

GUÍA DE REQUERIMIENTOS TÉCNICOS MÍNIMOS DE EQUIPAMIENTO DE SISTEMA DE COMPRESIÓN DE AIRE DE USO EN ACTIVIDADES DE BUCEO

VERSION 2.0

EDITOR RESPONSABLE:

Miguel Camus
Jefe Sección Tecnologías en el Trabajo

COMITÉ DE EXPERTOS REVISOR:

Elizabeth Arias
Servicio de Inspección Técnica Ltda.

Fernando Valdevenito
Servicio de Inspección Técnica Ltda.

Luis Toledo
Tholve Ingeniería

Agustín Escobar A.
Emaresa S.A

Leonardo González G.
Directemar

Jean Barrera G.
Instituto de Salud Pública

REVISOR:

José Espinosa Robles,
Jefe Subdepartamento Seguridad y Tecnologías en el Trabajo

D054-PR-500-02-001

Versión 2

2018

Para citar el presente documento:

Instituto de Salud Pública de Chile, "Guía de Requerimientos
Técnicos Mínimos de Sistema de Compresión de Aire de uso en
Actividades de Buceo".

Consultas o comentarios:

Sección OIRS del Instituto de Salud Pública de Chile, www.ispch.cl.

GUÍA DE REQUERIMIENTOS TÉCNICOS MÍNIMOS DE EQUIPAMIENTO DE SISTEMA DE COMPRESIÓN DE AIRE DE USO EN ACTIVIDADES DE BUCEO

1. ANTECEDENTES

En nuestro país, las actividades industriales relacionadas con el buceo son cada vez más relevantes asociadas al auge de la acuicultura y del buceo “artesanal” con el consecuente aumento del número de trabajadores que se desempeñan en este tipo de actividades.

El equipamiento de un sistema de compresión de aire debe asegurar que la calidad del aire utilizado en actividades asociadas al buceo cumpla con un estándar mínimo que garantice que el personal expuesto realice su trabajo sin riesgos de accidentes ni enfermedades profesionales. El aire respirable deberá estar exento de todo tipo de gases, aerosoles y partículas provenientes del proceso de compresión y del funcionamiento del motor de combustión interna.

Todos los componentes de un sistema de alimentación de aire se encuentran expuesto a sufrir deterioro de importancia por lo que es fundamental un adecuado diseño, fabricación y ensayos que permitan minimizar el riesgo de contaminación del aire suministrado.

Debido a lo antes expuesto y dada la importancia de poder contar con una herramienta a nivel nacional que establezca los aspectos más relevantes a ser considerados en la fabricación, junto con indicar los ensayos a considerar para fines de inspección de la calidad de estos equipos, es que el Instituto de Salud Pública de Chile, a través de su Departamento Salud Ocupacional y específicamente de la Sección de Tecnologías en el Trabajo ha elaborado la presente guía de referencia, con el valioso apoyo de diferentes entidades.

2. OBJETIVOS

- a) Establecer los requerimientos técnicos mínimos para sistemas de compresión de aire utilizados en actividades de buceo (profesional y artesanal) con abastecimiento de aire de superficie.
- b) Explicitar las inspecciones, pruebas y ensayos mínimos a ejecutar para garantizar un funcionamiento adecuado para sistemas de compresión de aire utilizados en actividades de buceo (profesional y artesanal) con abastecimiento de aire de superficie.

3. ALCANCE

3.1. Teórico

Especificar los requerimientos técnicos mínimos para cada uno de los elementos que constituyen un sistema de compresión de aire utilizados en actividades de buceo con abastecimiento de aire de superficie, junto con los ensayos necesarios que garanticen un seguro y correcto funcionamiento de éstos, para los siguientes casos:

- a) Equipo de buceo semi-autónomo liviano (considera uso de acumulador de aire de capacidad volumétrica de hasta 90 litros y una presión mínima de 10 BAR).
- b) Equipo de buceo semi-autónomo mediano (considera acumulador de aire de capacidad volumétrica de hasta 120 litros y una presión mínima de 13 BAR).

3.2. Población Objetivo

Todos los trabajadores que se desempeñan como buzos (profesionales y artesanales) en sus tareas habituales de trabajo, los cuales se encuentran susceptibles de sufrir enfermedades o lesiones producto de la exposición a presiones extremas generadas por la práctica de la actividad.

3.3. Población Usuaria

- Fabricantes, importadores y propietarios de sistema de compresión de aire, utilizados en actividades de buceo con abastecimiento de aire de superficie.
- Organismos de certificación e inspección que verifiquen la calidad del sistema de compresión de aire, utilizados en actividades de buceo con abastecimiento de aire de superficie.

4. MARCO LEGAL

- Decreto Supremo N° 594, de 1999, Reglamento de las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares del trabajo, del Ministerio de Salud.
- Decreto Supremo N° 1222, de 1996, Reglamento del Instituto de Salud Pública de Chile, del Ministerio de Salud.
- Reglamento de Buceo para Buzos Profesionales; Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante; año 2005.

5. DESARROLLO

5.1 Requisitos Mínimos para el Sistema de Compresión de Aire:

ELEMENTO	REQUISITOS TÉCNICOS																		
Motor	<p>Motor eléctrico o de combustión interna (que utilice combustible acorde con las normas ambientales aplicables), con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Potencia mínima 5 HP - Velocidad (revoluciones por minutos), que permita entregar un flujo de aire de acuerdo a: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipo</th> <th>Presión mínima</th> <th>Litros/minuto</th> <th>Presión máxima</th> <th>Cantidad de buzos</th> <th>Profundidad máxima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Semi autónomo Liviano</td> <td>10 Bar</td> <td>115</td> <td>De acuerdo a características fabricación.</td> <td>01</td> <td>20 metros</td> </tr> <tr> <td>Semi autónomo Mediano</td> <td>13 Bar</td> <td>350</td> <td>De acuerdo a características fabricación.</td> <td>02</td> <td>36 metros.</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - Contar con un sistema de transmisión de movimiento del tipo correas, que permita su acople al compresor - Se deberá disponer de un juego de correas de trasmisión de movimiento de repuesto en forma constante <p>NOTA: En caso de sistemas conformados por motor de combustión interna y compresor de aire, sólo se debe considerar su uso en ambientes abiertos y no cerrados.</p>	Equipo	Presión mínima	Litros/minuto	Presión máxima	Cantidad de buzos	Profundidad máxima	Semi autónomo Liviano	10 Bar	115	De acuerdo a características fabricación.	01	20 metros	Semi autónomo Mediano	13 Bar	350	De acuerdo a características fabricación.	02	36 metros.
Equipo	Presión mínima	Litros/minuto	Presión máxima	Cantidad de buzos	Profundidad máxima														
Semi autónomo Liviano	10 Bar	115	De acuerdo a características fabricación.	01	20 metros														
Semi autónomo Mediano	13 Bar	350	De acuerdo a características fabricación.	02	36 metros.														
Aceite lubricante (motor)	El grado y especificación del aceite a utilizar debe ser explicitado por el fabricante del motor																		
Aceite lubricante (compresor)	Aceite de origen vegetal o mineral con las siguientes características: no tóxico, de uso alimenticio, sin olor, sin sabor, inertes y que no forme residuos carbonosos.																		
Presostato	Presostato con diferencial ajustable para sistema de compresión con motores eléctricos, que permita poner en funcionamiento o detener el motor cuando se requiera.																		
Filtro ingreso de aire	Elemento filtrante que permita la retención de partículas gruesas y agentes extraños.																		
Compresor (cabezal)	<p>Recíproco o alternativo, o rotatorio</p> <p>Capaz de generar 115 lts. de aire/minuto y una presión mínima de 10 BAR para equipos asistidos livianos, a 20 mts. de profundidad, considerando la operación de un solo buzo.</p> <p>Capaz de generar 350 lts. de aire/minuto y una presión mínima de 13 BAR para equipos asistidos medianos, a una profundidad de 36 mts., considerando la operación de hasta dos buzos.</p> <p>Cabezal de aluminio o material resistente a la corrosión</p>																		

Sistema de purificación de aire	<p>Debe asegurar calidad de aire según norma chilena NCh 2197. Of92 (*) y D.S. N° 594 del Ministerio De Salud, y al menos, deberá contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Filtro de purga de aceite y agua que permita retener y expulsar en forma automática partículas de aceite y agua proveniente del proceso de compresión de aire. - Filtro de adsorción que permita la retención de gases y olores - Filtros capaces de soportar la presión máxima de trabajo del equipo
Manguera transporte de aire de alta presión (entre compresor y acumulador de aire)	<ul style="list-style-type: none"> - De alta presión de una capacidad mínima de 17 BAR (250 PSI) y 70 °C para equipos semi-autónomos livianos - De alta presión de una capacidad mínima de 17 BAR (250 PSI) y 70 °C para equipos semi-autónomos medianos - Para uso humano
Manguera transporte de aire (alimentación)	<ul style="list-style-type: none"> - De alta presión de una capacidad mínima de trabajo de 10 BAR (150 PSI), presión de ruptura mínima de 27 BAR (400 PSI) para equipos asistidos livianos - De alta presión de una capacidad mínima de trabajo de 17 BAR (250 PSI), presión de ruptura mínima de 40 BAR (600 PSI) para equipos asistidos medianos - Para uso humano - Diámetro interior mínimo de 9,0 mm. - Resistente a la radiación UV
Válvulas de corte y de acoplamiento rápido	<p>Las válvulas, conexiones, fitting y accesorios deben ser de acero inoxidable. Utilizar como estándar de referencia de fabricación normas de American Petroleum Institute API- 594 y API – 598 o norma equivalente.</p>
Válvula de retención	<p>Del tipo pistón o chapaleta (de acero inoxidable) para permitir que el aire circule en una sola dirección. Debe estar ubicada entre el cabezal compresor y el estanque de acumulación Utilizar como estándar de referencia de fabricación normas de American Petroleum Institute API- 594 y API – 598 o norma equivalente.</p>
Otros accesorios	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con protecciones de las partes móviles y transmisión de movimiento. - Contar con ruedas de transporte. - Contar con un Horómetro. - Contar con un sistema de anclaje, o fijación del sistema de compresión, a la estructura que lo soporta.

(*) REQUISITOS DE AIRE RESPIRABLE PARA ACTIVIDADES DE BUCEO (Norma Chilena NCh 2197. Of. 92) Grado "E":
Oxígeno: 20 a 22 %, Aceite condensado: 5 mg/m3, Monóxido de carbono (CO): 10 ppm, Dióxido de carbono (CO2): 500 ppm, Hidrocarburos totales: 25 ppm (como CH4)

5.1.1. Registros

ITEM	REQUERIMIENTO
Registros necesarios	<p>a) El sistema de compresión de aire y sus componentes (motor, compresor, mangueras, válvulas, etc.) deberá contar con una ficha de vida donde se debe incluir todas las reparaciones y actividades de mantención.</p> <p>b) El fabricante deberá entregar todas las especificaciones técnicas del sistema de compresión de aire conformado por: motor, compresor, aceites lubricantes, filtros (incluye vida útil), sistema de purificación de aire, mangueras, válvulas, etc.</p> <p>c) Todo sistema de compresión de aire deberá tener adosado a su cuerpo una placa metálica que indique, en forma visible e indeleble, el nombre del fabricante, número de fabricación, año de fabricación, norma de diseño y/o fabricación, capacidad máxima, y la presión máxima de trabajo para la cual fue diseñada.</p>

5.2. Requisitos de Inspección

5.2.1. Ensayos

La verificación de las condiciones de seguridad de los sistemas de compresión de aire y sus accesorios, se debe efectuar mediante inspecciones¹, que contengan a lo menos las siguientes pruebas:

- Inspección Visual
- Verificación de calidad de aire
- Prueba de presión hidrostática mangueras de alimentación de aire.
- Verificación de funcionamiento de presostato

Los requerimientos de cada prueba y/o ensayo, se presenta a continuación:

ENSAYO	REQUERIMIENTO
Inspección Visual	<p>Consistirá en una revisión con el objeto de verificar es estado de cada elemento y accesorio del sistema de compresión de aire (excluido el acumulador de aire). En esta inspección visual se deberá verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de filtraciones de aceite • Presencia de elementos y/o accesorios corroídos • Filtraciones de aire • Estado de conexiones y válvulas • Estado de filtros • Estado de manguera de alimentación de aire • Funcionamiento del Horómetro • Protecciones partes móviles y transmisión de movimiento • Ruedas de transporte

¹ La competencia técnica de las instituciones que efectúen estas inspecciones, debe ser determinada por la autoridad respectiva.

Verificación de calidad de aire	Métodos de ensayos según norma chilena NCh 2197. Of92: "Gases Comprimidos – Aire – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis", punto N° 7 Técnicas Analíticas. La calidad del aire del ser medida a la salida del filtro de aire o a la salida de la manguera de alimentación de aire.
Prueba de Presión Hidrostática Manguera de alimentación	Las mangueras de alimentación de aire deben ser sometidas a una prueba de 1,5 veces la presión de trabajo, con una carga de tensión mínima de 150 kilos, por un período de 10 minutos, no debiendo registrarse pérdidas.
Verificación de funcionamiento de presostato (para sistema de compresión con motores eléctricos)	<ul style="list-style-type: none"> - Se deberá comparar con la lectura de un manómetro que cuente con certificado de calibración. - El mecanismo de regulación del presostato debe ser capaz de mantener la presión del sistema en $\pm 5\%$ de la presión de trabajo.

5.2.2. Criterios de Periodicidad de los Ensayos:

Antes de la puesta en marcha definitiva del sistema de compresión de aire (de origen nacional o extranjero), los fabricantes, importadores y propietarios deben realizar los ensayos establecidos en el punto 5.2.1 de la presente guía. No obstante, en caso de que el sistema de procedencia extranjera cuente con certificación de origen, ésta podrá ser reconocida como inicial por el ente y/o institución autorizada para tal fin por la autoridad competente, siempre y cuando se demuestre el cumplimiento de los requisitos expresados en el ítem mencionado.

Una vez que el sistema de compresión de aire (nacional o extranjero) entra en régimen de funcionamiento, se debe dar cumplimiento a las periodicidades que a continuación se señalan:

ENSAYO	PERIODICIDAD
Inspección Visual	- Anual
Verificación Calidad de Aire	<ul style="list-style-type: none"> - Anual - Al término de cualquier reparación del compresor (antes de su nueva puesta en servicio).
Prueba de Presión Hidrostática Manguera de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> - Anual - Antes de puesta en servicio inicial. - Al término de cualquier reparación, reforzamiento (antes de su nueva puesta en servicio).
Verificación de funcionamiento de presostato (para sistema de compresión con motores eléctricos)	- Anual

5.2.3. Calibraciones

Las instituciones interesadas en realizar la inspección del sistema de compresión de aire deberán garantizar la calibración de los instrumentos de medición que se utilicen para realizar los ensayos especificados en el punto 5.2.1 de presenta documento².

6. DEFINICIONES:

- a) Compresor para buceo: Equipo que posee un par de cabezales, cuyo objetivo es comprimir el aire para alimentar el buzo.
- b) Manguera de alta presión: Dispositivo que permite transportar el aire desde el compresor al acumulador de aire.
- c) Válvula de corte rápido: Dispositivo que tiene por objetivo interrumpir el suministro de aire a la entrada del acumulador.
- d) Sistema de purificación de aire: Sistema que debe asegurar la retención de partículas y aerosoles de agua y aceite además de gases tales como CO, CO₂ e hidrocarburos totales.
- e) Acoplamiento rápido: Dispositivo que permite conectar desde el sistema de filtros (salida) con la manguera de alimentación de aire.
- f) Manguera de alimentación de aire: Elemento que permite transportar r y alimentar con aire al buzo desde la superficie.
- g) Regulador de Presión: Mecanismo conectado a un sistema para que su presión se mantenga constante mediante el control del caudal de salida a la atmósfera.

7. BIBLIOGRAFÍA:

- a) Reglamento de Buceo para Buzos Profesionales – Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, año 2006.
- b) Norma Chilena Oficial NCh 2197.0f92: Gases Comprimidos – Aire – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis.
- c) Catalogo filtros Hankinson: Filtros para Aire Comprimido
- d) Scuba on line: Neumonía Lipoidea
- e) Consenso de normas para buceo comercial y operaciones submarinas. Quinta edición año 2004 de la Asociación Internacional de Contratistas de Buceo.
- f) Guía de limpieza de aire comprimidos – Guía Norgren para tratamiento de aire.
- g) Norma Oficial Mexicana NOM-014-STPS-2000: Exposición laboral a presiones ambientales anormales – condiciones de seguridad e higiene

² Toda calibración de los instrumentos de medición deberá ser realizada en una entidad que cuente con una acreditación ISO 17025 para los alcances señalados, o bien, cuente con un reconocimiento regional equivalente.