



## CUADERNO DE INSTRUCTOR

**MÓDULO:** INTRODUCCIÓN A LA INSTALACIÓN DE SERVICIOS DE VENTILACIÓN, DRENAJE, REDES DE AIRE COMPRIMIDO Y DE AGUA EN MINA SUBTERRÁNEA

**PROGRAMA:** OPERADOR DE FORTIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURA MINA SUBTERRÁNEA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH  
FUNDACIÓN CHILE

## Contenido:

### **MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA INSTALACIÓN DE SERVICIOS DE VENTILACIÓN, DRENAJE, REDES DE AIRE COMPRIMIDO Y DE AGUA EN MINA SUBTERRÁNEA..... 3**

#### **1. Nociones Básicas de Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea. .... 3**

##### **1.1. Identificación de peligros y evaluación de Riesgos ..... 20**

##### **1.2. Procedimientos de ingresos a las áreas ..... 21**

Actividad 1: Instalación de servicios e identificación de Peligros y procedimientos de ingreso a las áreas.  
..... 25

#### **2. Monitoreo de instalación de Servicios ..... 28**

##### **2.1. Problemas y fallas más frecuentes..... 28**

##### **2.2. Reconocimiento de informes asociados ..... 34**

##### **2.3. Entrega de novedades del turno..... 35**

Actividad 2: Fallas más frecuentes e informes asociados a instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea..... 36

#### **3. Características de los materiales ..... 38**

##### **3.1. Tipos de cañerías ..... 38**

##### **3.2. Tipos de acoples ..... 44**

##### **3.3. Tipos de bomba ..... 52**

Actividad 3: Características de los materiales usados en la instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y agua en mina subterránea..... 59

#### **4. Parámetros de medición ..... 61**

##### **4.1. Instrumentos de medición ..... 61**

##### **4.2. Parámetros de medición ..... 63**

Actividad 4: Identifican instrumentos de medición y los parámetros para los servicios instalados. .... 68

## MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA INSTALACIÓN DE SERVICIOS DE VENTILACIÓN, DRENAJE, REDES DE AIRE COMPRIMIDO Y DE AGUA EN MINA SUBTERRÁNEA

### 1. Nociones Básicas de Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea.

**Aprendizaje esperado:** Identificar cada una de las etapas del proceso de instalación de sistemas de suministros de agua industrial, aire comprimido, drenaje y ventilación en mina subterránea.

#### Conceptos Claves

INSTALACION DE SERVICIOS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

COMPRENDER LOS PROCEDIMIENTOS DE INGRESO A LAS AREAS

Identificación de los servicios a instalar y los riesgos asociados.

Identificación de los requisitos para los ingresos a las áreas donde se instalarán los servicios.

#### Introducción

La Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea, tiene por misión principalísima el suministro de aire fresco con el objeto de lograr condiciones ambientales y termo-ambientales adecuadas para todo el personal que labore en faenas mineras subterráneas, como también para atender la operación de diversos equipos e instalaciones subterráneas. El objetivo primordial del drenaje es conseguir que las aguas que entren en contacto con la mina sean las mínimas posibles y reaprovechar el máximo de agua en el proceso de operación. El aire comprimido es vital para las operaciones mineras, ya sea como fuente de energía, como medio de transporte de líquidos y sólidos, como insumo para un proceso o como medio de transmisión de señales para instrumentación y control. En minería subterránea el agua también se emplea para regar la marina previa al inicio del carguío y transporte, así como también en faenas húmedas como la perforación y hormigonado. Con esto se cumple la doble finalidad de asegurar una mejor ventilación, liberando los gases de la tronadura de la cama de marinas y mayor supresión de polvos.

## Procesos de instalación de servicios

### Ventilación.

La adecuada ventilación en operaciones de minería subterránea es un proceso de vital importancia para asegurar una atmósfera respirable y segura en beneficio de los trabajadores y para un óptimo desarrollo de sus funciones. Su relevancia, se debe principalmente a la influencia en la salud de las personas y la productividad, al punto que sin sistemas de ventilación es imposible tener minería subterránea. “La emisión de contaminantes y material particulado al interior de las minas subterráneas propician el desarrollo de enfermedades ocupacionales, colocando en riesgo la vida de los trabajadores”. Además, del suministro de aire fresco, dependiendo de la profundidad de la mina, “es posible que sea necesario proveer no solo de este elemento, sino que también acondicionar la temperatura”.

Un aspecto adicional es que “no solamente las personas necesitan una buena calidad de aire; también las máquinas diésel dependen de ello para efectuar su combustión interna”.

Los principales problemas que enfrentan las empresas en esta materia es el volumen de aire requerido. “Una mina como El Teniente, Chuquicamata Subterránea o el Nuevo Nivel Mina, necesita ocho millones de pies cúbicos de aire por minuto”. A ello se suma la distancia existente entre la superficie y los puntos donde se demanda. “El aire debe recorrer una importante cantidad de kilómetros desde la superficie hasta los frentes de trabajo, para lo cual debe ser forzado a entrar a la mina, lo que requiere de una infraestructura de ventilación de gran magnitud y de un inmenso consumo de energía”.

No solo se trata de proveer el oxígeno requerido para asegurar la respiración de las personas, sino también el control de gases, polvo, humedad y la temperatura al interior de las minas, lo que resulta de gran importancia cuando se tiene una incorporación masiva de equipos diésel.

### DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MÉTODOS DE VENTILACIÓN DE MINAS:

El sistema escogido será probablemente una combinación de los métodos que presentamos a continuación:

#### Ventilación Natural

La energía más barata y abundante en la naturaleza es el aire natural, que se utiliza en la ventilación para minas subterráneas. Este aire se introduce por la bocamina principal de ingreso, recorriendo el flujo del aire por la totalidad del circuito de ventilación, hasta la salida del aire por la otra bocamina. Para que funcione la ventilación natural tiene que existir una diferencia de alturas entre las bocaminas de entrada y salida. En realidad, más importante que la profundidad de la mina es el intercambio termodinámico que se produce entre la superficie y el interior. La energía térmica agregada al sistema se transforma a energía de presión, susceptible de producir un flujo de aire (el aire caliente desplaza al aire frío produciendo circulación). La ventilación natural es muy cambiante, depende de la época del año, incluso, en algunos casos, de la noche y el día. Dado que, la

VENTILACIÓN NATURAL es un fenómeno de naturaleza inestable y fluctuante, en ninguna faena subterránea moderna debe utilizarse como un medio único y confiable para ventilar sus operaciones.

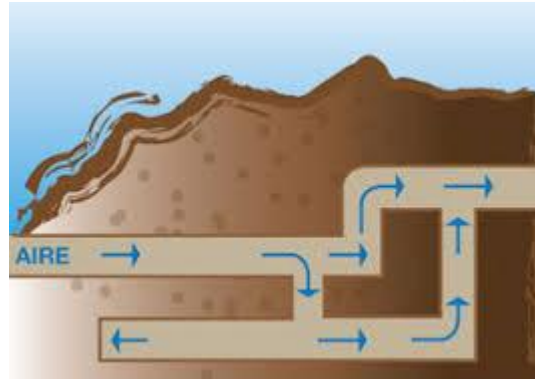


figura 1

### Ventilación Auxiliar

Como ventilación auxiliar o secundaria, definimos aquellos sistemas que, haciendo uso de ductos y ventiladores auxiliares, ventilan áreas restringidas de las minas subterráneas, empleando para ello circuitos de alimentación de aire fresco y de evacuación del aire viciado que les proporciona el sistema de ventilación general. Por extensión, esta definición la aplicamos al laboreo de túneles desde la superficie, aun cuando en estos casos no exista un sistema de ventilación general. Los sistemas de ventilación auxiliar que pueden emplearse en el desarrollo de galerías horizontales, utilizando ductos y ventiladores auxiliares son:



figura 2

### **Sistema impelente:**

El aire es impulsado dentro del ducto y sale por la galería en desarrollo ya viciado. Para galerías horizontales de poca longitud y sección (menores a 400 metros y de 3.0 x 3.0 metros de sección), lo conveniente es usar un sistema impelente de mediana o baja capacidad, dependiendo del equipo a utilizar en el desarrollo y de la localización de la alimentación y evacuación de aire del circuito general de ventilación de la zona.

### **Sistema aspirante:**

El aire fresco ingresa a la frente por la galería y el contaminado es extraído por la ductería. Para ventilar desarrollos de túneles desde la superficie, es el sistema aspirante el preferido para su ventilación, aun cuando se requieren elementos auxiliares para remover el aire de la zona muerta, comprendida entre la frente y el extremo de la ductería de aspiración.

Un tercer sistema es el combinado, aspirante-impelente, que emplea dos tendidos de ductería, una para extraer aire y el segundo para impulsar aire limpio a la frente en avance. Este sistema reúne las ventajas de los dos tipos básicos, en cuanto a mantener la galería y la frente en desarrollo con una renovación constante de aire limpio y en la velocidad de la extracción de los gases de disparos, con la desventaja de su mayor costo de instalación y manutención. Para galerías de mayor sección (mayor a 12 m<sup>2</sup>), y con una longitud sobre los 400 metros, el uso de un sistema aspirante o combinado es más recomendable para mantener las galerías limpias y con buena visibilidad para el tráfico de vehículos, sobre todo si éste es equipo diesel.

Hoy día, es la ventilación impelente la que más se usa, ya que el ducto es una manga totalmente flexible, fácil de trasladar, colocar y sacar. En este caso, el ventilador al soplar infla la manga y mueve el aire. En el caso de la ventilación aspirante, estas mangas deben tener un anillado en espiral rígido lo que las hace muy caras.

El uso de sistemas combinados, aspirante – impelentes, para ventilar el desarrollo de piques verticales, es también de aplicación práctica cuando éstos se desarrollan en forma descendente y la marina se extrae por medio de baldes. En estos casos, el uso de un tendido de mangas que haga llegar aire fresco al fondo del pique en avance es imprescindible para refrescar el ambiente. La aplicación de sistemas auxiliares para desarrollar galerías verticales está limitada a su empleo para ventilar la galería donde se inicia el desarrollo de la chimenea o pique, dado que la destrucción de los tendidos de ductos dentro de la labor vertical por la caída de la roca en los disparos es inevitable (en su reemplazo se utiliza el aire comprimido).

### **Objetivo**

Evacuar o diluir gases presentes en frentes de explotación o por desgasificación secundaria

IRRITANTES ASFIXIANTES	SOFOCANTES	EXPLOSIVOS INFLAMABLES
Monóxido de Carbono	Nitrógeno	Metano
Hidrogeno Sulfurado	Anhídrido Carbónico	Monóxido de Carbono
Dióxido de Nitrógeno (Humos Nitrosos)	Metano	Hidrogeno Sulfurado
Anhídrido Sulfuroso		

Disminuir la temperatura o sensación térmica en talleres o lugares de trabajos de tipo minero

Ventilar absolutamente todos los frentes de explotación.



figura 3

### **Normativas y exigencias establecidas por el Servicio Nacional de Geología y Minería.**

#### **Artículo 102**

Las redes de aire comprimido deberán ir enterradas o sujetas a las cajas de la galería de tal forma que impida su desplazamiento en caso que se suelten de sus uniones. Los acoplamientos de mangueras de aire comprimido cuyo diámetro sea igual o superior a cincuenta (50) milímetros, deben ser sujetos con abrazaderas y con cadenilla o asegurados de cualquiera otra forma para evitar que azote, la línea de aire comprimido, al romperse o desacoplarse. Esta disposición se aplicará también a mangueras de diámetro menor de cincuenta (50) milímetros, si estuviesen sometidas a presiones superiores a siete (7) atmósferas y a los elevadores de presión (Booster)

## Ventilación

### Artículo 136

Todo proyecto de ventilación general de una mina subterránea, previo a su aplicación, deberá ser enviado al Servicio para su aprobación. El Servicio tendrá un plazo de treinta (30) días para responder la solicitud, desde la fecha de presentación de ella en la Oficina de Parte.

### Artículo 137

En toda mina subterránea se deberá disponer de circuitos de ventilación, ya sea natural o forzado a objeto de mantener un suministro permanente de aire fresco y retorno del aire viciado.

### Artículo 138

En todos los lugares de la mina, donde acceda personal, el ambiente deberá ventilarse por medio de una corriente de aire fresco, de no menos de tres metros cúbicos por minuto ( $3 \text{ m}^3 / \text{min}$ ) por persona, en cualquier sitio del interior de la mina. Dicho caudal será regulado tomando en consideración el número de trabajadores, la extensión de las labores, el tipo de maquinaria de combustión interna, las emanaciones naturales de las minas y las secciones de las galerías. Las velocidades, como promedio, no podrán ser mayores de ciento cincuenta metros por minuto ( $150 \text{ m/min.}$ ), ni inferiores a quince metros por minuto ( $15 \text{ m/min.}$ ).

### Artículo 139

Se deberá hacer, a lo menos trimestralmente, un aforo de ventilación en las entradas y salidas principales de la mina y, semestralmente, un control general de toda la mina, no tolerándose pérdidas superiores al quince por ciento (15 %). Los resultados obtenidos de estos aforos deberán registrarse y mantenerse disponibles para el Servicio.

### Artículo 140

En las minas en que se explote azufre u otro mineral cuya suspensión de partículas en el aire forme mezclas explosivas, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para controlar el riesgo, contemplándose las siguientes acciones mínimas: a) Realizar un muestreo periódico y sistemático del aire en los lugares de trabajo, llevando registros actualizados con los resultados obtenidos.

### D.S. Nº 132 - MINISTERIO DE MINERÍA

Mantener una ventilación eficiente que permita la dilución del polvo en el aire a niveles permisibles. c) Humedecer con agua los lugares de trabajo antes y después de cada tronadura. En los puntos en que se generen emisiones de polvo, deberá disponerse de sistemas colectores. d) Usar solamente explosivos aprobados para este tipo de explotación. e) Todo equipo con motor a combustión que



realice actividades dentro de estas minas, debe disponer en el tubo de escape de una rejilla o malla que evite la proyección de partículas incandescentes al exterior.

#### Artículo 141

En las galerías en desarrollo donde se use ventilación auxiliar, el extremo de la tubería no deberá estar a más de treinta metros (30m) de la frente. Para distancias mayores se deberá usar sopladores, Venturi o ventiladores adicionales, tanto para hacer llegar el aire del ducto a la frente (sistema impelente) como para hacer llegar los gases y polvo al ducto (sistema aspirante).

#### Artículo 142

La ventilación se hará por medios que aseguren en todo momento la cantidad y calidad necesaria de aire para el personal.

#### Artículo 143

En todo caso, en lo que se refiere a temperaturas máximas y mínimas en los lugares de trabajo deberá acatarse lo dispuesto en el “Reglamento sobre condiciones Sanitarias Ambientales Básicas en los lugares de Trabajo”, del Ministerio de Salud.

#### Artículo 144

No se permitirá la ejecución de trabajos en el interior de las minas subterráneas cuya concentración de oxígeno en el aire, en cuanto a peso, sea inferior a diecinueve coma cinco por ciento (19,5%) y concentraciones de gases nocivos superiores a los valores máximos permisibles determinados por la legislación. Si las concentraciones ambientales fueren superiores, será obligatorio retirar al trabajador del área contaminada hasta que las condiciones ambientales retornen a la normalidad, situación que deberá certificar personal calificado y autorizado.

#### Artículo 145

En toda labor minera que no ha sido ventilada, esté abandonada o se hayan detectado concentraciones de gases nocivos por sobre los límites permisibles, debe ser bloqueado el acceso de personas por medio de tapados de malla o similar, colocando las señales de advertencia correspondientes. En caso de ser necesario acceder a ella, se deberá realizar previamente un análisis exhaustivo tanto de los niveles de oxígeno como de gases nocivos, usándose, si es necesario, equipos autónomos de respiración u otro equipo de respiración aprobado.

#### Artículo 146

En las frentes de reconocimiento o desarrollo en donde, por encontrarse a una distancia tal de la corriente ventiladora principal, la aireación de dichos sitios se haga lenta, deberán emplearse tubos

ventiladores u otros medios auxiliares adecuados a fin de que se produzca la renovación continua del ambiente.

#### Artículo 147

Toda corriente de aire viciado que pudiera perjudicar la salud o la seguridad de los trabajadores, será cuidadosamente desviada de las faenas o de las vías destinadas al tránsito normal de las personas. No se permitirá el uso de aire viciado para ventilar frentes en explotación.

#### Artículo 148

Toda puerta de ventilación debe cerrarse por sí misma, a menos que, por tratarse de puertas destinadas a enfrentar situaciones de emergencia, deban permanecer abiertas en circunstancias normales. Las puertas que no cumplen ningún objetivo, aunque sea temporalmente, deben ser retiradas de sus goznes.

#### Artículo 149

Todo ventilador principal debe estar provisto de un sistema de alarma que alerte de una detención imprevista.

#### Artículo 150

Los ventiladores, puertas de regulación de caudales, medidores, sistemas de control y otros, deberán estar sujeto a un riguroso plan de mantención, llevándose los respectivos registros.

#### Artículo 151

Todos los colectores de polvo, sistemas de ductos y captaciones en general, deberán ser sometidos, a lo menos cada tres meses, a un riguroso plan de mantención y control de eficiencia de los sistemas.

### **Sistemas de Drenajes**

- Conocer la problemática que supone la presencia de agua en los macizos rocosos
- Conocer los distintos contextos en los que debe analizarse la problemática del agua en Minería.
- Conocer la sistemática con la que se aborda un problema de drenaje de una explotación minera.
- Entender qué es y porqué se realizan los estudios de drenaje.

- Conocer los factores a tener en cuenta en un estudio de drenaje.
- Conocer en qué consisten los estudios de drenaje.
- Saber establecer el planteamiento de la solución a un problema de drenaje de una explotación.
- Conocer las características generales de las técnicas de drenaje.
- Conocer las características y aplicación de las técnicas de drenaje exteriores a una explotación.
- Conocer las características y la aplicación de las técnicas interiores.
- Conocer el planteamiento del drenaje en explotaciones mineras subterráneas.
- Conocer las implicaciones del drenaje con respecto al procesamiento de los minerales extraídos.
- Conocer la incidencia del drenaje en las instalaciones de residuos.

#### **CONSIDERACIONES DERIVADAS DE LA PRESENCIA DE AGUA EN LOS MACIZOS ROCOSOS**

En términos generales y desde muy distintos puntos de vista, es fácil comprender que las actividades mineras se encuentran muy estrechamente ligadas al agua:

- Como un problema a evitar, disminuir o corregir en la explotación.
- Como una necesidad de utilización del recurso para su aprovechamiento en la propia mina o fuera de ella.
- Como recurso ambiental que es necesario proteger, mostrando a la Sociedad que así se hace y que se hace bien.
- En comparación con la mayoría de las actividades industriales y agrícolas, la explotación minera no es una gran consumidora de agua, aunque la necesita y requiere tener asegurado el abastecimiento necesario. Muchas veces el problema es el inverso y tiene que liberar grandes cantidades de agua no deseables en el ámbito del proyecto. Este es el problema del drenaje minero: el de captar, transportar y eliminar hacia el entorno (al medio ambiente) flujos de agua y hacerlo de tal manera que no se ocasionen daños. Por tanto, el problema del agua requiere el adecuado enfoque y planteamiento, así como su correcta gestión.

Para ello, es necesario que las soluciones estén fundamentadas en estudios hidrológicos e hidrogeológicos que sean suficientemente detallados, hayan sido desarrollados desde el mismo

inicio del proyecto y estén destinados a permitir la gestión racional de las aguas interceptadas. En una etapa posterior y, partiendo de esta base, se dimensionarán y construirán las oportunas infraestructuras de captación y conducción, asegurando además su efectividad, su fiabilidad y su constitución con elementos seguros y de larga duración. Para ello es necesario tener en cuenta que todas estas infraestructuras pueden entorpecer las labores mineras, que en cualquier caso son elementos que encarecen la explotación, pero que son absolutamente necesarias, porque si el problema de drenaje no es adecuadamente planteado desde el principio, puede llegar a adquirir una importancia y magnitud que puede incluso llevar a la suspensión de la explotación minera. Uno de los puntos de partida de todo proyecto que contemple una excavación de cierta envergadura es, consecuentemente, empezar por llegar a alcanzar un profundo conocimiento de la realidad del entorno físico en el que se va a operar mediante la realización de los correspondientes estudios e investigaciones de tipo hidrológico e hidrogeológico y encaminados a permitir gestionar correctamente esa presencia de aguas de distinto origen desde tres puntos de vista:

- El agua y su influencia en la estabilidad de taludes y huecos mineros y, en definitiva, en la seguridad geotécnica de la explotación.
- El agua dentro de la planificación y de las operaciones de la mina, teniendo en cuenta que los usos del agua y las necesidades dentro de la mina son muy diversos.
- El agua y el medio ambiente, abordando tanto los problemas asociados a la operación minera en sí como los derivados del futuro abandono de la actividad.

### **ASPECTOS Y SITUACIONES A CONSIDERAR EN EXPLOTACIONES MINERAS SUBTERRÁNEAS**

Los efectos perceptibles del agua en minas subterráneas son múltiples e incluyen muchos que son comunes con los problemas que se presentan en cielo abierto. De forma resumida, se expone una relación de los mismos, sin que la lista de potenciales efectos quede circunscrita exclusivamente a ella:

- ✓ Inundaciones repentinas a gran escala, que pueden incluso llegar a parar la producción y requieren, en cualquier caso, la dedicación de muchos recursos para su eliminación.
- ✓ Reducción de los rendimientos de las unidades de carga y transporte al circular sobre pisos embarrados y por mayor formación de baches.
- ✓ Incrementos de la corrosión de sistemas.
- ✓ Reducción de la vida útil del sostenimiento, especialmente si éste es de madera. Consecuentemente, esto da lugar a un incremento del deterioro de túneles y obras subterráneas, así como reducción de la vida útil de estas obras.
- ✓ Producción de daños en las instalaciones y empleo de costosos equipos de control y evacuación.

- ✓ Reducción de la productividad de maquinaria y personal como consecuencia de entornos húmedos.
- ✓ Incrementos de los costos de mantenimiento al aumentar el porcentaje de averías originadas por la acción abrasiva del barro, corrosión de la humedad y efecto de esta sobre el equipo eléctrico. Además, el agua actúa como lubricante en los cortes de los neumáticos con la roca.
- ✓ Necesidad de instalación eléctrica/ electrónica con mejor protección frente a la humedad y la corrosión.
- ✓ Reducción de la cohesión de muchos tipos de rocas.
- ✓ Incremento de la migración y contaminación por materiales finos.
- ✓ Lavado de rellenos arcillosos de discontinuidades y fracturas.
- ✓ Incremento de los costos de voladura, al obligar al uso de explosivos resistentes al agua, imposibilitándose muchas veces la utilización de explosivos tipo ANFO, que requieren el desaguado previo de los barrenos, y acudiéndose a la utilización de explosivos encartuchados.
- ✓ Aumento del peso específico del material debido a la saturación en agua.
- ✓ Posible aumento de la siniestralidad.

## **DRENAJE DE MINAS**

En el plano operativo de una explotación, el objetivo primordial es conseguir que las aguas que entren en contacto con la mina (tanto superficial como subterránea), sean las mínimas posibles, así como que el previsible contacto se realice de la manera más controlada posible. El estudio de los problemas de drenaje de mina tiene dos aspectos. El primero es el de mantener condiciones adecuadas de trabajo tanto a cielo abierto como en Subterránea, para lo que es frecuente la necesidad de bombeo del agua. Esta parte no será tratada en este capítulo por ser mucho más de carácter interno a la operación y su diseño que a sus impactos sobre el medio ambiente. El segundo aspecto del drenaje de mina es la gestión de las interferencias de la operación en la hidrosfera. Esta gestión tiene normalmente los siguientes objetivos:

- ✓ minimizar la cantidad de agua en circulación en las áreas operativas;
- ✓ reaprovechar el máximo de agua utilizada en el proceso industrial;
- ✓ eliminar aguas con ciertas características para que no afecten negativamente la calidad del cuerpo de agua receptor. Para alcanzar estos objetivos, la gestión incluye la implantación y operación de un sistema de drenaje adecuado a las condiciones de cada mina, además de

un sistema de recirculación del agua industrial. Abordaremos principalmente los sistemas de drenaje.

### **Sistemas de Drenaje**

Las aguas y sólidos que se generan en mina, son canalizadas a estaciones convenientemente acondicionadas para su extracción mediante bombeo al exterior. En función de las características de la explotación, este bombeo puede realizarse con o sin clarificación previa (separación de lodos). Cuando se trata de labores de interior, es mucho más importante el correcto y adecuado dimensionamiento y la construcción de los sistemas de captación periférica de las aguas subterráneas, de tal manera que puedan ser conducidas fuera del área de afección antes de que entren en contacto con las labores de mina y sean contaminadas. Aun así, es imposible evitar completamente la circulación de aguas por estas labores, por lo que será necesario el diseño y construcción de las oportunas infraestructuras de canalización y conducción de aguas hasta las infraestructuras de bombeo al exterior. Debido a su circulación por las distintas cámaras, rampa, galerías y pozos, esta agua irá cargándose de lodos que se generan por:

- Detritus de perforación
- Polvo y finos generados por las voladuras
- Degradación del mineral durante la carga y transporte.
- Polvo generado en las estaciones de chancado, si existen
- Degradación de capas de rodadura en galerías y rampas
- Finos procedentes del relleno de las excavaciones de explotación



figura 4

### Redes Aire Comprimido

Se denomina comprimido el aire que se encuentra a una presión superior a la atmosférica; esta condición del aire comprimido se obtiene mediante bombas o compresores. Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo neumático de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

Un importante requerimiento en la minería es definitivamente el suministro confiable de aire comprimido, entendido como la disponibilidad permanente de aire a la presión adecuada, en la cantidad requerida y con la calidad apropiada.

El aire comprimido es vital para las operaciones mineras, ya sea como fuente de energía, como medio de transporte de líquidos y sólidos, como insumo para un proceso o como medio de transmisión de señales para instrumentación y control. Muchas de las operaciones críticas de una faena minera están indisolublemente ligadas al suministro adecuado de aire comprimido.

Generalmente se tiende a tratar el tema de la confiabilidad del suministro de aire mediante la adición de capacidad de generación -se agregan compresores y equipos de tratamiento, en la medida en que se haga necesario de acuerdo con el comportamiento observado en la planta. Esto crea la noción de que un sistema confiable es simplemente un sistema sobredimensionado en su capacidad de generación, que cuente con compresores de respaldo.

Lo anterior es cierto en parte; un sistema sobredimensionado tendrá eventualmente la capacidad suficiente para cubrir la demanda total del sistema. Sin embargo, disponer de una gran planta de compresores no es suficiente: es preciso también contar con el sistema de regulación y la capacidad de almacenamiento adecuados para que los equipos entren en carga y salgan de carga cuando el consumo del sistema lo requiera, y no ante señales de presión que pueden generarse al interior mismo de la tubería de conducción de aire comprimido, producto de almacenamiento insuficiente o consumos de grandes volúmenes.

Otro factor que se debe tener en cuenta para garantizar el suministro de aire es la entrada de los compresores de respaldo. Estos deben ser integrados al sistema de control automático para poder ser puestos en marcha sin la intervención del operario, ante una eventual falla de uno de los compresores principales (esto garantiza que se pondrán en marcha de inmediato cuando se requieran). Es importante tener en cuenta el tiempo que tarda un compresor de respaldo desde el momento en que recibe la señal de partida hasta que entra en condición de carga. El aire acumulado en el sistema debe suplir los requerimientos de consumo durante este lapso, de lo contrario la presión del sistema caerá, con lo cual se afecta la eficiencia del secado y filtración y se pueden ver comprometidos los procesos productivos. Se tiene, pues, un sistema sobredimensionado con capacidad de respaldo, con sistema de regulación automática (con activación inmediata de los equipos de respaldo) y con la capacidad de almacenamiento adecuada, la cual puede ser complementada con la instalación de dispositivos de expansión de aire, los cuales optimizan el volumen de aire acumulado en los estanques. Lo anterior, nuevamente, es un requisito, pero no es suficiente para optimizar la confiabilidad del suministro. Es preciso conocer la aplicación y normar el consumo

### **Uso de Aire Comprimido**

Por su alto costo, en relación a la ventilación mecanizada, el uso del aire comprimido para atender la aireación de desarrollos debe limitarse exclusivamente a aquellas aplicaciones donde no es posible por razones prácticas el utilizar sistemas auxiliares de ventilación como es el caso particular del desarrollo manual de chimeneas o piques inclinados. El uso de sopladores de aire comprimido para ventilar los desarrollos horizontales, se debe limitar a aquellas galerías de pequeña sección que por la falta de espacio físico no hacen posible los tendidos de mangas de ventilación y para acelerar la salida de los gases en los sistemas aspirantes, instalando los sopladores en el extremo de la cañería de aire comprimido cercana a las frentes (zona muerta), siempre que no sea posible el uso de ventiladores eléctricos portátiles con manga lisa que impulse aire a la frente en avance.

Mecanismo que transforma energía exterior en eléctrica, termodinámica o neumática

El aire comprimido puede producirse mediante dos procesos: Compresores alternativos radiales y axiales. (De tipo pistón) y compresores rotativos (compresores helicoidales, de paletas, Roots o de anillo líquido).



- ✓ El almacenamiento de aire comprimido para satisfacer fuertes demandas que superen la capacidad del compresor.
- ✓ El mantenimiento de las pulsaciones del compresor
- ✓ El enfriamiento del aire comprimido y la recolección del condensado residual.
- ✓ El secador de aire reduce el contenido de vapor de agua del aire comprimido.
- ✓ La humedad puede provocar el mal funcionamiento del equipo, el deterioro de los productos y corrosión.
- ✓ Se utilizan dos métodos: absorción y refrigeración.

Los filtros restringen el paso de las partículas de aceite y agua que el aire comprimido transporta dentro del sistema. Los drenajes de condensado eliminan el condensado (agua condensada mezclada con otras impurezas generadas por el aire comprimido y fuentes de contaminación). El separador recibe el condensado de los drenajes. Separa el aceite y el agua evitando vertidos contaminantes.

La suciedad, la humedad y el aceite están en todas partes. Pero no deben estar en su caudal de aire comprimido. Polvo, suciedad, polen, microorganismos, humo, emisiones de gases y otras partículas. Humedad en forma de vapor de agua. Aceite, hidrocarburos no quemados que quedan en el aire y refrigerante del compresor arrastrado a la línea. Gases cáusticos como los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos de cloro.

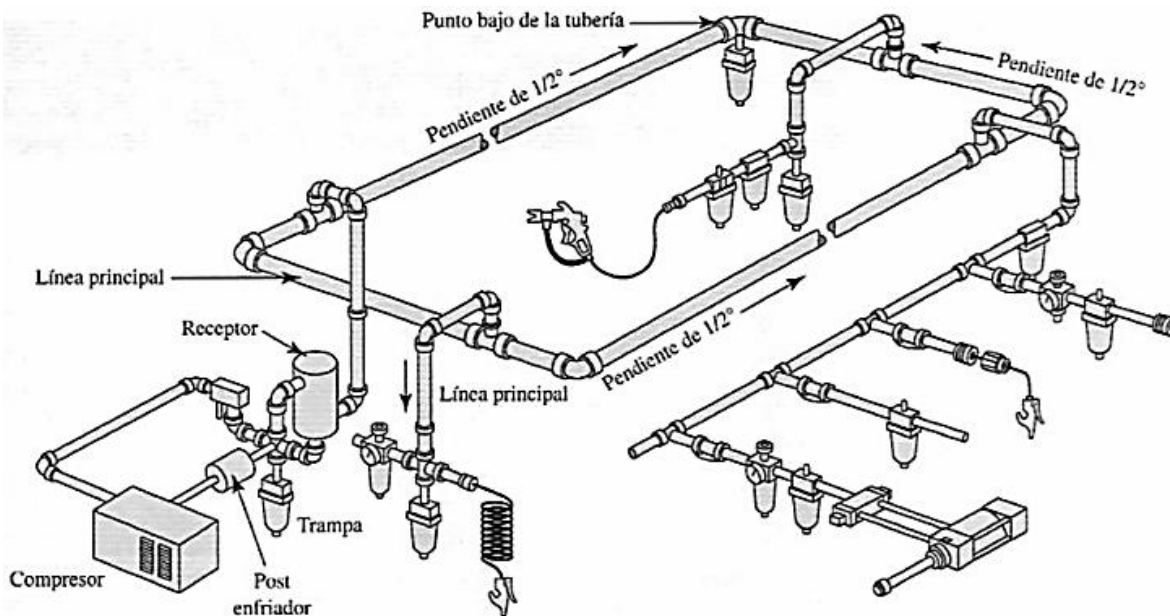


figura 5

## Redes de Agua

Uso del agua en construcciones mineras:

### Recurso valioso

La construcción en zonas extremas se torna un desafío. El agua, ya escasa, se necesita en abundancia para los procesos de hormigonado, pero en mayor cantidad para las perforaciones de la minería subterránea.

Del cuidado de este recurso y de la implementación de nuevas tecnologías dependerá el desarrollo de la futura minería en las zonas áridas del país, ricas en minerales y pobres en agua.

El problema de la baja disponibilidad del agua está en niveles delicados. La preocupación por el abastecimiento de este recurso es transversal, puesto que afecta tanto a los habitantes del norte como a las mismas compañías de extracción. Es así como esta zona rica en recursos naturales debe lidiar, al mismo tiempo, con las dificultades de estar en el desierto más seco del mundo.

Por lo mismo, estudios han proyectado la demanda de agua fresca para los procesos mineros. Entre sus últimos informes se indica que en 2012 el consumo de agua fresca llegó a los 12,4 metros cúbicos por segundo, mientras que a 2021 se estima será de 18 metros cúbicos por segundo (en caso de que los proyectos de desalinización de agua de mar se realicen). Una carrera contra el tiempo que, tanto proyectos nuevos como los que están actualmente en funcionamiento, deberán tener en cuenta.

En concreto, durante 2012 la producción de concentrados utilizó 74% en el consumo total de agua fresca por parte de la minería del cobre, 15% en variados usos como el agua en la mina para la supresión de caminos, campamentos, servicios u otros y 11% en la producción de cátodos.

### En la faena húmeda

En cuanto a la preparación del hormigón, idealmente el agua debe ser dosificada en la planta para asegurar un mejor estándar en calidad del producto. “Sin embargo, dada la naturaleza específica de ciertos trabajos (cercanía a la planta, volumen de consumo, equipos disponibles, otros), hay veces en que la mezcla se humecta en el lugar de trabajo, empleándose en muchos casos bolsas o Big Bags premezclados en seco y pre dosificados”.

Y es que el agua utilizada en el hormigón no deja de ser significativa. Para el caso de trabajos con lechada de cemento, shotcrete o concreto, explica, el uso tiene relación con la razón de agua-cemento que se deba emplear en cada mezcla y el volumen de mezcla a emplear en cada trabajo.

Para lechadas de cemento, la relación de agua-cemento oscila entre los 0,35 a 0,42 (cantidad de agua por cantidad de cemento a emplear), donde se utiliza un saco de cemento por cada 18 litros de agua. Mientras más volumen de cemento más agua se emplea. Lo mismo pasa con

el shotcrete y el concreto. En ambos casos es mezcla de áridos, aditivos, cemento y agua. “Las restricciones en el uso del agua si bien pueden ser similares, no siempre se dan. Para la preparación de mezclas cementadas, la condición es que sea agua potable o similar, que posea mínima cantidad de arcillas, ni menos otros contaminantes (libre de durezas, y pH neutro). En general, el agua de amasado del hormigón deberá ser potable. Se puede emplear aguas no potables pero deben cumplir los requisitos de la norma NCh1498”.

En tanto, en el proceso de curado del hormigón también puede ser necesaria el agua cuando se trata de elementos de grandes dimensiones, añade Lema.

### **En las perforaciones**

Entre el uso del agua para el hormigón y las perforaciones, donde se requiere de una mayor concentración de este elemento, es en las obras de excavaciones subterráneas. El agua para perforar se utiliza principalmente para barrer el detritus o roca molida que se forma al interior del hoyo cuando se está taladrando y también para enfriar el bit y la sarta de barras de perforación. En este proceso, la tasa normal de consumo depende del equipo de perforación a emplear, pero típicamente se emplea en perforación mecanizada del orden de 1,1 a 1,5 litros por segundo por brazo de perforación. La velocidad de perforación fluctúa entre 1,8 a 2,5 metros por minuto, valor que puede variar dependiendo de la potencia de la máquina perforadora.

En tanto, la tecnología también avanza a favor de la sustentabilidad y el ahorro de agua. Es el caso de las nuevas máquinas perforadoras con barrido semi-húmedo, las cuales usan la mitad o inclusive menos cantidad de agua que el uso convencional. Para grandes perforaciones, de 5 x 5 metros (22 metros cuadrados aproximadamente), en roca competente (roca frágil cuyo límite de plasticidad es coincidente con el de ruptura) del orden de 48 tiros, consume 1,2 litros por segundo. En una tanda de perforación (1,5 horas) el equipo consume 6,7 metros cúbicos de agua sin contar el empate de los tiros y los tiempos muertos. Con todo, el gasto de este recurso en una perforación de este tamaño es de 7 metros cúbicos de agua en una ronda. En total, se requiere de 1,75 metros cúbicos de agua por cada metro de avance de túnel.

En minería subterránea el agua también se emplea para regar la marina previa al inicio del carguío y transporte. Con esto se cumple la doble finalidad de asegurar una mejor ventilación, liberando los gases de la tronadura de la cama de marinas y mayor supresión de polvos.

Cuando el trabajo se hace con máquinas Raise Borer, el agua es reutilizada al disponer de una piscina de decantación de agua, la cual posee compartimentos para decantar y reutilizarla. Cuando el lugar es apartado y no cuenta con conexión al sistema centralizado del mandante para tratar RILES (residuos líquidos industriales) se utiliza una planta de tratamiento de aguas.

En cuanto a la pureza del elemento, el uso de agua industrial para perforación debe cumplir con condiciones similares que las del agua para preparar mezclas de hormigón, pero con menos grados de restricción. “La dureza y el pH del agua sigue siendo importante, pero la cantidad de

sólidos en suspensión es significativamente el factor más importante, dada la abrasión que sufren los equipos y partes interiores al recircular esta agua”.

Siempre y en todo lugar de Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea se debe considerar la instalación segura en cuanto a ubicación, altura, tipos de soportes de instalación, todas las condiciones antes mencionadas en función de evitar los daños por deterioro por el paso de los equipos y asegurar las vías en donde hay tránsito peatonal para evitar accidentes por descuelgues o caídas de instalaciones.

### **1.1. Identificación de peligros y evaluación de Riesgos**

Una evaluación de riesgos es un proceso de identificación de los peligros que tienen el potencial para dañar al personal durante las tareas de trabajo. Estos peligros pueden provenir de los objetos y equipos que se utilizan o del ambiente de trabajo.

El objetivo del proceso de evaluación de riesgos es eliminar un peligro o reducir el nivel de su riesgo mediante el control de este, según sea necesario. De este modo, se ha creado un lugar de trabajo más seguro. Es un paso importante en la protección propia y de sus compañeros de trabajo.

Uno de los riesgos más importantes de accidentes en las labores mineras subterráneas, es la caída de rocas desde el techo de las galerías o de sus cajas o costados. Al construir labores subterráneas, se extrae un volumen de masa rocosa que provoca cambios en las condiciones naturales de equilibrio. Se crean espacios en los cuales las caras libres quedan sometidas a fuerzas que quedan sin oposición y convergen hacia el espacio vacío, provocando grietas en el techo y las cajas, y pueden generar el desprendimiento de rocas sueltas o planchones y estos son los que provocan una gran cantidad de accidentes en las tareas y labores en mina subterránea.

Los accidentes en la instalación de servicios se pueden favorecer por condiciones inadecuadas de:

- Características y condiciones determinadas de la masa rocosa.
- Forma y dimensiones de la excavación.
- Método empleado de explotación.
- Debilitamiento producido por las tronaduras.
- Presencia de agua.
- Soportes en mal estado o bajos.
- Cañerías en mal estado.
- Uso incorrecto de los equipos de apoyo para la instalación de servicios.

Estas condiciones pueden aumentar la probabilidad de accidentes en la tarea de instalación de servicios. La prevención de estos riesgos comienza con un adecuado diseño de las labores mineras, un correcto diagrama de disparo y una adecuada dosificación de explosivos. No obstante, la acuñadura es fundamental para el mantenimiento de labores seguras y la fortificación en aquellos casos que no presente la condición de auto soporte. De esta manera, el objetivo de estas acciones es asegurar la estabilidad física de labores de las obras en minas subterráneas.

Siempre debemos tener en cuenta antes de la instalación de servicios las siguientes recomendaciones:

- ✓ Uso de los elementos de protección personal.
- ✓ Una inspección del sector en donde se trabajará.
- ✓ Deberá en conjunto a sus trabajadores realizar el ART (análisis del Riesgo de la Tarea
- ✓ Aplicar todas las medidas preventivas (Tales como cerrar todos los accesos al sector).
- ✓ Confinamiento de área
- ✓ Controlar el estado de herramientas y uso de los Elementos de Protección Personal.
- ✓ El confinamiento del área con letrero “ÁREA RESTRINGIDA”. Mientras se desarrolla esta actividad.
- ✓ De ser necesario solicitar acuñadura o acuñar en altura, para esto se designara un operador y utilizara un equipo de levante, quienes trabarán en forma muy bien coordinadas realizando la tarea.
- ✓ Instalará equipos auxiliares de iluminación, como focos halógenos cuando sea necesario.
- ✓ Verificar visualmente o con algún instrumento estado la ventilación, pisos y nivel de agrietamientos en el sector, roturas, cercanas con otras labores y tomar las medidas preventivas necesarias tales como, la construcción de tapados, el uso de arnés y cola de seguridad cuando se trabaje en altura.
- ✓ Solicitará desenergizar, retirar y/o proteger cajas e instalaciones eléctricas, con el propósito de evitar contactos eléctricos.
- ✓ Retirar a todo el personal ajeno a la operación de instalación de servicios.
- ✓ La instalación de servicios tiene los siguientes objetivos básicos:
  - Proteger a las personas entregando ventilación adecuada para la permanencia en sectores de nuevos desarrollos
  - Evitar el exceso de polvo de sílice en los avances mineros donde debemos utilizar agua para los equipos de perforación.

## 1.2. Procedimientos de ingresos a las áreas

Al instalar servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea debe cumplir las siguientes normas:

- Correctos estándares de operación de equipos de apoyo para la tarea.
- EPP adecuado.
- Identificación de las zonas donde se instalaran los servicios.
- Equipo adecuado en el sitio.
- El equipo debe estar en buen estado.
- Tipo y número adecuado de materiales en el sitio.

Si cualquiera de estos elementos no se cumple, es posible que pierda tiempo valioso. No podrá realizar la instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua.

Por lo tanto, es importante revisar todos los equipos y materiales con el check list que corresponda.

#### **Coordinar con el personal a cargo del área para realizar las tareas de instalación de servicios.**

A veces, las áreas de avance y desarrollo minas deben dejar de funcionar para poder instalar los servicios. Por ejemplo, no se puede instalar servicios en áreas que están próximas a ser quemadas con explosivos. Al final del proceso de instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua, se deberá entregar el área libre de materiales y equipos al personal a cargo, indicando la salida de todo el personal involucrado en la tarea.

El proceso para reanudar las producciones y los servicios normales incluye una serie de factores. Debe haber:

- Finalizado realmente la instalación de todos los servicios solicitados.
- Retirado todos los equipos y materiales del sitio.
- Revisado que no haya personas o personal en el sitio.
- Cerrado las cubiertas, los pestillos, portones, las puertas de ventilación u otras.
- Regresado las válvulas, llaves de paso, tapas de drenaje y otros elementos a su posición correcta.
- Haberse retirado del área si es requerido (por ejemplo, en operaciones mineras que usan explosivos).
- Informado al personal adecuado de fallas, fugas u otros problemas de seguridad que se observó en el sitio.
- Informado al personal adecuado que las operaciones se pueden reanudar.
- Entregado, completado y firmado la documentación requerida.

#### **Uso de elementos de protección personal (EPP)**

La seguridad en el lugar de trabajo es de suma importancia para los trabajadores. Mantenerse seguro implica una serie de consideraciones que es necesario tener en cuenta cada vez que entra en el lugar de trabajo. Estas son:

- Seguir las normas
- Llevar y utilizar los elementos de protección personal adecuada (EPP).

Seguir las reglas o "seguir las prácticas de trabajo establecidas" es un proceso normal en muchos ámbitos de la vida. Los conductores siguen las reglas de la carretera (prácticas de trabajo establecidas) y utilizan elementos de protección - cinturones de seguridad, autorrescatador, calzado adecuado, casco, lentes, sistema contra caídas en caso de trabajo en altura física, etc.

Por lo general, se obtiene información sobre las prácticas de trabajo de varias maneras.



Éstas incluyen:

- Verbalmente en la inducción.
- En forma impresa en la inducción.
- Las sesiones de capacitación.
- Verbalmente de sus compañeros de trabajo, supervisores.
- De señales y avisos en el lugar de trabajo.
- De las instrucciones y procedimientos normalizados de trabajo escritos (procedimientos de operación estándar).

Si se descubre un equipo defectuoso, es esencial que:

- Se notifique al supervisor.
- Seguir sus instrucciones o las señaladas en los materiales de referencia.
- Los elementos de protección personal (EPP) incluyen abrigo, overoles de trabajo, guantes, lentes de seguridad, botas de trabajo, casco y otros artículos que se pueden usar para protegerse de los peligros en el lugar de trabajo.
- Siempre se debe usar el EPP apropiado en áreas peligrosas designadas y respecto de ciertas actividades según las indicaciones de las políticas de su empresa. Los métodos estándar también deberían proporcionar orientación para el uso del EPP en las actividades relacionadas con la instalación de servicios.
- El EPP debe inspeccionarse regularmente por motivos de limpieza y defectos. Algunos elementos, como los guantes, pueden ser desechables y se entregan otros nuevos todos los días, o incluso durante un turno.
- Los delantales y overoles requieren lavado regular.



- Otros elementos, como los zapatos de seguridad y los lentes de seguridad durarán más tiempo, pero también tendrán que ser reemplazados.
- Nunca usar EPP que estén sucio, con fallas, de tamaño o tipo equivocado. Se debe reportar todas las fallas y haga arreglos para un recambio si el problema no se puede arreglar antes de iniciar o continuar el trabajo.
- Los horarios y procedimientos deben estar en vigencia para la inspección y mantenimiento regular de los EPP.
- La señalización de EPP se encuentra a menudo en los lugares de trabajo y transmite información importante de SSO. El siguiente ejemplo define claramente el EPP a ser usado:



figura 6

### Repaso de Conceptos Claves

INSTALACION DE SERVICIOS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

Identificación de los servicios a instalar y los riesgos asociados.

COMPRENDER LOS PROCEDIMIENTOS DE INGRESO A LAS AREAS

Identificación de los requisitos para los ingresos a las áreas donde se instalarán los servicios.



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 1: Instalación de servicios e identificación de Peligros y procedimientos de ingreso a las áreas.

- **Estrategia Metodológica**

El instructor a través de los reglamentos, procedimientos y videos demostrativos realizará actividades de identificación de peligros y la comprensión de la necesidad de la Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Reconocer la necesidad de Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea y los peligros asociados a esta tarea, respetar los procedimientos establecidos y comprender la importancia del uso de los EPP.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.



### 3. Descripción de la Actividad :



Etapas	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen los peligros que tienen el potencial para dañar al personal durante las tareas de Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea. Y de dónde pueden provenir estos. También deberán describir los requisitos necesarios para el ingreso a las áreas según procedimientos de la empresa.</b></p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la necesidad de respetar los procedimientos, conocer los riesgos asociados a la tarea de Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea, reconocer la importancia de los procedimientos.</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identifican los diferentes riesgos asociados a la Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea.</li> <li>b) Reconocen los requisitos para hacer ingreso a las áreas.</li> <li>c) Identifican los procedimientos establecidos por la empresa en la instalación de servicios.</li> <li>d) Realizan evaluación de un sistema de protección personal para evitar caídas en trabajo de instalación de servicios.</li> <li>e) Identifican los elementos de protección personal que deben usar en la tarea de instalación de servicios.</li> <li>f) Definen que es la ventilación, drenaje, aire comprimido y redes de agua.</li> </ul> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Termino de la actividad</p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario</li> </ul>
<b>Duración de la actividad</b>	90 minutos

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzará la Identificación de los riesgos y peligros con el fin de determinar medidas de control en el desarrollo de la tarea, un buen análisis del Riesgo de la tarea nos va a permitir evitar y prevenir los accidentes en esta tarea.

Reforzará el uso de los elementos de protección personal de los trabajadores que participan en la tarea de Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea.

El instructor realizara un repaso a los procedimientos que son una parte fundamental de esta tarea.

El instructor podrá utilizar videos explicativos para esta actividad en donde se logre identificar los temas antes mencionados.

## 2. Monitoreo de instalación de Servicios

**Aprendizaje esperado:** Identificar cada una de las etapas del proceso de instalación de sistemas de suministros de agua industrial, aire comprimido, drenaje y ventilación en mina subterránea.

### Conceptos Claves

IDENTIFICAR PROBLEMAS FRECUENTES EN TAREA DE INSTALACION DE SERVICIOS

COMPRENDER INFORMES QUE TIENEN RELACION CON TAREA DE INSTALACION DE SERVICIOS

Reconocer problemas que se puedan presentar en la tarea de instalación de servicios.

Reconocer los informes que tienen el detalle de los trabajos a realizar en la instalación de servicios y las novedades del turno.

### Introducción

En el proceso de reparación de parrillas de producción, nos podremos encontrar con varias dificultades. Por eso es necesario que todo el personal involucrado deba estar instruido de forma íntegra antes de iniciar cualquier trabajo. Es preciso que podamos reconocer las fallas más frecuentes que se nos presente desde problemas de coordinación, comunicación, así como también tener la instrucción adecuada para este tipo de tareas la cual debe quedar registrada con las firmas de todos los trabajadores involucrados. Cabe señalar que el personal designado para estos trabajos deberá tener la experiencia y calificación apropiada.

#### 2.1. Problemas y fallas más frecuentes

##### **Pérdidas y fugas en los sistemas de ventilación, drenaje, aire comprimido y redes de agua.**

Los puntos de fugas más frecuentes son:

- Juntas de tuberías y mangueras conectores rápidos de herramientas neumáticas
- Evitar reducciones de alta relación en los diámetros de tuberías
- Las salidas de la línea principal deben ser siempre de arriba hacia abajo
- La velocidad en línea principal debe ser entre 6 y 10 m/s. y en las secundarias, máximo de 15 m/s., para mangueras se admite hasta 30 m/s.

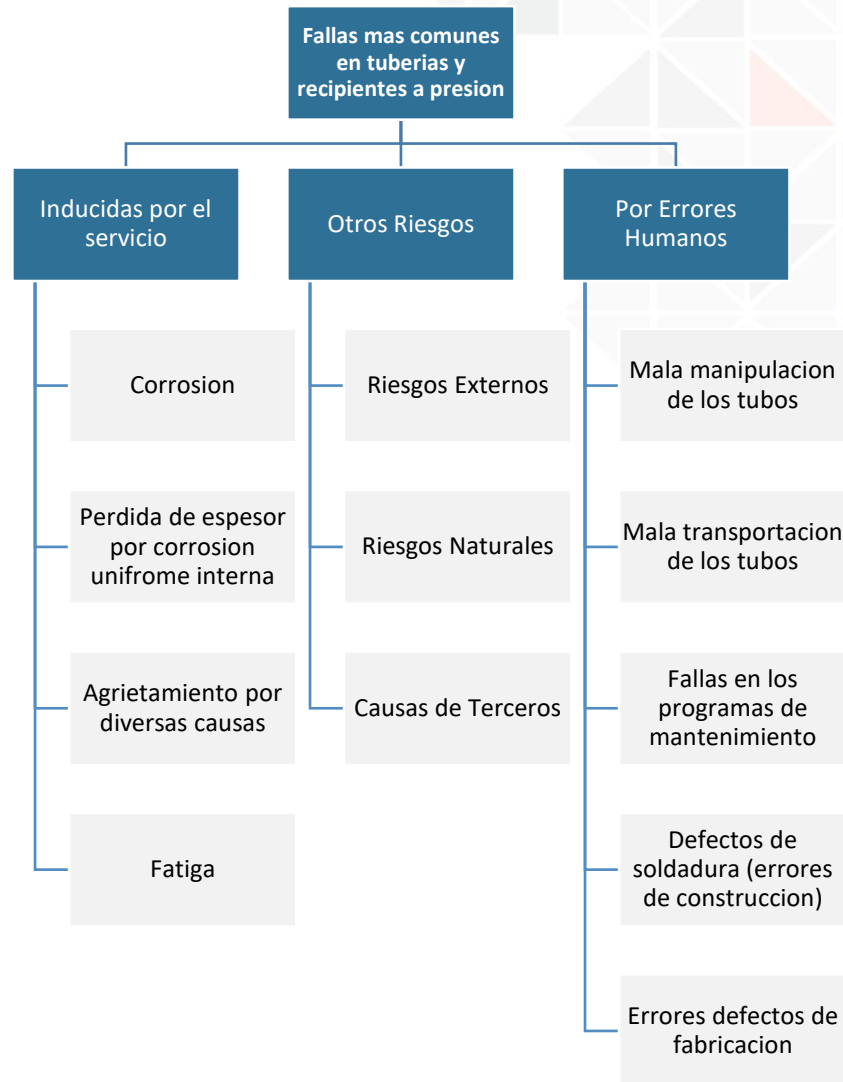


figura 7

Cuando nos enfrentamos con problemas en el sistema que pueden afectar al compresor debemos realizar un análisis e identificar el tipo de falla experimentada.

Existen categorías generales de fallas en el sistema, que podrían estar deteriorando al sistema por completo y/o al compresor. Enseguida enlistamos y explicamos las más comunes:

➤ Retorno de líquido:

Este problema es uno de los más comunes y ocurre durante el ciclo de funcionamiento del equipo. Sucede cuando se presenta un sobrecalentamiento del gas de succión de compresor, el cual tiende a 0. Esta succión “húmeda” puede remover la película de lubricante de las partes móviles del compresor y provocar su ruptura mecánica gracias al efecto detergente del refrigerante. Si el líquido logra pasar por los canales internos del aceite hacia los cilindros, puede remover tanto su lubricación

como la de los pistones, causando estrías y sobrecalentamiento. Esta situación podría provocar la contaminación interior del equipo.

➤ Golpe de líquido:

La característica principal de un compresor dañado por un golpe de líquido es por dentro, no se observará desgaste ni los pistones estarán rayados sino que se romperán las bielas o repentinamente se reventarán. Una de las principales causas del golpe de líquido, es que el refrigerante regresa al compresor en estado líquido debido a que la válvula de expansión no está dimensionada correctamente. En muchos casos, las instaladas en el campo son seleccionadas por personas que no están capacitadas adecuadamente, por lo que un técnico experto debe tener especial cuidado al revisar estas válvulas.

La segunda causa de este problema es el retorno del refrigerante líquido por la carga reducida, lo que provocará un congelamiento del serpentín de expansión directa debido a un flujo reducido de aire.

Ante estas condiciones, por lo general, la válvula de expansión no es capaz de proporcionar un control preciso.

➤ Problemas con la lubricación:

La falta de lubricante en áreas importantes está relacionada con el desgaste excesivo de las piezas. Los problemas que afectan comúnmente la lubricación son:

➤ Dilución del aceite:

Posiblemente, el problema más común de la lubricación es la dilución del aceite. Debido a que existe una gran afinidad del aceite con el refrigerante, durante los periodos de paro prolongados el aceite se puede diluir con el refrigerante, haciendo que ésta pierda gran parte de sus cualidades como lubricante.

➤ Pérdida de aceite:

Existen varios motivos que causan la pérdida de aceite de un compresor, algunos de ellos son: ciclaje corto, excesiva espumación de aceite y largos períodos de funcionamiento con carga mínima.

Dicha pérdida de aceite impide que el cigüeñal reciba la lubricación o enfriamiento necesario, lo que causa una cantidad excesiva de calor y desgaste en los agujeros de las bielas.



figura 8

➤ Viscosidad del aceite:

El sobrecalentamiento del compresor y el resultante del sobrecalentamiento del aceite provocan que éste pierda su viscosidad, haciéndolo incapaz de lubricar las partes móviles adecuadamente.

➤ Contaminación del sistema:

Son las fallas vinculadas con el desgaste excesivo, provocado por el daño mecánico o por el recalentamiento del motor. Algunos de los contaminantes más comunes encontrados en los sistemas de refrigeración son: humedad, óxido y suciedad, entre otros.

➤ Humedad.

La oxidación, corrosión, descomposición de refrigerante, o deterioro general, son algunos de los posibles efectos de tener la presencia de agua en forma de humedad en un sistema frigorífico.

La contaminación por humedad, es causada por aire introducido al sistema durante la instalación de tuberías de cualquier línea de refrigerante. Otra manera en que se presenta esta situación, es por el uso de aceites refrigerantes manipulados inadecuadamente y usados como sustitutos del aceite del compresor.

➤ Suciedad.

Materiales extraños como suciedad, fundente de soldadura, o productos químicos en combinación con el aire producen desequilibrios que provocan la ruptura de las moléculas de aceite. Estos factores aliados con el calor producido por las altas temperaturas de descarga del sistema y temperaturas de fricción pueden resultar en la formación de ácidos, lodo o una combinación de ambos.

➤ Óxido.

La aparición de estas sustancias se puede evitar expulsando el aire que está dentro del tubo con un gas inerte antes de aplicar el calor. En caso de observar vestigios de óxidos en el sistema frigorífico, estos pueden ser retirados instalando un filtro de limpieza en la línea de succión para retener el material antes de que entre al compresor.

➤ Problemas eléctricos:

Son problemas causados por daños mecánicos, los cuales pueden generar fallas en otras partes del sistema de refrigeración. Por lo general, la primera reacción cuando un motor se quema es pensar que algún componente del sistema eléctrico ha fallado, cuando la mayoría de las veces no es el caso.

Las fallas más comunes relacionadas con la parte eléctrica se originan por alguna de las siguientes causas: bajo voltaje, embobinados en corto circuito, sobrecalentamiento, arrastre del rotor y de problemas de comando eléctrico.

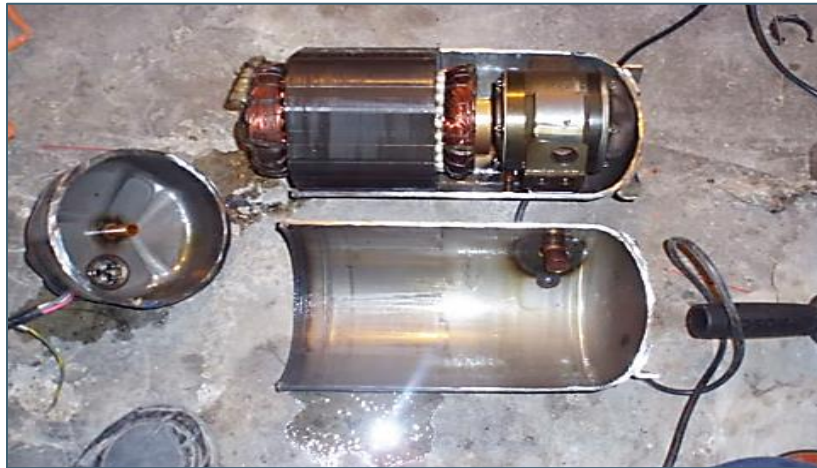


figura 9

**Fallas en los servicios de drenaje y redes de agua.**

➤ Fallas mecánicas.





figura 10

- Desgaste del metal por oxidación y corrosión.
- Fallas por soldaduras.
- Fallas por fatiga.
- Fallas por errores humanos, mala manipulación, mantenimiento pobre.
- Operación con un nivel de agua pobre.

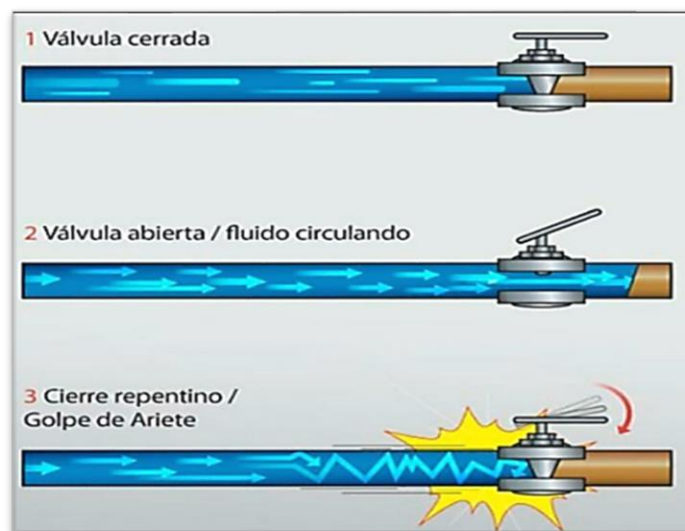


figura 11

### Suportación inadecuada

Otra falla de los sistemas de drenaje y redes de agua es una incorrecta soportación las fuerzas que se imprimen en las tuberías cuando se está descargando el agua en el volumen

requerido y el diseño, ocasionan que si no se encuentran correctamente soportadas, se rompan las cañerías al tener un desplazamiento anormal o que al caerse arrastren consigo las tuberías.



figura 12

#### Ductos de ventilación.

- Roturas en las mangas de ventilación
- Mangas de ventilación mal instaladas
- Mangas de ventilación bajas y mal afianzadas



figura 13

## 2.2. Reconocimiento de informes asociados

#### Formatos de Registro de información

- Cuando se requiera la instalación de servicios se deberá entregar un plano del área donde se requiere la instalación de los servicios.

- Confeccionar reporte en caso de detectar anomalías en el proceso de instalación de ventilación drenaje aire comprimido y redes de agua en el área donde se realizaran los servicios. También debe operar de acuerdo a los procedimientos e instructivos de la empresa.
- Siempre que encuentre alguna condición sub-estándar (ejemplo zonas sin acuar, planchones abiertos etc.) debe detener la tarea de instalación de servicios e informar al supervisor para tomar acciones correctivas, y deberá realizar el reporte de esta condición.

### 2.3. Entrega de novedades del turno.

#### Entrega de novedades del turno

El Supervisor a cargo o trabajador líder de la cuadrilla, deberá cumplir fielmente con la entrega de las novedades de final de turno.

Esta información debe ser clara en los aspectos de estado de los equipos de apoyo a la instalación de servicios y ubicación de estos y el avance de los trabajos realizados.

La información clara y oportuna para el turno entrante es de vital importancia ya que de esta manera evitara retrasos y demoras en el desarrollo de inicio del turno entrante, así como también la continuidad de las instalaciones y o materiales pendientes para el avance de la tarea programada.

#### Repaso de Conceptos Claves

IDENTIFICAR PROBLEMAS FRECUENTES EN TAREA DE INSTALACION DE SERVICIOS

COMPRENDER INFORMES QUE TIENEN RELACION CON TAREA DE INSTALACION DE SERVICIOS

Reconocer problemas que se puedan presentar en la tarea de instalación de servicios.

Reconocer los informes que tienen el detalle de los trabajos a realizar en la instalación de servicios y las novedades del turno.



### Actividad 2: Fallas más frecuentes e informes asociados a instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea.

- **Estrategia Metodológica**

El instructor a través de los procedimientos y videos demostrativos realizara actividades de identificación de fallas más frecuentes y la comprensión de los informes asociados a la tarea de Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Reconocer y comprender las fallas más frecuentes y los informes asociados en la tarea de instalación de servicios.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.



#### 4. Descripción de la Actividad :



Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen los problemas más frecuentes en la tarea de Instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea. También deberán describir la información de un informe asociado a la instalación de servicios.</b></p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la necesidad de comprender el plano de la ubicación para la instalación de los servicios y cuáles son los problemas más comunes en este tipo de tarea.</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Identifican cuales son los problemas y Fallas más frecuentes en la tarea de instalación de los servicios.</li> <li>Reconocen las consecuencias que se producirán por no saber comprender un plano del área a instalar los servicios.</li> <li>Los participantes deberán realizar un informe con los detalles de la tarea para el turno entrante.</li> </ol> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario</li> </ul>
<b>Duración de la actividad</b>	60 minutos

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzara la importancia de la información descrita en las novedades para el turno entrante y lo importante que es comprender la información que esta contiene, las ventajas de entregar una información clara van a ayuda de la toma de decisiones.

### 3. Características de los materiales

**Aprendizaje esperado:** Comprender cada una de las etapas del proceso de instalación de redes de suministros de: agua industrial, aire comprimido, sistemas de drenaje y sistemas de ventilación en mina subterránea,

#### Conceptos Claves

CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES EN  
INSTALACION DE SERVICIOS

IDENTIFICAR DIVERSOS TIPOS DE CAÑERÍAS,  
BOMBAS Y ACOPLES

Identificar las diferentes características de los materiales que se deben utilizar en la tarea de instalación de servicios.

Identificar los tipos de cañerías, acoples y bombas que se utilizan en los diferentes servicios.

#### Introducción

La utilización de diversos materiales requiere, realizar una evaluación de sus características y a fines para cada tipo de servicios a instalar. De estos tipos de materiales podemos destacar diferentes diámetros de cañería y tipo de material que están construidas, así como también los acoples para estas que son de vital importancia en su instalación.

#### 3.1. Tipos de cañerías

- ✓ Tuberías especializadas
- ✓ Tubería con costura
- ✓ Tubería de acero
- ✓ Tubería de acero inoxidable
- ✓ Tubería de cobre
- ✓ Tubería de polietileno
- ✓ Tubería de polietileno de alta densidad
- ✓ Tubería estructural
- ✓ Tubería galvanizada

- ✓ Tubería mecánica
- ✓ Tubería sin costura
- ✓ Tuberías de metal
- ✓ Tubo galvanizado
- ✓ Tubos de aluminio
- ✓ Tubos estructurales



### **Las tuberías de cobre**

Un producto de la revolución industrial a finales del Siglo XIX que comenzó a ser utilizado en las construcciones de principio del siglo XX, y que fueron utilizadas en masa a partir de 1950.

Hay diferentes tipos de tuberías de cobre que sirven para suministrar agua en casa-habitación y oficinas o empresas de diversa índole.

Se les ha usado para redes de cañerías subterráneas con la protección que requiere de acuerdo a las condiciones del lugar y la estructura donde se le utiliza.

Con el paso del tiempo se ha comprobado que el cobre con el que es manufacturado este tipo de tubería, forma minerales, por lo que no son realmente convenientes ni saludables para ser utilizado para tuberías de agua potable sin las previsiones pertinentes.

Las industrias utilizan las tuberías de cobre para transportar energía, sobre todo para el agua y el vapor así como sustancias petroquímicas. Los diámetros de estos tipos de tuberías son: M, L y K.L.

### **Las tuberías de acero**

Puedes utilizarlas en la construcción de viviendas y locales comerciales, así como hoteles, aun cuando resulta que el acero es muy pesado y éste permite la acumulación de minerales que al paso de los años se convierten en un tapón.

También es muy utilizado para los dispositivos contra incendios, más requiere mantenimiento preventivo.

Las tuberías de casa que suministran gas, por lo general están manufacturadas con acero o cobre.

Puedes usar las tuberías de acero para el desagüe del agua ya utilizada y para el suministro de agua destinada a la limpieza y la jardinería, aunque el tiempo de vida no resulte el mejor ya que el acero se corroe si es expuesto a las condiciones ambientales naturales.

### **En el caso de las tuberías de acero inoxidable**

Estas son utilizadas cuando se les usara para manejo de líquidos con muchas sales, sobre todo en la construcción de equipos marinos y en construcciones en litorales costeros ya que no se oxidan como el acero normal lo haría con el agua de mar.

### **Las tuberías galvanizadas**

Perfectas para evitar la oxidación del metal y porque al ser galvanizadas evitan la rápida corrosión, permitiendo que puedas dar mantenimiento preventivo en caso de que notes procesos de oxidación en el metal con el que está manufacturado este tipo de cañería.

### **Tuberías HDPE**

Las tuberías Lisas de HDPE se fabrican con resinas de alta calidad y confiabilidad de acuerdo a las más estrictas normas internacionales ISO 4427 y DIN 8074. Este producto termofusionable ofrece una solución a los problemas tradicionales de conducción, garantizando una larga vida útil y minimizando costos de mantención en sus diferentes aplicaciones como: conducción de fluidos (líquido o gas), relaves y soluciones de lixiviación; en emisarios marinos, obras sanitarias, sistemas de riego, entre otros. Actualmente se fabrican tuberías hasta 630 mm de diámetro corresponden a tuberías de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) y sus accesorios para diseñar y construir sistemas para la conducción de fluidos, sea esto a presión o en escurrimientos tipo canal. Las líneas de productos se han dividido dependiendo del servicio que prestan y del tipo de resina que se utilice para la fabricación, así se distinguen las siguientes líneas.

### **Redes de Aire Comprimido**

Esos tubos de color celeste que están colgados en la pared o del techo de su planta llevan una de las fuentes de energía más costosas que usan sus máquinas, el aire comprimido. Sus máquinas sin aire comprimido no funcionan y con un aire de mala calidad tendrán diversos problemas que redundaran en una disminución de la vida útil de la misma. Diseñar las cañerías de aire comprimido no es una ciencia, pero hay toda una ciencia detrás de las cañerías de aire comprimido.

Existen ciertas consideraciones de diseño que deben tenerse en cuenta. La principal y la más descuidada es el correcto dimensionamiento para evitar pérdidas de carga a futuro cuando la cantidad de máquinas de la planta aumente.

Pongámoslo en otra perspectiva: Usted tiene su planta o trabaja en una empresa que hoy tiene su instalación y una determinada cantidad de máquinas, por cuestiones que no vienen al caso la empresa comienza a crecer y comienzan a agregarse máquinas de producción que obviamente necesitan más aire comprimido y entonces se justifica la compra de otro/s compresor/es (en lugar de reparar las fugas, pero esto no es motivo de análisis en esta nota). Compran el compresor, lo instalan pero las máquinas no cuentan con la cantidad de aire que teóricamente debieran tener.



Nadie tomó en consideración los tubos de color celeste que están colgados en su planta que llevan una de las fuentes de energía más costosas que usan sus máquinas, el aire comprimido que siguen siendo los caños del primer día que se montó la planta entonces aquí aparecen los dolores de cabeza.

El material de construcción de la red es tan importante como su diseño. El material a lo largo del tiempo puede degradarse y dar paso a fugas, ser propenso a que aparezcan incrustaciones, ser muy rugoso y que por esto las pérdidas de carga sean muy importantes, sin incluir la complejidad para realizar modificaciones del sistema a medida que la planta evoluciona. Por eso en esta nueva entrada estaremos revisando las diversas tecnologías existentes para realizar redes de aire.

### **Tubos de Acero**

Estos tubos podemos clasificarlos en Hierro Negro o Galvanizado.

- Tubos de Hierro Negro:

Estos requieren soldadura en las uniones y por lo tanto mano de obra calificada puesto que serán equipos sometidos a presión. Las uniones serán estancas y al colocarlas en el lugar definitivo, permitirá el ajuste exacto de las piezas. Estos tubos permitirán ejecutar redes de hasta 20 pulgadas y soportar presiones del orden de los 25 bar. La desventaja principal que presentan estos tubos es el envejecimiento por oxidación. El peso de la instalación no es despreciable

- Tubos de Hierro Cincado (comúnmente llamados de acero galvanizado)

Estos tubos tienen uniones roscadas y por lo tanto con el correr del tiempo son propensos a la aparición de fugas con el correr del tiempo. La resistencia por fricción en su interior genera grandes pérdidas de carga (presión) a lo largo de la red. Realizar modificaciones en estas redes es complicado por la necesidad de mano de obra calificada y el herramental requerido. E tamaño de estos tubos llega a las 6 pulgadas.



figura 14

Caño de acero galvanizado reemplazado en la red

### **Tubos de acero inoxidable**

Los tubos contruidos en acero inoxidable pueden requerir uniones soldadas (disponibles hasta 8 pulgadas) o bien el sistema de cierre por compresión hidráulica de alta compresión hasta diámetros de hasta 60 mm. Estos tubos deben ser montados por personal altamente calificados. El costo de la cañería es muy costoso frente a otros sistemas de montaje y la cantidad de piezas disponibles es también limitada por no ser un sistema pensado para el desarrollo de redes de aire comprimido.

### **Tubos de cobre**

Estas cañerías actualmente presentan una desventaja fundamental que es económica frente a otros sistemas.

Como ventajas podemos mencionar la provisión en rollos del tubo y la posibilidad de doblarlo y ejecutar curvas de cualquier radio así como también la baja rugosidad interna. La corrosión en este sistema es baja aunque puede existir por corrosión o erosión. Los diámetros disponibles de estas tuberías son en función del tipo de cobre usado. El montaje de redes con este material requiere personal altamente capacitado.

### **Tubos de materiales sintéticos**

Normalmente están disponibles hasta diámetros máximos de 63 mm. Los sistemas de unión son muy diversos y es una de las tecnologías que más ha avanzado últimamente. Estas pueden ser por roscado, por fusión térmica y hasta con conexiones instantáneas. Los tubos pueden proveerse en rollos o bien en tubos rígidos. Estos tubos son libres de corrosión, son flexibles y exentos de mantenimiento. Como desventaja se puede mencionar la corta distancia apoyos, el gran coeficiente de dilatación y que la presión máxima de estos será función de la temperatura del entorno. Por último para ciertas aplicaciones puede llegar a ser una gran desventaja la posibilidad de generar cargas electrostáticas.



figura 15

Red realizada con caños plásticos roscados para agua

### Tubos de aluminio

Sin duda, es la tecnología que más se ha desarrollado y que actualmente está a la cabeza de recomendaciones. Estos son resistentes a golpes y roturas, la pared interior presenta muy baja rugosidad que trae aparejado una baja pérdida de carga y su peso es muy liviano. Actualmente las líneas para desarrollo de redes de aire comprimido en aluminio presentan diámetros hasta 120 mm, pueden conseguirse pintados con pintura electrostática para su correcta identificación. Las conexiones enchufables (como los conectores instantáneos usados en neumática con tubos de poliuretano) permiten que su velocidad de montaje baje a 1/3 contra otros sistemas y la practicidad de montaje no requiera de personal altamente calificado.

Los accesorios disponibles permiten fácilmente al usuario modificaciones a futuro así como también la conexión a redes existentes.

Estas tuberías por contar con conectores instantáneos pueden ser reutilizadas 100%



figura 16

Red de aire comprimido con tubos de aluminio



figura 17

Redes en material sintético con conexiones instantáneas de la línea John Guest

Para finalizar debo recomendarle enfáticamente que el desarrollo de la red de aire comprimido no sea dejado liberado al azar o diseñado “a ojo” ya que esos tubos de color celeste transportan la energía fundamental para sus máquinas.

Después de todo tras la gran inversión en máquinas de su planta piensa usted dejar librado al azar el transporte y calidad de la energía de las mismas.

Para llevarlo a un punto de ridículo sería como si usted para alimentar el nuevo equipo de aire acondicionado de 12000 frigorías usara un cable similar al del velador de su mesa de luz.

### 3.2. Tipos de acoples

#### Sistema de anillos ranurados

Los anillos tipo A y D están diseñados principalmente para ser soldados en cañerías de acero de gran diámetro, evitando ranurarlas directamente.



figura 18

SISTEMA PARA CAÑERÍAS DE EXTREMOS LISOS

Sistema para cañerías de ACERO CARBONO, ACERO INOXIDABLE o PVC en donde no se requiere ranurar. Estas están diseñadas para ser usadas con el acoplamiento Estilo 99 y con la Junta Estilo 38.



figura 19

#### SISTEMA PARA TUBERÍAS HDPE

El sistema ofrece acoplamientos para unir mecánicamente tuberías de HPDE. Acoplamientos Compatibles: Estilo 995 / Estilo 997 (transición HPDE/ACERO) / Flange Adaptador 994 / Flange de Respaldo 920



figura 20

Las carcasas de los Acoplamientos y los Fittings BRUNO® se fabrican en fundición nodular, según norma ASTM A536 GRADO 65.45.12. El grado define las propiedades mecánicas del material. Resistencia a la tracción mínima 65.000 PSI Resistencia punto de fluencia mínima 45.000 PSI Alargamiento mínimo 12 % Los acoplamientos para cañerías ranuradas se componen generalmente de dos segmentos iguales hasta 12" pulgadas, a mayor diámetro, se componen de segmentos idénticos múltiples para asegurar la concentricidad, facilitar el manejo y la instalación. Los distintos revestimientos, como caucho natural y poliuretano, pueden ser aplicados a los acoplamientos y fittings, éstos no deben exceder los 10 milímetros de espesor.

Empaquetadura exclusiva en forma de "C" que aseguran un cierre hermético triple.



figura 21

Produce un cierre hermético entre los extremos de la cañería y la ranura.



figura 22

Rodeada, reforzada y ligeramente comprimida por la carcasa.



figura 23

El cierre hermético se refuerza gracias a la presión o el vacío producido en el interior de la cañería.



figura 24

## CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

La forma más rápida, fácil, económica y segura de unir mecánicamente cañerías.

El sistema de conexión más versátil, económica y confiable. Su instalación es de hasta tres veces más rápida que la soldadura, más fácil y más segura que el roscado o el embridado y todo ello se traduce en un muy bajo costo de instalación. El sistema fue diseñado para tuberías estándar con

ranuras. La preparación de los extremos de las tuberías es rápida y fácil, puede hacerse en el taller o in situ, usando una variedad de herramientas para ranurado.

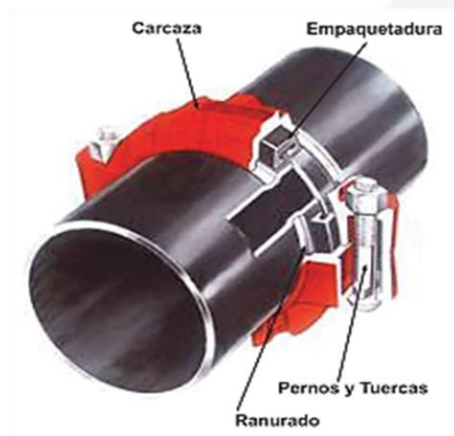


figura 25

**Flexibilidad** Su diseño permite expansión, contracción y deflexión, absorbiendo los movimientos longitudinales y direccionales de las cañerías debido a la separación existente entre ellas.



figura 26

### Atenuación de ruido y vibración

El diseño de cañerías ranuradas es independiente entre ellas y son selladas por la empaquetadura del acoplamiento. Esto permite progresivamente eliminar a lo largo del tendido cavitación, vibración y ruidos



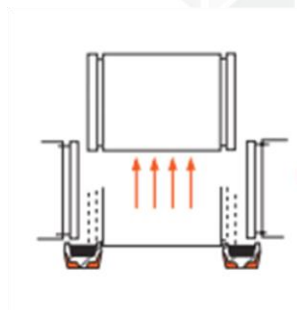


figura 27

### Facilidad de alineación

El sistema ranurado permite la rotación completa de las cañerías, acoples y fittings antes de su apriete, evitando la necesidad de alineación exacta en el montaje.



figura 28

### Versatilidad

Rápido y fácil de instalar ya que no requiere ni mano de obra calificada ni equipos. Sencillo de montar y desmontar, facilitando una eficiente inspección o mantenimiento.



figura 29

### Absorción de tensiones sísmicas

El calce circunferencial total de la carcasa en las ranuras de la tubería, proporciona una gran atenuación de la presión y carga en los extremos para soportar el movimiento de las cañerías.



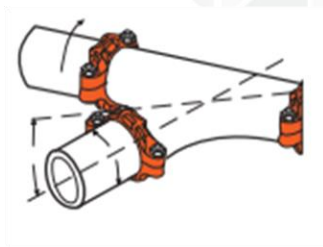


figura 30

### Fácil acceso al sistema

El desmontaje del acoplamiento permite un fácil acceso para limpiar, mantener, expandir o hacer cambios al sistema.

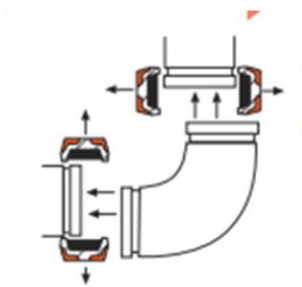


figura 31

### ACOPLAMIENTO FLEXIBLE ESTILO 75

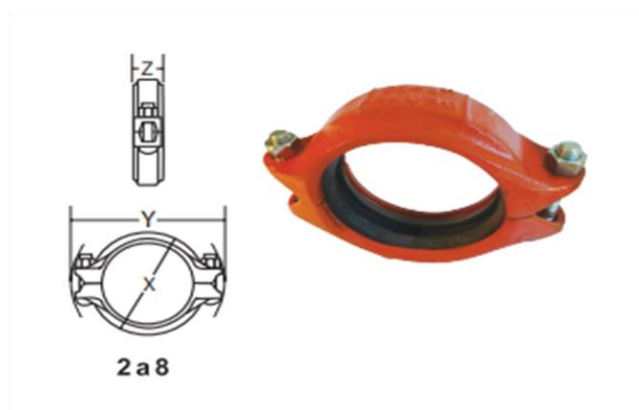


figura 32

### ACOPLAMIENTO FLEXIBLE ESTILO 78

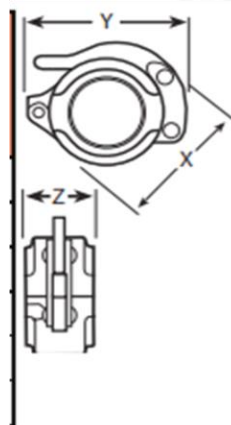


figura 33

### ACOPLAMIENTO FLEXIBLE ESTILO 77



figura 34

### FLANGE PARA RANURADO

Los flanges BRUNO<sup>®</sup> estilo 741 están diseñados para unir directamente componentes embriados con cañerías ranuradas. Su diseño articulado es rápido y fácil de instalar, ya que estos se enganchan en la ranura de la cañería y se apernan directamente a la brida sin problemas de alineamiento ni previa preparación, produciendo una unión rígida.

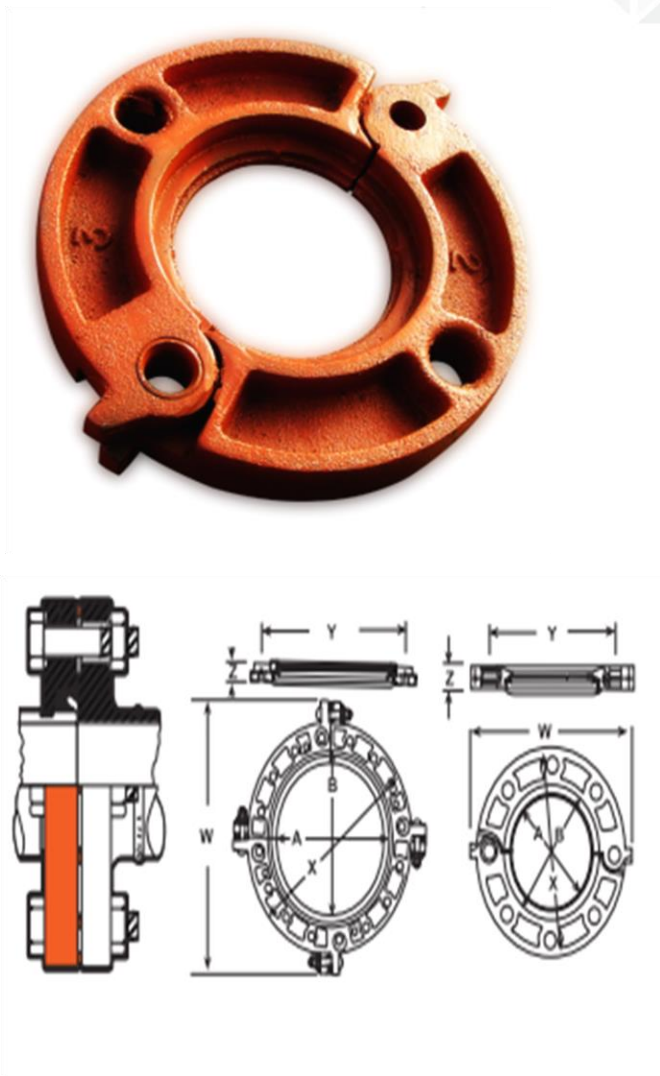


figura 35

## CODOS RANURADOS

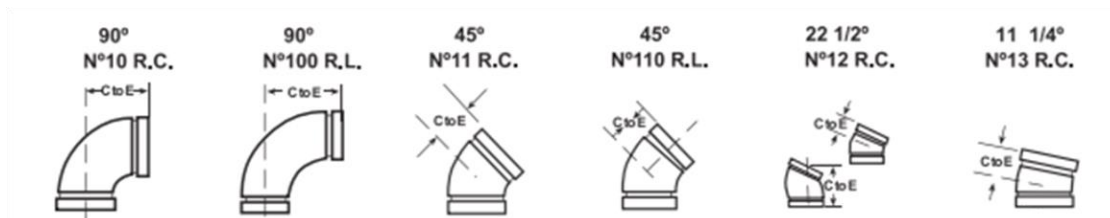


figura 36

Tee, Yee, Lateral, Cruz, Tapa.

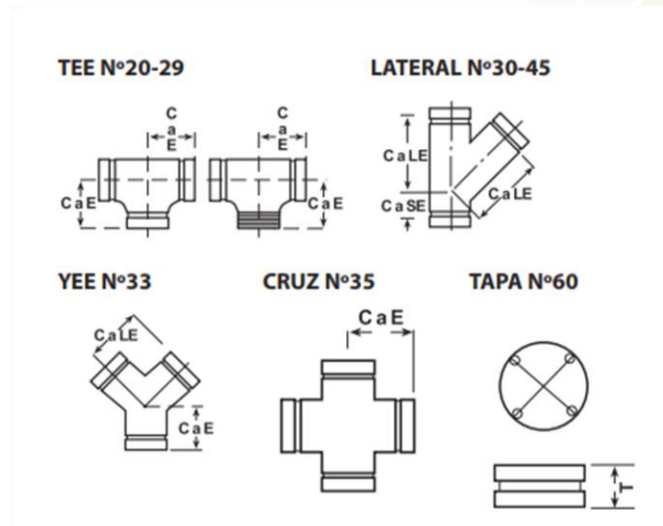


figura 37

### 3.3. Tipos de bomba

#### BOMBAS

Son máquinas que crean el flujo en los medios líquidos (agua, lodos) es decir desplaza y aumenta la energía del líquido. Durante el funcionamiento de la bomba, la energía mecánica (recibida por un motor) se transforma en energía potencial y cinética, y en un grado insignificante, en calorífica, del flujo líquido.

#### Clasificación

Conceptos actuales y basados en normas técnicas, dividen a las bombas en 2 clases principales:

Volumétricas: Embolo - Simple acción - Doble acción - Diafragma - Rotativas de placas Helicoidales  
Dinámicas: Centrífugas - Autocebantes - Axiales De torbellino o Vortex Además, se incluyen las bombas a Chorro de Agua y los Elevadores Neumáticos.

#### Descripción de émbolo

Son aquellas que tienen un pistón dentro de un cilindro que corre a lo largo de su eje, expulsa el agua por delante y aspira la carga por detrás, al mismo tiempo que la carrera. Al efecto de expulsión de agua y al mismo tiempo de aspiración de carga, se llama Bomba de Doble Acción o Efecto. Si la bomba tiene dos o tres cilindros en paralelo montados unos al lado de otros, se le llama DUPLEX, TRIPLEX, etc.

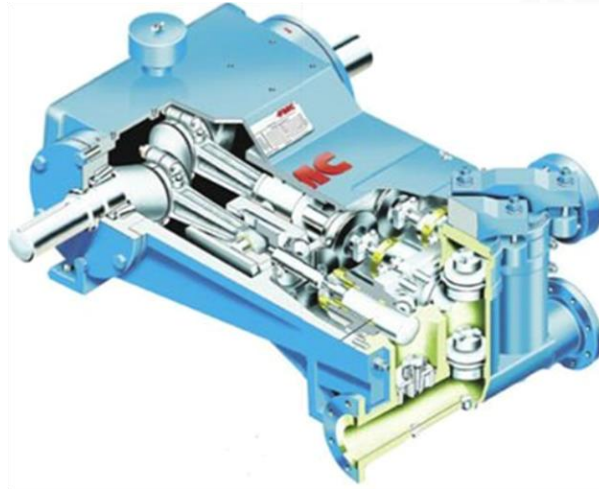


figura 38

### De diafragma

La parte central del diafragma flexible se levanta y se baja por medio de una biela, que está conectada a una excéntrica. Esta acción absorbe el agua a la bomba y la expulsa. Debido a que esta bomba puede manejar agua limpia o agua conteniendo grandes cantidades de lodo, arena y basura, es popular como bomba de construcción.

Es adecuada para usarse en obras donde la cantidad de agua varía considerablemente. El diafragma, que es muy accesible, puede cambiarse rápidamente. Rotativas de placas El rotor macizo con ranuras longitudinales y placas rectangulares que son empujadas hacia la periferia por las propias fuerzas centrífugas, son colocados excéntricamente en el cuerpo. Al girar el rotor, el líquido se aspira a través del tubo de alimentación a la cavidad interior, siendo expulsado por el tubo de impulsión. La bomba es reversible. La frecuencia de rotación es considerable. Pueden contar con mayor número de placas rectangulares.

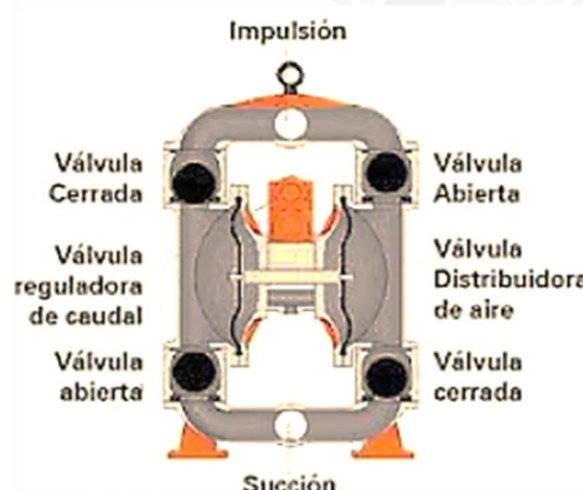


figura 39

### Rotativas de Engranajes

Las dos RUEDAS DENTADAS que engranan, cuentan con pequeñas holguras en el CUERPO. Una de las ruedas (la conductora) va dotada de un eje que sale del cuerpo; la otra rueda (la conducida) es libre.

Al girar las ruedas en la dirección indicada, el líquido de la CAVIDAD DE ASPIRACION llega a las cavidades entre los dientes y se desplaza a la CAVIDAD DE IMPULSION. Rotativas Helicoidales En el CUERPO CILINDRICO se ha colocado compactamente el TORNILLO, al lado de la PLACA que separa los canales entre las ESPIRAS del tornillo y los tapan herméticamente. Al girar el tornillo, el líquido encerrado en los canales entre espiras, se retiene en los dientes de la placa y se desplaza en dirección axial. De esta manera se realiza la ASPIRACION y la ALIMENTACION.



figura 40

### Centrífugas

Son aquellas que aprovechan el movimiento rotacional del eje. Pueden impulsar líquidos densos tales como relaves. Están provistos de rodetes ya sea abiertos o cerrados, de acero y recubiertos de jebe prensado con fines de prevención a la fricción y la abrasión de partículas. Las PALETAS de trabajo están unidas rígidamente con los DISCOS o al EJE DE ROTACION, que trasmite la fuerza motriz de rotación. Bajo la acción de las fuerzas centrífugas, el líquido aumenta su energía, se dirige al CANAL ESPIRAL y luego a la TUBERIA DE PRESION. A través del ORIFICIO DE ADMISION (simple o doble) se aspira continuamente el líquido, perpendicularmente a la tubería de presión.

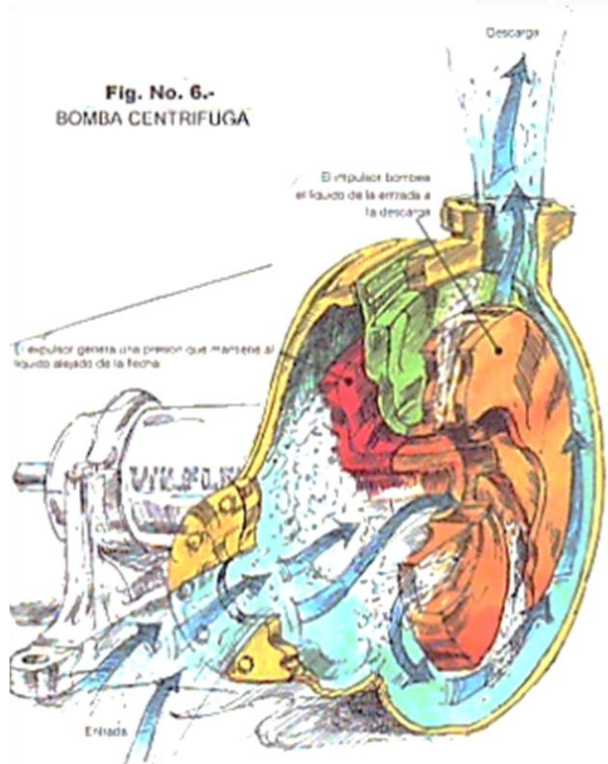


figura 41

### Autocebantes

Las bombas centrífugas más comunes instaladas en las plantas de bombeo de agua potable y de aguas negras, se colocan debajo del nivel del agua. Sin embargo, en las obras de construcción las bombas con frecuencia tienen que colocarse arriba del nivel del agua que se va a bombear. En consecuencia, las bombas centrífugas Autocebantes son más adecuadas.

Cuentan con una válvula check en el lado de succión de la bomba que permite que la cámara se llene de agua antes de iniciar la operación de bombeo. Cuando se pone a trabajar la bomba, el agua de la cámara produce un sello que le permite a la bomba absorber aire del tubo de succión. Cuando se detiene el funcionamiento de la bomba, retiene su carga de agua para el cebado indefinidamente.



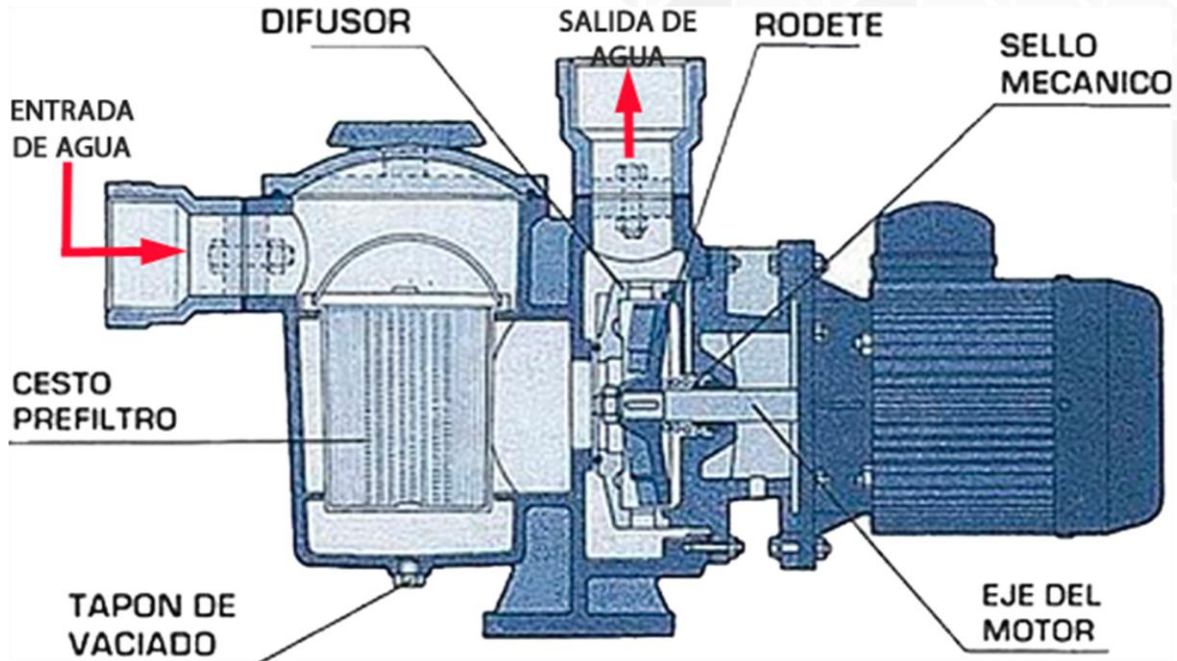


figura 42

### Axiales

Las bombas axiales de gran caudal se fabrican con disposición vertical del árbol. Pueden ser de una o más etapas. El CUERPO con el DISPOSITIVO GUIA va adosado sobre el BASTIDOR y la BANCADA. En el torneado cónico del extremo inferior del árbol se encaja el CUBO de la rueda de trabajo, que se fija con la ayuda de una chaveta y tuerca y gira a través de un COJINETE INFERIOR. Las paletas pueden ser sujetadas rígidamente (fijas) o pueden ser giratorias.

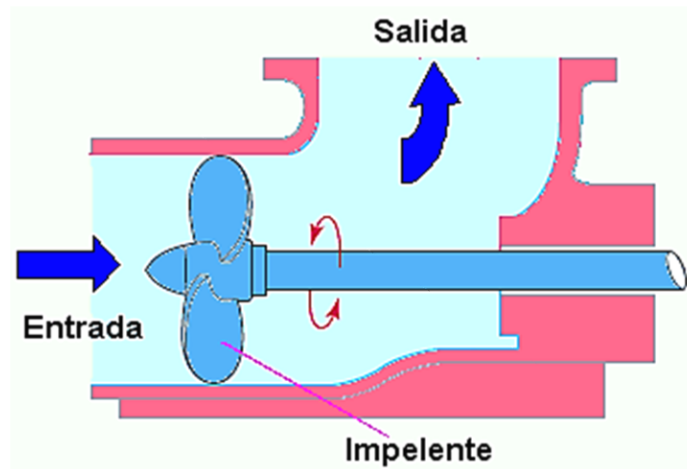


figura 43

**De torbellino o Vortex Dentro de la carcasa (cuerpo de la bomba)**



Se dispone concéntricamente la Rueda de Trabajo (Impulsor de Torbellino); al funcionar la bomba, el líquido es atraído por el Impulsor para salir por la Tubería de Impulsión. La entrada del líquido se realiza en la periferia del Impulsor.

### Bombas a Chorro para Líquidos

El flujo de líquido operante, que porta energía, pasa por el Tubo de Impulsión (1) que al estrangularse aumenta la velocidad del flujo y por lo mismo aumenta la energía cinética. Conforme a la Ley de Conservación de la Energía, el aumento de la energía cinética condiciona la disminución de la presión a la salida del Tubo de Impulsión y por consiguiente en la Cámara (2) que se comunica mediante otro tubo inferior al Depósito de Agua (3) bajo la influencia de la diferencia de presiones, la atmosférica al nivel del agua del Depósito (3) y el líquido sube a la Cámara (2), donde es arrastrado por el chorro de trabajo del líquido operante; se mezcla con él, llega al Tubo Divergente (4) y luego por la Tubería al Tanque superior a la altura  $h$ .

El rendimiento no es muy alto, pero la simpleza de su estructura y la ausencia de piezas móviles contribuyen a su aplicación en distintas instalaciones industriales. Elevadores Neumáticos El medio operante es aire comprimido. La elevación del líquido al Depósito (1) a la altura del Tanque (2) se efectúa por el aire comprimido que ingresa a la Botella (3): Estando cerrada la válvula de aire comprimido del Depósito de Agua (1), se llena de agua la Botella (3). Se cierra la válvula de agua del Depósito (1) y se abren las válvulas de aire comprimido y de la Botella (3); el líquido se expulsa al Tanque (2). El ciclo de alimentación se realiza periódicamente.

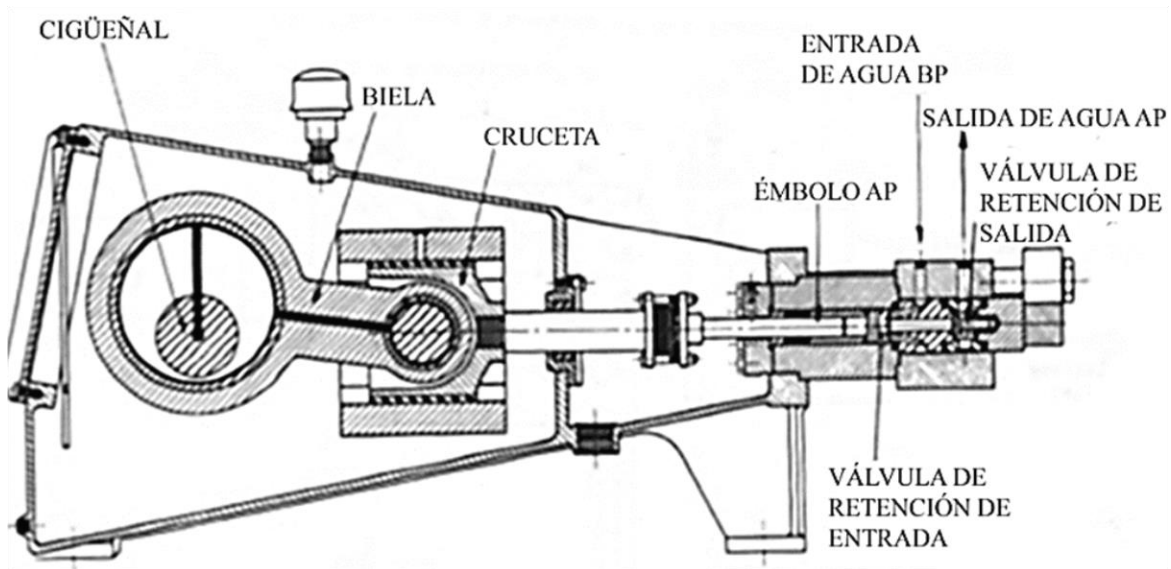


figura 44

## Repaso de Conceptos Claves

CARACTERISTICAS DE MATERIALES EN  
INSTALACION DE SERVICIOS

Identificar las diferentes características de los materiales que se deben utilizar en la tarea de instalación de servicios.

IDENTIFICAR DIVERSOS TIPOS DE CAÑERÍAS,  
BOMBAS Y ACOPLES

Identificar los tipos de cañerías, acoples y bombas que se utilizan en los diferentes servicios.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 3: Características de los materiales usados en la instalación de servicios de ventilación, drenaje, redes de aire comprimido y agua en mina subterránea.**

- **Estrategia Metodológica**

El instructor a través de los procedimientos y videos demostrativos realizara actividades de identificación de los Materiales que se deben utilizar en la tarea de instalación de servicios.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	•
Recurso Audiovisual	•
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	•
Trabajo en Sala de Clases	•
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

Reconocer los materiales y sus características para la tarea de instalación de servicios

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.



### 3. Descripción de la Actividad :

Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen los materiales que se deben utilizar en la instalación de servicios, dando una breve reseña de cada una de ellos de acuerdo al catálogo del fabricante. Reconocen los diferentes tipos de acoples utilizan en la tarea de instalación de servicios.</b></p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la necesidad de identificar los materiales que se utilizan y su propósito en la tarea de instalación de servicios.</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identifican las diferentes tipos de materiales y sus características.</li> <li>b) Reconocen las características de los tipos de acoples</li> <li>c) Reconocen los diferentes tipos de bombas a utilizar en la instalación de servicios.</li> </ul> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario</li> </ul>
<b>Duración de la actividad</b>	60 minutos

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzará la Identificación de los diferentes materiales y sus características, así como también la manera correcta de instalación en la tarea de instalación de servicios. Reforzará que el uso de estos materiales se debe realizar cuando el personal esté capacitado y entrenado.

#### 4. Parámetros de medición

**Aprendizaje esperado:** Comprender cada una de las etapas del proceso de instalación de redes de suministros de: agua industrial, aire comprimido, sistemas de drenaje y sistemas de ventilación en mina subterránea,

##### Conceptos Claves

IDENTIFICAR INSTRUMENTOS DE MEDICION EN TAREA DE INSTALACION DE SERVICIOS

COMPRENDER PARAMETROS DE MEDICION

Reconocer la importancia de los tipos de instrumentos de medición.

Identificar los parámetros establecidos de medición para los servicios instalados.

#### Introducción

En una variada gama de instrumentos de medición que existen en el mercado, destacaremos dos para la tarea de control de los servicios instalados. Estos instrumentos nos darán la lectura requeridas para el buen control de los servicios instalados.

##### 4.1. Instrumentos de medición

#### MANÓMETRO

Los manómetros son los instrumentos utilizados para medir la presión de fluidos (líquidos y gases). Lo común es que ellos determinen el valor de la presión relativa, aunque pueden construirse también para medir presiones absolutas. Todos los manómetros tienen un elemento que cambia alguna propiedad cuando son sometidos a la presión, este cambio se manifiesta en una escala o pantalla calibrada directamente en las unidades de presión correspondientes. Cuando el aparato de medición sirve para medir presiones que cambian muy rápidamente con el tiempo como por ejemplo, dentro del cilindro del motor de combustión interna, recibe el nombre de transductor, reservándose el nombre de manómetro para aquellos que miden presiones estáticas o de cambio lento.



figura 45

## EL ANEMÓMETRO

Un anemómetro es un aparato destinado a medir la velocidad relativa del aire que incide sobre él. Si el anemómetro está fijo colocado en tierra, entonces medirá la velocidad del aire reinante, pero si está colocado en un objeto en movimiento, puede servir para apreciar la velocidad de movimiento relativo del objeto con respecto al aire en calma. Estos instrumentos de medida para aire están equipados con un soporte para piedra preciosa y una hélice muy ligera con la que se puede medir la fuerza del viento o la corriente del aire con una gran precisión incluso a bajas velocidades. Para medir la velocidad relativa del aire es necesario utilizar algún proceso físico cuya magnitud varíe según una regla fija con respecto a la variación de esa velocidad. Procesos:

- La variación de velocidad de rotación de una hélice sometida al viento.
- La fuerza que se obtiene al enfrentar una superficie al viento.
- Diferencia de temperatura entre dos filamentos calentados por igual, uno sometido al viento y otro en calma.
- Aprovechando la presión aerodinámica producida en una superficie enfrentada al viento.
- Otros métodos ultrasónicos o de láser.



figura 46

## 4.2. Parámetros de medición

### Requerimientos de aire:

Las necesidades de aire al interior de la mina, deben ser determinadas en base al personal y el número de equipos que trabajan al interior de las labores en los niveles que componen la mina, además de conocer el método de explotación. El cálculo de las necesidades, permitirá ventilar las labores mineras en forma eficiente, mediante un control de flujos tanto de inyección de aire fresco, como de extracción de aire viciado. Esto permite diluir y extraer el polvo en suspensión, gases producto de la tronadura o de la combustión de los vehículos.

Para determinar el requerimiento de aire total se utilizan los siguientes parámetros operacionales:

#### a) Caudal requerido por el número de personas:

El Art. N° 138 del D.S. N° 72., exige una corriente de aire fresco de no menos de tres metros cúbicos por minuto ( $3 \text{ m}^3/\text{min.}$ ) por persona, en cualquier sitio del interior de la mina.  $Q = F \times N$  ( $\text{m}^3/\text{min.}$ ) Donde:  $Q$  = Caudal total para “n” personas que trabajen en interior mina ( $\text{m}^3/\text{min.}$ )  $F$  = Caudal mínimo por persona ( $3 \text{ m}^3/\text{min.}$ )  $N$  = Número de personas en el lugar. A pesar que este método es utilizado con frecuencia, se debe considerar “F” sólo como referencia, pues no toma en cuenta otros factores consumidores de oxígeno, como lo son la putrefacción de la madera, la descomposición de la roca, la combustión de los equipos, etc.

#### b) Caudal requerido por desprendimiento de gases Según Norma Chilena:

$$Q = 0.23 \times q \text{ (m}^3/\text{min.)}$$

Dónde:

- $Q$  = Caudal de aire requerido por desprendimiento de gases durante 24 horas
- $q$  = volumen de gas que se desprende en la mina durante las 24 horas

#### c) Caudal requerido por temperatura:

La legislación chilena señala que la temperatura húmeda máxima en el interior de la mina no podrá exceder de  $30^\circ \text{C}$ , para jornadas de trabajo de 8 horas. Como norma para el cálculo del aire respecto a la temperatura, se dan los siguientes valores:

HUMEDAD RELATIVA	TEMPERATURA SECA	VELOCIDAD MINIMA	PARA UNA LABOR DE $20 \text{ M}^2$ (5 X 4m.)
$\leq 85\%$	24 a $30^\circ \text{C}$	30 m./min.	$600^3/\text{min.}$

>85%	>30°C	120 m./min.	2240 m <sup>3</sup> /min.
------	-------	-------------	---------------------------

**d) Caudal requerido por el polvo en suspensión:**

El criterio más aceptado es hacer pasar una velocidad de aire determinado por las áreas contaminadas y arrastrar el polvo, a zonas donde no cause problemas. Según el Art. N° 138 D.S. N° 72 la velocidad promedio en los lugares de trabajo no debe ser inferior a los quince metros por minuto (15 m./min.). Para lugares con alta generación de polvo, este valor puede ser considerado hasta un 100% mayor. Hasta ahora, no hay método de cálculo aceptado por todos, que tome en cuenta el polvo en suspensión. Pero, velocidades entre 30 a 45 m./min. Son suficientes para mantener las áreas despejadas. En Chile, la velocidad máxima permitida en galerías con circulación de personal es de 150 m/min. Reglamento de Seguridad Minera ("RSM").

**e) Caudal requerido por la producción:**

Este método es usado generalmente en minas de carbón. Para minas metálicas, se debe tomar en cuenta el consumo de madera, ya que ésta fijará el porcentaje de CO<sub>2</sub> existente en la atmósfera. El cálculo se basa sobre la suposición de que la cantidad de gas (CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>) que se desprende es proporcional a la producción, expresado en forma matemática:

$$Q = T \times u \text{ (m}^3 \text{ /min.)}$$

Donde:

Q = Caudal requerido por toneladas de producción diaria (m<sup>3</sup> /min.)

u = norma de aire por tonelada de producción diaria expresada en (m<sup>3</sup> /min.)

T = Producción diaria en toneladas.

Para minas de carbón, "u" varía generalmente entre 1 a 1,7 (m<sup>3</sup> /min.).

En minas metálicas, con poco consumo de madera, varía entre 0,6 a 1 (m<sup>3</sup> /min.). Si el consumo de madera es alto, puede llegar hasta 1,25 (m<sup>3</sup> /min.) Un buen criterio es SUMAR el caudal necesario calculado según el personal que trabaja en la mina, con el caudal necesario calculado según el equipo Diesel y aumentar este total en un 20% o más por cortocircuitos o pérdidas.

**f) Caudal requerido por consumo de explosivo:**

La fórmula que se conoce para este cálculo puede ser criticada, ya que no toma en cuenta varios factores que se expondrán después de presentarla. Al tratarse de minas metálicas, este método es el que más se usa. Toma en cuenta la formación de productos tóxicos por la detonación de explosivos, el tiempo que se estima para despejar las galerías de gases y la cantidad máxima permitida, según normas de seguridad, de gases en la atmósfera. Para el cálculo de este caudal, se emplea la siguiente relación empírica:



$$Q = \frac{100 \times A \times a}{d \times t} \quad (\text{m}^3/\text{min.})$$

Dónde:

Q = Caudal de aire requerido por consumo de explosivo detonado (m<sup>3</sup> /min.)

A = Cantidad de explosivo detonado, equivalente a dinamita 60% (Kg.)

a = Volumen de gases generados por cada Kg. de explosivo.

a = 0.04 (m<sup>3</sup>/Kg. de explosivo); valor tomado como norma general

d = % de dilución de los gases en la atmósfera, deben ser diluidos a no menos de 0.008 % y se aproxima a 0.01 %

t = tiempo de dilución de los gases (minutos); generalmente, este tiempo no es mayor de 30 minutos, cuando se trata de detonaciones corrientes.

Reemplazando en la fórmula tendremos:  $Q = (0,04 \times A \times 100)/(30 \times 0,008)$  m<sup>3</sup> /min.

Entonces, tendríamos finalmente:  $Q = 16,67 \times A$  (m<sup>3</sup> /min)

La fórmula trata este caso como si fuera a diluir los gases dentro de un espacio cerrado, lo que no es el caso de una mina donde parte de los gases se eliminan continuamente de la frente por el volumen de aire que entra. Además, los gases tóxicos se diluyen continuamente con la nube de gases en movimiento con el aire limpio. Por último, cada gas tóxico que se produce tiene propiedades distintas a las demás, luego necesitan diferentes porcentajes de dilución, entonces "d" dependerá del explosivo que se esté usando.

#### **g) Caudal requerido por equipo Diesel:**

El art. N° 132 del "R.S.M." (D.S. N° 72) recomienda un mínimo de 2.83 (m<sup>3</sup> /min) por HP al freno del equipo para máquinas en buenas condiciones. Se debe aclarar que los 2,83 m<sup>3</sup>/min. Del art. N° 132 son el mínimo caudal de aire requerido y no acepta factores de corrección. Por lo demás, se pide la potencia al freno o potencia bruta, que es la máxima potencia proporcionada por el motor sin tener en cuenta las pérdidas por transmisión, si es que no se cuenta con la curva de potencia entregada por el fabricante (gráfico KW vs. RPM) o con una recomendación de ventilación para el equipo proporcionada por el fabricante y certificada por algún organismo confiable. Para aclarar mejor el punto anterior, se debe calcular el requerimiento de aire de cada equipo diesel, multiplicando 2,83 por la potencia y por el número de equipos que trabajan en el momento de máxima producción, eliminando aquéllos que están fuera de la mina, en reserva o en mantención. Se puede además, determinar con suficiente aproximación, la cantidad necesaria de aire normal para diluir un componente cualquiera del gas de escape diesel a la concentración permisible, a partir de la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{V \times c}{y} \text{ ( m}^3\text{/min.)}$$

Dónde:

Q = volumen de aire necesario para la ventilación (m<sup>3</sup> /min.);

V = volumen de gas de escape producido por el motor (m<sup>3</sup> /min.);

c = concentración del componente tóxico, del gas de escape, que se considera en particular (% en volumen);

y = concentración máxima, higiénicamente segura, para el componente tóxico que se está considerando (% en volumen). Este método necesita de un estudio previo para determinar el volumen de gases y la concentración del toxico. El máximo volumen determinado se multiplica por 2 para establecer una ventilación segura.

El hombre respira más fácilmente y trabaja mejor cuando el contenido del oxígeno se mantiene aproximadamente en 21%. Cuando baja a 15%, los efectos en él serán respiración agitada, aceleración de los latidos del corazón, zumbido de los oídos y desvanecimiento.

Si a la mina ingresan 200 trabajadores. (El número de trabajadores multiplicado por la cantidad de aire requerido por trabajador) 200 x 250 = cfm de aire natural

Se requiere de cfm de aire natural CFM se mide por la cantidad de volumen (medido en pies cúbicos) de un pasaje de líquido o de gas desde un cierto punto de tiempo por minuto. CFM más alto de algo, más gases o líquidos son capaces de pasar a través de él, lo que significa que tiene un flujo más potente.

#### **Requerimientos de presión en la red de agua.**

Para la alimentación de la red de agua se necesita una presión estable de 23 BAR en función de la alimentación para equipos que trabajan con red húmeda y otros.

#### **Requerimientos de presión en la red de aire comprimido.**

Para la red de aire comprimido se necesita una presión de aire de 74 PSI, y de esta manera poder mantener esta presión constante de la red, sobre todo para los equipos y o herramientas neumáticas de trabajo.

## Conceptos Claves

IDENTIFICAR INSTRUMENTOS DE MEDICION EN  
TAREA DE INSTALACION DE SERVICIOS

COMPRENDER PARAMETROS DE MEDICION

Reconocer la importancia de los tipos de  
instrumentos de medición.

Identificar los parámetros establecidos de  
medición para los servicios instalados.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 4: Identifican instrumentos de medición y los parámetros para los servicios instalados.

- **Estrategia Metodológica**

El instructor a través de, procedimientos y videos demostrativos realizara actividades de identificación de diferentes instrumentos de medición y los parámetros establecidos.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Reconocer y comprender los diferentes tipos de instrumentos y parámetros de medición en los servicios instalados.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.



### 3. Descripción de la Actividad :

Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen los tipos de instrumentos y sus características, comprenden los parámetros de medidas necesarios en los servicios instalados.</b> Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la necesidad de reconocer los diferentes tipos de instrumentos y sus lecturas.</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identifican las características de cada uno de los instrumentos de medición para los servicios instalados.</li> <li>b) Reconocen los diferentes parámetros de medidas para los servicios instalados.</li> <li>c) En una muestra práctica identifiquen que tipo de instrumentos son.</li> <li>d) Identifiquen la cantidad de aire para trabajos normales en una mina con 200 trabajadores.</li> </ul> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario</li> </ul>
<b>Duración de la actividad</b>	60 minutos

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzará la Importancia de comprender en toda su amplitud los sistemas de medición y los parámetros de medidas establecidos. Es importante que comprenda donde los puedo utilizar.

SOCIOS CCM



Una iniciativa de:

Con la asesoría experta de:

