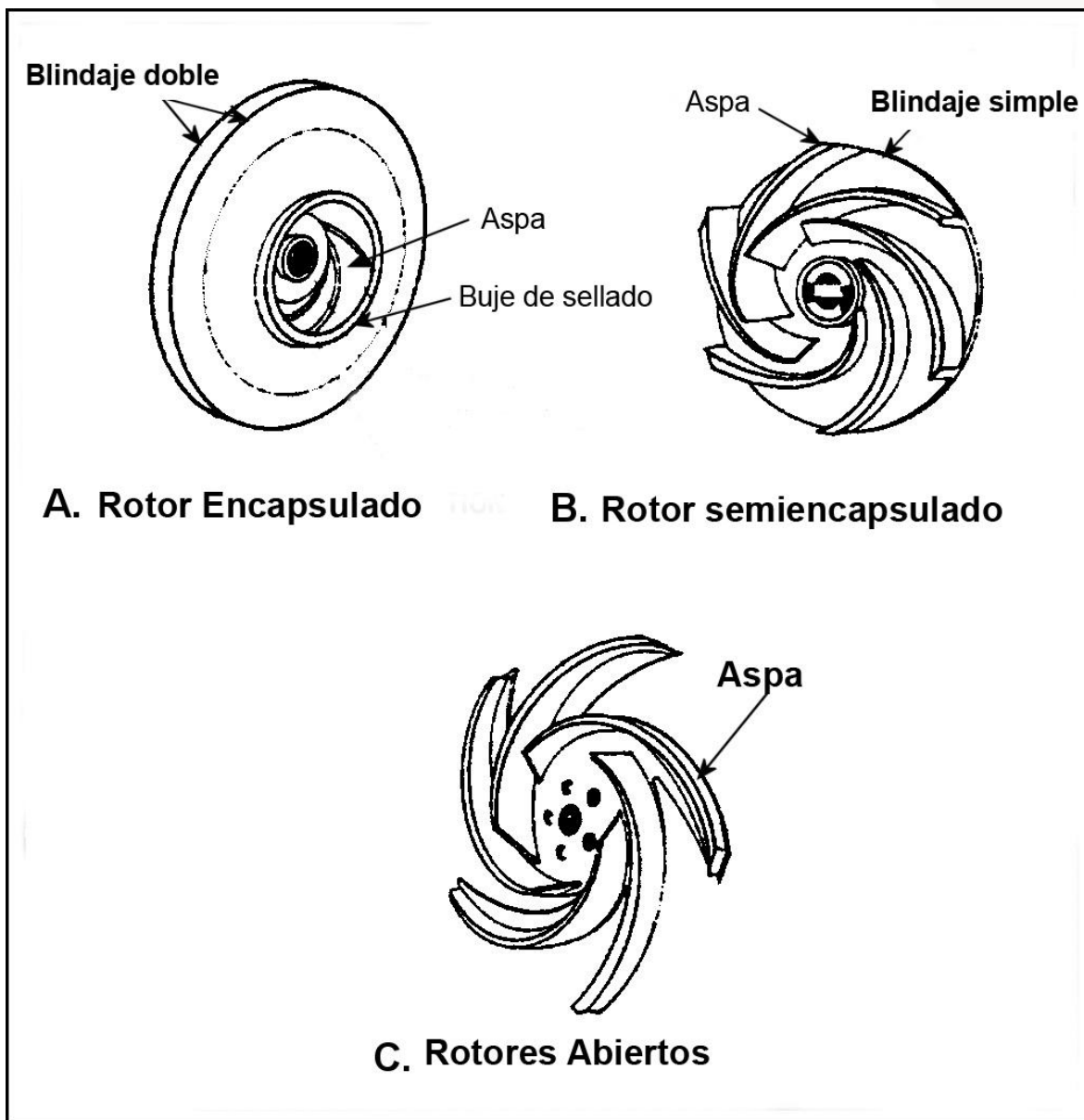


Figura 276

La mayoría de estas bombas usan rotores encapsulados o semien capsulados. Los rotores abiertos se usan en aplicaciones para remover el agua y requieren ajustes frecuentes dado que la distancia entre los rotores y el cuerpo es crítica.

## Protecciones para partes móviles

Dado que las bombas tienen partes móviles, puede ser necesario instalar protecciones. Las protecciones pueden venir como parte de la bomba o ser fabricadas para adecuarse a la situación en la cual van a ser usadas. Las protecciones de bomba deben diseñarse para prevenir herir a cualquier persona, incluyendo a las personas que trabajan cerca de la bomba. Una protección debe cumplir con todos los requerimientos OH&S (seguridad y salud laboral).

## Términos comunes

Las bombas son sistemas que involucran componentes mecánicos, hidráulicos y eléctricos. Para entender cómo funcionan y cómo instalarlas y probarlas, hay algunos términos con los que se debe familiarizar.

Término	Definición
Capacidad	<p>El volumen de líquido que entrega una bomba por unidad de tiempo.</p> <p>Las unidades métricas de capacidad son las siguientes:</p> <p>Pequeñas capacidades – Litros por segundo (l/s)</p> <p>Grandes capacidades – metros cúbicos por segundo (<math>\text{m}^3/\text{s}</math>).</p>
Succión	La toma o puerto de entrada a la bomba.
Descarga	El puerto de salida de la bomba.
Altura	<p>La altura es la presión expresada como una columna vertical de agua.</p> <p>Las unidades métricas son metros de agua (mw).</p>
Altura estática	La altura vertical que el agua debe tener para ser bombeada.
Altura de Operación	La diferencia en presión (altura) entre el puerto de entrada y el puerto de salida de una bomba en operación.

Altura de succión	de	La diferencia en altura vertical entre el nivel del agua y la toma de la bomba o el puerto de succión.
Altura de descarga	de	La presión (altura) medida en la salida de la bomba.
Altura de fricción	de	Las pérdidas de presión por fricción que ocurren a medida que el agua pasa a través de una cañería y los fittings se expresan como la altura vertical equivalente.
Cavitación		La formación de burbujas de vapor en el ojo del rotor debido a malas condiciones de toma de agua. La cavitación hace un sonido parecido al maicillo pasando por una bomba.
Rotor		Las hojas o aspas dentro de una bomba centrífuga.  Los rotores pueden tener un diseño de cara abierta o cerrada.
Voluta		La carcasa alrededor del rotor. Esta carcasa tiene un pasaje que se ensancha gradualmente y que lleva al puerto de descarga de la bomba.
Placa base		El marco de acero sobre el cual se monta la bomba y el ensamblado del motor.
Lechado		Una mezcla ligera de concreto que se vierte alrededor de la placa base después de que la placa base ha sido montada sobre su fundación.

### 11.3 Piezas y componentes de la bomba centrífuga (despiece)

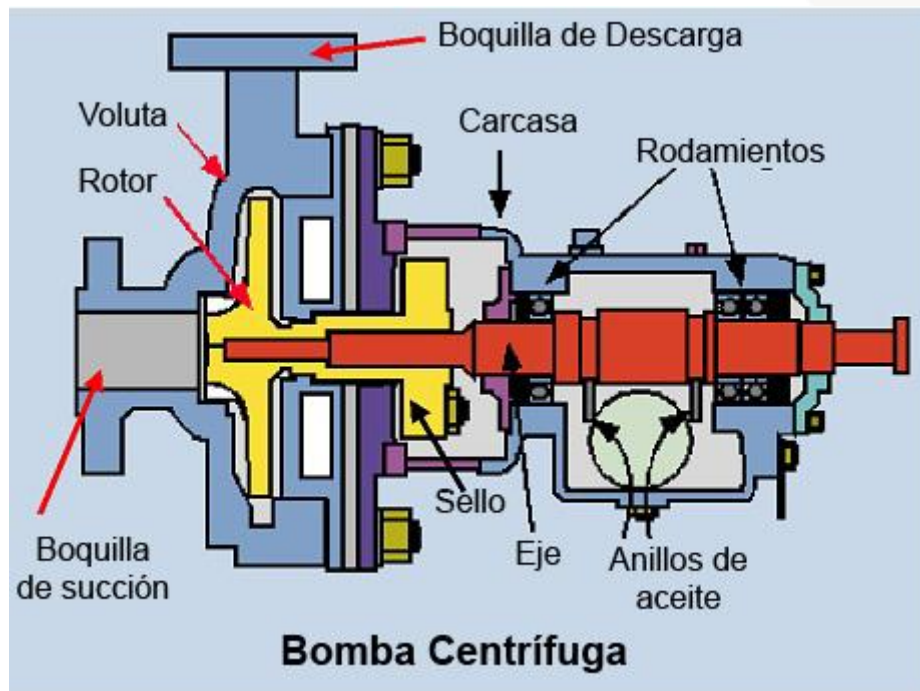


Figura 277

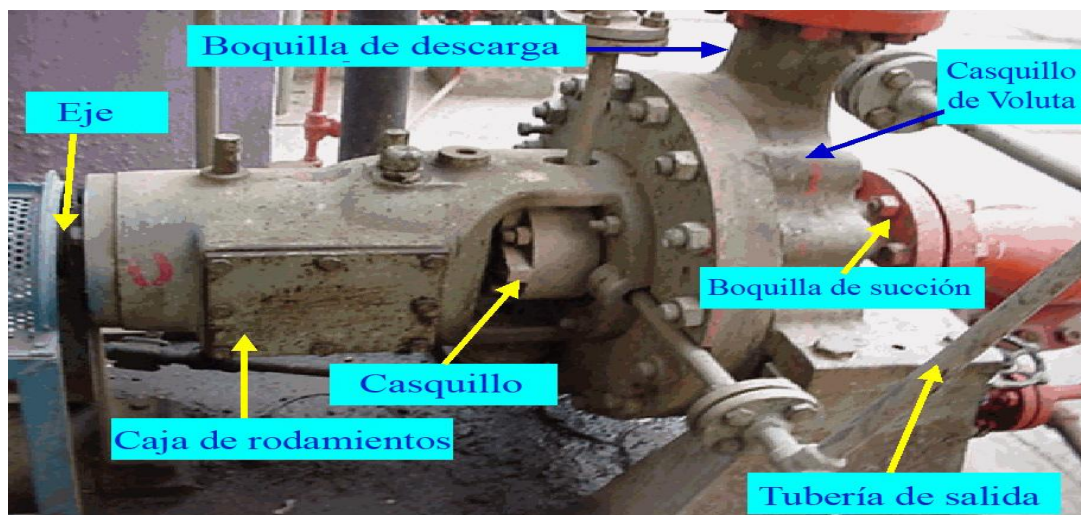


Figura 278

## Conjuntos de Bombas

La definición de un conjunto de bomba es una bomba, un motor y un acoplamiento montados sobre un marco de acero o base.

.La bomba puede ser impulsada por un motor eléctrico, a petróleo o diesel, o quizás hidráulicamente, y puede estar dispuesta vertical u horizontalmente.

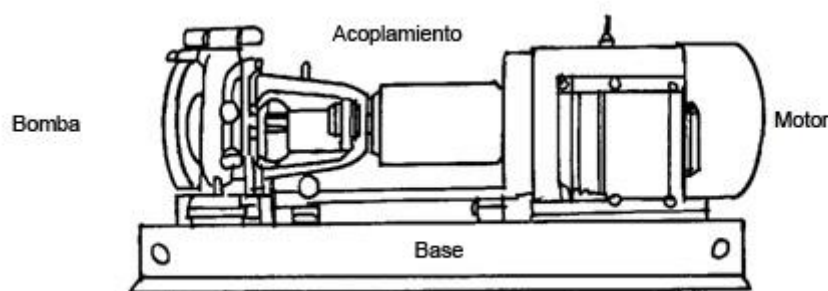


Figura 279: Bombas dispuestas horizontalmente

Una bomba centrífuga consiste en una bomba centrífuga, un motor, una base y el acople.

Tienen aplicaciones que van desde pequeñas bombas de presión domésticas y para piscinas hechas de plástico, hasta bombas de procesamiento de altas presiones para refinerías de petróleo y máquinas muy grandes para agua, y tratamiento de alcantarillados y aguas servidas. Las bombas verticales multietapa para bombeo de aguas subterráneas y para otras aplicaciones similares, son de amplio uso. Las bombas slurry para manejo de sólidos abrasivos se proveen a la industria minera local y a las mineras extranjeras.

Las bombas centrífugas son muy simples y consisten de una carcasa (conocida como voluta) dentro del cual un rotor está montado en un eje giratorio que está soportado por unos soportes. Donde el eje pasa a través de la carcasa de la bomba, el agua no puede fugarse debido a un sello del eje.

El diagrama a continuación muestra un dibujo de una bomba centrífuga.

Las bombas centrífugas proveen un flujo de agua relativamente estable bajo una variedad de condiciones operativas. Esto las hace apropiadas para la mayoría de las aplicaciones de bombeo. Algunas de las muchas aplicaciones en donde se usan bombas centrífugas incluyen:

- Circulación de agua
- Bombeo de alcantarillados

- Bombas de pozo
- Bombas para combatir incendios.

### Bombas multietapa

Como lo sugiere su nombre, las bombas centrífugas multietapa son bombas centrífugas con un número de rotores en serie. Una bomba centrífuga de tres etapas tendría tres rotores en su interior.

El agua entra en el rotor de la primera etapa y es lanzada hacia adelante. Luego pasa por un pasaje para entrar al rotor de segunda etapa y nuevamente es lanzada hacia adelante. Pasa por un pasaje al tercer rotor que descarga el agua por el puerto de descarga.

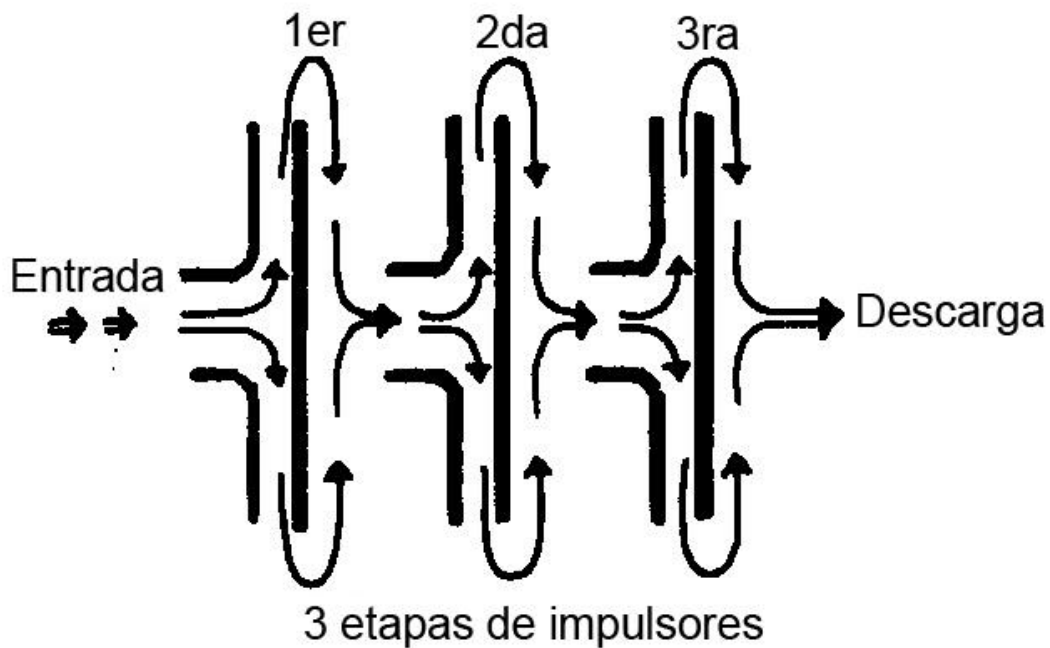
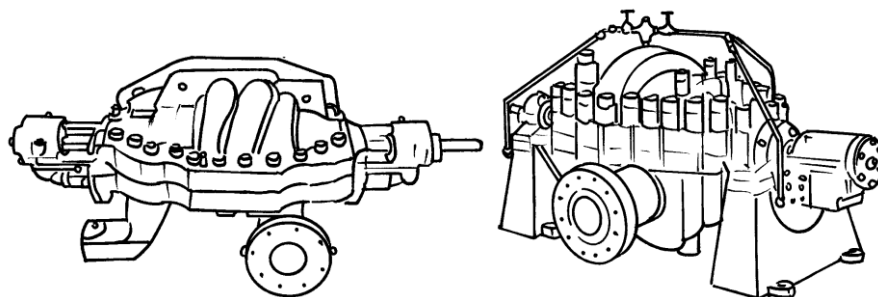


Figura 280: Etapas de tres impulsores

Las bombas multietapa se fabrican en paquetes horizontales y verticales.

Podría haber tan poco como dos rotores y tantos como 15 o 16 en serie. El número de rotores en una bomba multietapa dependerá de la aplicación y los requerimientos de presión.

Las bombas multietapa se utilizan cuando la altura es muy alta. Esto quiere decir una presión de agua muy alta.



**Figura 281: Ejemplos de bombas multietapa**

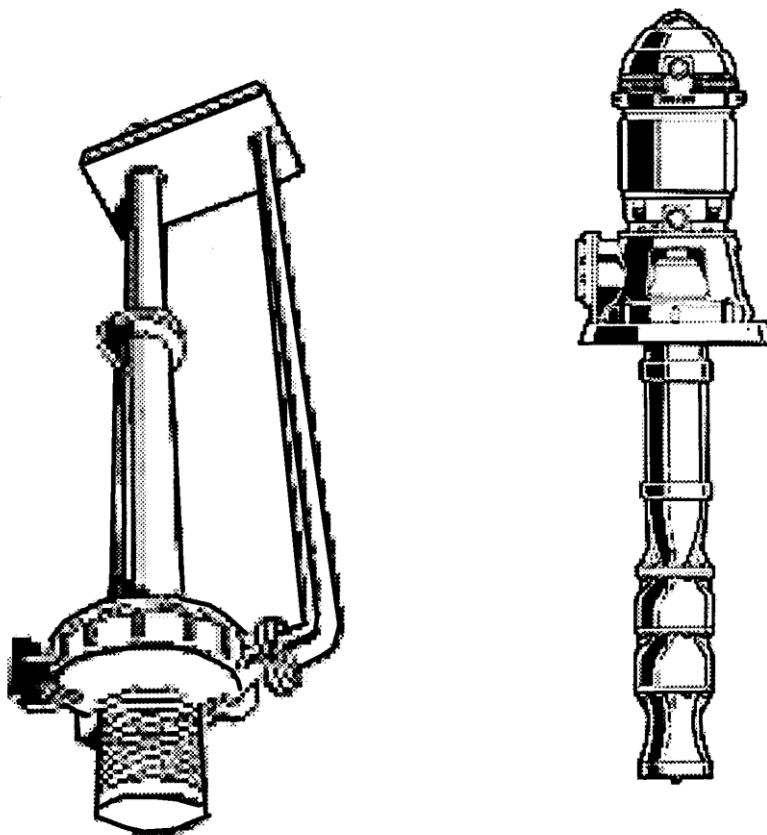


Figura 282

### Motores eléctricos

El motor eléctrico que se utiliza en la mayoría de las aplicaciones de bomba se llama motor de inducción tipo jaula de ardilla.

El principal tipo de encapsulamiento o carcasa usado en bombas es del tipo totalmente cerrado enfriado por ventilador (TEFC por sus siglas en inglés). La carcasa no tiene aberturas y el motor se enfría por un ventilador externo en el lado donde no se encuentra la transmisión del eje del motor. El motor no es hermético ni es impermeable. Normalmente se usa en aplicaciones sucias, aceitosas o húmedas.

## Conexiones

Las bombas centrífugas y multietapa se pueden conectar al motor por los siguientes tipos de conexión:

- Acoplamiento cerrado.
- Acoplamiento largo.
- Impulsadas por correa.

### Acoplamiento cerrado

Las bombas de acople cerrado tiene un motor eléctrico montado en un flange apernado directamente a la carcasa trasera de la bomba. La bomba de acople cerrado y el eje del motor están directamente conectados. La alineación de la bomba y el motor están fijos. Su tamaño compacto ahorra espacio y es simple de montar. Se puede hacer servicio técnico o reparaciones a los rodamientos, al compartimiento y al sello del eje de la bomba centrífuga sin alterar las conexiones de las cañerías.

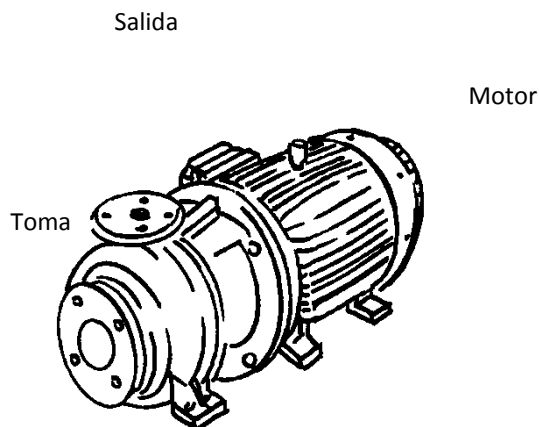


Figura 283

### De acoplamiento largo

Las bombas de acoplamiento largo están conectadas al eje del motor con acoplamientos flexibles y espaciadores. Este tipo usualmente debe ser montado en un marco o base dado que normalmente tienen mayor capacidad. Las bases de las bombas centrífugas de acoplamiento largo deben ser cuidadosamente niveladas, fijadas y lechadas. Se usan cuando el motor de la bomba es muy grande o pesado para ser movido. El espaciador de acoplamiento es removible para permitir que se haga servicio técnico o se repare la bomba.

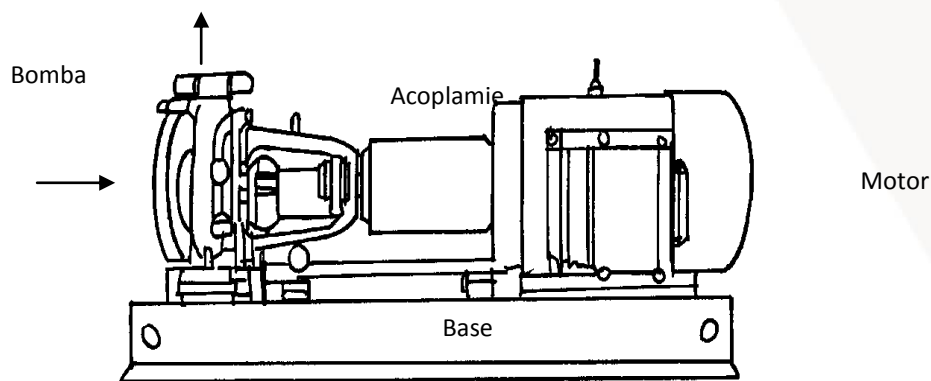


Figura 284: Conexión de acoplamiento largo

### Impulsadas por Correa

Las velocidades de las bombas centrífugas impulsadas por correa pueden ser variadas según los requerimientos de tasa de flujo del trabajo. La base de la bomba debe ser cuidadosamente nivelada, fijada y lechada dado que un 3% a 5% de potencia extra se requiere para superar las pérdidas por fricción de la correa.

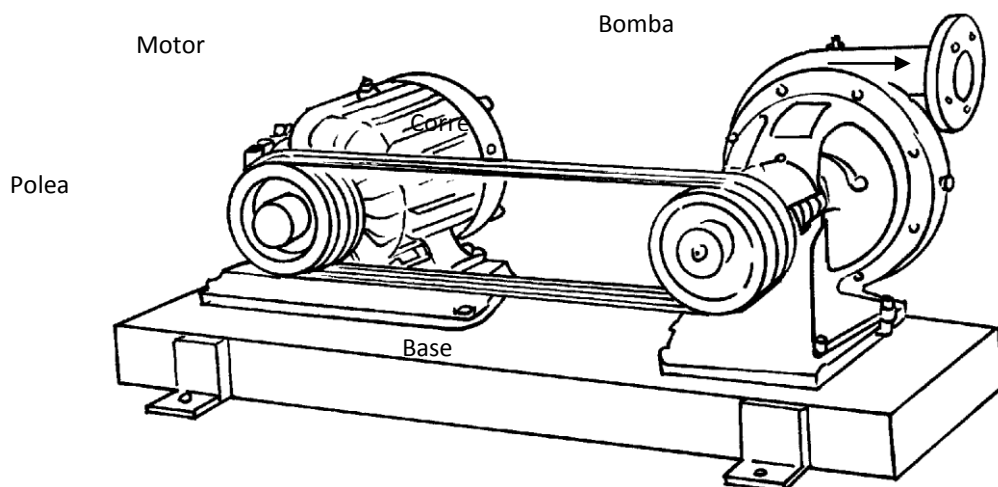


Figura 285: Conexión de bomba impulsada por correa

## 11.4 Problemas frecuentes de la bomba centrífuga

### Guía para Solucionar Problemas con una Bomba

Problema	Posibles causas
La bomba <u>no</u> entrega líquido	<p>La bomba <u>no</u> ha sido correctamente cebada.</p> <p>El NPSH (Altura Neta Positiva en la Aspiración) disponible es insuficiente.</p> <p>El colador de la línea de succión esta obstruido.</p> <p>El extremo de la línea de succión <u>no</u> está sumergido en líquido.</p> <p>Pérdida de cebado debido a bajos niveles de líquido, lo cual permite que aire sea succionado a la bomba.</p> <p>La altura total del sistema es más alta que el total de la bomba a capacidad cero.</p> <p>Fuga de aire en la línea de succión, en los flanges o en los acoplamientos, en el prensaestopas de la válvula de succión de la toma, o en el prensaestopas o sello de bomba.</p>
La bomba rinde por debajo de la capacidad nominal	<p>Fuga de aire en la línea de succión, en los flanges o los acoplamientos, en el prensaestopas de la válvula de succión de la toma de agua, o en el prensaestopas o sello de la bomba.</p> <p>El NPSH disponible es insuficiente.</p> <p>El colador de la línea de succión esta obstruido o carece de suficiente aire para permitir un flujo completo.</p>

	<p>Rotor o cañería de descarga o de toma parcialmente obstruidos.</p> <p>El rotor de la bomba gira en la dirección equivocada.</p> <p>La válvula de succión o descarga está parcialmente cerrada.</p> <p>Velocidad de rotor demasiado baja.</p> <p>Rotor instalado en dirección inversa.</p>
Problema continuado	Posibles causas continuado
Pérdida de cebado mientras la bomba está en operación	<p>El nivel de líquido cae por debajo de la línea de succión de la toma.</p> <p>Fuga de aire desarrollada en el prensaestopas o sello de la bomba.</p> <p>Fuga de aire desarrollada en la línea de succión.</p> <p>Líquido evaporándose en la línea de succión.</p>
La bomba es ruidosa	<p>Cavitación</p> <p>Desalineación del motor a la bomba.</p> <p>Material extraño en la bomba.</p> <p>Eje de bomba doblado.</p> <p>Rotor toca la carcasa.</p> <p>Los sellos están demasiado apretados.</p>

<p>La bomba necesita demasiada energía</p>	<p>Velocidad del rotor demasiado alta.</p> <p>La empaquetadura del prensaestopas está demasiado apretada.</p> <p>Rotor toca el encapsulado.</p> <p>Los sellos están demasiado apretados.</p> <p>La altura del sistema es demasiado baja y causa que la bomba entregue demasiado líquido.</p> <p>Rotor en la dirección incorrecta.</p>
--	---

## **Mantenimiento**

### **Mantenimiento Preventivo**

La mayoría de los fabricantes de bombas especifican un programa de mantenimiento preventivo. A menudo se especifica como un programa en el manual que se entrega con la unidad de bombeo. Estos tipos de programas incluyen:

- Mantenimiento rutinario.
- Inspecciones rutinarias.
- Inspecciones a intervalos.
- Inspecciones anuales.

### **El mantenimiento de rutina típico incluiría lo siguiente:**

- Inspección de los rodamientos.
- Monitoreo de sellos.
- Análisis de la vibración.
- Monitoreo de la presión de descarga.
- Monitoreo de la temperatura.

### **Las inspecciones de rutina incluyen:**

- Revisiones para encontrar ruido, vibración y temperatura de rodamientos inusuales.
- Inspección de la bomba y las conexiones de cañería adyacentes en busca de fugas.
- Revisión de la cámara del sello/prensaestopas en busca de fugas.
- Sellos mecánicos no debieran tener fugas,
- El prensaestopas requiere ajuste o posible reemplazo de la empaquetadura si hay fuga excesiva.

### **Inspecciones a intervalos**

Las inspecciones a intervalos se llevan a cabo en intervalos de tres (3) meses o de seis (6) meses. Usualmente incluyen las siguientes revisiones:

- Revisión de la fundación y los pernos de sujeción para comprobar que estén apretados.

- Revisión de la empaquetadura si la bomba ha estado inactiva por un período largo.
- Si la bomba se lubrica con aceite, cambiar el aceite si la bomba ha alcanzado o excedido las horas de funcionamiento con aceite especificada por el fabricante.
- Revisión de los ejes por errores de desalineamiento.

## Inspecciones anuales

Este tipo de inspección involucra los siguientes tipos de revisiones:

- Revisión de la capacidad de la bomba contra las especificaciones del fabricante.
- Revisión de la presión de salida.

## 11.5 Válvulas: ¿Qué son y para qué sirven las válvulas?

Revisaremos algunos de los contenidos asociados al concepto de *Válvulas*:

Las válvulas regulan el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema. Son fundamentales en los circuitos hidráulicos, como un mecanismo que sirve para regular el paso de fluidos y controlar la dirección de los flujos de aceite o agua, según su conveniencia, en cada aplicación industrial.

Son elementos que regulan la detención, dirección, presión o caudal del fluido que es enviado por una bomba hidráulica. Consiste en un cuerpo y una pieza móvil, que conecta y desconecta conductos dentro del cuerpo.

Se pueden dividir según su función en: válvulas distribuidoras, válvulas de bloqueo, válvulas de presión, válvulas de caudal, válvulas de cierre, válvulas de retención, de seguridad, compensadoras, pilotadas, anti retorno y combinadas, entre otras.

La tendencia actual de los fabricantes es sustituir los circuitos pilotados hidráulicamente por pilotajes electrónicos, que resultan más cómodos, sencillos y económicos. Estos circuitos son comandados por señales eléctricas.

### *Partes comunes de las Válvulas:*

Las Válvulas, independientemente de su tipo, disponen de algunas partes necesarias para el desarrollo de su función:

*Obturador:* Se conoce como disco (parte metálica) y, es la pieza que realiza la interrupción física del fluido, regulando el caudal y por tanto la pérdida de presión.

*Eje:* Se denomina también como *husillo*, es la parte que conduce y fija el obturador.

*Asiento:* Es la parte de la válvula en la que se realiza el cierre por medio del contacto con el obturador.

*Empaquetadura del eje:* Parte que se monta alrededor del eje metálico, asegurando la estanqueidad a la atmósfera del fluido.

- *Juntas de cierre:* Parte que se monta alrededor de la pieza de cierre (en algunos casos) asegurando una estanqueidad más perfecta del obturador.
- *Cierre:* Une el cuerpo con el accionamiento, logrando que la cavidad del cuerpo y del obturador (donde hay fluido) no fugue.
- *Cuerpo:* Es la parte a través de la cual transcurre el fluido.
- *Tapa:* Corresponden a las partes retenedoras de presión, son el envolvente de las partes internas de las Válvulas.
- *Extremos:* Parte de la válvula que permite la conexión a la tubería. Puede ser soldada, roscada, ranurada o incluso sólo permitir que la válvula se acople a la tubería por las uniones externas.
- *Pernos de unión:* Elementos que unen el cuerpo y tapa de la válvula entre sí, para asegurar la estanqueidad atmosférica.
- *Accionamiento:* Mecanismo que acciona la válvula.

## **11.6 Tipos y características de válvulas comunes**

Es posible clasificarlas según la función que realizan en:

- **Válvulas distribuidoras o de vías direccionales:** Permiten realizar y ordenar los cambios en la dirección del fluido hidráulico, según las necesidades de

cada fase del ciclo de trabajo, abriendo o cerrando determinadas vías de paso.

- Válvulas de caudal: Dosifican la cantidad de fluido que pasa por ellas. Para regular el caudal se debe considerar el tipo de instalación, sentido del flujo y características del caudal: unidireccionales y/o bidireccionales.
- Válvulas de bloqueo: Cortan el paso del aire comprimido. En ellas se bloquea un sólo sentido de paso, de forma que el otro queda libre. Se suelen construir de forma que el aire comprimido actúa sobre la pieza de bloqueo y así refuerza el efecto cierre.
- Válvulas de cierre: Las válvulas de corte, cierre o interrupción son usadas por todas las industrias y en todo tipo de fluidos.
- Válvulas de presión: Estas válvulas influyen principalmente sobre la presión, o están acondicionadas al valor que tome la presión.

Dependiendo del material utilizado en el cuerpo de la válvula, se pueden denominar:

- Válvula de acero al carbono, utilizadas en la mayoría de procesos industriales inocuos.
- Válvulas de acero inoxidable, utilizadas en situaciones de corrosión o temperatura menor.
- Válvulas de acero aleado, se usa en procesos corrosivos, por ejemplo, la desalinación del agua de mar.

Para estandarizar las válvulas se determinan diferentes presiones máximas a las que pueden trabajar. Su denominación generalmente es impresa en el cuerpo de la válvula.

### **Tipos de Válvulas Comunes**

*Válvula de Compuerta:* Se utilizan como un servicio con apertura total o cierre total, sin estrangulación. Son de uso poco frecuente y tienen una resistencia mínima a la circulación. Recomendadas para mínimas cantidades de fluido o líquido atrapado en la tubería.



Figura 286

*Válvula de Mariposa:* Es de  $\frac{1}{4}$  de vuelta y controla la circulación por medio de un disco circular. Se usa cuando se requiere un servicio con apertura o cierre total, de accionamiento frecuente de corte de gases o líquidos.



Figura 287

*Válvula de Bola:* También son de  $\frac{1}{4}$  de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, permitiendo la circulación directa en la posición abierta y cortando y cerrando el paso cuando se gira la bola  $90^\circ$ .



Figura 288

*Válvula de Asiento Plano:* Cuentan con un cierre mediante asiento/apoyo. Se utilizan ampliamente en la regulación, pueden tener un accionamiento manual o hidráulico. No son útiles para todo o nada.



Figura 289

## 11.7 Instrumentos de medición asociados (manómetros, flujómetros, termómetros)

### Manómetro

El manómetro es un instrumento que se utiliza para la medición de la presión en fluidos, tanto líquidos como gases, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local. En el área mecánica la presión se define como: la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas, perpendicularmente a esa superficie. Suele medirse en atmósferas (atm, que se define como 101.325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional).



Figura 290

Como instrumento que mide la presión, utiliza como nivel de referencia la presión atmosférica, y mide la diferencia entre la presión real o absoluta y la atmosférica, a este valor de presión se le denomina *Manométrica*. La presión manométrica se expresa entonces por encima, o por debajo de la presión atmosférica. Todos tienen un elemento que cambia alguna propiedad cuando son sometidos a medir la presión, y se expresa en una escala o pantalla calibrada directamente en las unidades de presión correspondientes.

En general, el nombre de Manómetro se utiliza para medir presiones estáticas o de cambio lento, si el aparato sirve para medir presiones que cambian muy rápido, por ejemplo, un cilindro de un motor de combustión interna, se denomina Transductor.

## Flujómetro

En la siguiente unidad revisaremos algunos de los contenidos asociados al concepto de *Instrumentos de medición*:

Se denomina Flujómetro a los dispositivos que se utilizan para la medición de flujos volumétricos, porque miden la tasa de flujo que pasa por una tubería y permiten realizar los cálculos para el reconocimiento de las pérdidas.



Figura 291

Las pérdidas pueden ser provocadas por obstrucciones dentro de la tubería o por roce del fluido, lo que señala la ocurrencia de pérdidas de energía debido a la fricción; esa pérdida de energía trae como resultado una disminución de la presión entre dos puntos del sistema de flujo.

También hay flujómetros que se utilizan para la medición de la velocidad del aire y del caudal volumétrico. Los flujómetros de aire permiten medir la fuerza eólica y la velocidad de circulación del aire y son ideales para mediciones rápidas y permanentes. En general, la utilización del flujómetro está directamente relacionada con la medición de costos, calidad del proceso, seguridad, cálculos de pérdidas, velocidad, caudales y coeficientes de caudal.

Para medir el caudal o gasto volumétrico de un fluido, el flujómetro se ubica en línea con la tubería que transporta el fluido. La acción de medir la entrada y salida de flujos de una planta, por ejemplo, permite realizar un balance que puede significar encontrar puntos de optimización del proceso, reduciendo las pérdidas. Otro ejemplo, es realizar la medición del consumo de combustible en una caldera, los gases de salida en la chimenea, el vapor y/o agua caliente, lo que permite controlar el correcto funcionamiento de un generador de energía.

Razones para medir el flujo:

- Transferencia custodiada.
- Control de Inventario.
- Detección de filtración.
- Control del proceso.

Existen versiones mecánicas y eléctricas de flujómetros, que utilizan variadas tecnologías, pues es necesario considerar: tipos de fluidos, de cañerías, variables de proceso, ambiente, calidad de la medición, limitaciones y estándares, entre otros.

**Ejemplo Versión Mecánica:** es posible encontrarlas en los contadores de agua instalados a la entrada de una vivienda y que permite determinar cuántos metros cúbicos de agua se consumieron.

**Ejemplo Versión Eléctrica:** Calentadores de agua de paso, que se utilizan para determinar el caudal que está circulando, o en lavadoras para llenar su tanque a diferentes niveles.

## Termómetro

El Termómetro es un instrumento de medición de temperatura, que ha evolucionado considerablemente. En el comienzo se basaban en el principio de dilatación, utilizando como metal base el mercurio encerrado en un tubo de cristal que traía una escala numérica graduada. Ahora se fabrican termómetros electrónicos digitales, que ofrecen una precisión más elevada, segura y adaptable en el control de la temperatura de procesos industriales, alimentarios y en análisis de laboratorio. La velocidad de respuesta que tienen es importante cuando las reacciones que se monitorean, cambian rápidamente. Además, utilizan sensores de pequeñas dimensiones, facilitando realizar medidas en áreas reducidas, de tensión mecánica o en condiciones ambientales que pueden ser adversas.



Figura 292

En física se utilizan distintos tipos de termómetros, según la precisión que se requiera o el margen de temperaturas que se necesita estudiar. Todos se basan en una propiedad termométrica de alguna sustancia, que tiene la propiedad de cambiar continuamente con la temperatura.

Algunos tipos de Termómetros:

- **Termómetro de mercurio:** es el clásico tubo de cristal sellado que contiene un líquido, generalmente mercurio, cuyo volumen cambia con la temperatura de manera uniforme y se visualiza en una escala graduada que por lo general está dada en grados Celsius.
- **Termómetro de lámina bimetálica:** Está formado por dos láminas de metal, que por acción de variación de la temperatura del aire, genera una dilatación o contracción de las placas. Se utiliza como termohigrógrafo.
- **Termómetro de gas:** Es un tipo de termómetro bastante exacto, y que generalmente se utiliza para la calibración de otros termómetros. Funciona por presión de gas: contiene un elemento que mide la presión, conectado por un tubo capilar a una ampolla que se expone a la temperatura que se ha de medir. A presión el sistema se llena, con un gas inerte (generalmente nitrógeno).
- **Termómetro de resistencia:** Es un alambre de algún metal (platino, en ocasiones) cuya resistencia eléctrica cambia cuando oscila la temperatura.

**Nociones básicas de sistemas de cañerías (piping)****Estrategias metodológicas para el instructor**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	✓
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

**Cañerías, elementos de unión de cañerías****Objetivos de aprendizaje**

- Reconocer sistemas de piping y cañerías, por medio de videos interactivos que muestran aplicaciones en minería e industria.
- Reconocer las tuberías, flanges, las empaquetaduras, unión tipo victaulic, codos, Tees, expansiones, contracciones, uniones roscadas.

**Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer elementos de piping y unión de cañerías a través de un muestrario. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estos elementos de uso común en la industria de la minería, así como entregarles nociones básicas en relación a sistemas de piping a través de videos. El instructor podrá generar una conversación con los participantes a partir de preguntas seleccionadas para guiar la observación del material audiovisual.

## **Materiales**

- Un computador con conexión a Internet.
- Data show y parlantes de sonido.

### Recursos audiovisuales:

- Constructor de oleoductos

<https://www.youtube.com/watch?v=e3k0zloG1YM>

- Construcción de mineroducto

<https://www.youtube.com/watch?v=b59JuD47FiA>

### 1 tubería de acero de diámetro compatible con los siguientes accesorios:

- 1 Flange NPT.
- Empaquetaduras de grafito y PTFE.
- Una unión tipo Victaulic.
- 1 codo en 90, 1 codo en 45°.
- Una T.
- Codo roscado.
- Tapa gorro.
- Un O-ring.

Se sugiere que la institución de formación encargada del curso adquiera los materiales y elementos mencionados y prepare los muestrarios para la realización de la actividad. Estos artículos se consiguen en tiendas especializadas.

## **Desarrollo**

### Primera parte:

El instructor invitará a los participantes a observar con atención cada uno de estos videos y les solicitará que respondan las preguntas a continuación generando condiciones para una conversación respecto a las actividades mantención que realizan los mantenedores. Se sugiere que el instructor lea las preguntas antes de la exhibición del video y discuta las respuestas una vez exhibidos.

El instructor podrá adoptar un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los videos y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a

la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.

**Videos:** “Construcción de oleoductos y gasoductos (pipeline construction)”



Observando los video ¿cuáles considera usted que son las actividades de mantención en las que un mantenedor mecánico base general se involucra?

Los videos son de instalación de piping muestran grandes instalaciones. Las labores de mantenimiento se relacionan por ejemplo con: cambios de empaquetadura, trabajar en la bomba, instalación y desinstalación de flanges y verificando que las válvulas estén correctamente cerradas antes de abrirlas. Las actividades anteriores deben depender de un supervisor a cargo quien guíe las acciones. Muy importante es destacar que parte de la actividad laboral involucra la limpieza y orden del lugar de trabajo una vez realizada la mantención.

El instructor podrá reforzar que lo visto en el video consta de un proceso que más amplio que solamente de piping e involucra los siguientes temas:

- Apertura de Pista.
- Construcción de Zanja.
- Desfile de Cañerías.
- Curvado de Cañería.
- Soldadura en Cañerías.
- Radiografía de uniones Soldadas.
- Revestimiento y reparaciones de Uniones Soldadas.

- Revestimiento y Hormigonado de la Cañería.
- Bajada de la Cañerías.
- Tapada de la Cañerías.
- Prueba Hidrostática.
- Inspección Interna de Cañería.

### **¿Cuáles son los principales sistemas de transporte por tubería/cañería?**

Los principales sistemas de transporte por tubería son los siguientes:

- El gas natural transportado por gasoductos.
- Hidrocarburos líquidos, especialmente aceite, transportados por oleoductos.
- Hay muchos otros productos transportados a distancias importantes:
  - ✓ El agua dulce.
  - ✓ El agua salada.
  - ✓ El oxígeno.
  - ✓ El hidrógeno.
  - ✓ El etileno.
  - ✓ El vapor.
  - ✓ Distintos tipos de ácidos.

#### Segunda parte:

Luego de exhibidos los videos, el instructor deberá dividir al curso en grupos de acuerdo al número de muestrarios que tenga y tendrá que fotocopiar las fichas con la descripción (nombre) del material para cada grupo.

Los materiales del muestrario deberán estar sin nombres con la finalidad de aprender a reconocerlos mediante la observación de sus características. De no tener muestrarios con los elementos solicitados se podrán usar las fotografías contenidas en el material didáctico como imágenes referenciales.

El instructor deberá recortar las fichas con la imagen y el nombre. Luego deberá entregar los sets de fichas a los grupos y pedirles que identifiquen el nombre con la imagen.

Se puede solicitar a los participantes que propongan sus propias maneras de trabajar con las fichas.

El instructor deberá indicar y explicar el uso de cada uno de estos elementos, a través de una demostración práctica.

## Muestrario de elementos de piping y unión de cañerías:

Elementos de piping y unión de cañerías	Nombre:
	1 Flange NPT
	Empaquetaduras de grafito y PTFE
	Una unión tipo Victaulic
	1 codo en 90

	<p>1 codo en 45°</p>
	<p>Una T</p>
	<p>Codo roscado</p>
	<p>Tapa gorro</p>
	<p>Un O-ring</p>

**Bombas centrífugas: ¿Qué son y para qué sirven? Características principales.**

**Piezas y componentes de la bomba centrífuga.**

**Problemas frecuentes de la bomba centrífuga.**

### **Objetivos de aprendizajes**

- Reconocer el rodete, la carcasa, el eje, el motor eléctrico y sus dimensiones principales.
- Identificar cuando una bomba está conectada en serie o en paralelo.

### **Descripción de la actividad**

Los siguientes videos son un instrumento en el proceso de enseñanza aprendizaje, que ofrecen una manera estructurada de presentar información relevante sobre nociones básicas en relación las características, tipos, componentes, configuraciones y problemas frecuentes de las bombas centrífugas. El instructor podrá generar una conversación con los participantes a partir de la observación del material audiovisual. Luego de haber visto estos videos los participantes aplicarán lo aprendido reconociendo las partes de una bomba centrífuga y sus principales características.

### **Materiales y recursos**

- Un computador con conexión a Internet.
- Data show y parlantes de sonido.

Recurso audiovisual:

#### **Video1: Introducción a bombas centrífugas**

<http://www.youtube.com/watch?v=pYMOQVRyJGw>

#### **Video2: Diseño CAD bomba centrífuga**

<http://www.youtube.com/watch?v=gYPvLeVtel4&list=PL673C2A208FFD9AD8>

#### **Video3: Diseño CAD de bomba centrífuga en funcionamiento**

<http://www.youtube.com/watch?v=wOTHKgnHo48&list=PL673C2A208FFD9AD8>

#### **Video 4: Mantenimiento de bomba centrífuga**

<http://www.youtube.com/watch?v=qu2SMNLXt3U&list=PL673C2A208FFD9AD8>

### **Video 5: Bombas centrífugas**

<http://www.youtube.com/watch?v=R3K5zy392TM&list=PL673C2A208FFD9AD8>

### **Video 6: Diseño CAD de rodete de bomba centrífuga**

<http://www.youtube.com/watch?v=4YcXanaBSOA&list=PL673C2A208FFD9AD8>

### **Video 7: Funcionamiento de bomba centrífuga autocebante**

<http://www.youtube.com/watch?v=57xWIH0cL8M&list=PL673C2A208FFD9AD8>

### **Video 8: Rodetes**

<http://www.youtube.com/watch?v=UrChdDwHybY&list=PL673C2A208FFD9AD8>

### **Video 9: Cavitación y NPSH**

<http://www.youtube.com/watch?v=zowQiteQL2I&list=PL673C2A208FFD9AD8>

### **Video 10: Prueba de cavitación**

<http://www.youtube.com/watch?v=YTP7nbiDSOI&list=PL673C2A208FFD9AD9>

### **Video 11: Instalación de bombas centrífugas**

<http://www.youtube.com/watch?v=ycStpC16OwA>

## **Desarrollo**

### Primera parte:

El instructor invitará a los participantes a observar con atención los videos y generará condiciones para una conversación respecto a qué es una bomba centrífuga y las actividades de mantención que estas requieren.

El instructor podrá adoptar un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los videos y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.

Podrá realizar preguntas generales una vez exhibidos los videos tales como:

¿Qué es una bomba centrífuga?

Respuesta: Es una turbo máquina que emplea la fuerza centrífuga para forzar el bombeo de líquidos. El líquido entra generalmente al centro (ojo) del impulsor y es

conducido por los álabes y acelerado a una alta velocidad por la rotación del impulsor y lanzado por la fuerza centrífuga a los canales o voluta.

¿Cuál es la función del impulsor de la bomba centrífuga?

Respuesta: El impulsor es el corazón de la bomba centrífuga. Hace girar la masa de líquido con la velocidad periférica de las extremidades de los álabes, determinando así la altura de elevación producida o la presión de trabajo de la bomba.

De las partes de una bomba centrífuga ¿A qué se le denomina voluta?


Se denomina voluta a la cámara o carcasa en forma de espiral de una bomba centrífuga. La denominación es debida a que su forma recuerda al molusco del mismo nombre.

### Segunda Parte:

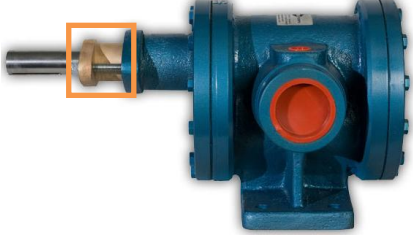
Los participantes deberán reconocer las partes de una bomba centrífuga y mencionar su función y/o usos en el cuaderno de actividades.

El instructor decidirá si los participantes trabajaran en grupos, pares o individualmente y al final de la actividad entregará las respuestas correctas y deberá destacar que la actividad más recurrente del mantenedor es el cambio de empaquetadura de la bomba centrífuga.

Respuestas instructor:

Partes básicas	Nombre	Función y/o uso
	Impulsor (álabes)	Es el corazón de la bomba centrífuga, recibe líquido y le imparte velocidad de la cual depende la carga producida por la bomba.

	<p>Voluta</p>	<p>Se llama así por su forma de espiral tipo caracol, su función es convertir energía de velocidad impartida al líquido por el impulsor de energía de presión. Esto se lleva a cabo mediante reducción de velocidad por un aumento gradual del área.</p>
  	<p>Eje</p>	<p>Es el soporte de todos los elementos que giran en ella, transmitiendo además el movimiento que le imparte el eje del motor.</p>
	<p>Rodamientos</p>	<p>Los rodamientos de las bombas centrífugas soportan las cargas hidráulicas que se producen sobre el impulsor, la masa del impulsor y el eje.</p>
	<p>Descansos</p>	<p>Los descansos son la zona donde “descansa” el eje. Su función es servir de soporte desde la base de la bomba hacia el eje aplicando fuerza transversal para sostenerla.</p>

	<b>Prensa Estopa</b>	Su función es presionar las empaquetaduras que se instalan dentro del cuerpo de la bomba, en la parte trasera del cuerpo de esta, para que no haya fugas de agua.
---	----------------------	---

## Válvulas e instrumentos; ¿Qué son y para qué sirven?

### Tipos y características de válvulas comunes

#### Objetivos de aprendizaje

- Reconocer válvulas de diversos tipos y sus funciones en sistemas de piping.

#### Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer válvulas en sistemas de piping a través de un muestrario. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estos elementos. Luego participantes aplicarán lo aprendido reconociendo a través de imágenes el tipo de válvula y su clasificación según criterio: regulación, aislamiento, anti-retorno o retención, seguridad y control.

#### Materiales y recursos

Válvulas de:

- Globo.
- Asiento inclinado.
- Antiretorno.
- Reductora de presión.
- Compuerta.
- Macho.
- Tres vías.
- Bola
- Seguridad.
- Mariposa.

Se sugiere que la institución de formación encargada del curso adquiera los materiales y elementos mencionados y prepare los muestrarios para la realización de la actividad. Estos artículos se consiguen en tiendas especializadas.

## Desarrollo


El instructor deberá dividir al curso en grupos de acuerdo al número de muestrarios que tenga y los participantes deberán aprender a reconocer las válvulas mediante la observación de sus características. El instructor deberá indicar y explicar el uso de cada uno de estos elementos, a través de una demostración práctica.

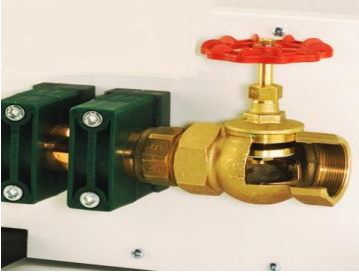


De no tener muestrarios con los elementos solicitados se podrán usar las fotografías contenidas en el material didáctico como imágenes referenciales. Deberán reconocer las válvulas que se presentan en las imágenes, escribir sus nombres y clasificarlas de acuerdo a su función.


Al final de la actividad el instructor entregará las respuestas correctas.




El participante deberá escribir el nombre de la válvula y marcar (✓) en que categoría se clasifican según su función, tomando en cuenta que algunas válvulas cumplen con más de una función:



## Respuestas para el instructor:

Válvulas	Regulación	Aislamiento	Anti-retorno o Retención	Seguridad	Control de flujo
	✓	✓		✓	
1) Nombre: Válvula de bola					

	✓				
2) Nombre: Válvula de globo					
	✓				
3) Nombre: Válvula de asiento					
			✓		
4) Nombre: Válvula anti-retorno					

Válvulas	Regulación	Aislamiento	Anti-retorno o Retención	Seguridad	Control
					✓

5) Nombre: Válvula reductora de presión					
	✓				
6) Nombre: Válvula de compuerta					
	✓				
7) Nombre: Válvula macho					
	✓				
8) Nombre: Válvula de tres vías					

Válvulas		Regulación	Aislamiento	Anti-retorno o Retención	Seguridad	Control
	9) Nombre: Válvula de seguridad				✓	
		✓	✓			
	10) Nombre: Válvula mariposa					

## Instrumentos de medición asociados

### Objetivos de aprendizajes

- Asociar el manómetro a la unidad de presión, el flujómetro a la cantidad de líquido por unidad de tiempo y termómetro a la temperatura medida.

### Descripción de la actividad

Los siguientes videos son un instrumento en el proceso de enseñanza aprendizaje, que ofrecen al participante una manera estructurada de presentar información en relación a instrumentos asociados a los sistemas de piping:

manómetro, flujómetro y termómetro. El instructor podrá generar una conversación con los participantes a partir de preguntas seleccionadas para guiar la observación del material audiovisual.

### **Materiales y recursos**

- Un computador con conexión a Internet.
- Data show y parlantes de sonido.
- Manómetro.
- Flujómetro.
- Termómetro.

### Recursos audiovisuales:

#### **Calibración de manómetro de Bourdon:**

<http://www.youtube.com/watch?v=kVMYpOTjy3s>

#### **Medidores de caudal:**

<http://www.youtube.com/watch?v=mNCQm9P86FM>

#### **Medición de caudal, nivel y temperatura:**

<http://www.youtube.com/watch?v=vES7BfGkz1A>

### **Desarrollo**

El instructor invitará a los participantes a observar los videos generando condiciones para una conversación. El instructor tendrá que desarrollar otras preguntas a las ya planteadas, de acuerdo a los objetivos de la actividad. Se sugiere que el instructor lea o reparta las preguntas por escrito antes de la exhibición de los videos y discuta las respuestas una vez exhibidos.

El instructor podrá adoptar un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los videos y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.

**El instructor deberá enfatizar las funciones de los instrumentos de medición y de ser posible mostrar el funcionamiento de instrumentos reales en una demostración práctica.**

### **“Calibración de manómetro de Bourdon”**



Video 1: “Calibración de manómetro de Bourdon”

**Según lo expuesto en el video, ¿Qué es un manómetro tipo Bourdon?**

Es un sistema de medida, que contiene un sensor, el tubo Bourdon, que se deforman elásticamente bajo la influencia de una presión.

Video 2: Medidores de caudal.

**¿Por qué son necesarios diferentes tipos de medición?**

Porque el flujo de la tuberías a menudo tiene propiedades diferentes.

**¿Qué medidores se observan en el video? Discuta sus diferencias.**

Tubo venturi, rotámetro y flujómetro electromagnético

Video 3:

**¿En que se basan caudalímetros por obstrucción?**

Los caudalímetros por obstrucción están basados en la caída de presión generada por el cambio de velocidad de flujo que produce una obstrucción a través de un tubo.

**¿Qué tipo de caudalímetros por obstrucción se mencionan?**

- Placa Orificio.
- Tubo Venturi.

**Cierre**

El instructor podrá explicar que de acuerdo a lo visto en los contenidos y actividades, la función básica de un sistema de piping es el transporte adecuado y seguro de fluidos de un área de la planta a otra.

Destacará que la función de los mantenedores es velar por el buen funcionamiento y condición del todo el sistema piping. Es en estas funciones de piping, que el participante además aplica todos sus conocimientos de ciencias básicas adquiridos.

## **12. Nociones de motores diesel y sistemas de inyección electrónica**

### **12.1 Qué es el motor Diesel y para qué sirve, introducción al funcionamiento**

El motor diesel en general es definido como un motor térmico, de combustión interna. Esto se refiere a que en este motor el encendido se produce por una alta temperatura la que posibilita la compresión del aire al interior del cilindro del mismo.

Su funcionamiento comienza con la ignición sin chispa de la mezcla de aire con gas. Como antes fue mencionado, es necesaria la elevación de la temperatura para la compresión del aire, lo que se produce en el denominado segundo tiempo motor, la compresión. Posteriormente, el combustible es inyectado en la parte superior de la cámara de compresión. Este proceso se realiza a una gran presión, lo que permite que el combustible se atomice y se mezcle con el aire.

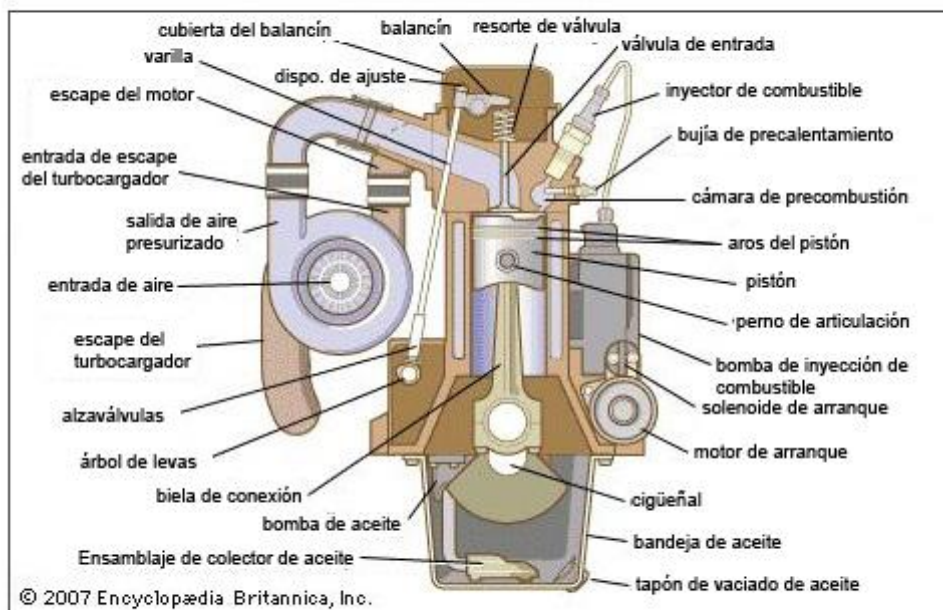
Este proceso produce la quema de la mezcla en forma rápida, lo que hace que el gas que se ha acumulado en la cámara se expanda, haciendo que el pistón se mueva hacia abajo. El movimiento del pistón es transmitido a otras estructuras que hacen que este movimiento lineal se transforme en uno de rotación.

Los motores diesel resultan de gran utilidad, y una de las principales razones de esto, es su bajo consumo de combustible, en comparación por ejemplo a los motores a gasolina.

### **Motores Diesel**

Un motor diesel, también conocido como un motor de encendido por compresión (CI) funciona creando una explosión controlada en una cámara sellada de pistón. El motor diesel utiliza el calor de la compresión para iniciar el encendido que quema el combustible inyectado en la cámara de combustión. Este motor fue desarrollado por el inventor alemán Rudolf diesel en 1893.

## Motor Diesel



Motor dieses equipado con cámara de precombustión

Figura 293

## Picado Diesel

El Picado del Diesel (Diesel knock) es el sonido de golpeteo que viene de un motor diesel en funcionamiento. El ruido es causado por la compresión del aire en los cilindros y la ignición del combustible a medida que es inyectado. El diesel knock ocurre cuando la mezcla de gas combustible producida durante el período de retraso del encendido se quema explosivamente y la presión aumenta súbitamente. El diesel knock se puede prevenir acortando el período de retraso del encendido. Las boquillas de inyección de combustible generalmente están diseñadas para disminuir la inyección de combustible durante el período de retraso de encendido.

## Torque

Se dice que un motor diesel tiene un “alto torque”, lo que significa que el motor tiene un poder de arrastre en todas las velocidades, especialmente en velocidades bajas. Con un motor de gasolina, el torque característico no es tan constante como en un motor diesel. A medida que la velocidad del motor se reduce, también se reduce su torque y por ende su poder de arrastre. Un motor de gasolina no tiene

tan buen arrastre como un motor diesel y tiene mayor tendencia a pararse que un motor diesel. La diferencia en las características de torque entre la gasolina y el diesel puede estar directamente relacionada a la combustión de la carga de combustible.

## Turbocompresor

El turbocharger es esencialmente un supercompresor impulsado por escape, y su propósito primario es presurizar la toma de aire, aumentando la cantidad que entra a los cilindros del motor en la entrada de aire, y permitiendo así que el combustible se queme más eficientemente. De esta manera, el torque y el poder se descarga de un motor se puede aumentar hasta un 35% por la adición del turbocompresor.

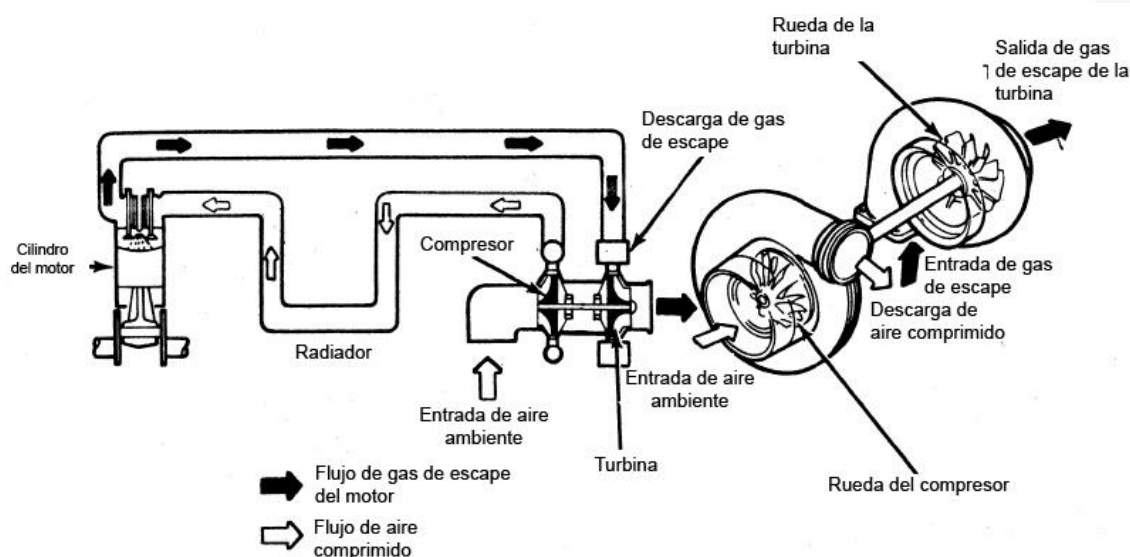


Figura 294: Diagrama esquemático del funcionamiento de un turbocargador de gas de escape

## Proceso de Combustión

En un motor de encendido por compresión, el combustible es introducido a la cámara por el inyector, que descompone el combustible en muy pequeñas gotas que se esparcen en el aire comprimido. Tan pronto como el combustible frío entra en contacto con el aire caliente, toma el calor del aire y un sobre de vapor se forma alrededor de las gotas. El aire que se ha enfriado comienza a retomar su calor del cuerpo principal de aire, y a medida que esto ocurre, el vapor también se calienta hasta que entra en ignición. Una vez ocurrido eso, el calor de la combustión provee el calor necesario para vaporizar el combustible. Si el aire está estacionario en la cámara de combustión, rodea cada gota que se está quemando, “sofocándola”. Si, por otra parte, el aire está en continuo movimiento, el gas quemado se alejará de cada partícula de combustible y el aire fresco tomará su

lugar, asegurando un suministro suficiente de oxígeno para una combustión continua.

El tiempo durante el cual el combustible se vaporiza y se enciende depende de tres factores:

La diferencia entre la temperatura del aire y la temperatura de auto-ignición del combustible.

- La presión en la cámara de combustión.
- La adecuación de las partículas de combustible.

## Cetano

Los hidrocarburos, un compuesto hecho de carbón e hidrógeno, constituyen el grueso de varios petróleos. El cetano es un tipo de hidrocarburo que aparece en la forma de un fluido incoloro. Cuando es sometido a una compresión extrema, la presión hace que se encienda bastante rápidamente. El cetano tiene una clasificación base de cien. De acuerdo con esto, se usa luego como una medición para indicar el nivel de rendimiento de otros combustibles, como los diesel o incluso los biodiesel. La gasolina estándar utiliza un sistema de clasificación de números octanos para medir su eficiencia. Similarmente, el diesel utiliza números cetanos como medición de la calidad de su combustión.

## Ventajas y desventajas de los motores diesel

Ventajas
Dado que a la eficiencia térmica de un motor diesel es alta, utiliza menos combustible que un motor de gasolina de tamaño comparable, y por ende su operación es más económica.
El diesel está mejor adaptado para trabajos submarinos porque no usa encendido por chispa, y por ende no requiere Elementos eléctrico que puede ser dañado por el agua.
El combustible diesel se maneja y almacena con mayores niveles de seguridad que la gasolina, porque dado que su punto álgido es más alto, hay menos peligro de incendio.
El torque característico de un motor diesel no varía mayormente a mayores o menores velocidades. Esto quiere decir que los motores diesel, al ser usados

para aplicaciones automotoras, tendrán mejor arrastre en primera marcha.

Los motores diesel se pueden usar en minas subterráneas y túneles con mejor seguridad comparativa, mientras que no sucede lo mismo con motores de gasolina. La razón de esto es que la cantidad de monóxido de carbono presente en el gas de escape de los motores de gasolina es mucho mayor que en uno a diesel, y puede resultar fatal para las personas que trabajan en las proximidades.

#### Desventajas

Antes era más difícil encender un motor diesel que uno de gasolina en clima frío. Sin embargo, la inyección directa y el uso de aparatos de termostato han mejorado la habilidad de encendido en frío del motor diesel hasta el punto en que es equivalente a, o mejor que, el motor de gasolina en este aspecto.

A medida que las tensiones de operación en un motor diesel son mayores que las de un motor de gasolina, la construcción de un motor diesel es en general más pesada que la de un motor de gasolina de rendimiento comparable.

El costo inicial de un motor diesel es mayor que el de un motor de gasolina de tamaño similar. Sin embargo, los ahorros sustantivos en gastos de operación son más que suficiente para compensar este costo inicial.

Debido a las altas presiones de operación y precisión que se requieren de un sistema de inyección de combustible, el sistema es extremadamente sensible al polvo y al agua y el combustible debe mantenerse escrupulosamente limpio.

### COMPARACIONES ENTRE MOTORES DIESEL Y MOTORES A GASOLINA

CARACTERÍSTICA	MOTOR DIESEL	MOTOR A GASOLINA
<b>TIPO de COMBUSTIBLE</b>	Combustible Diesel	Gasolina
<b>ADMISIÓN DE COMBUSTIBLE AL CILINDRO</b>	INYECTOR CÁMARA DE COMBUSTIÓN	INYECTOR COLECTOR DE

<b>CÓMO:</b> <b>DÓNDE:</b> <b>CUÁNDO:</b>	FIN DE LA COMPRESIÓN	ENTRADA A LA SEÑAL DE IGNICIÓN
<b>TASA DE COMPRESIÓN</b>	14:1 – 24:1	8:1 – 11:1
<b>PRESIÓN DE COMPRESIÓN</b>	3150 kPa – 3850 kPa (460 Psi – 560 Psi)	770 kPa – 1400 kPa (110 Psi – 200 Psi)
<b>TEMPERATURA DE COMPRESIÓN</b>	425 °C - 550 °C	HASTA 250 °C
<b>IGNICIÓN (ENCENDIDO)</b>	CALOR DEL AIRE COMPRIMIDO	CHISPA ELÉCTRICA
<b>RPM MÁXIMO</b>	2000 - 4,500 RPM	5000 – 6000 RPM
<b>EFICIENCIA TÉRMICA</b>	35% - 40%	30% - 35%
<b>CONTROL DE VELOCIDAD</b>	SÓLO COMBUSTIBLE POR EL REGULADOR	AIRE y COMBUSTIBLE POR ACELERADOR

## Fundamentos del Motor Diesel

1. Durante el ciclo de admisión, sólo se deja entrar **AIRE**.
2. El aire es calentado (aprox 500°C) como resultado de estar altamente comprimido.
3. La combustión se inicia pronto después que el inyector rocía el combustible atomizado en la cámara de combustión a altas presiones.
4. La velocidad del motor es controlada por la **cantidad** de combustible inyectado, no por la cantidad de aire.
5. Todos los motores diesel tienen reguladores de velocidad. La alta masa de sus componentes recíprocas y giratorias causaría daño al motor (despedazamiento) si se les permitiera girar a altas velocidades.

6. Las bujías de incandescencia sólo **CALIENTAN** la cámara de combustión. No inician la combustión:

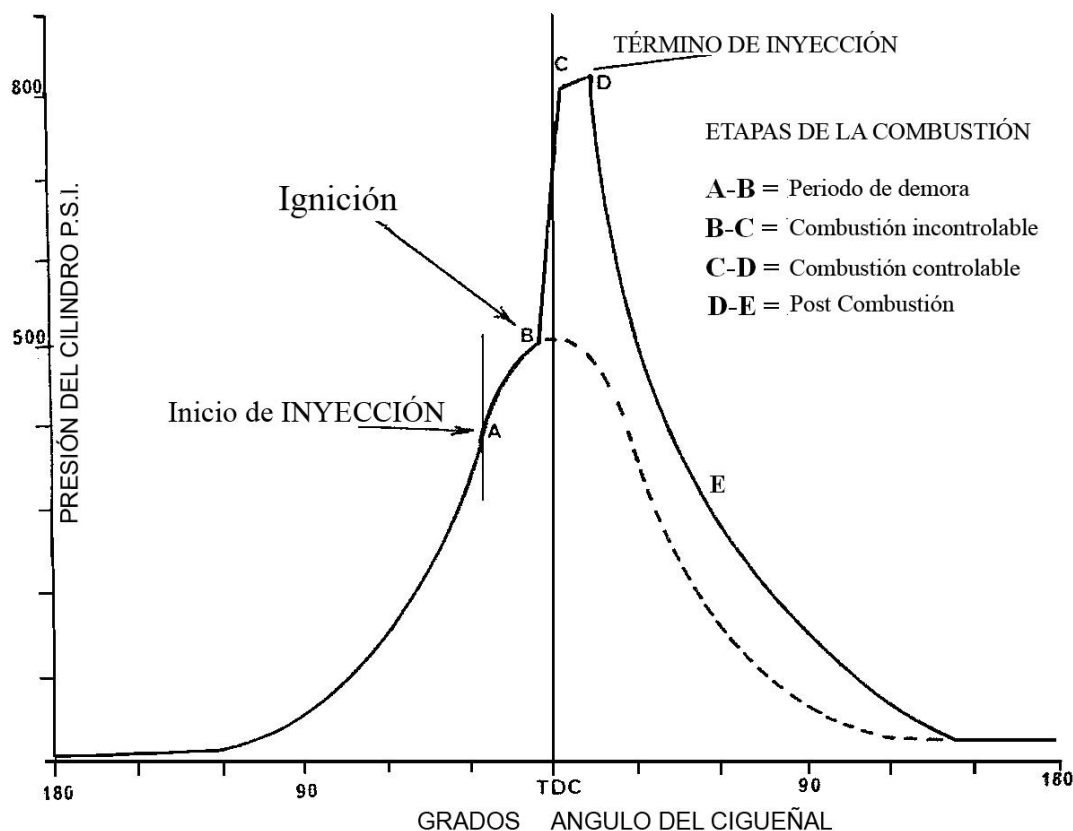


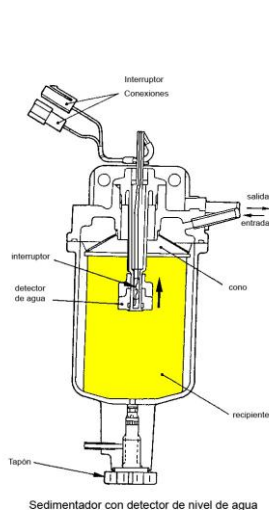
Figura 295

## 12.2 Introducción a los sistemas del motor diesel

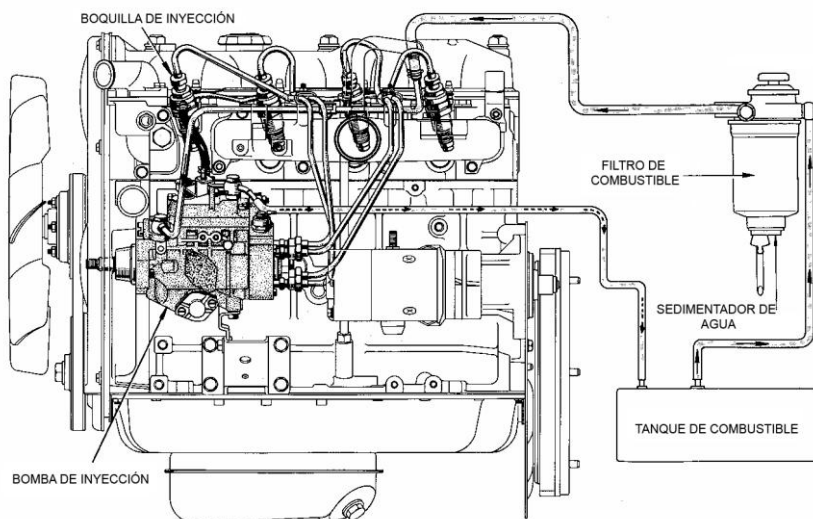
### Sistemas de Combustible Diesel

Las altamente exactas distancias de protección de los componentes del motor diesel implican que se necesita un combustible limpio, no contaminado y filtrado. La mayoría de los sistemas usan un filtro de combustible y un sedimentador que atrapa el agua y opera como una lámpara de advertencia o alarma sonora cuando hay agua presente en el combustible. Los filtros de combustible filtran las partículas abrasivas, y el agua, que podrían dañar el equipo de inyección, el cual tiene dimensiones exactas y está pulido. El sistema de filtrado más eficiente utiliza

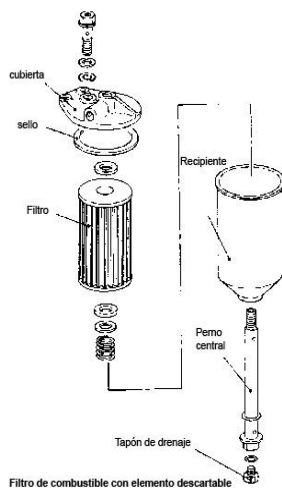
un filtro inicial para remover las partículas más grandes, y subsecuentes filtros para remover partículas más pequeñas. Las trampas de agua y los sedimentadores de agua atrapan el agua, y las partículas de polvo más grandes. Pueden ser unidades separadas o combinadas.



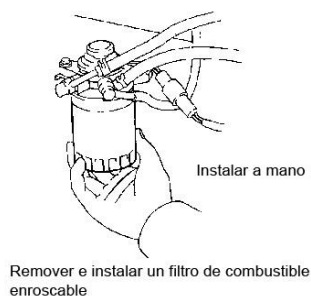
**Figura 296**



**Figura 297**



**Figura 298**



**Figura 299**

## **Contaminación / Calidad del Combustible**

La contaminación, sea por gasolina, agua o por cualquier material extraño dentro del sistema de combustible causa que su bomba de combustible diesel y sus inyectores diesel fallen. Las partes internas dentro de la bomba de combustible diesel y los inyectores diesel se desgasten y tiendan a fallar. Si usted ha tenido contaminación dentro de su sistema de combustible y ha tenido que cambiar o reparar los inyectores diesel o la bomba diesel, debe asegurarse de limpiar completamente el sistema de combustible y reemplazar su filtro de combustible antes de poner los reemplazos de las partes defectuosas en su vehículo.

### **Importante**

Es importante tomar todas las precauciones necesarias cuando cambie el filtro en un motor diesel – siempre debe apagar el motor primero que nada. Los motores a diesel producen una succión muy poderosa, y la toma de aire va directamente al motor. Los filtros de combustible normalmente son fáciles de cambiar, pero debe asegurarse de “purgar” las burbujas de aire del sistema y luego cebarlo para que comience a circular el nuevo suministro de combustible.

### **Bomba Inyectora de Combustible**

Un aparato que bombea combustible a los cilindros de un motor de gasolina o diesel se conoce como una bomba de inyección de combustible. La bomba normalmente es impulsada por una correa de distribución en cadena o dentada que es movida por los engranajes del cigüeñal, que hace que queden entrelazados. En los motores tradicionales con sistemas de ciclos de cuatro tiempos, gira a la mitad de la velocidad del cigüeñal para posibilitar una correcta distribución del proceso de inyección. Esto ocurre cuando el tiempo de compresión del cilindro está a punto de partir.

## **12.3 Introducción a la inyección electrónica**

La inyección electrónica de combustible consta de un sistema que intenta reemplazar el carburador de los motores que funcionan con gasolina. Su Objetivo es proporcionar al motor un mejor rendimiento, con mayor economía en sus distintos regímenes de funcionamiento, y a su vez lograr una menor contaminación del aire.

Los sistemas de inyección electrónica tienen la característica de permitir que el motor reciba solamente el volumen de combustible que necesita (dosificación).

El sistema de inyección electrónico de combustible está compuesto, básicamente, de sensores, además de una unidad de control electrónica y accionadores o actuadores. Este sistema basa su funcionamiento en la medición de ciertos procesos de trabajo del motor, como son; la temperatura del aire, el caudal de aire, el estado de carga, la temperatura del refrigerante, los gases de escape y la cantidad de oxígeno que poseen, así como también, las revoluciones del motor.

El sistema electrónico de control se encarga de procesar esta información en relación a su funcionamiento. Los resultados se transmiten a modo de señales a los accionadores o actuadores que van controlando, según el estado general del motor, la inyección de cierta cantidad de combustible, encargándose además de lograr una combustión completa.

Junto al sistema de control electrónico, el sistema de inyección electrónica de combustible, cuenta con un aparato encargado de realizar auto-diagnósticos que reaccionen dando aviso cuando hay algo que no se encuentra en orden. Por otra parte, se pueden realizar diagnósticos externos a través de scanner electrónicos para controlar el correcto funcionamiento del componente.

## **Inyección Directa**

El combustible es inyectado directamente a la cámara de combustión. El área de combustión (squish área) se usa para crear turbulencia del aire. Esta turbulencia es necesaria para asegurar el rápido mezclado del combustible atomizado y el aire para reducir el período de retraso lo más posible, dándole al motor más potencia y protegiendo los componentes del daño de las detonaciones.

Ventajas:

1. Buena economía de combustible, dada la alta eficiencia térmica.
2. Fácil encendido en frío – no requiere bujías incandescentes, aunque pueden ser utilizadas.

Desventajas.

1. Los estilos de motor diesel más antiguos son más ásperos y ruidosos durante su operación.

2. Requieren inyección precisa – altas presiones y buen patrón de rociado. Los motores diesel más modernos tienen un control electrónico para lograr esto.

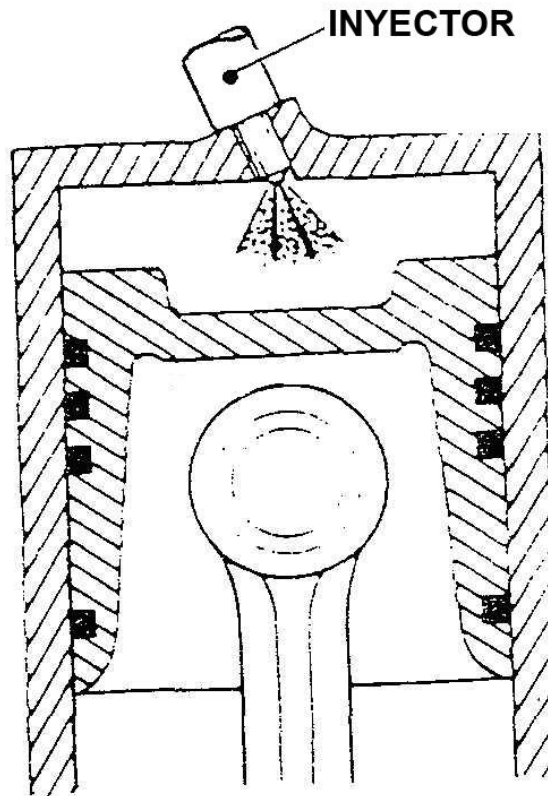


Figura 300

## Inyección Indirecta

### Cámara de turbulencia – operación

El aire es comprimido en la cámara de turbulencia que está conectada al área principal de combustión a través de un conducto estrecho. El combustible es inyectado a la cámara de turbulencia, y después del período de retraso, detona en la fase de combustión no-controlada. La cámara de turbulencia amortigua el shock del pistón. El combustible sigue siendo inyectado y quemado con la presión que empuja el pistón hacia abajo para el golpe de potencia.

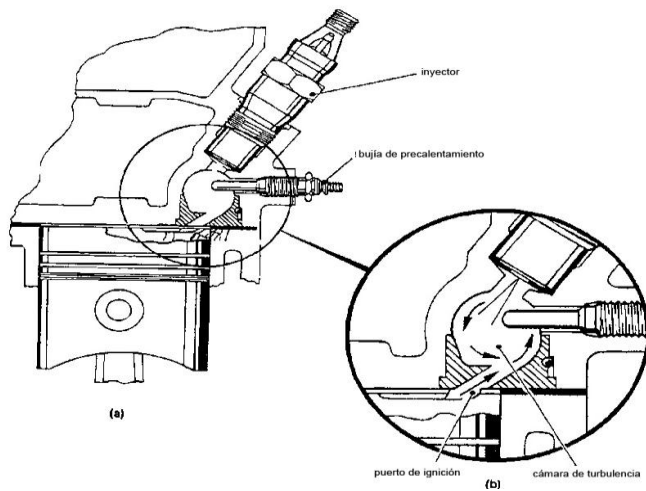
### Ventajas de la cámara de turbulencia:

1. Los motores pueden ser más livianos, por ende con mayores revoluciones, entregando más potencia que un motor más pequeño.

2. Las cámaras de turbulencia crean mayor turbulencia, en particular con revoluciones más altas, logrando un motor más silencioso y suave.
3. Los patrones de inyección no tienen que ser precisos.

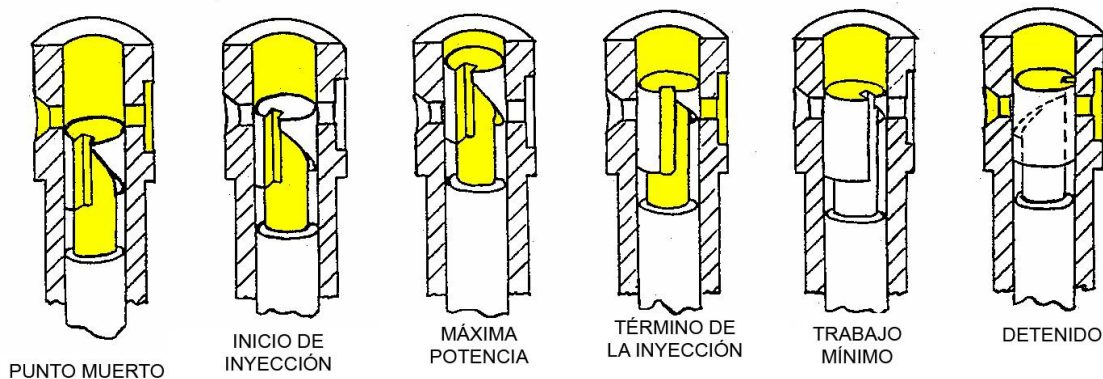
**Desventajas:**

1. Menor economía de combustible que la inyección directa.
2. Un encendido más difícil – requiere bujías incandescentes.
3. Requiere una buena compresión para el encendido y un funcionamiento eficiente.



**Figura 301**

**Sistema de Combustible Diesel Common Rail (de conducto común)**



**Figura 302**

Los sistemas modernos de combustible diesel usan un sistema de conducto común que usa una bomba de pistones de alta presión para presurizar un conducto de combustible. El conducto o riel de combustible está conectado a inyectoros que son controlados electrónicamente por un ECU. Las presiones de inyección son mucho más altas que los inyectores convencionales (aproximadamente 2000 Bar, o 29400 PSI). Las condiciones de operación del motor son monitoreadas por sensores que entregan información al ECU. Los tiempos de inyección y la cantidad de combustible son controlados con precisión por el ECU, lo que resulta en menos golpeteo diesel (diesel knock), menos emisiones y una economía de combustible mejorada.

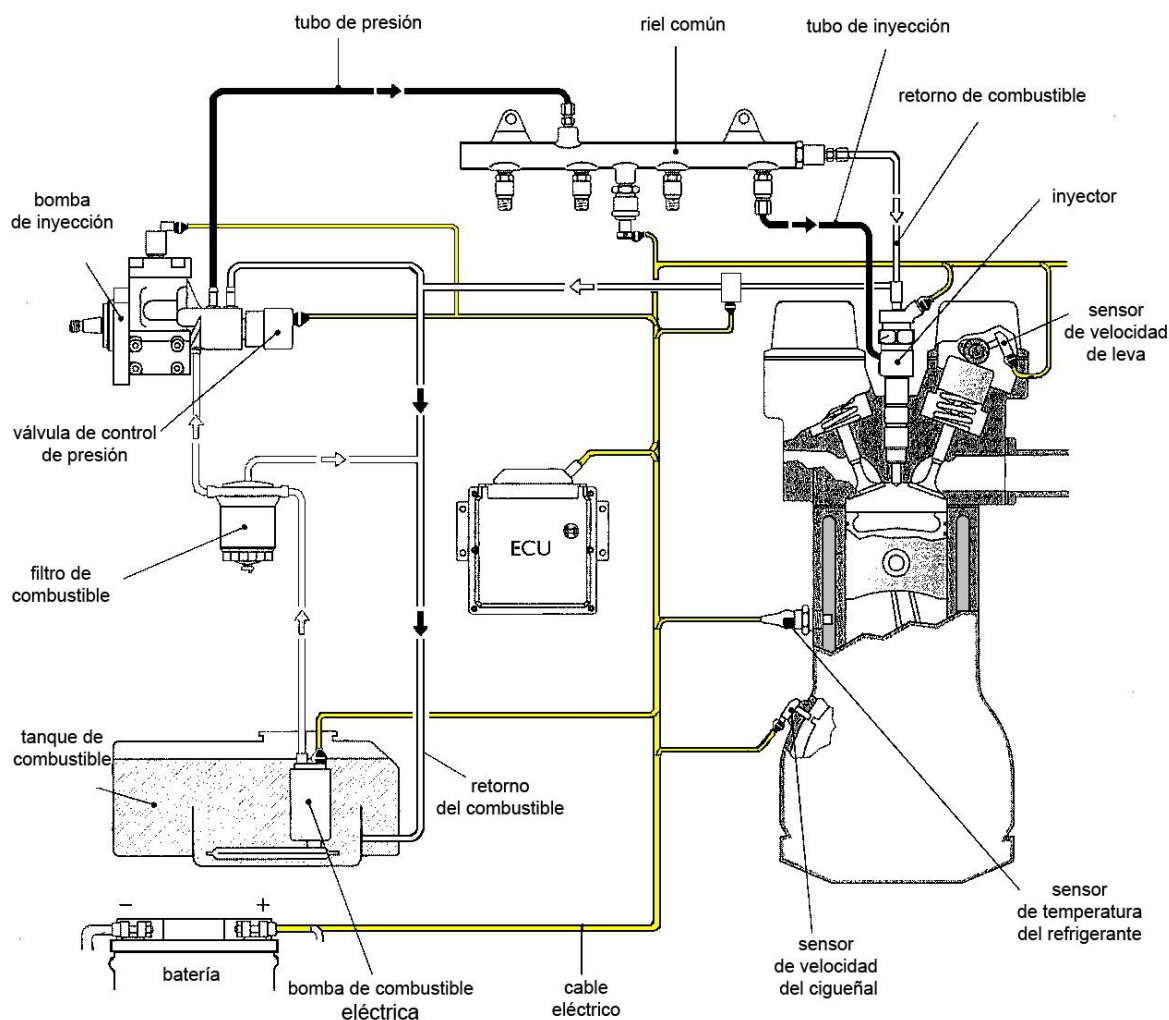


Figura 303

Los sistemas modernos de combustible diesel usan un sistema de conducto (riel) común que usa una bomba de pistones de alta presión para presurizar un conducto de combustible. El conducto (riel) de combustible está conectado a inyectores que son controlados electrónicamente por un ECU. Las presiones de inyección son mucho más altas que los inyectores convencionales (aproximadamente 2000 Bar, o 29400 PSI). Las condiciones de operación del motor son monitoreadas por sensores que entregan información al ECU. Los tiempos de inyección y la cantidad de combustible son controlados con precisión por el ECU, lo que resulta en menos golpeteo diesel (diesel knock), menos emisiones y una economía de combustible mejorada.

**Nociones de motores Diesel y sistemas de inyección electrónica****Estrategias metodológicas para el instructor:**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

**Qué es el motor Diesel y para qué sirve, introducción al funcionamiento.  
Introducción a los sistemas del motor diesel,**

**Objetivos de aprendizajes**

- Conocer de manera teórica los motores de combustión interna diesel, su principio de funcionamiento y el proceso de combustión.

**Descripción de la actividad**

Los siguientes videos ofrecen a los participantes, una introducción a los principios combustión interna diesel, su principio de funcionamiento y el proceso de combustión.

**Materiales y recursos**

- Un computador con conexión a Internet.
- Data show y parlantes de sonido.

### Recurso audiovisual:

El funcionamiento del motor diesel:

[http://www.youtube.com/watch?v=mUvpufureEg&feature=c4-overview&playnext=1&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=mUvpufureEg&feature=c4-overview&playnext=1&list=TLO4waJxQj4_w)

Sistema de dirección hidráulica Orbitrol:

[http://www.youtube.com/watch?v=kh7oIH37z8w&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=kh7oIH37z8w&list=TLO4waJxQj4_w)

El convertidor de torque:

[http://www.youtube.com/watch?v=KcceENdbviU&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=KcceENdbviU&list=TLO4waJxQj4_w)

Sistema de inyección Common Rail:

[http://www.youtube.com/watch?v=oPZKTCnT5ls&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=oPZKTCnT5ls&list=TLO4waJxQj4_w)

El motor de combustión interna:

[http://www.youtube.com/watch?v=tCxp2VY3\\_js&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=tCxp2VY3_js&list=TLO4waJxQj4_w)

Sistema de frenos neumáticos básico:

[http://www.youtube.com/watch?v=qORIXAUHKzM&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=qORIXAUHKzM&list=TLO4waJxQj4_w)

El sistema eléctrico en el automóvil:

[http://www.youtube.com/watch?v=Rn1idiE0OsE&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=Rn1idiE0OsE&list=TLO4waJxQj4_w)

Funcionamiento de una maqueta de frenos neumáticos:

[http://www.youtube.com/watch?v=zXaiPENdkB8&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=zXaiPENdkB8&list=TLO4waJxQj4_w)

Las transmisiones en el campo automotriz:

[http://www.youtube.com/watch?v=3zrJ2u1qtWg&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=3zrJ2u1qtWg&list=TLO4waJxQj4_w)

Las transmisiones automáticas:

[http://www.youtube.com/watch?v=BbBllcB8aEg&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=BbBllcB8aEg&list=TLO4waJxQj4_w)

El sistema de frenos:

[http://www.youtube.com/watch?v=riZ4c7KdsjU&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=riZ4c7KdsjU&list=TLO4waJxQj4_w)

Inyección, encendido y escape:

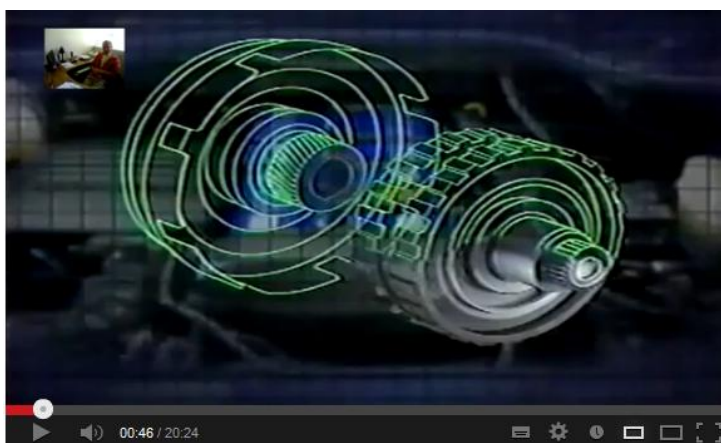
[http://www.youtube.com/watch?v=bEOhuPxICDA&list=TLO4waJxQj4\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=bEOhuPxICDA&list=TLO4waJxQj4_w)

## Desarrollo

El instructor **podrá seleccionar** el material audiovisual de acuerdo a los contenidos vistos en clases e invitara a los participantes a observar con atención los videos. Generará condiciones para una conversación respecto los principios de funcionamiento y el proceso de combustión interna de los motores diesel.

El instructor podrá adoptar un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los videos y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar y reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.

### “Funcionamiento del motor de combustión interna tipo diesel”



El instructor podrá guiar la observación de los videos realizando preguntas generales antes o después de exhibirlos, tales como:

#### ¿Cuál es la diferencia entre un motor diesel y uno de gasolina?

Un motor de gasolina necesita la chispa de la bujía para quemar la mezcla, mientras que el motor diesel hace explotar la mezcla por una mayor presión. Los combustibles son distintos.

#### Nombre los principales componentes:

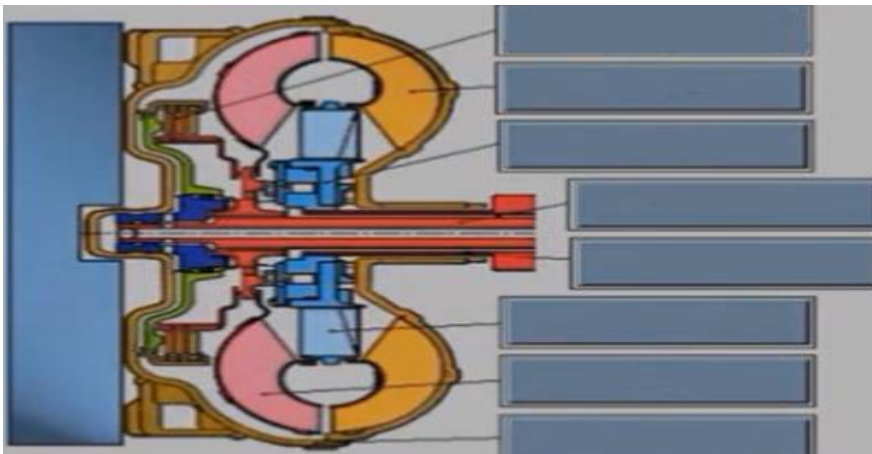
Motor:

- Árbol (eje) de levas.
- El bloque.
- Las válvulas.
- Pistones.
- Cilindro.
- El cigüeñal.
- Biela.
- La culata.

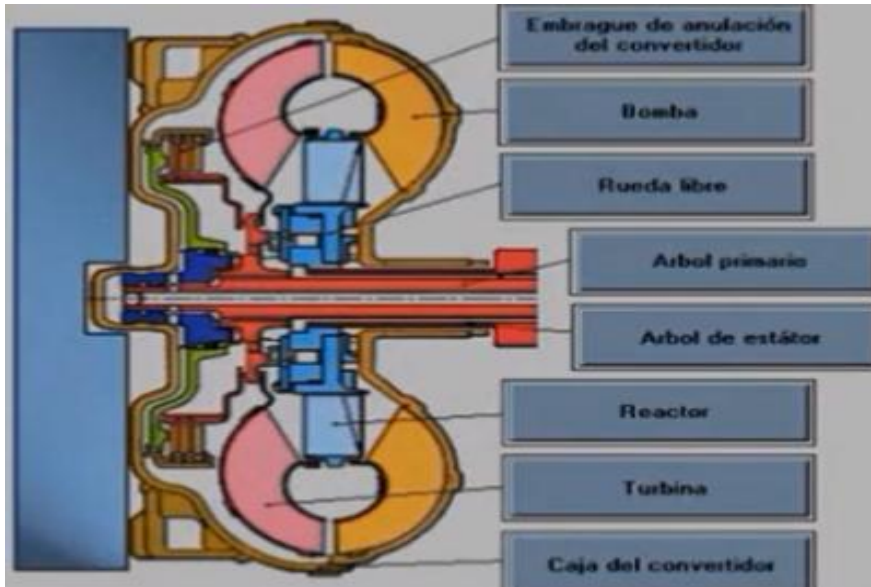
Otros componentes:

- Engranajes de distribución.
- Bomba de aceite.
- Bomba de agua.
- Turbocompresor.

¿Puede nombrar las partes de un convertidor de par o torque? Escriba en los espacios



Respuestas:



### Cierre

El instructor podrá cerrar el capítulo en referencia a los motores diesel, enfatizando que es un motor térmico de combustión interna en el cual el encendido se logra por la temperatura elevada que produce la compresión del aire en el interior del cilindro. Las tareas típicas de mantención de estos motores involucran en especial cuidar los niveles de aceite. Un nivel de aceite muy bajo provocará serias averías en el turbo o en el propio motor, sin embargo un nivel muy alto también puede causar daños por el exceso de presión.

## **13. Partes y piezas mecánicas generales de equipos típicos**

### **13.1 Equipos móviles y aplicaciones de oleohidráulica en equipos mina.**

## **INTRODUCCIÓN A LOS ACCIONADORES**

En comparación con el cuerpo humano, los accionadores en un sistema hidráulico deben concebirse como similares a los músculos del cuerpo humano. Los accionadores hidráulicos convierten la presión y el flujo de los fluidos (fuerza hidráulica) en una fuerza para hacer trabajo (energía mecánica).

## **TIPOS DE ACCIONADORES**

Hay tres tipos básicos de accionadores:

- Accionadores Lineales – a menudo llamados cilindros o arietes. Producen movimiento y fuerza en una línea recta y tienen puntos de partida y detención definidos.
- Semi-giratorio – Un movimiento lineal se convierte en parte de un movimiento giratorio. Se usan comúnmente como accionadores de control de proceso para abrir válvulas. También tienen un punto de partida y detención definidas.
- Accionadores giratorios- normalmente llamados motores. Producen un movimiento giratorio o torque y no tienen puntos definidos de partida y detención. Son continuos.

## **CILÍNDROS DE ACCIÓN ÚNICA**

Dos tipos de accionadores lineales de acción única se usan en los circuitos hidráulicos. Éstos son:

- Ariete hidráulico – consiste en un cilindro en el que se inserta un vástago. La extensión se logra cuando se desplaza el vástago por un flujo hidráulico y la retracción cuando el vástago desplaza el fluido de vuelta al sistema hidráulico.

- Cilindro hidráulico – consiste en un cilindro con el ensamble de un pistón y un vástago. La extensión se logra cuando el pistón es desplazado por el flujo hidráulico y la retracción por cuando el pistón desplaza el fluido de vuelta al sistema-hidráulico.

## ARIETE HIDRÁULICO

Se parecen al cilindro de acción única dado que sólo produce una fuerza de trabajo en una sola dirección y se devuelve por la acción de la gravedad. Los arietes tienen algunas ventajas sobre los cilindros: usan un sólo sello, y para el mismo diámetro, son mecánicamente más rígidos, y no prestos a torcerse bajo carga.

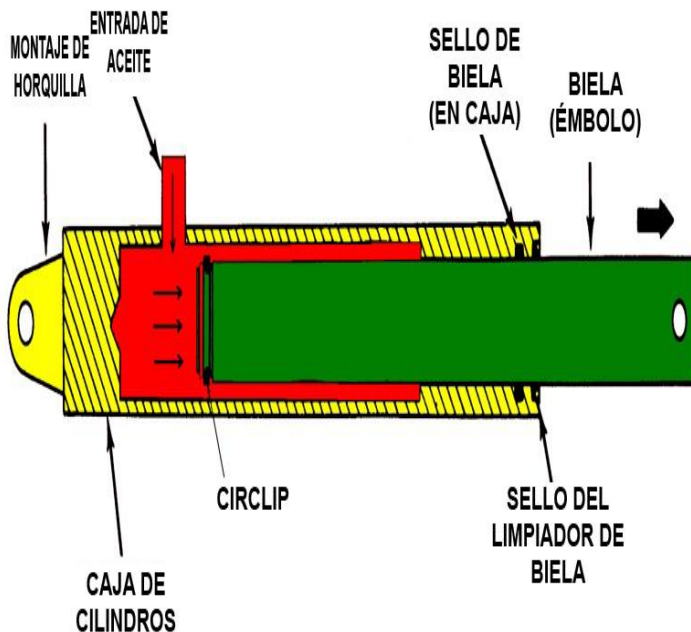


Figura 304

Tienen largos vástagos en relación a su diámetro interior. No hay pistones en el extremo posterior y el aceite sólo empuja en el vástago larga misma.

El anillo elástico en la parte posterior evita que el vástago se salga. Sólo hay un sello de aceite al frente, un sello limpiador y un rodamiento para soportar el vástago en el alojamiento delantero.

La figura a continuación muestra el arreglo del sello y el rodamiento de un ariete común. El vástago esta cromado para dar una superficie suave para que el aceite actúe sobre ellas y para hacerla más durable al óxido y los escombros que puedan caer dentro.

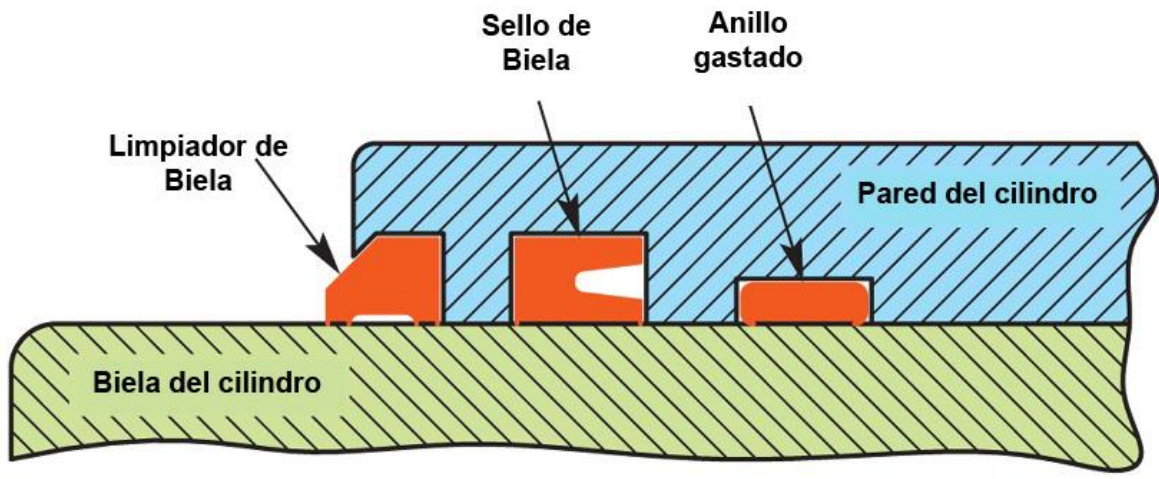
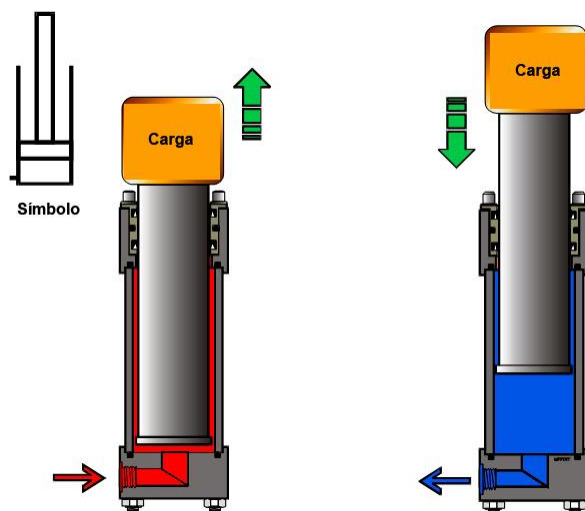


Figura 305: Sello y Rodamiento fijado en un ariete.



La figura muestra un ariete extendiéndose y retrayéndose con una carga devolviendo el cilindro a la posición de inicio. Los arietes pueden usar válvulas de control direccional bastante simples para levantarlos o retraerlos.

Otro componente que no se requiere es un respiradero.

Los arietes son de uso común en las prensas.

Figura 306: Extensión y Retracción de un Ariete

## CILINDROS DE ACCIÓN ÚNICA

En lugar del vástago de gran diámetro que se utiliza en un ariete, el cilindro de acción única usa una combinación de un pistón y un vástago de pistón de menor diámetro para hacer transitar la fuerza hidráulica de al momento de extenderse. Ver figura a continuación.

El extremo del cilindro de donde el vástago sobresale se llama “FINAL DEL VÁSTAGO”. El lado opuesto se llama “FINAL DE CABEZAL” O “FINAL DE EXTENSIÓN”. Las aperturas de la conexión hidráulica se llaman “compuertas de extensión” y “compuerta de final de vástago”. La compuerta de final de vástago en esta instancia tiene un respiradero que permite el flujo de aire hacia y desde el final de vástago del cilindro, de acuerdo al movimiento del pistón. Un sello limpiador esta contenido con un alojamiento final removible. Se podría usar un control direccional 3/2 para operar este cilindro.

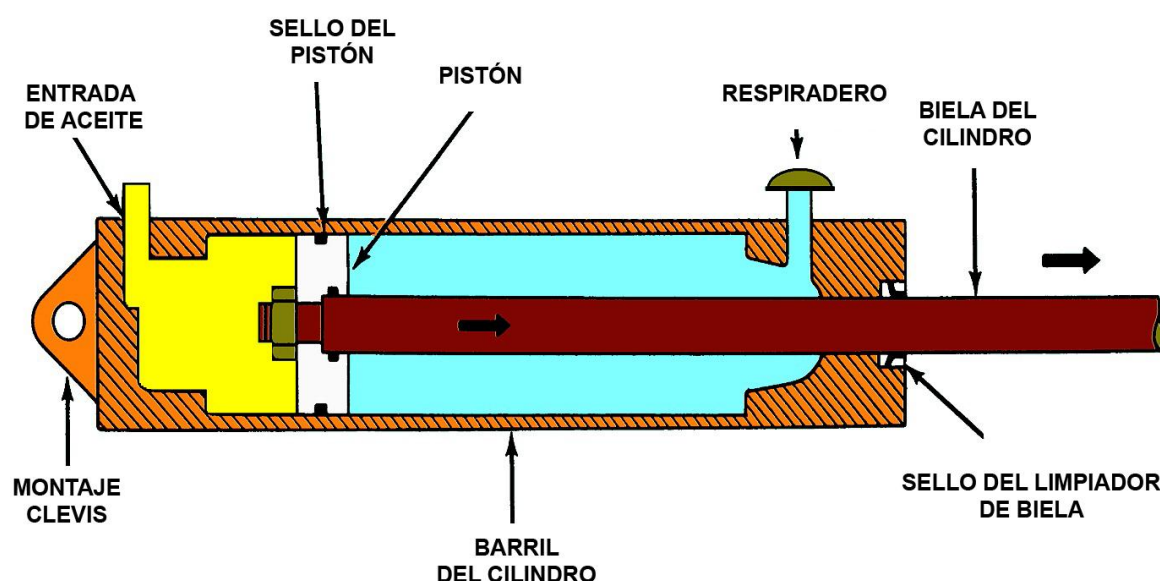


Figura 307: Cilindro de Acción Única

El respiradero recién ilustrado evita que el polvo entre al lado retráctil del cilindro. Es común ver una línea hidráulica de baja presión yendo a la reserva de agua para reducir aún más la entrada de polvo. Los cilindros de acción única a menudo tienen diámetros de vástago bastante grandes dado que no hay necesidad de preocuparse acerca de algunos flujos de retorno de aceite y tienen menos probabilidad de pandeo del vástago.

Los cilindros de acción única se utilizan en lugares en donde una carga normalmente hace que el cilindro se devuelva a la posición inferior, como pasa en los montacargas. Además, permiten el uso de válvulas más simples para controlarlos.

## CILINDROS DE VÁSTAGO PASANTE

Un cilindro de vástago pasante (figura a continuación) da un efecto de área no diferencial. Esto quiere decir que tiene la misma fuerza y velocidad en ambas

direcciones, que son las más grandes ventajas de este tipo de cilindro. Las desventajas de los cilindros de vástago pasante son:

- Dos vástagos, lo que los hace caros.
- Dos sellos de vástago y dos áreas para cojinetes.

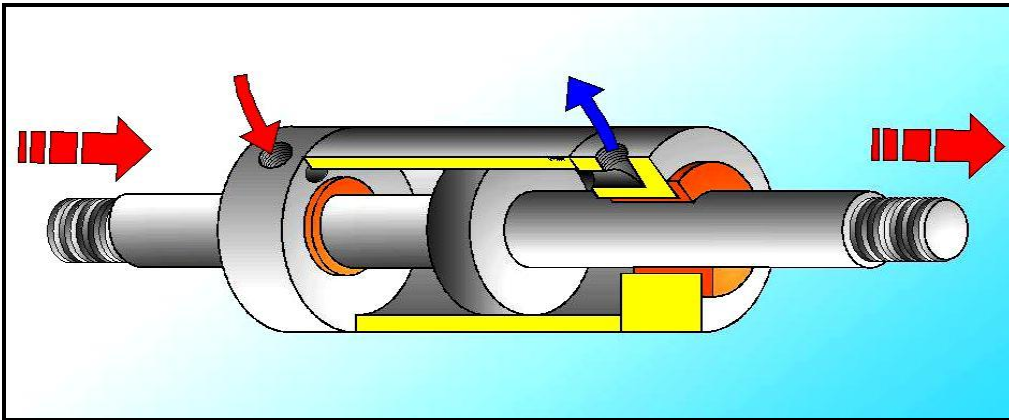


Figura 308: Cilindro de Vástago pasante.

Es común encontrar que se utilizan estos cilindros en equipos móviles. En situaciones industriales, los vástagos se pueden asegurar en cualquier extremo y la carga se apena al barril del cilindro. Por ende, a medida que se mueve el barril, la carga se mueve con él.

## CILINDROS DE DOBLE ACCIÓN

El flujo de aceite en cilindros de doble acción es a través de las compuertas del lado de extensión o de las compuertas del lado de retracción, para permitir que las carreras de extensión y retracción transmitan la fuerza hidráulica. Por ende, transita en ambas direcciones.

El alojamiento del extremo del vástago removible (a la que a menudo se llama alojamiento de prensaestopa) contiene un sello de aceite y un sello de polvo y de rascadura.

Al igual que en los cilindros de acción única, el pistón debe estar firmemente asegurado al vástago. Esto normalmente se logra por un perno o un pistón roscado. Una válvula de control de 4/3 se utiliza principalmente para operar este tipo de cilindros.

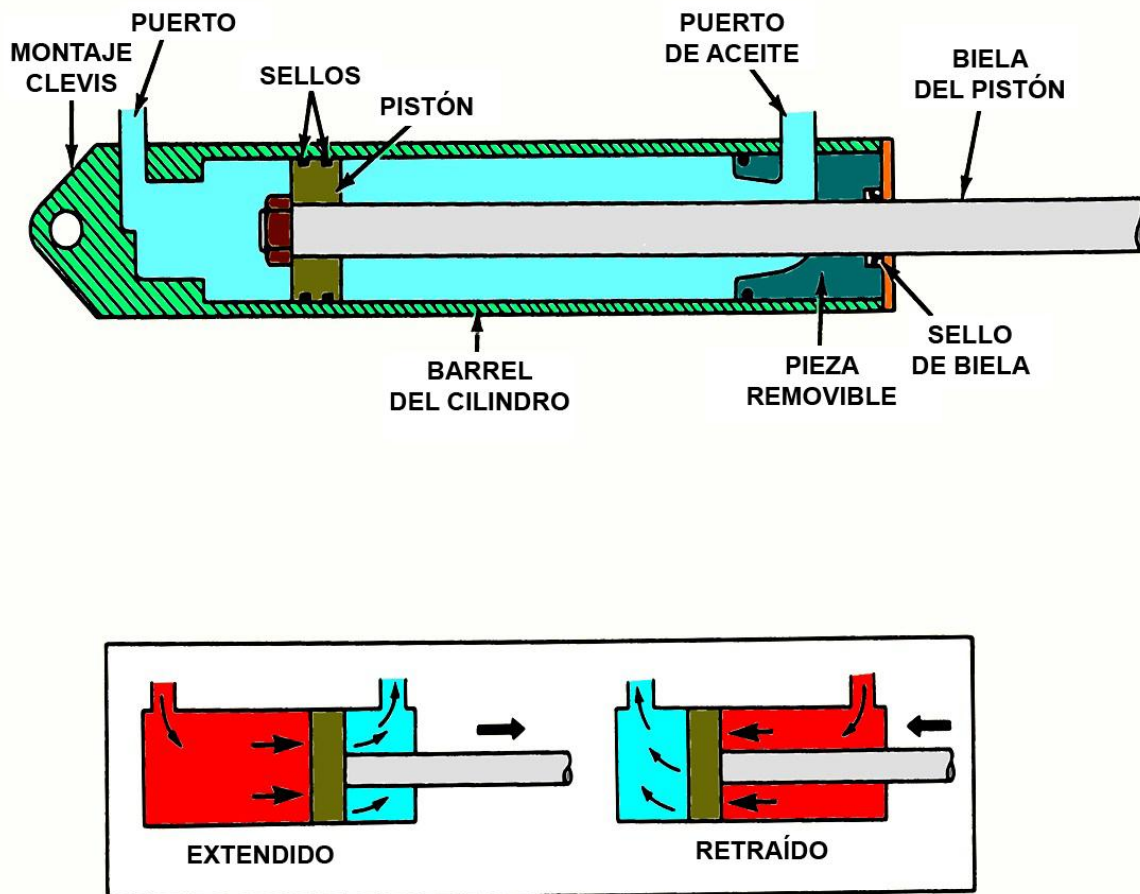
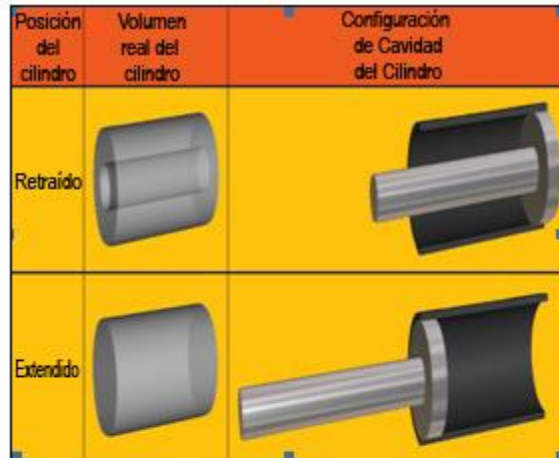




Figura 309: Cilindro de Doble Acción.

El aceite empuja en la totalidad del área del pistón para extenderlo, mientras el lado retráctil tiene el área total del pistón menos el área del vástago. Por ende, se dice que el cilindro tiene un área diferencial. Esto tiene tanto ventajas como desventajas.

Como regla general, el vástago siempre debe de diámetro más pequeño posible que puede ser para empujar la carga sin pandeo del vástago. La tasa diferencial es comúnmente de 1.2:1 hasta 2:1. Puede haber tasas diferenciales mayores, pero causan problemas cuando hay demasiado flujo de retorno del aceite cuando el cilindro se retrae.



Extremo	Área Efectiva	Cálculo
Punto ciego del cilindro		Área Efectiva = área total de la cara del pistón
Cilindro para cabeza de biela		Área Efectiva = área total de la cara del pistón - área de la sección de cruce de biela

**Figura 310: Áreas diferenciales de un cilindro de doble acción.**

Las ventajas de los cilindros de área diferencial son:

- Tiene mayor fuerza al extenderse y por ende debieran usarse para empujar cargas en vez de tirar cargas.
- Una retracción rápida.
- Se pueden usar para regeneración. Esto implica que el aceite que sale del lado retráctil del cilindro se dirige por válvulas al final de la extensión para que salga más rápidamente.

La razón del área diferencial común para esto es 2:1. Todo esto se explica a continuación.

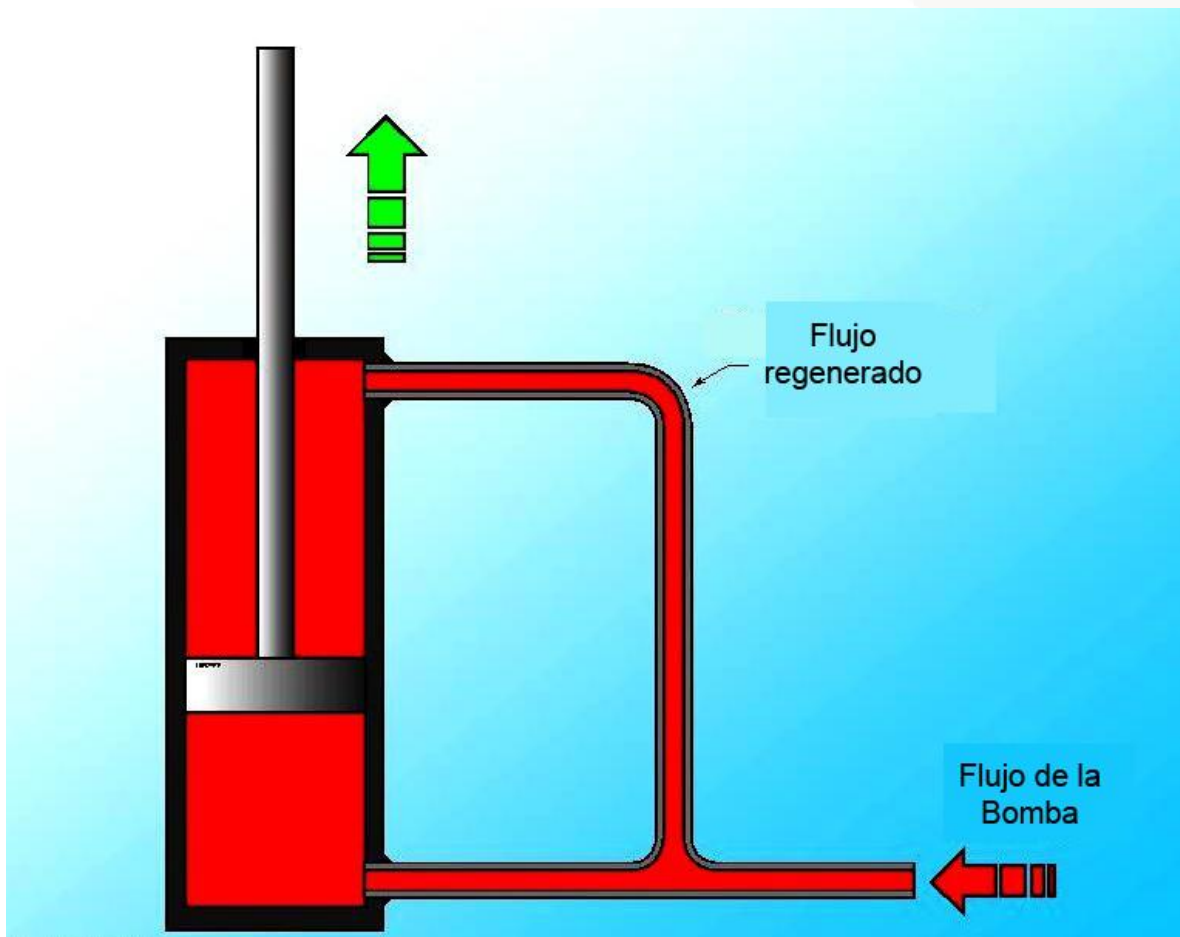


Figura 311: Principio de Regeneración.

La figura anterior muestra el principio de regeneración. Debe haber una configuración de válvulas para que esto ocurra. En donde el sistema requiere una fuerza lineal y acción en ambas direcciones, o donde hay equipo para bloqueo positivo del cilindro contra fuerzas tanto positivas como negativas, entonces se usará un cilindro de doble acción.

El cilindro de doble acción brinda mayores opciones para los sistemas de control.

Una única unidad, o dos o más cilindros conectados en paralelo producen diferentes fuerzas y velocidades de operación entre la extensión y la retracción. La extensión será más lenta con mayor capacidad de ejercer fuerza; la retracción será más rápida con capacidad de fuerza reducida. A esto se lo denomina acción diferencial

Dos cilindros de doble acción que estén con conexión cruzada producirán una suma de fuerzas y velocidades en ambas direcciones. A esto se le denomina acción no diferencial.

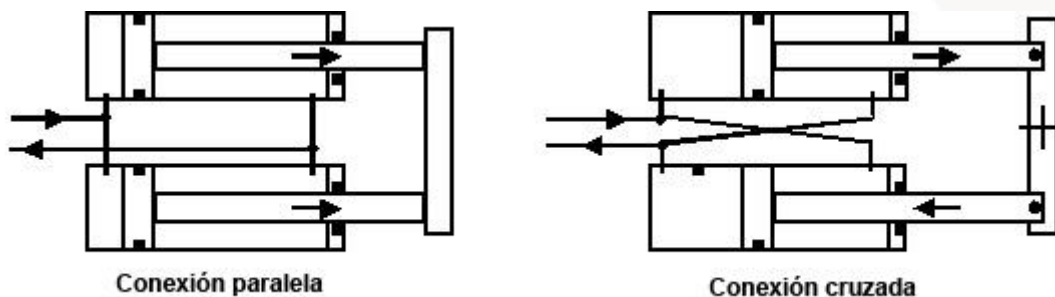


Figura 312: Conexiones paralelas y Cruzadas

## CONSTRUCCIÓN DE CILINDROS

### Cilindros con cabeza/glándula roscada



Figura 313: Cilindros de cabeza roscada

## Cilindros con tirantes



Figura 314: Cilindro con tirantes

## Cilindros tipo molino



Figura 315: Cilindros tipo Molino

Se usan principalmente en aplicaciones de industria pesada. Son cilindros generalmente bastante grandes y manejan presiones muy altas.

El cilindro tiene muros gruesos con flanges, integralmente fundidas o soldadas.

## Cilindros con corona roscada

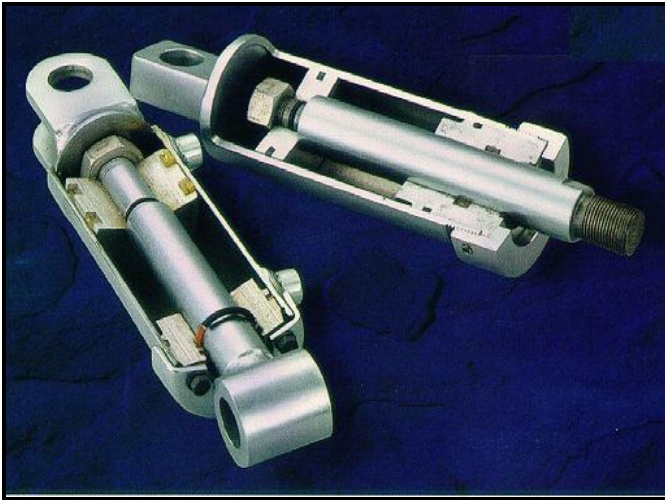


Figura 316: Cilindros de tipo de Tapa en perno

Glandes apernados y glandes de perno roscado se usan comúnmente en equipo móvil y aplicaciones de maquinaria de agricultura.

El fondo del barril está enteramente fundido con el barril o con el fondo del cuerpo y soldado al mismo.

## Cilindros con flange/glándula apernada

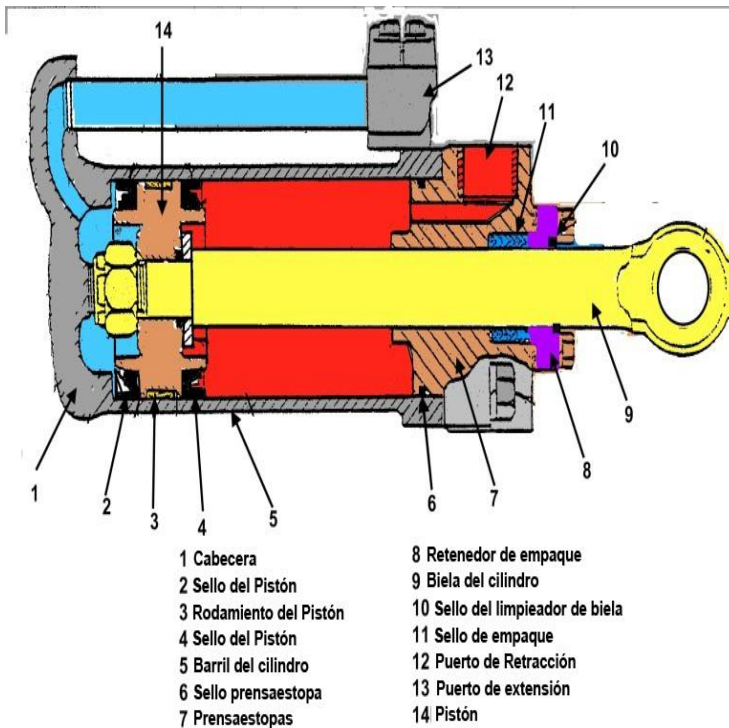


Figura 317: Cilindros de tipo de cabeza apernada

Es el tipo más común de cilindro que se puede encontrar.

Los pernos de la tapa sujetan la glándula al barril. Puede haber tan poco como cuatro pernos y cilindros que tengan 20 ó más.

Esta característica los hace fáciles de desensamblar.

## Cilindros “de una pieza”

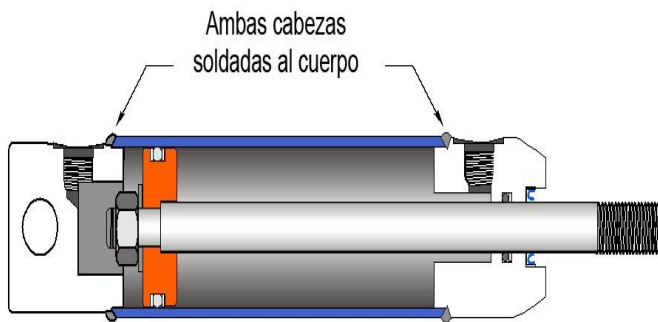


Figura 318: Cilindros soldados de una pieza

Los cilindros de una pieza se usan en equipos móviles y aplicaciones en maquinaria para agricultura.

Están totalmente fundidos o con la cabeza y el cuerpo soldados juntos.

Se deben desechar cuando tienen una fuga.

## MONTAJE DE CILINDROS

Los cilindros y arietes hidráulicos están obviamente diseñados para resistir grandes cargas lineales compresivas y de tracción en sus capacidades de trabajo. No están diseñados para resistir cargas laterales o de doblado, y los cilindros a menudo fallan por atascarse bajo sus cargas compresivas o de tracción normales cuando se aplica al mismo tiempo una carga lateral. El método de montar y poner tubos de detención dentro de los cilindros puede minimizar las posibilidades de que esto ocurra.

El método de montaje de cilindro utilizado en cualquier aplicación se selecciona para que la carga lateral del cilindro, de haberla, quede minimizada. En ciertos casos, la ocurrencia de fallas de servicio debido a la falta de mantención, causan carga lateral con el consecuente atascamiento del cilindro bajo carga normal.

## TUBOS DE DETENCIÓN

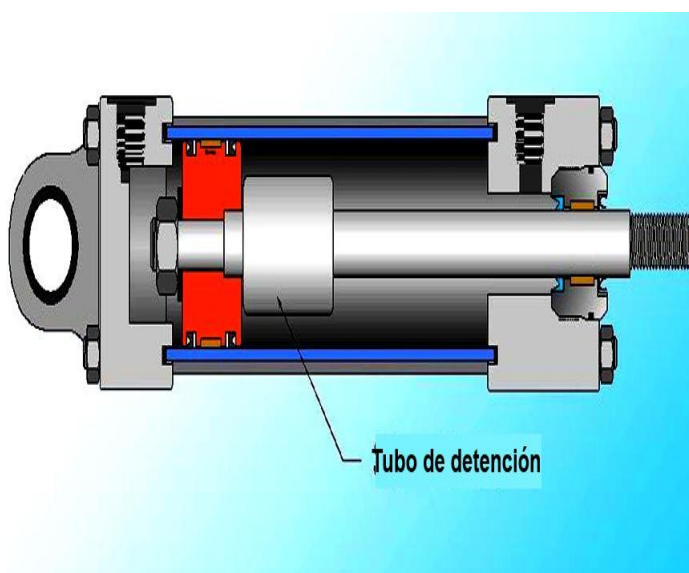


Figura 319: Tubo de detención en un cilindro

Un tubo de detención es un tubo/Cañería hueco colocado sobre el vástago. Vienen en una serie de largos. Se colocan en cilindros de vástago más grandes para detener el atascamiento o el doblado del vástago.

Evitan que el pistón se acerque demasiado a la cabeza del cilindro. Pueden variar en largo desde 25 mm a 150 mm. Nótese que acortan la carrera del cilindro.

## CILINDROS CON MONTAJE DE PIE

La figura a continuación muestra un cilindro con montaje de pie. En esta situación, el cilindro produce un movimiento de doblado (carga lateral) en su vástago a medida que se extiende contra una carga debido a la distancia A entre la línea de tracción del vástago y el punto de montaje del cilindro. Es un sistema de montaje rígido y bastante fuerte.

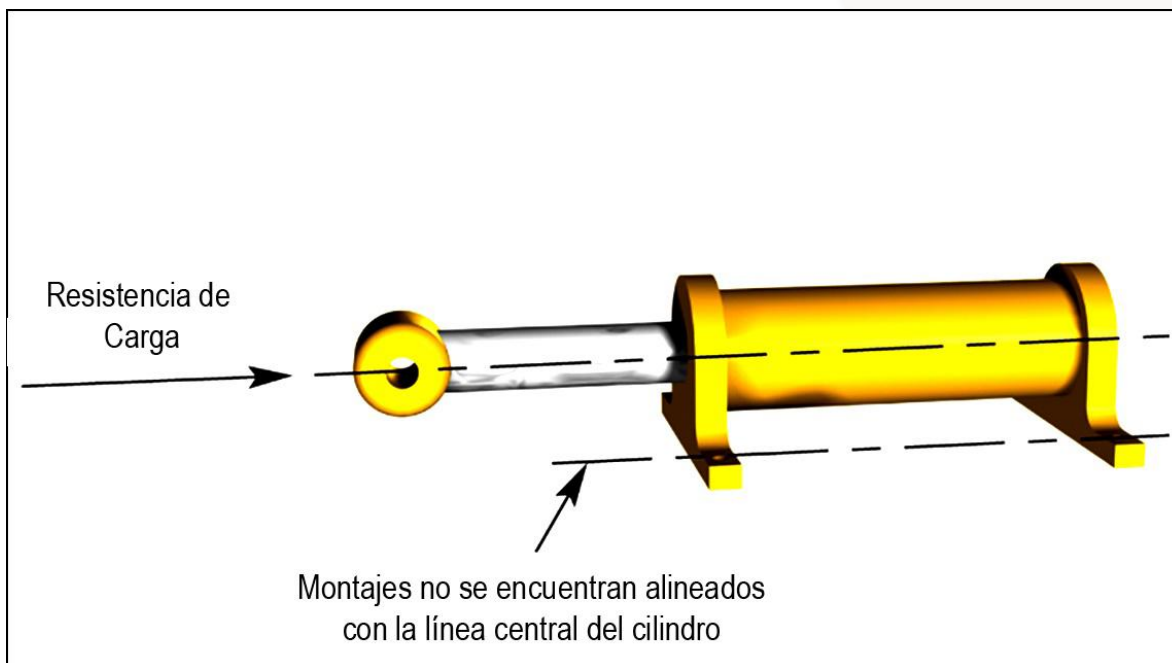


Figura 320: Cilindro de montaje de pie

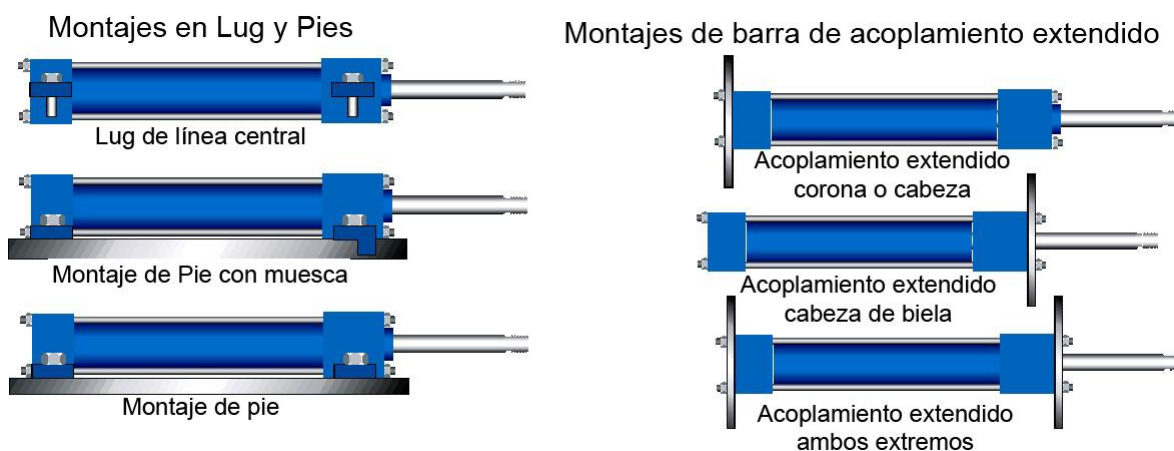


Figura 321: Cilindros montados el lug, pies y flanges

Los montajes de lug centrales son más Fuertes porque permiten que el cilindro empuje por su línea de centro. Sin embargo, pueden ser más difíciles de montar en su lugar.

El montaje fijado a la superficie también da mayor rigidez al cilindro. Es menos probable que se suelte dado que los pernos ahora solo lo mantienen en su lugar y no deben soportarlo también.

## CILINDROS MONTADOS EN FLANGES

La figura a continuación muestra Cilindros montados en flanges en el extremo del vástago y un Cilindro montado sobre la base de flange.

Estos son los métodos de montaje de cilindros más Fuertes y dado que permiten que la carga siempre esté alineada con la línea de centro del cilindro, no se puede producir doblado.

Estos tienden a ser tipos de montaje más industriales. Mientras más cerca está el montaje al extremo de la glándula, más fuerte será el cilindro y menor la posibilidad de pandeo del vástago.

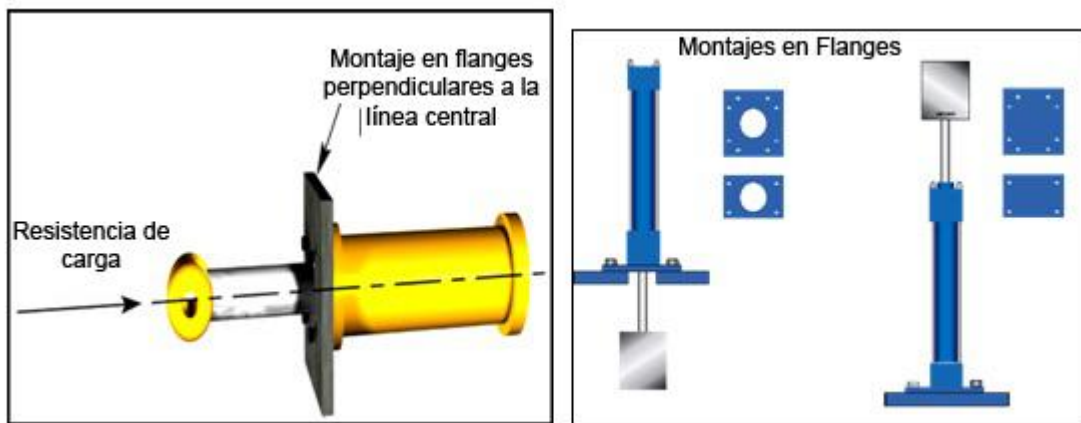


Figura 322: Cilindros montados en flanges

## MONTAJES EN HORQUILLA

En el método de montaje en horquilla que se muestra en la figura a continuación, se permite que el cilindro pivotee para alinearse automáticamente al movimiento de la conexión de la carga. Bajo condiciones normales, no se puede aplicar ningún movimiento de doblado al cilindro. Estos montajes normalmente se llaman de montaje en pivote.

Este diseño permite gran flexibilidad, pero también produce un cilindro con mayores posibilidades de atascamiento del vástago. Aumenta el efecto de atascado por un factor de 2. Por lo tanto, los cilindros con largos vástagos que usan este diseño incorporan un tubo de detención o tienen un diámetro mayor de vástago.

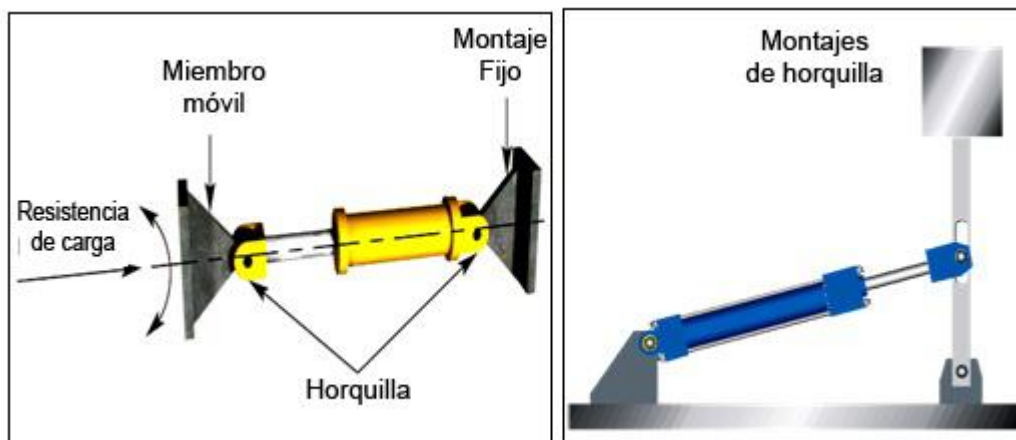


Figura 323: Cilindros montados en horquillas

## MONTAJES CON PIVOTE

Como los montajes en horquillas, los montajes con pivote (trunnion), figura a continuación, permiten una gran flexibilidad y también son montajes de pivote. Los montajes Trunnion y de horquilla son por lejos los tipos más comunes de montajes. Los montajes con pivote son más caros. Nótese que mientras más cerca esté el pivote al extremo de la glándula, menor será la posibilidad de que el cilindro sufra atascamiento o doblado del vástago.

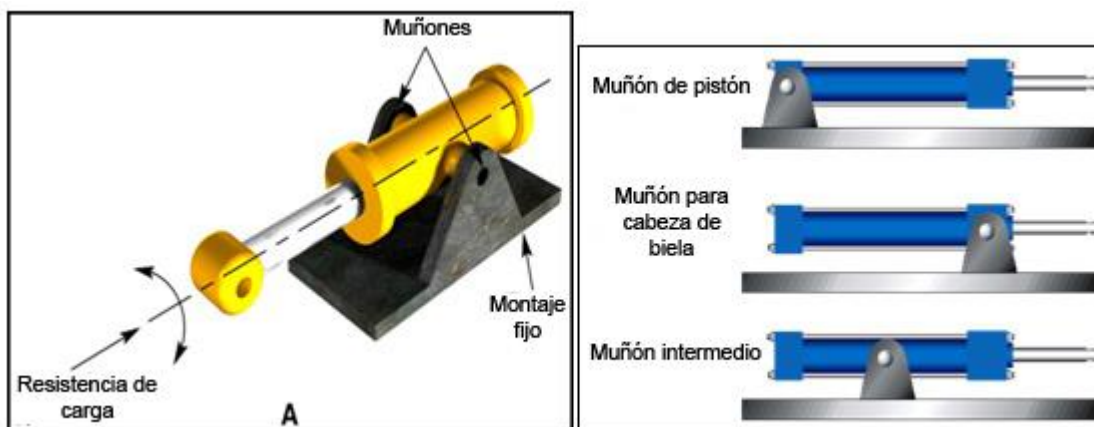


Figura 324: Cilindros montados sobre pivotes

## OTROS TIPOS DE CILINDROS

### Cilindros acolchados

Los cilindros hidráulicos están disponibles con unidades de desaceleración en los extremos de los cilindros. La unidad de acolchado final consiste en un orificio ajustable para controlar la tasa de flujo y desarrollar presión contra el pistón, y una válvula de bloqueo por bypass para permitir un flujo reverso libre.

La figura a continuación muestra el diagrama de un cilindro hidráulico “acolchado”. A medida que el pistón se acerca al final de la carrera (en este caso, desplazándose hacia la derecha), una extensión del vástago del pistón entra en una contra camisa en la tapa del extremo del cilindro que bloquea la compuerta de descarga principal. El fluido que queda detrás del pistón solo puede escapar a través de la restricción en la válvula de aguja. Esta acción desacelera el pistón para que complete su carrera sin martillar contra la tapa del extremo.

La válvula de aguja es ajustable para variar la acción de acolchamiento y un se entrega una válvula de retención con resorte para permitir que el fluido entre a la camisa principal del cilindro en la carrera reversa sin pasar a través de la restricción de la válvula de aguja.

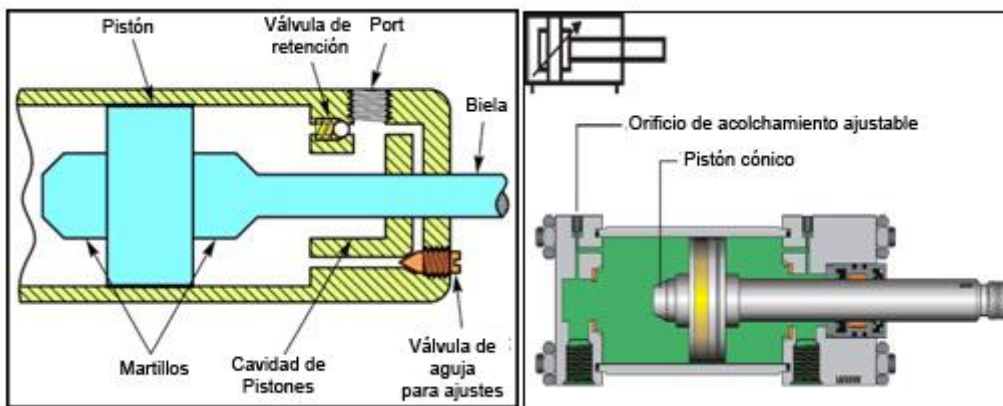


Figura 325: Cilindro Acolchado.

## Cilindro en tandem

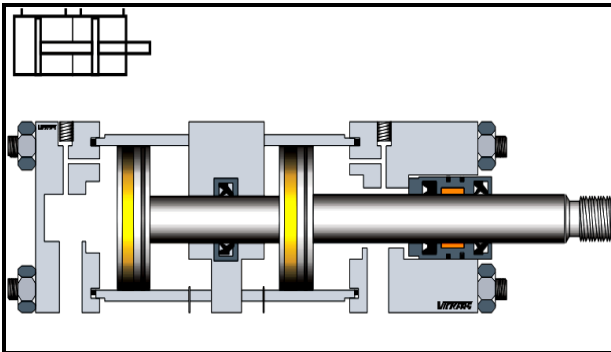


Figura 326: Cilindro en Tándem

Estos cilindros se utilizan en donde hay poco espacio radial para calzar un cilindro más grande.

Hay solo dos cilindros apertados juntos para dar una salida de mayor fuerza.

Los cilindros dúplex son similares, pero las barras están separadas y no unidas entre sí.

## CILINDROS TELESCÓPICOS

Los cilindros telescópicos están disponibles para aplicaciones que requieren extensión para distancias largas.

El(los) vástago(s) está(n) hecho(s) de varios tubos de tamaño variable alojados dentro del barril

Cada tubo se extiende, produciendo un vástago más largo que el barril del cilindro.

Un ejemplo típico es el accionador que levanta el cuerpo de un camión de volteo.

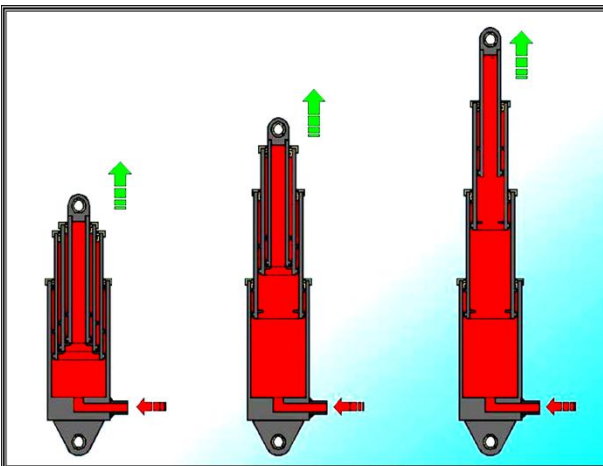


Figura 327: Cilindros telescópicos



Los cilindros telescópicos generalmente son de actuación única y se devuelven por gravedad. Hay algunos trabajan en ambas direcciones, tienen tubos de trombón dentro de ellos para que el aceite llegue a la parte correcta del pistón para volver a ella. Existen grandes posibilidades de intensificar el aceite en este tipo si las compuertas están bloqueadas durante la ejecución de pruebas.

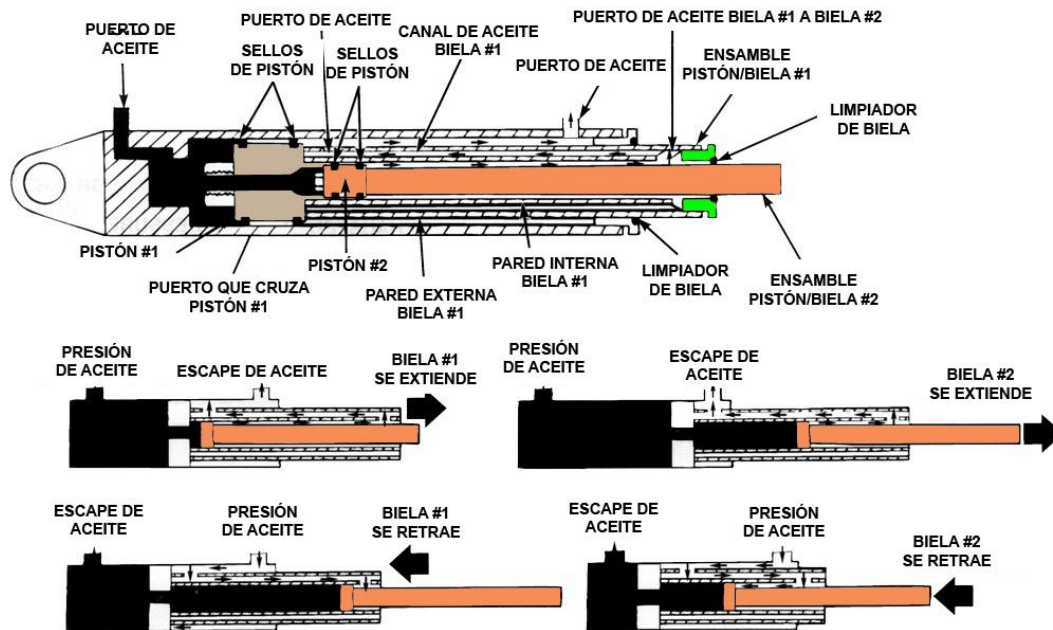


Figura 328: Operación de Cilindro Telescópico

## PRINCIPIOS DE LA FUERZA DE FLUIDOS Y EL ACCIONADOR LINEAL.

### (a) Output de fuerza

La fuerza que un cilindro puede desarrollar se puede desarrollar dependiendo de la presión que pueda soportar y el área efectiva del pistón. Si el diámetro del interior del cilindro es conocido, el área efectiva de la cabeza del pistón se puede encontrar usando la siguiente fórmula:

$$\text{Área efectiva (cabeza)} = 0,7854 \times \text{Diámetro}^2 \text{ (o } \pi r^2 \text{)}$$

La siguiente tabla es de la Eaton Hydraulic Corporation y es una muestra de lo que se usa para calcular el flujo de aceite requerido.

Cyl. Bore Dia. Inch	Piston Rod Dia. Inch	Work Area Square Inch	Hydraulic Working Pressure PSI						Fluid Required per In of Stroke		Port Size Dia Inch	Fluid Velocity @ 15 ft/sec	
			500	750	1000	1500	2000	3000	Gal.	Cubic Inch		Flow gpm	Piston Velocity in/sec
1-½	¾ 5/8 1	1.767 1.460 .982	883 730 491	1325 1095 736	1767 1460 982	2651 2190 1473	3534 2920 1964	5301 4380 2946	.00765 .00632 .00425	1.767 1.460 .982	½	11.0	24.0 29.0 43.1
2	1 1 3/8	3.141 2.356 1.656	1571 1178 828	2356 1767 1242	3141 2356 1656	4711 3534 2484	6283 4712 3312	9423 7068 4968	.01360 .01020 .00717	3.141 2.356 1.656	½	11.0	13.5 18.0 25.6
2-½	1 1 3/8 1 ¼	4.909 4.124 3.424 2.504	2454 2062 1712 1252	3682 3093 2568 1878	4909 4124 3424 2504	7363 6186 5136 3756	9818 8248 6848 5008	14727 12372 10272 7512	.02125 .01785 .01482 .01084	4.909 4.124 3.424 2.504	½	11.0	8.6 10.3 12.4 16.9
3-¼	1 3/8 1 ¼ 2	8.296 6.811 5.891 5.154	4148 3405 2945 2577	6222 5108 4418 3865	8296 6811 5891 5154	12444 10216 8836 7731	16592 13622 11782 10308	24888 20433 17673 15462	.0359 .0295 .0255 .0223	8.296 6.811 5.891 5.154	¾	20.3	9.4 11.5 13.3 15.2
4	1 ¾ 2 2 ½	12.566 10.161 9.424 7.657	6283 5080 4712 3828	9425 7621 7068 5743	12566 10161 9424 7657	18849 15241 14136 11485	25132 20322 18848 15314	37698 30483 28272 229781	.0544 .0440 .0408 .0331	12.566 10.161 9.424 7.657	¾	20.3	6.2 7.7 8.3 10.2

Figura 329: Tabla de cilindros de Eaton

El área efectiva del vástago se encuentra calculando el área del vástago y sustrayendo esta área del área efectiva de la cabeza. (NOTA: El calcular un área anular sustrayendo un diámetro de vástago del diámetro de un pistón y usando el resultado como un diámetro anular no producirá el resultado requerido).

La fuerza (F) que un cilindro hidráulico puede ejercer se encuentra al aplicar la formula:  $F \text{ (fuerza)} = p \text{ (presión)} \times A \text{ (área)}$ .

E total de la fuerza de un cilindro por ende se puede incrementar sea incrementando la presión o el área efectiva del pistón.

## PRESIÓN DESARROLLADA

Con un cilindro de un tamaño dado, cualquier incremento en la carga requerirá un incremento correspondiente en la fuerza de salida para superar la carga agregada.

La presión requerida para superar una carga dada (dejando de lado las pérdidas por fricción) se encontraría mediante la siguiente fórmula:

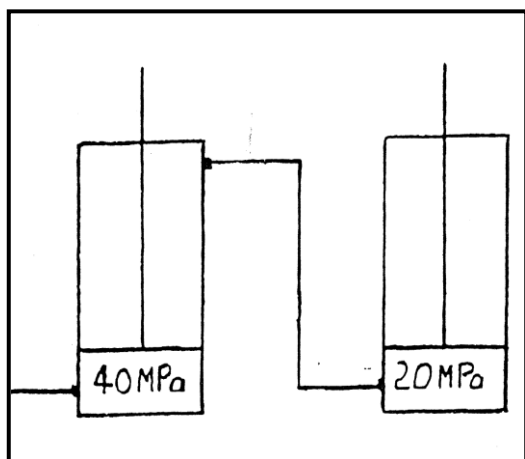
$$P \text{ (presión)} = \frac{F \text{ (fuerza para superar la carga)}}{A \text{ (área efectiva del pistón)}}$$

## CONEXIONES MÚLTIPLES DE CILINDRO

### (a) Conectados en serie

Si dos o más cilindros hidráulicos están conectados en serie, la presión requerida para mover el Segundo cilindro es efectiva contra el primer cilindro como presión posterior. Por ejemplo, si cada cilindro requiere 200 Bar separadamente para levantar su carga, los 200 Bar del Segundo cilindro agregan se agregan a la carga del primer cilindro. Por ende, dado que las áreas del pistón de cada cilindro fuesen idénticas, el primer cilindro tendría que operar a 400 Bar.

Figura 330: Cilindros conectados en serie



En relativamente poco común encontrar esta disposición. Se usan guillotinas para ajustarla al ángulo de incidencia del aspa al colocar aceite en o tomar aceite desde la junta central entre los dos cilindros.

Todos los accionadores en serie trabajan a velocidad total simultáneamente hasta que los requerimientos de presión excedan los límites fijados por la válvula de alivio de presión. En este punto, TODOS los accionadores se detendrán. El aceite de salida del primer cilindro impulsa al Segundo cilindro y así sucesivamente

### (b) Conectados en paralelo

Cuando varios cilindros están conectados en paralelo, el fluido siempre toma la ruta de menor Resistencia. En figura a continuación, cada cilindro está sujeto a una carga diferente. Dado que el cilindro 'A' requiere a la menor

presión, se moverá primero. Es más, la presión en la línea principal no se acumulará lo suficiente para mover el cilindro 'B' alcance el punto más bajo.

De manera similar, el cilindro 'C' permanecerá estacionario hasta que el cilindro 'B' complete su carrera. Cada cilindro se moverá a velocidad máxima en una secuencia determinada por las cargas. Si las cargas fuesen iguales, entonces los cilindros deberían moverse simultáneamente, pero a velocidades reducidas, debido a que el fluido se dividiría equitativamente entre ellos.

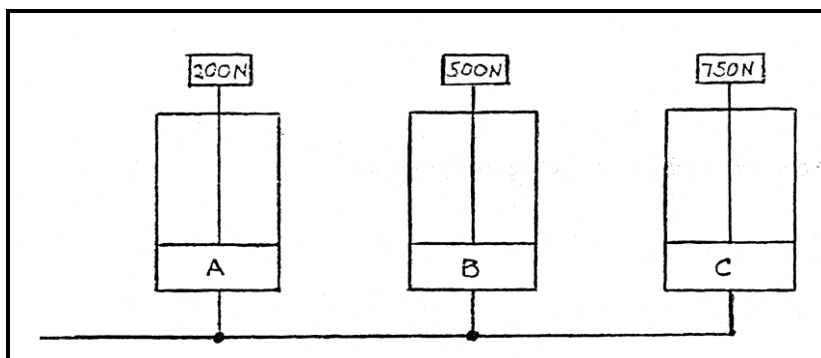


Figura 331: Cilindros conectados en Serie

## INSTALACIÓN DE ANILLO “O” RING

El siguiente listado de pasos se requiere para instalar un anillo “O” ring apropiadamente:

- Asegúrese que el nuevo O-Ring sea de tamaño correcto y que sea compatible con el fluido a ser sellado.
- Limpie a cabalidad el área en donde el O-Ring va a ser instalado.
- Inspeccione las estrías o muescas para las rebabas que podrían dañar el nuevo anillo. Pule cualquier área afilada con piedra abrasiva. Nuevamente, limpie cabalmente el área para remover cualquier partícula de metal o piedra.
- Revise el eje o bobina (de usarse) para lados afilados o muescas. Remueva cualquier punto dañado con una piedra o paño fino abrasivo. Vuelva a limpiar el área cabalmente.
- Antes de la instalación, lubrique el O Ring con el mismo tipo de fluido utilizado en esa parte o sistema.
- Instale el O-Ring. Protéjalo de puntas afiladas y de las otras partes. No lo estire más de lo necesario.

- Asegúrese que las partes estén correctamente alineadas antes de acoplarlo para evitar daños al O-Ring.
- Haga una inspección final después de instalado el O Ring para asegurarse que no hay fugas y que las partes se mueven correctamente.

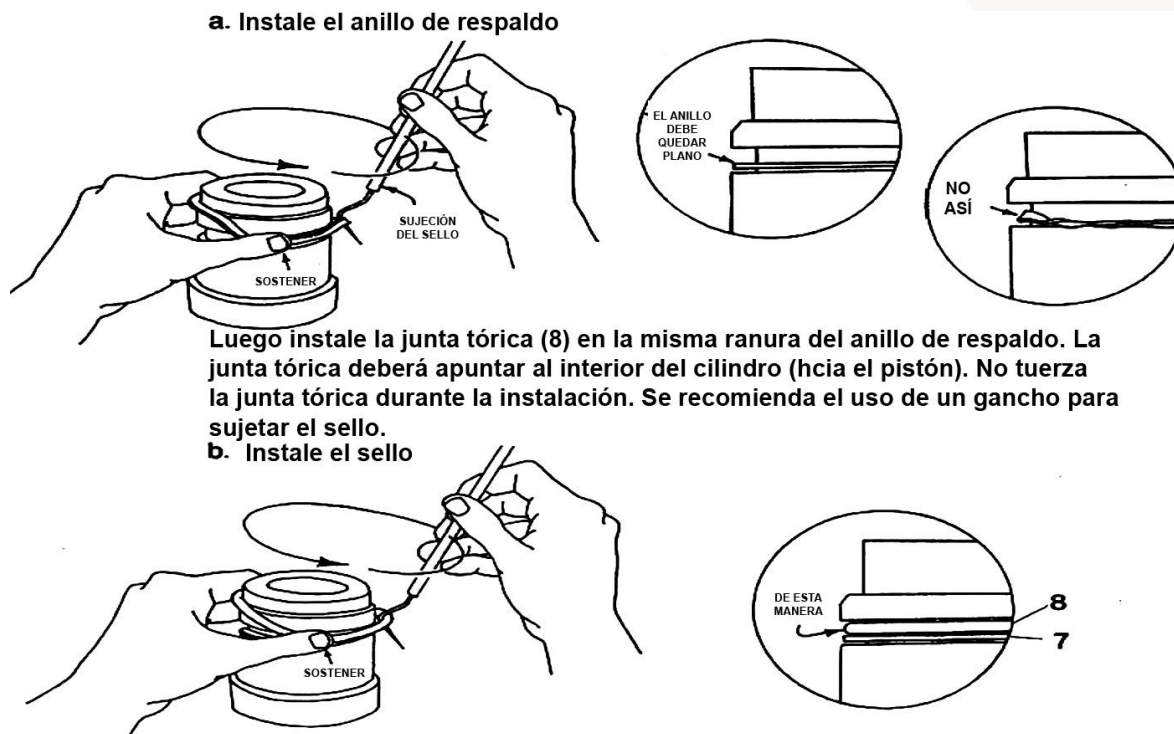


Figura 332: Instalación de los anillos “O” ring y los anillos de respaldo

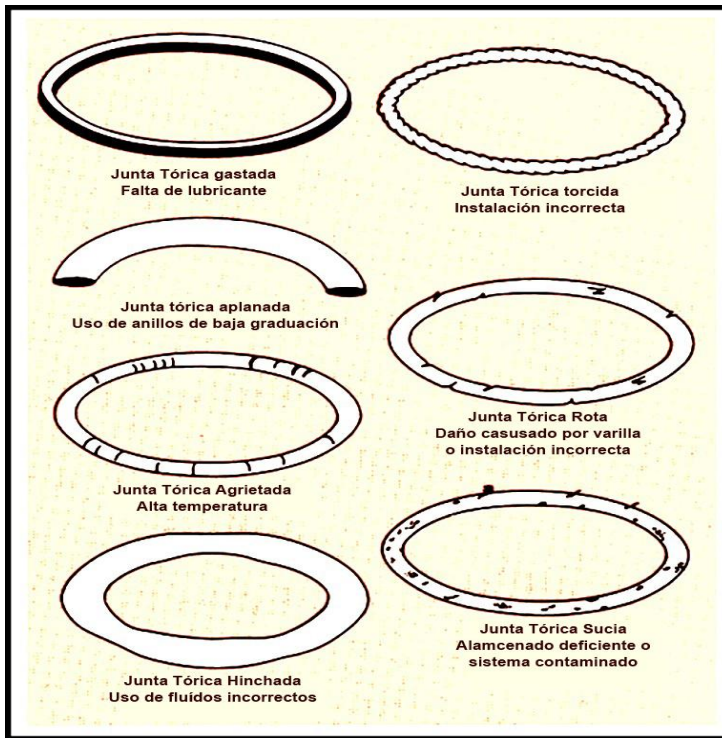


Figura 333: Fallas en los “O” rings

La manipulación y aplicación inapropiadas reducirán la vida útil de O-Ring y causarán su falla prematura.

Asegúrese de seguir las recomendaciones del fabricante al reemplazar los O-Rings que hayan fallado en servicio. Trate de diagnosticar la causa detrás de la falla.

Las fallas que se muestran en la Figura 351 representan las fallas más comunes que se encuentran en los “O” rings.

## PRUEBAS DE LOS SELLOS DE LOS PISTONES

Hay dos métodos que se describen aquí para probar este sello. La parte B de Hidráulica dará una descripción en detalle de todas las formas de probar estos sellos. La primera usa carga de presión y prueba el sello y la válvula y también es capaz de probar el barril en cualquier posición a lo largo de la carrera. La segunda es más fácil y rápida, pero usa la presión total del sistema y sólo prueba los sellos y la camisa en los extremos. Algunos sellos que tienen fugas en la carga de presión se deflectarán lo suficiente a la presión total del sistema y sellarán.

### MÉTODO 1

- Extienda totalmente el vástago contra la carga (o coloque el pistón donde se encuentra la sospecha de falla en el barril).
- Neutralice la válvula de control y detenga la bomba
- Remueva la manguera al FINAL DEL VÁSTAGO.

Si el aceite fluye por la compuerta abierta – el pistón tiene una fuga. El volumen de aceite es equivalente al volumen del vástago del pistón

moviéndose dentro del cilindro. Si hay aceite o aire atraído a la compuerta abierta, una válvula tiene una fuga en alguna parte en el lado corriente arriba de la cabeza. e.g. válvula de control direccional, válvula de seguridad del circuito o válvula anti-cavitación.

## MÉTODO 2

- Extienda totalmente el vástago.
- Neutralice la válvula de control y remueva la manguera del extremo del vástago.
- Presurice el extremo de la cabeza.

Cualquier aceite que fluya por la compuerta abierta esta bypassando el sello del pistón. Recuerde que una pequeña cantidad de fuga es normal en algunos tipos de sellos.

Reverse el procedimiento, dado que algunos tipos de sellos pueden tener fugas en una dirección pero no en la otra.

## CALZANDO LA GLÁNDULA

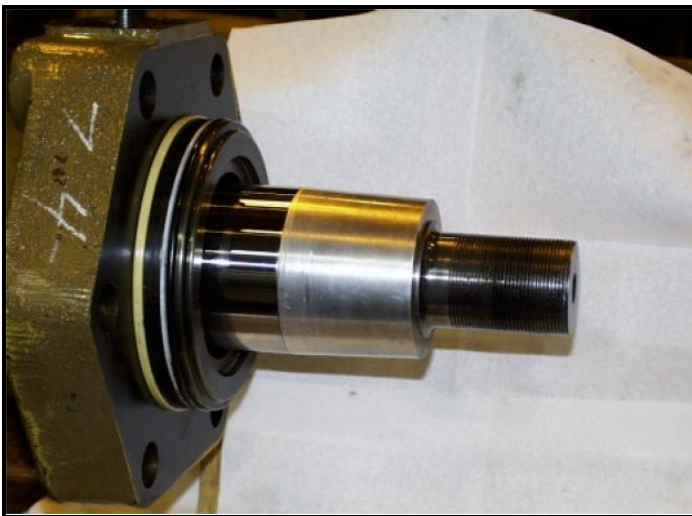


Figura 334: Instalación de la glándula.

Una nariz cónica es el mejor método de calzar una glándula al vástago dado que lentamente suelta los labios a posición correcta y ayuda a evitar que se dañen al momento del ensamblado.

## INSPECCIÓN DEL BARRIL Y REEMPLAZO DE LOS SELLOS

Las siguientes medidas son las que se toman para encontrar el desgaste en un sistema y para conseguir los sellos de reemplazo. En general, un kit de refacción implica todos los sellos, “O” rings y cojinetes.

El barril siempre tendrá el mayor desgaste en el extremo exterior, debido a la contaminación y a menor soporte de los cojinetes. Por ende, debiera dedicarse más tiempo a revisar esta área. Los cilindros se “saldrán del barril” en la posición central dado que son lo más débil en esta área.

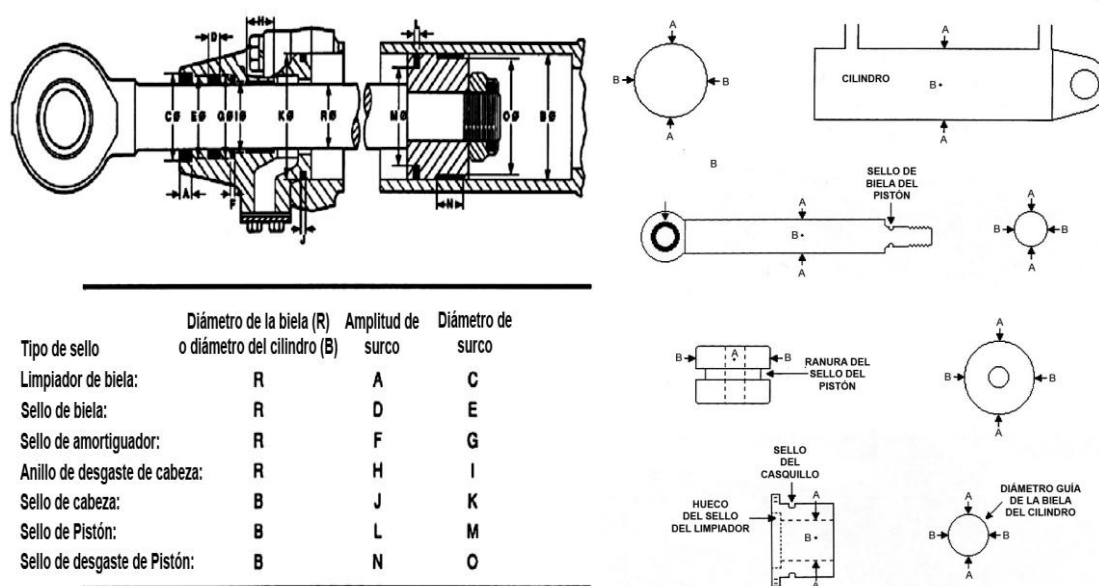


Figura 335: Revisiones y mediciones para desgaste

El vástago debiera ser revisado por hoyuelos y rasguños.

El área de la glándula y los cojinetes debiera se medida como se muestra más arriba.

## 13.2 Equipos fijos típicos y sus aplicaciones en minería

### Introducción a los alimentadores y a las correas transportadoras

## **Correas transportadoras**

Las correas transportadoras juegan un rol importante en el mundo del procesamiento. Se utilizan para transportar material de una parte del proceso a la otra, y se usan en conjunto con una variedad de equipos desde elevadores de balde hasta tolvas a pilas de acopio.

El rol de las correas transportadoras a menudo se pasa por alto dado que normalmente son un equipo que nunca da demasiados problemas y que funciona por un período largo de tiempo antes de estropearse. Su diseño es más simple que complejo y normalmente se basa en una correa infinita, soportada por una serie de rodillos para transportar un producto de un destino al otro.

### **Aplicación de las correas transportadoras**

Las correas transportadoras están diseñadas para propósitos específicos. Sin embargo, la mayoría de las correas transportadoras tienen similitudes como una polea principal, una polea de cola, caja de cambios, correa, rodillos, estructura del cuerpo, un cinturón e interruptores de límite.

El material es alimentado a la correa transportadora a través de un sistema de alimentación que entrega el material a la correa de manera que permite que la correa transportadora acepte el material sin pérdida de producto o daño a la correa transportadora.

La correa transportadora transporta el material desde su ubicación inicial y lo deposita en el próximo paso del proceso. Puede ser alimentador y elevador, correa transportadora o cargar un camión o un barco.

Las correas transportadoras tienen un gran impacto sobre la forma en que procesamos y movemos el material. Las correas transportadoras se utilizan en todas las áreas de la minería, tales como materiales de titanio (arenas minerales), elementos poco comunes, cromita, hojalata, oro, cobre y carbón, para nombrar sólo algunos.

### **Tipos de correas transportadoras**

Hay una variedad de otros tipos de correas transportadoras en uso para mover material en el ambiente de procesamiento. Algunas de ellas son:

- Correas transportadoras.
- Alimentadores vibratorios.
- Alimentadores de tornillo.
- Elevadores por balde.

Partes comunes de los transportadores:

Las correas transportadoras están hechas de un rango de componentes de ingeniería. Éstos incluyen:

- Poleas.
- Poleas guía.
- Rodillos o ruedas.
- Rodamientos.
- Engranajes.
- Correas.
- Guardas.
- Fijadores de tablero.
- Elementos de amarre de seguridad e interruptores de detención de emergencia .

### **Poleas transportadoras**

Las poleas transportadoras consisten en aparatos cilíndricos que mueven la correa a lo largo de su ruta designada. Estas poleas pueden estar hechas de diferentes maneras, dependiendo del tipo de peso de carga la transportadora está hecha para acarrear. Las poleas de elevación son suaves en toda su superficie. El borde exterior esta enrasada contra los rodamientos del medio. Mientras está en funcionamiento, la polea agrega presión a la correa, lo que causa fricción y produce un tiraje. Las poleas en espiral o en ala están diseñadas para tirar de las cadenas de la transportadora y en general se usan para transportadoras industriales.

### **Poleas de transmisión revestida**

El revestimiento generalmente se usa en las poleas de transmisión, preferentemente en el lado sucio de la correa. Este se puede rociar, pegar o vulcanizar en la bobina. Puede ser de caucho endurecido, cerámica o cualquier otro tipo de material que aumente la adhesión entre la correa y la polea. También, el revestimiento se puede usar para protección contra fuego, protección química, protección al aceite, o cualquier combinación. En el caso de condiciones

húmedas, el revestimiento es habitualmente ranurado. Esto permite que cualquier líquido gotee por la polea y asegure máxima tracción entre la correa y la polea.

Debido a las características, especificaciones y material manipulado del diseño, existen muchos estilos de revestimiento en el mercado. Las características básicas de revestimiento son:

- aumentar el coeficiente de tracción que permite que la correa ser dirigida con baja tensión en la correa.
- una reducción del deslizamiento debido a las condiciones húmedas.
- aumento de la vida útil de la correa y de la polea.

El Dibujo siguiente se ilustra un revestimiento ranurado con un modelo con dientes angulares. En este tipo, el vértice señala la dirección de la trayectoria de la correa.

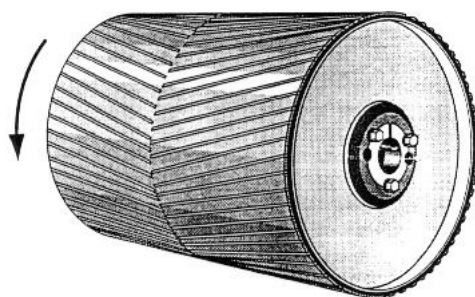


Figura 336: Revestimiento ranurado con dientes angulares en una polea

### Correa transportadora

Las correas transportadoras están generalmente hechas de goma o silicona, dependiendo de tipo de producto a ser transportado. Las correas transportadoras están hechas para soportar temperaturas extremas. La mayoría de las correas son de menos de 1 pulgada de espesor, por lo tanto el movimiento es suave con otros elementos de transporte. Las dos poleas deben girar simultáneamente para ayudar a la correa a lo largo de su ruta designada.

## Ruedas o rodillos de la transportadora

La presión se ejerce en los mecanismos de la correa por ruedas de deflexión que generan la energía al girar. Al trabajar con las poleas, las ruedas giran lentamente y generan el movimiento de la correa transportadora. Estas ruedas tienen centros huecos con vástagos estabilizadores que las atraviesan a la mitad. Dos ruedas son atraídas al vástago y son posicionadas en los lados opuestos de la correa para generar un giro parejo. Las ruedas más pequeñas, están estacionadas a lo largo de la correa transportadora. La ruedas guías guían las cuerdas, cadenas, cables u otros componentes de la correa transportadora.

## Rodillos guía

Los pequeños aparatos cilíndricos hechos de metal o goma en las transportadoras son los rodillos guía. Están posicionados en las áreas apretadas de una correa en donde las poleas o las ruedas no caben. Los rodillos guía operan de manera similar a las poleas en un movimiento circular y mantienen las correas moviéndose en todo momento y previenen que la correa se hunda.

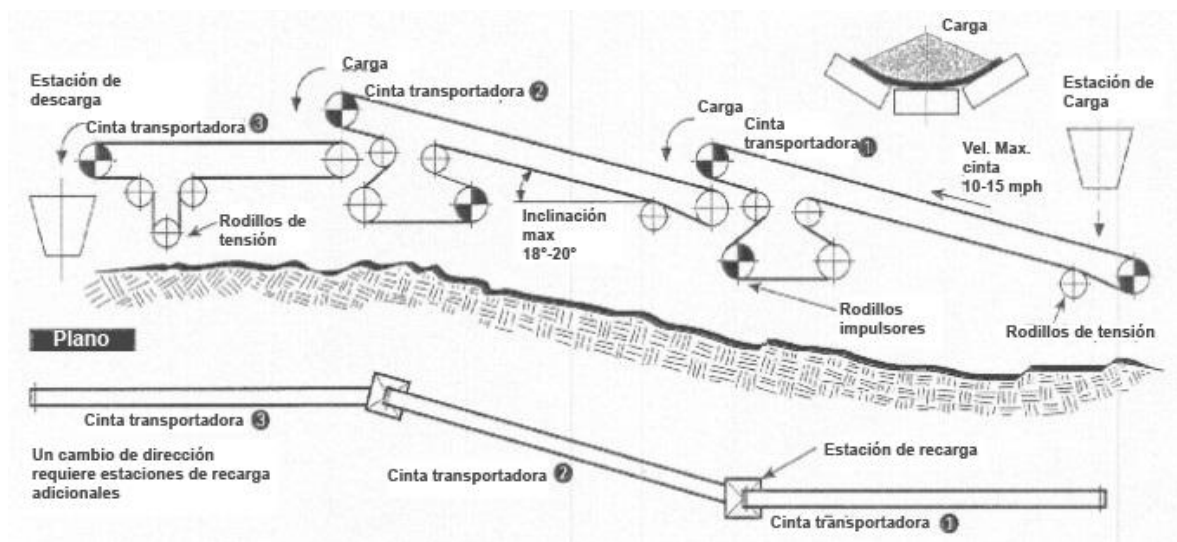


Figura 337: Aparatos de seguridad de las transportadoras

## Alineamiento

El Dibujo siguiente se ilustra la dirección que tomará la correa cuando los rodillos tensores son asimétricos. Al mover el lado del rodillo tensor hacia adelante o hacia atrás, la correa comienza a moverse. La correa debe viajar al menos una revolución completa después de mover el rodillo tensor con el objeto de revisar el curso de la correa. La mayoría de los sistemas articulados de los rodillos tensores tienen orificios para perno ranurado para permitir algo de ajuste.

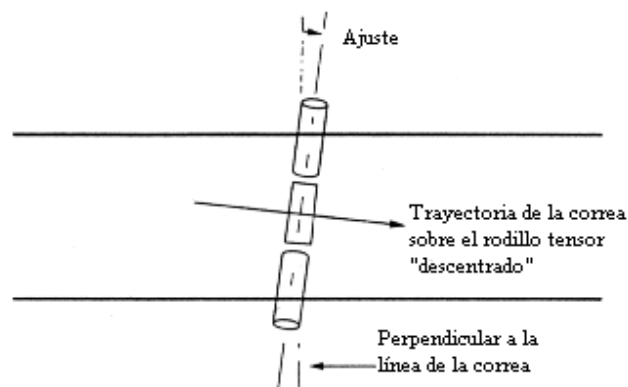


Figura 338: Dirección de la trayectoria de la correa con rodillos tensores asimétricos

### Rodillos tensores de transporte de canalización

Los rodillos tensores de canalización se usan donde el material a granel probablemente salpique hacia los lados. También, un transportador canalizado puede manejar más tonelaje de material suelto que los transportadores lisos. Los rodillos tensores de canalización pueden montarse en un marco sólido o estar suspendidos en el lado del marco del transportador.

Los rodillos tensores de canalización deben inclinarse hacia adelante en  $2^\circ$  en la dirección de la trayectoria de la correa. Si un rodillo tensor de desplazamiento está muy inclinado hacia adelante y los rieles de la correa están muy atrás, mueva el rodillo tensor hacia atrás. No mueva ningún otro rodillo tensor. Sólo una persona debe efectuar el desplazamiento de la correa; más de una puede confundir la operación y la posición de los rieles puede llegar a hacerse más difícil. Comience a desplazar los rodillos tensores de retorno en primer lugar.

### Rodillos tensores montados en un marco

Los rodillos tensores de canalización usan tres rodillos. Los dos rodillos de los extremos están inclinados a  $20^\circ$ ,  $35^\circ$  o  $45^\circ$  dependiendo de las especificaciones del diseño. El rodillo central es horizontal a la base del transportador. El Dibujo siguiente ilustra una configuración común del rodillo tensor de canalización.

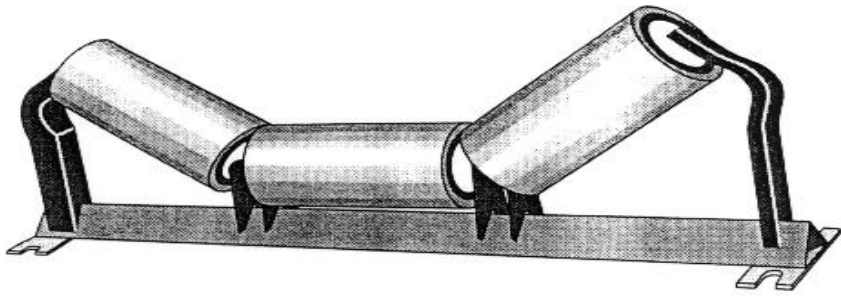


Figura 339: Configuración común del rodillo tensor de canalización

No todos los rodillos tensores de canalización están en línea. El Dibujo siguiente ilustra un rodillo descentrado. Estos rodillos están diseñados para áreas en donde el espacio en altura es limitado y la correa y carga del transportador deben permanecer a baja altura.

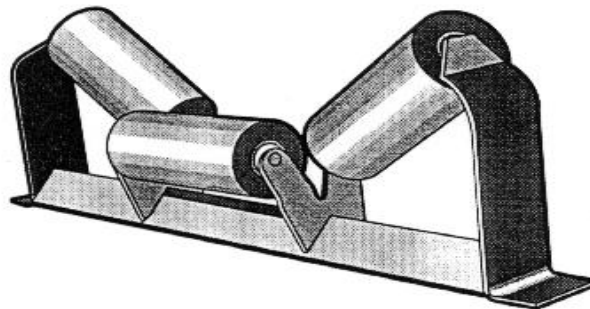


Figura 340: Rodillo descentrado, rodillo tensor de canalización montado en un marco

### Rodillos tensores suspendidos

Estos modelos de rodillos tensores se conectan o se unen por cable o juntas flexibles y están suspendidos de los canales laterales del marco del transportador. Los rodillos tensores suspendidos pueden fabricarse de mecanismos de rápida liberación que permiten que toda la sección del rodillo tensor se remueva en caso de falla. Como no hay pernos que sostengan estos rodillos tensores en su lugar, cambiarlos requiere muy poco tiempo.

Estos rodillos tensores habitualmente están compuestos de tres rodillos, sin embargo, se pueden usar cinco rodillos tensores suspendidos en la sección de carga del transportador. Los rodillos de este modelo de rodillo tensor casi siempre son lisos, tanto en la sección de transporte como en la sección de carga. Como estos rodillos tensores pueden balancearse, no se ven muy afectados por la

desalineación de la base del transportador o por el sostén de grandes trozos de roca u otros materiales. Es por eso que se acepta ampliamente el modelo suspendido de los rodillos tensores en la industria minera. El Dibujo siguiente ilustra una configuración común de rodillo tensor suspendido. El desplazamiento de los rodillos tensores (ver la descripción más adelante en esta sección) generalmente no es necesaria en este modelo de transportador.



Figura 341: Configuración común del rodillo tensor suspendido

### Rodillos tensores de transición

Los rodillos tensores de transición se usan cuando la correa debe ser acanalada. Como la superficie de la polea es horizontal, la correa necesita una serie de rodillos tensores que acanalen gradualmente la correa en los rodillos tensores principales de canalización. Los rodillos tensores de transición también se usan para ayudar a aplanar la correa a medida que deja los rodillos tensores de canalización y se mueve hacia la polea motriz.

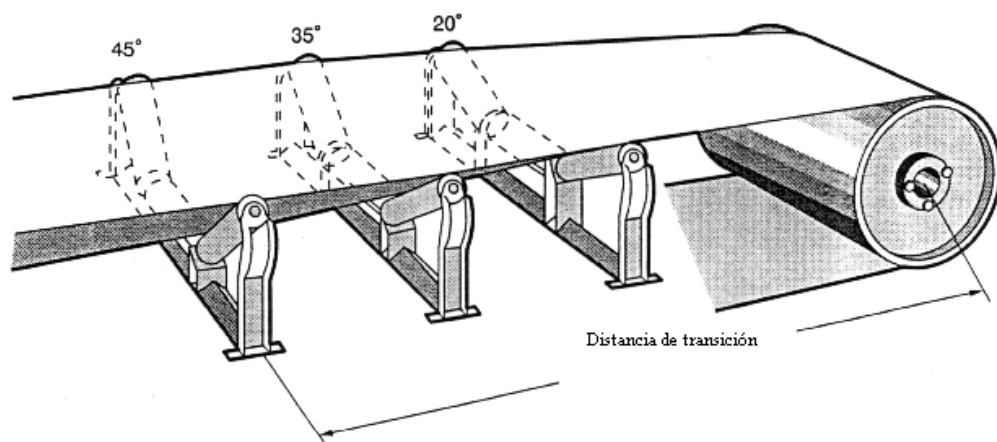


Figura 342: Varios ángulos de inclinación de los rodillos tensores de canalización

El Dibujo anterior ilustra varios ángulos de inclinación de los rodillos tensores de canalización a medida que avanzan a través de la distancia de transición. En este

diagrama, los rodillos tensores avanzan para hacer más profundo los rodillos tensores del canal (45°)-mientras más profundo el canal, más grande la distancia de transición. Si los rodillos tensores están separados incorrectamente, los bordes de la correa se estrechan y la correa se desgasta en forma prematura. El rodillo tensor de transición difiere de acuerdo al modelo y ancho de la correa. La correa del cordón de acero tiene diferentes espacios de transición que las correas de tela.

### **Rodillos tensores de transporte de correa plana**

Los transportadores planos se encuentran en los procesos de fabricación donde el sacado y la colocación de las mercancías en varios puntos son convenientes y el derramamiento no es importante. Estos transportadores pueden manejar una amplia variedad de productos y en una variedad de tamaños y formas. El Dibujo siguiente ilustra un rodillo tensor de correa plana.

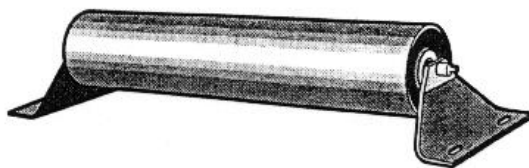


Figura 343: Rodillo tensor de transporte de correa plana

### **Rodillos tensores guía laterales rígidos**

Los rodillos tensores guía laterales rígidos se instalan en un transportador acanalado para ayudar al desplazamiento de la correa para que ésta comience a moverse. Los rodillos guía laterales rígidos se montan en el lado del transportador de tal forma que el rodillo esté a unas pocas pulgadas del borde de la correa. Su principal uso es evitar que la correa se desgaste en una superficie fija. Los rodillos tensores fijos en el lado de la carga pueden dañar severamente el borde de la correa si ésta no avanza correctamente por el centro de la base del transportador.

El Dibujo siguiente ilustra un rodillo tensor guía de lado rígido. Esos rodillos tensores se montan cerca de las poleas y ayudan a evitar que la correa se salga de la polea o desgaste el marco.

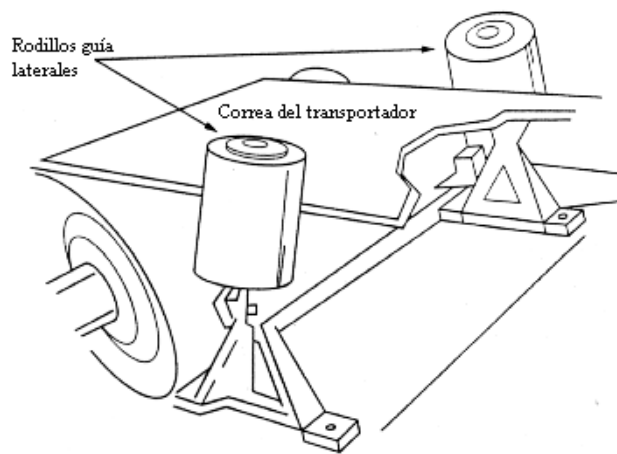


Figura 344: Rodillo tensor guía lateral rígido

## Rodillos tensores de retorno

Los rodillos tensores de retorno se usan para sostener la correa en su trayectoria de regreso. Estos rodillos generalmente se fijan al lado inferior del marco del transportador. Los rodillos tensores de retorno tienen varios y diferentes diseños.

### ***Rodillo tensor de retorno plano***

Un diseño de rodillo tensor de retorno es un rodillo simple, largo, plano ajustado en los extremos con abrazaderas de montaje. El diseño de este rodillo y la abrazadera es tal que el cambio de lado de la trayectoria de la correa no producirá que la correa entre en contacto con ninguna parte fija en el transportador.

### ***Otros modelos de rodillo tensor de retorno***

Los rodillos tensores de disco de goma de auto limpieza se usan donde el material transportado se adhiere a la correa y a los rodillos. Si la concentración en los rodillos es excesiva, puede provocar que la correa se vaya a un lado del transportador.

Otros diseños de rodillos tensores de estilo V consisten en el modelo suspendido y el modelo rígido. Aunque los diseños varían levemente, estos rodillos tensores realizan la misma función que sus duplicados.

## Rodillos tensores (regulación) de auto alineamiento

Este modelo de rodillo se diseña específicamente para un menor auto alineamiento de la correa. No son para el alineamiento general de la correa. Cuidan de la desalineación intermitente debido a la variación de carga, clima y derramamiento.

Estos rodillos tensores funcionan sólo si la base del transportador y el ensamble están en la línea de centro desde la polea impulsada hasta la polea motriz. Si el marco del transportador o cualquier parte del ensamble está mal alineado, los rodillos tensores de auto alineación tal vez no son suficientes para compensar la desalineación.

Los rodillos tensores de auto alineación se usan tanto en el lado de la carga como en el lado de retorno del transportador. A menudo se les denomina *poleas de guía*.

### **Poleas de guía en correa acanalada**

Las poleas de guía en correas acanaladas tienen rodillos guía laterales montados en la parte exterior de los rodillos inclinados. Las poleas guías acanaladas descansan en un pivote en el centro del marco. Cuando la correa sube por la inclinación del canal y empuja un rodillo guía lateral, este rodillo presiona a la polea de guía para que gire y mueva la correa hacia el centro del transportador.

Este modelo de corrección de alineación no es confiable para la desalineación severa o continua de la correa. Si la correa sube insistentemente sobre el rodillo guía lateral, hay problemas con la correa o con la alineación del marco del transportador.

El Dibujo siguiente ilustra una polea de guía acanalada (*rodillo tensor acanalado*). Observe que el marco del rodillo se monta en un pivote y que los rodillos guía laterales se montan en el marco del rodillo.

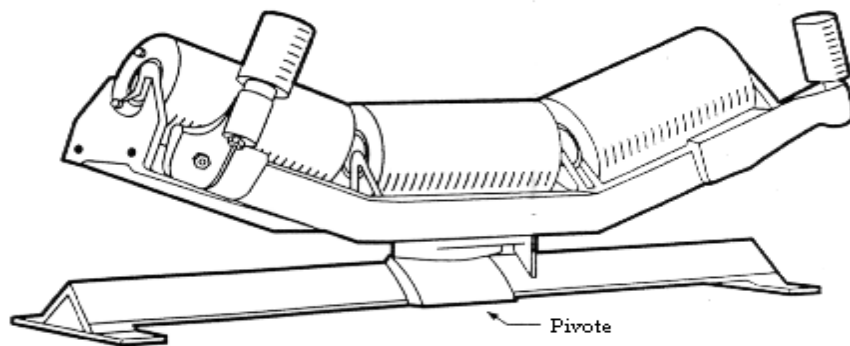


Figura 345: Rodillo tensor de canalización de auto

### Aparatos de seguridad de las transportadoras

El Acta de Seguridad y Bienestar Ocupacional de 1986 coloca la obligación de un "deber general de cuidado" por parte del empleador para con sus empleados. El "deber general de cuidado" incluye el respeto de los códigos aprobados de práctica, del cual el Estándar Australiano AS 1755 es el código relevante para la operación de estas transportadoras.

Dado que las transportadoras son un aparato peligroso, necesitan que se les apliquen consideraciones de seguridad. Las Regulaciones de Seguridad e Inspección de Minas determinan qué transportadoras pueden ser instaladas con las guardas apropiadas y otros equipos de seguridad que protege a aquellos que trabajan en las cercanías.

Los aparatos de seguridad de las transportadoras incluyen pero no se limitan a lo siguiente:

- Guardas para prevenir el acceso a los puntos de agarre.
- Amarras / cables de tiro.
- Botones de detención de emergencia.
- Acceso restringido a las áreas de recogida.
- Vías de acceso apropiadamente construidas.
- Procedimientos para trabajar en las cercanías de las transportadoras.
- La seguridad es una medida del rendimiento de las transportadoras.
- La medida del éxito en todas las operaciones de producción debiera usar la seguridad como su regla primordial de medición.
- Hay un número de razones para tener una operación segura.
- Buena práctica de negocios.

- Mantener alta la moral de los empleados.
- Ayuda a mantener a los altamente calificados.

Por sí misma, es contra la ley y hay algunas penas severas para violaciones graves

Cada Tipo de Transportadora tiene su propio Potencial inherente de Alto Riesgo:

Hay una combinación de cosas que se debieran hacer para poder eliminar los peligros asociados con las partes móviles de las transportadoras. Se pueden clasificar de forma poco precisa en dos categorías: guardas físicas directas y métodos indirectos tales como procedimientos, capacitación y firmado.

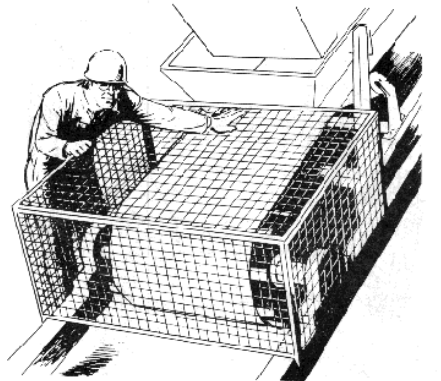


Figura 346

Provisión de Guardas Apropriadas:

El término “designado para prevenir las heridas a las personas” debiera entenderse como el hacer una guarda que haga que sea físicamente imposible para una persona accede a la parte peligrosa. Esto quiere decir que las personas no debieran poder poner sus dedos o manos a través de la guarda, poner sus brazos alrededor o debajo de la misma para alcanzar la parte peligrosa de la transportadora.

Las guardas de las transportadoras son un aspecto crítico de la seguridad de las transportadoras. Las guardas se instalan por una razón – para prevenir que usted ponga su cuerpo en contacto con equipos en movimiento y quede atrapado en una posición que potencialmente ponga en peligro su vida.

### Guardas Directamente Físicas:

Una barrera física es la primera línea de defensa contra un accidente en una transportadora y es el medio de protección más efectivo contra los puntos peligrosos de las transportadoras. Son un medio de prevenir físicamente el acceso a las áreas peligrosas, y también un requerimiento estipulado por la ley. Hay 3 puntos que siempre debieran ser considerados al diseñar y colocar las guardas:

- Las guardas deben de hecho hacer imposible el acceso físico a los puntos de entrada de los rodillos.
- Las guardas no deben impedir la operación de la planta.
- La guarda en sí misma no debe crear un nuevo riesgo de manejo manual.

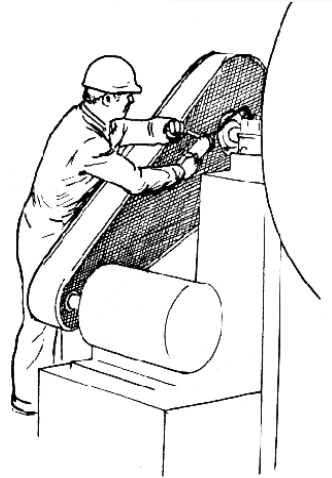


Figura 347

No olvide usar las señales de advertencia alrededor de las guardas de las transportadoras:



Figura 348

### Advertencia de Áreas de Acceso Prohibido:

Las personas deben estar conscientes de donde pueden o no pueden ir, y esto debe estar reforzado por señales y barreras correctamente localizadas.

### Consciencia de Los Mecanismos de Parada de Emergencia:

Todo el personal debiera estar totalmente consciente de la localización de los mecanismos de parada de emergencia (tales como amarres y botones de parada) y acerca de como operarlos en el caso de una emergencia. El personal también

debiera estar consciente que la Legislación sobre la detención de emergencia requiere que todas las transportadoras estén equipadas con controles de detención, siendo estos: (amarres o cables de tirado)

#### Botones de Detención de Emergencia:

Si la transportadora esta accesible (menos de 2,5m sobre el suelo o pasarela), en la ausencia de un amarre, un botón de detención de emergencia debe estar localizado cada 30m. Los botones de detención por emergencia debieran ser:



Figura 349

- Estar prominentemente marcados.
- Rojos.
- Fácilmente accesibles.
- De pestillo con forma de hongo o con reseteo manual.
- Para transportadoras que están 2,5m sobre el suelo o cualquier pasarela (inaccesible a las personas) un botón de emergencia debe estar localizado cada 10 metros.

#### Tolvas y alimentadores

**Tolva** – una tolva es un silo grande o embudo que está cargado con material a granel desde la parte superior. Típicamente en forma cónica hacia abajo y descarga el contenido a través de una puerta o ducto en la parte inferior.

**Alimentador** – Transportadora o estructura de carbonera para entregar material a una tasa controlable.

Las tolvas son un tipo de sistema de carga que guía y controla la carga de alimentación a la correa transportadora (ver la figura a continuación). Las tolvas normalmente contienen las siguientes partes:

- Ensamble de la tolva – guía, contiene y a veces controla la alimentación de la carga a granel.

- Sistema lateral de sellado de borde de goma – centra la carga en la corra o redirige la carga; la correa esta apernada sobre la falda.
- Falda – evita que el material suelto caiga de la transportadora.
- Sistemas de impacto – los sistemas/ placas de impacto se colocan sobre un sistema transportador bajo la alimentación.
- Tolva para asegurar que la correa no se hunda por el peso excesivo y cause derrames.

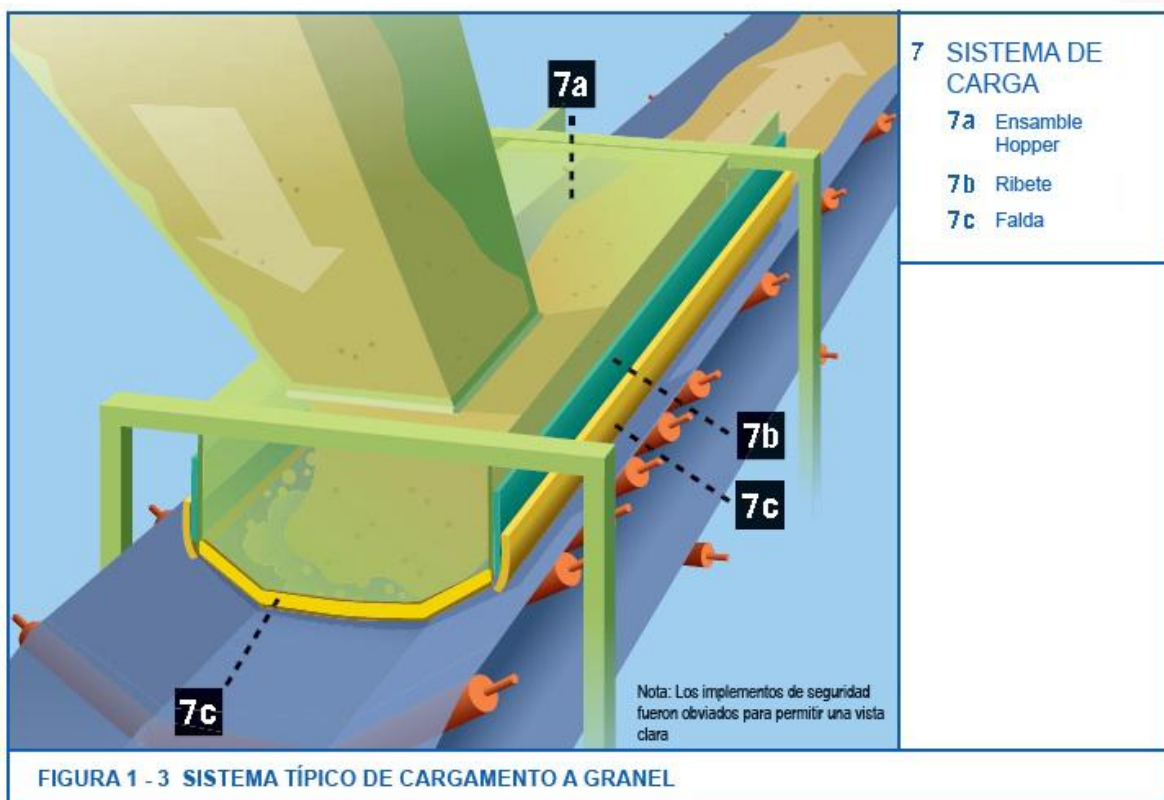


Figura 350

### Información de seguridad

Las tolvas deberían considerarse “espacio confinado”. Un espacio confinado es un espacio cerrado o parcialmente confinado con aperturas limitadas para la entrada/salida y que no tiene por objetivo o no está diseñada primariamente como un lugar de trabajo. Cualquier persona que deba realizar trabajos en o alrededor de dicho ambiente debería estar debidamente entrenado y advertido de los peligros. Se debería hacer un plan de seguridad para la entrada y rescate de los

silos y tolvas. La información debe estar claramente visible para que los trabajadores puedan referirse a ella previo a comenzar a trabajar. Un correcto uso de EPP se debiera usar en todo momento.

### **Peligros para los trabajadores en y alrededor de las tolvas**

- Las Estructuras elevadas implican peligro de caída.
- El flujo puede ser interrumpido por obstrucción y requiere intervención humana. La persona puede quedar atrapada mientras trata de desobstruir material.
- Mientras más grandes las tolvas, más grandes los peligros potenciales debidos a las masas más grandes de material.
- En centro del material podría repentinamente hundirse. El material fluyendo libremente tiene la tendencia a incrementar su flujo y moverse muy rápidamente.



Figura 351

Las tolvas pueden ser designadas para reducir la necesidad de entrada. El ángulo de entrada del fondo de la tolva debiera ser lo suficientemente inclinado para inducir el libre flujo y reducir el atascamiento. Los materiales de baja fricción se pueden usar como líneas.

### **Reconocimiento del tipo de intercambiador de calor**

Al completar este tópico, será capaz de reconocer los tipos de intercambiadores de calor.

### **Tipos de intercambiadores de calor**

La mayoría de los procesos que requieren de transferencia de calor deben hacerlo sin mezclar los fluidos.

La función primaria de algunos intercambiadores de calor es entregar calor fluido, mientras que la función primaria de los otros es entregar enfriamiento fluido.

Ambos son intercambiadores de calor y operan acorde a los mismos principios de transferencia de calor.

### **Cascos y tubos de intercambio de calor**

El intercambiador de calor por caparazón y tubeo es el intercambiador de más extenso uso en la industria hoy en día. El diagrama a continuación muestra que consiste en una serie de tubos contenidos dentro de un caparazón de intercambio de calor. Un fluido pasa a través de los tubos mientras que otro fluye por el caparazón. Esto evita que los fluidos se mezclen el uno con el otro. La mayor parte de la transferencia de calor ocurre a través de las paredes de los tubos. Un gran número de tubos son usados para brindar mayor superficie de área para que la transferencia de calor sea más rápida.

Un fluido está fluyendo por el interior (lado del tubo) de las cañerías y la otra parte del fluido por fuera (lado del caparazón) de las cañerías. Es importante que en caso de líquidos que fluyen que el interior de los tubos esté lleno de fluido y que no tenga huecos de aire. El aire tiene una baja conductividad térmica y reduce la tasa de la transferencia de calor. Esto reduce la eficiencia del intercambiador de calor y puede llevar a puntos calientes que pueden dañar los tubos si no se enfrían apropiadamente. Por la misma razón, el espacio afuera de los tubos no debiera tener huecos con aire. Dado que las bolsas de aire/gas surgirán, se pueden remover por ductos localizados en la parte superior del intercambiador de calor.

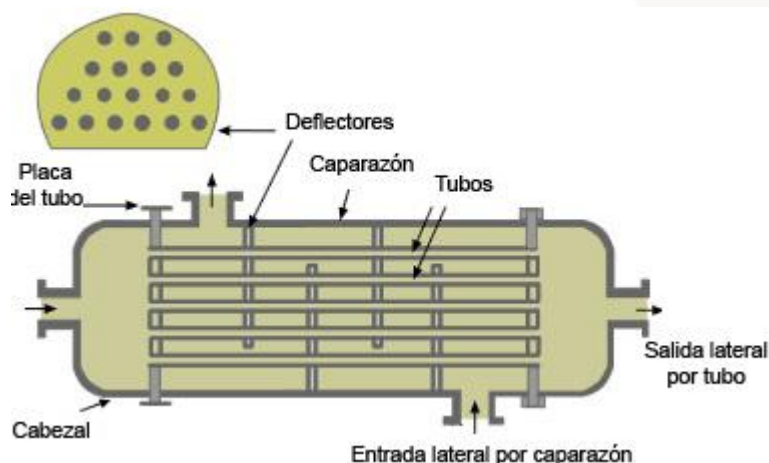


Figura 352: Intercambiador de calor de caparazón y tubos

El haz o ampliado de tubos está insertado dentro del caparazón. Las hojas de los tubos hacen que los tubos se queden en su lugar y formen una barrera para prevenir los fluidos del lado del caparazón. Una serie de deflectores dirigen el flujo de fluido enfriante hacia adelante y atrás por el apilamiento de tubos. A cada extremo del intercambiador de calor hay una cabeza que dirige el fluido caliente a través de los tubos. Estas cabezas pueden estar diseñadas para dar un paso único a través de los tubos o múltiples pases. Las cubiertas retirables brindan acceso para la limpieza.

En general, no importa si el fluido caliente pasa a través de los tubos y si el aire frío pasa por el caparazón (vice versa) pero las siguientes directrices generales deben ser tomadas en consideración.

El fluido a mayor presión debería pasar a través de los tubos (lado del tubo). Esto ahorra el gasto de un caparazón de alta presión.

Es lo más probable que el fluido que cause incrustaciones dentro del intercambiador sea del lado del tubo. El interior de los tubos es más fácil de limpiar que el exterior de los mismos.

Los fluidos más corrosivos deberían fluir por el lado del tubo.

Los tubos deberían estar hechos de materiales resistentes a la corrosión. Eso es mucho menos costoso que tener un caparazón de dicho material y, si ocurre corrosión, solo se deben reemplazar los tubos afectados.

Si el intercambiador de calor está operando como un sistema de gas-líquido entonces el gas (con su volumen específico mayor) debería ser del lado del caparazón.

El fluido más caliente normalmente pasa a través de los tubos y el fluido más frío pasa a través del caparazón que rodea a los tubos.

### Intercambiadores multipaso

El intercambiador de calor de caparazón y tubos que se muestra en el diagrama anterior es un intercambiador de calor “de una única pasada”. Aquí el fluido del lado del tubo hace una pasada a través del intercambiador desde un extremo al otro. Sin embargo, muchos tubos e intercambiadores de calor tienen el fluido del lado del tubo viajando de ida y vuelta a través del intercambiador en su camino desde la toma hasta la descarga. Este tipo de intercambiador es un intercambiador multipaso.

Los intercambiadores multipaso se usan para que se pueda mantener una alta velocidad del fluido. Esta alta velocidad ayuda a detener un acumulación de suciedad y escala y promueve flujo de alta turbulencia dentro de los tubos. Este flujo turbulento reduce el grosor de la capa fronteriza y mejora la transferencia de calor.

Hay límites prácticos al número de pasadas en el intercambiador de calor. El número práctico de pasadas normalmente es ocho. El siguiente diagrama muestra un intercambiador en donde el fluido del lado del tubo hace dos pasadas a través del intercambiador. Es un intercambiador de doble pasada. El fluido del lado del caparazón está limitado a pasar dentro de un caparazón y este tipo de intercambiador es conocido como un intercambiador de cabeza fija.

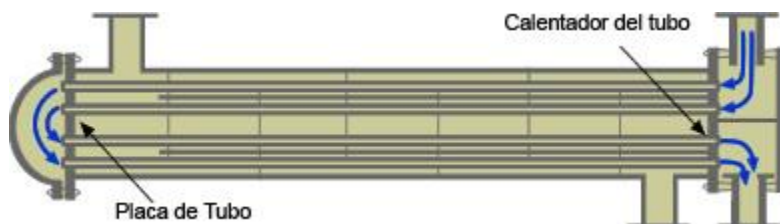


Figura 353: Intercambiador de cabeza fija

En este intercambiador, los tubos están sujetos en las hojas de los tubos (una a cada lado) y estas hojas de tubos están fijadas al caparazón.

No es posible retirar el apilamiento de tubos para su inspección y limpieza la expansión térmica también puede ser un problema dado que los tubos y el caparazón se expandirán a diferentes tasas causando una acumulación de tensión en las hojas de los tubos y en las juntas tubo a tubo de las hojas.

El diseño de un apilamiento de tubos, y de sus hojas asociadas, con una unidad autocontenida supera los problemas con el intercambiador. La instalación y remoción de esta unidad se puede llevar a cabo a placer. El siguiente diagrama muestra este tipo de arreglo.

Este es un diseño de cabeza flotante. Aquí, una hoja de tubo está anclada al caparazón mientras que la otra tiene movimiento libre. Esto permite que ocurra una expansión térmica diferencial. Una cabeza esta calzada al extremo libre del apilamiento de tubos para asegurar la separación de los fluidos del lado del tubo y del lado del caparazón.



Figura 354: Cabeza flotante, intercambiador

## Deflectores

Los tubos multipase se utilizan para incrementar la velocidad del lado del tubo y, como resultados, la eficiencia de la transferencia de calor. Se utilizan deflectores en el lado del caparazón para incrementar la velocidad al hacer que el fluido deba recorrer una ruta más larga entre la toma y la descarga.

El diagrama a continuación muestra dos tipos comunes de deflectores – el deflector segmentado y el deflector de disco y anillo. Estos deflectores aseguran que el fluido no tome la ruta más corta entre la toma y la descarga, lo que resulta en la formación de puntos muertos en donde el fluido es estacionario y la transferencia de calor es pobre.

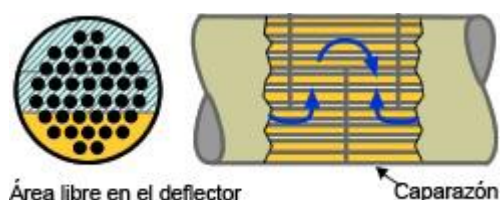


Figura 355: Deflector Segmentado

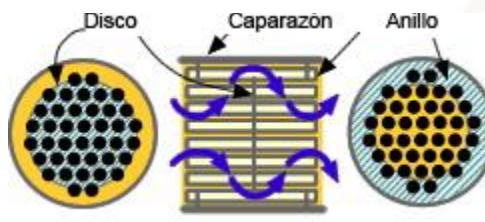


Figura 356: Deflector de disco y anillo

Al adosar un deflector a la hoja de tubo usted puede crear dos pases del lado del caparazón. Este arreglo del flujo produce un intercambiador de calor de dos cabezas flotantes (2 pasadas del lado del caparazón y 4 pasadas del lado del tubo).

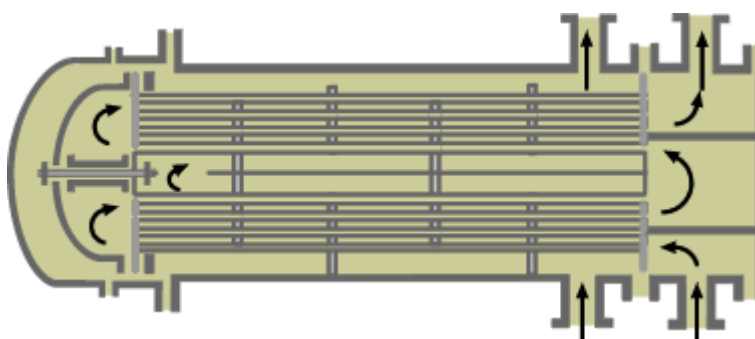


Figura 357: Intercambiador de calor de cabeza flotante

### Expansión diferencial

La expansión térmica es un factor muy importante en la selección de un intercambiador de calor apropiado. Los diferentes metales se expanden por diferentes montos al estar sometidos a cambios idénticos en la temperatura. Además, el mismo metal se expandirá de manera diferente al estar sometido a cambios variables de temperatura.

En un intercambiador de calor, las temperaturas del lado del tubo y del lado del caparazón no son constantes a lo largo del intercambiador y, para complicar aún más las cosas, los metales utilizados para la construcción de los tubos, el caparazón y las hojas de los tubos son normalmente diferentes.

Dado que los tubos normalmente tienen paredes delgadas, la acumulación de tensión puede resultar en que los tubos se atasquen, se fracturen e incluso se alejen de la hoja del tubo.

Un tipo simple de intercambiador de calor, con los tubos adosados a las hojas de tubo, es adecuado únicamente cuando la diferencia de temperatura entre el tubo y el caparazón es pequeña.

Si se dan grandes diferencias en la temperatura entre los tubos y el caparazón, entonces se necesita un diseño que supere los efectos dañinos de una expansión desigual. Un intercambiador de este tipo es un diseño de cabeza flotante.

La cabeza flotante permite que los tubos se expandan y contraigan de manera independiente de lo que lo hace el caparazón. Otra solución a este problema es un

intercambiador de calor de tubos en U. Esta disposición, debido a la curva en cada tubo, permite que cada tubo se expanda y contraiga de forma independiente al resto de los tubos en el apilamiento de tubos. El problema con este diseño es que los tubos no se limpian fácilmente por medios mecánicos, y este tipo de intercambiador de calor solo debiera usarse cuando se puede llevar a cabo una limpieza química de los tubos

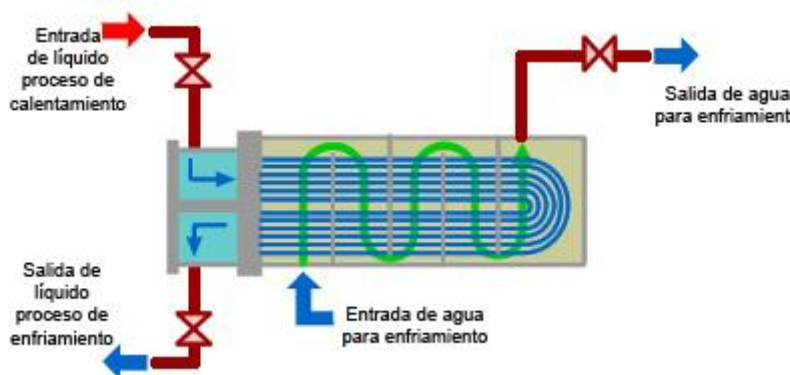


Figura 358: Intercambiador de tubo en U

Otro tipo de intercambiador de calor de caparazón y tubos es el **intercambiador de bayoneta**. Una serie de tubos concéntricos constituyen el apilado de tubos con el tubo exterior de cada par sellado en un extremo. Los tubos internos y externos están cada uno calzados a hojas de tubo separadas para permitir su remoción independiente para limpieza y reparación.

**de bayoneta.** Una serie de tubos concéntricos constituyen el apilado de tubos con el tubo exterior de cada para sellado en un extremo. Los tubos internos y externos de están cada uno calzados a hojas de tubo separadas para permitir su remoción independiente para limpieza y reparación.

El fluido del lado del tubo entra al apilado a través del tubo interno y sale a través del tubo externo. Con esto la transferencia principal de calor ocurre a través del tubo exterior.

El arreglo de los tubos interno y externo permite que el intercambiador de calor sea utilizado con o sin un caparazón. Cuando se usa sin caparazón, el tubo puede proyectarse directamente a una vena. El intercambiador de bayoneta se usa comúnmente para la condensación de vapores.

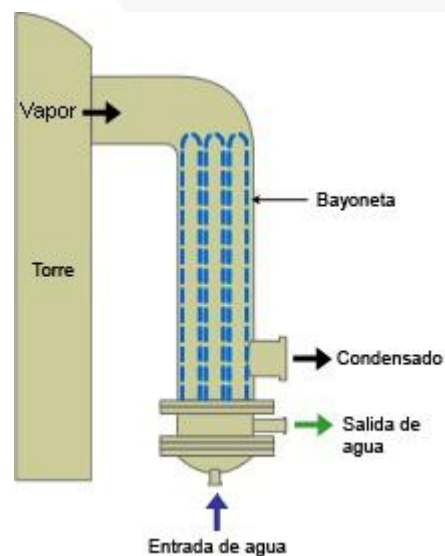


Figura 359

## Condensadores

Un condensador es un intercambiador de calor de caparazón y tubos que se usa para enfriar los vapores hasta que se condensen.

Cuando el fluido del lado del caparazón es vapor, la transferencia de calor tendrá lugar desde el vapor al fluido enfriante que fluye por los tubos. El vapor puede sufrir un cambio en su estado desde un vapor a un líquido. Este proceso se llama condensación y el intercambiador de calor se llama un condensador. El vapor condensado normalmente se llama condensado y el producto condensado se llama destilado. El líquido condensado abandona el intercambiador de calor y se almacena en un estanque llamado receptor.

En general, el vapor es el fluido del lado del caparazón ya que tiene el volumen específico mayor. El vapor se condensa en el exterior del tubo y gotea hacia abajo de la caparazón, de donde es retirado.

## Tipos de Flujo

En un intercambiador de calor el flujo del fluido se puede arreglar de dos maneras:

- contraflujo
- flujo paralelo

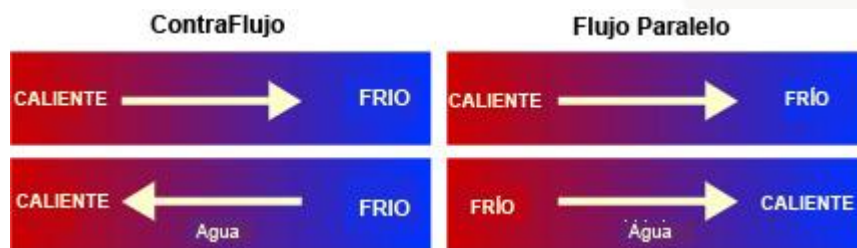


Figura 360: Efecto sobre las temperaturas de toma y descarga en un enfriante de aceite – el aceite caliente se enfría con agua.

En el caso de flujo paralelo:

- Hay una alta tasa de intercambio de calor cerca de la toma, en donde la diferencia de temperatura es más grande.
- Hay una baja tasa de intercambio de calor cerca de la descarga en donde la diferencia de temperatura es la menor.
- La temperatura del agua enfriante no puede ser mayor que la temperatura del aceite que abandona el enfriador.

Con contra flujo:

La diferencia de temperatura sigue siendo bastante constante y por lo tanto la transferencia de temperatura sigue siendo alta a lo largo de todo el largo del intercambiador de calor, es posible que la temperatura del aceite que entra al enfriador casi alcance la temperatura del agua enfriante.

El contraflujo, por ende, da una mejor transferencia de calor con un flujo paralelo.

### Torres de enfriamiento

El agua de enfriamiento se calienta a medida que pasa a través de un intercambiador de calor. Cuando su temperatura se acerca a la temperatura del la corriente del proceso la tasa de enfriamiento es baja. Una torre de enfriamiento se utiliza para enfriar el agua para que pueda volver a usarse en un intercambiador de calor de procesamiento.

Una torre de enfriamiento es un tipo de intercambiador de calor por evaporación en el cual el líquido se enfría por evaporación y continuamente en el mismo espacio que el enfriador.

Grandes cantidades de agua caliente se pueden exponer a un gran volumen de aire dentro de la torre de enfriamiento. Una corriente de aire se eleva por medio de un calado natural o forzado, y agua caliente entra en algún punto y es asperjada al aire. A medida que el agua se evapora pierde su calor latente al aire y este se

enfria. El efecto enfriante es mayor con un calado forzado debido al flujo incrementado del aire. La tasa de evaporación se incrementa debido a la baja presión creada por el ventilador que evacua el aire para que el efecto enfriante sea mayor.

El siguiente es un diagrama de una torre de enfriamiento por calado inducido.

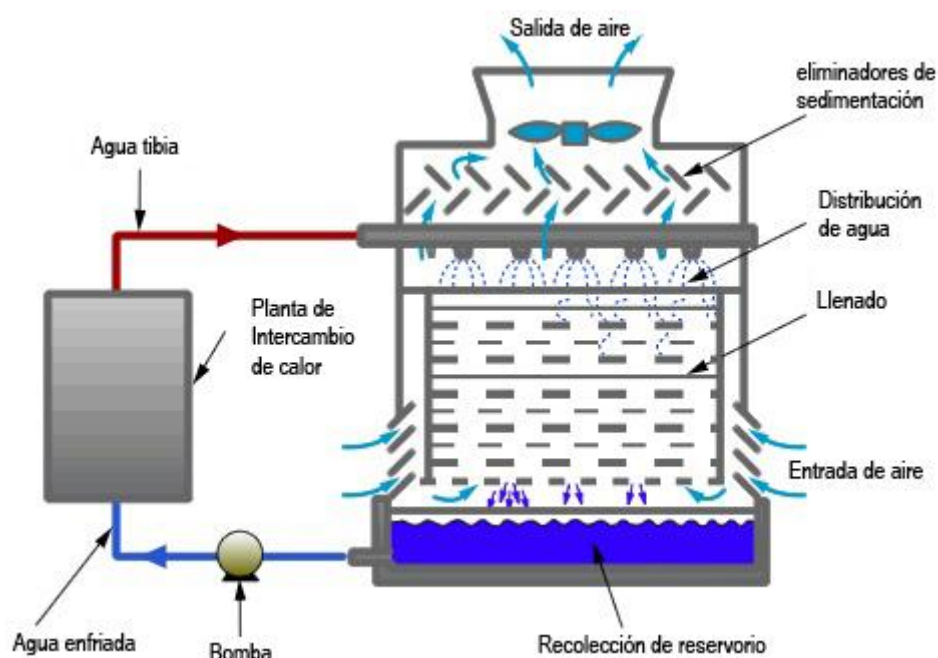


Figura 361: Torre de enfriamiento de calado inducido que muestra un pasaje de flujo de agua.

Se coloca embalaje adentro de la torre para ayudar al proceso de transferencia de calor. Esto toma la forma de una matriz creada de listones de madera o material de celulosa impregnado de plástico, o concreto en las torres grandes. El agua caliente fluye por el material de embalaje en una delgada capa sobre una gran área para acelerar la tasa de evaporación y la transferencia de calor.

Se agregan químicos al agua para prevenir el sarro y el crecimiento de algas y otros agentes causantes de enfermedades.

Una parte del agua de enfriamiento de todas las torres de enfriamiento se pierde en la atmósfera en el proceso de evaporación y por ende una pequeña cantidad de agua de reemplazo se requiere.

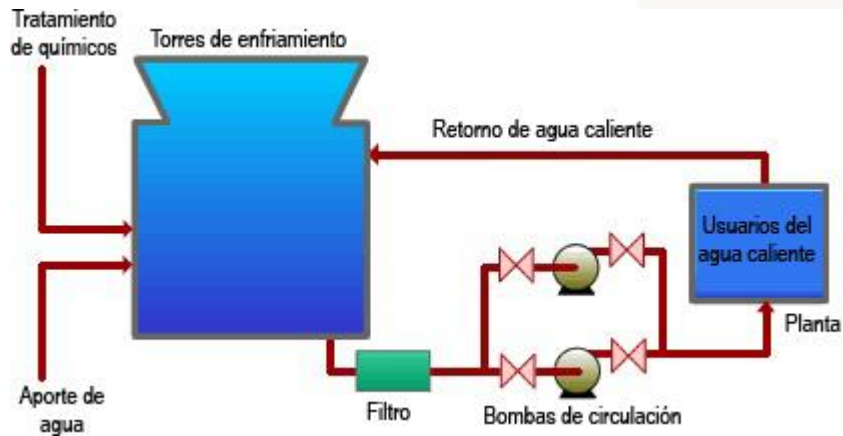


Figura 362

## Compresores de tornillo

Un compresor de tornillo consiste en dos tornillos o lóbulos en una hélice. El aire es atrapado entre las unidades de enmallado y reducido en volumen a medida que se mueve axialmente hacia el puerto de descarga.

Los rotores adaptadores no tienen el mismo número de lóbulos. El conjunto 4 + 6 que muestra el Dibujo siguiente es para uso general. Tiene cuatro lóbulos en la transmisión y seis lóbulos en el rotor de impulsado.

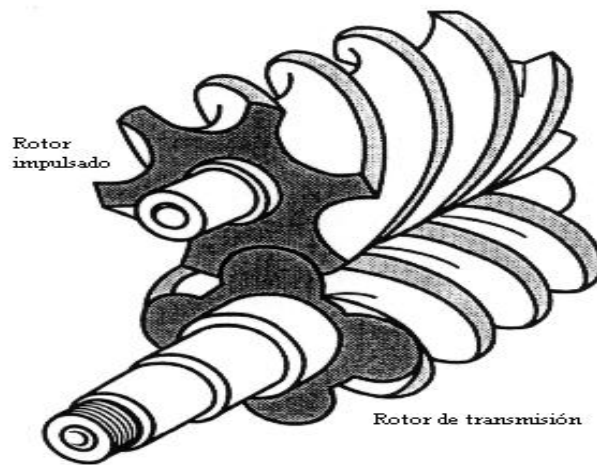


Figura 363: Un conjunto 4 + 6 de rotores para un compresor de tornillo

Otras combinaciones posibles de lóbulos son:

- 6 + 8 para condiciones de alta presión y bajo volumen.
- 3 + 4 para condiciones de baja presión y alto volumen.

## Compresores de tornillo seco

Los compresores de tornillo secos usan dos engranajes retardados para evitar contacto entre los rotores. El contragolpe de engranajes y el desgaste de rodamientos se deben mantener a un mínimo debido a las pequeñísimas holguras entre los rotores.

### ¡PRECAUCIÓN!

Asegúrese que los engranajes de distribución tengan marcas de combinación antes de efectuar el desensamblaje.

## Compresores de tornillo húmedo

Los compresores de tornillo húmedo tienen un rotor que impulsa al otro, esto permite eliminar los engranajes de distribución. Estos rotores necesitan aceite para reducir el desgaste entre las piezas de combinación. Como con los compresores de aleta, se debe extraer el aceite desde la corriente del aire después que éste abandona el compresor. Este aceite reduce además la cantidad de escape de aire y retira algo del calor de compresión.



Figura 364

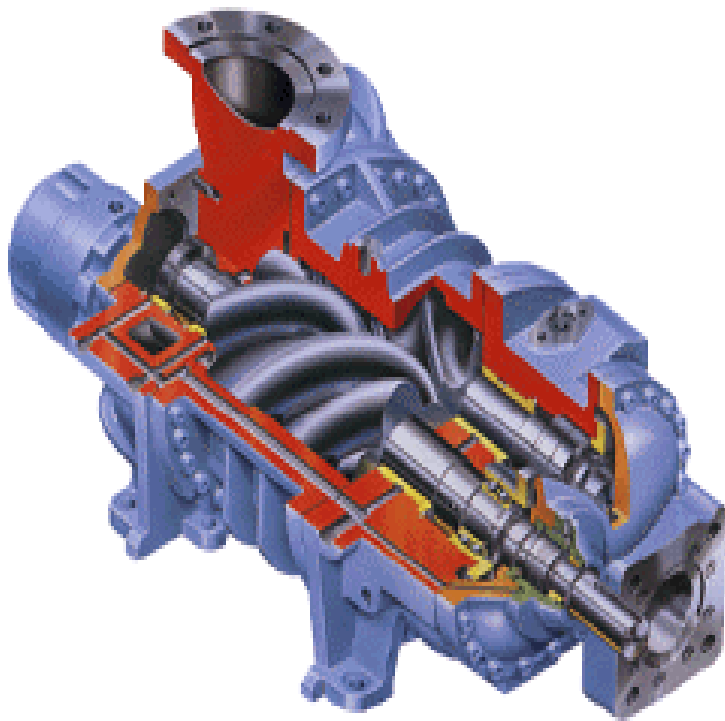


Figura 365

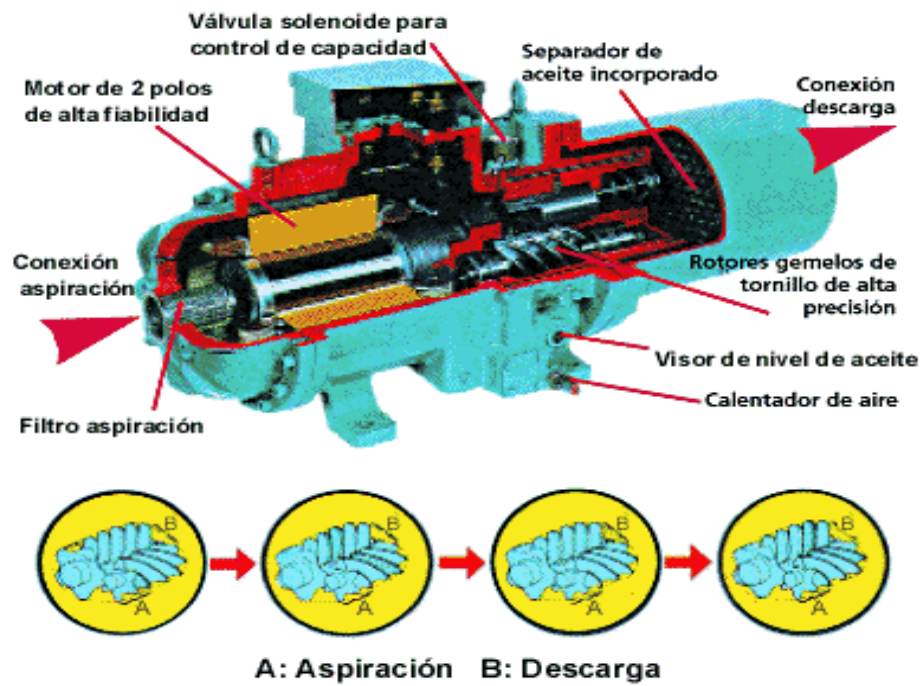


Figura 366

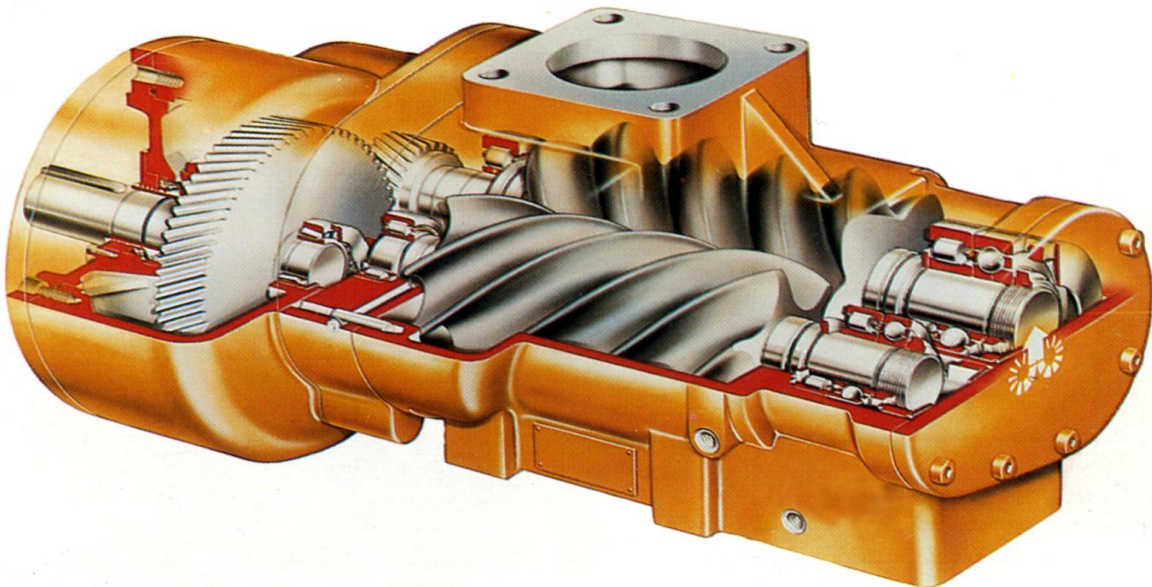
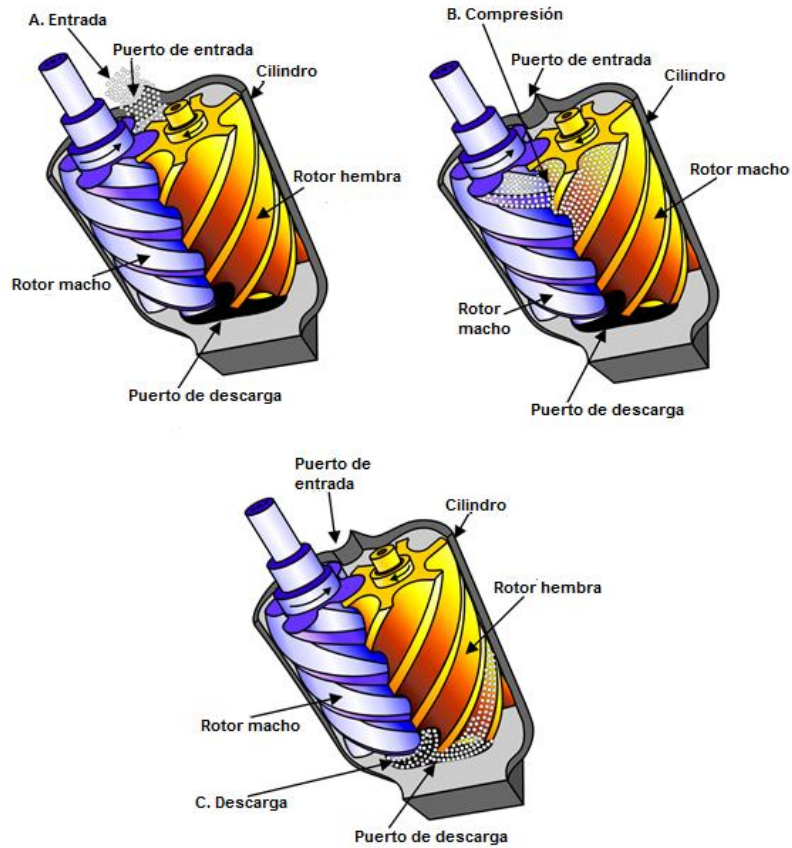
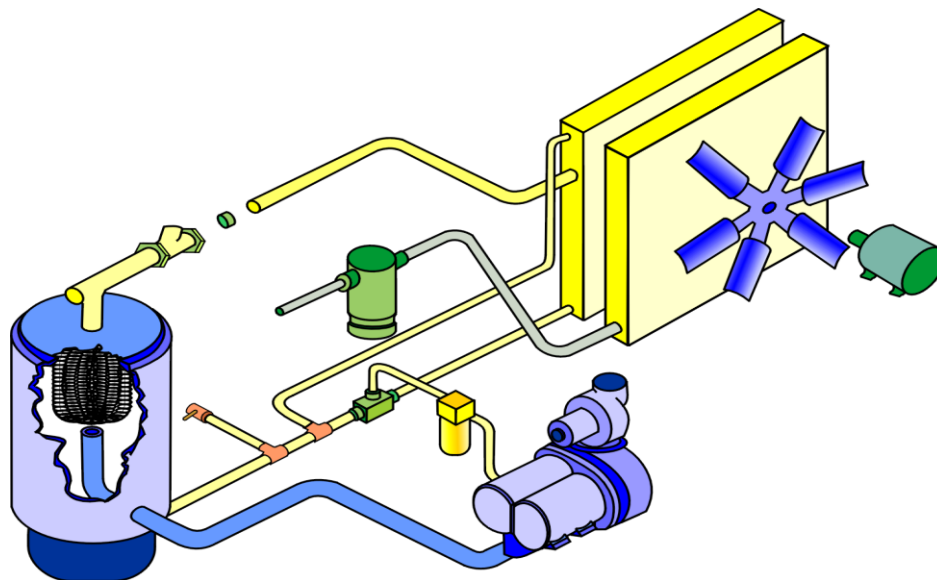


Figura 367: Compresor de tornillos rotatorios



**Figura 368: Ciclo de compresión de aire**



**Figura 369: Circuito de enfriamiento por aire**

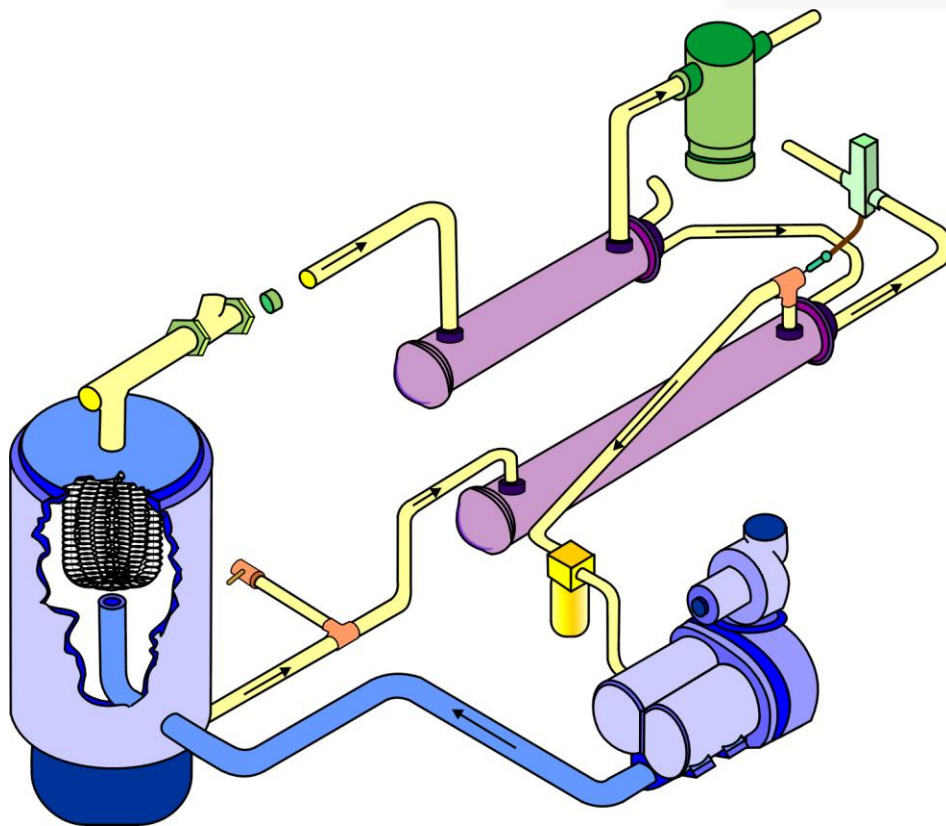


Figura 370: Circuito de enfriamiento por agua

## **Partes y piezas mecánicas generales de equipos típicos**

**Equipos móviles y aplicaciones de oleohidráulica en equipos mina.**

**Equipos fijos típicos y sus aplicaciones en minería.**

### **Objetivos de aprendizaje**

- Conocer el sistema básico de funcionamiento de algunos equipos que aplican conceptos de la oleohidráulica.

### **Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán aplicar conceptos de oleohidráulica y conocer el sistema básico de funcionamiento de algunos equipos que los aplican por medio de maquetas didácticas de distintas maquinarias: prensa hidráulica, pala hidráulica, pala excavadora hidráulica, tenaza hidráulica y palanca hidráulica. El objetivo es familiarizar a los participantes con el funcionamiento de equipos reales de la industria.

### **Materiales y recursos**

- Herramientas de taller.
- KITS Didácticos de aplicación oleohidráulica:
  - ✓ Maqueta pala hidráulica eléctrica.
  - ✓ Maqueta palanca hidráulica.
  - ✓ Maqueta prensa hidráulica.
  - ✓ Maqueta pala excavadora hidráulica.
  - ✓ Maqueta tenaza hidráulica.

Se sugiere que la institución de formación encargada del curso adquiera los Kits Didácticos de aplicación oleohidráulica para realizar la actividad. Estos Kits se consiguen a través de proveedores nacionales.

## Desarrollo

El instructor deberá considerar los objetivos de aprendizaje para dar cumplimiento a lo esperado y deberá además decidir cómo abordará la actividad práctica de acuerdo a las instrucciones de los Kits.

Las maquetas muestran con gran detalle el funcionamiento de los equipos y contienen diversos circuitos hidráulicos, sistemas de engranaje-cremalleras, etc. que pueden ser contruidos por los participantes.

**El instructor deberá guiar estos proyectos paso a paso y realizar la analogía con los equipos reales, destacando el trabajo que realiza el mantenedor en terreno.**

## Cierre

El Instructor les recordará a los participantes que se puede decir que la oleohidráulica es un medio de transmisión energética que utiliza técnicas con aceites comprimidos.

Entre sus ventajas se encuentran:

- Simplicidad: pocas piezas en movimiento (bombas, motores y cilindros).
- Tamaño: pequeño comparado con la mecánica y la electricidad de igual potencia.
- Multiplicación de fuerzas: prensa hidráulica. Fácil control de fuerzas.
- Movimientos suaves y silenciosos.
- Regulación sencilla de velocidad.
- Fácil protección contra sobrecargas.

Entre sus desventajas se encuentran:

- Limpieza: en la manipulación de los aceites, aparatos y tuberías, como el lugar de ubicación de la máquina. En la práctica, hay muy pocas maquinas hidráulicas en las que se extremen las medidas de limpieza.
- Alta presión: exige un buen mantenimiento.
- Problemas mecánicos y de pérdidas de fluido.
- Anomalías debido a la compresibilidad del aceite y a la elasticidad del sistema.

## 14. Nociones básicas de sistemas de transmisión

### 14.1 ¿Qué es y para qué sirven los sistemas de transmisión?

Se denomina transmisión al mecanismo encargado de enviar o transmitir la potencia de un motor a alguna otra parte del equipo o maquinaria, con el objetivo de mover el equipo o mover componentes internos necesarios para su funcionamiento.

En general se denomina transmisión mecánica a un mecanismo capaz de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina o equipo, y es por tanto uno de sus componentes principales.

Una transmisión mecánica es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, ya que para ejercer su función emplea el movimiento de cuerpos sólidos, como lo son los engranajes y/o las correas de transmisión.

Algunos de los principales sistemas de transmisión mecánica son:

- Las poleas.
- Ruedas de Fricción.
- Sistemas con correas.
- Cadenas.
- Engranajes.

A continuación profundizaremos en algunos sistemas de transmisión por fricción y por elementos dentados.

### 14.2 Sistemas de transmisión por fricción

#### Transmisiones por fricción

Las transmisiones por fricción, son una clasificación de las transmisiones mecánicas por rozamiento, y en éste caso corresponde a uno de tipo directo.

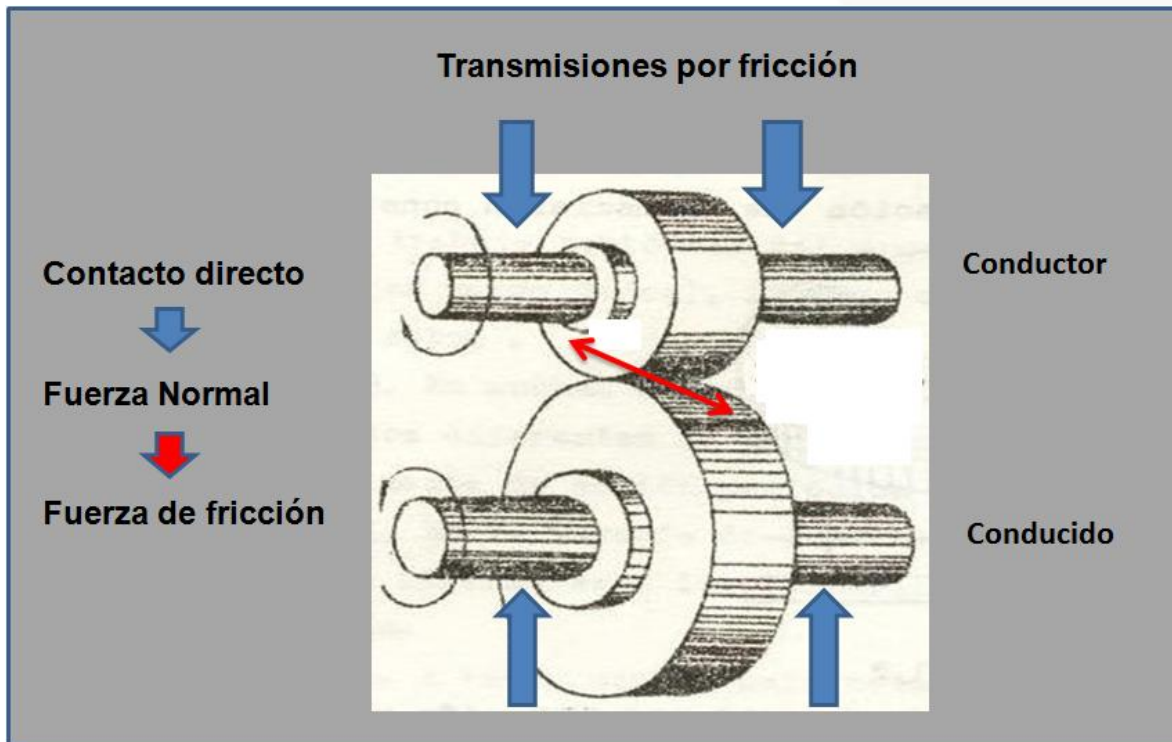


Figura 371

Las transmisiones más sencillas de este tipo constan de dos ruedas: una motriz y otra conducida, que están en contacto permanente. El movimiento se origina por el rozamiento entre éstas, sin que sea necesario interponer ningún elemento adicional. Ambas se oprimen por sus superficies útiles, una contra otra, hasta que la fuerza de rozamiento que se desarrolla, sea igual a la magnitud del esfuerzo periférico que se transmite.

Este tipo de transmisión se realiza sobre ejes paralelos y, el sentido de giro del eje motriz será contrario al del eje conducido, a diferencia de la transmisión por correa o cadena.

En general, se usa cuando se pretenden transmitir pequeñas potencias, porque al estar en contacto una rueda con otra se provoca una pérdida de velocidad.

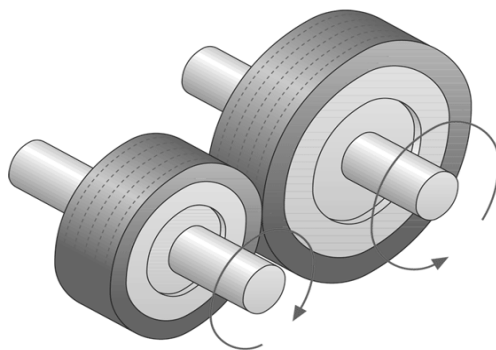


Figura 372

Las ruedas de fricción pueden dividirse en varios tipos:

*Ruedas de fricción constantes:* Implica que las dos ruedas permanecen en contacto siempre en el mismo punto, y suelen recubrir con elementos que poseen un alto coeficiente de rozamiento para las ruedas motoras.

*Ruedas de fricción acoplables:* La fuerza de apriete puede acoplarse o desacoplarse a modo de embrague.

*Ruedas de fricción regulables:* La más usada es la rueda motora que se puede deslizar, en contacto permanente, en dirección radial sobre la rueda conducida, pudiendo variar la transmisión, según se acerque o aleje del centro de giro de ésta.

#### Ventajas:

- Sencillez de construcción.
- Bajo coste.
- Bajo nivel de ruido.

#### Inconvenientes:

- La relación e transmisión puede ser no constante.
- Implica grandes esfuerzos de contacto.
- Las ruedas sufren un continuo desgaste, al funcionar por rozamiento y presión.
- Existe posibilidad de resbalamiento por sobrecarga.

El deslizamiento que surge en la transmisión por fricción provoca la pérdida de velocidad de la rueda conducida, así como el calentamiento y desgaste de las superficies de trabajo. Por consiguiente, la forma y los materiales de las ruedas de la transmisión conviene elegirlos de modo que el deslizamiento sea mínimo.

## Otros tipos de Sistemas de Transmisión por Rozamiento

### Transmisiones por Correas

Las transmisiones por correa, en general, requieren de una cinta instalada con tensión en dos poleas: una motriz y otra movible. Al moverse la correa, se trasmite energía desde la polea motriz a la polea movida por medio del rozamiento que surge entre la correa y las poleas. Cuanto mayor sea el tensado de la correa, el ángulo de contacto entre polea y correa, y el coeficiente de rozamiento, mayor será la carga que puede ser transmitida por el accionamiento de correas y poleas.

Es por lo tanto, un tipo de transmisión que clasifica dentro de las transmisiones mecánicas, con movimiento por la transmisión del rozamiento con un enlace flexible entre el elemento motriz y el movido.

#### Ventajas:

- Son capaces de transmitir potencia a grandes distancias.
- Amortiguan impactos.
- Presentan mayor versatilidad: posiciones de los ejes y sentidos de giro.
- Simplifican la transmisión.
- En general, proporcionan un trabajo silencioso.
- No requieren de lubricación ni fundas especiales.

#### Desventajas:

- Relación de transmisión puede ser inconstante por deslizamiento.
- Requieren gran tensado inicial.
- Es posible que se produzca alargamiento de las correas.
- Es posible que requieran dispositivos tensores adicionales.
- La temperatura y humedad pueden afectar la duración de las correa.
- El Aceite, la humedad y el polvo generan reducción del coeficiente de fricción.
- En general, requieren grandes dimensiones exteriores.

## Transmisiones por Correas



Figura 373

## Introducción a los Rodamientos planos y anti-fricción

Esta sección contribuye al conocimiento subyacente que se requiere para completar exitosamente los siguientes criterios:

### Introducción

Los rodamientos juegan un rol vital en toda pieza de maquinaria y Elementos. El tamaño y peso de las aplicaciones modernas para rodamientos planos y anti fricción, al ser usados en maquinarias grandes y aplicaciones de diesel / automotoras, colocan una carga cada vez mayor en los rodamientos.

Debido a que la falla en los rodamientos es de ocurrencia bastante común, el conocimiento de los requerimientos, materiales y diseño de los rodamientos es de gran importancia.

### Rodamientos planos

En los rodamientos planos, la acción fundamental es una de un contacto deslizante entre las superficies que se acoplan, y por esta razón, la construcción es tal que una de las superficies se considera más suave. Principalmente, los

rodamientos planos son espaciadores tipo cojinete, mangas o arandelas, hechos de diferentes materiales para adecuarse a la carga y el ambiente de la aplicación.

El material usado en la fabricación inicial de los rodamientos o en su reemplazo debe poseer la capacidad de soportar las condiciones máximas de servicio. Aunque un eje, al girar a baja velocidad o un émbolo a velocidad de marcha en vacío en un motor será muy suave con el rodamiento, el mismo eje a máxima velocidad o con carga máxima es una situación totalmente diferente.

La mayoría de los rodamientos planos están hechos de materiales relativamente blando como metal antifricción, metal blanco, bronce, latón, aluminio, etc. El servicio para el cual el rodamiento está concebido y las características de los diversos materiales para rodamientos determinan qué material sea seleccionado para una situación dada.

### **Calidades de los materiales de los cojinetes**

Algunas de las cualidades principales deseables en un material para rodamientos están enumeradas a continuación:

**Anti-agarre** – Con pocas excepciones, una notable siendo el acero fundido, los metales similares no funcionan bien en contacto. Por ejemplo, dos (2) piezas de aluminio, al restregarse una contra la otra se “retorcerán” o se pegarán. Esto es agarre. El agarre en los rodamientos es debido a dos (2) factores principales. La falta de lubricación o un coeficiente de fricción entre los metales que se adosan. Las fallas de lubricación o las contaminaciones son una causa común de falla, pero metales no aptos pueden entrar en contacto. El reemplazo de un rodamiento en una máquina o una serie de caparazones de rodamiento en un motor es una ocasión obvia en la cual esto puede ocurrir.

**Incrustabilidad** - Si, y la cuestión no es de manera alguna hipotética, materiales extraños entran en el sistema de lubricación de los rodamientos, puede perforar gravemente el muñón o incrustarse en el material del rodamiento. Si el rodamiento esta en un ambiente en donde habrá material extraño presente, la capacidad de material del rodamiento de engullir material abrasivo duro es una consideración importante

**Resistencia a la corrosión** – la corrosión puede a primera visa parecer un problema no surge en los rodamientos. Hay, sin embargo, una serie de potenciales fuentes de corrosión en la mayoría de la maquinaria.

Los aceites modernos tienen muchos aditivos y estos pueden involucrar actividad química compleja. Un ejemplo es de un aditivo es el sulfuro. Los aceites

sulfurados, en la presencia de calor, presión y agua (de la atmósfera por medio de compresión del aire de un respiradero) son una fuente de varios sulfuros que se forman. Su acción sobre la superficie de los rodamientos es activamente corrosiva. Otros aditivos pueden no afectar el rodamiento para nada. El disulfuro de molibdeno es un aditivo de este tipo. Se le conoce por ser una sustancia inerte (que no cambia fácilmente por reacción química).

Debido a estas razones, se deben observar las siguientes reglas simples:

- No Utilizar aceites con un aditivo, ya que puede tener un efecto adverso en los metales o sellos del rodamiento.
- No cambie el lubricante recomendado sin consultar al servicio técnico de la compañía de aceite o al fabricante del equipo.

**Conducción Térmica** – Sin importar lo bien diseñado que un rodamiento pueda estar, la fricción siempre estará presente en algún grado. La lubricación podría reducir esto a un nivel muy bajo, pero nunca la eliminará por sí misma. La fricción genera calor. El calor, de acuerdo con el coeficiente de expansión de los metales de rodamiento, causa cambios dimensionales. Para retener la distancia correcta y evitar un agarre completo, el calor debe ser disipado. Dado que los metales transmiten el calor, el material del rodamiento puede ser usado para transportar el exceso de calor a la parte más grande del alojamiento del rodamiento. El lubricante, especialmente si se usa aceite, también ayuda a remover el exceso de calor generado.

## **Materiales comunes**

Los principales materiales para rodamientos planos se consideran a continuación:

**Hierro fundido** – uno de los materiales más viejos en uso general. Además, el hierro fundido es uno de los pocos metales que puede correr sobre sí mismo. Esto quiere decir hierro fundido sobre acero fundido. Esta habilidad no está en duda debido al carbono libre (grafito) que actúa como un lubricante sólido. Las caras de desgaste adquieren una piel dura, barnizada. De amplio uso en herramientas de maquinaria como camas de hierro fundido, mesas para máquinas de molienda, camas de cepillado, etc., que hacen uso del hierro fundido o de uno de los aceros nodulares modernos.

**Bronce fosforado** – es un material de rodamiento bastante conocido. Tiene un bajo coeficiente de fricción con el acero. La composición promedio es de un 83% de cobre, 16% de latón, y 1% de fósforo. Puede llevar cargas pesadas pero no

está bien adecuado para un rango de alta velocidad. A menudo es superado al fundir insertos de metal Babbitt en rodamientos de bronce.

**Metal Babbitt o metal blanco** – El metal Babbitt original, hecho en 1839, estaba compuesto de 50 partes de latón, 5 partes de antimonio y 1 parte de cobre. Es posiblemente el metal de cojinete mejor conocido dado que tiene un bajo coeficiente de fricción, Buena incrustabilidad, y una Buena adaptabilidad a la forma y alineación del eje.

**Acero Cromado** – se usa principalmente en rodamientos de bola y rodillo. Estos rodamientos operan en un contacto de rodado o de fricción y son bastante diferentes a los rodamientos planos. El grado normal de acero usado se SAE 52100, (1,45% cromo, 1,02% Carbono), y está clasificado como un acero tratable a calor medio.

**Metal Sinterizado** – El sinterizado es un proceso que involucra la compactación de metal en polvo, u óxidos, a altas presiones y temperaturas. Se requieren presiones en el rango de 276.344 kPa, (40.600-PSI) para unir las partículas. Esta forma de briquetado se usa también en puntas de herramientas de carbono y tungsteno. En los rodamientos, se puede una porosidad incorporada y distribuida uniformemente. Esto permitirá que el rodamiento absorba un 25% de su volumen en aceite. Los lubricantes sólidos tales como el grafito se pueden incorporar. Una tal combinación es el cobre, latón y grafito.

**Plásticos** – Una vasta familia de materiales se puede usar bajo el encabezado de plásticos. Tan grande ha sido la diversificación en este campo en los últimos 50 años que hoy en día, ser un químico o un ingeniero en plásticos es una ocupación especializada. Algunos de los plásticos utilizados en los rodamientos son nylon, PTFE (Teflón), resinas fenólicas, etc. la mayoría de estos plásticos son químicamente inertes; por ende no ocurre ningún choque con los aditivos del aceite. En muchas instancias, son auto-lubricantes. Se hacen otras afirmaciones por los fabricantes que incluyen estabilidad dimensional durante largos períodos, bajo coeficiente de expansión y bajo coeficiente de fricción. A veces el plástico se usa como una matriz para retener metal o materiales no metálicos.

### **Materiales para cargas pesadas**

Los siguientes metales normalmente están bien adecuados para cargas pesadas:

**Bronces** – el bronce fosforado, el bronce de aluminio y el bronce y plomo son los bronce principales. Este grupo de aleaciones son Buenos transportadores de carga, tiene baja incrustabilidad, pero están sujetos a los ataques corrosivos de la impurezas en la lubricación.

**Cobre y plomo** – tiene Buena capacidad de acarreo, pero mala incrustabilidad y este menos sujeto a los ataques corrosivos que el bronce.

Aleaciones basadas en el aluminio – El Alutin es una aleación bien conocida de este grupo y está hecha de un 93% DE aluminio y un 7% de latón. Tiene Buena capacidad de acarreo de carga, incrustabilidad y es resistente a la corrosión.

### **Lubricación de rodamientos planos de uso intensivo**

Los rodillos planos de uso intensivo demandan una buena lubricación. Por esta razón, los rollos de aceite, canales de aceite o surcos de aceite son características frecuentes en el diseño de los rodamientos. Algunos rodamientos bimetalicos soportados en acero tienen superficies indentadas. Las indentaciones tienen depresiones semi esféricas de aproximadamente 3 mm de diámetro y .25 mm (.010”) de profundidad.

Son similares a las marcas dejadas por una prueba de dureza Brinell. Con altas velocidades y cargas pesadas, las indentaciones aseguran que haya pequeños glóbulos de aceite disponibles en las caras de trabajo inmediatamente. El atraso de una bomba de aceite en funcionar se activa por el aceite residual que queda en las indentaciones. Estos, sin embargo, reducen el área efectiva de la superficie del rodamiento.

### **Rodamientos Anti-fricción**

Los rodamientos de bola y rodillo se usan ampliamente en aplicaciones industriales y domésticas debido a su bajo costo, altos niveles de exactitud, y la facilidad de reemplazo que da pie a cortos periodos de parada de equipos por mantención. La alta precisión lograda por los fabricantes permite que los rodamientos sean usados en toda clase de aplicaciones desde ejes de baja velocidad hasta ejes de alta velocidad.

Cuando se hace el servicio al equipo y los rodamientos deben ser reemplazados, no sólo es necesario leer el número de rodamiento para identificarlo, sino que también se debe buscar el símbolo de selección normalmente grabado con un lápiz electrónico o un lápiz de diamante.

Los rodamientos de precisión están específicamente seleccionados por tamaño, corrida, distancia interna y calce, si corren en pares – el material de la jaula puede ser importante en algunas aplicaciones.

### **Designaciones de Rodamientos**

Los rodamientos están designados de acuerdo a estándares reconocidos que estipulan tamaños imperiales y métricos. Cada rodamiento del estándar métrico tiene una designación de base específica, la que indica el tipo de rodamiento y los tamaños estándar.

Las letras y la numeración que se encuentran en los rodamientos pueden tener códigos de letra adicionales para distinguir los rodamientos que difieren del estándar o que tienen componentes modificados. Estos se llaman designadores suplementarios.

Se pueden mostrar como:

- Prefijos (al comienzo o en frente de).
- Sufijos (al final o después de).

Los prefijos se usan para indicar una modificación de una parte del rodamiento, tales como:

- Anillo exterior del rodamiento.
- Anillo interior del rodamiento.

Los sufijos por otra parte se usan para indicar las modificaciones a las siguientes características:

- Diseño interno o externo.
- La jaula del elemento rodante.
- La exactitud.
- Distancias internas.
- Vibración o ruido.
- Tratamiento de calor.

### **Características de lubricación o lubricantes**

Letras/números se pueden usar ya sean como prefijo o sufijo. El significado de la letra/número dependerá de si es un prefijo o sufijo.

Cada rodamiento de estándar métrico tiene una designación básica específica que indica el tipo de rodamiento y los tamaños dimensionales estandarizados. Estas designaciones indican a su vez, el tipo de rodamiento, la serie de dimensión y el diámetro interior.

La figura a continuación indica esquemáticamente la forma en que el sistema de designación está construido. Encima de los símbolos del rodamiento, las series de rodamientos más comunes dentro de los tipos de rodamientos respectivos están indicados y debajo del símbolo del rodamiento, se muestra las cifras o letras que indican el tipo de rodamiento. Los corchetes en las designaciones en el dibujo indican cifras que, de acuerdo al sistema debieran ser incluidos en la designación básica, pero que por razones prácticas han sido dejados fuera; ver las explicaciones al pie:

Debe hacerse notar que mientras que las letras y la numeración conforman un estándar, como se aplica dicho estándar variará de un fabricante a otro. Un sistema típico de numeración (SKF) se muestra con las explicaciones de los códigos de letras.

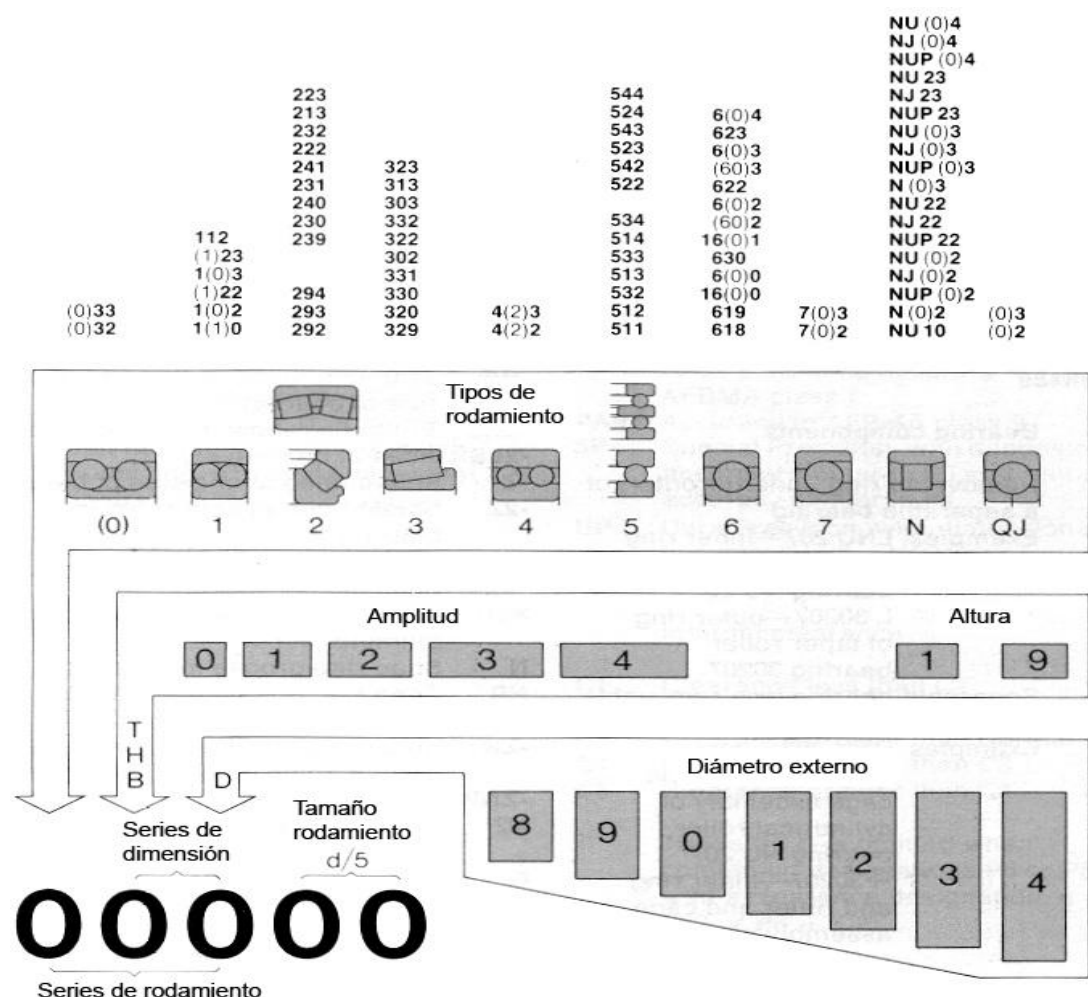
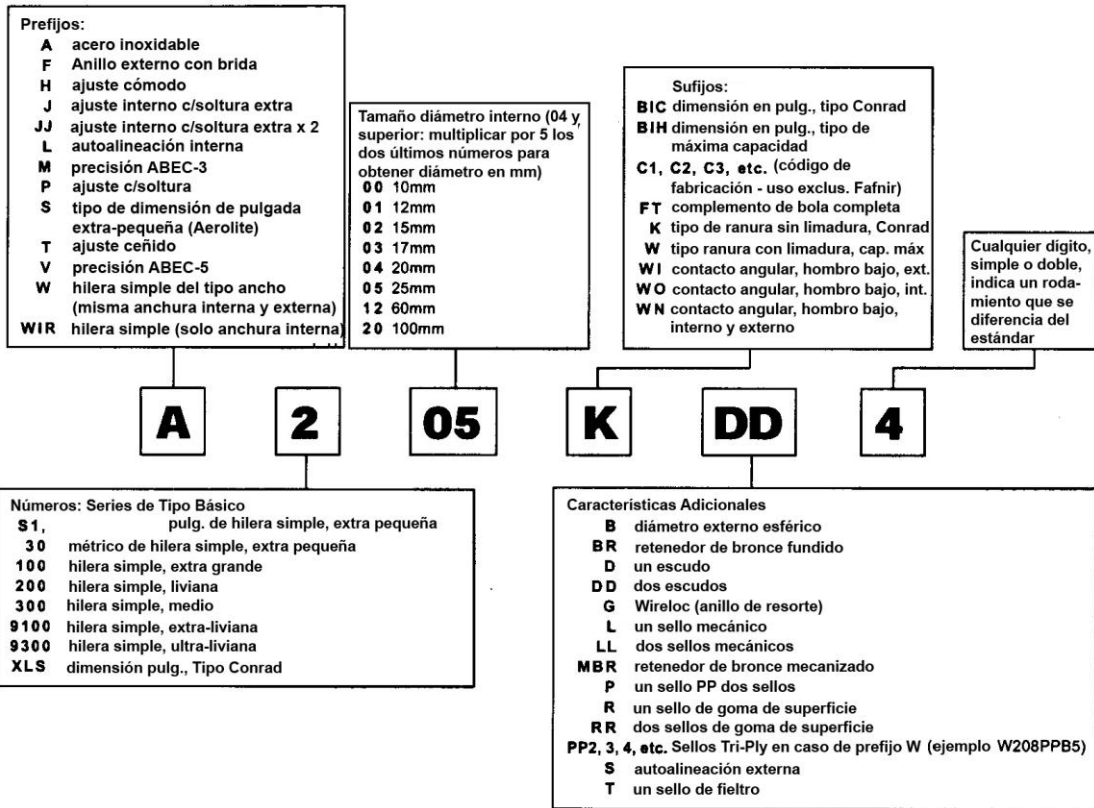


Figura 374

La figura anterior es el sistema de designación SKF. El diámetro interno del rodamiento son los últimos dos (2) dígitos divididos por cinco (5) en este caso.

La figura a continuación muestra el sistema de rodamiento usado por Torrington Rodamientos Australia:

## Rodamientos Radiales



## Rodamientos de Contacto Angular

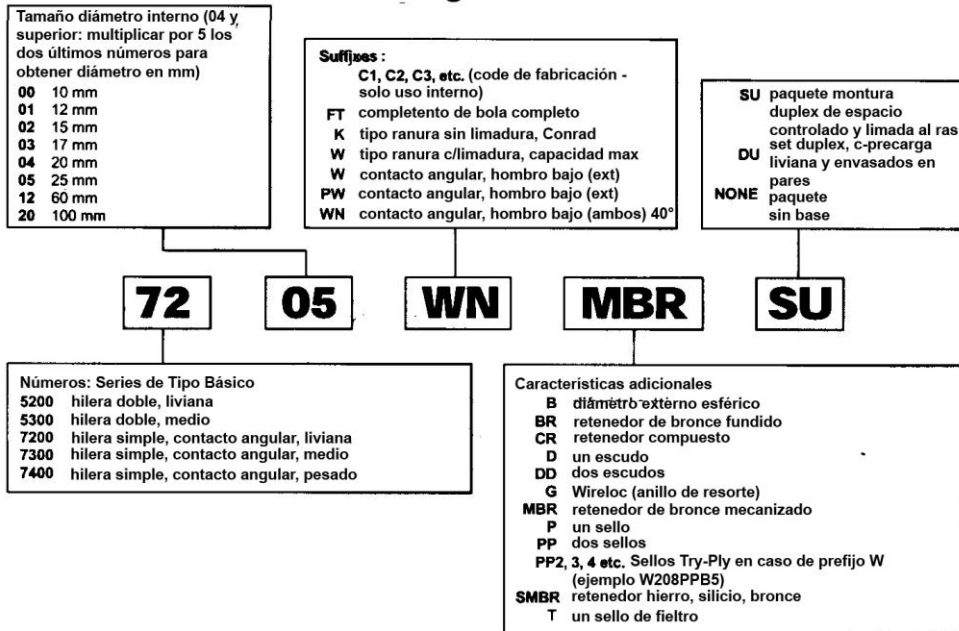


Figura 375

Es especialmente importante que revise un catálogo del fabricante para sus prefijos y sufijos de designación al identificar un rodamiento, especialmente al reemplazar un rodamiento con un tipo similar de un fabricante diferente.

### **Partes de un rodamiento Anti-Fricción**

Los rodamientos anti-fricción tienen un mínimo de cuatro (4) componentes, que incluyen:

- El anillo interno.
- El anillo externo.
- Los elementos rodantes.
- La jaula.

Algunos rodamientos tienen un anillo guía.



Figura 376

### **Anillo interior**

El anillo interno está montado sobre un eje de la máquina y, en la mayoría de los casos, es la parte giratoria. La dimensión interna puede ser cilíndrica o cónica. Las pistas contra las cuales los elementos rodantes corren tienen diferentes formas:

- Esféricos.
- Cilíndricos.
- Cónicos.

La forma utilizada depende del tipo de elementos rodantes utilizados en el rodamiento.

### **Anillo exterior**

El anillo exterior está montado sobre un alojamiento de la máquina, y en la mayoría de las aplicaciones, no gira. Las pistas contra las cuales corren los elementos rodantes tienen diferentes formas, al igual que para el anillo interior, siendo esféricas, cilíndricas o cónicas, dependiendo del tipo de elementos rodantes utilizados en el rodillo.

### **Elementos rodantes**

Dependiendo del tipo de elementos rodantes que se usan, los rodamientos se dividen en dos (2) categorías básicas:

- Rodamientos de bola.
- Rodamientos de rodillo.

Las bolas en un rodamiento de bola transfieren la carga a una superficie muy pequeña (llamada punto de contacto) con la pista. La capacidad de acarreo de carga es por ende más baja que los rodamientos de rodillo, donde los rodillos transfieren la carga vía contacto con las pistas.

### **Jaula**

La jaula separa los elementos rodantes y los mantiene en posición, evitando el contacto entre ellos durante la operación, contacto que provocaría malas condiciones de lubricación. Como muchos tipos de rodamiento, la jaula mantiene los rodamientos juntos durante su manejo.

### **Sellos**

Los sellos aunque no están incluidos en todos los rodamientos, son esenciales para una larga y confiable vida útil del rodamiento. Lo protegen de la contaminación y los rodamientos con sellos integrales son cada vez más populares.

## **Anillo guía**

Los anillos guía sólo se usan en rodamientos de rodillo esféricos. La función de los anillos guía es guiar los rodillos en los rodamientos para que giren en paralelo al eje y distribuyan la carga de forma pareja.

Hay una amplia gama de tipos de rodamiento disponibles que cumplen ambos estándares y los requerimientos especiales de las aplicaciones de ingeniería. Es esencial que usted pueda identificar los tipos de rodamientos anti-fricción disponibles y entienda su uso y aplicación en el ambiente de la ingeniería.

Los siguientes rodamientos anti-fricción están cubiertos:

- Rodamientos de bola radial.
- Rodamientos de bola de contacto angular.
- Rodamientos con anillos elásticos.
- Rodamientos con bolas auto alienantes.
- Rodamientos de empuje.
- Rodamientos con rodillos cilíndricos.
- Rodamientos con rodillos esféricos.
- Rodamientos con rodillos aguja.

## **Rodamientos con bola radial**

Hay una amplia gama de rodamientos que pertenecen a esta clasificación. Los diseños de rodamiento pueden ser:

- Rodamientos con surco profundo de fila única.
- Rodamientos con surco profundo de doble fila.
- Rodamientos de doble fila esféricos.
- Rodamientos de contacto angular.
- Rodamientos con bola de impulsión.

Este tipo de rodamientos (figura a continuación) es común y se utiliza ampliamente en maquinaria. Son capaces de acomodar tanto cargas de empuje radial como axial.

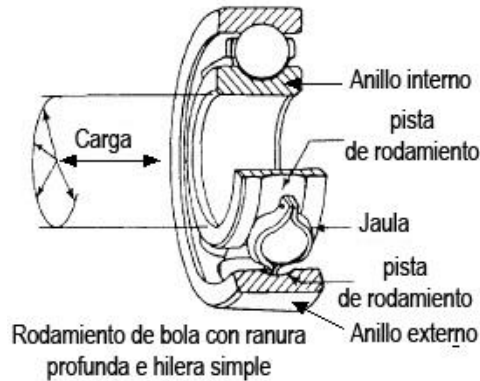


Figura 377

Pueden tener un diseño sin relleno y con relleno.

El tipo con relleno: tiene una ranura en la pista que permite que las bolas sean insertadas y usualmente contiene más bolas que los tipos sin relleno del mismo tamaño, dando una mayor habilidad de acarreo de carga radial, pero tiene una capacidad de acarreo de carga de impulsión axial limitada debido a las ranuras en las pistas.

El tipo sin relleno: tiene la ventaja de tener un hombro de carrera ininterrumpido y es capaz de soportar cargas radiales- de impulsión combinadas.

Este tipo de rodamiento está disponible con una variedad de arreglos de sellado o aislamiento incluidos en uno o ambos lados según se requiera por una aplicación en particular en la cual sea usado. Estos pueden ser:

- Aislamientos en uno o ambos lados.
- Sello en uno o ambos lados.

La inclusión del sello de laberinto o del sello mecánico en uno o ambos lados del rodamiento (Figuras a continuación).

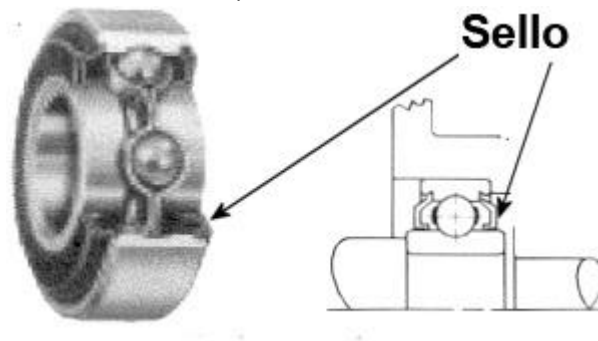


Figura 378: Sello de laberinto

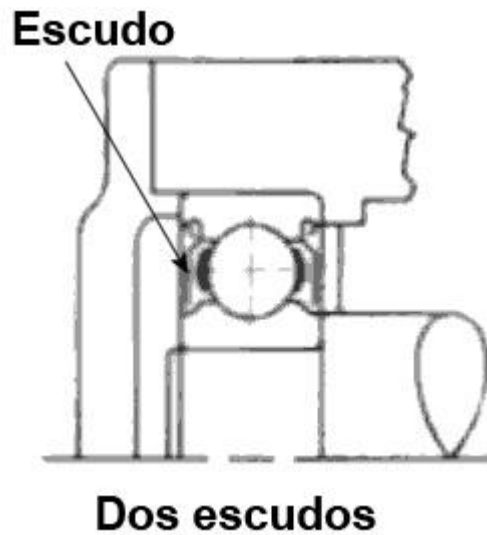


Figura 379: Dos (2) aislamientos

Los rodamientos con surco profundo de doble fila (figura a continuación) son similares en su construcción a los rodamientos de fila única, pero tienen dos (2) filas de bolas como elementos rodantes. Esto aumenta su capacidad de acarreo de carga radial y de impulsión.

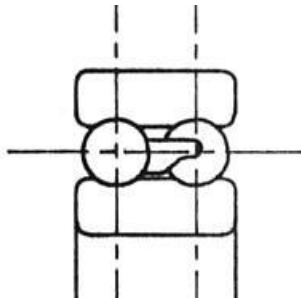


Figura 380

## Rodamientos de contacto angular

### De tipo de fila única

Los rodamientos de bola de contacto angular de fila única están diseñados para una combinación de carga con alta capacidad de impulsión en una dirección. Se los recomienda para aplicaciones en donde la magnitud del componente de impulsión es lo suficientemente alto para excluir el uso de rodamientos de bola radial. Son dimensionalmente intercambiables con rodamientos radiales de fila única del tamaño correspondiente.

El rodillo de bola de contacto angular tiene un ángulo de contacto relativamente largo, altas profundidades de carrera y un máximo componente de bolas ensambladas a través de una contra-camisa en el anillo externo. Estas características entregan rodamientos con una capacidad significativamente mayor de impulsión que los rodamientos radiales del mismo tamaño.

Los rodamientos de contacto angular se usan en aplicaciones como reductores de engranajes, bombas, tornillos sin fin, ejes verticales, y husos para herramientas de maquinaria, en los cuales están montados en varios arreglos dúplex (2 filas).

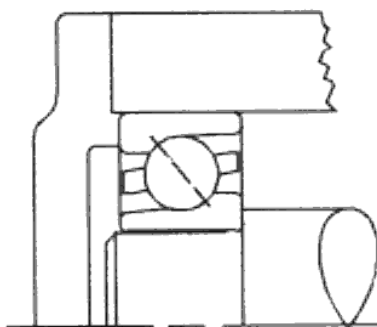


Figura 381: Contacto angular de fila única

### Tipo de doble fila

Los rodamientos de bola de bola fila de contacto angular se usan de forma efectiva en donde cargas radiales pesadas radiales, de impulsión o combinadas demandan rigidez axial del eje. Este tipo es similar a tener un par (llamado un dúplex) de rodamientos de fila única por virtud de sus dos(2) filas de bolas y construcción con contacto angular que brindan mayor rigidez axial y radial que se puede obtener al usar un rodamiento de fila única.

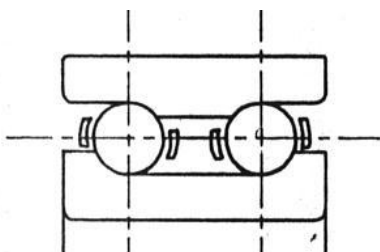


Figura 382: Contacto angular de doble fila

Con la excepción de tamaños de construcción de ranura rellena (para poder insertar los elementos de bola rodante) y por ende no tienen gran capacidad de

impulsión como los rodamientos de fila única y contacto angular equivalentes montados en pares dúplex. El montaje fijo y flotante de los rodamientos de doble fila se muestra en la figura a continuación.

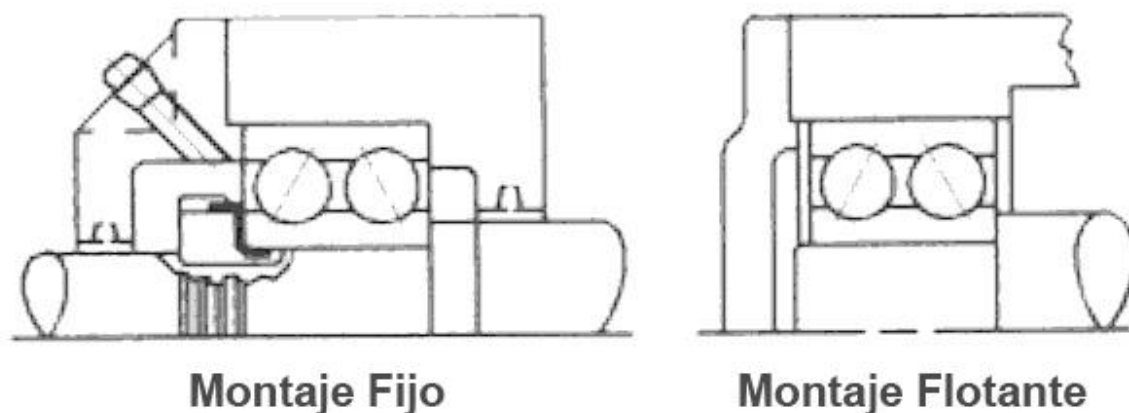


Figura 383

### **Rodamientos con Anillos de elásticos**

Los rodamientos de contacto angular radiales y axiales, incluyendo aquellos con sellos o aislaciones y los tipos abiertos y aislados de doble fila, están disponibles con anillos elásticos. Se incluye un hombro, integral con el rodamiento. Están diseñados para su encaje en los alojamientos de interior abierto, tales como en las bombas centrífugas y cajas de cambios de transmisión de fuerza.

Esta característica está designada en el rodamiento al agregar un sufijo al número estándar del rodamiento. Los rodamientos de aislamiento o sellado único con anillos elásticos están disponibles con el anillo elástico en el mismo lado o el lado opuesto del lado del sello o aislación.

Estos rodamientos son particularmente ventajosos en el diseño automovilístico y de transmisión de planta móvil diesel y en todas las aplicaciones donde la compactitud es esencial. También se usan en donde es difícil y costoso maquinar hombros de alojamiento.

El anillo elástico entrega un hombro adecuado para los rodamientos sin sacrificar la capacidad del rodamiento. La capacidad de impulsión del anillo elástico en cizalla está considerablemente por sobre la capacidad de impulsión del rodamiento.

Los diseños típicos que ilustran como se logra el montaje con retenedores de anillo elástico se muestran a continuación.



Figura 384: Retenedor del anillo elástico

### Rodamientos de bola auto alienantes

Los rodamientos de bola auto alienantes tienen dos (2) filas de bolas con la pista exterior siendo trabajadas esféricamente para permitir una flotación angular. Los rodamientos son consecuentemente auto-alineantes e insensibles a malas alineaciones angulares limitadas del eje en relación al alojamiento. Son por ende particularmente adecuados para aplicaciones en donde se espera dobladura del eje considerable o errores de alineación.

La capacidad de acarreo de carga radial es pequeña en comparación a otros tipos de rodamientos radiales y sólo son posibles las cargas axiales muy ligeras dado que no hay ubicación para las bolas en la pista exterior.

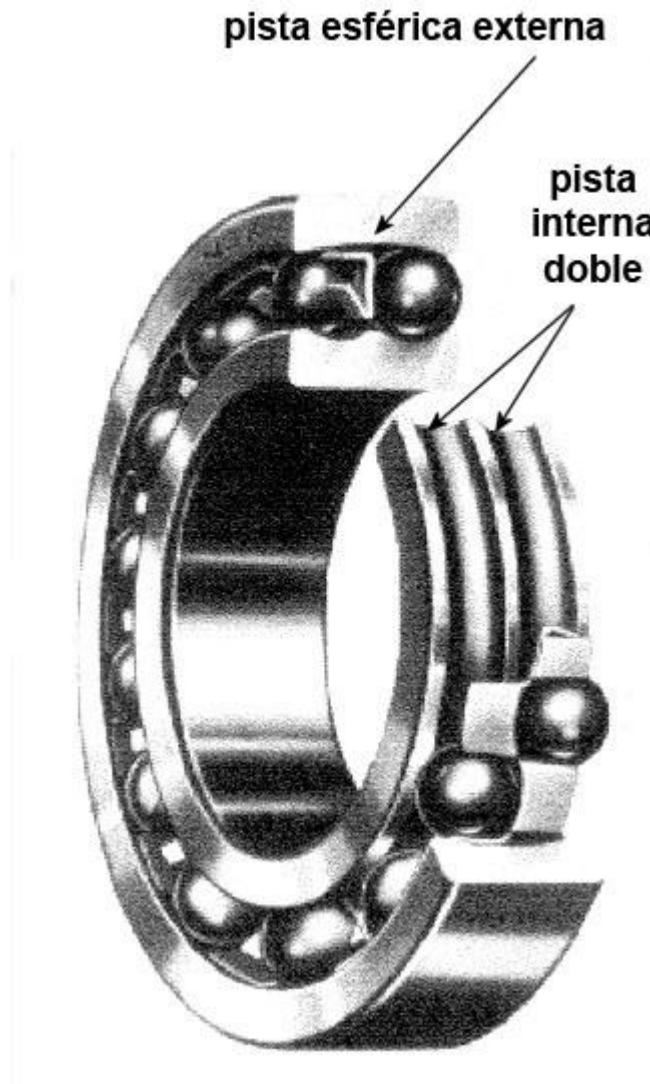


Figura 385

## Rodamientos de Impulsión

### Rodamientos con rodillos impulsivos

Los rodamientos con rodillos de impulsión cilíndricos soportan cargas pesadas a velocidades relativamente moderadas. Los rodamientos estándar pueden ser operados a velocidades periféricas (OD) de 900 m/min. Algunos rodamientos de este tipo tienen características de diseño especiales incorporadas al rodamiento y el montaje para obtener condiciones de alienación o para obtener mayores velocidades de operación (figura a continuación).

Dado que las cargas son usualmente altas, se usan lubricantes de presión extrema (EP) con los rodamientos de rodillos de impulsión. De preferencia el

lubricante debiera introducirse en la camisa interior del rodamiento y distribuirse por fuerza centrífuga.

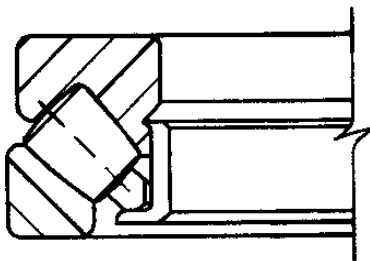


Figura 386

Los rodamientos de rodillo cilíndrico de impulsión tienen dos (2) arandelas endurecidas y de acero de tierra con una jaula que retiene uno o más rodillos de contorno controlado en cada bolsillo de la jaula. Cuando dos (2) o más rodillos se usan en un bolsillo, son de diferentes largos, y se colocan en posición escalonada en los bolsillos adyacentes de la jaula para crear rutas de rodado superpuestas. Esto evita el desgaste de los surcos en las pistas y prolonga la vida del rodamiento.

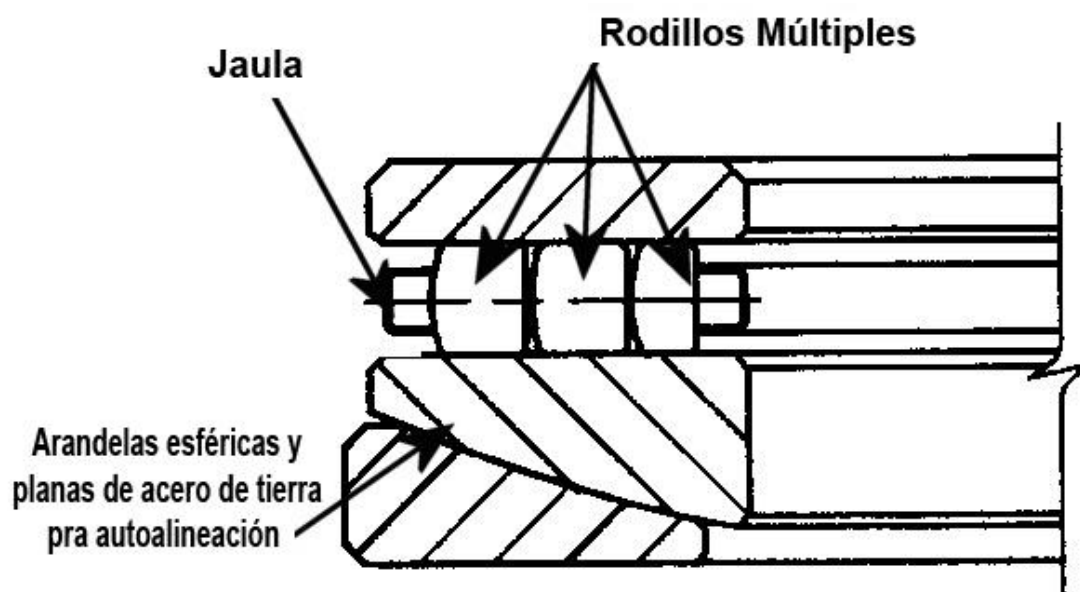


Figura 387

Debido a la simplicidad de su diseño, los rodamientos de rodillo impulsores son económicos. Debido que el desplazamiento radial menor de las pistas no afecta la operación del rodamiento, su ampliación es relativamente simple. Los ejes y asientos de alojamiento, sin embargo, deben ser cuadrados al eje de rotación para prevenir problemas iniciales de desalineamiento.

## Rodamientos de bolas impulsoras

Se utilizan para cargas más ligeras y mayores velocidades que los rodamientos con rodillos de impulsión. El rodamiento de bola de impulsión (figura a continuación) es separable y consiste en dos (2) arandelas endurecidas y de acero de tierra con pistas surcadas, y una jaula que separa. La jaula retiene bolas de suelo y solapadas. El material estándar de la jaula es el bronce, pero esto puede variar de acuerdo a los requerimientos de la aplicación.

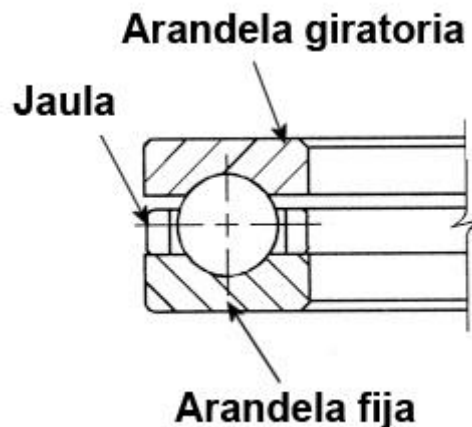


Figura 388

Algunos tipos de rodamientos de impulsión brindan rigidez axial en una dirección únicamente, y no se recomienda su uso para soportar cargas radiales. Los rodamientos de impulsión se montan muy fácilmente. Normalmente la arandela giratoria se monta en el eje. La arandela estacionaria debería estar alojada en suficiente distancia de diámetro exterior para permitir que el rodamiento asuma su correcta posición de operación. En la mayoría de los tamaños, ambas arandelas tienen el mismo diámetro interno y diámetro externo. Este tipo de rodamiento requiere que el alojamiento sea de un tamaño para alejar el diámetro externo de la arandela giratoria, y puede ser necesario apurar el eje para alejar la camisa interior de la arandela estacionaria.

Otro tipo (figura a continuación) es un rodamiento de bola de contacto angular diseñado principalmente para cargas de impulsión unidireccionales. El diseño de contacto angular sin embargo, acomodará algunas cargas combinadas radiales y de impulsión dado que las cargas son transmitidas angularmente a través de las bolas.

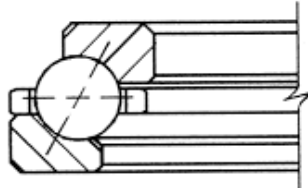


Figura 389

El rodamiento tiene (2) anillos endurecidos y de acero de tierra con surcos de bola y una jaula de una pieza de bronce que espacia las bolas en el rodamiento. Aunque no es estrictamente un rodamiento de bola anular, el anillo más grande aún se llama el anillo exterior, y el más pequeño el anillo interior. Usualmente el anillo interior es el miembro giratorio y está montado en el eje. El anillo exterior normalmente es estacionario.

### Rodamientos de rodillo cilíndrico

Un rodamiento de rodillo cilíndrico (figura a continuación) consiste de un anillo interno y otro externo, una jaula de retención de los rodillos, y una serie de rodillos cilíndricos. Dependiendo del tipo de rodamiento, tanto el anillo interno como el externo tienen dos (2) acanalamientos de guía de los rodillos. El anillo externo es separable del ensamble del rodamiento y tiene un acanalamiento o ninguno. El anillo con dos (2) acanalamientos localiza axialmente la posición del ensamble de rodillos. Los diámetros de estos acanalamientos se pueden usar para soportar la jaula de los rodillos. Uno de los acanalamientos se puede usar para cargar cargas de impulsión ligeras cuando el acanalamiento opuesto está provisto en el anillo de acoplado. La decisión acerca de que anillo debiera quedar con acanalamiento normalmente se determina por consideraciones de ensamblado y procedimientos de montaje en la aplicación.

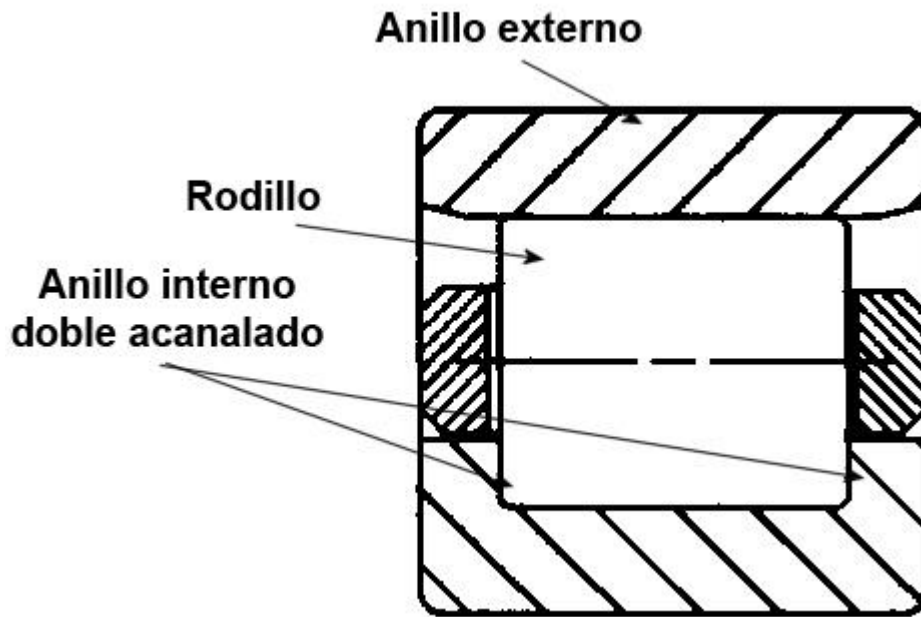


Figura 390

El uso de cualquiera de los dos tipos en una posición en un eje es ideal para acomodar la expansión y contracción normales. Por ejemplo, en un motor eléctrico, caja de cambios o ensamble de eje de bomba, el desplazamiento axial relativo de un anillo al otro ocurre con mínima fricción mientras el rodamiento gira.

Algunos tipos de rodamientos de rodillo cilíndrico tienen anillos de acanalado doble exteriores y de acanalado simple interiores. Estos tipos pueden soportar cargas pesadas, al igual que cargas unidireccionales de impulsión ligera de hasta un 10 % de las cargas radiales. La carga de impulsión se transmite entre las caras diagonalmente opuestas de los acanalamientos en la acción de deslizamiento, en vez de uno de rodado.

Cuando se aproximan las condiciones de limitación de la impulsión, la lubricación puede ser crítica. Cuando las cargas de impulsión son muy livianas, estos rodamientos se pueden usar en un montaje opuesto para localizar el eje. En tales casos, el juego lateral del eje debiera ajustarse al momento del ensamblado a las especificaciones requeridas.

Otro tipo de rodamiento cilíndrico tiene un anillo exterior con doble acanalado y uno interno con acanalado simple con un acanalado suelto que permite al rodillo brindar localización axial en ambas direcciones. Estos también pueden acarrear cargas radiales pesadas y cargas de impulsión ligeras en ambas direcciones. Los factores que gobiernan la capacidad de impulsión son las mismas que las mencionadas en el párrafo precedente.

## Rodamientos de rodillo esféricos

Los rodamientos de rodillos esféricos (figura a continuación) tienen dos (2) filas de rodillos con la pista exterior siendo esféricamente base para posibilitar algo de flotación angular. Los rodamientos son por consecuencia auto-alineantes e insensibles a las desalineaciones angulares del eje en relación al alojamiento. Por ende son particularmente apropiados para aplicaciones en donde doblado del eje o errores de alineamiento son esperables, dentro del rango del rodamiento.

Este tipo de rodamiento puede acarrear grandes cargas radiales en comparación a los rodamientos de bola, pero la capacidad de acarrear carga radial es menor en comparación a otros tipos de rodamientos de rodillo y sólo son posibles cargas axiales muy ligeras dado que no hay ubicación para los rodillos en la pista exterior.

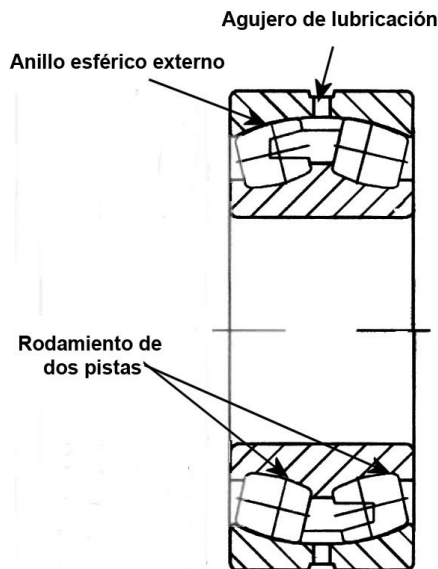


Figura 391

## Rodamientos de rodillos de aguja

Los rodamientos de rodillo de aguja (figura a continuación) son rodamientos de rodillos con rodillos cilíndricos que son delgados y largos en relación a su diámetro. El estándar ISO usa la definición que el largo del rodillo es 2,5 veces el diámetro del rodillo o más largo. Se refiere a ellos como rodillos aguja. A pesar de su baja sección cruzada, este tipo de rodillo tiene una alta capacidad de acarrear carga y por ende es extremadamente apropiado para arreglos de rodamientos en donde el espacio radial es limitado.

Los rodamientos de aguja se caracterizan por una sección cruzada más pequeña, mayor capacidad de acarreo de carga, mayor rigidez y menores fuerzas de inercia,

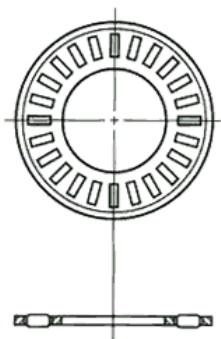
lo que facilita las reducciones de tamaño y peso en las maquinarias. Están diseñados para soportar la oscilación, rendir en condiciones severas y ser intercambiables por rodamientos deslizantes.

Las aplicaciones típicas incluyen el uso en cajas de cambio, transmisiones, compresores, bombas de agua, tornos, maquinas de molienda, equipo de construcción y bombas hidráulicas.

El rango de los rodamientos de rodillos de aguja es extenso y, además de diseños personalizados, incluye los siguientes tipos:

- Rodamientos de impulsión con rodillos de aguja.
- Ensamblajes de rodillos de aguja y jaula.
- Rodamientos de rodillo de aguja con casquillos con extremos abiertos y extremos cerrados.
- Rodamientos de rodillos de aguja con y sin flanges o con y sin anillo interno.
- Rodamientos de rodillos de aguja sellados con y sin anillo interno.
- Rodamientos de rodillos de aguja de alineación con y sin anillo interno.

Los ensambles de impulsión con rodillos de aguja y jaula (figura a continuación) también se pueden hacer con arandelas de labio que sirven como superficies de pista para los rodillos aguja. Las arandelas se pueden entregar por separado o se pueden entregar como una unidad ensamblada con el ensamble de impulsión de rodillo de aguja para facilidad de manejo.



**Figura 392: Impulsor de rodillo de aguja**



Figura 393: Ensamblados de rodillo aguja y jaula

### 14.3 Elementos de transmisión por elementos dentados

Sobre los Engranajes:

La transmisión por engranajes se usa para transmitir fuerza y movimiento giratorio o lineal. Ésta permite, entre otros, conectar ejes por medio de trenes de engranes, y/o reducir velocidad y aumentar torque. Los engranajes pueden considerarse un desarrollo de la rueda de fricción, mencionada anteriormente.

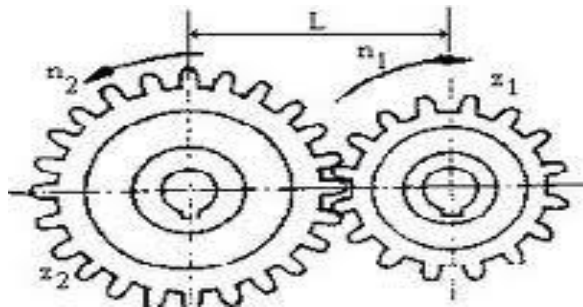


Figura 394

Los engranajes aumentan o reducen velocidad en trenes planetarios:

- Engranaje solar.
- Porta planetarios.
- Engranajes planetarios.
- Engranaje anulas.

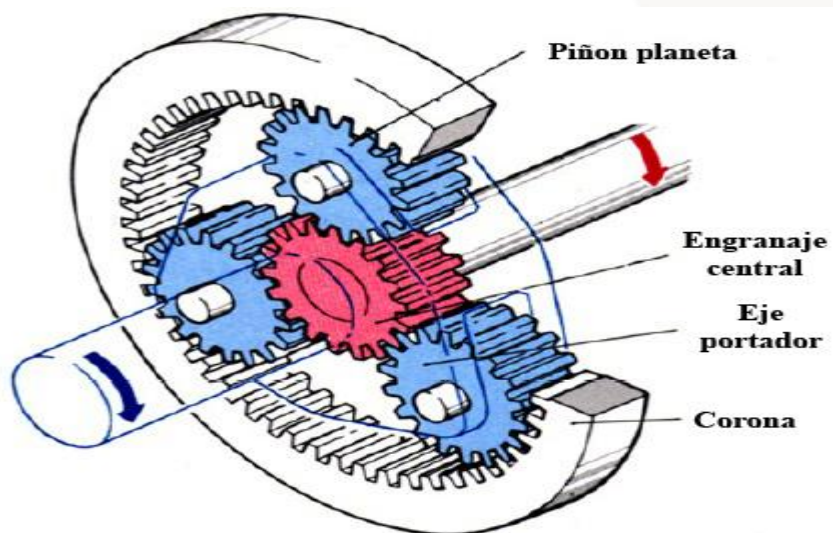


Figura 395

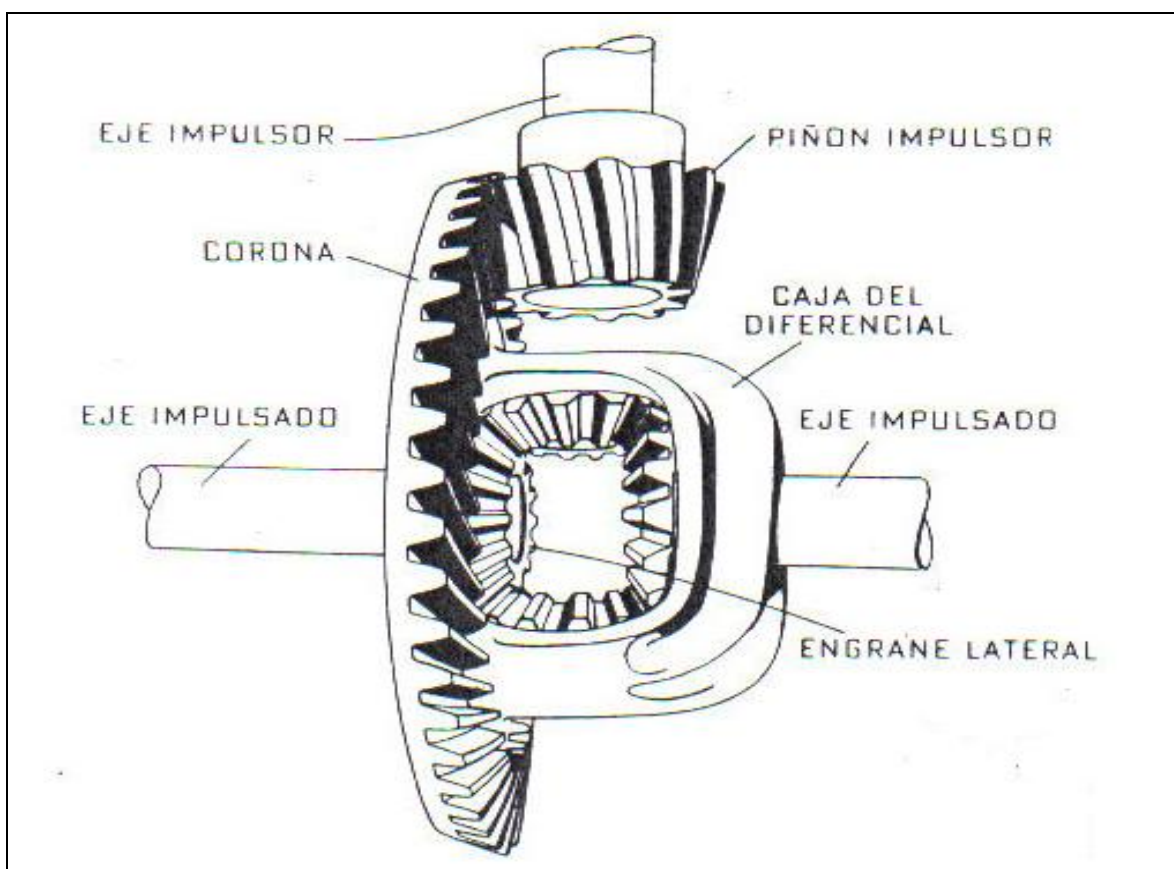


Figura 396

## Concepto de Juego de engranes de diferencial

Un conjunto de engranes cónicos conocidos como “juego de engranes diferencial” permite variar la velocidad de dos ejes impulsados, de acuerdo con los requerimientos de carga variable.

La corona o engranaje de mayor tamaño, se encuentra fija a la caja o soporte del diferencial. Los engranes planetarios o satélites engranando con los engranes laterales, giran libremente dentro de la caja o soporte y todo el conjunto se mueve y todo el conjunto se mueve con la misma, haciendo girar por lo tanto, los ejes impulsado.

Cuando la potencia se divide normalmente sobre ambos ejes, todo el conjunto gira como un bloque sólido. Sin embargo cuando la carga no está balanceada, y uno de los ejes tiene que soportar una carga mayor, ésta ocasiona que su engrane gire más lentamente. Y puesto que la corona y la caja de satélites giran a una velocidad constante, los engranes planetarios se ven forzados a girar sobre sus pernos o ejes, conforme giran alrededor del engrane lateral más lento.

Este movimiento rotatorio de los engranes satélites, origina un aumento de velocidad del eje menos cargado.

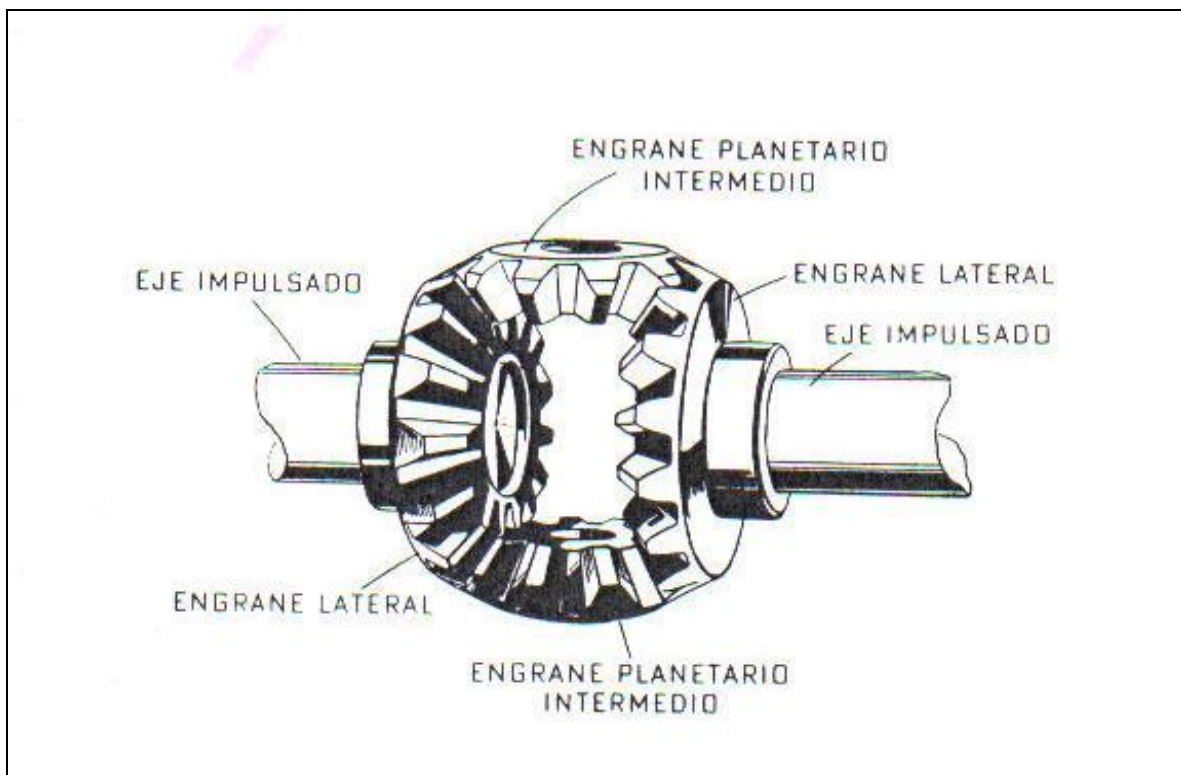


Figura 397

## Tipos de Engranajes

Existen distintos tipos de engranajes, a continuación presentaremos algunos de ellos.

Los engranajes se agrupan de acuerdo con las formas de los dientes, disposición de los árboles, paso y calidad. La forma de dientes y disposición de los árboles son:

### Forma de diente:

- Rectos.
- Helicoidales.
- De tornillo sin fin.
- Cónicos.

### Disposición de árboles:

- Paralelos
- Paralelos u oblicuos
- Oblicuos

**Engranajes Rectos:** Los rectos se utilizan para transmitir movimientos de rotación entre ejes paralelos, los dientes son paralelos al eje de rotación, son de acción conjugada y de perfiles envolventes.



Figura 398

**Engranajes Helicoidales:** Se orientan en sentido oblicuo al eje de rotación. Entran en toma por un extremo y se vuelven a despegar por el opuesto provocando un empuje lateral del engranaje y son de funcionamiento silencioso.

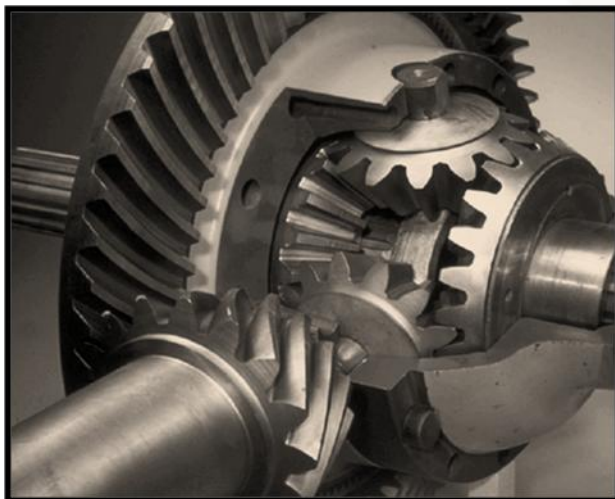


Figura 399

**De Tornillo Sin Fin:** Se usa para obtener grandes reducciones de velocidades entre árboles que no se intersecan y que forman ángulos de  $90^\circ$  uno con respecto del otro. Pueden ser de envolvente sencilla o doble.



Figura 400

**Engranajes Cónicos:** Permiten transmitir la fuerza en ángulo, los dientes son paralelos al eje de torsión pero forman con este un ángulo en plano radial, que puede ir desde la perpendicular hasta un ángulo mínimo.



Figura 401

## 14.4 Introducción al tren de potencia en equipos móviles mina.

### Introducción al tren de potencia:

El tren de potencia de un vehículo se puede resumir como todos aquellos mecanismos y partes del mismo que se encargan de la conversión y transmisión de la energía mecánica desde el motor hasta las ruedas y/o orugas. En este proceso participan distintos componentes y piezas de los equipos móviles. A continuación presentaremos algunos de ellos.

**1.- El Sistema de combustible:** Éste se encargará de almacenar y suministrar al motor la cantidad de combustible necesaria.

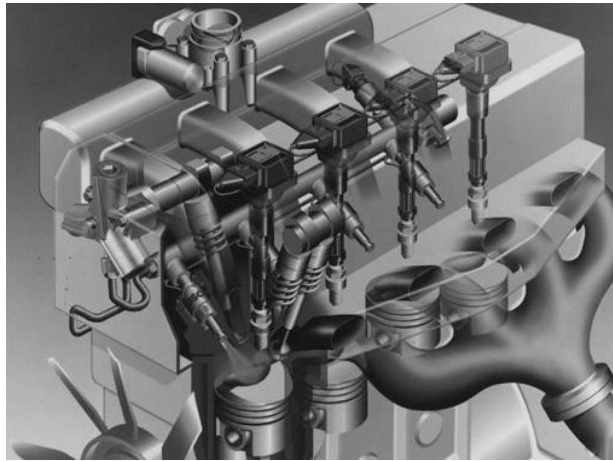


Figura 402

**2.- El Motor:** Éste se encargará de transformar la energía química del combustible en energía mecánica.



Figura 403

**3.- El sistema de Transmisión:** Encargado de transmitir y adaptar la energía mecánica entregada por el motor en función de los requerimientos de conducción. A continuación se describen algunos de sus componentes.

**Equipo Pala Cargadora de Perfil Bajo – LHD:**

**Equipo Tractor Oruga:**

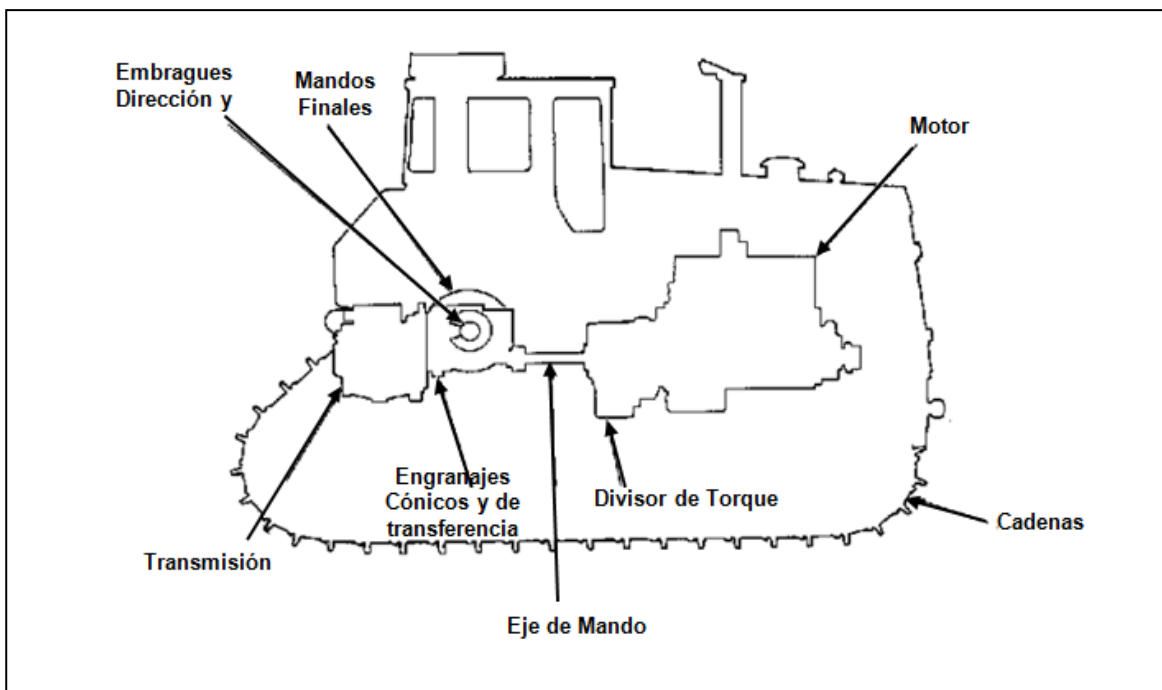


Figura 404

**3.1- El Embrague:** Este se encargará de conectar/desconectar la transmisión de la energía mecánica desde el motor hacia el sistema de transmisión.

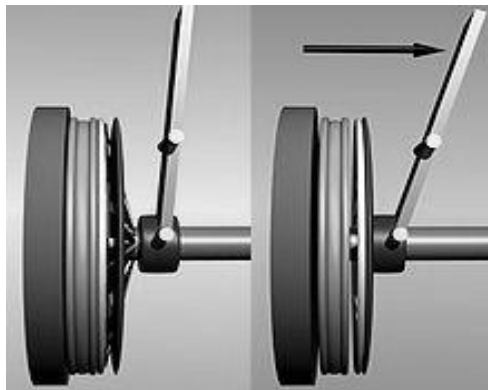


Figura 405

**3.2- El Diferencial:** Éste se encargará de conectar la transmisión con los palieres, o ejes a través de los cuales se transmite el movimiento desde la transmisión a las ruedas u orugas, así como permitir el giro independiente de las ruedas u orugas a distintas velocidades angulares.

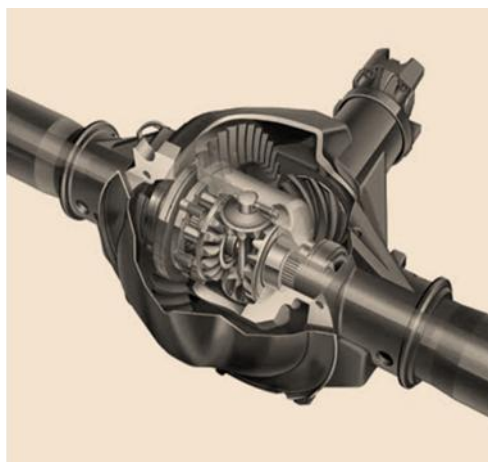


Figura 406

**3.3- Los Mandos Finales:** Son componentes que van montados a los lados del diferencial, complementando la transmisión de energía hacia las ruedas u orugas. Su principal función es reducir las revoluciones del motor, por lo cual reciben también el nombre de reductores laterales.

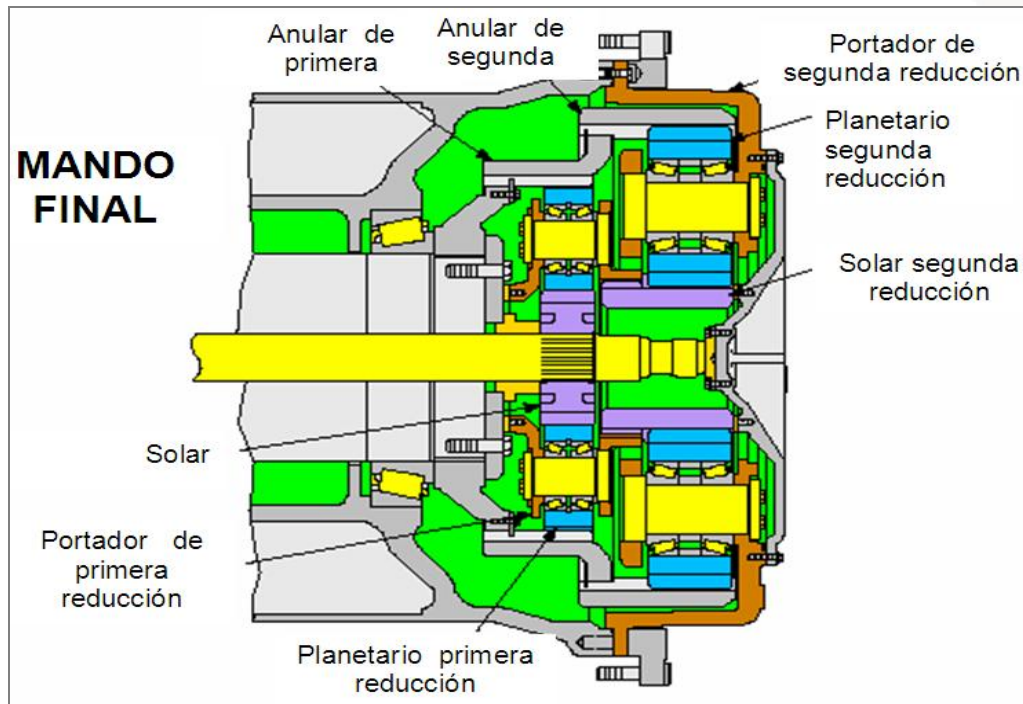


Figura 407

En general, en todo equipo móvil la energía necesaria para el movimiento del mismo pasa por los elementos antes descritos hasta llegar a las ruedas u orugas, donde finalmente es transmitida a la superficie donde se apoyan produciendo el desplazamiento.

## Esquema general del Tren de Potencia de un Tractor sobre Neumáticos:

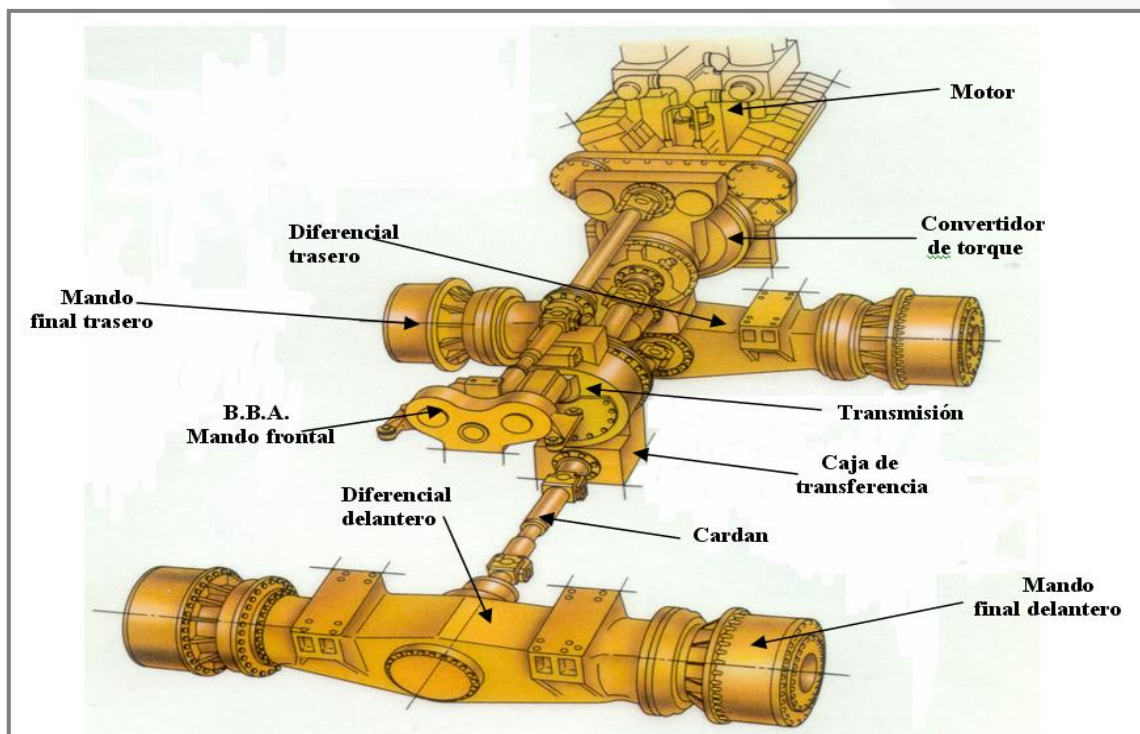


Figura 408

**Nociones básicas de transmisión y acoplamientos****Estrategias metodológicas para el instructor**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

**¿Qué es y para qué sirven los sistemas de transmisión?****Objetivos de aprendizajes**

- Conocer para qué sirven y cuáles son los sistemas de transmisión mecánica.

**Descripción de la actividad**

Los siguientes videos ofrecen a los participantes, una mirada introductoria a lo que son los sistemas de transmisión mecánica y sus componentes.

**Materiales y recursos**

- Un computador con conexión a Internet
- Datos show y parlantes de sonido.

**Recurso audiovisual:**

## Sistemas de transmisión mecánica

<https://www.youtube.com/watch?v=tvstKYmNtqY>

## Elementos de transmisión de potencia

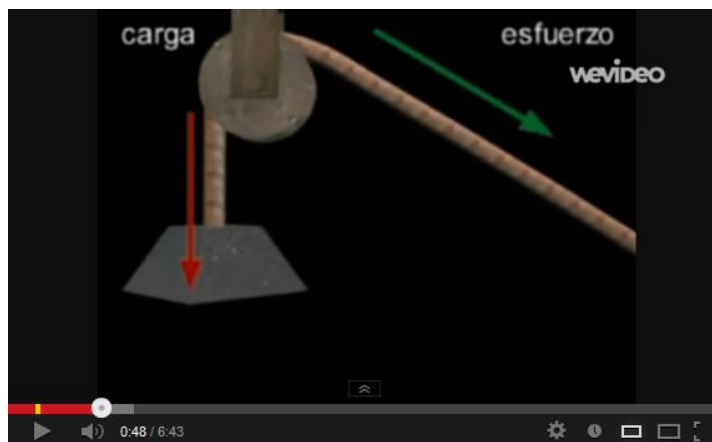
<https://www.youtube.com/watch?v=-m2EwYg4Ykk&NR=1&feature=endscreen>

### Desarrollo

El instructor invitará a los participantes a observar con atención los videos y generará condiciones para una conversación respecto a lo que se denomina transmisión mecánica.

El instructor podrá adoptar un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los videos y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.

### “Sistemas de transmisión mecánica”



El instructor podrá guiar la observación de los videos realizando preguntas generales antes de exhibirlos videos o realizarlas después, tales como:

**¿A que se denomina transmisión mecánica?**

Se denomina transmisión mecánica a un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina. Para ejercer su función, emplea el movimiento de cuerpos sólidos, como son los engranajes y las correas de transmisión.

**Nombre los tipos de sistemas de transmisión mecánica que aparecen en el video:**

- Las poleas.
- Ruedas de fricción (o transmisión en engranajes).
- Engranajes.
- Cruz de malta.

**El instructor podrá además solicitarles a los participantes que comparen sus respuestas y/o que formulen otras para trabajar en clases.**

**Sistemas de transmisión por fricción.**

**Sistemas de transmisión por elementos dentados.**

**Objetivos de aprendizaje**

- Mostrar cómo se puede transmitir el movimiento a través de un sistema de correa/poleas y como se regula con ellas la velocidad y dirección de giro de los ejes en los que están montadas.
- Mostrar cómo se puede transmitir el movimiento a partir de engranajes y regular con ellos la velocidad y/o dirección del giro de los ejes en que estos se montan.

**Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer cómo se puede transmitir el movimiento a través de un sistema de correa/poleas, además de regular con ellas la velocidad y dirección de giro de los ejes en los que están montadas. De igual manera podrán ver como se transmite el movimiento a partir de engranajes y regular con ellos la velocidad y/o dirección del giro de los ejes en que estos se montan.

El objetivo de la actividad es familiarizar al participante en el armado y la identificación de componentes de sistemas de transmisión mecánica

**Materiales y recursos**

- KITS: Transmisión por engranajes y poleas.
- Herramientas de taller.

Se sugiere que la institución de formación encargada del curso adquiera los Kits Didácticos de transmisión por engranajes y poleas. El instructor deberá considerar los objetivos de aprendizaje para dar cumplimiento a lo esperado y deberá además decidir cómo abordará la actividad práctica de acuerdo a las instrucciones del Kit. Este Kit se consigue a través de proveedores nacionales.

## **Desarrollo**

El instructor deberá considerar los objetivos de aprendizaje para dar cumplimiento a lo esperado y deberá además decidir cómo abordará la actividad práctica de acuerdo a las instrucciones de los Kits.

Lo relevantes es que el instructor les explique cómo se transmite el movimiento a través de un sistema de correa/poleas y como se regula con ellas la velocidad y dirección de giro de los ejes, en los que están montadas. De igual forma deberá explicar cómo se transmite el movimiento a partir de engranajes y regular con ellos la velocidad y/o dirección del giro de los ejes en que estos se montan.

## **Cierre**

Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas. Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde el eje de una fuente de energía, como puede ser un motor de combustión interna o un motor eléctrico.

Los engranajes están formados por ruedas dentadas, por ejemplo si dos ruedas dentadas son del mismo diámetro y están unidos, la velocidad angular es exactamente la misma.

Por otra parte una polea es un dispositivo mecánico de tracción, que sirve para transmitir una fuerza. Además, formando conjuntos, aparejos o polipastos, sirve para reducir la magnitud de la fuerza necesaria para mover un peso.

La principal ventaja que tienen las transmisiones por engranaje respecto de la transmisión por poleas es que no patinan como las poleas, con lo que se obtiene exactitud en la relación de transmisión.

## **15. Nociones básicas de lubricación**

En todas las maquinas donde hay un movimiento relativo entre partes adyacentes, el desgaste y la pérdida de poder rápidos puede ocurrir, a menos que algún medio se adopte para superar la fricción seca. Esto se logra convenientemente interponiendo una capa, normalmente un fluido, para que en vez de fricción seca la única fricción a vencer sea la fricción interna del fluido.

El tipo de lubricante utilizado depende directamente del diseño y las condiciones de operación, pero la función de los lubricantes no cambia. Actúan principalmente para:

- Minimizar el desgaste al lubricar las partes en movimiento.
- Minimizar la pérdida de poder al reducir la fricción.
- Quitar calor a las partes del motor al actuar como un agente enfriante.
- Absorber los golpes entre los rodamientos y las otras partes del motor, reduciendo por ende el ruido del motor y extendiendo su vida útil.
- Formar un buen sello entre los anillos de los pistones y la pared del cilindro.
- Actuar como agente limpiador.

### **Minimización del desgaste**

Sin una lubricación adecuada, los rodamientos se desgastarían rápidamente y el calor generado por la fricción causaría que el rodamiento fallara, y por ende el émbolo y otras partes se dañarían. Una lubricación insuficiente en las paredes del cilindro causaría un desgaste rápido y hendiduras de los cilindros, pistones y anillos.

### **Minimización de la pérdida de poder**

Con el aceite suministrado desde varias partes del motor por el sistema de lubricación, las partes móviles quedan separadas por una capa de aceite, lo que reduce la fricción y minimiza la potencia con el motor.

### **Remoción de calor**

El aceite circula permanentemente a lo largo del sistema de lubricación del motor para suministrar con aceite todas las partes móviles. Además de lubricar, el aceite remueve calor de las partes y lo devuelve al aceite en el recolector de aceite. El calor del recolector es disipado en el aire circundante.

## **Absorción de golpes**

Siempre existe una distancia entre los rodamientos y los ejes del cigüeñal y entre otras partes operativas. Cuando se incrementa súbitamente la carga de una parte, el aceite actúa como un cojín al retener una película de aceite entre las superficies metálicas adyacentes.

## **Formación de un sello**

Los anillos del pistón deben formar un sello contra fugas de gas entre el pistón y las paredes del cilindro. El aceite lubricante que se suministra a los cilindros y ayuda a los anillos del pistón logra lo anterior, llenando las muy pequeñas irregularidades entre los anillos y los muros del cilindro. El aceite también brinda lubricación a los anillos del pistón para que se puedan mover libremente en los surcos en el pistón y sobre los muros del cilindro.

## **Desempeño como agente limpiador**

Dado que circula a través del motor, el aceite tiende a lavar y a llevarse el polvo, partículas de carbón, y cualquier otro material ajeno. El aceite recoge este material y lo lleva de vuelta al recolector de aceite, donde las partículas más grandes caen al fondo. Las partículas pequeñas sin embargo se remueven del aceite por el filtro del mismo.

Cuando la lubricación de la película de fluido está en efecto, el eje del cigüeñal y los rodamientos están separados debido a la acción hidráulica de la película de aceite convergente en “forma de cuña”.

Como se muestra en la Fig. 1(a), cuando un eje de cigüeñal está en reposo, la película de aceite entre dicho eje y el rodamiento queda virtualmente estrujado hacia afuera y la carga se sostiene principalmente por las superficies metálicas del rodamiento en vez de por la capa de aceite. A medida que el eje comienza a girar, se enrolla en las superficies de rodamiento, en dirección opuesta a la de su rotación, como se muestra en la Fig. 1(b).

A medida que la velocidad de rotación aumenta, el aceite es atraído debido a su “viscosidad” alrededor y debajo del eje del cigüeñal. Esto crea una película de aceite que levanta el eje y tiende a centrarlo en el rodamiento, como se muestra en la Fig. 1(c).

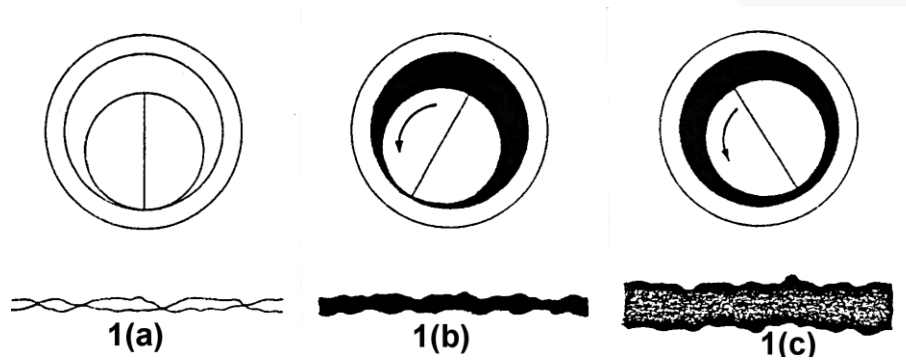


Figura 409

(a) Eje en descanso, lubricación imperfecta, (b) eje girando lentamente, lubricación imperfecta, (c) Eje girando a velocidad moderada o alta, lubricación perfecta.

Hay tres puntos importantes a notar para una lubricación por fluido satisfactoria:

- Debe existir una cantidad definida de distancia entre las partes móviles.
- El espacio de seguridad debe estar ocupado por un fluido de viscosidad adecuado.
- La geometría del sistema debe permitir la formación de la cuña necesaria.

### Lubricación de Frontera

Esto se refiere al lubricante residual que se adhiere a las dos superficies en contacto. Este residuo, debido a su “oleaginosidad”, mantiene las dos superficies “mojadas” y evita el contacto directo entre los metales, por lo que cuando un eje comienza a girar, el aceite es “acuñado” debajo del mismo y la presión levanta el eje; por ende se establece una capa protectora completa sin importar el método de lubricación.

Hay tres categorías principales de lubricantes:

- Líquidos (Aceite).
- Semi Sólidos (Grasa).
- Sólidos (Grafito, Mica, Teflón).

## 15.1 Tipos de lubricantes más comunes

### Aceites

Los aceites lubricantes son fluidos y varían desde la extrema delgadez de los aceites penetrantes al flujo relativamente lento de los aceites de transmisión. Se pueden hacer de aceite crudo, aceite extraído de plantas y animales y aceites y fluidos sintéticos.

Tipos de aceite:

- Aceite de motor.
- Aceite de transmisión automática.
- Aceite Hipoide (aceite diferencial).
- Aceite de rodamientos (transmisión manual).
- Aceite soluble (tornos de maquinaria).
- Aceite hidráulico (gata de piso).
- Aceite de lubricación ligera (máquinas sembradoras).

### Aceite Animal

Se obtienen procesando las partes grasas de diferentes animales.

### Aceites Vegetales

Normalmente se preparan desde las semillas – usados para aparatos mecánicos de forma limitada. Su principal desventaja es que no pueden soportar altas temperaturas, su oxidizan rápidamente, espesándose y enlodándose muy rápidamente en condiciones de trabajo.

### Aceites Minerales

Son refinados del petróleo crudo y son mucho más estables que los otros tipos. Forman la base de prácticamente todos los lubricantes modernos. No es posible hacer todos los grados requeridos para el aceite crudo. Debido a lo anterior, un número limitado se fabrican en refinerías y se mezclan en varias proporciones, con o sin aditivos, para producir aceites con las propiedades requeridas para aplicaciones específicas.

### Aceites Sintéticos

Los sintéticos son lubricantes hechos por el hombre para trabajar bajo condiciones en las cuales los aceites de base normal en el petróleo tendrían limitaciones. Por

ser hechos por el hombre, los sintéticos son normalmente más consistentes y uniformes en estructura que los productos basados en el petróleo.

## 15.2 Tipos de grasas más comunes

Las grasas lubricantes son lubricantes sólidos o semi-sólidos hechos al espesar aceites lubricantes con jabones de metal, arcillas, gel de silicona y otros agentes espesantes. Las propiedades lubricantes básicas de las grasas se pueden mejorar aún más con la adición de ciertos químicos conocidos comúnmente por el nombre de “aditivos”.

Aunque el aceite es mejor lubricante para los rodamientos, la grasa se prefiere a menudo debido a las siguientes ventajas:

- Ayuda a formar un cierre efectivo entre el eje y su carcasa, previniendo por ende el ingreso de polvo, humedad u otros agentes corrosivos.
- Protege las superficies de trabajo finamente terminadas de un rodamiento al aferrarse a ellas, en particular cuando el rodamiento está en descanso.
- Es más fácil de retener dentro de una carcasa que el aceite.
- Puede operar, en general, en un amplio rango de temperaturas mejor que un aceite de grado único.

La grasa se prefiere al aceite por las siguientes razones-

- La facilidad de sellado del lubricante.
- Se adhiere a la superficie de los componentes.
- Un buen sellado evita la entrada de agua, polvo y mugre a los rodamientos.

### Tipos de Grasas

Dado que el material que se usa como base determina las características de rendimiento de la grasa terminada, la selección de una base correcta es de gran importancia. Los detalles acerca del tipo de grasa a usarse y el monto a ser puesto en la carcasa son dados en el manual de servicio para cada aplicación en particular.

Las bases de grasa de poliurea y litio normalmente se prefieren para la lubricación de propósitos generales de los rodamientos, y son ventajosas en aplicaciones de mucha humedad. Ambas grasas tienen buenas características de resistencia al agua.

La grasa debe ser cuidadosamente seleccionada respecto de su consistencia en temperaturas de operación. No debe exhibir espesamiento, separación de aceite, formación de ácido o endurecimiento a cualquier grado marcado. Debe ser suave, no fibroso, y completamente libre de ingredientes químicamente activos. Su punto de derretimiento debe ser considerablemente más alto que la temperatura de operación.

El torque friccional está influenciado por la cantidad y calidad del lubricante presente. Cantidades excesivas de grasa o aceite causan pérdidas o mezclas indeseadas. Esto causa temperaturas excesivas, separación de los componentes de la grasa, y una caída en los valores de lubricación. En aplicaciones a velocidades normales, las carcasas deben mantenerse aproximadamente llenos entre un 30 a 50%.

Sólo en aplicaciones de baja velocidad, la carcasa puede quedar totalmente llena de grasa. Este método de lubricación es una salvaguarda contra la entrada de material extraño, en donde las provisiones de sellado son inadecuadas para la exclusión de contaminación o humedad.

Durante periodos extensos de no operación, a menudo es bueno llenar las carcasas completamente de grasa para proteger las superficies de los rodamientos. Previo a la subsecuente operación, el exceso de grasa debe ser removido y los niveles apropiados restaurados.

Las aplicaciones que usan lubricación de grasa deben tener un fitting de grasa y un ducto en los lados opuestos de la carcasa cerca de la parte superior. Un tapón de drenaje también debe estar localizado cerca de la parte inferior del alojamiento para permitir la depuración del aceite viejo del rodamiento.

Maneras de aplicar grasa:

- Empaquetado manual.
- Empaquetado por presión.
- Copa de grasa.

Precauciones al usar grasa:

- Nunca se debe hacer contacto con los componentes de goma de la rueda de freno, tales como las botas y copas del freno. Por qué – porque aquellos basados en petróleo tiene una tendencia a hinchar y ablandar la goma. Se usa una grasa de goma especial.
- Las grasas nunca deben mezclarse debido a las diferentes bases.

- Usar grasa HTB (rodamiento de alta temperatura) al hacer rodamientos de rueda. Otros tipos de grasa se derriten y forman un aceite delgado, por ende se escapa pasando los sellos y hacia los frenos, y de este modo causa desgaste en los rodamientos.
- Usar grasa del tipo Molibdeno dispulfida al engrasar juntas de bola. Usar esta grasa debido a su capacidad para absorber golpes.

### 15.3 Lubricación de cajas de engranajes

La lubricación y re-lubricación se puede lograr a través de una variedad de maneras, dependiendo de si se usa grasa o aceite como lubricante, y de la naturaleza de la máquina o aplicación de rodamiento.

Los sistemas comunes de lubricación incluyen:

- Baño de aceite.
- Alimentación por mecha.
- Alimentación por goteo.
- Chorreo de aceite.
- Aceite circulante.
- Aceite de anillo.
- Asperjador de aceite.
- Vapor de aceite.
- Alimentación por chorro.
- Fittings de grasa.
- Sistema de engrasado.

#### Lubricación por baño de aceite

El sistema convencional de bañado en aceite para lubricar rodamientos es satisfactorio para aplicaciones de baja a mediana velocidad. Dado que este tipo de sistema no es circulatorio, el nivel de aceite estático nunca debe ser más alto que el centro del elemento rodante más bajo posicionado en el rodamiento lubricado. Una mayor cantidad de aceite puede causar una pérdida o mezcla indeseada, un incremento en la fricción del fluido dentro del rodamiento y resultar en temperaturas de operación excesivas.

A menos que se conozca el nivel de funcionamiento del aceite, el nivel de aceite debe revisarse cuando se apaga el equipo dado que el nivel de funcionamiento

puede caer considerablemente por debajo del nivel estático dependiendo de la velocidad de la aplicación.

Dado que la velocidad, la efectividad del sellado, la temperatura y el tipo de aceite son factores que influyen en el ciclo de rellenado, es necesaria una inspección regular para determinar la frecuencia del rellenado. Las aplicaciones de este tipo en general emplean indicadores visuales para facilitar la inspección.

### **Alimentación por Mecha**

Los aceitadores por alimentación con mecha son uno de los métodos más viejos de aplicar aceite a los rodamientos y aún gozan de cierta popularidad. De estar apropiadamente diseñadas, aplicadas y mantenidas, son efectivas y baratas.

Funciona como un filtro y regulador de cantidad; la mecha usa ya sea acción capilar o gravedad para transferir el aceite al reservorio del rodamiento.

Los aceites lubricantes de parafina también se pueden usar con este tipo de aceitador, aunque tengan una tendencia a depositar cristales de cera en las fibras de la mecha, destruyendo la efectividad de la misma. Debido a que los aceites napatéticos y sintéticos no exhiben esta tendencia, se prefieren para estos aceitadores.

### **Lubricación de Alimentación por Goteo**

Otro de los métodos más viejos de lubricar los rodamientos es el sistema de alimentación por goteo. Este sistema ha sido exitosamente usado en aplicaciones en donde se encuentran cargas y velocidades moderadas. El aceite se introduce a través de un tipo de filtro, un aceitero de alimentación visual que tiene una tasa de flujo controlable que está determinada por la temperatura de operación de la aplicación en particular. Los ajustes se hacen por disposición de aguja ajustable.

### **Lubricación por chorro de aceite**

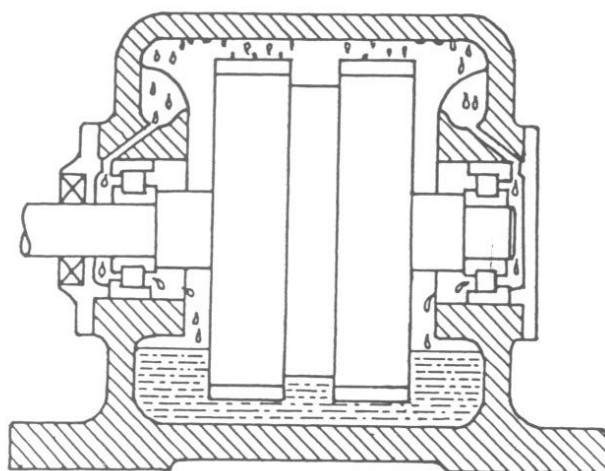
Este sistema de lubricación se usa primariamente en encapsulamientos de rodamientos en donde el sistema de lubricación del rodamiento y el encapsulado es el mismo. La lubricación de los rodamientos en la caja de cambios, cuando no se encuentra en velocidad baja, normalmente no es crítica dado que el chorro de aceite desde los dientes de los engranajes es suficiente para lubricar los rodamientos.

Debido al constante problema de que el aceite transporta material de desgaste, el uso de filtros y tapones de drenaje magnético es de utilidad para reducir la posibilidad de restos de desgaste contaminando los rodamientos. En aplicaciones

en donde se encuentra un flujo intenso de aceite o un chorro, los rodamientos se equipan con aislaciones para reducir la cantidad de aceite que llega a los rodamientos; a veces son necesarios para evitar un sobrecalentamiento causado por la fricción del fluido en donde el rodamiento está inundado.

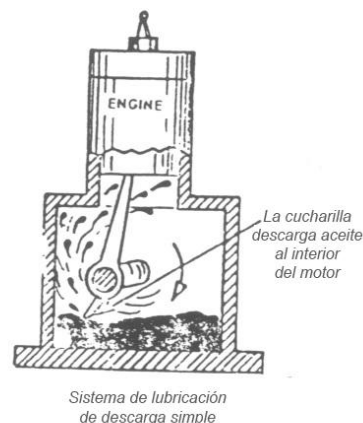
En los sistemas donde el chorreo de aceite normal o el deslizamiento hacia abajo del aceite se considera como marginal, los rieles de alimentadores de aceite deben diseñarse en el encapsulado para que el aceite se dirija hacia los rodamientos. Por ejemplo, los rodamientos con alimentación por chorreo en un drive de reducción de múltiples velocidades de hueso de pez.

El aceite es chorreado directamente a los rodamientos o recolectado en galerías y llevado a los rodamientos como se muestra en la Fig. 409 (a). La lubricación por chorreo se usa en motores más viejos e incluso en motores más pequeños modernos de un cilindro para lubricar los rodamientos, la pared del cilindro, el eje de la cámara, los rodamientos de distribución, etc. Como se muestra en la Fig. 409(b).



(a)

Figura 410



(b)

### Lubricación de Aceite en Circulación

Este tipo de sistema utiliza una bomba circulatoria para asegurar un suministro positivo de lubricante al rodamiento y se puede usar para aplicaciones de transmisión de potencia en velocidad baja a moderadamente alta y altas temperaturas. La vía de flujo del aceite en este sistema es importante porque el desgaste o pérdida del rodamiento en un monto cautivo de aceite puede generar

temperaturas capaces de causar descomposición y daño al rodamiento. Debido a la posibilidad inherente de contaminación por desgaste de los restos en aplicaciones de carga pesada, se necesitan filtros de aceite adecuados y tapones de drenaje magnético apropiados para prevenir el daño a los rodamientos. La contaminación puede limitarse a través del uso de buenas políticas de mantenimiento.

### **Lubricación por asperjador de aceite**

En aplicaciones en donde un rodamiento se encuentra altamente cargado y operando a altas velocidades y temperaturas, puede ser requerida una variación sofisticada de la lubricación por circulación de aceite es la llamada lubricación por asperjador de aceite. En tales casos es necesario lubricar cada localización de rodamiento individualmente, bajo presión para brindar drenajes adecuadamente largos para prevenir la acumulación de aceite después de su paso por el rodamiento. En ciertas aplicaciones de alta velocidad en donde el rodamiento mismo crea una acción de bombeo, el flujo del aceite debe ser ajustado para asegurar su paso por el rodamiento. Esto es extremadamente importante cuando el flujo de aceite desde el asperjador se opone a la acción de bombeo desde el rodamiento.

### **Lubricación por vapor de aceite**

Los sistemas de lubricación por vapor de aceite se utilizan en aplicaciones de alta velocidad continuas. Este sistema permite un control exacto de la cantidad de lubricante que alcanza el rodamiento. El aceite puede ser medido, atomizado por aire comprimido y mezclado con aire, o puede ser recogido desde una reserva usando un efecto venturi. En cualquiera de los casos, el aire es filtrado y suministrado bajo suficiente presión para asegurar una lubricación adecuada de los rodamientos.

El control de este tipo de sistema de lubricación se logra al monitorear las temperaturas operativas de los rodamientos lubricados.

El paso continuo de aire presurizado y aceite a través de los sellos del laberinto utilizados en este Sistema, evita la entrada de contaminantes desde la atmósfera al sistema.

Para asegurar el “mojado” de los rodamientos y para prevenir el posible daño de los elementos rodantes y las carreras, es imperativo que el sistema de vapor de aceite sea encendido durante varios minutos antes de encender el equipo. La importancia de “mojar” los rodamientos antes de empezar no se puede enfatizar lo

suficiente y tiene especial importancia para equipos que han estado parados por períodos extendidos de tiempo.

### **Presión y Spray de Presión**

En los sistemas de presión o “alimentación forzada” de lubricación, el aceite es bombeado positivamente a cada rodamiento grande para entregar un suministro adecuado de aceite para la lubricación y enfriamientos adecuados.

Una bomba toma aceite desde un sumidero y lo empuja a través de un filtro, pasajes taladrados y cañerías a los puntos que requieren lubricación o enfriamiento. Se puede incorporar un intercambiador de calor para remover el calor sobrante del aceite.

### **Empaque de grasa de los rodamientos**

Llene el empaquetador del rodamiento de rueda con la grasa para el rodamiento de rueda, coloque el rodamiento al interior con el lado cónico hacia arriba. Empuje hacia abajo la parte superior del empaquetador del rodamiento y apriete el rodamiento en la grasa. Remueva la cubierta del empaquetador del rodamiento y remueva el rodamiento. **Nota:** Si no tiene un empaquetador de rodamiento, sáltese este paso y proceda con los pasos siguientes.

Coloque una gran cantidad de grasa en una mano, mientras usa la otra para mover el rodamiento.

Tome la parte de abajo del rodamiento (el lado más ancho) y, sujetándolo verticalmente contra la grasa en su mano, cucharee el área apretada entre la jaula del rodamiento y el cubo del rodamiento. La clave es llenar la jaula del rodamiento que sostiene los pequeños rodamientos en su lugar. Para llenar la jaula correctamente, debe empujar una pequeña cantidad dentro del espacio limitado. Tomará tiempo y movimientos repetitivos el llenar apropiadamente el rodamiento.

Gire el rodamiento cada cierto tiempo mientras un área de la jaula comienza a llenarse de grasa y siga introduciendo más grasa a la jaula. Tendrá que buscar más grasa de ser necesario, y tendrá que atender la grasa que se desliza por la palma de su mano de vuelta hacia abajo.

Muévase por todo el rededor del rodamiento y cuando vea que la grasa sale de toda la circunferencia del área entre la jaula y el cubo del rodamiento en el lado cónico superior de éste, ya ha llenado el rodamiento. Limpie una capa alrededor del lado del rodamiento antes de instalarlo, y Usar trapos para limpiar sus manos.

## 15.4 Engrase de rodamientos

### Lubricación con grasa

La propiedad de la grasa de quedarse donde está tiene ciertas desventajas en cuanto a que significa que la grasa no fluirá dentro de un rodamiento sin ayuda. Por esta razón, la grasa normalmente se bombea en los rodamientos y en las otras partes a intervalos calculados para que siempre haya suficiente grasa pegada a las superficies de roce, y para que la suciedad sea expulsada.

### Fittings de Grasa

Una de las razones para elegir la grasa como lubricante es la facilidad de su aplicación. La naturaleza semi-plástica de la grasa se presta para su aplicación con herramientas de presión simples, por ejemplo: una pistola de grasa.

Existen por lo menos seis tipos de fittings que se adosan a la maquinaria para permitir el bombeo de grasa. De éstos, el más popular es el fitting hidráulico. Una boquilla consiste de un cuerpo en el cual se coloca la válvula de bola sin retorno que permite que el lubricante sea forzado a presión desde la pistola a través de la boquilla al punto a ser lubricado.

Un punto muy importante a tener en cuenta es que la boquilla debe estar totalmente limpia antes de aplicar la pistola, o la mugre y la arena pueden ser forzadas e ingresar dentro del rodamiento.

Una pistola de grasa puede ejercer presiones muy altas (hasta 68.000 kN/m<sup>2</sup> o 10.000 lb/in<sup>2</sup>), y mientras esto asegure que la nueva grasa alcanzará el punto de lubricación requerido y fuerce la grasa vieja hacia afuera, también puede producir la ruptura de los sellos del rodamiento.

Por ejemplo: se puede ejercer una presión muy alta por medio de una pistola de grasa ordinaria, y una vez que el rodamiento este lleno de grasa y se sigue la aplicación, los anillos de sellado pueden ser forzados a salirse por la presión hidráulica interna y no volverán a su lugar original cuando se alivie dicha presión.

## **Engrasado de Rodamientos**

Muchos rodamientos se llenan con grasa y se “sellan de por vida” y no reciben atención de ningún tipo. Otros se llenan con grasa durante el montaje inicial ya sea a mano o por un empaquetador mecánico.

Las cavidades de la carcasa a cada lado del rodamiento debieran dar suficiente espacio para acomodar la grasa sacada por extrusión desde el rodamiento. Estas cavidades deben sin embargo estar solamente a medio llenar con grasa.

Si un rodamiento recibe demasiada grasa, sea porque la carcasa está demasiado llena o la grasa es demasiado delgada para permitir que se forme un canal a través de ella, las bolas o rodillos deben arar a través de ella como aspas de un rotor en el agua. Esto puede resultar en un incremento de la fricción que absorbe energía y acumula calor. El calor puede ser suficiente para causar la separación del jabón de la base de aceite.

En dichos casos, el aceite normalmente se escapa desde el rodamiento, dejando el jabón duro atrás. Esta es una causa frecuente de falla en el rodamiento.

## **Selección de lubricantes**

### **Viscosidad**

En general la propiedad única más importante de los fluidos de lubricación es la viscosidad. La viscosidad es la medida de la resistencia relativa del fluido a fluir.

La medición de la viscosidad se puede hacer por medio de un número de diferentes instrumentos llamados viscómetros. Una unidad común de medida es el Segundo Universal Saybolt (Saybolt Universal Second, SUS). Este es el tiempo, en segundos, que se requiere para que 60 c.c. de un fluido circulen a través de un orificio estandarizado bajo una altura estándar, a una temperatura dada. Las temperaturas comunes para reportar viscosidad son 100°F (43°C), hasta 210°F (100°C). Mientras más alta la cifra de viscosidad, más grande es la resistencia a fluir.

La experiencia indica que un fluido lubricante con una viscosidad de al menos 100 SUS a la temperatura operativa de la aplicación será adecuada para la normal lubricación de los rodamientos.

## **Índice de viscosidad**

El aceite ideal (en lo que concierne a la viscosidad) tendría la misma viscosidad en todas las temperaturas. Todos los aceites se vuelven menos viscosos (se adelgazan) cuando se calientan y más viscosos (se espesan) cuando se enfrían.

Sin embargo, no todos los aceites varían en viscosidad en el mismo grado. Algunos se espesan más rápidamente o se adelgazan más rápidamente que otros.

El término "índice de viscosidad" o VI se usa para clasificar los aceites de acuerdo a su comportamiento de viscosidad en relación a la temperatura.

Los aceites con el índice de viscosidad más alto son más resistentes a los cambios en viscosidad con los cambios de temperatura, que los aceites de menor índice de viscosidad. Obviamente los lubricantes con índice de viscosidad altos son más adecuados para aplicaciones con rodamientos que experimentan variaciones considerables de temperatura.

## **Interpretación del Índice de Viscosidad**

Mientras más bajo el índice de viscosidad (la cifra), más baja será la viscosidad del aceite.

Aceites Multigrado. Por ejemplo - 10W-30 o 15W-40.

Cifras de Viscosidad que incluyen una "W" como 10W indican la Viscosidad a -10°C.

Las cifras que no incluyen la "W" indican Viscosidad a 100°C.

SAE 10W-30 indica que el aceite cumple con los estándares SAE10 y no se espesarán por sobre al aceite de grado SAE10 a -10°C. Este aceite también cumple con el estándar SAE30 y no se adelgazará más allá de SAE30 del aceite de grado a 100°C.

## **Punto de vertido**

El punto de vertido es la temperatura más baja a la que un fluido fluye o se puede verter. Es importante en aplicaciones expuestas a bajas temperaturas que el fluido lubricante seleccionado tenga un punto de vertido más bajo que la temperatura ambiente mínima.

## **Al seleccionar un lubricante**

Varios factores a tomar en consideración:

- La velocidad de las partes móviles. (revés del motor).
- La carga a que las partes móviles se exponen mientras están operativas.
- Acceso al lubricante (servicio).
- La temperatura a la que el lubricante se somete en condiciones operativas.

### **Aditivos para lubricantes**

Los aditivos se mezclan con bases de elementos de petróleo o sintéticos para fortalecer o modificar las características del lubricante. Esto permite que el lubricante modificado cumpla con exigencias y especificaciones mucho más exigentes. Los aditivos más comunes se describen a continuación.

#### **Detergentes/Dispersantes**

Estos materiales reaccionan químicamente con los productos de la oxidación para permitir que el aceite suspenda las partículas de polvo y suciedad que pueden sacarse por filtración. También ayudan a neutralizar la acumulación de ácidos.

#### **Aditivos EP**

Los aditivos de Presión extrema (EP) mejoran el rendimiento de los lubricantes donde existe alta presión local.

#### **Anti oxidantes**

Los inhibidores de oxidación evitan que el oxígeno ataque el aceite base, estabilizando la viscosidad del lubricante; esto a su vez evita la acumulación de ácidos orgánicos.

#### **Mejoradores de la Viscosidad**

Estos aditivos se usan para prevenir que el aceite se adelgace a temperaturas elevadas.

#### **Depresores del Punto de Vertido**

Estos aditivos ayudan a mantener el aceite delgado a temperaturas más bajas evitando la formación de cristales de cera.

#### **Aditivos anti-espuma**

Los aditivos anti-espuma rompen las burbujas de aire que se forman en los lubricantes debido a las condiciones operativas.

Es importante darse cuenta que el aceite base no se desgasta. Cuando un lubricante no entrega un buen servicio, es la depletación del paquete aditivo normalmente la causa de la degradación.

## Actividad N° 17

### Nociones básicas de lubricación

#### Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

#### Tipos de lubricantes y grasas comunes

##### Objetivos de aprendizajes

- Conocer técnicas de lubricación, qué son los aceites y grasas y para qué sirven, además de la clasificación de éstos.

##### Descripción de la actividad

Los siguientes videos ofrecen a los participantes, una introducción a lo que son las técnicas de lubricación, los tipos de aceites.

##### Materiales y recursos

- Un computador con conexión a Internet.
- Data show y parlantes de sonido.

##### Recurso audiovisual:

Técnicas de lubricación, parte 1:

<http://www.youtube.com/watch?v=hWmDyWMRzhQ>

Técnicas de lubricación, parte 2: <http://www.youtube.com/watch?v=EkA1JUmkBQg>

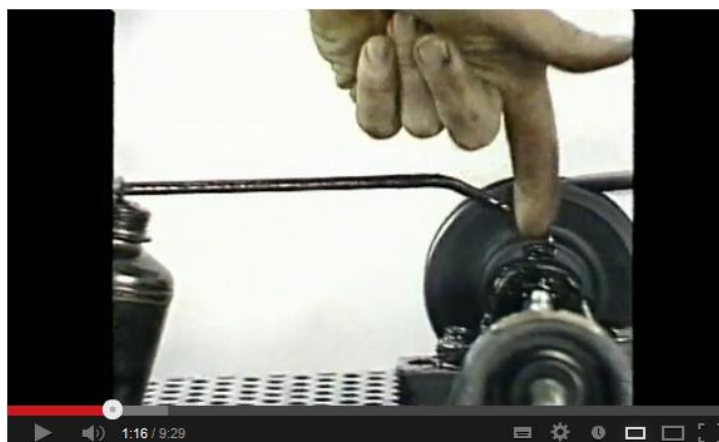
Técnicas de lubricación, parte 3: <http://www.youtube.com/watch?v=yG49FLI4tHE>

## **Desarrollo**

El instructor invitará a los participantes a observar con atención los videos y generará condiciones para una conversación respecto a las técnicas de lubricación y sus aspectos más relevantes.

El instructor podrá adoptar un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los videos y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.

### **“Técnicas de lubricación”**



El instructor podrá guiar la observación de los videos realizando preguntas generales antes de exhibirlos videos o realizarlas después, tales como:

#### **¿Qué es una tabla o cuadro de lubricación?**

Es la herramienta más importante y se debe saber usar. El cuadro debe indicar dónde, cuándo y que lubricante usar, pero dependen del mantenedor saber aplicarlo debidamente.

#### **¿Para qué se lubrica?**

Cuando dos pedazos de metales se rozan entre si la función del lubricante es la reducir la fricción y el desgaste. Sin lubricación no se mueven fácilmente, se arrastran y se desgastan más rápidamente. El lubricante forma una película delgada en la que se deslizan las partes aunque estén presionadas por partes pesadas.

### **¿Cómo funciona la lubricación en el caso de los rodamientos?**

En general los rodamientos tienen poca fricción incluso sin lubricación, sin embargo el deslizamiento no es perfecto en especial si se encuentra bajo mucha presión y los rodillos o bolas están desajustados. Una película delgada de lubricante es esencial para separar las partes, pero si la película es más gruesa de lo conveniente la fricción aumenta.

### **¿Qué debe tener en cuenta cuando este lubricando maquinaria?**

**Seguridad.** Hay ocasiones en que el proceso de lubricación se realiza en equipos que deben estar en movimiento. En estos casos se debe mantener una distancia prudente de las partes en movimiento y asegure que su ropa no se enganche en la maquinaria, apartase de donde la grasa o aceite lo vayan a salpicar y tenga cuidado al moverse, puede resbalar. Usar protección para los ojos.

**Limpeza.** Siempre Usar trapos limpios. Usar recipientes limpios para verter el aceite y el agujero para la grasa, mantenga aseada la pistola engrasadora y el aplicador de aceite. Usar solo lubricantes limpios y protéjalos del polvo.

**Siempre usar la cantidad y el tipo adecuado de lubricante.** La tabla puede indicar la cantidad de lubricantes, si recomienda onza de grasa y no sabe cuánto pesa cada disparo, Usar una pesa, dispare 10 veces, pese y divida por 10.

### **¿Cuándo cae la presión del aceite en máquinas?**

Cuando está en operación y la presión se eleva cuando el aceite se calienta.

## **Engrase de rodamientos y cambio de aceite hidráulico**

### **Objetivos de aprendizaje**

- Realizar engrase de rodamientos.
- Realizar un cambio de aceite hidráulico.
- Identificar el uso correcto de herramientas manuales y eléctricas.

### **Descripción de la actividad**

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, realizarán el engrase manual y mecánico de un rodamiento.

### **Materiales y recursos**

- Lubricantes.
- Materiales de limpieza.
- Rodamientos cónicos.
- Un engrasador mecánico.
- Guantes de látex.
- Llave inglesa.
- Tambores vacíos de 25 litros.
- Bomba de extracción de líquidos (puede ser manual).
- Guaipes (paños de limpieza).
- Fluido hidráulico.

### **Desarrollo**

El instructor deberá dividir al curso en grupos, pares o individualmente de acuerdo a la cantidad de materiales y guiará la actividad explicando y/o demostrando las tareas a realizar. A continuación un ejemplo del posible procedimiento en tres diferentes actividades:

#### **a) Aplicación de grasa a rodamientos**

- Limpie muy bien sus manos o Utilizar un par nuevo de guantes de látex.
- Coloque grasa en una mano (del tamaño de una pelota de ping pong aproximadamente) y Utilizar la otra mano para mover el rodamiento, empuje el extremo ancho del cono del rodamiento hacia la grasa. Esto forzará a la grasa a pasar entre los rodillos, la jaula y el cono.
- Asegúrese de girar el rodamiento regularmente y continúe rellenando con más grasa dentro de la jaula. Sostenga el rodamiento en diferentes ángulos y continúe empujando la grasa por el extremo ancho rotando el rodamiento, hasta que la grasa se distribuya parejo y salga por el otro extremo.
- Limpie el excedente de grasa del rodamiento.
- Limpie el área de trabajo.

#### **b) Utilizando un Engrasador Mecánico**

- Limpie muy bien sus manos o Utilizar un par nuevo de guantes de látex.

- Coloque el cono del rodamiento en el engrasador con el extremo menor hacia abajo.
- Coloque y asegure el extremo ancho del cono del rodamiento con el retenedor.
- Empuje firmemente hacia abajo dentro del engrasador. Esto forzará a la grasa a pasar entre los rodillos, la jaula y el cono.
- Limpie el excedente de grasa del rodamiento.
- Limpie el área de trabajo.

**Precaución:** Demasiada grasa en el alojamiento puede causar escurrimiento exagerado y altas temperaturas.

#### c) Cambiar el aceite hidráulico

- Dependiendo del equipo que se Utilizar, se ocupara una bomba o no.
- Retire los pernos que fijan la tapa en el tanque contenedor con las herramientas adecuadas.
- Enchufe la bomba de extracción de líquido en una fuente de alimentación.
- Desenrolle la manguera de aspiración y colóquela correctamente, al fondo de uno tambores.
- Activar la bomba de extracción de líquido.
- Continúe llenando los tambores hasta el que aceite ha sido removido del tanque contenedor.
- Apague la bomba de extracción de líquido.
- Organice la eliminación segura de los residuos.
- Añada aceite hidráulico nuevo según las especificaciones del fabricante.
- Limpie el área de trabajo.

El instructor deberá enfatizar la importancia del orden y limpieza:

**¿Qué se hace con los paños de limpieza (guaípe) una vez que está sucio?**

Se desecha en lugares específicos y se reciclan.

**¿Qué se hace con el aceite usado?**

Se almacena en tambores correspondientes. En la industria se almacenan y una empresa externa los retira y los procesa.

Los participantes deben saber que hay estanques especiales para este tipo de desechos los cuales por ningún motivo deben mezclarse con la basura corriente.

### **Cierre**

Lo importante de la lubricación es evitar que exista roce de fierro con fierro en piezas en movimiento, porque produce desgaste y aumenta la temperatura y podría fundir las piezas, la lubricación sirve como sistema de refrigeración y protege las piezas de acero de la oxidación.

La grasa y el aceite son productos contaminantes que deben tener un tratamiento especial al momento de deshacerse de estos (desechos). Es importante que cada vez que se hace cambio de aceite todo lo que se ensucie no se bote ni al suelo, ni a la basura, ni al desagüe.

Por todo lo mencionado es bueno conocer bien los procedimientos y realizar el proceso de cambio de aceite y engrase de partes y piezas mecánicas correctamente.

## 16. Técnicas de levante de cargas

### 16.1 Nociones básicas de levantamiento de carga

Las cargas pueden ser variadas en formas y tamaño y, por lo mismo, existen variadas formas de transportarlas. Es de vital importancia comprender que, si se cometen errores en los procesos de izajes de las mismas, las consecuencias pueden ser fatales.

A continuación se presentaran algunas consideraciones básicas que deben ser incluidas al momento de realizar levantamiento de carga.

Las técnicas de maniobras en izaje de cargas y procedimientos en general se conocen como técnicas de rigger.

Pero ¿Qué significa rigger?

Rigger, es un vocablo inglés (adjetivo), que tiene su origen en el sustantivo RIG que significa aparejo; por cuanto su traducción literal es: APAREJADOR.

Las maniobras o técnicas de rigger implican levantar, trasladar y realizar descargas desde un punto a otro, ó desde un nivel inferior a un nivel superior. Estas maniobras de izaje y estrobamiento se realizan en diversas actividades productivas, tales como; mecánica industrial, construcción, montajes, entre otros.

Para el desarrollo de estas funciones es necesario que el Rigger:

- Posea y aplique conocimientos relacionados a las características de las cargas, que le permitan calcular y controlar riesgos asociados.
- Posea conocimiento de los distintos elementos implicados en el proceso de izaje, así como sus características y aplicaciones.
- Posea conocimientos de técnicas de maniobras, tales como; métodos de estrobamiento y condiciones especiales.
- Conozca, respete y aplique estándares, normativa y procedimientos internos de las empresas participantes del proceso.

## ¿Qué equipos se utilizan en las labores de izaje?

**Grúas:**



Figura 411

**Puentes Grúa:**



Figura 412

## ¿Un plan de izaje?

Es fundamental preparar un “plan de izaje”, antes de realizar las maniobras implicadas. Se recomienda que éste sea preparado por el rigger, el operador de grúa, el supervisor, y el personal de prevención de riesgos.

Estos planes deben considerar:

- Análisis de características y riesgos de la carga.
- Análisis de características y riesgos del entorno.
- Inspección de los elementos de izaje.

### Respecto de la carga a levantar:

“El Peso = Volumen x Peso Volumétrico del Material”.

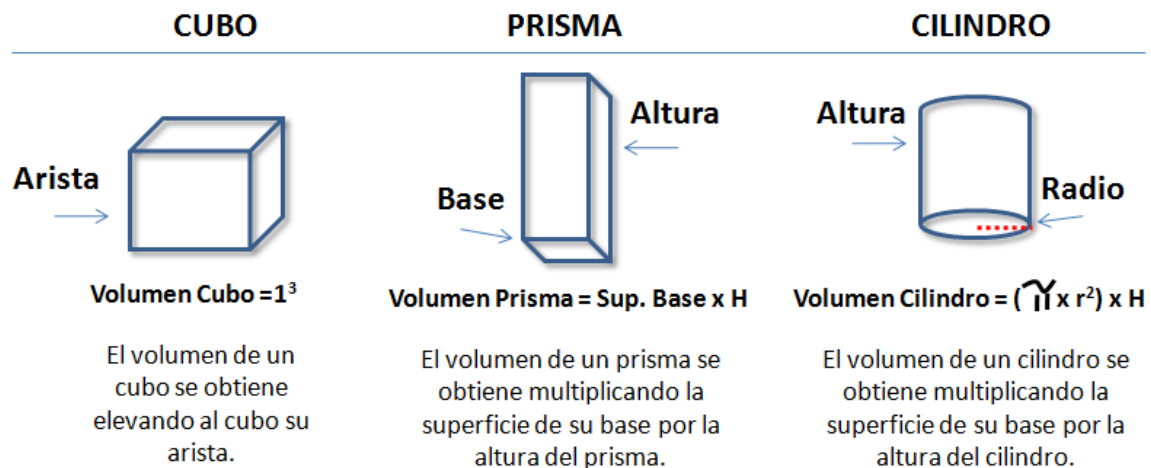


Figura 413

### Sobre los elementos de izaje

Existen distintas clasificaciones que permiten conocer la capacidad de carga de los elementos de izajes, algunas de ellas son:

- Breaking Strength o Carga de Ruptura, BS: Corresponde a la fuerza o el peso en kilogramos en la cual el elemento sufre algún tipo de rotura, es decir, pierde sus propiedades o bien deja de sostener la carga.
- Working Load Limit o Carga Límite de Trabajo, WLL: Corresponde a la carga límite que el elemento, en su configuración básica, puede ser sustentada verticalmente, se expresa en libras o toneladas. Es decir, es la carga o fuerza máxima a la que el elemento debe trabajar.
- Safe Factor o Factor o Coeficiente de Seguridad, SF: Es el llamado factor de diseño: la razón entre la carga de rotura y la carga o fuerza de trabajo a la cual el elemento será sometido. En la Norma USA ASME B 30-9 - 2003 es 5y en la europea EN 1492-1, el factor de seguridad o diseño es 7.
- Safe Working Load o Carga Segura de Trabajo, SWL: Corresponde a la carga máxima a levantar recomendada por la fábrica, y que toma en cuenta la geometría del uso de la eslinga.

### ¿Cuáles son los principales elementos de izaje?

**Cable de acero:** Es una máquina simple, compuesta de un conjunto de elementos que transmiten fuerzas, movimientos y energía entre dos puntos, de una manera predeterminada para lograr un fin deseado.

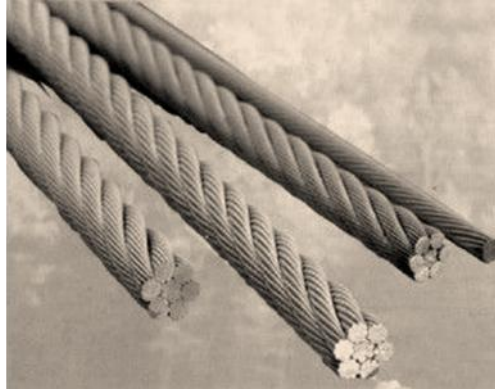


Figura 414

**Eslingas:** También conocidas como cincha, es una herramienta de elevación que puede ser de acero, tela, o cadena, entre otros. Es el elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción.



Figura 415

**Grilletes:** Es un elemento de elevación, que en general se utiliza como pieza intermedia entre el gancho y la eslinga.



Figura 416

**Ganchos:** Son accesorios del izaje, o elementos del sistema de elevación de cargas, que permiten asegurar el traslado de la carga.



Figura 417

### ¿Qué es el estrobado?

Se conoce como estrobado a la operación que permite, mediante el empleo de eslingas (de acero, de cadena o de tela), poder amarrar o aparejar una carga para izarla, trasladarla o bajarla en forma correcta (con eficiencia y seguridad operacional).

El operador debe conocer los distintos estrobos disponibles y saber aplicar el más conveniente para cada clase de carga, como también, dónde y cómo utilizarlo. En la mayoría de los casos esto requiere que conozca la operación para la que se destina cada uno de ellos.

Destacan entre estos:

- Axial Simple.
- Lazo Simple.
- Canasto Simple.

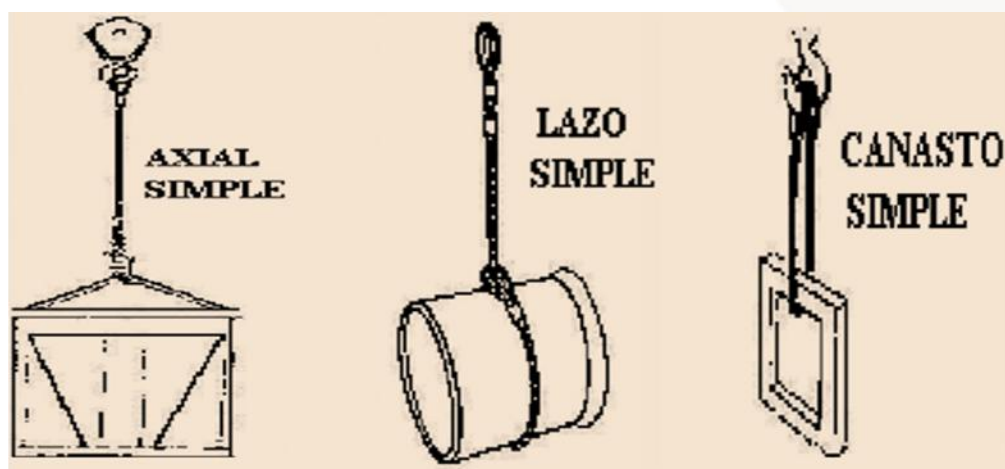
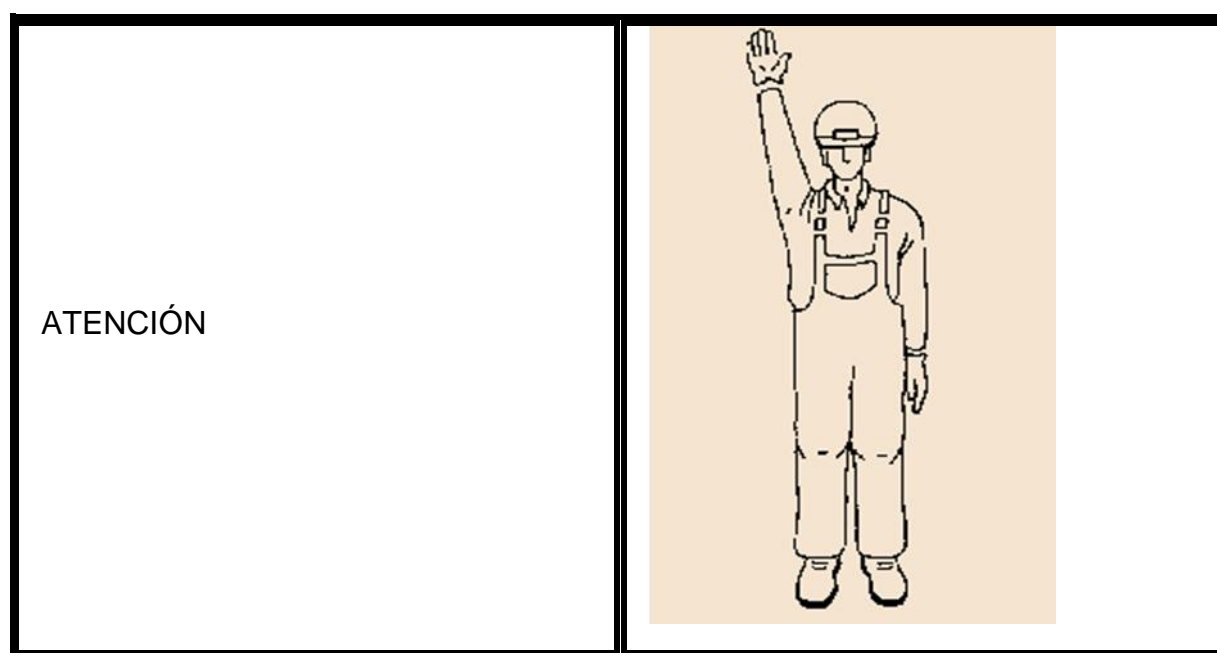


Figura 418

**¿Cuáles son las principales señales para traslado y transporte con puente grúa?**

A continuación se presentan, algunas de las principales señales utilizadas en maniobras de izaje con puente grúa.

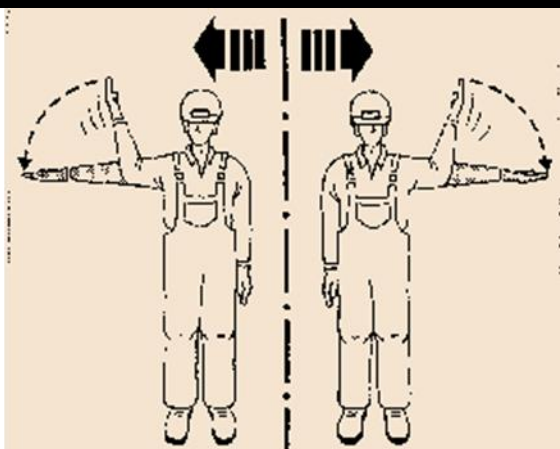




SUBIR



BAJAR



DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL


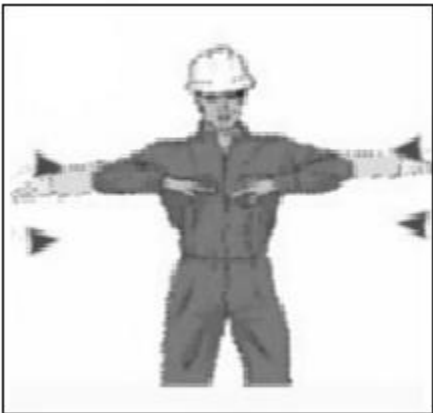
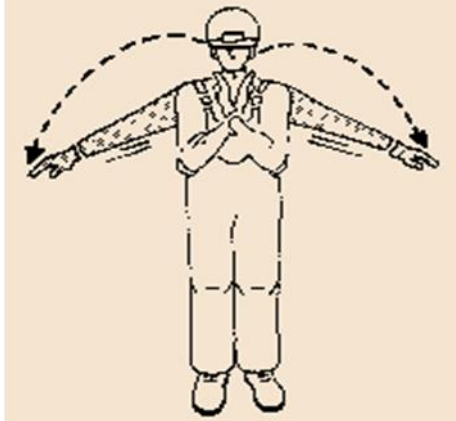
	<p>PARADA</p>
<p>PARADA URGENTE</p>	
	<p>FIN DE MANIOBRA</p>

Figura 419

## 16.2 Técnicas de levantamiento manual: Postura, elementos de protección

La realización de tareas manuales puede ser peligrosa.

¿Sabía usted que más de la mitad de todas las heridas en el lugar de trabajo son causadas por actividades de manejo manual?

El manejo de los bienes es una parte importante en todos los lugares de trabajo.

Manejo manual es el término usado para describir actividades como:

Empujar

Jalar

Levantar

Acarrear

Sostener

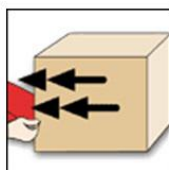
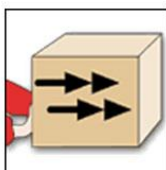


Figura 420

El manejo manual es cualquier actividad que requiera que usted Use los métodos apropiados para mover o levantar objetos usando su propia fuerza.

Sin embargo, algunos objetos son demasiado pesados, de forma extraña o requieren Elementos de protección personal.

Cualquiera de éstos puede causar una herida si no se maneja correctamente.

### Evitar heridas y métodos correctos de levantamiento

Antes de levantar y acarrear un objeto pesado, debe hacerse las siguientes preguntas y/o sugerencias:

- ¿Cuáles son los riesgos involucrados en levantar una carga pesada?
- ¿Cuán lejos voy a acarrear la carga?
- ¿La ruta se encuentra despejada de atiborramiento, cordones, áreas resbaladizas, salientes, escaleras, curvas o superficies irregulares?

- ¿Habrá puertas cerradas? ¿Debo preguntarle a alguien que sujete la puerta o coloque una cuña bajo la puerta para que permanezca abierta?
- Una vez que subo la carga, ¿Seré capaz de ver sobre la carga u obstruirá mi visión?
- Evitar heridas y métodos de levantamiento correctos.
- ¿Se puede desmontar o desarmar la carga, llevarse por piezas y luego reensamblarla?
- ¿Debería tomarme un momento para levantar la carga? De ser así, debería probar el peso levantando una esquina del objeto. Si es demasiado pesado o si el objeto tiene una forma extraña, debería detenerme y pedir ayuda. Dos o tres personas levantando un objeto pesado es más seguro que tratar de hacerlo yo mismo.
- ¿Puedo usar una yegua o trolley para transportar la carga?
- ¿Puedo usar un aparato de izado mecánico para transportar la carga?
- ¿Debo usar guantes para mejorar mi agarre y proteger mis manos?
- ¿Es el objeto seguro de levantar?

#### Tipos de heridas de manejo manual:

- Lesiones a la espalda.
- Hernia abdominal.
- Dolor y heridas musculares y de articulaciones.
- Heridas por impacto.
- Cansancio físico.

#### Medidas de control:

- Rediseño del trabajo.
- Rediseño del paquete o contenedor.
- Uso de ayudas mecánicas.
- Uso de izado en equipo.
- Uso de buenas técnicas de izado.
- Rediseño del Puesto de trabajo.

## Pasos para el manejo manual y buenas técnicas de izado

Antes de levantar, usted debe hacerse las siguientes preguntas:

- ¿Puedo usar ambas manos de igual manera?
- ¿Está el izado frente a su cuerpo y en un lugar sin restricciones?
- ¿Es el objeto o el piso resbaladizo o irregular?
- ¿Es el objeto compacto? (menos de 75cm de ancho)
- ¿Debo acarrear el objeto por largas distancias?

Paso 1:

- Estime la carga
- Estime la masa del objeto.
- Asegurar que la carga no se caerá.
- Revise los posibles obstáculos.
- Considere forma y tamaño.



Figura 421

Paso 2: Preparación:

- Flecte los músculos de sus hombros para prepararse para el izado o levantamiento.
- Párese cerca del objeto con sus pies separados y planos sobre el piso.

- Flexiona las rodillas, mantenga su columna derecha como en un semi- izado o levantamiento.
- Agarre la carga con firmeza.
- ¡Pruebe la carga antes de levantarla! No lleve cargas que no pueda manejar con facilidad.
- Posición de los pies.
- Ponga los pies lo más cerca posible del objeto.
- Asegúrese de estar bien parado.
- Asegúrese de no perder el equilibrio.
- Agarre seguro.
- Coloque las manos diagonalmente.
- Usar toda la mano, no sólo los dedos.



Figura 422

Paso tres: El izado o levantamiento:

- Apriete los músculos de su estómago.
- Ice colocando sus piernas en posición recta.
- Mantenga su espalda y cuello en una línea recta como en un semi - izado o levantamiento.
- Nunca haga fuerza desde la cadera.
- No se doble repentinamente ni por reflejo.
- Espalda recta.
- Mantenga su espalda lo más recta posible mientras iza o levanta.
- Posición de las manos y brazos.
- Mantenga su cabeza arriba y la pera hacia adentro.
- Mantenga los brazos cerca del cuerpo.
- Usar sus piernas.

- Respire profundo y levante la carga usando los músculos de las piernas.
- Levante lenta y suavemente.
- Mantenga un control flexible sobre la carga con los músculos de los brazos y piernas.



**Figura 423**



**Figura 424**

**Paso cuatro: Mover/Acarrear:**

- Mantenga el objeto cerca de su cuerpo.
- Dé pasos cortos, muévase con cuidado.
- Evite movimientos repentinos o bruscos.
- Asegúrese que la ruta esté despejada.
- No levante objetos más altos que su cadera.

Paso 5: Bajar la carga:

- Siga el procedimiento para el izado o levantamiento.
- Mantenga el control de la carga.
- Mantenga su espalda recta.

El diagrama a continuación muestra un continuo de posiciones de comienzo y término de izado o levantamiento:

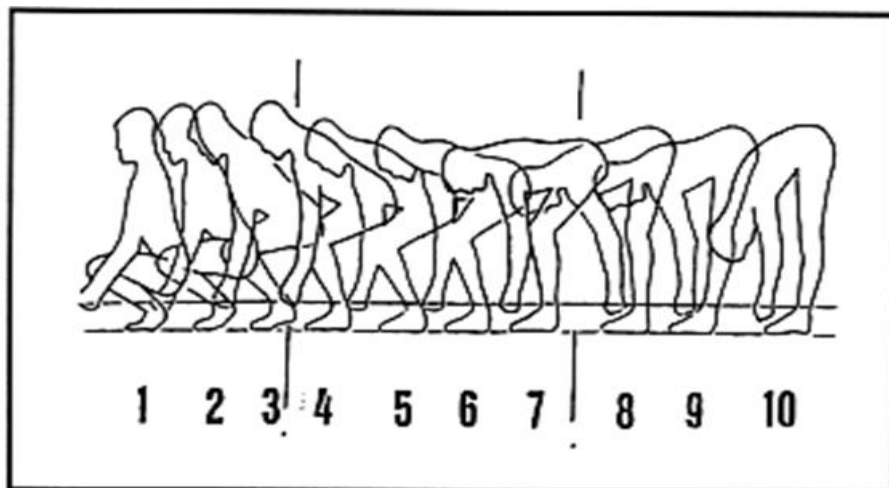
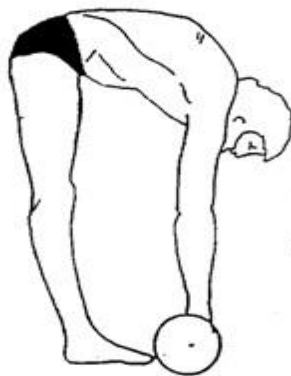


Figura 425

**Levantamiento  
Inclinado**



**Rodillas  
extendidas**

**Levantamiento  
con las piernas**



**Rodillas  
extendidas**

**Levantamiento  
semi agachado**



**Espalda  
inclinada**

Figura 426

## **Levantamiento**

La clave para izar o levantar algo de forma segura es manteniendo su espalda recta o levemente arqueada. ¡Usted nunca debe usar su espalda para izar! Lo anterior podría poner mucha presión sobre su espalda y resultar en una herida. Al izar algo siempre debe:

- Comenzar el izado poniendo sus pies cerca del objeto.
- Parado firme, centre su cuerpo sobre sus pies.
- Acuclílese doblando sus rodillas.
- Mantenga su espalda recta o levemente arqueada– la idea es que sus piernas hagan el izado, no su espalda.
- Agarre la carga con seguridad con sus manos, y acerque la carga hacia usted.
- Suavemente adquiera una posición recta de su cuerpo.
- Nunca doble su cuerpo al izar – mantenga su cabeza arriba como si mirara hacia adelante.

## **Acarreo**

Al acarrear la carga necesitará ser igualmente cuidadoso. Algunas reglas a seguir son:

- Mantenga su espalda recta o levemente arqueada.
- Camine de forma lenta y segura.
- Usar sus pies para cambiar de dirección.
- Nunca doble su espalda.
- Evite doblar su abdomen.
- Evite izar o levantar una carga sobre su cabeza.
- Si se cansa, deje la carga a un lado y descanse un momento.
- Mantenga su cuerpo cerca de la carga.
- Usar los músculos de sus piernas.
- Manténgase bajo.
- Asegure un buen contacto con el suelo.
- Mantenga su espalda recta.

### Acarrear



- 1. No retuerza nunca su cuerpo**  
Cambio de dirección utilizando sus pies

Figura 427

### Acarrear



- 2. Tenga siempre la visión despejada**  
de esta manera no debería tropezarse o golpearse con algún obstáculo

Figura 428

### Acarrear



- 3. Deslice la carga**  
Es más fácil que levantar la carga

Figura 429

### Riesgos típicos del manejo manual:

- Cualquier trabajo que involucre demasiado doblarse, torcerse o alcanzar cosas.
- Cualquier cosa que involucre movimientos bruscos o repentinos que causen incomodidad.
- Trabajar con vibración que involucre herramientas o entrar en contacto con superficies vibratorias mientras realiza tareas manuales (como sentarse en una máquina grande).
- Cualquier tarea donde se necesite fuerza excesiva.
- Cualquier tarea que requiera que mantenga la posición o que ésta sea fija, esto incluye trabajar en una posición fija que implique tener la espalda doblada, estar continuamente parado o sentado, manejar vehículos por períodos largos o usar herramientas por períodos largos y manejar cargas pesadas.
- Cualquier trabajo que sea continuamente rápido y repetitivo que Use la mano o brazo o herramientas de agarre.
- Tareas que requieren levantar pesos pesados y acarrearlos manualmente, así como también la manipulación de cargas doblando y/o girando la espalda, o empujando o tirando cargas.
- Actividades de levantamiento que requieran alcanzar o doblarse más abajo de la rodilla o por sobre los hombros.

## **Técnicas de levante de cargas**

### **Introducción a la actividad**

La siguiente actividad trata sobre los aspectos principales de las técnicas de levante de carga relacionados con el oficio de mantenedor mecánico base general y se divide en 3 secciones: a) Nociones básicas y riesgos asociados en el levantamiento de cargas, b) Técnicas de levantamiento manual: postura y elementos de protección, c) Sistemas para levantamiento mecánico, equipos fijos móviles. En la sección a los participantes trabajarán a base de material audiovisual. En las secciones b y c los participantes deberán trabajar con pesos y equipos reales en actividades prácticas de taller. El cierre de la actividad es común a las 3 secciones.

### **Estrategias metodológicas para el instructor**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

## **Nociones básicas y riesgos asociados en levantamiento de cargas.**

### **Objetivos de aprendizajes**

- Identificar riesgos y evitar accidentes en el levante y manejo de cargas pesadas.

## Descripción de la actividad

Los siguientes videos son un instrumento en el proceso de enseñanza aprendizaje, que ofrecen una manera estructurada de presentar información relevante sobre nociones básicas en el levante y manejo de cargas pesadas. El instructor podrá generar una conversación con los participantes a partir de preguntas seleccionadas para guiar la observación del material audiovisual.

## Materiales

- Un computador con conexión a Internet.
- Data show y parlantes de sonido.
- EPP.

## Recursos audiovisuales:

### Seguridad con Aparejos

[https://www.youtube.com/watch?v=HGQZRqh4\\_U0](https://www.youtube.com/watch?v=HGQZRqh4_U0)

### Manipulación de cargas

<http://www.youtube.com/watch?v=j3PE9HJlZFg>

## Desarrollo

El instructor invitará a los participantes a observar con atención cada uno de estos videos y les solicitará que respondan las preguntas a continuación generando condiciones para una conversación en profundidad respecto a los riesgos presentes en labores de levante y manejo de cargas. Se sugiere que el instructor lea las preguntas antes de la exhibición del video y discuta las respuestas una vez exhibidos.

Se sugiere que el instructor adopte un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los videos y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.

De igual forma el instructor deberá enfatizar cual es la manera correcta de como levantar cargas y evitar lesiones ya que los participantes realizarán ejercicios prácticos donde deben proceder con máximos cuidados.

### **Video 1: “Seguridad con Aparejos”**



#### **Preguntas:**

##### **¿Qué se debe hacer para prevenir accidentes al levantar carga?**

Es importante seguir las reglas de seguridad y realizar una buena preparación. La comunicación es esencial por lo que las señales de mano entre el aparejador y el operador deben ser muy claras.

##### **¿Qué debe hacer el aparejador para indicarle al operario de la grúa que baje el gancho de la grúa?**

Bajar la mano apuntando con el dedo índice hacia abajo y moverla en pequeños círculos.

##### **¿Qué se debe hacer cuando la carga esta lista para elevarse?**

Levantar el brazo apuntando hacia arriba y hacer círculos con la mano.

**Se sugiere al instructor que invite a los participantes a practicar estos movimientos de señales manuales en pares.**

## Video 2 “Manipulación de cargas”



**¿Qué puede suceder si se hace mucha fuerza física?**

Puede ocurrir una lesión muscular.

**¿En cuántos géneros se dividen las palancas básicas y a que se refiere este concepto?**

Las palancas se dividen en tres tipos o géneros, dependiendo de la posición relativa del punto de apoyo y los puntos de aplicación de las fuerzas: potencia y resistencia. Se debe entender que una palanca es una máquina simple. Como en casi todos los casos de máquinas simples, con la palanca se trata de vencer una resistencia, situada en un extremo de la barra, aplicando una fuerza de valor más pequeño en el otro extremo de la barra.

**¿Qué ejemplo puede dar de palanca de tercer género?**

El brazo humano.

**¿Cuál es la posición correcta para levantar una carga u objetos pesados del suelo?**

Primero, levante solamente pesos que usted pueda manipular correctamente; mantenga el objeto a elevar por encima de las rodillas, por debajo de los hombros y lo más cerca posible del cuerpo. El cuerpo realizará un movimiento de 4 palancas.

**¿Qué tipo de lesiones puede causar una posición defectuosa durante el esfuerzo físico de levante de carga?**

Una ruptura o hernia en el abdomen.

### **Si tiene que empujar un objeto ¿qué debe hacer?**

Dejar que el trabajo lo hagan las piernas.

### **¿Si la carga es demasiado pesada que debe hacer?**

Pedir ayuda y no intentar levantarla solo.

## **Técnicas de levantamiento manual: postura, elementos de protección.**

### **Objetivos de aprendizajes**

- Realizar práctica de levantar manualmente peso no mayor a 50 kg, manteniendo una adecuada postura corporal.

### **Materiales**

- Un computador con conexión a Internet.
- Data show y parlantes de sonido.
- Estructuras o cajas.
- Sacos de arena, libros o pesos en general que juntos no superen los 50 kilos, para llenar una estructura o caja con diversos pesos.
- Equipo de protección personal.

### **Recurso audiovisual**

<http://www.youtube.com/watch?v=kHBclEvVEZg>

### **Descripción de la actividad**

Los participantes verán un video que ofrece información respecto al modo correcto de levantar y trasladar pesos sin que la columna vertebral o la musculatura de la espalda se vean afectadas. Muestra los métodos correctos de levantamiento, traslado, uso de palas y lanzamiento de objetos. Luego los participantes deberán levantar y cargar correctamente una caja o estructura tomando medidas de autocuidado.

### **Desarrollo**

El instructor invitará a los participantes a observar con atención primeramente el video a continuación que servirá como guía para realizar la actividad.

## “Ergonomía en el levantamiento de cargas”



Luego de exhibido el video los participantes deberán levantar y cargar una caja o estructura. Para esto se necesita un espacio adecuado donde se pueda trabajar con seguridad. El instructor deberá preparar esta actividad con antelación asegurándose que existan los equipos de protección personal adecuados. Además deberá cerciorarse de guiar la actividad de manera clara y precisa enfatizando cual es la manera correcta de levantar y mover cargas. En cuanto al espacio, generar condiciones para la actividad sea lo más didáctica posible, puede realizarse en el aula, en taller, al aire libre o en terreno.

El instructor les solicitará a los participantes ponerse los EPP adecuados en especial zapatos de seguridad antideslizantes y guantes, los guiará recordándoles que deberán:

- Seleccionar el recorrido.
- Revisar el trayecto y remover los obstáculos, si no se pueden remover recordar donde están.
- Evaluar y examinar la carga (localizar zonas que pueden resultar peligrosas en el momento de su agarre y manipulación) y determinar su centro de gravedad.
- Acercarse a la caja. Cuanto más pueda aproximarse, con más seguridad la levantará.
- Separar los pies, para mantener un buen equilibrio

- Flexionar las rodillas y ponerse en cuclillas, manteniendo la espalda recta y erguida.
- Tratar de agarrar firmemente el objeto, utilizando totalmente ambas manos y las palmas, en ángulo recto con los hombros.
- Proceder a levantar la caja con ambas manos, si es posible y evitar levantar los talones.
- Los músculos de las piernas se deben usar para levantar el peso. Nunca se debe rotar la cintura cuando se tiene carga en las manos y los que giran son siempre los pies.

**El instructor además enfatizará que el levante de carga se realiza ente la cintura y el suelo. Para cargas situadas sobre el nivel de los hombros debe buscar una plataforma y situar el objeto a la altura de la cintura para proceder a cargarlo. Cuando la carga es muy pesada para el participante, deberá moverla junto a otro compañero. Es importante insistir que se debe pedir ayuda cuando los pesos superan la capacidad física y recordar que por norma no puede levantar cargas mayores de 50 kilos.**

## **Sistemas para levantamiento mecánico, equipos fijos y móviles.**

### **Objetivos de aprendizajes**

- Utilizar tecele para elevar carga pesada y evaluar que la pieza a elevar no exceda la capacidad de carga del tecele.

### **Descripción de la actividad**

La finalidad de la actividad es que los participantes puedan practicar u observar como elevar carga pesada utilizando un tecele. Los elementos sugeridos son equipos típicos de la industria.

### **Materiales**

- Tecele para una tonelada.
- Elementos pesados: una bomba centrífuga y un motor eléctrico.
- equipos y cargas que estén disponibles en el centro de formación.

Se sugiere que la institución de formación encargada del curso, adquiera los materiales y equipos para la realización de la actividad de taller. El instructor deberá considerar los objetivos de aprendizaje para dar cumplimiento a lo esperado y deberá además decidir cómo abordará la actividad práctica.

Los materiales son accesibles con proveedores específicos, o se pueden usar materiales o equipos usados en actividades precederás.

## **Desarrollo**

El instructor deberá preparar esta actividad con antelación asegurándose que existan los equipos de protección personal adecuados para los participantes. Además deberá cerciorase de guiar la actividad de manera clara y precisa enfatizando los aspectos relevantes de seguridad para la elevación de carga pesada.

## **Cierre**

El instructor deberá destacar que más del 90 por ciento de los accidentes relacionados con los tecles son causados por error humano.

Cuando comienzan las operaciones con la grúa, se debe recordar el refrán "una cadena es solamente tan fuerte como su eslabón más débil".

En cómo aparejar una carga a una grúa puede ser la diferencia entre un levantamiento correcto y un accidente los cuales pueden ser mortales, debido a las grandes y pesadas cargas que se levantan. Un pequeño y erróneo cálculo, o un pequeño momento de distracción, y la tragedia puede golpear. Una vez que una carga se cae, poco se puede hacer para pararla, y hay poco tiempo para que la gente pueda apartarse y moverse con seguridad.

Por otra parte el instructor deberá además enfatizar que el levantamiento, manejo y transporte de cargas manual está asociado a una alta incidencia de alteraciones de la salud que afectan a la espalda. Destacará que las recomendaciones entregadas durante la actividad son generales y que, como indica la legislación especial sobre la materia, la empresa tiene la obligación de evaluar cada situación concreta de trabajo y tomar las medidas necesarias para trabajar de forma segura.

Los autocuidados son fundamentales. La pregunta ¿por qué estoy haciendo esto? debe estar presente cada vez que se realicen actividades de manipulación y de levantes de cargas pesadas y la respuesta debe siempre que hay orientarse a la integridad física del trabajador y de sus compañeros.



Consejo de Competencias Mineras  
Apoquindo 3500, Piso 7,  
Las Condes, Santiago.  
Teléfono: (562) 2347 2200  
[www.ccminero.cl](http://www.ccminero.cl)

