Instituto de Salud Pública
Ministerio de Salud
Gobierno de Chile

GUÍA PARA LA FABRICACIÓN, INSTALACIÓN Y MANTENCIÓN DE CÁMARAS HIPERBÁRICAS MULTIPLAZA UTILIZADAS PARA LA RECOMPRESIÓN DE SUPERFICIE ASOCIADA AL BUCEO

(Versión 3.0)

La presente versión actualizada ha sido oficializada mediante Resolución exenta 393 del 07/02/2020, remplaza al documento en su versión 2 del año 2015, del Instituto de Salud Pública de Chile.

EDITOR RESPONSABLE:
Miguel Camus, Sección Tecnologías en el Trabajo

COMITÉ DE EXPERTOS:
German Osorio, Osorio Hnos. & Cía. Ltda.
Héctor Soto F., Osorio Hnos. & Cía. Ltda.
Juan Reyes A., Osorio Hnos. & Cía. Ltda.
Leonardo González G., Directemar
Carlos Echeverría, Hospital Naval Almirante Nef
Fernando Landeta, Particular

REVISOR:
José Espinosa Robles, Subdepartamento Seguridad y Tecnologías en el Trabajo

D063-PR-500-02-001
Versión 3
2019

1° versión 2015. *Guía para la fabricación, instalación y mantención de cámaras hiperbáricas multiplaza utilizadas para el tratamiento de lesiones y enfermedades asociadas al buceo.*
2° versión 2018 *Guía de requerimientos técnicos mínimos de equipamiento de sistema de compresión de aire de uso en actividades de buceo*

Para citar el presente documento:
Instituto de Salud Pública de Chile. "Guía para la fabricación, instalación y mantención de cámaras hiperbáricas multiplaza utilizadas para la recompresión de superficie asociada al buceo". V3. 2019

Consultas o comentarios:
En OIRS del Instituto de Salud Pública de Chile www.ispch.cl

1. ANTECEDENTES

El Instituto de Salud Pública de Chile en su rol de organismo de referencia en materias de salud de los trabajadores, entre otras, tiene la función de generar documentos técnicos de referencia (guías, protocolos, informes, métodos de ensayos y manuales técnicos), que permitan y aporten al mejoramiento de salud de los trabajadores de nuestro país.

En este contexto la elaboración y revisión de documentos técnicos de referencia cuenta con el respaldo de ser un proceso certificado de acuerdo a la norma ISO- 9001-2015, donde se establece la revisión periódica de estos con el objeto de su actualización en caso de ser necesario. Esta revisión y actualización consiste básicamente en el análisis de cada uno de los ítems que conforman estos documentos determinando su vigencia y pertinencia, y se realiza por medio de la conformación de un comité técnico donde participan fabricantes, autoridad regulatoria, diseñadores y usuarios.

Durante el presente año, se procedió a la revisión y actualización de la "Guía para la Fabricación, Instalación y Mantención de Cámaras Hiperbáricas Multiplaza utilizadas para la recompresión de superficie asociada al buceo profesional" emitido por esta institución de acuerdo a la Resolución N° 861 de fecha 11/03/18, considerando además, la relevancia de este tema donde el número de personas que se desempeñan en estas actividades laborales representan un porcentaje importante de trabajadores de nuestro país.

En términos generales las condiciones en que se desarrollan estas actividades laborales no han variado significativamente en este último tiempo, pero si ha aumentado número de horas de buceo así como también el número de inmersiones tanto en actividades laborales profesionales (asociadas a la industria de la acuicultura), como también en actividades laborales de carácter artesanal (mariscadores), lo que se traduce en que los tiempos de exposición a los riesgos inherentes a esta actividad, también han aumentado.

Por lo anterior y conscientes de la importancia de poder contar con una herramienta a nivel nacional actualizada donde se establezca los aspectos más relevantes a ser considerados para la fabricación, importación al país, instalación y mantención de cámaras hiperbáricas del tipo multiplaza, junto con indicar los ensayos a considerar para fines de inspección de la calidad de éstas, 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 procedido a realizar una revisión y actualización de la presente guía de referencia, con el valioso apoyo de diferentes personas e entidades.

2. OBJETIVOS:

a) Revisar y actualizar los requerimientos técnicos mínimos para la fabricación, importación al país instalación y mantención de las cámaras hiperbáricas multiplaza que se utilizan en tratamientos de enfermedades y lesiones relacionadas con actividades del buceo.

b) Revisar y actualizar los ensayos mínimos a ejecutar para garantizar un funcionamiento adecuado y seguro de una cámara hiperbárica multiplaza que se utilice en tratamientos de enfermedades y lesiones relacionadas con actividades del buceo.

3. ALCANCE:

3.1 Teórico

Especificar los requerimientos técnicos mínimos para la fabricación, importación al país, instalación y mantención de las cámaras hiperbáricas tipo multiplaza, junto con los ensayos necesarios que garanticen el correcto funcionamiento de ésta.

3.2 Población Objetivo

Todos los trabajadores que se desempeñan como buzos en sus tareas habituales de trabajo, así como también el personal sanitario u otros que deban operar en el interior de una cámara hiperbárica presurizada, 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

a) Fabricantes, importadores, instaladores y propietarios de cámaras hiperbáricas del tipo multiplaza.

b) Organismos de certificación e inspección que verifiquen la calidad de una cámara hiperbáricas del tipo multiplaza.

4. MARCO LEGAL:

- Decreto Supremo Nº 594, de 1999, Reglamento de las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares del trabajo, del Ministerio de Salud.

- Decreto Supremo Nº 1222, de 1996, Reglamento del Instituto de Salud Pública de Chile, del Ministerio de Salud.

5. REQUISITOS:

5.1.1 Normas Técnicas Aplicables[1]:

ITEM	REQUERIMIENTO
Códigos y Normas Técnicas Aplicables	ASME VIII SECCION 1 y 2: "Boiler and pressure Vessel Code. Rules for construction of pressure Vessel", ASME PVHO-1:" Pressure Vessel for Human Occupancy y ASME PVHO-2: "Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy: In Service Guidelines".
	Directiva 2014/68/UE de la Comunidad Europea: Diseño, fabricación y la evaluación de la conformidad de los equipos a presión
	NFPA-99: Health Care Facilities Code 2018 Edition
NOTAS: • Se deberán utilizar las normas aplicables en su última versión. • En caso de que la cámara hiperbárica tipo multiplaza adquirida presente otro tipo de normativa de fabricación a las mencionadas en este punto, la validez técnica de ésta deberá ser comprobada por la autoridad competente.	

5.1.2. Estructura:

ÍTEM	REQUERIMIENTO
Tipos de material de fabricación	La estructura de la cámara debe ser de acero al carbono que cumpla con las especificaciones para ser utilizado en cilindros de baja presión, tales como: ASTM A516 Gr. 70; P265GH (EN-10028-2); JIS G 3118 o de especificaciones equivalentes. NOTA: Utilizar como referencia Código ASME, Sección I, Subsección C, Parte UCS: Requisitos para recipientes de presión construidos de aceros al carbono de baja aleación.
Tratamiento térmico de la estructura	La estructura de una cámara hiperbárica debe ser sometida a tratamiento térmico de normalizado con el objeto de liberación de tensiones y recuperación de propiedades mecánicas de los materiales de fabricación, según especificaciones y requerimientos. NOTA: Utilizar como referencia Código ASME, Parte UW-40: Procedimientos de tratamientos térmicos después de la soldadura o norma equivalente.
Tratamiento y recubrimiento	1. La pintura a utilizar para el recubrimiento superficial debe ser del tipo epóxica inorgánica, químicamente estable y resistente al fuego, explicitando

[1] En caso de que la cámara hiperbárica del tipo multiplaza sea fabricada en el país, ésta deberá cumplir con todos los requerimientos explicitados en este documento, a partir del punto 5.1.2 "Estructura" en adelante.

superficial	su compatibilidad para uso humano y su tolerancia a altas presiones. 2. El color de la pintura debe producir un efecto relajante y realzar la iluminación al interior de la cámara. 3. La pintura a utilizar debe ser lavable
Certificación y calificación de proceso de Soldaduras	1. El procedimiento de soldaduras utilizado en la construcción de la cámara hiperbárica debe estar calificada. Utilizar como referencia Código ASME, Parte UW-27 a Parte UW-39 o norma equivalente. 2. El soldador debe estar calificado según norma de referencia ASME IX "Qualification Standard for Welding and Brazing Procedure, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators, o criterio equivalente 3. La institución u organismo que califica tanto el procedimiento de soldadura como al soldador, deberá contar con acreditación bajo una norma nacional o internacional en el ámbito que corresponde.
NOTA: El fabricante debe contar y proporcionar la memoria de cálculo y planos de fabricación, especificando en éstos la(s) normativa(s) técnica(s) de referencia utilizada(s).	

5.1.3. Válvulas y Sistemas:

ÍTEM	REQUERIMIENTO
Válvulas de Seguridad (de alivio de presión)	1. Las válvulas de seguridad deben cumplir con un estándar de construcción. 2. Debe contar con sistema anti succión. 3. Las válvulas de seguridad, deben contar con válvulas internas y externas que las aíslen del sistema en caso de falla. 4. Para la selección de las válvulas de seguridad utilizar la norma ISO 4126-1 (o similar) como referencia. 5. No obstante lo anterior deberán cumplir, al menos, con los siguientes requisitos: a) Las válvulas de seguridad, deberán ser capaces de evacuar el aire en forma automática, para que la presión al interior de la cámara no sobrepase en ningún momento el 10% de la presión máxima de trabajo. En todo caso las válvulas de seguridad deben garantizar que no se produzca una descompresión violenta de la cámara hiperbárica. b) Las válvulas de seguridad deberán estar reguladas de manera que se inicie la evacuación a una presión igual a la presión máxima de trabajo aumentada en un 6% como máximo y se deberán cerrar automáticamente, una vez alcanzada la presión de trabajo. c) Toda válvula de seguridad, llevará grabada o fundida en su cuerpo, una marca de fábrica que indique sus características y que permita su identificación.

	d) El mecanismo de regulación de las válvulas de seguridad debe permitir que sean selladas, de manera que se pueda advertir si ha sido alterado. Una vez realizada la regulación se sellarán las válvulas de seguridad mediante un precinto de plomo. e) El escape de la válvula de seguridad de una cámara se efectuará por medio de una cañería de descarga con salida al exterior de la sala. 6. Colectivamente estos sistemas deben ser capaces de imponer y mantener una presión equivalente a una profundidad de 165 pam (pies de agua de mar) o 6 atmosferas absolutas. 7. Los controles del exterior o externos, deben sobreponerse a los controles internos en caso de problemas al interior de la cámara. NOTAS: • Para la selección apropiada de las válvulas de seguridad se recomienda utilizar como referencia la norma ISO 4126-1: 2013 • Alternativamente, se podrá utilizar las recomendaciones entregadas por la Sección 1-8 del Código ASME PVHO-1:" Pressure Vessel for Human Occupancy" • También se podrá utilizar las recomendaciones entregadas por la Sección A "Requerimientos Generales", Parte UG-125 y UG-126 "Dispositivos de alivio de presión" del Código ASME VIII, División 1
Sistema de tuberías de transporte de aire	La red de tuberías de transporte de aire deberá cumplir los siguientes requisitos: a) Deben ser de cobre o bronce sin costura b) Deben estar diseñados para transportar el fluido a presión y mantener la velocidad de compresión de 0,25 Atm/min a 1,8 Atm/min con un promedio 1 Atm/min c) Todas las penetraciones de tuberías a la estructura de la cámara deberán tener válvulas internas y externas de aislación lo más cerca posible de la penetración del casco para poder interrumpir el flujo de gases en caso de una emergencia. d) Toda la red de tuberías debe contar con válvulas anti-retorno (de retención), excepto en la línea de salida o descarga hacia el exterior de la cámara. NOTA: La instalación de la red de las tuberías de transporte de aire solo deberán ser realizadas por personal entrenado, competente y por empresas especializadas.
Sistema compresor, secado y almacenamien	1. Se establece que los valores de la calidad del aire serán aquellos recomendados por la norma NCh 2197.Of.92 (aire grado E"), los cuales se indican a continuación:

to de aire	a) El oxígeno debe estar en un rango de 20% a 22%. b) El contenido de aceite (condensado) debe ser menor a 5 mg/m^3, como líquido c) La concentración de Monóxido de carbono debe ser menor a 10 ppm d) La concentración de Dióxido de Carbono debe ser menor a 500 ppm. e) La concentración de hidrocarburos totales debe ser menor a 25 ppm (expresados como metano) 2. El aire deberá cumplir con los siguientes requisitos: a) El sistema de compresión de aire debe contar con sistema filtros en las entradas de los compresores para retirar partículas contaminantes de tamaño mayor a 5 micrones, con drenajes (de aceite y agua) automáticos. b) La concentración de vapor de agua debe ser menor a 400 mg/m^3. c) Olor: Ninguno. d) Toda cámara hiperbárica deberá contar con, al menos, dos fuentes de suministro de aire independientes, que podrá ser mediante compresor, cilindros de aire comprimido y/o a través de tanques de acumulación de aire e) El volumen del estanque de acumulación de aire y la capacidad del sistema de compresión deben ser compatibles con el volumen de la cámara. NOTA: Norma NCh 2197.Of.92: Gases Comprimidos -Aire - Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis.
Sistema de tuberías de transporte de oxigeno	La red de tuberías de transporte de oxígeno deberá cumplir los siguientes requisitos: a) Debe ser capaces de asegurar un suplemento de presión de al menos 3,52 Kg/cm^2 (50 PSI) por encima de las presiones requeridas de uso de la cámara hiperbárica o del equipo de suministro. b) Deben llevar válvulas de aislamiento, instaladas lo más cerca posible de la estructura de la cámara c) Deben ser de cobre o bronce al interior de las cámaras (materiales compatibles con oxígeno, según normas de referencia ASTM, CGA y ASME y materiales aprobados por PVHO). d) Se debe instalar válvula de cierre en el punto donde el oxígeno entre a la cámara hiperbárica (usar válvula de bolas solo para bajas presiones (125 PSI). e) El sistema de suministro de oxígeno debe contar con válvulas anti-retorno (válvulas de retención).

	NOTAS: • La instalación de la red de las tuberías de transporte de oxígeno solo deberá ser realizadas por empresas especializadas y/o personal competente, realizando pruebas continuas para la detección de fugas. • Las empresas proveedoras de los gases deben asegurar la calidad de estos mediante un certificado de análisis el cual deberá indicar la trazabilidad de éste (se requiere OXIGENO MEDICINAL con un nivel de pureza mínimo del 99,5%).
Sistema eléctrico e iluminación	1. Todos los circuitos eléctricos deben estar protegidos con material aislante y los conductores capaces de tolerar humedad, (para el sistema de antincendios agua). 2. Los equipos de mayor voltaje (sobre 28VDC – 0,5A) se deben colocar fuera de la cámara. 3. Los paneles de control que contengan tubería para oxígeno y equipo eléctrico deben estar aislados o ventilados constantemente. 4. Se debe contar con una toma de malla a tierra y monitorear el aislamiento de las líneas, (resistencia eléctrica no debe exceder 1 Ohm). 5. Se debe contar con sistema energía de respaldo, capaz de mantener todos los equipos críticos y sistemas de monitoreo activos, y en adecuado funcionamiento para asegurar que se pueda proporcionar un tratamiento completo. 6. Se debe contar con un indicador visual (luz) que indique situación normal.
Sistema de ventilación de CO_2	La cámara hiperbárica debe contar con sistema de ventilación (forzada), de un flujo mínimo de 85 litros/min por ocupante. NOTA: El flujo anterior puede ser menor siempre que el nivel de dióxido de carbono sea monitoreado o cuando los pacientes al interior de la cámara hiperbárica que respiran oxigeno utilicen un sistema propio de salida, asegurando niveles de oxígeno por debajo a 23,5% en forma permanente.
Sistema automático de inundación	Toda cámara hiperbárica deberá contar con un sistema automático de inundación con aspersores presurizados con las siguientes características: a) Esta no debe tardar más de un segundo en accionar válvula y distribución de agua en no más de tres segundos (82 lts/min) por cada metro cuadrado de superficie de la cámara b) Tiempo de operación mínimo 15 segundos sin energía eléctrica. NOTA: Utilizar norma de referencia NFPA-99: Health Care Facilities Code 2018 Edition
Sistema de despresurización	Toda cámara hiperbárica deberá contar con un sistema de despresurización (tipo válvula manual, ubicada en un sitio de fácil acceso), para ser activado en caso de emergencia y evacuación respectiva (por ejemplo: incendios, alarmas por sobrepresión, saturaciones de gases, etc.). En todo caso el sistema debe

	asegurar una despresurización controlada.
Sistema de comunicación	Toda cámara hiperbárica debe contar con un sistema de comunicación continua entre el operador y todos los compartimientos de la cámara. Adicionalmente, deberá contar con un sistema de circuito cerrado de TV que entregue imagen de calidad y vigilancia permanente del operador.
Mirilla	Éstas deben cumplir los requisitos entregados en la Sección 2 del Código ASME-PVHO-1: "Pressure Vessel for Human Occupancy" o norma similar .

5.1.4. Instrumentación Necesaria:

ÍTEM	REQUERIMIENTO
Medidor de O_2	1. Los niveles de oxígeno deben ser medidos continuamente, con alarmas audibles y visibles que indiquen concentraciones de oxígeno por arriba de 23,5% o por debajo del 19,5%, medidos en lugares o puntos que sean representativos de la cámara. 2. Los medidores de O_2 deben estar incorporados a un programa de calibración mediante la utilización de gases de patrones certificados, además deben estar sometidos a un programa de mantenimiento preventivo según especificaciones del fabricante. 3. El principio de detección el medidor de oxígeno (celdas electroquímicas, analizador tipo paramagnético u otro), deberá cumplir con el criterio de técnicas analíticas indicadas en la norma NCh 2197.Of.92. 4. Independiente del principio de detección del medidor de la concentración de O_2, este debe garantizar una precisión de ± 0,5%
Medidor de CO_2	1. Los niveles de CO_2 deben ser medidos continuamente, con alarmas visuales y sonoras que indiquen los niveles de concentración de CO_2 mayores de 500 ppm. 2. El principio de detección el medidor de CO_2 (analizador infrarrojo, cromatografía gaseosa u otro), deberá cumplir con el criterio de técnicas analíticas indicadas en la norma NCh 2197.Of.92.
Manómetros-Profundímetros	Todos los compartimentos de la cámara deben contar con manómetros independientes (líneas únicas) externos para ser leídos por el operador, los que deberán estar instalados en panel de control. Estos manómetros deberán cumplir con las siguientes especificaciones: a) Tener capacidad para indicar, a lo menos, 1,5 veces la presión máxima del equipo. b) El manómetro deberá ser de lectura directa del tipo Bourdon.

	c) En el manómetro se deberá marcar con una línea roja indeleble la presión máxima del equipo. d) Entre el manómetro y la cámara habrá una válvula de corte que facilite el cambio de éste ubicado lo más próximo de la envolvente de la cámara. e) Para los efectos del control periódico de los manómetros, debe existir un tubo de conexión con llave de paso que permita la fácil colocación de un manómetro patrón. En la comparación de lectura con el manómetro patrón se aceptará un margen de error de hasta un 3%. f) Los compartimentos de tratamientos deben contar con manómetros internos. g) En caso de contar con profundímetros la graduación de la escala deberá estar indicada en unidades de medición en pies y metros de agua de mar lo que permitirá una mejor lectura.
Flujómetros	1. Se debe contar con medidor de flujo certificado en líneas de aire, tipo bola y de rango apropiado acorde con las necesidades de ventilación de la cámara especifica 2. Todo flujómetro debe contar con su respectiva tabla de calibración.
Termómetros	1. Se debe contar con medidor de temperatura al interior de la cámara. 2. La temperatura de referencia al interior de la cámara será de 22 ± 2 ºC, Esta condición se podrá controlar mediante la instalación de un sistema de acondicionamiento de aire de la sala o recinto donde se encuentre instalada la cámara.
Higrómetro	1. Se debe contar con medidor de humedad relativa que permita conocer el porcentaje de humedad en el interior de la cámara. 2. La humedad relativa de referencia al interior de la cámara deberá estar dentro del rango 50 a 70%. 3. El equipo o sistema para lograr cumplir con lo indicado en el punto anterior deberá ser compatible, en su diseño, con el ambiente de la cámara.
Extintores de incendio	Toda cámara debe contar con extintores hiperbáricos portátiles certificados para la profundidad máxima de tratamiento (del tipo agua a presión y cantidad según la superficie interior de la cámara)

5.1.5 Instalación:

ÍTEM	REQUERIMIENTO
Ubicación de las Cámaras Hiperbáricas	1. Se deberán instalar en un recinto exclusivo de material incombustible con una cubierta de techo liviano de similares características y muros con resistencia mínima al fuego RF-120. Esta sala será exclusiva y no podrá ser utilizada para otros fines diferentes. 2. Para aquellas cámaras hiperbáricas que por su diseño no puedan ser emplazadas en una sala exclusiva, se solicitará un estudio técnico de respaldo (a evaluar por la autoridad competente).
Requerimientos mínimos de la sala de la Cámara Hiperbárica	1. La sala de la cámara hiperbárica no podrá estar ubicada sobre o bajo una construcción destinada a habitación o lugar de trabajo y se diseñará de forma que satisfaga los requisitos mínimos de seguridad para desarrollar labores de operación, mantención, inspección y reparación, dando cumplimiento a las normas vigentes de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. 2. Deberá contar con dos o más puertas, ubicadas en diferentes direcciones, que abran hacia el exterior, las que se mantendrán en todo momento libre de obstáculos. Se prohíbe emplear en ellas cerraduras que solo puedan abrir manualmente por dentro, así como mantener cerradas con llave las puertas mientras la cámara se esté utilizando. 3. Deberá existir una distancia mínima de 1 metro entre la cámara y las paredes del recinto y cualquier otro elemento o instalación y tener un espacio libre no inferior a 1,5 metros entre el punto más elevado de la cámara y el techo. 4. La Iluminación exterior de la cámara debe ser generada con fuentes de bajo calor según standard PVHO. 5. La sala deberá contar con iluminación, para casos de emergencia. 6. Las dependencias colindantes de la sala de la Cámara Hiperbárica no deben estar destinado a almacenamiento de material inflamable, combustible o potencialmente tóxico. 7. La estructura soportante y fundaciones para cualquier cámara hiperbárica debe ser diseñada para soportar el peso de dicha cámara. 8. La estructura soportante y fundaciones deberá ser diseñada y considerar el peso adicional del agua en caso de que se requiera realizar pruebas hidrostáticas en el mismo recinto.
Aspectos generales	Respecto de los accesorios a instalar en el interior de la cámara hiperbárica se debe considerar lo siguiente: a) No se debe emplear elementos metálicos que puedan producir chispas en

	los soportes de las sillas o cualquier estructura que soporta un peso de consideración. b) Se debe utilizar solamente telas no inflamables (antiflama) y resistente al fuego.

5.1.6. Identificación y Mantención de la Cámara:

ÍTEM	REQUERIMIENTO
Identificación	Toda cámara hiperbárica deberá tener adosado a su cuerpo principal una placa metálica que indique, en forma visible e indeleble, el nombre del fabricante, número de fábrica, año de fabricación, norma de diseño y/o fabricación, capacidad máxima, número de registro asignado por la autoridad competente y la presión máxima de trabajo para la cual fue diseñada. NOTA: Utilizar como referencia las recomendaciones entregados en la Sección 1-9 del Código ASME-PVHO-1:" Pressure Vessel for Human Occupancy" o norma similar
Programas de mantenimiento y operación	1. Toda cámara hiperbárica debe contar con protocolos de seguridad y emergencia. 2. Se deben realizar revisiones periódicas (definidas por el fabricante) de los sistemas de operación y seguridad para asegurar un funcionamiento eficaz (manómetros, mirillas, mantenimiento e inspecciones regulares a compresores, instrumentos de purificación de aire, tomas y filtros de compresor, otros). 3. Se deberá mantener control de los siguientes parámetros: concentraciones de O_2 y CO_2, presión, temperatura y humedad.
Registros necesarios	1. Toda cámara hiperbárica deberá contar con un libro de vida, durante toda su vida útil, el cual contenga a lo menos lo siguiente: a) Memoria explicativa en español con las especificaciones técnicas y cálculos de diseño, con indicación de las normas nacionales o extranjeras empleadas. b) Toda la información acerca de su funcionamiento, mantención, reparación, traslados y accidentes sufridos, así como las inspecciones, revisiones y pruebas efectuadas, etc., por orden de fechas. 2. En forma adicional al punto anterior, la cámara deberá contar con una bitácora de mantenimiento específica que incluya las listas

	de chequeo extensivas utilizadas para antes y después de cada intervención realizada a la cámara. 3. La cámara deberá contar con registros periódicos de los siguientes parámetros: concentraciones de O_2 y CO_2, presión, temperatura y humedad.

5.2. Requisitos para la Inspección de Cámaras Hiperbáricas:

5.2.1. Ensayos:

La verificación de las condiciones de seguridad de las cámaras hiperbáricas, y accesorios correspondientes, se debe efectuar mediante inspecciones[2], que contengan a lo menos las siguientes pruebas:

ITEM	REQUERIMIENTO
Ensayos	Verificación de parámetros de diseño
	Revisión interna y externa
	Prueba de presión hidrostática
	Prueba de presión neumática
	Pruebas de la capacidad de válvula de seguridad de alivio de presión
	Pruebas especiales (Ensayos no destructivos)

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

ENSAYO	REQUERIMIENTO
Verificación de parámetros de diseño	Se deberá verificar memoria de cálculo, planos de fabricación, especificaciones de materiales de construcción, etc.
Revisión interna y externa	Corresponde a una inspección visual por el interior y exterior de la cámara hiperbárica. En esta inspección se deberá considerar, al menos, la revisión de los siguientes aspectos: - Aspecto visual de cordones de soldadura

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

	- Aspecto visual de recubrimiento superficial (pintura) - Verificación de instrumentación mínima necesaria - Verificación de equipamiento mínimo - Verificación de válvulas y sistemas definidos en esta guía
Prueba de presión hidrostática	La prueba de presión hidrostática se deberá realizar de acuerdo al siguiente procedimiento: a) Se instalarán bridas o flanches ciegos que interrumpan todas las conexiones del cuerpo de presión y que resistan la presión hidrostática de prueba. b) Se retirarán las válvulas de seguridad y todos los accesorios y se colocarán tapones o flanches ciegos. c) Se llenará con agua el cuerpo de presión hasta expulsar todo el aire de su interior, mediante un tubo de ventilación. d) Durante la prueba hidrostática se aplicará la presión en forma lenta y progresiva aumentándola uniformemente, sin exceder el valor fijado para la presión de prueba que debe resistir. e) Una vez alcanzada esta última, se cerrará la comunicación con la bomba y se observará el manómetro patrón, el cual deberá continuar marcando la misma presión, sin bajar durante un tiempo mínimo de quince minutos. f) La presión de la prueba hidrostática será 1.3 veces la presión máxima de trabajo. Se considerará que la prueba hidrostática ha sido satisfactoria, cuando el cuerpo de presión no ha presentado filtraciones ni deformaciones durante, al menos, 15 minutos y la presión de prueba se ha mantenido constante. g) Posteriormente se bajará la presión también en forma lenta y uniforme.
Prueba de presión neumática	La prueba de presión neumática se deberá realizar mediante un procedimiento que al menos considere los siguientes aspectos: a) Aumento progresivo y escalonado de la presión b) Determinación de filtraciones por cada aumento de la presión c) Utilización de una solución de tensión superficial adecuada para de detección de filtraciones d) Ejecución de ensayo no destructivo a cordones de soldadura longitudinales y circunferenciales previo a la prueba de presión neumática. e) Definir área de aislamiento mínimo circundante a la cámara hiperbárica. f) Esta área deberá estar claramente señalizada y con prohibición de

	ingreso de personas ajenas a la prueba de presión neumática. g) La presión de prueba será de 1,1 veces la presión máxima de trabajo.
Pruebas de la capacidad de válvula de seguridad de alivio de presión	Las pruebas de la capacidad de válvula de seguridad se deben realizar a través de un procedimiento que permita verificar los requerimientos señalados en el punto N° 5.1.3 del presente documento, en relación con las "válvulas de seguridad de alivio de presión".
Pruebas especiales (ensayos no destructivos)	Las pruebas especiales se deben realizar a través de la aplicación de procedimientos asociados a los siguientes ensayos "no destructivos": a) Medición de espesores b) Radiografías o gammagrafía c) Partículas magnéticas o tintas penetrantes (cualquiera de estos).

5.2.2. Criterios de Periodicidad:

El tipo de ensayo, y periodicidad correspondiente, a aplicar a las cámaras hiperbáricas y sus componentes, se debe efectuar en las siguientes instancias:

ITEM	REQUERIMIENTO
Criterios de Periodicidad	a) Al término de la fabricación de la cámara hiperbárica (antes de la entrega al usuario y previo a la instalación del equipamiento, solo al recipiente de presión): Verificación de parámetros de diseño, revisión interna y externa, prueba de presión hidrostática y pruebas especiales (Ensayos no destructivos).
	b) Al término de la instalación de la cámara hiperbárica y antes de su puesta en servicio: Revisión interna y externa, prueba de presión neumática y pruebas de la capacidad de válvula de seguridad.
	c) Trascurridos cinco años de funcionamiento de la cámara hiperbárica: Revisión interna y externa, prueba de presión neumática o prueba de presión hidrostática y pruebas especiales (ensayos no destructivos). Se exceptúa de este requisito, las pruebas de la capacidad y funcionamiento de las válvulas de seguridad las que se deberán realizar una vez por año.
	d) Al término de cualquier reparación y/o transformación (que involucre una intervención de la estructura del recipiente de presión), antes de

	ponerlas en servicio nuevamente: Revisión interna y externa, Prueba de presión hidrostática y Pruebas especiales (Ensayos no destructivos).
NOTAS: • Independientemente del tiempo transcurrido desde la puesta en marcha de la cámara hiperbárica, cuando la instalación presente daños evidentes como consecuencia inmediata de esfuerzos mecánicos imprevistos, se deberán reiterar las siguientes pruebas: Revisión interna y externa, Prueba de presión hidrostática, Pruebas de la capacidad de válvula de seguridad Y Pruebas especiales (Ensayos no destructivos). • Las pruebas podrán ser solicitadas en cualquier instancia de tiempo por parte de la autoridad competente	

5.2.3 Calibraciones.

Las instituciones interesadas en realizar las inspecciones a las cámaras hiperbáricas deberán garantizar la calibración anual de los instrumentos de medición que se utilicen para llevar a cabo las pruebas y ensayos especificados en el punto 5.2.1 del presente documento (manómetros, medidor de O_2, medidor de CO_2, termómetros e higrómetro u otro especificado). Esta calibración 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. No obstante, estando dentro del plazo establecido en el párrafo anterior y en caso de un funcionamiento irregular de alguno de ellos, se deberá someter a una calibración.

6. DEFINICIONES:

6.1. Cámara Hiperbárica: Equipo que se utiliza para tratamientos médicos mediante la aplicación de presiones superiores a la atmosférica tales como la descompresión en superficie asociada al buceo profesional, de acuerdo a tablas de descompresión.

6.2. ASME: American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).

6.3. ASME PVHO: Safety Standard for Pressure. Vessels for Human Occupancy.

6.4. Ensayos no destructivos: Se denomina ensayo no destructivo (también llamado END) a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales

6.5. Válvula de Seguridad de alivio de presión: Accesorio que cumple el objetivo de liberar un fluido, automáticamente cuando equipo sometido a presión supera la presión máxima de trabajo.

6.6. Manómetro: Instrumento destinado a medir la presión efectiva o relativa a la presión atmosférica, que ejerce un fluido contenido en un recipiente o en un circuito a presión.

6.7. Flujómetro: instrumento que se utiliza para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido o para la medición del gasto másico.

6.8. Presión Máxima de Trabajo: Presión límite a la que puede trabajar con seguridad un equipo sometido a presión.

6.9. Presión de Diseño: Presión utilizada en el diseño de un equipo.

6.10. Calibración[3]: operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

7. BIBLIOGRAFÍA.

7.1. ASME VIII; División 1: Rules for Construction of Pressure Vessels

7.2. Norma NCh 17025 Of.2005: "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración"

7.3. Norma NCh 17020 Of. 2009: Sistemas de Gestión para Organismos de Inspección

7.4. Norma NCh 9001: Sistemas de Gestión de Calidad - Requisitos.

7.4. ASME - PVHO-1-2012: Safety Standard for Pressure Vessel for Human Occupancy y ASME - PVHO-2-2012: Safety Standard for Pressure Vessel for Human Occupancy: In Service Guidelines.

7.5. NFPA-99: Health Care Facilities Code 2018 Edition.

[3] Vocabulario Internacional de Metrología - 3° Edición 2012