

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

9. Instalación de Aire Comprimido.

9.1. Generalidades.

En el presente capítulo se describen las características de la instalación de Aire Comprimido de la planta, haciendo hincapié en los distintos materiales a utilizar y en las condiciones a cumplir por dicha instalación.

El diseño de la instalación y los cálculos realizados se rigen por las directrices marcadas en el Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, la Directiva 97/23/CE, relativa a los equipos a presión, estableciendo nuevos criterios para el diseño, fabricación y evaluación de la conformidad y el Real Decreto 222/2001, de 2 de marzo, junto con la Orden CTE/2723/2002, de 28 de octubre y el Real Decreto 2097/2004, de 22 de octubre, las Directivas 1999/36/CE, 2001/2/CE y 2002/50/CE, sobre equipos a presión transportables.

9.2. Preparación y tratamiento del aire.

La norma ISO 8573.1 divide el Aire en clases de calidades en función del contenido de las principales impurezas, que son:

- Partículas Sólidas
- Contenido de Agua
- Contenido de Aceite

En la práctica, la calidad del aire comprimido desempeña un papel primordial, tanto en algunas aplicaciones de producción propiamente dicha (como por ejemplo el sector de alimentos), como en la parte del mantenimiento y conservación de los equipos y accesorios de la red de aire comprimido.

Las impurezas en forma de partículas de suciedad u óxido, residuos de aceite lubricante y humedad dan origen muchas veces a averías en las instalaciones neumáticas y a la destrucción de los elementos neumáticos. Para evitar las impurezas, se debe procurar un filtrado correcto del aire aspirado por el compresor. Además, la utilización de compresores exentos de aceite es una buena alternativa.

Mientras que la mayor separación del agua de condensación tiene lugar en el separador, después de la refrigeración, la separación fina, el filtrado y otros tratamientos del aire comprimido se efectúan en el puesto de aplicación.

Limpiar los filtros reutilizables y sustituir los desechables tanto en la aspiración como en la impulsión (pre y post filtros) representa una medida de mantenimiento bastante importante, ya que los filtros sucios incrementan el consumo energético y el consumo de aire.

9.3. Descripción de la instalación.

La instalación descrita a continuación representa la instalación de aire comprimido que dará servicio en los talleres de REPUESTALIA S.L. Su comprensión y distribución en planta se facilitan con la ayuda del plano Instalación de Aire Comprimido y el documento Anexo de Aire comprimido.

9.3.1. Elementos básicos de la instalación de aire comprimido.

El uso del aire comprimido es muy común en la industria, su uso tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos de ser más rápido. En general una red de aire comprimido de cualquier industria cuenta con los siguientes dispositivos:

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

- **Filtro del compresor:** Este dispositivo es utilizado para eliminar las impurezas del aire antes de la compresión con el fin de proteger al compresor y evitar el ingreso de contaminantes al sistema.
- **Compresor:** Es el encargado de convertir la energía mecánica, en energía neumática comprimiendo el aire. La conexión del compresor a la red debe ser flexible para evitar la transmisión de vibraciones debidas al funcionamiento del mismo.
- **Postenfriador:** Es el encargado de eliminar gran parte del agua que se encuentra naturalmente dentro del aire en forma de humedad.
- **Tanque de almacenamiento:** Almacena energía neumática y permite el asentamiento de partículas y humedad.
- **Filtros de línea:** Se encargan de purificar el aire hasta una calidad adecuada para el promedio de aplicaciones conectadas a la red.
- **Secadores:** Se utilizan para aplicaciones que requieren un aire sumamente seco.
- **Unidades de mantenimiento** (Filtro, reguladores de presión y lubricador).
- **Redes de aire comprimido.** La red de distribución de aire comprimido es el sistema que permite transportar la energía de presión neumática hasta los puntos de utilización.
- **Aplicaciones** con sus purgas y secadores adicionales.

9.3.2. Criterios de diseño de la instalación de aire comprimido.

El diseño de cualquier instalación de aire comprimido sigue una serie de pasos *Secuenciales básicos*. En general, se pueden describir de la siguiente manera:

- Localizar e identificar cada proceso, estación de trabajo, máquina o equipamiento que utiliza aire comprimido dentro de la nave o recinto industrial sobre el que se proyecta la ejecución de una red de suministro de aire comprimido. Esta es la carga total que va a soportar la instalación a diseñar. Es recomendable situarlos en un plano y hacer un listado detallado de los mismos.
- Determinar el consumo de aire que se necesita en cada uno de esos elementos.
- Determinar el valor de presión necesaria en cada uno de esos puntos de consumo.
- Determinar los requisitos de cada elemento con respecto al máximo nivel de humedad, de partículas y de contenido en aceite que pueden admitir.
- Establecer el porcentaje de tiempo que estará operativo cada uno de esos elementos en un periodo de tiempo específico. Esto se conoce como el tiempo de funcionamiento (duty cycle).
- Establecer el máximo número de puntos de consumo que pueden ser empleados de forma simultánea en cada línea de suministro, en la principal y en todo el proyecto. Esto se conoce como factor de carga (use factor or load factor).
- Estime un valor permisible de fugas.
- Incorpore un margen en caso de una ampliación futura de la instalación.

- Realice una distribución en planta preliminar (preliminar piping) y asigne caídas de presión y pérdidas.
- Seleccione el tipo de compresor, equipos de acondicionamiento, etc, asegurándose de que se utilizan unidades consistentes.

9.3.3. Conceptos y datos generales en la instalación.

Los elementos neumáticos deben trabajar con una presión (normalizada) de 6 bares. Los compresores utilizados para sistemas neumáticos dan una presión de utilización de 7 bares.

Como norma en instalaciones normales, en donde el diámetro de la tubería calculada no exceda de los 200 a 250 mm, y la longitud de la instalación no exceda de los 1500 m, se debe considerar que la caída de presión máxima, desde el compresor, hasta el punto de trabajo sea de 0,6 bar (sin incluir unidad triple de tratamiento: filtro, regulador y lubricador) (un 8,5 % de la presión de descarga del compresor).

Los puntos de drenaje se colocan con la ayuda de T's, ya que el cambio brusco en la dirección del flujo facilita la separación de las gotas de agua de la corriente de aire.

Las tuberías deben ir descendiendo levemente en la dirección del flujo. La Pendiente puede fijarse aproximadamente en un 1%.

Las conexiones de las diversas ramificaciones se hacen desde arriba (para obstaculizar al máximo posibles entradas de agua).

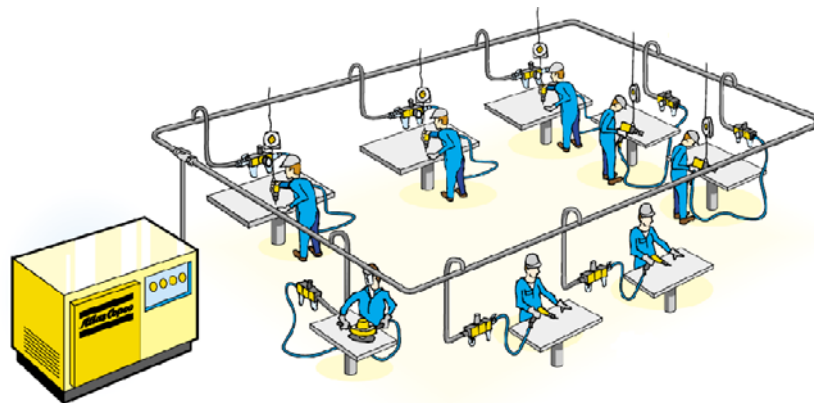
En todos los puntos bajos es recomendable colocar puntos de drenaje. Así mismo, en la línea principal se pueden colocar cada 30 – 40 metros, saliendo siempre desde el punto inferior de la tubería

El número de juntas y codos debe reducirse al máximo posible. De esta forma las pérdidas serán las menores posibles.

9.3.4. Topología de la instalación.

La instalación de aire comprimido instalada en la nueva planta de REPUESTALIA S.L., tiene una tipología cerrada pero de geometría sencilla, tal y como se muestra en el plano Instalación de Aire Comprimido, rodeando el taller de la planta y surtiendo en los diferentes puntos de consumo.

Un esquema representativo de la tipología de nuestra instalación (aunque no la representa tal cual es en la realidad) es el siguiente:



	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

9.3.5. Tendido de la instalación.

No solamente importa el dimensionado correcto de las tuberías, sino también el tendido de las mismas. Las tuberías requieren un mantenimiento y vigilancia regulares, por cuyo motivo no deben instalarse dentro de obras ni en emplazamientos demasiado estrechos. En estos casos, la detección de posibles fugas se hace difícil. Pequeñas faltas de estanqueidad ocasionan considerables pérdidas de presión.

En el tendido de las tuberías debe cuidarse, sobre todo, de que la tubería tenga un descenso en el sentido de la corriente, del 1 al 2%.

En consideración a la presencia de condensado, las derivaciones para las tomas de aire en el caso de que las tuberías estén tendidas horizontalmente, se dispondrán siempre en la parte superior del tubo. Así se evita que el agua condensada que posiblemente se encuentre en la tubería principal llegue a través de las tomas. Para recoger y vaciar el agua condensada se disponen tuberías especiales en la parte inferior de la principal.

En la mayoría de los casos, la red principal se monta en circuito cerrado. Desde la tubería principal se instalan las uniones de derivación. Con este tipo de montaje de la red de aire comprimido se obtiene una alimentación uniforme cuando el consumo de aire es alto. El aire puede pasar en dos direcciones, de este modo, la red cerrada con interconexiones permite trabajar en cualquier sitio con aire, mediante las conexiones longitudinales y transversales de la tubería de aire comprimido, obteniéndose la ventaja de que ciertas tuberías de aire comprimido pueden ser bloqueadas mediante válvulas de cierre (correderas) si no se necesitan o si hay que separarlas para efectuar reparaciones y trabajos de mantenimiento. También existe la posibilidad de comprobar faltas de estanqueidad.

9.3.6. Conducciones de la red de aire comprimido.

En toda instalación de aire comprimido podemos distinguir tres tipos de conducciones que constituyen la red. A saber:

- **La tubería principal.** Es la que sale desde el compresor, y canaliza la totalidad del caudal de aire. Deben tener el mayor diámetro posible. Se deben dimensionar, de tal manera que permita una ampliación del 300 % del caudal de aire nominal. La velocidad máxima del aire que pasa por ella, no debe sobrepasar los 8 m/s.
- **Las tuberías secundarias.** Toman el aire de la tubería principal, ramificándose por las zonas de trabajo, de las cuales salen las tuberías de servicio. El caudal que pasa por ellas, es igual a la suma del caudal de todos los puntos de consumo. La velocidad máxima del aire que pasa por ella, no debe sobrepasar los 8 m/s.
- **Las tuberías de servicio.** Son las que alimentan los equipos neumáticos. Llevan acoplamientos de cierre rápido, e incluyen las mangueras de aire y las unidades de mantenimiento, las cuales incorporan filtro de agua, regulador de presión y lubricador. La velocidad máxima del aire que pasa por ella, no debe sobrepasar los 15 m/s.

9.3.6.1. Material y características de las conducciones de la red.

Las tuberías que configurarán nuestra red de aire comprimido se constituyen de tubo rígido de aluminio: extrusionado según normas EN 755.2 y EN 755.3. con las siguientes características:

- El tubo de aluminio garantiza una total ausencia de corrosión.
- La calidad de superficie de este tubo, asegura la distribución de un aire limpio y duradero.

- El aluminio elimina toda posibilidad de formación del óxido que se forma en las redes de acero.
- Gracias a la calidad constante del aire desde la salida del compresor hasta las máquinas, el tubo de aluminio lacado, incrementa la longevidad de los equipos evitando así un cambio frecuente de los elementos de filtración.
- La intercambiabilidad de los componentes y el desmontaje lateral del tubo, permiten modificar fácilmente cualquier línea de producción.



- La concepción de paso total del fluido de los distintos componentes que configuran la red, el bajo coeficiente de rozamiento del tubo de aluminio así como la estanqueidad del sistema, aseguran un caudal óptimo y constante a todos los equipos conectados a la misma.
- Presión de servicio. De 13 mbar (vacío) a 13 bar constante para cualquier temperatura.
- Temperatura de utilización. De -20°C a $+60^{\circ}\text{C}$.
- Resistencia a los choques mecánicos: siendo de naturaleza dúctil el material constitutivo del tubo (aluminio), su rotura se produce por deformación.
- Resistencia al fuego: los componentes del sistema son autoextinguibles, sin propagación de llama.
- Juntas de estanqueidad de nitrilo.
- Resistencia al entorno ambiental
 - Temperatura de almacenamiento: -40°C a $+80^{\circ}\text{C}$.
 - Buena resistencia a: rayos ultravioleta, todos los aceites de compresores (minerales o sintéticos).

9.3.6.2. Conducciones instaladas y trayectoria seguida.

De acuerdo a la tipología de nuestra red, la canalización primaria y secundaria se funden en una sola, de la cual parten las distintas canalizaciones de servicio. Teniendo en cuenta este hecho y apoyándonos en los resultados obtenidos en el anexo de cálculos correspondiente, se tienen los siguientes resultados:

	<i>Longitud del módulo</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Material</i>	<i>Conexiones</i>
Canalización Principal	6 m	25 mm	aluminio	elemento plástico
Canalización de servicio	6 m	16 mm	aluminio	elemento plástico

La trayectoria seguida por las distintas conducciones se puede observar en el plano Instalación de Aire Comprimido. Grosso modo, podemos describir tal trayectoria comentando que la canalización principal parte de la salida del grupo compresor en dirección vertical hasta ascender a una altura de 7.3 m. En dicho punto se produce una bifurcación de dicha conducción que dará origen al anillo que constituye nuestra red cerrada. El diámetro de tal tubería es de 25 mm y su longitud total es de 87.5 m.

A partir de la canalización principal se derivarán, en dirección descendente vertical, las distintas canalizaciones de servicio que alimentarán los diferentes puntos de consumo. Existen 8 canalizaciones de servicio repartidas a lo largo del anillo que rodea el taller y que surten de aire comprimido los distintos puntos de la zona de producción que precisan tal recurso. Las ocho canalizaciones son iguales con un diámetro de 16 mm y una longitud de 6 m cada una.

9.3.6.3. Sistema de sujeción.

El sistema de sujeción de la red de aire comprimido se compondrá básicamente de 2 tipos de elementos de sujeción:

- *En canalizaciones horizontales*, las tuberías discurrirán por debajo de la bandeja que acoge las distintas conducciones eléctricas:



- *En canalizaciones verticales*, las tuberías serán fijadas a la pared mediante tomas de las siguientes características:

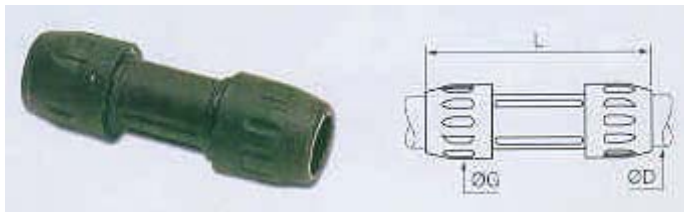


9.3.6.4. Accesorios de la red de conducciones.

Nuestra red de aire comprimido está formada por tubos de 6 m de longitud, con lo que para alcanzar la configuración deseada para el óptimo abastecimiento de aire comprimido, serán necesarios accesorios para la conexión entre distintos conductos, cambios de direcciones, derivaciones, maniobras de cierre-apertura del flujo, etc.

Los distintos accesorios utilizados en nuestra instalación de aire comprimido son los siguientes:

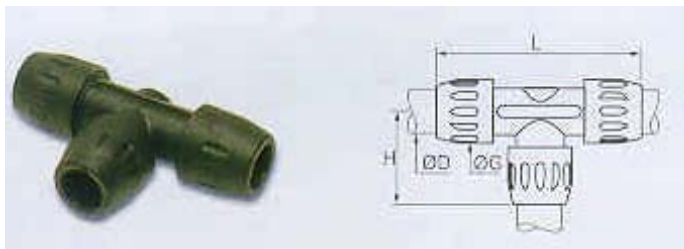
- *Unión doble igual diámetro.* Se utiliza para la conexión entre módulos de tubería del mismo diámetro.



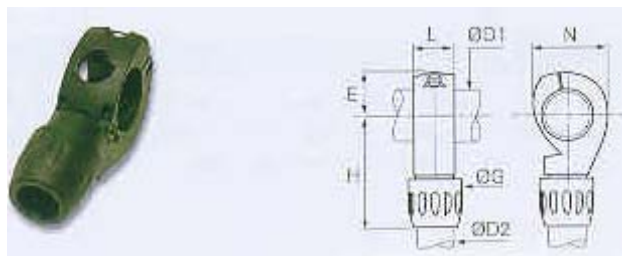
- *Codo 90° de igual diámetro.* Se utiliza para realizar giros de 90° en conducciones del mismo diámetro. Se han dispuesto 4 en la canalización principal, una en cada esquina del anillo.



- *T de igual diámetro.* Se utiliza para realizar bifurcaciones de una conducción del mismo diámetro. Se ha colocado una en la bifurcación de la canalización principal.



- *Brida en T de reducción.* Se utilizan en el nacimiento de las canalizaciones de servicio a partir de la canalización principal. Se han colocado 8, una en cada canalización de servicio.



- *Tapón de fin de línea con purga.* Se utiliza al final de las canalizaciones de servicio para poder conectar las mangueras que alimentan directamente a la herramienta. Vienen equipados de dispositivo de purga para ayudar en las tareas de mantenimiento. Se han instalado 8, uno en cada canalización de servicio.

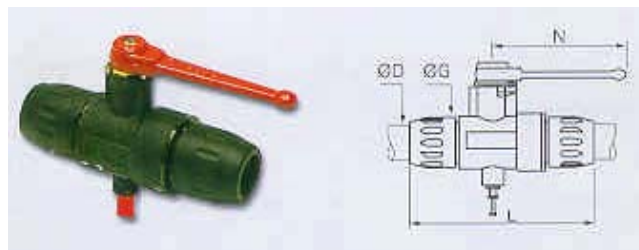
■



- *Válvulas de igual diámetro.* Se utilizan en canalizaciones de igual diámetro. Se han colocado 10 válvulas como la siguiente, para tareas de corte-apertura y mantenimiento, en la canalización principal de diámetro 25 mm:



- *Válvula de igual diámetro con purga.* Se utilizan en canalizaciones de igual diámetro y vienen equipadas con dispositivo de purga para ayudar en las tareas de mantenimiento. Se han colocado 8, una en cada canalización de servicio.



- *Unidad de mantenimiento.* Realizan las funciones de filtro, regulación de presión y lubricación. Se han colocado 8, una al final de cada canalización de servicio:



- **Mangueras.** Realizan una conexión flexible que agiliza los movimientos de trabajo con la herramienta a la que alimentan. En la mayoría de los casos, los diámetros de manguera para una herramienta de montaje pueden ser entre 6 y 13 mm, siendo la longitud normalmente de 3-5 m. Las conexiones utilizadas dependerán de las herramientas que se manejen, los caudales que consuman, etc.



- **Herramientas.** Las herramientas son los consumidores del aire comprimido generado en el grupo compresor y distribuido por la red de canalizaciones. En nuestro caso particular, hemos diseñado la instalación para el uso de herramientas tales como amoladoras, taladradoras, atornilladores, llaves de impacto, herramientas de impulso, pistolas de limpieza, etc.

9.3.7. Grupo compresor.

El grupo compresor es el encargado de comunicar la energía mecánica al aire en forma de energía neumática. El tipo de compresor seleccionado debe cubrir los requerimientos de la red diseñada. En nuestro caso particular, las especificaciones exigidas son las siguientes:

- Caudal de aire generado de 300 l/min (18 Nm³/h).
- Presión nominal de trabajo 7 bares.
- Máxima caída de presión admitida en la instalación 0.7 bares.
- Número de maniobras por hora= Z20.
- Localización con ventilación suficiente para la captación de aire. Ver plano Instalación Aire Comprimido.

Con todo, el grupo compresor elegido para generar el aire comprimido que se consumirá en la planta será un compresor de pistón con las siguientes características:

- Presión máxima de suministro hasta 10 bares.
- Caudal efectivo 328 l/min.
- Potencia motor accionamiento: 4 c.v. = 3 KW.
- Incorpora depósito.
- Sistema eléctrico de accionamiento y control incorporado.
- Dimensiones versión insonorizado (73 dB(A)): 1012 x 804 x 784 mm.
- Peso 189 Kg.
- Modelo con funcionamiento exento de aceite.

Los compresores de pistón con funcionamiento exento de aceite ofrecen las siguientes ventajas:

- En **operación**, porque se omite el costoso tratamiento del aire comprimido.
- En el **cuidado ulterior** gracias a una eliminación de condensado sin contaminar el medio ambiente.
- En los **materiales de servicio** al suprimirse completamente el cambio de aceite.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

- En **caso de ampliación** gracias a la estructura modular de la serie.
- En el **consumo de corriente**, corresponde a un servicio absolutamente eficiente.

