CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor

Módulo 1 “Conocimientos Previos a la Operación”

PFERA-2-02/v.1-[PE01-M01/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum FCH FUNDACIÓN CHILE

Equipo Consejo Minero

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo
Carlos Urenda A., Gerente General
Christian Schnettler R., Gerente Consejo de Competencias Mineras
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos
Susana Gallardo S., Especialista de Formación
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos
Carolina Gutiérrez M., Consultor de Proyectos

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material es propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero. Está 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 sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE. © Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; FreeportMcMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

El Consejo de Competencias Mineras (CCM) es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, este organismo genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras – el primero de su naturaleza en el país – opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias. A tres años de su creación, el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y han significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la sola industria minera.
Los Paquetes para Entrenamiento, son uno de estos productos. Se han creado además: Estudios de Fuerza Laboral, El Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Marco de Calidad de Buenas Prácticas Formativas, Marco de Calidad para Instructores e impulsamos el apoyo sectorial al Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Si bien el Consejo de Competencias Mineras es una entidad privada, sus productos están concebidos como bienes públicos y gratuitos, de valor compartido para todos los estamentos de la sociedad en Chile. Toda la información y los productos generados por el CCM, además de un breve video explicativo, están disponibles en el sitio web: www.ccm.cl

El desafío que ahora enfrenta el CCM es que, tanto el mundo formativo como el minero, incorporen los estándares generados a sus procesos de negocio y a su quehacer diario. Esto generará una fuerza laboral más productiva y, por ende, mayor competitividad del país en el contexto internacional.

Contribución del CCM

Para trabajadores actuales y personas interesadas en trabajar en la minería:

- Mejor empleabilidad.
- Aprendizaje adecuado a los requerimientos del mercado.
- Acceso no sólo a un oficio, sino a rutas de formación y aprendizaje.

Para el sector minero:

- Mitigación de la escasez de personal, anticipándose al problema de manera coordinada y con visión de futuro.
- Mejora de productividad, al contar con más trabajadores preparados para los requerimientos de la industria, tanto propios como de proveedores.
- Mayor competitividad de esta industria, que repercute positivamente también en la competitividad del país.

Para las instituciones educacionales:

- Mejor empleabilidad de sus egresados.
- Mejor información proyectada a 8 a 10 años, para potenciar programas formativos en los oficios para los cuales se anticipa una mayor brecha de capital humano.
- Oportunidad para el reconocimiento de la industria respecto a su calidad formativa.

Para la comunidad y el país:

- Asignación más eficiente de fondos públicos de educación y capacitación, al tener identificados programas adecuados para satisfacer requerimientos del mercado.
- Disminución de la presión que se ejerce sobre otros sectores productivos por la demanda de trabajadores, al aumentar la cantidad de personas calificadas para la minería.

Índice

Descripción del documento 7

Módulo I: Conocimientos Previos a la Operación. 8

1. Introducción a la operación de equipos mina rajo 9

1.1 Funciones del operador de equipos mina rajo 9

1.2 Equipos de carguío y transporte de mineral a rajo abierto. 9

Actividad N° 1 12

2. Protocolos de comunicación al interior de la mina 26

2.1 Introducción al sistema de despacho minero 26

Actividad N° 2 27

3. Nociones de bloqueo de equipos 29

3.1 Elementos de Bloqueo 29

3.2 Formatos tipo 35

Actividad N° 3 37

4. Nociones sobre conceptos de física y sistemas de unidades 41

4.1 Sistema de unidades y conversiones 41

Actividad N° 4 47

4.2 Fuerza, presión, torque 51

Actividad N° 5 56

4.3 Tipos de energía 66

Actividad N° 6 77

4.4 Nociones básicas de oleohidráulica 84

Actividad N° 7 98

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 de equipos fijos 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: Conocimientos Previos a la Operación.

1. Introducción a la operación de equipos mina rajo

1.1 Funciones del operador de equipos mina rajo

Las funciones del operador mina rajo, se relacionan principalmente con brindar soporte a los procesos de carguío y transporte del mineral; desde fondo de mina hasta chancadores o botaderos, entre otros. Para ello, el operador mina rajo debe operar diversos equipos como; martillo picador móvil, camión aljibe, tractor neumático, excavadora.

A continuación se presentan algunas de las funciones asociadas al operador de equipos mina rajo abierto.

Desarrollará funciones que pueden incluir, entre otras:

- Operar el martillo picador móvil, verificando el estado mecánico del equipo, transportándolo y reduciendo el mineral existente en los distintos puntos.
- Asistir a operaciones, operando el camión aljibe.
- Resguardar la calidad de la secuencia de carguío, operando tractor neumático y excavadora de producción; cumplir funciones de perfilar botaderos y áreas de vaciado, saneamiento de taludes y rebaje de pisos, entre otros.

1.2 Equipos de carguío y transporte de mineral a rajo abierto.

El carguío y transporte de material**,** es decir; retirar el material y transportarlo hasta su lugar de destino es un proceso costoso, debido a que involucra gran cantidad de equipos que deben tener un alto grado de mecanización y es un proceso de operación continuo y lento.
Una vez que el material ha sido volado y que se ha revisado el área, verificando las condiciones de seguridad de la operación, se prepara la zona de carguío, para lo cual se requiere generalmente de equipos de apoyo como:

- Tractores Orugas (Bulldozers).
- Tractores neumáticos (Wheeldozers).
- Motoniveladoras.
- Camiones Aljibe.
- Cargadores de Servicio.

Los equipos de transporte trasladarán el material a su destino, ya sea a: botaderos en caso de material estéril, acopios de mineral con baja ley, acopios de lixiviación, acopios de mineral de alta ley y chancado, entre otros, donde se descargará el material, para retornar a la operación.

Para el carguío en general se cuenta con equipos como:

- Cargadores frontales.
- Palas hidráulicas de excavación frontal.
- Para el transporte se cuenta con equipos, principalmente de tipo: Camiones de alto tonelaje.

La flota seleccionada tiene relación con las características de la mina: físicas, geométricas y operacionales, así como por los rendimientos esperados.
Algunos ejemplos son:

Excavadora

Figura 1

Camión Aljibe

Figura 2

Figura 3

Tractor Neumático

Figura 4

A continuación se presenta un diagrama que grafica la operación de una mina a rajo abierto.

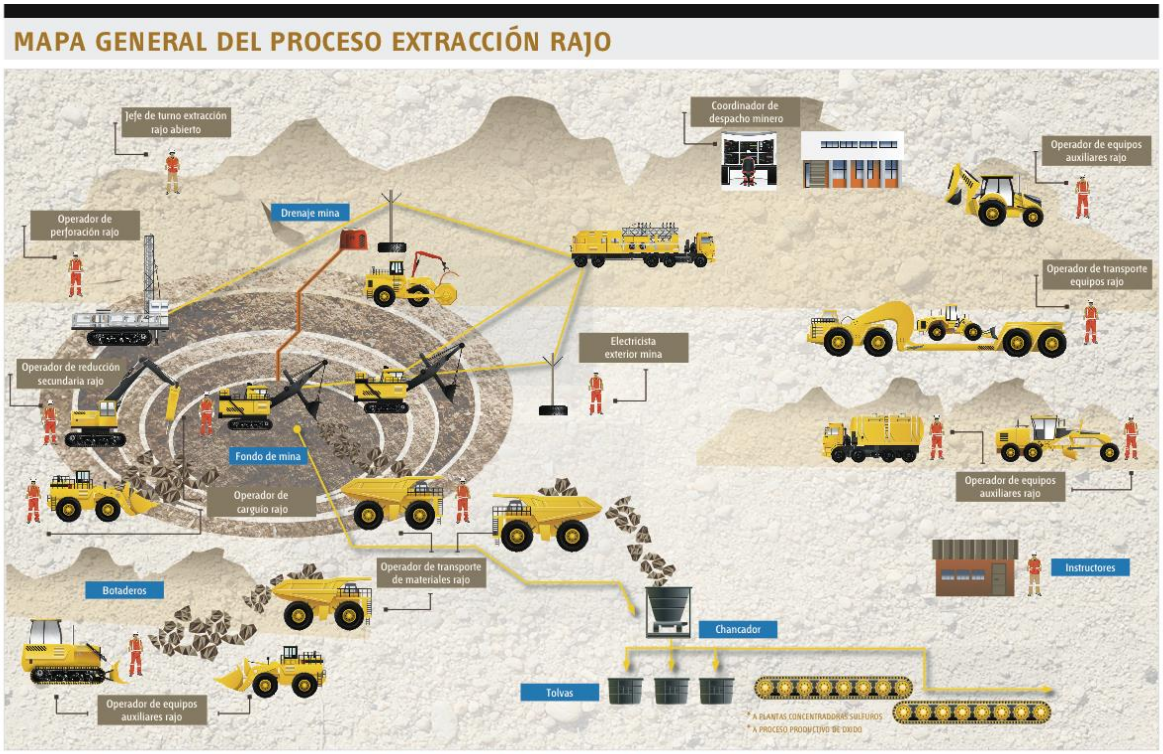


Figura 5

Actividad N° 1

- **Introducción a la actividad**

La siguiente actividad sobre se divide en 2 secciones: Introducción a operación de equipos mina rajo: a) Introducción a la seguridad mineral y b) Máquinas de carguío y transporte mineral a rajo abierto. 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.	✓

Introducción a la seguridad minera: Elementos de Protección Personal (EPP)

Objetivos de aprendizaje

- Identificar los riesgos en las principales áreas y utilizar correctamente los EPP's
- Presentar maquinarias utilizadas durante la extracción y transporte (excavadora, tractor neumático, perforadora, wheeldozer, etc.)

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor conocerán los elementos de protección personal más utilizados en la industria minera. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estos elementos, su correcto uso y la protección que brindan frente a riesgos laborales propios de la industria minera.

Materiales y recursos

Se recomienda que el Organismo Técnico de Capacitación adquiera los siguientes elementos para ser utilizados en el aula o talleres prácticos:

- Zapatos de seguridad.
- Overol con cintas reflectantes.
- Chaleco de geólogo.
- Cubrenuca.
- Guantes.
- Guantes de cabritilla.
- Guantes de goma.
- Respirador con filtros.
- Lentes de seguridad (claros y oscuros).
- Casco con protectores auditivos.

Recurso audiovisual:

- EPP http://www.youtube.com/watch?v=4ymvWwkMDy0

Desarrollo

El instructor podrá invitar a los participantes a observar con atención un breve video sobre protección personal, para generar condiciones para una conversación respecto a los que son los Equipos de Protección Personal y para qué sirven, relacionando con ejemplos de las condiciones en que se desarrolla la operación en mina rajo.

Se sugiere que el instructor adopte un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir del video y la conversación respecto a este, 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.

“Curso de protección personal”

¿Cuál es la definición de Equipo de Protección Personal?

Es equipo o equipos destinados a dar garantía de la integridad física del trabajador a través de la reducción del grado de exposición.

¿Cuándo se utiliza el EPP?

- El EPP es la última barrera de garantía entre la persona y el riesgo. Se utilizan cuando:
- Es imposible controlar el riesgo en su origen.
- Cuando es imposible instalar protección colectiva eficaz.
- Existe riesgo residual a pesar de la protección colectiva.
- En situaciones de riesgo esporádicas (rescate o emergencia).

Una vez realizada la introducción al tema a través del video los participantes trabajarán con el equipo de protección personal en el aula. Los elementos de protección personal deberán estar sin nombres con la finalidad de aprender a reconocerlos mediante la observación de sus características. De no tener los elementos solicitados se podrán usar las fotografías contenidas en el material didáctico como imágenes referenciales.

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, en pares o de manera individual. Solicitará a los participantes que observen en sus guías los elementos de protección personal y contesten las preguntas ¿qué es? y ¿para qué sirve? de la forma más completa posible.

El participante deberá considerar sus principales características, su clasificación y los riesgos o peligros con que se asocia. A modo de recordatorio para el instructor, las

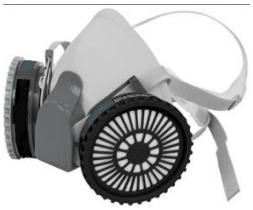
clasificaciones de los EPP son: protección para la cabeza, oídos, ojos y cara, vías respiratorias, manos y brazos, tronco y abdomen, pies y piernas, piel y total de cuerpo.

Una vez completada la actividad los participantes podrán compartir sus resultados con el resto del curso y comparar las respuestas. El instructor podrá crear condiciones para tener una discusión en clases y entregará las respuestas correctas al final de la actividad.

Repuestas para el Instructor:

Elemento de seguridad	¿Qué es?	¿Para qué sirve? (qué parte del cuerpo protege, qué riesgos se asocian a su uso).
	Zapatos de seguridad	El calzado es parte importante de la indumentaria de protección personal y es utilizada para proteger los pies. Entre los riesgos que previene el calzado de seguridad industrial se encuentran: Acciones mecánicas. Como caída de objetos, impacto sobre el talón, caminar sobre objetos puntiagudos o punzocortantes. El calzado debe tener resistencia en la punta, el tacón debe tener capacidad para absorber energía, la suela debe tener resistencia al deslizamiento y a la perforación. Acciones eléctricas y térmicas. Baja, media y alta tensión, además, frío y calor. Se debe elegir un zapato con aislamiento eléctrico, conductibilidad eléctrica, también con aislamiento térmico. Acciones químicas. Proyección o líquidos agresivos, proyección de metales en fusión. Debe elegirse un calzado con resistencia y estanquidad.

	Overol con cintas reflectantes	Para protección del cuerpo en áreas de trabajo de la industria minera. Brinda protección para evitar la penetración de agentes peligrosos al cuerpo (salpicaduras químicas, polvo, chispas, etc.), bajo condiciones de humedad y calor. Con cintas reflectantes para lograr una alta visibilidad
	Chaleco tipo geólogo	Para protección de dorso y abdomen en ambientes exteriores e interiores, con cintas reflectantes para mantenerse visible durante la noche o en ambientes oscuros. Tiene bolsillos funcionales (radio, lápices, herramientas pequeñas).
	Cubrenuca	Para protección de los rayos solares y el frío de la parte posterior de la cabeza (nuca) y parte del rostro, adosable al casco.
	Guantes	Protegen los dedos, las manos y en ocasiones las muñecas y antebrazos contra los riegos de: cortes, abrasiones, laceraciones y otras lesiones.
	Guantes de cabritilla	Para uso en labores con bajo nivel de riesgo de abrasión y cortes. Mayor resistencia a la abrasión siendo un cuero altamente recomendado para aplicaciones que requieran sensibilidad táctil ideal para operadores de maquinaria, operadores de camiones tanques y tractores de remolque, trabajos de servicios públicos y electricistas.

	Guantes de goma	Protegen las manos de cortes, la abrasión y son resistentes a la perforación. Tienen capacidad de agarre y se utiliza ampliamente en la industria minera para las actividades de mantenimiento en general y el manejo de materiales.
	Respirador con filtros	Cubre la boca y nariz del trabajador y llevan acoplado uno o más elementos filtrantes en forma de cartucho cilindro que retienen el contaminante disperso en el aire, al ser inhalado por el trabajador. Su uso efectivo está condicionado a la hermeticidad entre la máscara y la piel del trabajador. El elemento filtrante debe ser seleccionado de acuerdo al contaminante (polvos, humos, productos químicos en estado de vapores o gases). No son intercambiables.
	Lentes de seguridad (claros y oscuros)	Proporcionan protección contra partículas que saltan a los ojos en forma frontal y lateral.
	Protectores auditivos	Las orejeras protegen los oídos y se utilizan cuando existe riesgo de exposición al ruido, tales como construcción, metalurgia, o donde existan motores o turbinas. También cuando los trabajadores están expuestos a polvo, grasa u otro tipo de sustancias.

	Casco con luz de seguridad	El casco, en minería, es un equipo de protección de la cabeza para los trabajadores de las minas. Se utiliza con fines de seguridad para los mineros, sobre todo en la minería subterránea. Suelen tener un foco de luz colocado en la zona frontal.
	Arnés con línea de vida	El arnés como la línea de vida forma el EPP para el trabajo en altura. La línea de vida es el cable de acero o cable de nylon que está sujeto a puntos fijos en una estructura resistente a la fracción para evitar caídas.

- **<u>Introducción a la seguridad minera</u>**

Objetivos de aprendizaje

- Presentar a los participantes las principales labores que realizan los operadores de equipos mina rajo.

Descripción de la actividad

El objetivo de esta actividad es que el participante conozca los equipos típicos operador mina rajo y reconozca los riesgos asociados a la operación de éstos. Los participantes guiados por el instructor deberán identificar los equipos. También deberán mencionar, en su opinión, qué tipo de EPP es apropiado para cada equipo.

Materiales y recursos

- Computador y data show.

Recursos audiovisuales.

- Wheeldozer, camión de alto tonelaje y la excavadora operando: http://www.youtube.com/watch?v=2UA5dYr-Fro

Desarrollo

El instructor podrá invitar a los participantes a observar con atención el video sugerido, para generar condiciones para una conversación respecto a las condiciones en que se desarrolla la operación en mina rajo.

Se sugiere que el instructor adopte un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir del video y la conversación respecto a este, 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.

“Wheeldozer, camión de alto tonelaje y la excavadora operando”

El instructor pedirá a los participantes que observen con atención los equipos que aparecen en el video y comenten sus impresiones al respecto.

La siguiente actividad el instructor podrá realizarla en grupos, en pares o de manera individual. Solicitará a los participantes que observen en sus guías para completar la tabla a continuación:

- Identificar el equipo y su función.

Una vez completada la actividad los grupos podrán compartir sus respuestas con el resto del curso y compararlas. 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 diálogo respecto a la operación en mina y la importancia de la seguridad en todo momento.

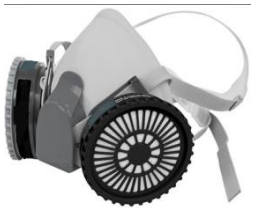
Equipos

	Aljibe ¿Cuál es su uso? El camión aljibe tiene entre sus principales usos, el transporte de agua en faenas mineras. Recurso utilizado para distintas funciones, entre estas; regar vías de transporte, sectores de vaciado y de carguío de mineral.
	Excavadora ¿Cuál es su uso? Existen distintos tipos excavadoras y de baldes de excavadoras, según sea la función a realizar. Su forma puede variar dependiendo de cuál sean funciones., carga de camión, arrancar material, preparar zanjas, etc. Las capacidades de carga variarán de acuerdo a las capacidades del equipo, pudiendo sobrepasar la tonelada.

	Martillo picador móvil ¿Cuál es su uso? El martillo picador móvil puede ser incorporado a excavadoras o retroexcavadoras mecánicas (camiones portadores) y son ampliamente utilizados en trabajos en caminos, explotación de canteras y trabajos generales en suelos para construcción o demolición. Estos martillos se utilizan principalmente en aplicaciones mineras para: - reducción secundaria de grandes rocas.
	Wheeldozer ¿Cuál es su uso? Los Wheeldozer son tractores de 4 ruedas que en su parte frontal tiene una hoja metálica que permite remover y desplazar materiales. El wheeldozer se utiliza principalmente para la mantención de caminos, preparación de terrenos y mantención de botaderos, estos equipos poseen una función principalmente de apoyo a los equipos principales.

¿Qué elementos de seguridad se deben usar en las operaciones de mina rajo? El participante deberá marcar su respuesta (✓):

Elemento de seguridad	Respuesta
	✓
	✓
	✓
	✓
	✓

	✓
	✓
	✓
	✓

	✓

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. Protocolos de comunicación al interior de la mina

2.1 Introducción al sistema de despacho minero

El objetivo del sistema de despacho minero es administrar y controlar de manera segura, productiva y efectiva la flota de equipos de la mina.

La ocurrencia de accidentes graves en minería, dada por la limitación del rango de visibilidad con el que deben moverse los camiones y equipos que participan de las faenas, presentan un riesgo tanto para los trabajadores como para los vehículos menores que se desplazan por el mismo sector.

Resulta necesario evaluar la contingencia de los requerimientos operacionales según los reglamentos y procedimientos establecidos; coordinar al personal que participa de la operación, desbloquear el área, asignar tareas para minimizar riesgos, monitorear el sistema, los equipos, priorizar acciones según se requiera e interactuar con otras áreas, para optimizar la distribución de los equipos, asegurar la productividad y mantener un control de los reportes de productividad

Para llevar a cabo las funciones descritas se utilizan software que permiten controlar el flujo de máquinas, evitar colisiones y generar un sistema de alerta que disminuya los problemas a los que se exponen los operadores de equipos de transporte y carguío.

El software se transforma entonces en una central de información de cada camión y equipo en la operación. En general, cuenta con sensores que permiten medir en tiempo real los datos, estado y productividad del circuito de trabajo, velocidad, posición en la mina, toneladas de carga, temperatura de frenos y nivel de combustible, entre otros. Los datos que se generan son transportados a servidores que almacenan la información, permitiendo generar distintos tipos de reportes. Esta información es la que permite tomar decisiones de corto, mediano y largo plazo para optimizar la producción. Cada equipo estará conectado al sistema permitiendo su monitoreo y coordinación con la sala de control.

Figura 6: Ejemplo de sala de control

- **Protocolos de comunicación al interior de la mina.**

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.	✓

Objetivos de aprendizaje

- Ejercitar la comunicación con radio al interior de una faena identificando códigos y sistemas de alarma.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor deberán simular una conversación entre los operadores de los equipos y el dispatch. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con esta forma de comunicación y protocolos relevantes para la actividad del operador de los equipos.

Materiales y recursos

2 Radios o celulares por pareja, para realizar simulación.

Desarrollo

El instructor deberá dividir al curso parejas y tendrá que realizar, basado en su experiencia, una actividad que cubra los objetivos de la actividad, dando instrucciones a los participantes para que sostengan una conversación como si se encontrarán en terreno. Se deberá tener en cuenta que los participantes deberán simular:

1) Una solicitud de permiso ingreso al área.

2) Una solicitud de ingreso de vehículo liviano a mina.

3) Una solicitud de información a operadores de dispatch.

Cierre

El instructor podrá destacar que para cada proyecto minero es muy importante considerar que la comunicación, aparte de mejorar producción, es indispensable para salvar vidas. Los sistemas de comunicación no son costo para la industria, son inversiones. La mayor la prioridad de una empresa minera es mantener el riesgo controlado y proteger el capital humano.

3. Nociones de bloqueo de equipos

3.1 Elementos de Bloqueo

Procedimientos de Aislación y Etiquetado.

La aislación de la planta y el equipamiento para facilitar las actividades tales como el mantenimiento, instalación, inspección, pruebas o limpieza, es un evento diario normalmente realizado por los empleados 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 orientada a eliminar y evitar lesiones en los trabajadores y el equipamiento por el arranque involuntario del equipamiento. Se debe asegurar el entendimiento de los procedimientos de aislación del lugar de trabajo y la ubicación de tarjetas y dispositivos.

Antes del inicio del trabajo en toda planta y antes del retiro de todo equipamiento 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.

Cualquiera sea el medio que se use para realizar una aislación, es crucial que sean correctamente identificados y confiables, para suministrar el grado de protección necesario.

Los botones de detención de emergencias convencionales, 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.

La eficacia de una aislación es importante ya que muchas lesiones han sido provocadas por aislaciones defectuosas, tarjeteo incorrecto o simplemente por apagar el aislador incorrecto. La aislación correcta se puede lograr mediante la inspección visual, abriendo válvulas de drenaje, intentos de arrancar u operar el equipamiento y puede ser apoyado por la observación de lámparas indicadoras, el uso de instrumentos de pruebas u otros medios adecuados.

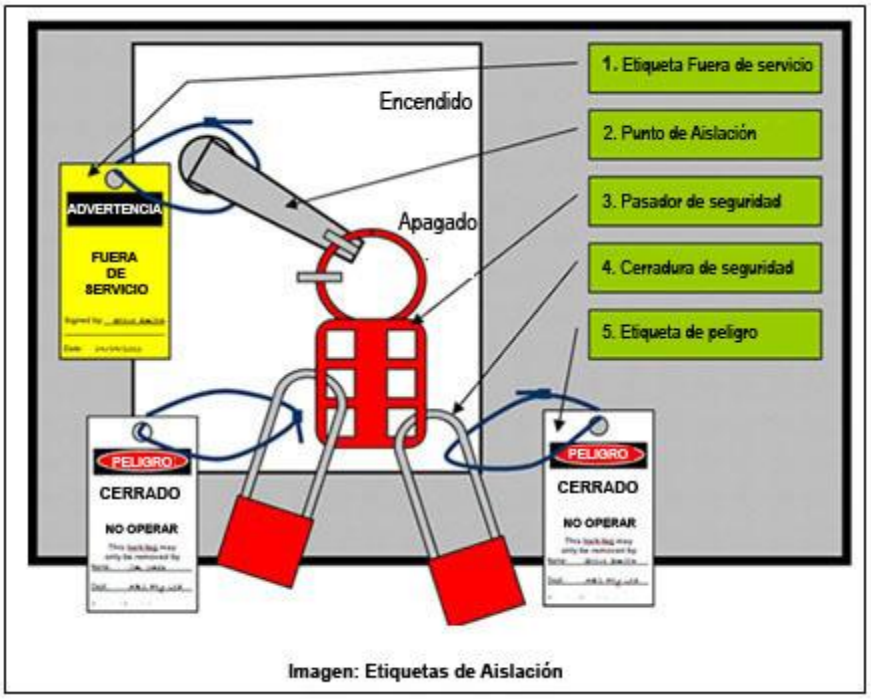


Figura 7

Tarjetas de bloqueo

Existen dos tipos de tarjetas de bloqueo para prevención de accidentes. Éstas incluyen:

1. Tarjetas de PELIGRO personal – blancas, rojas y negras.
2. 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, significa 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.
- 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, equipamientos 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 8

Tarjetas FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para equipamiento

Las tarjetas FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para equipamiento se utilizan para indicar que un elemento de la planta o equipo no debe ser utilizado. Las tarjetas FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para equipamiento 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.

Imagen: Etiquetas de Precaución de de Fuera de Servicio

Figura 9

Las tarjetas FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para equipamiento deben:

- En la ausencia de toda tarjeta de PELIGRO personal, deben ser colocadas en todo equipamiento 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, equipamientos y dispositivos de aislación que muestren una tarjeta de FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para equipamiento, no deben ser usados, operados, manipulados o interferidos mientras la tarjeta esté colocada.

Dispositivos de aislación

1. 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 apernados. 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.

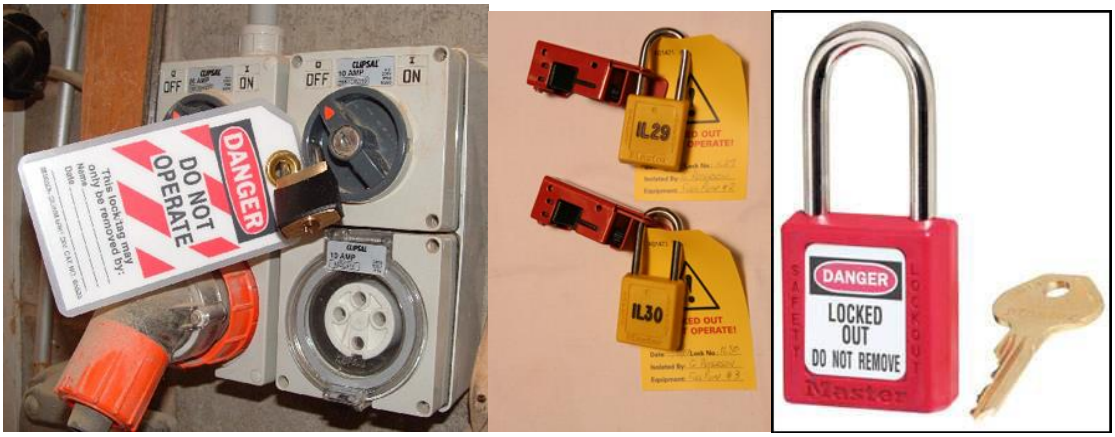


Figura 10: dispositivos de bloqueo de aislación

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.

2. 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 11: cerrojos de aislación

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 se pueden realizar para reducir el impacto de situaciones de emergencia incluyen:

- Conocer las alarmas y sirenas de emergencia de su lugar de trabajo.
- Conocer los oficiales de seguridad y de primeros auxilios.

- Conocer la ubicación de los kits de primeros auxilios, extintores de incendios y mantas ignífugas.
- Saber cómo usar los extinguidores de incendios y las mantas ignífugas y mantener al día el entrenamiento de seguridad.
- Aplicar los primeros auxilios y mantener al día el entrenamiento de primeros auxilios y RCP.
- Conocer la ubicación de los sistemas de comunicación del lugar de trabajo.
- Entender las políticas y procedimientos de comunicación del lugar de trabajo.
- Quedar libre de áreas inseguras.
- Evacuar el lugar de manera segura y oportuna.
- Notificar al supervisor u otro personal pertinente (oficial de primeros auxilios y de Seguridad y Salud Ocupacional) sobre toda situación de emergencia.
- Comunicar de manera clara y precisa.
- Contactar los servicios de emergencias – ambulancia y/o policía.
- Apagar todo equipamiento y maquinaria (si es posible).
- Permanecer calmado y seguro.

Figura 12: señal de procedimiento de evacuación

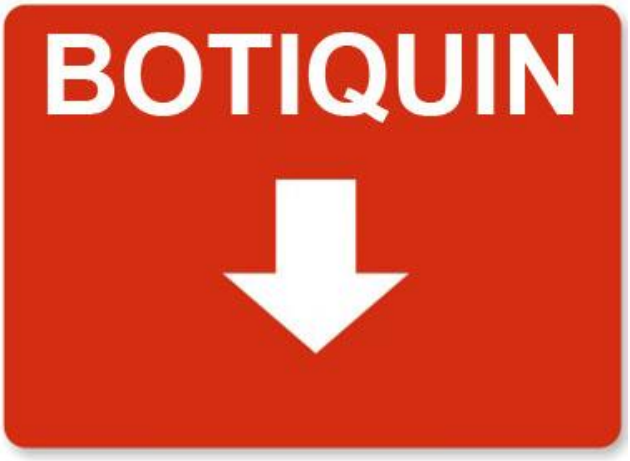


Figura 13: señal de ubicación de primeros auxilios

3.2 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.

Figura 14: 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 15: Listado de empleados protegidos por el bloqueo de sistemas:

LISTA DE LOS EMPLEADOS PROTEGIDOS POR EL BLOQUEO DE SISTEMAS						
APELLIDOS Y NOMBRES	LEGAJO	ENTRADA		APELLIDOS Y NOMBRES	LEGAJO	SALIDA

- **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.	✓

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?
	Tarjetas de bloqueo de seguridad	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.

	Candados de bloqueo (distintos tipos y colores)	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.
	Pinzas de bloqueo	Mantiene el equipo sin energía e inoperante durante el mantenimiento y permite que varios candados sean utilizados para una misma fuente.
	Dispositivo de bloqueo por cable	Se utilizan para situaciones de bloqueo difíciles así como para válvulas de compuerta grande o dispositivos de medidas extra.
	Dispositivos de bloqueo para válvulas de bola/mariposa	Este dispositivo de bloqueos para válvulas puede también ser usados para bloquear palancas grandes y dispositivos mecánicos difíciles de asegurar.
	Dispositivos de bloqueo para válvulas de compuertas.	Este dispositivo bloquea válvulas de compuerta que regulan la energía hidráulica, neumática y química.

	Dispositivos para bloqueo de enchufes (cilíndricos y planos)	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.
	Elementos de bloqueo para interruptores eléctricos	Para interruptores que suelen ser sometidos a bloqueos de seguridad, que controlan el suministro eléctrico.
	Cajas de bloqueo	Asegura cada punto de bloqueo sobre una pieza de equipo con sólo un candado designado. Retiene las llaves de dichos puntos de bloqueo al colocarlas en la caja de bloqueo. Cada empleado autorizado coloca un candado personal en la caja y lo retira sólo cuando el trabajo se haya finalizado.

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 del oficio puedan asegurarse de que los equipos que van a mantener estén bloqueados correctamente por su propia seguridad.

4. Nociones sobre conceptos de física y sistemas de unidades

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 Tabla 1 muestra las unidades básicas del SI.

Tabla 1: 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	kilogramo	kg
Tiempo	t	segundo	s
Corriente eléctrica	I	ampere	A
Temperatura	T	Kelvin	K
Intensidad luminosa	I	candela	cd
Ángulo de rotación	α	radián	rad

Definiciones

Tabla 2: 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) Además 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

	x 10-7 Newton metros entre los conductores. (1 ampere es igual al paso de 6,37 x 1018 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 1. Un buen ejemplo es la velocidad. Esta 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**

Tabla 3: 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	ºC
Volumen	V	metros cúbicos	m^3

Definiciones

Tabla 4: Definiciones mecánicas derivadas

Unidad	Definición
newton	La fuerza necesaria para darle a un objeto cuya masa es de 1 kg una aceleración de $1m/s^2$.
pascal	La presión que se ejerce cuando se aplica

	una fuerza de 1N en una área de $1m^2$
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

Tabla 5: 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

Tabla 6: 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: 2.5×10^{3} ← *Indice (a la potencia de 10)*

Indices - (el número de multiplicaciones a la potencia de 10)

Figura 16

Índices positivos

6 800 000 pueden expresarse como 6.8×10^{6},
y 12500 como 1.25×10^{4}

Figura 17

Índices negativos

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

Figura 18

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

($\times 10^{3}$) → 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

($\times 10^{-6}$) → 1,15

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

Tabla de prefijos

Figura 19

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	µ	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 deka se utiliza como deca

Actividad N° 4

- **<u>Sistemas de unidades y conversiones</u>**

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.	✓

Objetivos de aprendizaje

- Resolver ejercicios de conversión de unidades.

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

Desarrollo

El instructor indicará a los participantes que trabajarán individualmente, en pares o en grupos para resolver las siguientes situaciones con lápiz y papel. También podrán apoyarse en la plataforma de conversiones "covertworld.com" para realizar de manera sencilla los cálculos requeridos (ver: www.convertworld.com)

1. Exprese 45 km en metros usando anotación científica

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

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

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

   3 m^2 a mm^2 = 3 X 10^6

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

   10 m^2 a mm^2 = 10^7

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

   2 m^2 a cm^2 = 2×10^4

3. 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: Presión: Energía: Trabajo: Temperatura: Volumen:	N Pa J J °C m^3	Newton Pascal Joule Joule Grados Celsius Metros Cúbicos
Potencia: Carga: Frecuencia Potencial: Capacidad:	W c Hz V F	Watts Coulomb Hertz Volt Faraday
Flujo másico: Caudal de flujo: Inductancia:	kg/s m^3/s H	Kilogramos /segundos Metros cúbicos/ segundo Henrio

4. Convierta:

1200 volts a kilovolts.	KV
0.250Amps a milliamps.	mA
4500 microwatts a milliwatts.	mW
400 µA a mA	mA
150 000Ω a MΩ.	MΩ

5. 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 = 5.000.000 W

6. Convierta 6000 W a kilowatt:
   6

7. Convierta 6.6kV a volts:
   6.600

8. Convierta 100mA a amperes:
   0,1

9. Mega es el prefijo que se utiliza cuando una unidad se multiplica por:
   Un millón

10. 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

11. 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.

Cierre

Las técnicas de medición son fundamentales en el oficio y los participantes deben aprenderlas, interiorizarlas y aplicarlas. Es importante recordar los conceptos de rango de medición y exactitud.

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.

4.2 Fuerza, presión, torque

Fuerza

En la siguiente unidad revisaremos algunos de los contenidos asociados al concepto de *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. Ésta 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 éste 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

$\vec{F}_{A \to B}$ es la fuerza que A emplea sobre B, entonces B aplica simultáneamente a A la fuerza $\vec{F}_{B \to A}$, de igual magnitud, en la misma dirección que $\vec{F}_{A \to B}$, 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 y una aceleración de un metro por segundo al cuadrado.

1 kilógramo 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.

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 pascal = 10^{-5} bar ó 1, 02 x 10^{-5} kg/cm²
1 bar = 10^5 pascal ó 1, 02 kg/cm²
1 kg/cm² = 98.070 pascal ó 0, 98 bar
1 lb. pulg.² (o psi) = 0, 0689 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

T = F X r

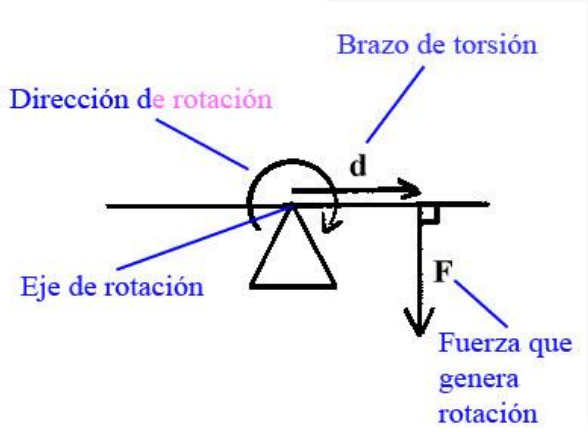


Figura 20

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 pueden 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° 5

- **Introducción a la actividad**

La siguiente actividad sobre “Conceptos de física” se divide en 3 secciones (fuerza, presión y torque) y el cierre es común a las tres 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.	✓

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.

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.

Materiales y recursos:

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (datashow) para el Instructor.
- Plataforma Interactiva:
  Fuerza:
  http://phet.colorado.edu/es/simulation/forces-and-motion-basics

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”:

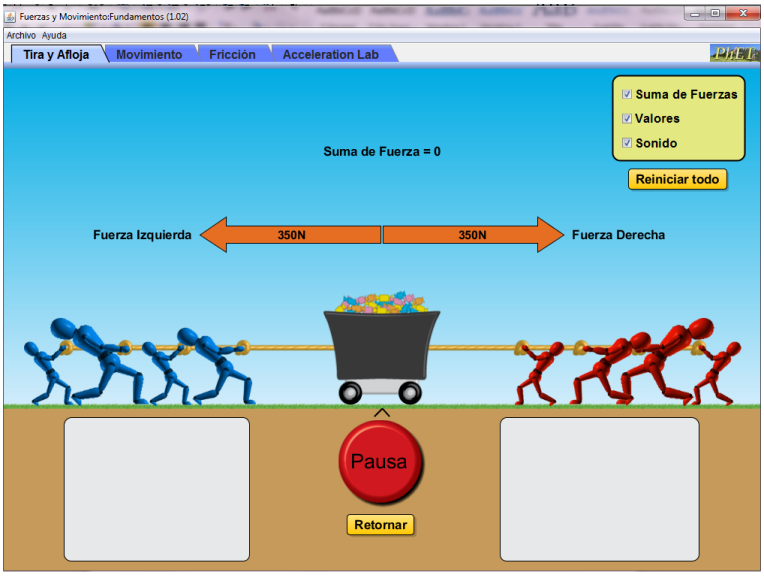
1. Arrastre y sitúe un hombre rojo y azul, del mismo porte en cada lado y apriete el botón “vaya”.

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

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

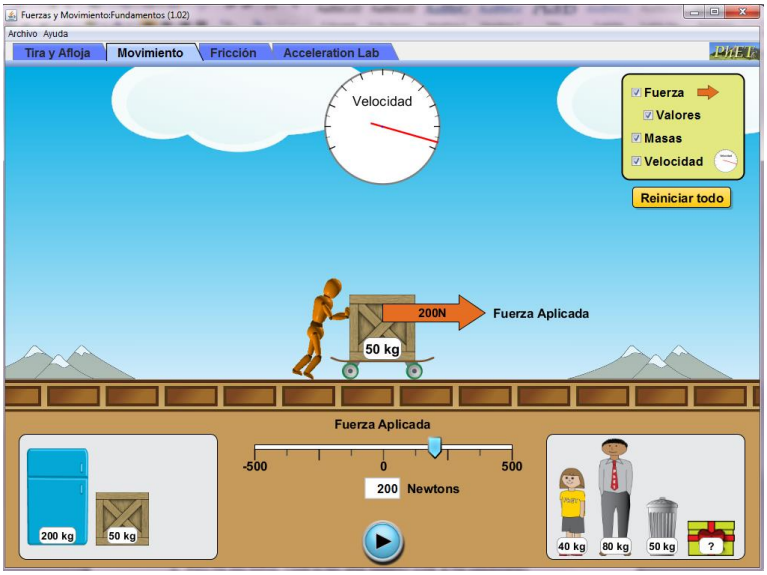
En instructor podrá realizar preguntas que ayuden al participante a entender la función del simulador. Se sugieren algunas como:

- ¿Cómo puede hacer que el lado azul gane?
- ¿Cómo puede hacer que el lado rojo gane?
- ¿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.



1. Haga “click” en las opciones fuerza, valores, masas y velocidad.
2. Ponga una caja de 50 kg sobre el skateboard. Marque o escriba 200 Newtons en la fuerza aplicada.
3. Mirando el velocímetro apriete el botón para empezar la simulación y cuente hasta diez, reporte que pasa.
4. Cambie la caja de 50 Kg por el refrigerador, mire el velocímetro y reporte que pasa.
5. Repita los pasos anteriores con diferentes objetos y personas y reporte que observa.
6. ¿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?
7. ¿Hay una suma de las fuerzas?
8. 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	Masa	Fuerza Aplicada (Newtons)	Tiempo (Con cronómetro)
1 Caja de madera		300N	
2 Caja de madera		300N	
Refrigerador		300N	
Hombre		300N	
Niña		300N	
Objeto misterio		300N	

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

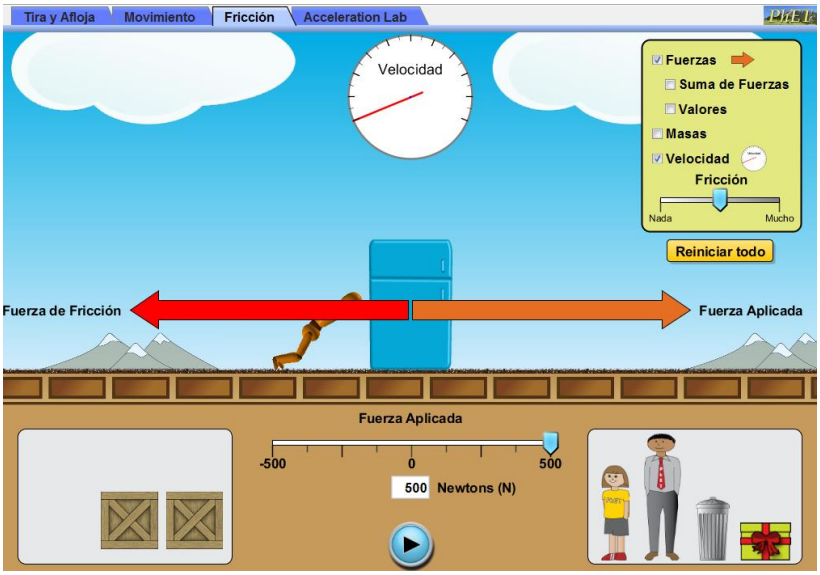
9. ¿Cree que la masa del objeto determina cuánto tiempo tomará para que ese objeto alcance la velocidad máxima con una fuerza aplicada de 300 N? Explique su respuesta.

10. ¿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:

1. Haga "click" en las opciones "fuerza y velocidad"

2. Arrastre el refrigerador y escriba 500 Newtons.



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

1. ¿Qué sucedió? ¿Se movió el refrigerador?
2. Reinicie todo y elija las opciones “valores y velocidad”.
3. Arrastre el refrigerador a la plataforma y escriba 500 Newtons y en la opción “fricción” arrastre la flecha a “nada”.
4. ¿Qué sucede cuando casi no hay fricción?
5. Vuelva a reiniciar el simulador y elija cualquier objeto o persona, escriba 500 Newtons y mueva la flecha de fricción a “nada y mucho”. Observe y reporte lo que ocurre.
6. ¿Qué pasará si hay mucha fricción? ¿El objeto se moverá más lento, rápido o no se moverá?
7. ¿Cómo afecta la fuerza puesta sobre un objeto la manera en que se mueve?

Presión

Objetivos 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

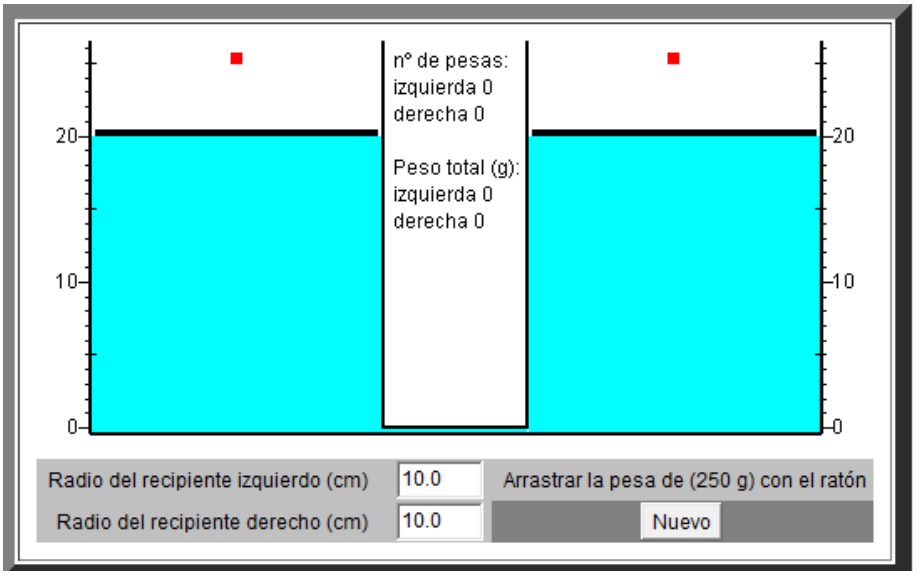
El participante recibirá una introducción al efecto de la presión en los fluidos, a través de una actividad de simulación vía plataforma Internet, donde trabajará a base de dos cilindros que representan el concepto de una prensa hidráulica y podrán ver los efectos de presión sobre distintas superficies.

Materiales y recursos:

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (datashow) para el Instructor.
- Plataforma Interactiva:
  Presión:
  http://canu.ucalgary.ca/map/content/torque/aboutanaxis/simulate/sim1/

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:

- Cilindros del mismo radio
  Solución: igual peso
- 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.
- 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

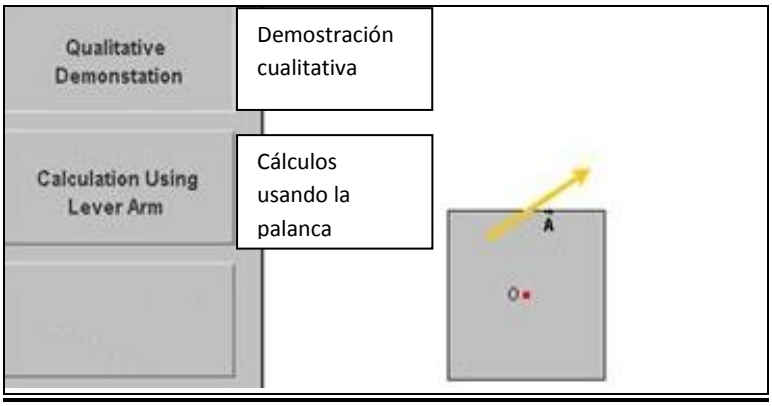
plataforma Internet, donde trabajarán el concepto de rotaciones relacionadas con torques alrededor de un eje.

Materiales y recursos:

- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (datashow) para el Instructor.
- Plataforma Interactiva:
  Torque:
  http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/estatica/prensa/prensa.htm#Actividades

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 relativo 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.

4.3 Tipos de energía

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 creado trabajo.

Por lo tanto, hay dos condiciones importantes que se deben cumplir antes de poder decir que se ha creado trabajo.

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 x 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:

$$\begin{aligned} F &= 560N \\ l &= 1kmo\ 1000m \\ W &= F \times l \\ \\ W &= 560N \times 1000m \\ &= 560.000Nm \\ &= 560.000J \end{aligned}$$

Ejemplo en Clases

Una grúa debe levantar un bloque de hormigón fuera de un dique. Calcule el trabajo que la grúa debe ejecutar si el dique es de 7 m de profundidad y la fuerza para levantar el bloque es de 1 479.8N

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.

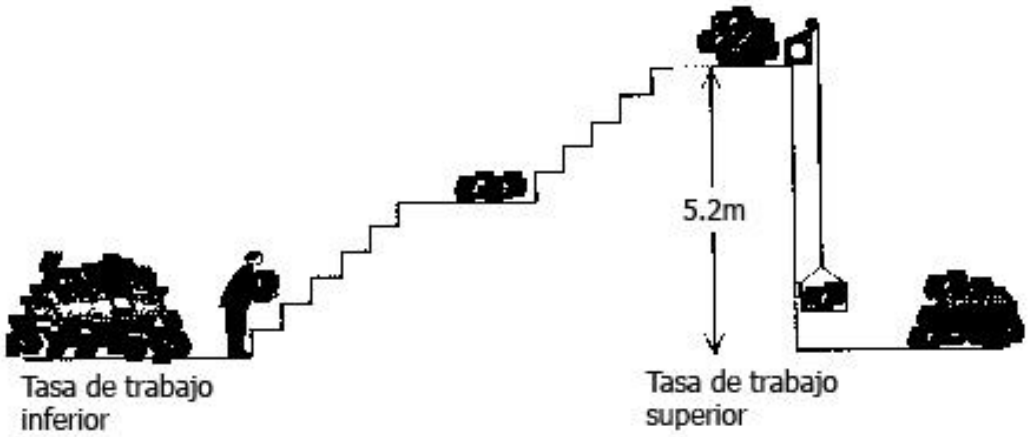


Figura 21: Tasa de trabajo

En la Figura anterior, el hombre y el montacargas hicieron exactamente la misma cantidad de trabajo. Queda claro que la cantidad de trabajo realizado no nos muestra la historia completa. La tasa de trabajo del montacargas es indudablemente superior a la del hombre. Calculemos ahora la tasa de trabajo del hombre y luego la tasa de trabajo del montacargas.

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

P = Tasa de trabajo o tasa de potencia en watt
W = Trabajo realizado en joules

t = Tiempo que tomó hacer el trabajo en segundos

$$P = \frac{W}{t} = \frac{127000\,J}{7200\,s} = 17{,}69\,\frac{J}{s} \qquad P = \frac{W}{t} = \frac{127000\,J}{120\,s} = 1061{,}67\,\frac{J}{s}$$

Figura 22

Es bastante obvio que la potencia del montacargas es superior a la potencia del hombre.
Sabemos que W (trabajo) se mide en Joules, mientras que t (tiempo) se mide en segundos.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Joules}{segundos} = \frac{J}{s} = Watt$$

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

Descripción de watt

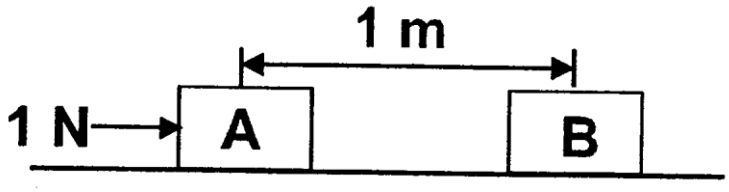


Figura 23: Descripción del watt

Vamos a suponer 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 x l = 1N x 1m = 1J

Potencia de la fuerza P = W/t = 1J /1s = 1W

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). Debemos saber cómo convertir caballos de fuerza a watt o kilowatt, porque los modelos de motores más antiguos, aún indican 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 ¾ 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.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fxl}{t} = \frac{196x15}{7} = 420\ Watts$$

Ejemplo en Clases

Un motor ejerce una fuerza de 5922 N mientras desplaza un objeto 25 m en 5 segundos. Calcule la potencia en kW y los caballos de fuerza. (1hp = 746 W).

Energía

Antes de que se pueda realizar trabajo, debe haber energía disponible. Por lo tanto, debe haber 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.
- Para calentar agua, la energía es suministrada por la madera quemada.
- El viento suministra la energía necesaria para mover el yate hacia delante.

En todos los casos anteriores, la energía es suministrada por diferentes fuentes. Por lo tanto, la transferencia de energía de 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 hemos 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.

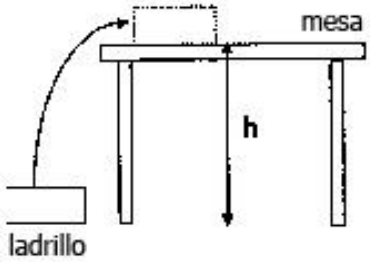


Figura 24: Energía potencial

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

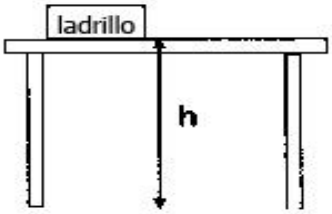


Figura 25: Posesión de energía

El ladrillo de la Figura ahora posee la energía debido a su masa y altura. Nótese bien. 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 ENERGIA 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.

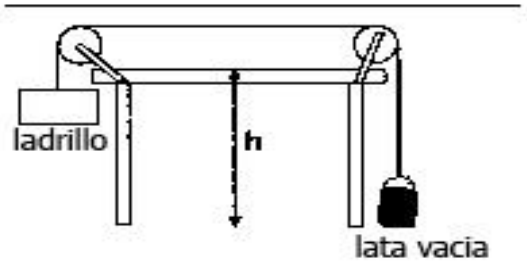


Figura 26: Posesión de energía

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 joules

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.

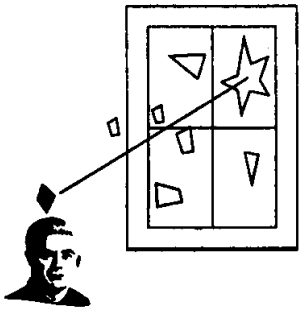


Figura 27: Energía cinética

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 ahora.

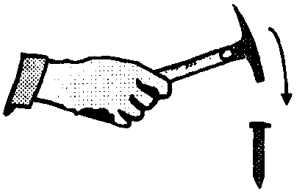


Figura: 28 La energía como resultado de movimiento

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 (l) [joules]

W = F x l joule

Donde W = Energía medida en joules.

F = Fuerza medida en Newtons

l = 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 l (N x m)

= 2000 x 3

= 6000 J

Tipos de energía y cambios de energía

Figura 29: 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).

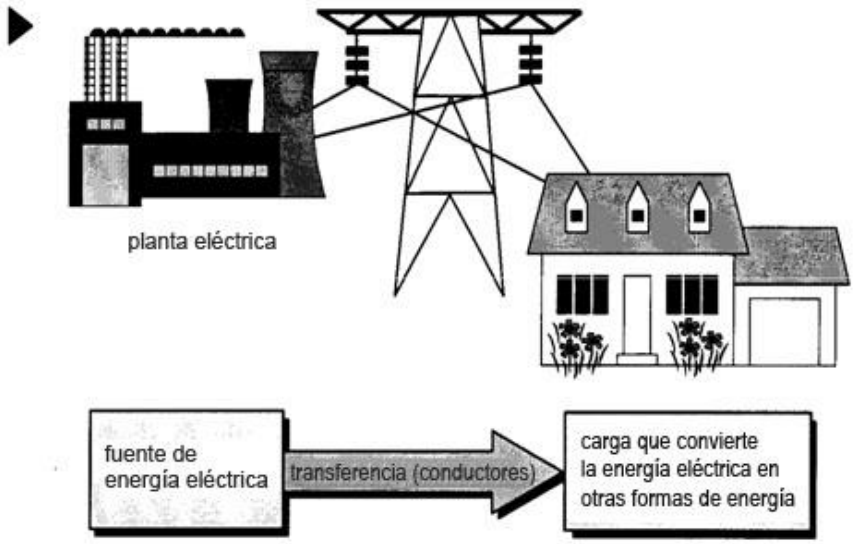


Figura 30: Energía eléctrica

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 joules (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.

1 kwh	=	1kW x 1 h
	=	1000 x 60 x 60 (watt segundos)
	=	3600 000 J
	=	3.6×10^6 J ó 3,6MJ

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.

Energía	=	Potencia x tiempo
W	=	P x t
	=	(1,5 x 1000) x (15 x 60)
	=	1350000 joules
	=	1,35 MJ

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

Ejemplo en Clases

Calcule la energía utilizada por lámparas de 51 x 60W cuando se utilizan continuamente por 8 horas y el costo total si la tarifa fuera de 9 centavos por Kilovatio hora (Kwh).

- **Tipos de energía**

Introducción a la actividad

La siguiente actividad sobre "Tipos de energía, trabajo y potencia" se divide en 3 secciones: a) Cambios y formas de energía, b) fuerza y movimiento y c) conservación de le 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:

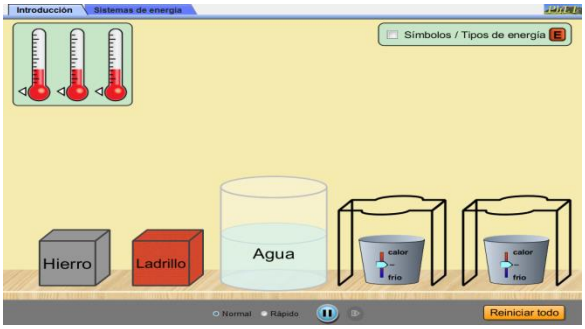
http://phet.colorado.edu/es/simulation/the-ramp

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.

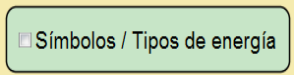


En una segunda simulación podrán observar cómo la energía se transfiere entre los objetos. La simulación les permitirá a los participantes construir su propio sistema con fuentes de energía, cambiadores y usuarios. Podrá hacer seguimiento y visualizar cómo la energía fluye y cambia a través del sistema.

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

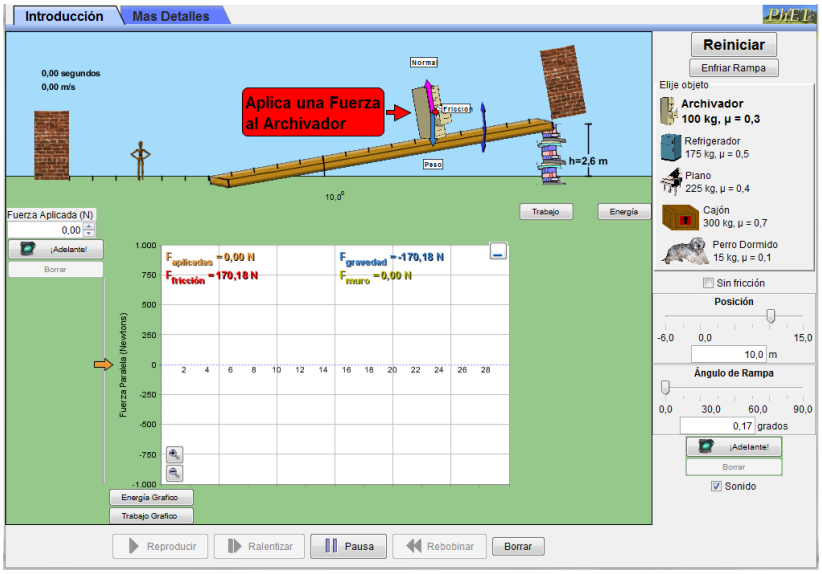
- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

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

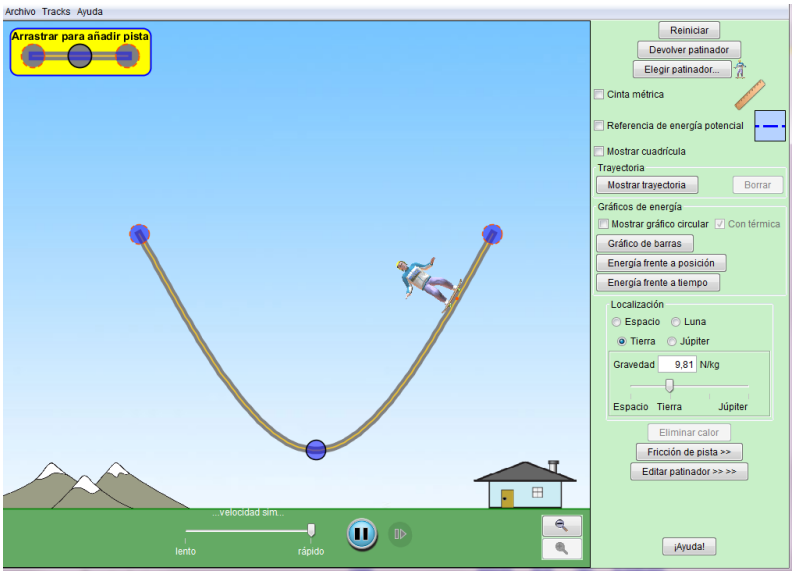
- Computadores (con conexión Internet).
- Un computador con conexión Internet y proyector (data show) para el Instructor.

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.

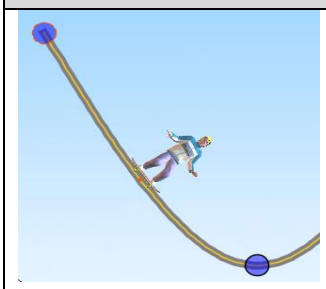
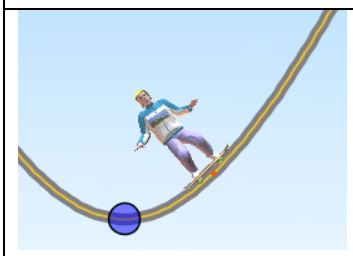
Consejos para el Instructor en el uso de los controles de la plataforma

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
 (En bajada)	Disminuye	Aumenta	Constante es igual a la suma de las dos.
 (En subida)	Aumenta	Disminuye	Constante es igual a la suma de las dos.

Para discutir: ¿Qué cambia y que se me 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.”

4.4 Nociones básicas de oleohidráulica

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 le ayudará a adquirir los conocimientos del lugar de trabajo y habilidades en el mantenimiento de los sistemas hidráulicos es su lugar de trabajo y prepararlo para estudios futuros sobre los sistemas hidráulicos.

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), trasmitimos y controlamos 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 usamos 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.

Los siguientes temas serán cubiertos en esta sección:

- Sistema hidráulico básico.
- Componentes del sistema.
- Mangueras y fittings.
- Seguridad.

Sistemas hidráulicos

Desde partidores de troncos caseros hasta las inmensas máquinas que se venden los sitios de construcción, ¡el equipamiento 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 levante 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 su automóvil usan hidráulica!

Figura 31 Los cilindros hidráulicos son visibles en esta excavadora

La idea básica

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 operador con válvulas de control y distribuido a través de mangueras y tubos.

La popularidad 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 remplazarán 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 medioambientales 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.
    - Ausencia 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 hidráulico.

Hidrodinámica (o hidrocinética)
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

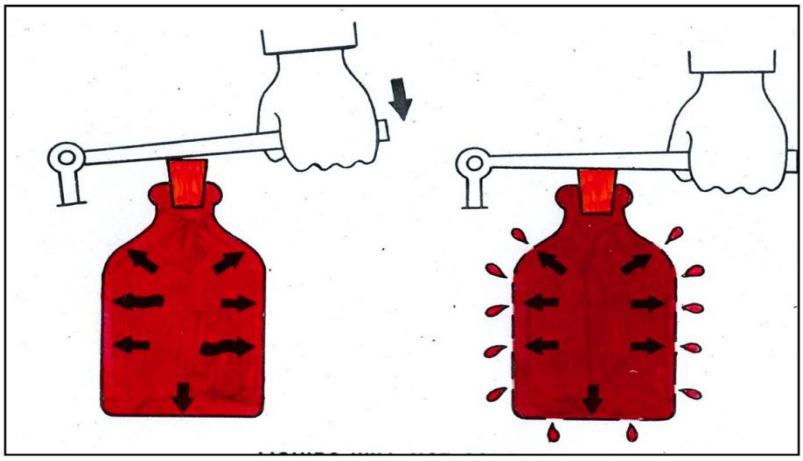


Figura 32: Fluido incompresible en uso

Permanece como un líquido
El fluido fluye por el camino de menos resistencia

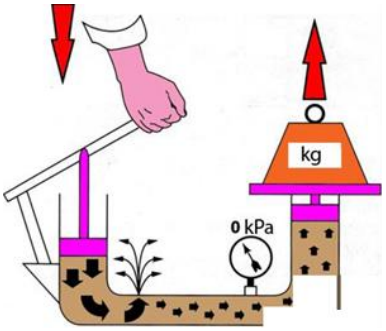


Figura 33: Aditivos de aceite hidráulico

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 en:

- 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.

1) 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.

2) 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).

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 34), 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. El Diagrama A muestra un recorrido de entrada. Una válvula de verificación de salida se cierra por presión bajo una carga, y una válvula de verificación de entrada se abre para que el líquido desde el reservorio llene la cámara de bombeo. El Diagrama B muestra la bomba con un recorrido hacia abajo. Una válvula de verificación de entrada se cierra por presión y una válvula de salida se abre. 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.

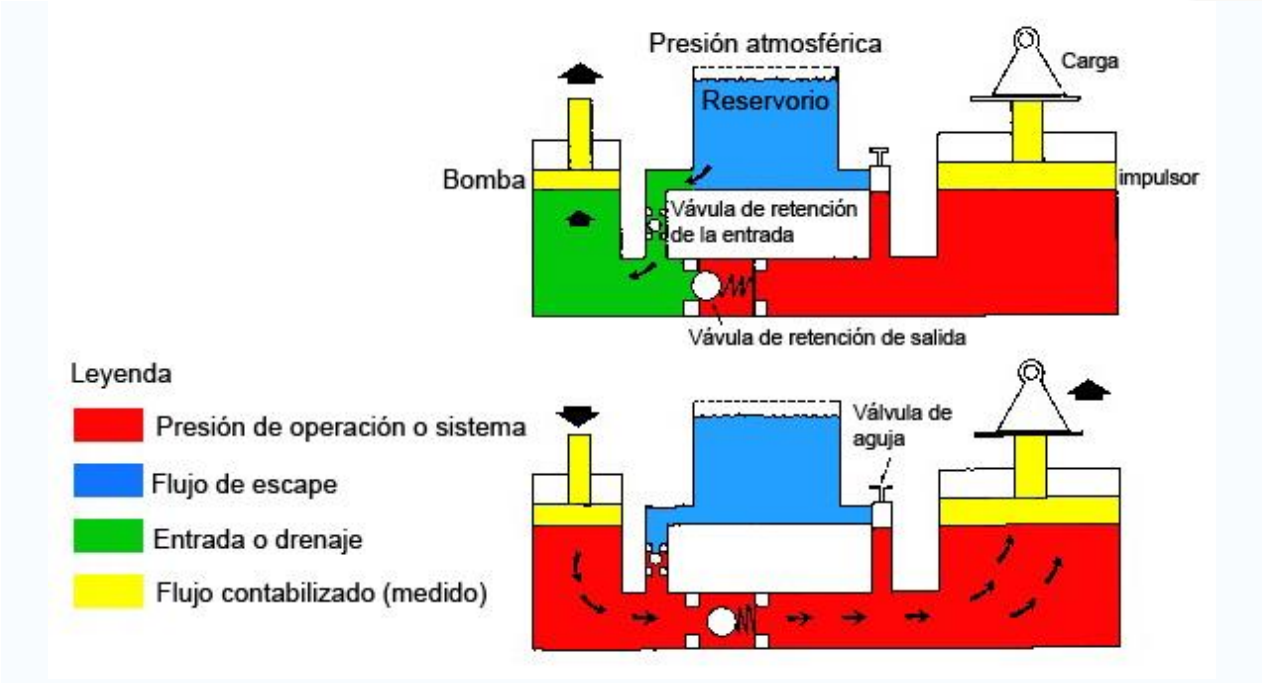


Figura 34

b. Motor - Sistema de Inversión. La Figura 35 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.

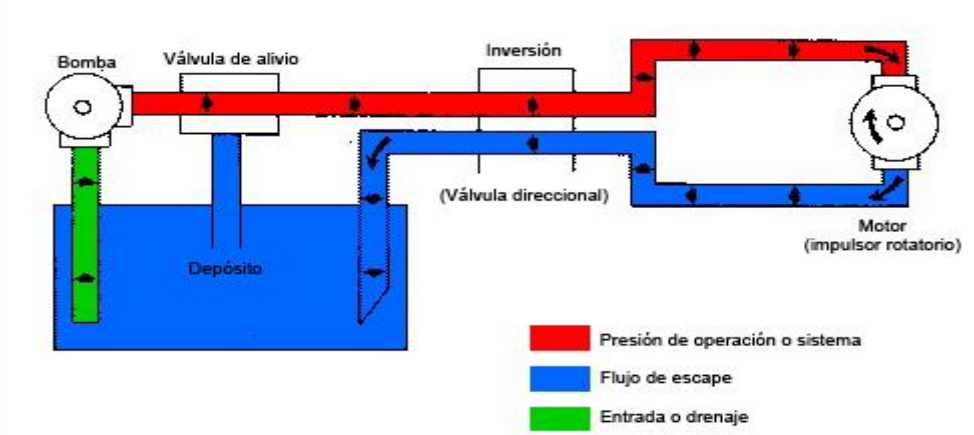


Figura 35

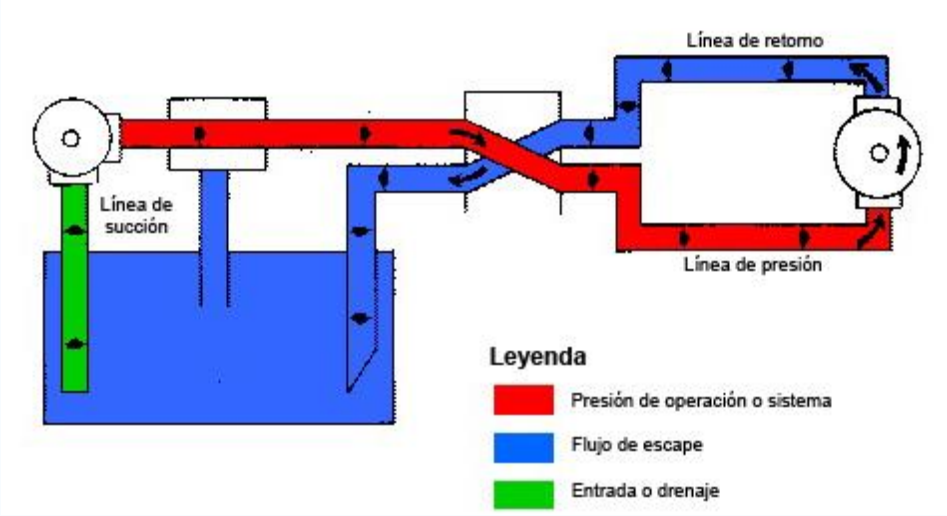


Figura 36

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 37 muestra este sistema en la posición neutral. Un sistema de centro abierto es eficiente en funciones simples pero es limitado con funciones múltiples.

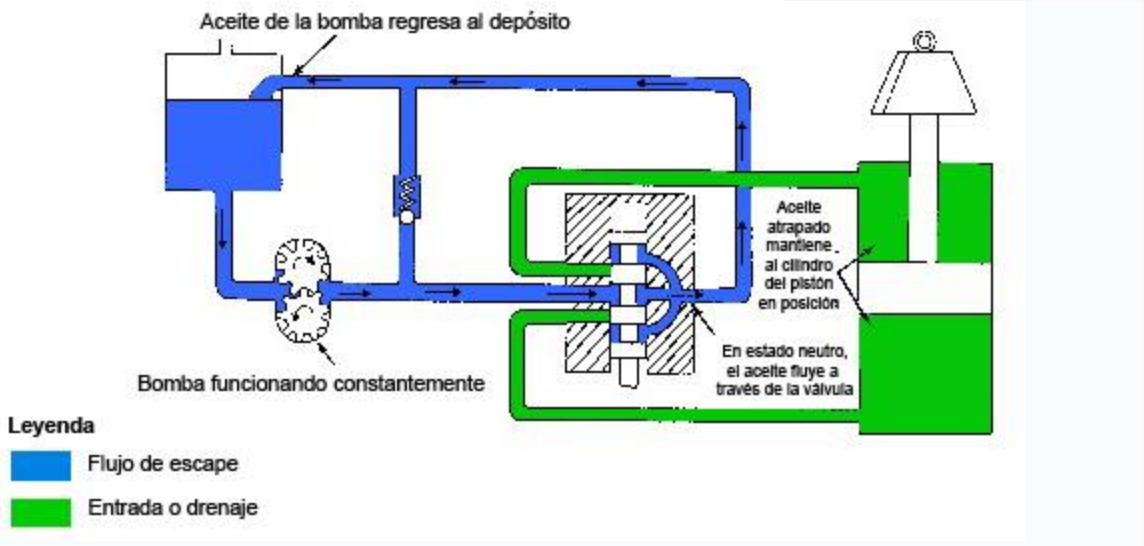


Figura 37

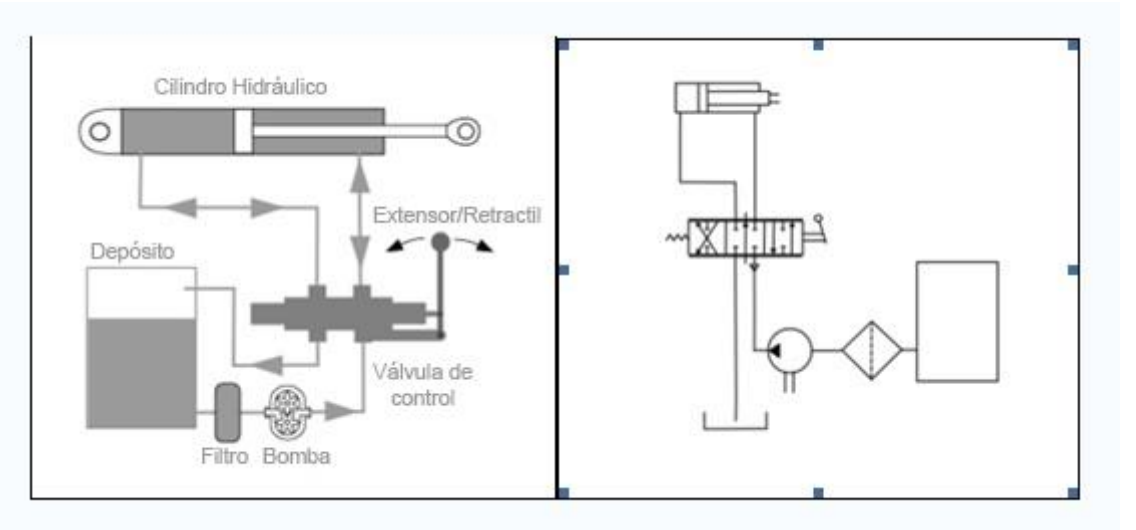


Figura 38

Un circuito hidráulico de centro abierto simple. 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 39 muestra un sistema de centro cerrado. Para operar varias funciones de manera simultánea, un sistema de centro cerrado tiene las siguientes conexiones:

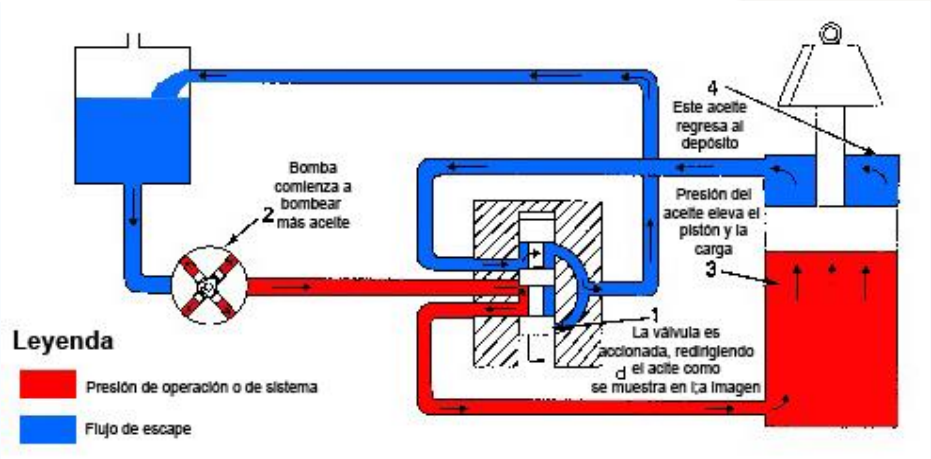


Figura 39

(1) Acumulador y bomba de desplazamiento fijo. La Figura 40 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.

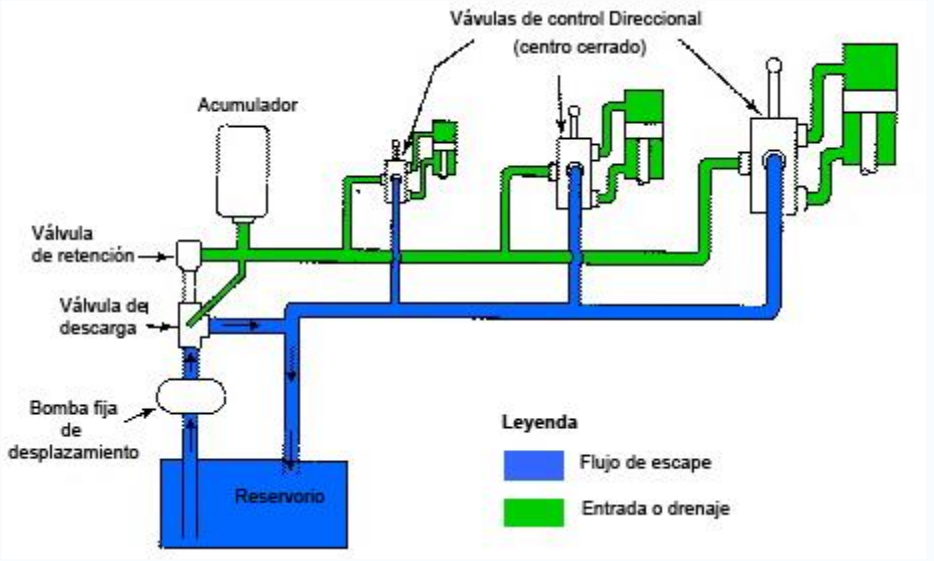


Figura 40

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 41 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.

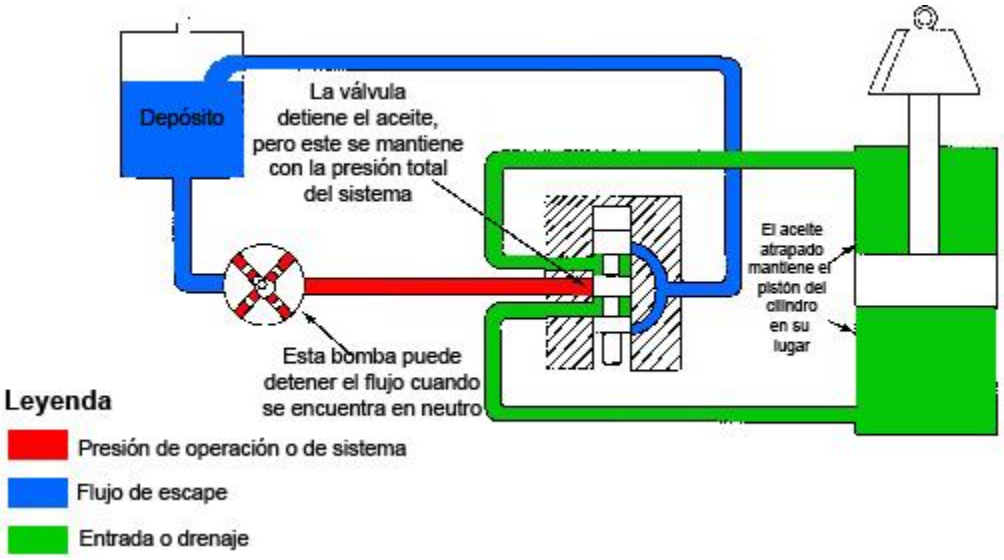


Figura 41

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 neutral, 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 42 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.

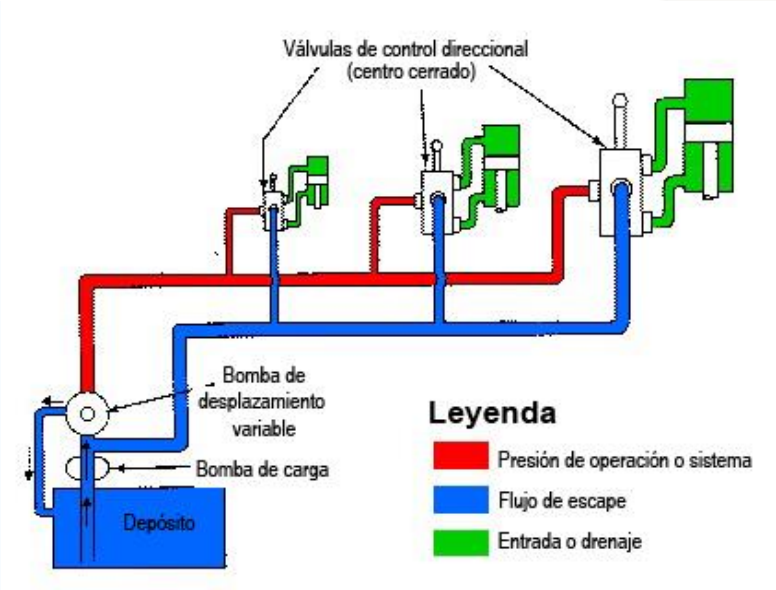


Figura 42

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. En este manual, las cifras que muestran las condiciones o caminos del flujo de aceite son preparadas con códigos de colores estándares de la industria. La Tabla 7 muestra los colores para las líneas hidráulicas y pasos que están en muchas de las cifras:

Tabla 7. Colores de las cifras	
Línea/Paso	**Color**
Presión de funcionamiento	Rojo
Escape	Azul
Ingreso o drenaje	Verde
Flujo medido	Amarillo

- **Nociones básicas de oleohidráulica**

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.	✓

Objetivos de aprendizajes

- Reconocer funcionamiento de una prensa hidráulica mediante armado de un kit didáctico
- Reconocer los distintos circuitos hidráulicos que permiten la operación de una pala excavadora hidráulica
- Reconocer mecanismos de operación hidráulicos de una tenaza hidráulica.

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.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor, 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 excavadora hidráulica y tenaza. El objetivo es familiarizar a los participantes con el funcionamiento de equipos reales de la industria.

Materiales y recursos

- Maqueta prensa hidráulica:
- Maqueta pala excavadora hidráulica:
- Maqueta tenaza hidráulica:

Desarrollo

El instructor deberá decidir si los participantes trabajarán en grupo o individualmente y deberá considerar los objetivos de aprendizaje para dar cumplimiento a lo esperado. Deberá además decidir cómo abordará la actividad práctica de acuerdo a los manuales con instrucciones de armado e información relativa a sistemas hidráulicos.

Los participantes a través de tres diferentes maquetas podrán armar y conocer el funcionamiento de una prensa hidráulica, una tenaza hidráulica y una pala excavadora hidráulica, sistema usado en múltiples procesos industriales.

Las maquetas muestran con gran detalle el funcionamiento de los equipos y contienen diversos circuitos hidráulicos, que pueden ser construidos 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 operador con máquinas similares 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 máquinas 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.

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-McMoRAN COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD