



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

**ANÁLISIS TÉCNICO Y LEGAL, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL EQUIPO
GENERADOR DE VAPOR DEL LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS, DEL
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO
SANTA MARIA, SEDE VIÑA DEL MAR.**

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional de Ingeniería en prevención de riesgos
laborales y ambientales.

Alumno:

Carlos Gatillón Espinoza

Profesor Guía:

Mg. Ing. Enrique Calderón Carmona

Dedicatoria

Dedico este proyecto a todas las personas que me apoyaron y alentaron para terminar este proceso, mi madre Ninfa Espinoza, mi hermana Jacqueline Gatillón, mi cuñado Sergio Huenulef, mi gran amigo y compañero Alfredo Poveda, quien partió de este mundo un par de meses antes de terminar este trabajo de título, a mi compañera de vida, Alejandra Pinto por su apoyo, a Claudia Ruiz, a los profesores Enrique Calderón, Carlos Gómez y Leonor Cabello, Cristian Cuadra y Diego Macklean por su paciencia y comprensión.

Muchas gracias.

RESUMEN EJECUTIVO

En este estudio se describe primeramente los antecedentes bases relativos a calderas y generadores de vapor, tales como: sus características, su funcionamiento, clasificación, componentes principales y accesorios, así como también, los antecedentes generales de éstos, de manera de introducirse en el ámbito de análisis para la implementación del equipo generador de vapor, considerado como un equipo crítico en cualquier operación, toda vez, que para su funcionamiento o proceso productivo, utilice presión y vapor de agua. Del mismo modo y para regularizar el funcionamiento del generador de vapor en el laboratorio, así como también velar por la seguridad laboral y estudiantil, se efectúa un análisis de las exigencias que contiene el Decreto Supremo N°10, relativo a las disposiciones generales, requisitos de operación y cese de operación, condiciones de instalaciones y de seguridad, pruebas y revisiones, como así también el cumplimiento de los requisitos y deberes de los operadores de calderas, para ello, se genera una tabla de cumplimiento de estos requisitos y a mismo modo, se confecciona una Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (MIPER), asociados al uso y manipulación de este tipo de generador, la cual, identifica las medidas de control a tomar incluyendo su periodicidad y basada en la operación discontinua de un generador de vapor estándar para el ámbito educacional. Finalmente y para la determinación de la implementación del generador a vapor del Laboratorio de Termo-fluidos del Departamento de Mecánica, se realizaran las pruebas de uso, de acuerdo a la normativa vigente, por un técnico autorizado por la marca del equipo y se entregaran los requerimientos para la elaboración de un manual de funcionamiento del laboratorio, a modo de establecer las normas de seguridad para el correcto funcionamiento y minimizar los riesgos de accidente por el uso de los mecanismos y maquinarias presentes en el lugar, tanto para funcionarios, profesores, docentes y alumnos que realizan las experiencias acordes a la asignatura, como también visitas que desarrollen actividades en el interior de este laboratorio.

Palabras claves: generador de vapor, laboratorio de termo-fluidos, manual de funcionamiento, Decreto Supremo N°10 del Ministerio de Salud, del año 2012 y que aprueba reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
ALCANCE	2
FUNDAMENTACIÓN	3
METODOLOGÍA	4
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA Y DEL LABORATORIO DE MECÁNICA	6
1. ANTECEDENTES GENERALES:	8
1.1. DEFINICIONES:	9
1.1.1. Mecánica:	9
1.1.2. Energía Mecánica:	9
1.1.3. Mecánica de Fluidos:	10
1.1.4. Ingeniería Mecánica:	10
1.1.5. Generador de Vapor:	10
1.1.6. Caldera de Vapor:	10
1.2. ORIGEN DE LA CARRERA DE MECÁNICA	11
1.2.1. Antecedentes internacionales de la carrera de ingeniería mecánica	11
1.2.2. Antecedentes nacionales de la carrera de ingeniería mecánica.	12
1.2.3. La Carrera De Ingeniería Mecánica En La UTFSM	13
1.2.4. Historia del Departamento de Ingeniería Mecánica en la UTFSM	14
1.3. HISTORIA DEL LABORATORIO DE MECÁNICA.	15
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES GENERALES DEL EQUIPO DE VAPOR UBICADO EN EL LABORATORIO X DE LA UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA, SEDE VIÑA DEL MAR.	18
2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.1.1. Generadores De Vapor	20
2.1.2. Características de los Generadores de vapor y Calderas	20
2.1.3. Funcionamiento de un Generador de vapor o Caldera	21
2.1.4. Componentes de un Generador de vapor y Calderas	22
2.1.5. Clasificación de las calderas	30
2.1.6. Calderas de tubos de humo o piro-tubulares	32
2.1.7. Calderas de tubos de agua o acuo-tubulares	33

2.1.8.	Configuración Caldera Acuo-Tubular. Las calderas acuo-tubulares operan	34
2.2.	ANTECEDENTES GENERALES DE LA CALDERA UBICADA EN LABORATORIO DE TERMO-FLUIDOS, DEL EDIFICIO X DE MECÁNICA.	35
2.2.1.	Especificaciones del generador de vapor TGV-6KWA	36
2.2.2.	Sistemas de seguridad de la caldera de vapor	40
2.3.	LISTA DE CHEQUEO CUMPLIMIENTO NORMATIVO DE ACUERDO DS N°10.	55
2.4.	ESPECIFICACIONES DE ACUERDO A DS N°10	64
2.5.	DECRETO SUPREMO N°594, “APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO”.	65
2.6.	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (MIPER), PARA UN GENERADOR A VAPOR.	82
CAPÍTULO 3: REQUERIMIENTOS PARA LA ELABORACION DE UN MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS		86
3	REQUERIMIENTOS PARA LA ELABORACION DE UN MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS.	87
3.1.	ALCANCE.	87
3.2.	RESPONSABILIDADES.	87
3.3.	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA TRABAJOS EN LABORATORIO DE TERMO FLUIDOS.	88
3.4.	REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA CUMPLIR LO INDICADO EN DS10	88
3.5.	PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO, UNA VEZ OBTENIDO EL REGISTRO DE LA SEREMI DE SALUD.	90
3.5.1.	Procedimientos de trabajo en general.	90
3.5.2.	Procedimiento particular para la caldera de vapor y su circuito.	91
3.6.	TABLA DE PLAZOS ESTIMADOS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS.	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		97
BIBLIOGRAFÍA		¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
BIBLIOGRAFÍA		98
ANEXOS		105

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 GENERADOR DE VAPOR O CALDERA	20
---	----

FIGURA 2 DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA CALDERA 22

FIGURA 3 HOGAR DE UN GENERADOR A VAPOR 23

FIGURA 4 PUERTA DEL HOGAR DE UN GENERADOR A VAPOR O CALDERA 23

FIGURA 5 CUERPO DE HOGAR DE UN GENERADOR A VAPOR 24

FIGURA 6 CÁMARA DE AGUA DE UNA CALDERA 24

FIGURA 7 CÁMARA DE VAPOR DE UNA CALDERA 25

FIGURA 8 CONDUCTO DE HUMOS DE UNA CALDERA 25

FIGURA 9 TIRO NATURAL DE UNA CALDERA 26

FIGURA 10 TIRO ARTIFICIAL (SOPLADOR) DE UNA CALDERA 26

FIGURA 11 CHIMENEA DE UNA CALDERA 27

FIGURA 12 QUEMADOR DE UNA CALDERA 27

FIGURA 13 CONTROL DE LLAMA DE UNA CALDERA 28

FIGURA 14 BOMBA DE COMBUSTIBLE 29

FIGURA 15 PURGA DE FONDO DE UNA CALDERA 29

FIGURA 16 PURGA DE SUPERFICIE DE UNA CALDERA 30

FIGURA 17 CALDERA PIROTUBULAR 33

FIGURA 18 CALDERA ACUO-TUBULAR 34

FIGURA 19 CONFIGURACIÓN CALDERA ACUO-TUBULAR 35

FIGURA 20 ACCESORIOS 1, 2, 3 Y 4 37

FIGURA 21 ACCESORIOS 5 Y 6 37

FIGURA 22 ACCESORIOS 7 Y 10 37

FIGURA 23 ACCESORIO 8 38

FIGURA 24 ACCESORIOS 9 Y 11 38

FIGURA 25 PLACA METÁLICA INFORMATIVA ADOSADA AL CUERPO PRINCIPAL DE
LA CALDERA 38

FIGURA 26 PLACA INFORMATIVA DE PRUEBAS REALIZADAS A LA CALDERA 40

FIGURA 27 CALDERA DEL LABORATORIO DE TERMO-FLUIDOS 41

FIGURA 28 TURBINA DE VAPOR CONTROLADA POR COMPUTADOR, TTVC 42

FIGURA 29 TURBINA EQUIPO TTVC 43

FIGURA 30 FRENO EQUIPO TTVC 43

FIGURA 31 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE
RIESGOS (MIPER) 83

FIGURA 32 CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LA MIPER 84

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO MARCA EDIBON, MODELO TGV-6KWA 36

TABLA 2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO MARCA EDIBON, MODELO TGV -6KWA 38

TABLA 3 CUMPLIMIENTO NORMATIVO PARA REGULARIZAR SU
 FUNCIONAMIENTO DE ACUERDO AL DS N°10/2012.....55

TABLA 4 TABLA DE PLAZOS PARA CUMPLIMIENTO DS N° 10 93

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLAS

DS N°10 : Decreto Supremo número diez.

MINSAL : Ministerio de Salud.

SEREMI : secretaria regional ministerial.

NTU : Unidades nefelométricas de turbidez.

SEC : Superintendencia de electricidad y combustibles.

DS N°594 : Decreto supremo número cinco nueve cuatro.

Em : Energía Mecánica.

Ep : Energía Potencial

Ec : Energía Cinética.

BTU : Unidades térmicas británicas.

TTVC : Caldera de vapor controlada por computador.

PPM : Partes por millón.

Art : Artículo.

SIMBOLOGÍA.

Kg : Kilogramo.

cm² : Centímetro cuadrado.

KW : Kilo watt.

°C : Grados Celsius.

W : Watt.

V : Volt.

A : Ampere.

h : hora.

INTRODUCCIÓN

Los laboratorios de pruebas, son lugares los cuales están equipados con diferentes elementos e instrumentos de medición. Estos son una herramienta importantísima, tanto en la enseñanza de las ciencias, así como, en la investigación e industria. El trabajo práctico, proporciona la experimentación, el descubrimiento y resultados que van más allá del entendimiento teórico, sin embargo, el uso de los laboratorios requiere dedicar un mayor tiempo del que se dedica a una clase convencional, por ejemplo, una clase para descubrir resultados a través del ensayo y error.

En el ámbito de la educación universitaria, las ciencias juegan un papel preponderante en la formación de los profesionales, uno de los objetivos principales, tiene que ver con el aporte al conocimiento científico a través de pruebas experimentales como una estrategia de aprendizaje.

El laboratorio de Mecánica, de la sede Viña del Mar, de la Universidad Técnica Federico Santa María, cuenta con un laboratorio de Termo-fluidos, que incluye múltiples elementos tecnológicos para el estudio de nuestro medio, aquí se benefician directamente las carreras de técnicos universitarios e ingeniería de las ramas de Energías renovables, Mecánica Industrial, Minería y metalurgia, Mecánica Automotriz, Mantenimiento Industrial,

Específicamente el laboratorio cuenta con una turbina alimentada por vapor desde una caldera, esta turbina aprovecha la energía cinética del vapor y la convierte en movimiento de rotación del dispositivo. Desde ahí se leen los datos en un computador y se obtienen los datos numéricos para las distintas experiencias, realizadas por los alumnos. Para poder realizar estas experiencias el equipo generador de vapor debe contar con un registro ante la Seremi de salud correspondiente a la región, este trabajo de titulación abarca el análisis técnico y legal abordando los puntos que se deben mejorar, cambiar u agregar para obtener este registro.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar los distintos puntos técnicos y legales, para implementar el equipo generador de vapor del laboratorio de Termo fluidos, del laboratorio de mecánica, de la Universidad técnica Federico Santa María, sede Viña del Mar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los requerimientos técnicos y legales necesarios para los procesos que requiere un equipo generador de vapor el cual alimenta a una turbina de vapor.
- Generar un diagnóstico del estado de funcionamiento técnico y de seguridad del laboratorio, a lo que respecta al equipo generador de vapor y su turbina.
- Proponer los requerimientos para la elaboración de un manual, para el funcionamiento del laboratorio y su equipo generador de vapor, para cumplir lo estipulado en el DS N°10 del año 2012, del Ministerio de Salud.

ALCANCE

El presente trabajo de título, tiene por finalidad, realizar las observaciones críticas, necesarias para poner en estándar la caldera ubicada en el taller de mecánica de Fluidos de la Universidad y acceder al registro de calderas y autoclaves que lleva la secretaria regional ministerial de salud de la zona, de acuerdo a lo indicado en el DS N°10 del Ministerio de Salud, del año 2012.

Este trabajo incluye el estudio técnico y legal para poner en marcha la caldera y realizar las tareas requeridas para el funcionamiento del laboratorio de fluidos, no incluyendo la inscripción misma al registro.

- Los principales hitos de este trabajo de título son:
- El término del análisis Técnico.
- El término del análisis Legal.
- El diagnóstico del funcionamiento y seguridad.

- La realización y aprobación de los requerimientos, por parte de los encargados del laboratorio de Termo-fluidos, para elaborar un manual de funcionamiento.
- Las principales limitaciones del trabajo se orientan a la documentación del laboratorio, el cual no cuenta con un plano de planta en el que se encuentra el equipamiento, ni tampoco un plano eléctrico, los cuales son los primeros puntos que se deben abordar.

FUNDAMENTACIÓN

Sin Proyecto: El Laboratorio de Termo-fluidos del Departamento de Mecánica no puede realizar las experiencias sin la puesta en marcha de la caldera, mientras este generador de vapor, no cuente con registro legal, dado que, esto implicaría un riesgo tanto para el personal que trabaja en este laboratorio, para los estudiantes que realizan sus estudios de acuerdo a las temáticas de termo-fluidos, como también para las instalaciones. Estos riesgos son variados e implican diferentes afecciones las que pueden ocasionar desde el desarrollo de enfermedades respiratorias u oculares que impliquen incapacidad laboral o desencadenar en accidentes leves, moderados, graves y/o fatales; que van desde un eccema, contracción muscular, inhalación de partículas tóxicas, quemaduras, electrocución y hasta la pérdida de vidas humanas como así también pérdidas materiales en las instalaciones debido a explosión e incendio.

Esto dificulta la implementación de prácticas de laboratorio, las que son concebidas como estrategias didácticas, pues les permite a los estudiantes comprender el funcionamiento y la forma correcta en que se debe manipular ciertos equipos, de este modo se construye el conocimiento de manera global.

De igual modo, la experiencia práctica de laboratorio es fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que, implica un proceso de aprendizaje facilitado y regulado por el profesor o docente, en un ambiente que permite a los estudiantes, realizar actividades psicomotoras y sociales a través del trabajo participativo e interactuar con equipos e instrumentos y de esta manera abordar la solución de los problemas desde una perspectiva interdisciplinar-profesional.

Con proyecto: El Laboratorio de Termo-fluidos del Departamento de Mecánica puede llevar a cabo su funcionamiento, aplicando las acciones correspondientes y tomando las medidas necesarias para la correcta puesta en marcha del circuito que comprende la caldera y la turbina de vapor, sumado al registro legal correspondiente, de esta manera, los alumnos pueden realizar las experiencias y prácticas necesarias de acuerdo a los contenidos en estudio, esto da cumplimiento a la normativa vigente en seguridad, como lo establecido en el DS N°594, que indica las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

La relevancia de contar con un laboratorio en funcionamiento reside en lo importante de crear instancias de enseñanza-aprendizaje, como lo señala Berenguer (2016) con un método de tipo aula

invertida o flipped classroom, donde el objetivo principal sea, que el estudiante asuma un rol más activo que el que venía ocupando en el transcurso del aprendizaje tradicional.

Por otro lado, es necesario mantener el laboratorio de termo-fluidos del departamento de mecánica de acuerdo a la normativa vigente, esto es, el cumplimiento de los requerimientos que señala el Decreto Supremo N°10 que regula el funcionamiento de las calderas de fluidos térmicos, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua para su funcionamiento, ya sean fijas o móviles, con el fin de resguardar su funcionamiento seguro, la salud e integridad de los trabajadores, estudiantes, instalaciones y de la población en general. Este deberá estar incorporado a un registro que lleva la Secretaría Regional Ministerial de Salud correspondiente, deberá contar con un libro de vida, libro de operaciones diarias, placa metálica con información de su fabricación, funcionamiento y número de registro asignado por la autoridad sanitaria, su diseño debe estar ceñido a la norma técnica nacional o extranjera, debe contar con accesorios de seguridad visibles y de fácil acceso, accesorios de observación, accesorios de control automático, suministro de alimentación de agua continuo (2 o más medios de alimentación), se deben realizar controles periódicos mínimo de agua, debe estar provisto de indicadores de nivel de agua (a lo menos 2, independientes entre sí), manómetro, sistema de alarma, presostato, se deben realizar revisiones, el manejo, vigilancia, supervisión y operación la debe realizar un operador calificado.

Del mismo modo, se debe procurar establecer las normas de seguridad para el correcto funcionamiento del taller de Termo-fluidos, informando a los usuarios de los peligros y riesgos asociados a las labores que se realizan en éste, a través de procedimientos de trabajo seguro y/o protocolos de seguridad, como plan para establecer mecanismos y formas de actuar que permitan prevenir y enfrentar amenazas, acordar reglas mínimas de comportamiento que se deban adoptar a modo de minimizar los riesgos de accidente, tanto para los funcionarios, profesores como para los alumnos de la universidad que realizan las experiencias de acuerdo a las asignaturas impartidas. De este modo también se da cumplimiento a lo señalado en el Plan Integral de Seguridad Escolar (PISE) que es la herramienta de gestión del riesgo, articuladora de variados programas de seguridad destinados a la comunidad educativa y que aporta de manera sustantiva al desarrollo de una cultura inclusiva de autocuidado y prevención de riesgos en los establecimientos educacionales.

Finalmente, y no menos importante es dar cumplimiento al Decreto Supremo N°594, que establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que debe cumplir todo lugar de trabajo, estableciendo los límites permisibles de exposición a agentes químicos, físicos y tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional

METODOLOGÍA

Para la realización de esta estandarización y con el fin de cumplir tanto con los objetivos generales como específicos se plantean las siguientes etapas:

- Etapa 1: “Se realizará de un estudio técnico y legal general”

Para la identificación de la información en primera instancia se analizará y estudiara los conceptos generales de una caldera para así entender globalmente el equipo que está presente en el laboratorio de fluidos de la Universidad y su circuito completo, esto incluye la turbina que es alimentada con vapor DS10 del MINSAL.

- Etapa 2: “Se identificarán en particular los antecedentes del marco legal y técnico, además de los antecedentes y características de la caldera ubicada en laboratorio de fluidos de la universidad.”

Para la identificación de la información en primera instancia se analizará y estudiará la normativa vigente que rige para equipos generadores de vapor, de esta manera entender y categorizar, el equipo que está presente en el laboratorio de termo fluidos.

El levantamiento de la información del estado de la caldera es obtenido de acuerdo a los requerimientos dispuestos en el DS10 del MINSAL, existe una serie de mejoras y accesorios que se necesitan para contar con el criterio de aprobación e ingreso al registro.

La información es recogida y analizada por técnicos externos, estos técnicos son proporcionados por la empresa fabricante de la caldera, además de los profesionales que trabajan en la carrera de Mecánica y el laboratorio de Fluidos.

- Etapa 3: “Se propondrá y evaluará el conjunto de puntos o requerimientos, que permitan elaborar un manual de funcionamiento y chequeo tanto de la caldera, como del laboratorio en su totalidad.”

Para esto primeramente se deben cumplir los puntos anteriores, los cuales tienen la finalidad de poner en marcha bajo las normas legales el funcionamiento del circuito completo que corresponde a la caldera y a la turbina de vapor. Además de esto se entregará una serie de medidas tendientes a mejorar el funcionamiento completo del laboratorio, ventilación, señaléticas y medidas para la seguridad de los alumnos y trabajadores de la Universidad.

**CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA Y DEL
LABORATORIO DE MECÁNICA**

1. ANTECEDENTES GENERALES:

En la primera mitad del siglo XVIII, se les encomendaba a los ingenieros militares los trabajos de construcción a grandes escalas, de modo tal, que la ingeniería militar englobaba tareas tales como la preparación de mapas topográficos, la ubicación, diseño y construcción de carreteras y puentes, y la construcción de fuertes y muelles. No obstante, en el siglo XVIII se comenzó a utilizar la denominación de Ingeniería Civil o De Caminos para referirse a los trabajos de ingeniería efectuados con propósitos no militare (Jácome, 2022).

En el siglo XIX y como consecuencia de la Revolución Industrial, debido al aumento de la utilización de maquinaria, la ingeniería mecánica se consolidó como rama independiente de la ingeniería; así como también ocurrió con la ingeniería de minas.

Del mismo modo los avances técnicos del siglo XIX ampliaron el campo de la ingeniería e introdujeron un gran número de especializaciones. A su vez, las incesantes demandas del entorno socioeconómico del siglo XX han incrementado aún más su campo de acción; y se ha producido una gran variación de disciplinas, con diferenciación de múltiples ramas tales como: la aeronáutica, la electrónica, la química, las telecomunicaciones, la informática, la ingeniería industrial, naval, militar, de minas y geología, etc. Asimismo, últimamente se han incorporado áreas de conocimiento que antes eran diversas a la ingeniería, tales como, la investigación genética y nuclear. (Castillo, 2014, p.47)

Muchas dificultades que se presentan en el ámbito de la ingeniería suelen ser complejas y están interrelacionadas con otras áreas, por ello, se hace imprescindible que el profesional que desarrolla su actividad en una de las ramas o especialización de la ingeniería ha de tener conocimientos básicos de otras áreas afines. Por ejemplo, un ingeniero químico que tiene que diseñar una planta para el refinamiento electrolítico de minerales metálicos debe enfrentarse al diseño de estructuras, maquinaria, dispositivos eléctricos, además de los problemas estrictamente químicos.

La Ingeniería Mecánica propiamente tal, aúna todos los conocimientos científicos y técnicos para el manejo de la producción, la conservación y la reparación de maquinaria, instalaciones, equipos y sistemas de producción industrial, así mismo, el estudio tecnológico especializado de diferentes materiales, productos o procesos; la previsión de máquinas herramientas para la industria minera, manufacturera, construcción, agricultura y otros fines industriales.

Estudia la proyección de máquinas de vapor, motores de combustión interna, máquinas y motores no eléctricos que son utilizados para propulsar locomotoras de ferrocarriles, aeronaves o vehículos de transporte por carretera o para poner en marcha instalaciones industriales, centrales generadoras de energía, sistemas de propulsión para buques, sistemas de ventilación y calefacción, bombas, cascos y superestructuras de buques, fuselajes y trenes de aterrizaje y otros equipos para aeronaves, carrocerías, sistemas de suspensión y frenos para vehículos automotores. Estudia el diseño y montaje de mecanismos y sistemas de ventilación, calefacción y refrigeración; infraestructura y

equipos mecánicos para la elaboración, supervisión y empleo de energía nuclear. Implementa y estudia el diseño de componentes o elementos de equipos o dispositivos (excepto eléctricos o electrónicos) como computadores, procesadores de texto, cámaras y proyectores, instrumentos de precisión; especifica y controla métodos de producción y/o instalación y el funcionamiento de maquinaria agrícola cómo también de otras maquinarias, mecanismos, motores, herramientas, instalaciones o equipos industriales; la instauración de normas y procedimientos de control para preservar la seguridad y la ejecución y/o funcionamiento eficaz. (Castilloi, 2014, p.47)

1.1. **DEFINICIONES:**

1.1.1. Mecánica:

La mecánica es una rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos y conjuntos de elementos que forman un motor o cualquier sistema que requiera armonía y sincronía en la ejecución de una tarea. En otras palabras, la mecánica es la ciencia que se ocupa del análisis de los cuerpos, sea que estos se encuentren en movimiento o en reposo (energía mecánica); además estudia temas tales como la gravedad, la electricidad y el magnetismo, según la naturaleza de las fuerzas involucradas (Osteicoechea, 2023)

Por su parte los autores Eisenberg et al. (2007), definen la mecánica como la ciencia que describe y predice las condiciones de reposo o movimiento de los cuerpos bajo la acción de fuerzas y que se divide en tres partes: la mecánica de cuerpos rígidos, la mecánica de cuerpos deformables y la mecánica de fluidos. (p.2)

1.1.2. Energía Mecánica:

La energía mecánica es la capacidad de un cuerpo de generar movimiento y de realizar un trabajo mecánico.

La energía mecánica de cualquier objeto es la suma de dos tipos de energías: energía potencial (E_p), que es aquella que está, pero no ha sido usada para un determinado fin, un ejemplo de ésta es la fuerza de una fuente de agua; y la energía cinética (E_c): que es la aplicación de las fuerzas para animar y acelerar el mecanismo, ejemplo, la energía de la fuente de agua retenida por las turbinas (Goicolea, 2021, p.75).

Las fuerzas que influyen el movimiento o el reposo de un cuerpo son la E_p y la E_c , por lo tanto:

$$E_m = E_p + E_c, \text{ en donde:}$$

E_m = Energía mecánica (Joules).

E_p = Energía potencial se obtiene multiplicando 'm', la masa del objeto, por 'g' y 'h', la aceleración provocada por la fuerza de la gravedad y la altura sobre el punto de referencia respectivamente.

E_c = Energía cinética. se calcula aplicando la fórmula $E_c = \frac{1}{2} * m * v^2$, donde la letra 'm' es la masa del objeto en cuestión y la letra 'v' su velocidad.

$$E_m = E_p (m * g * h) + E_c (\frac{1}{2} * m * v^2)$$

1.1.3. Mecánica de Fluidos:

Es la rama de la mecánica orientada a estudiar el movimiento de los fluidos. La mecánica de fluidos es de gran importancia para la ingeniería, puesto que, permite describir el movimiento de los fluidos a través de tuberías, vitales para sistemas de bombeo y transporte de éstos. La mecánica de fluidos también estudia las interacciones entre el fluido y el entorno que lo limita.

En términos generales, podríamos definir a la mecánica de fluidos cómo: “la rama de la física que se encarga de estudiar a los fluidos y las fuerzas que los provocan” (Mondon, 2017, p.10)

1.1.4. Ingeniería Mecánica:

En términos generales, se define la Ingeniería Mecánica como la actividad humana encaminada a transformar la naturaleza al servicio de las necesidades del hombre, en los campos de la investigación, desarrollo, diseño, construcción, operación, mantenimiento y comercialización de sistemas y equipos mecánicos, los cuáles son bastante variados, pudiendo ir desde máquinas motrices (motores de todo tipo), hasta instrumentos y aparatos (instrumentos de sonido, quirúrgicos, aparatos recreativos, etc.), pasando por la amplísima variedad de máquinas operadoras (máquinas para trabajar el metal, la piedra, la madera, etc.); máquinas de transporte de sólidos, líquidos o personas; máquinas para embalar, cerrar, etiquetar, entre otros. (Escuela de Ingeniería Mecánica, 2022)

1.1.5. Generador de Vapor:

Es el conjunto o sistema formado por una caldera y sus equipos complementarios, destinados a transformar agua de estado líquido en estado gaseoso a temperaturas y presiones diferentes de la atmosférica (Rueda, 2020, p.1).

1.1.6. Caldera de Vapor:

Recipiente metálico en el que se genera vapor a presión mediante la acción de calor. (Rueda, 2020, p.1).

Origen Histórico de la Carrera De Mecánica:

El estudio de la mecánica se remonta a la época de Aristóteles (384-322 a.C.) y de Arquímedes (287-212 a.C.), no obstante, se tuvo que esperar hasta Newton (1642-1727) para descubrir una representación satisfactoria de sus principios fundamentales.

D'Alembert, Lagrange y Hamilton expresaron estos principios de forma modificada, donde su validez permaneció intacta hasta el año 1905, donde Einstein formuló su teoría de la relatividad. Si bien ahora se han reconocido las limitaciones de la mecánica newtoniana, ésta aún es la base de las actuales ciencias de la ingeniería (Burstall, 1965).

La mecánica, como se mencionó anteriormente, es una ciencia física, puesto que, estudia fenómenos físicos; no obstante, algunos la asocian con las matemáticas, mientras que otros la consideran un asunto de ingeniería, donde ambos puntos de vista se justifican parcialmente. La mecánica es el cimiento de gran parte de las ciencias de la ingeniería y es un requisito de estudio indispensable; sin embargo, no tiene el carácter experimental propio de algunas ciencias de la ingeniería, es decir, no se funda sólo en la observación o experiencia; más bien, se parece a las matemáticas por la precisión e importancia que otorga al razonamiento lógico.

Por otro lado, tampoco es una ciencia abstracta, ni siquiera una ciencia genuina, sino que, es una ciencia aplicada, cuyo propósito es interpretar y predecir los fenómenos físicos y asentar las bases para aplicarlas en ingeniería (Eisenberg et al. 2007).

Los criterios fundamentales empleados en mecánica son: espacio, tiempo, masa y fuerza, los cuales no pueden ser definidos de modo exacto; sino más bien deben resignarse sobre las bases de la intuición y experiencia y de esta manera emplearse como un marco de referencia especulativo en el estudio de la mecánica.

1.2. ORIGEN DE LA CARRERA DE MECÁNICA

1.2.1. Antecedentes internacionales de la carrera de ingeniería mecánica

Históricamente, esta rama de la ingeniería surgió en atención a diversas necesidades que fueron emanando en la sociedad, puesto que, era preciso actualizar los mecanismos de funcionamientos complejos en su movimiento o que debieran resistir fuerzas considerables, lo que hizo indispensable que esta nueva disciplina estudiara el movimiento y el equilibrio.

Del mismo modo, se precisó encontrar un nuevo método para hacer funcionar las máquinas, puesto que, inicialmente se empleaba fuerza humana o animal. La invención de máquinas que funcionan con energía proveniente del vapor, del carbón, de petroquímicos y de electricidad trajo grandes avances, dando origen a la primera Revolución Industrial en Inglaterra; la que, a su vez, impulsó el surgimiento de la ingeniería mecánica.

A principios del siglo XIX en Inglaterra, Alemania y Escocia, el incremento de herramientas de maquinaria llevó a extender un campo dentro de la ingeniería en mecánica, suministro de máquinas de fabricación y de sus motores.

El año 1800, en Estados Unidos, se formó la American Society of Mechanical Engineers (ASME), convirtiéndose en la tercera sociedad de profesionales de ingeniería, después de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (1852) y el Instituto Americano de Ingenieros de Minas (1871). Las primeras escuelas en los Estados Unidos para ofrecer una enseñanza de la ingeniería son: la Academia Militar de Estados Unidos (1817), la institución conocida ahora como la Universidad de Norwich (1819) y el Instituto Politécnico Rensselaer (1825). La educación en ingeniería mecánica se ha basado históricamente en una base sólida en matemáticas y la ciencia (Eisenberg et al. 2007).

En México, a finales del siglo XIX y con la llegada del ferrocarril y la explotación de las minas, comenzó la industrialización, el país tomó un avance tecnológico dónde se sumó la explotación del petróleo, la que necesitaba maquinaria para la perforación y para el transporte del crudo, además de la construcción de refinerías y oleoductos.

En 1792 se fundó el Real Seminario de Minería, considerada la primera escuela de ingenieros de Latinoamérica. En 1857 la Escuela de Artes y Oficios (fundada en 1535 bajo el nombre de Escuela para Varones), reconocido como técnicos mecánicos, alfareros y agricultores; la que posteriormente durante la Revolución Mexicana, se propone un nivel profesional, de éste modo en 1932, adquiere el nombre de Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), que se anexó al Instituto Politécnico Nacional, impartiendo sus cursos en 1936 con las carreras de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Aeronáutica e Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica. Siendo la ESIME una de las escuelas más antiguas en México en el desarrollo tecnológico en el área Mecánica-Eléctrica (Burstall, 1965).

En Argentina, la Universidad de Buenos Aires oficializó a nivel nacional la carrera de Ingeniería. En 1950 y con la creación de la Universidad Obrera, se comienza a impartir esta carrera, muy ligada al proceso de industrialización que se vivía en esa época; esta Universidad sobreviene a la actual Universidad Tecnológica Nacional, de la cual han egresado una cantidad abundante de ingenieros mecánicos. La educación privada también forma ingenieros en la rama mecánica, y cuenta con Universidades donde se desarrolla dicha carrera tales como: el Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA) o la Universidad de la Marina Mercante, universidades que poseen un alto grado de complejidad para lograr la graduación (Burstall, 1965).

1.2.2. Antecedentes nacionales de la carrera de ingeniería mecánica.

En Chile, la especialidad de mecánica se remonta a la fundación de la Escuela de Artes y Oficios (EAO) en el año 1849, precedente de la Universidad Técnica del Estado (UTE) (Gutiérrez, 2011).

El primer ingeniero mecánico titulado en Chile, es Francisco González Villalobos, egresado el año 1940 de la Universidad Técnica Federico Santa María, razón por cuál, tuvo la obligación de convertirse en el especialista pionero en el país (SOLARTE, s. f.).

Por otra parte, en la Universidad de Santiago de Chile (USACH), la ingeniería mecánica data del año 1941, cuando se inicia la formación del Ingeniero Industrial Mecánico, actualmente denominado Ingeniero Civil Mecánico (Facultad de Ingeniería UdeC, 2024).

El año 1956, la Universidad de Concepción crea la carrera de Ingeniería Mecánica, egresando la primera generación el año 1962. No obstante, el año 1965 se cambia el nombre por Ingeniería Civil Mecánica (Facultad de Ingeniería UdeC, 2024a).

El año 1966, la Universidad de Chile comienza a dictar la carrera de Ingeniería Civil Mecánica, egresando la primera generación el año 1970 (Ingeniería Civil Mecánica | Departamento de Ingeniería Mecánica, s. f.).

El año 2016, la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM), comienza a dictar la carrera de Ingeniería Civil en Mecánica (Solarte, s. f.)

1.2.3. La Carrera De Ingeniería Mecánica En La UTFSM

La Ingeniería Mecánica es una de las especialidades dentro de la ingeniería con un amplio campo entre sus aplicaciones, puesto que, estos profesionales diseñan, desarrollan, construyen y evalúan diversos métodos, sistemas, mecanismos y máquinas que implican transformar diferentes formas de energía para obtener trabajo útil y la elaboración de productos; abocándose a dar solución a cualquier problema tecnológico que implique movimiento, ya sea desde componentes en vehículos aeroespaciales hasta implantes en el cuerpo humano.

De esta manera, los ingenieros mecánicos cumplen un rol fundamental en diversos rangos de las industrias, entre los que se encuentran: la producción y conversión de energía, el transporte terrestre, marítimo y aeroespacial, la manufactura, la minería, la automatización y robótica, la biotecnología, la nanotecnología, los sistemas micro electromecánicos, los sensores e instrumentos y muchas más.

Es esta razón, que hace a la ingeniería mecánica ser la base promovedora del progreso y el crecimiento económico, y es uno de los soportes que obraran en el sustento de la cultura en la era tecnológica.

La “Misión” que establece el Departamento de Ingeniería Mecánica es contribuir al progreso de la Ingeniería Mecánica y al desarrollo industrial y tecnológico que el país demanda, comprometidos con el espíritu del legado del fundador don Federico Santa María Carrera; la que se cumple por medio de la formación, con orientación a la excelencia, de ingenieros, magíster y doctores preparados para liderar procesos de desarrollo global del país y de la humanidad, una sólida actividad de investigación, tanto fundamental como de investigación aplicada para desarrollo tecnológico con la industria, la cooperación con las empresas e instituciones a través de actividades de asistencia técnica, capacitación y prestación de servicios.

Su “Visión” es ser un Departamento líder en el país en la formación de ingenieros y profesionales con magíster y doctorado en ingeniería mecánica, así como en las contribuciones al conocimiento y los desarrollos en la especialidad; con relaciones nacionales e internacionales que permitan la realización de proyectos orientados a la mejora de la competitividad del país y la movilidad de los estudiantes y profesores; con estudiantes formados íntegramente y egresados que sean un referente de calidad en el desempeño de la profesión; con un pujante y cohesionado cuerpo de profesores comprometido con el trabajo académico en equipo; con actividades conjuntas con entidades nacionales e internacionales para la generación de alianzas estratégicas. (Departamento de Ingeniería Mecánica, 2024)

1.2.4. Historia del Departamento de Ingeniería Mecánica en la UTFSM

El 15 de mayo de 1932, en conjunto con el funcionamiento de la Escuela de Artes y Oficios inicia su funcionamiento el Departamento de Ingeniería Mecánica USM, emplazada en el Pabellón de Talleres (actual Edificio C del Campus Casa Central – Valparaíso), su extenso taller mecánico equipado con las más modernas máquinas-herramientas de la época, una templadora y una gran máquina de ensayo de materiales.

La construcción del Laboratorio de Máquinas se inicia el año 1934 y con ello, también inicia su funcionamiento la Escuela de Ingeniería, la que, en el año 1937 brinda a sus alumnos la oportunidad de obtener el título de Ingeniero Mecánico en el recién inaugurado Colegio de Ingenieros. Los primeros cuatro ingenieros mecánicos titulados en Chile con el sello tecnológico de la USM, egresaron el año 1939.

A principios del decenio de 1960, se produjo un evidente impulso a la investigación tecnológica, lo que condujo a la creación de una Escuela de Graduados en la USM, con la finalidad de brindar los Grados de Magíster y Doctor en Ingeniería, siendo la Ingeniería Mecánica una de ellas. Así, la USM fue la primera universidad en América Latina en ofrecer programas de doctorado en Ingeniería, donde esta especialidad comenzó a funcionar el año 1964, posteriormente en el año 1970 se dio inicio al Magíster en Ingeniería Mecánica, a manera de complemento al programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica.

Al mismo tiempo y con el fin de iniciar un plan de perfeccionamiento académico de profesores, la USM celebró convenios de colaboración académica con la Universidad de Pittsburgh en Estados Unidos y la Universidad Técnica de Aachen de Alemania.

Durante la década de 1970 y el siguiente decenio, el Departamento desarrollo considerables avances en términos de infraestructura, equipamiento e implementación de laboratorios, adquiriendo una cantidad notable de maquinaria, equipos e instrumental para los diversos laboratorios.

A principios de 1990, se desarrolló la idea de incorporar tecnologías de manufactura avanzada en la formación de pregrado y la realización de investigación, vale decir, un Centro Integrado de Manufactura y Automatización (CIMA)

En el año 1998, el Departamento comienza a impartir la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, adicionalmente a Ingeniería Civil Mecánica, la cual, reemplazó a la tradicional Ingeniería de Ejecución Mecánica, que hasta entonces el Departamento había brindado.

El año 2005, inició su funcionamiento el primer programa de postgrado profesional del área energética en el país, bajo el nombre de Programa de Magíster de Economía Energética (MEE).

En el transcurso del año 2007 el Departamento comienza una reestructuración y reformulación de su postgrado científico, iniciando con ello las acreditaciones de estos programas ante la CNA (Comisión Nacional de Acreditación).

A partir del año 2009, en el Campus Santiago San Joaquín, se comienza a impartir la carrera de Ingeniería Civil Mecánica. De este modo, el Departamento extendió su ocupación a Santiago.

El año 2016, se comienza a implementar un plan de estudios de Ingeniería Civil Mecánica actualizado, basado en un diseño curricular con enfoque en competencias en ambos campus.

El año 2017, se obtiene la más reciente acreditación para la carrera de Ingeniería Civil Mecánica, por el máximo de 7 años, siendo esta su tercera acreditación consecutiva desde que se inició el proceso de acreditación de carreras en Chile (Departamento de Ingeniería Mecánica, 2024c).

1.3. HISTORIA DEL LABORATORIO DE MECÁNICA.

El Departamento de Ingeniería Mecánica está equipado con un conjunto amplio y diverso de laboratorios. Estos laboratorios apoyan tanto a la docencia como a actividades de investigación y son los que se detallan a continuación.

- Laboratorio de Energías Renovables
- Laboratorio de Energías Solar
- Laboratorio de Manejo de Materiales CITRAM

- Laboratorio de Manufactura Avanzada
- Laboratorio de Mecánica Computacional
- Laboratorio de Mediciones y Automatización
- Laboratorio de Tecnología Mecánica
- Laboratorio de Termodinámica
- Laboratorio de Termofluidos
- Laboratorio de Termohidráulica
- Taller Metalmecánico
- Laboratorio CIMA (Centro Integrado de Manufactura y Automatización), en conjunto con los Departamentos de Electrónica e Industrias.

Cada uno de estos laboratorios es fundamental para el apoyo y aprendizaje práctico de los estudiantes de las diferentes carreras que dicta la universidad (Departamento de Ingeniería Mecánica, 2024d Casa central USM).

1.4. HISTORIA DEL EDIFICIO X

Inaugurado el año 2022, más de 750 M2 conforman este edificio X “Taller de mantenimiento industrial” de la Universidad Técnica Federico Santa María, sede Viña del Mar. Esta instalación que cuenta con un moderno mobiliario que busca contribuir al desarrollo académico e integral de los alumnos del Departamento de Mecánica.

Este proyecto de construcción, fue elaborado por la Dirección de Infraestructura de la USM y que contribuye a la realización de diversas actividades académicas. Este espacio cuenta con talleres de minería, de eficiencia energética, de soldadura, de mantenimiento, de energías renovables, análisis de vibración de partículas, ensayos de sistemas fotovoltaicos, simulación y ensayo de circuitos eléctricos, además de salas de reuniones, oficinas para profesores y apoyos docentes, servicios higiénicos y áreas verdes, entre otros espacios. (Universidad Técnica Federico Santa María, 2022).

Según el organigrama del departamento de Mecánica de la sede viña del mar de la universidad, las carreras directamente beneficiadas con la implementación de este edificio son:

- Técnico Universitario en Mecánica Industrial.
- Técnico Universitario en Mecánica Automotriz.
- Técnico Universitario en Mantenimiento Industrial.
- Técnico Universitario en Minería y Metalurgia.
- Técnico Universitario en Energías Renovables.
- Ingeniería en mantenimiento Industrial.

**CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES GENERALES DEL
EQUIPO DE VAPOR UBICADO EN EL LABORATORIO X DE LA UNIVERSIDAD
TECNICA FEDERICO SANTA MARIA, SEDE VIÑA DEL MAR.**

2.1. MARCO TEÓRICO

A continuación, se describirá en un sentido general el concepto de lo que es un generador de vapor y sus componentes, principalmente enfocada en el área industrial. Además se describirá el equipo generador de vapor, ubicado en el laboratorio X de la universidad Técnica Federico Santa María, sede Viña del Mar.

2.1.1. Generadores De Vapor

Un generador de vapor o caldera es un convertidor de calor, en el que la energía química contenida en un medio combustible (gas natural, gasóleo, fueloil, biomasa, etc.), es transformada en energía térmica o calorífica, a su vez, intercambia este calor con un fluido, el que generalmente es agua y que finalmente es transformado en vapor de agua; en otras palabras, en una caldera o generador de vapor, se origina la liberación del calor del combustible y la captación del calor liberada por el fluido, el cual se usará como una sustancia de trabajo en otros sistemas o mecanismos que producen energía (Abarca, s.f.; Quinteros, 2013)

Estrictamente el término “caldera” es aplicado únicamente al depósito contenedor de agua y a las superficies de convección, sin embargo, para este trabajo los términos de generador de vapor o de caldera se utilizarán indistintamente como lo muestra la figura 1 a continuación:

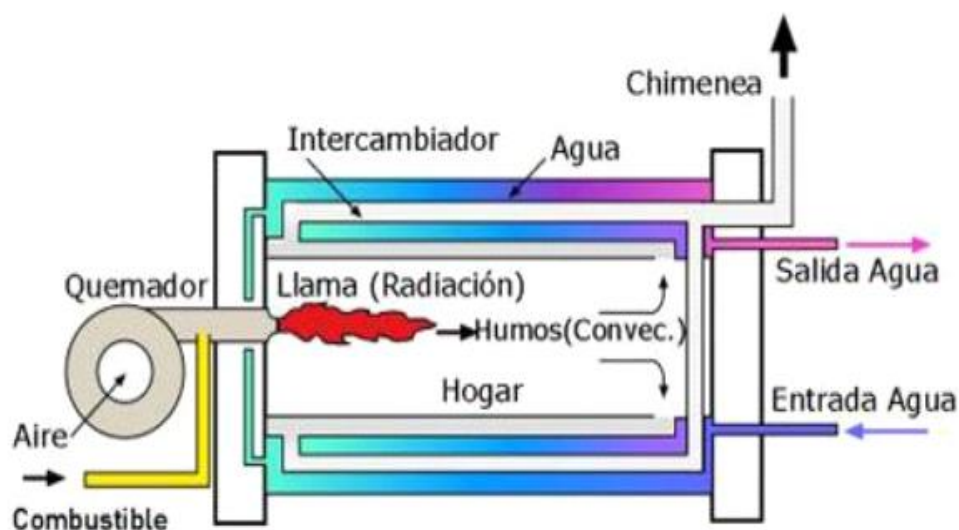


Figura 1 Generador de vapor o caldera

Nota. Depósito contenedor de agua y superficies de convección. Tomado de (JHG Ingeniería Ltda., 2022)

2.1.2. Características de los Generadores de vapor y Calderas

A continuación, se especifican las características generales de estos artefactos:

- Las calderas son artefactos o dispositivos de combustión que se utilizan para generar vapor o calentar el agua.
- El vapor que genera la caldera se emplea para la operación de los procesos o para generar calor o electricidad.
- Existen variados modelos de calderas que se fabrican actualmente, según la capacidad de operación requerida.
- Un sistema de caldera incluye la caldera como tal, tuberías y válvulas de operación y control de seguridad, sistema de tratamiento de agua y equipos periféricos tales como mecanismos de control de la contaminación, recalentadores, economizadores.
- Los combustibles primarios que utilizan las calderas son: carbón, petróleo y gas natural, pero, también algunos utilizan electricidad, biomasa, gases de escape.
- Las calderas se utilizan principalmente en la industria química, del papel, alimentaria, y petrolera.
- La EPA estima que la capacidad de potencia de entrada para calderas es normalmente entre 10 y 250 MMBtu/hr (2,93 MW/h y 73,25 MW/h), no obstante, existen calderas industriales de mayor tamaño.
- Las calderas comerciales y/o institucionales habitualmente son más pequeñas que las industriales, con una capacidad de potencia de entrada generalmente por debajo de 10 MMBtu/hr (2,93 MW/h); puesto que, estas entidades comúnmente utilizan el suministro de vapor y agua caliente para la calefacción de un amplio espectro de espacios, ejemplo: el comercio mayorista y minorista, hoteles, hospitales, edificios de oficinas, museos, edificios gubernamentales, establecimientos educacionales, restaurantes, y aeropuertos.
- La presión de agua de las calderas de gas debe permanecer constantemente alrededor de 1,5 bar ó 150.000 Pa, para su correcto funcionamiento. La mayoría de calderas resaltan esta información en el manómetro, el que se encuentra remarcado y en color verde el rango de presiones correctas.

2.1.3. Funcionamiento de un Generador de vapor o Caldera

El funcionamiento general de estos artefactos se podría describir de la siguiente manera. primeramente, el combustible se quema en el hogar, lugar dónde se lleva a cabo la transmisión de calor por radiación; de esta quema de combustible se obtienen humos o gases resultantes los cuales circulan a través del haz tubular de la caldera, donde procede el intercambio de calor por conducción y convección.

La caldera es la pieza más importante del circuito de vapor, desde luego, es donde se crea este vapor. En el caso del vapor saturado, la caldera además suministra energía calorífica para generar un cambio en la fase de líquido a vapor.

La sala de calderas de vapor trascendentalmente ha exigido un nivel alto de vigilancia manual para otorgar la seguridad indispensable para la planta; por lo cual requiere que ésta trabaje eficazmente,

y se puede ejecutar equilibrando al máximo el suministro a la demanda. Esto puede significar en algunos casos, calderas que trabajan continuamente, o en otros, paradas durante intervalos largos o cortos.

En algunos casos, esto puede significar calderas que trabajan continuamente, o en otros, paradas durante intervalos largos o cortos; pero, en cualquier caso, la tecnología actual posibilita al profesional seleccionar con confianza el sistema de la caldera que ajuste mejor a su empleo, con métodos de inspección idóneos que otorguen el nivel de eficacia, seguridad e integridad requerido. A continuación, la figura 2 se muestra el diagrama de funcionamiento general de una caldera

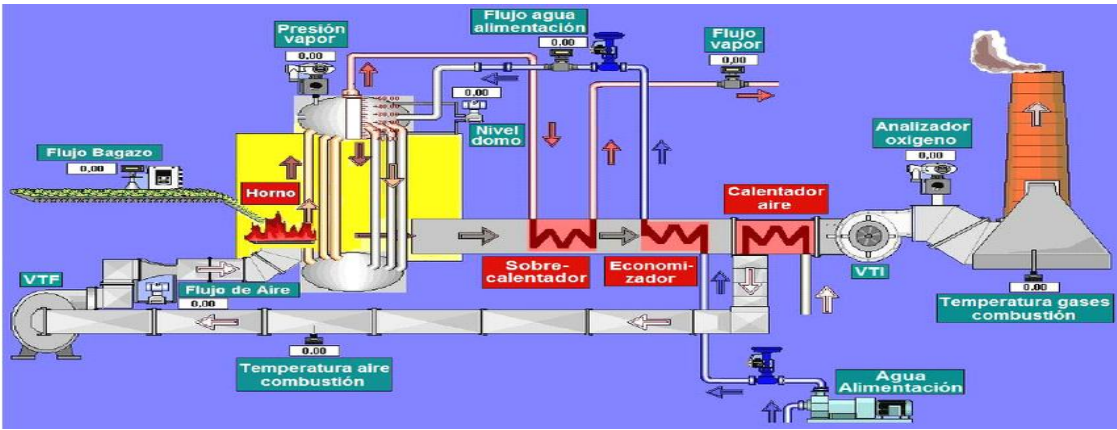


Figura 2 Diagrama de funcionamiento de una caldera

Nota: Representación gráfica de un sistema de generación de vapor. Tomado de (Raúl Rivas-Perez. Javier Sotomayor, 2012)

2.1.4. Componentes de un Generador de vapor y Calderas

En virtud de, que cada caldera, dependiendo del tipo, dispone de piezas muy peculiares se vuelve bastante difícil asignar a todas éstas un determinado componente. En consecuencia, de lo anterior, se analizarán y describirán únicamente aquellos componentes en común más relevante del diseño propio de las calderas. Estas partes principales incluyen el hogar, puerta y cuerpo de hogar, cámara de agua y de vapor, quemadores, chimenea, conductos de humo, y más. (Vilches Ponce & Yance, 2022)

a. Hogar

El hogar es una cámara en dónde se efectúa la combustión y se confinan los productos de la misma, esta cámara debe ser resistente a las altas temperaturas que se producen, así como también resistir las altas presiones utilizadas.

Para lograr una combustión completa, es necesario que la geometría de su estructura y sus dimensiones se adecuen a la velocidad de la emancipación del calor, al tipo de combustible y que además proporcione un medio apropiado para la eliminación de cenizas. A continuación, la figura 3 muestra el hogar de una caldera:

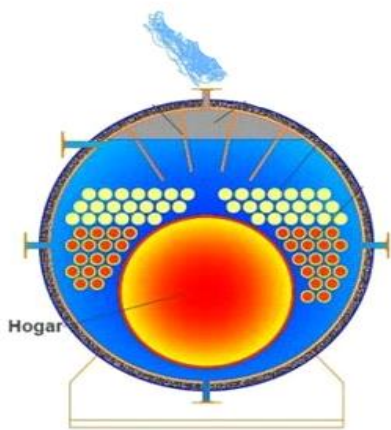


Figura 3: Hogar de un generador a vapor

Nota. cámara en dónde se efectúa la combustión. Elaboración propia.

b. Puerta del Hogar

Es una parte del hogar, fabricada de metal, proporcionada de bisagras que permiten el movimiento en su apertura y cierre, revestida en su interior generalmente con ladrillo refractario o de doble pared, por esta puerta se alimenta de combustible sólido al hogar y se realizan las operaciones de control del fuego. Esta puerta se reemplaza por el quemador. A continuación, en la figura 4 se aprecia la puerta del hogar de una caldera, con hogar para combustibles sólidos(izquierda) y hogar para combustibles líquidos y gaseosos (derecha):



Figura 4: Puerta del hogar de un generador a vapor o caldera

Nota. Esta puerta permite la alimentación de combustible sólido al hogar. Tomado de (Jara, 2014)

c. Cuerpo del Hogar

El cuerpo del hogar está conformado de un cilindro de acero, de disposición horizontal, herméticamente cerrado, expuesto a la acción de los gases y del cual, sus componentes principales son: cámara de agua, cámara de vapor, superficie de calefacción y superficie de vaporización. A continuación, la figura 5 muestra el cuerpo del hogar de una caldera:

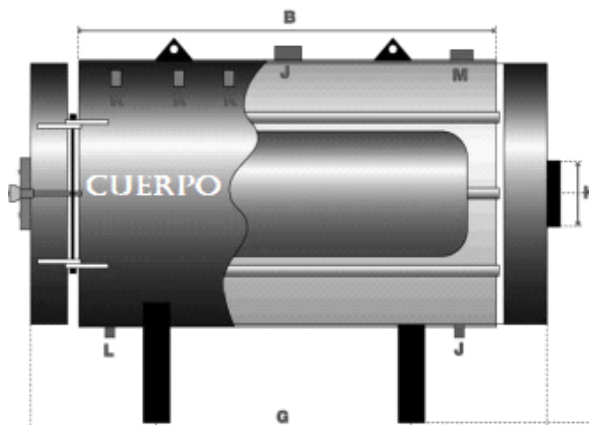


Figura 5: Cuerpo de hogar de un generador a vapor

Nota. El cuerpo del hogar corresponde a un cilindro de acero expuesto a la acción de los gases. Tomado de (Triangular, s.f.)

d. Cámara de agua

Volumen de la caldera ocupado por el agua hasta el nivel de trabajo, teniendo un volumen “n” de alimentación, que viene dado por los niveles máximo y mínimo de operación. A continuación, la figura 6 muestra la cámara de agua de una caldera:

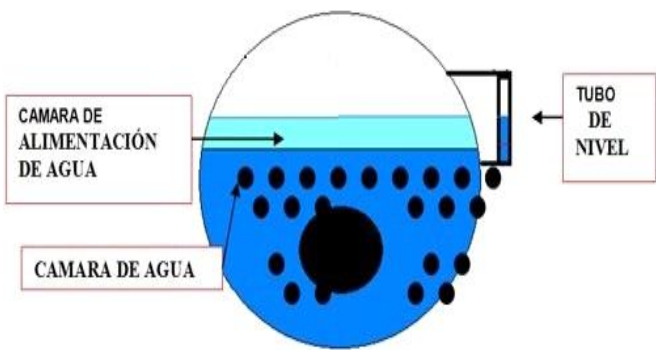


Figura 6: Cámara de agua de una caldera

Nota. El espacio en tono azul muestra el volumen cubierto de agua en una caldera. Tomado de (Arcila, s.f.)

e. Cámara de vapor

La cámara de vapor es el espacio ocupado por el vapor dentro del cuerpo de la caldera. En algunas ocasiones este espacio se aumenta por medio de un domo o cúpula llamado también colector de vapor. A continuación, la figura 7 muestra la cámara de vapor de una caldera:

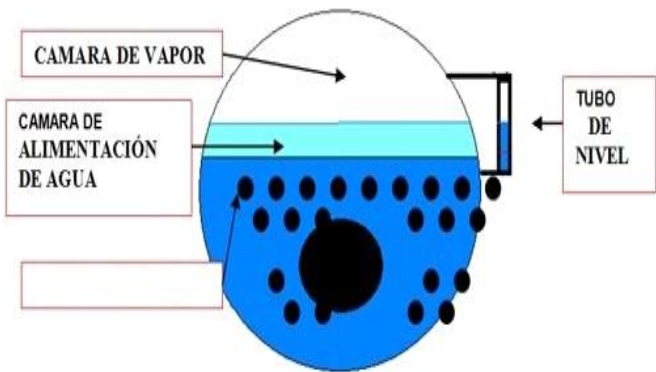


Figura 7: Cámara de vapor de una caldera

Nota. El espacio en tono blanco dentro de caldera muestra el volumen ocupado por el vapor. Tomado de (Arcila, s.f.)

f. Conducto de Humos

Los conductos de humos son todos aquellos componentes que conducen los productos de la combustión desde el hogar hasta la base de la chimenea. A continuación, la figura 8 muestra los conductos de humo de una caldera:

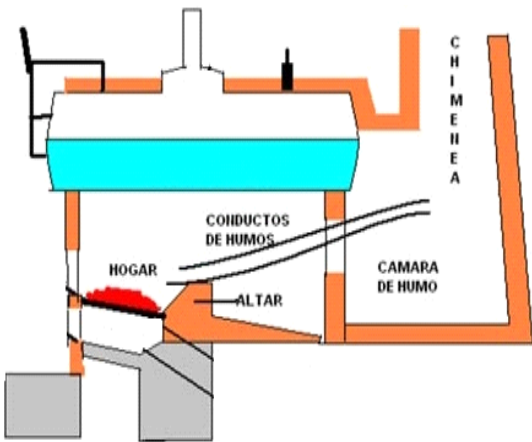


Figura 8: Conducto de humos de una caldera

Nota. Conducción de los productos de combustión. Tomado de (Harold Norberto Tellez Naranjo, 2018)

g. Tiro

El Tiro es un declive que contribuye al paso de los gases a través de la caldera, éste puede ser natural, es decir, originado por la chimenea, como también artificial, esto es, producido por medios mecánicos, el que, a su vez se subdivide en tiro forzado (con sopladores) y tiro inducido (con aspiradores). A continuación, las figuras 9 y 10 muestran el esquema de tiro natural y tiro artificial respectivamente:

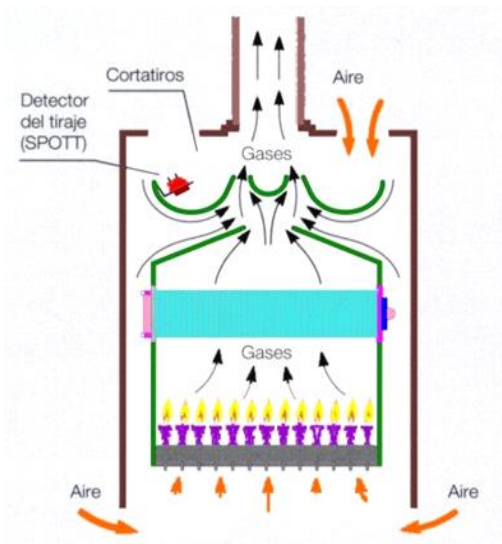


Figura 9: Tiro natural de una caldera
Nota. Tiro de origen natural. Tomado de (Arroyo, 2014)

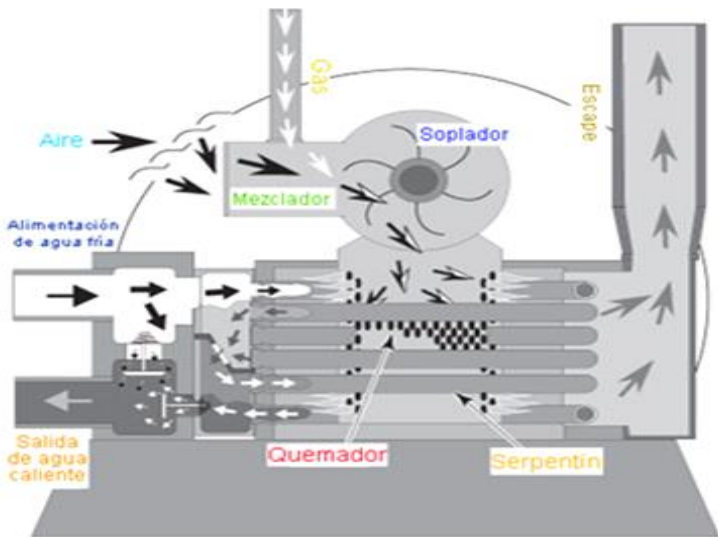


Figura 10: Tiro artificial (soplador) de una caldera
Nota. Tiro de origen artificial. Tomado de (Solare Consultores, s.f.)

h. Chimenea

La chimenea es el conducto destinado a evacuar los productos de la combustión de la caldera, esto es: humos y gases ya transformado en residuos a la atmósfera, considerando una altura suficiente. A continuación, la figura 11 muestra la chimenea de una caldera:

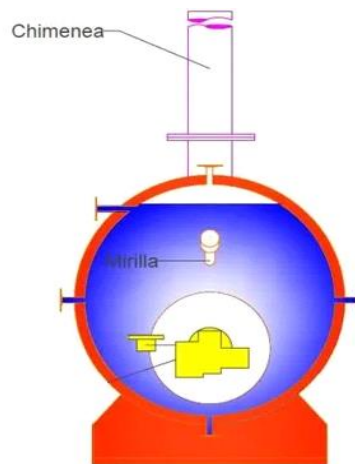


Figura 11: Chimenea de una caldera

Nota. La chimenea es el conducto por donde se evacuan los residuos de humos y gases desde la caldera a la atmósfera. Tomado de (CALDERON DANIA, 2021)

i. Quemador

Los quemadores son el conjunto de elementos dónde se realiza la combustión, éstos, en el interior de la cámara, por ende, deben contener la triada de la combustión, es decir, que tienen que alcanzar la mezcla íntima del combustible con el oxígeno y además proporcionar la energía de activación, ingredientes necesarios que al interactuar producen fuego. A continuación, la figura 12 muestra el quemador de una caldera:

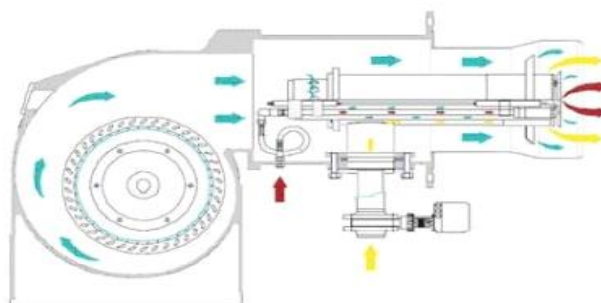


Figura 12: Quemador de una caldera

Fuente: Instrumentación, control y combustión Ingeniería (2011)

j. Ventilador

El ventilador de una caldera es la unidad que provee aire en volumen y presión adecuada para la combustión, es decir, aseguran la alimentación del aire comburente a la cámara de combustión. Se puede apreciar en la figura que procede al sistema de ignición.

k. Sistema de Ignición

El sistema de ignición se logra por medio de un transformador de alto voltaje, el cuál produce la chispa en los electrodos para iniciar la combustión. Se puede apreciar en la figura que procede en control de llama.

l. Control de Llama

El control de llama, también denominado sensor de llama, es una célula fotoeléctrica que detecta la existencia de la llama y en su defecto, responde cortando el combustible y apagar la caldera. Estos detectores tienen la capacidad de identificar el líquido sin humo y el humo que puede crear un fuego abierto. A continuación, la figura 13 muestra el control de llama de una caldera:

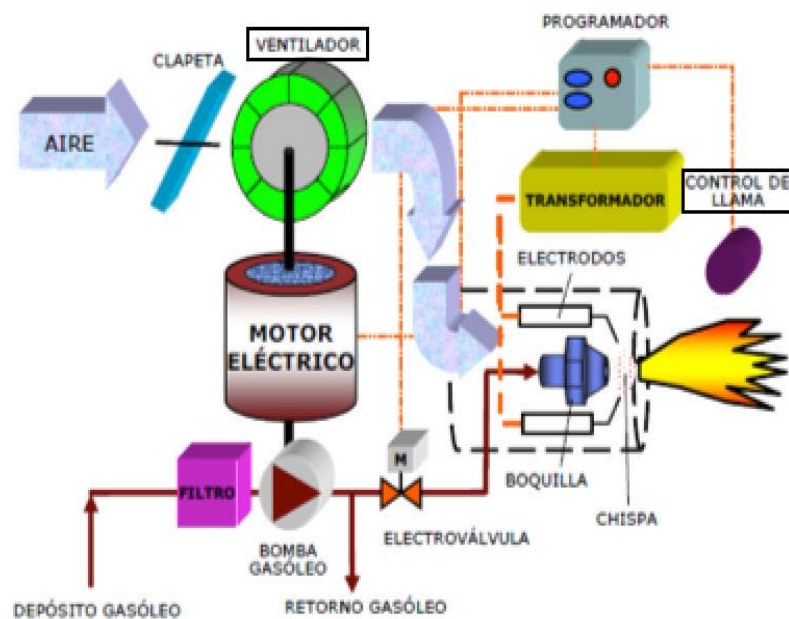


Figura 13: Control de llama de una caldera

Nota. Es un sensor dentro del mecanismo que detecta la presencia de la llama. Tomado de (Orlando, 2020)

m. Bomba de Combustible

La bomba de combustible, es la encargada de proveer la presión necesaria para transportar el combustible hasta las boquillas del quemador. A continuación, la figura 14 muestra la bomba de combustible de una caldera:

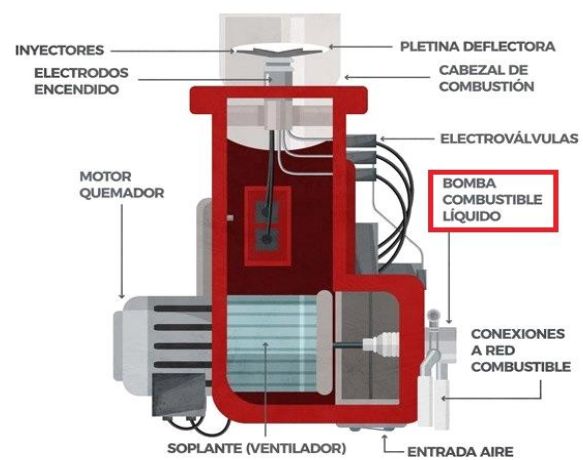


Figura 14: Bomba de combustible

Nota. Tomada de (PIROBLOC , 1977)

n. Purga de Fondo

La purga de fondo permite la evacuación de lodos y concentrado en el fondo de la caldera, por ejemplo: residuos sólidos provenientes del agua dura; es decir, que éste permite la eliminación de una gran cantidad de agua y de sólidos bajo la presión de la caldera e introducirla en un tanque de purga, especialmente diseñado para permitir que la mezcla se enfríe antes de drenar. A continuación, la figura 15 muestra la purga de fondo de una caldera:

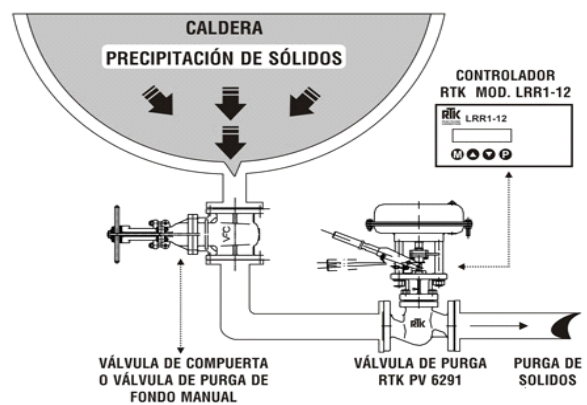


Figura 15 Purga de fondo de una caldera

Nota. La purga de fondo es necesaria porque contribuye a la eliminación de los lodos. Tomado de (SOLQUIM , 2022)

o. Purga de Superficie

La purga de superficie permite la evacuación de sólidos disueltos desde el nivel de la superficie del agua de la caldera, mediante una válvula de aguja graduada o una válvula motorizada accionada por un controlador de purga de caldera. A continuación, la figura 16 muestra la purga de superficie de una caldera:

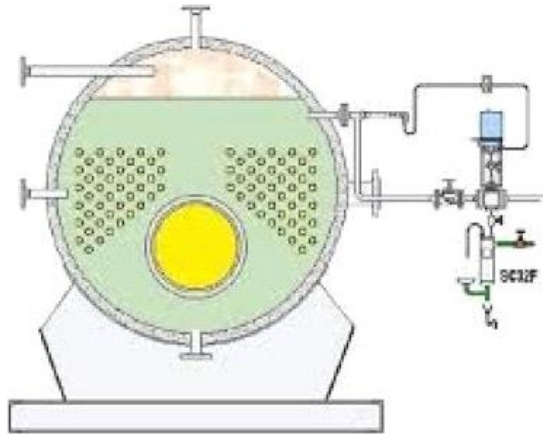


Figura 16: Purga de superficie de una caldera

Nota. Tomado de (TORÍN, 2011)

2.1.5. Clasificación de las calderas

La clasificación de las calderas se basa en varios factores propios del diseño y uso de estos equipos, tales como: tipo de combustible que utilizan, presión a la que trabajan, volumen de agua, forma de calefacción, etc.

Cada fabricante ha tomado o seleccionado algunos de estos aspectos, creando tipos de calderas que se han llegado a popularizar en el ambiente industrial (Uceda Martínez, 2013).

Existen diferentes factores de clasificación de calderas, entre los más comunes se encuentran:

A. Posición:

Atendiendo a la disposición de la ubicación del recipiente, estas pueden ser:

- a) Horizontales
- b) Verticales

B. Instalación:

Atendiendo a la instalación, estas pueden ser:

- a) Fijas o Estacionarias
- b) Semi-fijas

c) Móviles o Portátiles

C. Circulación de los gases:

La circulación hace referencia a la cantidad de recorridos en diversas direcciones que realizan los gases al interior de la caldera antes de salir por la chimenea, atendiendo a esto pueden ser:

- a) De un paso: con llama directa o de recorrido en un sólo sentido
- b) De dos pasos: con llama de retorno o de retorno simple
- c) De tres pasos: con llama de doble retorno
- d) De cuatro pasos.

D. Volumen de agua:

Atiende a la relación existente entre la capacidad de agua de la caldera y su superficie de calefacción, pueden ser:

- a) De gran volumen de agua: que hace referencia a más de 150 l/m² de superficie de calefacción.
- b) De mediano volumen de agua: entre 70[l/m²] y 150[l/m²] de superficie de calefacción.
- c) De pequeño volumen de agua: que hace referencia a menos de 70[l/m²] de superficie de calefacción.

E. Tipo de combustible:

Atiende al funcionamiento que tenga la caldera y sus diferentes tipos de combustibles, las que pueden ser:

- a) De combustible sólido.
- b) De combustible líquido.
- c) De combustible gaseoso.

Sin dejar de mencionar que existen calderas que reciben la energía calorífica necesaria desde otras fuentes de calor, tales como: gases calientes residuales de otras reacciones químicas, aplicación de energía eléctrica o de la utilización de energía nuclear.

F. Presión:

Atiende a la presión máxima de trabajo que utilicen las calderas en su funcionamiento, las que pueden ser:

- a) De baja presión: diseñadas para generar vapor de agua a una presión manométrica máxima que no exceda los 3,5[Kg/cm²].
- b) De mediana presión: diseñadas para generar vapor de agua a una presión manométrica superior a 3,5[Kg/cm²] e inferior a 15[Kg/cm²].

- c) De alta presión: diseñadas para generar vapor de agua a una presión manométrica superior a 15[Kg/cm²] e inferior a 42[Kg/cm²].
- d) De gran presión: diseñadas para generar vapor de agua a una presión manométrica superior a 42[Kg/cm²].

G. Formas de calefacción:

Hace referencia a los tubos que componen las calderas y por lo cuales circula por su interior el fluido que otorga su funcionamiento. De acuerdo a esto, las calderas que normalmente suelen utilizarse, son principalmente de dos tipos: calderas de tubos de humo y calderas de tubos de agua que se detallan a continuación:

a) De tubos de humo o piro-tubulares: diseñadas para circular por su interior gases calientes de la combustión, éstas a su vez se subdividen en:

- Con un tubo de hogar o monotubular.
- Con dos tubos de hogar o bitubular.
- Con tubos Galloway.
- Con tubos múltiples o pluri-tubular.

b) De tubos de agua o acuo-tubulares: diseñadas de manera que mientras por el interior de los tubos circula agua, la superficie externa de ellos está en contacto con los gases, entre las más comunes destacan las siguientes:

- De lámina de agua, con tubos rectos o curvos.
- Express, de dos, tres o cuatro colectores.
- Combinadas o Mixtas: que son aquellas que poseen tubos de humo y de agua.

2.1.6. Calderas de tubos de humo o piro-tubulares

Las calderas piro-tubulares, creadas especialmente para el aprovechamiento de gases de recuperación; están conformadas por un cilindro de agua compacto, el cuál es travesado en su interior y de forma longitudinal por un haz de tubos de acero, por lo cuales, los humos producidos a través de la llama que se forma en el hogar, circulan al interior de éstos y que finalmente son conducidos hasta la chimenea; además cuenta con una cámara superior de formación y acumulación de vapor.

El considerable volumen de agua que poseen estos equipos, permite almacenar energía proporcional para entregar una adecuada respuesta a demandas puntuales y una mayor calidad de vapor; a pesar de esto, su desventaja es la elevada pérdida de carga en los humos. (Uceda Martínez, 2013)

Las características que representan a estas calderas son:

- Sencillez en su construcción y/o fabricación
- Facilidad en su inspección, reparación y limpieza
- Gran peso
- La puesta en marcha es lenta
- Presentan gran peligro en caso de explosión o ruptura.

A continuación, la figura 17 muestra una caldera del tipo tubos de humo o piro-tubulares:



Figura 17: Caldera Piro-tubular

Nota. Tomada de (WordPress, s.f.)

2.1.7. Calderas de tubos de agua o acuo-tubulares

Las calderas acuo-tubulares están conformadas por un conjunto de tubos de acero, por dónde circula una parte o casi la totalidad del agua, con una inclinación que oscila entre los 15° y 25° , lo que facilitan la circulación del agua, a su vez, estos tubos están rodeados por la llama y los gases calientes producidos por la combustión. La llama se genera en un circuito de paredes tubulares que conforman la cámara de combustión.

Al contar con la posibilidad de instalar una gran cantidad de tubos, se puede producir una extensa superficie de calefacción para dimensiones relativamente reducidas, por lo tanto, estas calderas permiten su puesta a régimen muy rápido, teniendo la posibilidad de producir vapor a elevadas presiones. Generalmente se utilizan cuando se requiere de una presión de trabajo por encima de los $21[\text{kg}/\text{cm}^2]$ hasta $140[\text{kg}/\text{cm}^2]$. (Uceda Martínez, 2013)

Las calderas de tubos de agua presentan las siguientes características:

Pueden trabajar a altas presiones, dependiendo del diseño pueden llegar hasta 350[Psig].

Estas calderas producen un vapor seco, lo que genera un mayor aprovechamiento en los sistemas de transmisión de calor.

El calderín no se encuentra expuesto al calor radiante de la llama.

Su fabricación en base a tubos de agua hace imposible su explosión.

Pueden incrementar considerablemente su capacidad aumentando las unidades de tubos, independiente del diámetro del calderín de vapor.

Es, esta misma ventaja de libertad para incrementar su capacidad y presiones, lo que la diferencia de las calderas piro-tubulares, puesto que, estas últimas debido al espesor de la chapa exterior delimitantes y otros requisitos de su estructura, podrían poner prohibición a cargas sobre las 21[t/h] de capacidad y por encima de los 21[Kg/cm²] de presión de vapor. A su vez, esta ventaja ha posibilitado los modernos generadores de vapor de las grandes centrales térmicas. A continuación, la figura 18 muestra una caldera del tipo tubos de agua o acuo-tubulares:

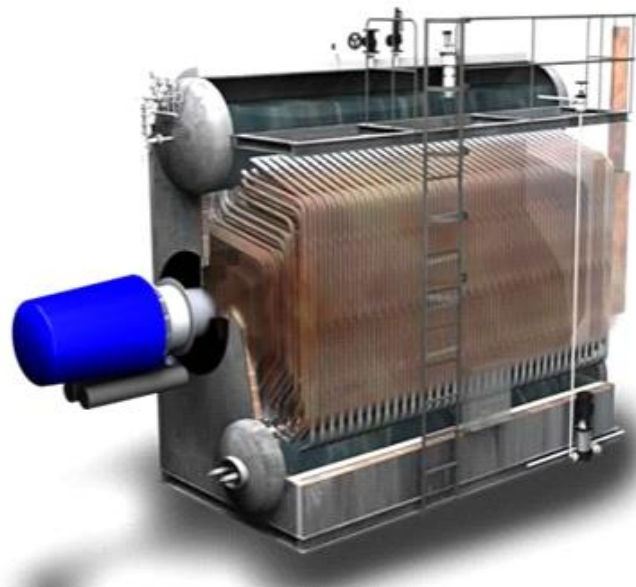


Figura 18: Caldera Acuo-tubular

Nota. Tomada de (ICA CALDERAS, 2012)

2.1.8. Configuración Caldera Acuo-Tubular. Las calderas acuo-tubulares operan con el principio de principio de circulación de agua, esto es, el agua fría de alimentación es introducida en el calderín de vapor, para dirigirse por el tubo de bajada hasta el calderín de lodos, puesto que, tiene una densidad superior a la del agua caliente, sin embargo, esta disminuye al pasar por el tubo de subida, puesto que, se calienta formando burbujas de vapor, éstas, pasan nuevamente por el calderín de vapor, dónde este vapor se separa del agua. No obstante, cuándo aumenta la presión se reduce la diferencia entre la densidad del agua y del vapor saturado, lo que se traduce en menor circulación; por lo tanto, conforme aumenta la demanda de presión, debe aumentarse

también la distancia entre el calderín más bajo y el calderín de vapor. (Uceda Martínez, 2013). A continuación, la figura 19 evidencia la configuración de la caldera acuo-tubular:

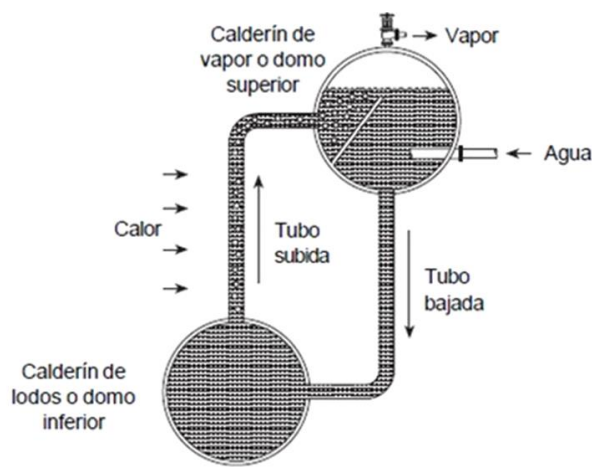


Figura 19: Configuración caldera acuo-tubular

Nota. Tomada de (Carlos Andrés Bermejo Marrugo, 2011)

2.2. ANTECEDENTES GENERALES DE LA CALDERA UBICADA EN LABORATORIO DE TERMO-FLUIDOS, DEL EDIFICIO X DE MECÁNICA.

- Según las descripciones del manual del fabricante, este corresponde a un equipo generador de vapor horizontal que produce calor mediante energía eléctrica, de marca Edibon de origen español y el modelo corresponde al TGV-6KWA.
- Este equipo produce 25kg/h de vapor con una presión de trabajo de 5 bar y su presión máxima corresponde a 6 bar.
- El principal objetivo de este generador de vapor es de carácter educacional, para realizar las experiencias del laboratorio de mecánica, en donde los alumnos puedan observar el paso de vapor saturado a 165°C a una turbina la cual a su vez genera energía eléctrica, estos datos son medidos y registrados a través de un software.
- Según las descripciones del manual del fabricante, este corresponde a un equipo generador de vapor horizontal de marca Edibon de origen español y el modelo corresponde al TGV-6KWA., que produce calor mediante energía eléctrica, posee dos resistencias eléctricas de 6 kW cada una.
- Este equipo produce 25kg/h de vapor con una presión de trabajo de 5 bar y su presión máxima corresponde a 6 bar.

- Dispone de los accesorios necesarios para su uso seguro, tales como válvula de seguridad, indicador de nivel, presostatos, seguridad de nivel, etc.
- El principal objetivo de este generador de vapor es de carácter educacional, para realizar las experiencias del laboratorio de termo fluidos, en donde los alumnos puedan observar el paso de vapor saturado a 165°C a una turbina la cual a su vez genera energía eléctrica, estos datos son medidos y registrados a través de un software, el cual se encuentra en un computador del laboratorio.

2.2.1. Especificaciones del generador de vapor TGV-6KWA

Tabla 1: Especificaciones del equipo marca EDIBON, modelo TGV-6KWA.

Producción de vapor	25 Kg.v.h.
Potencia eléctrica	2 x 6 kW = 12 kW.
Presión de servicio	5 bar.
Presión máxima de diseño	6 bar.
Temperatura máxima de servicio	165 °C.
Volumen	70 litros

Incluye:

- Manómetro de rango: 0-6 bar.
- Válvula automática de admisión.
- Válvula de seguridad de resorte tarada a 6 bar. La elevación de la válvula es ayudada por la presión del vapor evacuado.
- Presostato que controla la presión del vapor en la caldera y conecta o desconecta las resistencias, accionando la señal de alarma cuando la presión de vapor aumenta evitando llegar a la presión de tarado de la válvula de seguridad.
- Interruptor de nivel tipo flotador, que desconecta las resistencias cuando el nivel de agua en la caldera alcanza el mínimo de seguridad reglamentaria y acciona la señal de alarma.
- Resistencias eléctricas de tipo blindado especiales para inmersión.
- Todo el cuerpo de la caldera está recubierto con lana mineral, para aislarlo térmicamente, reducir las pérdidas de calor y optimizar la eficiencia energética.

A continuación, las imágenes 20, 21, 22, 23 y 24 muestran los accesorios que contiene una caldera y los cuales se detallan en la tabla N°1.



Figura 20: Accesorios 1, 2, 3 y 4

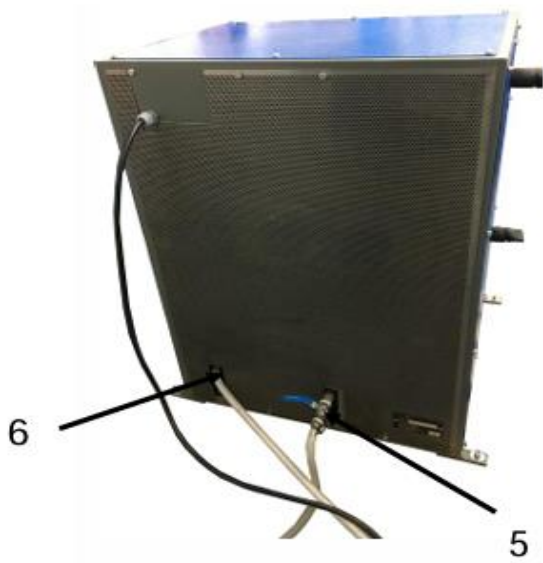


Figura 21: Accesorios 5 y 6

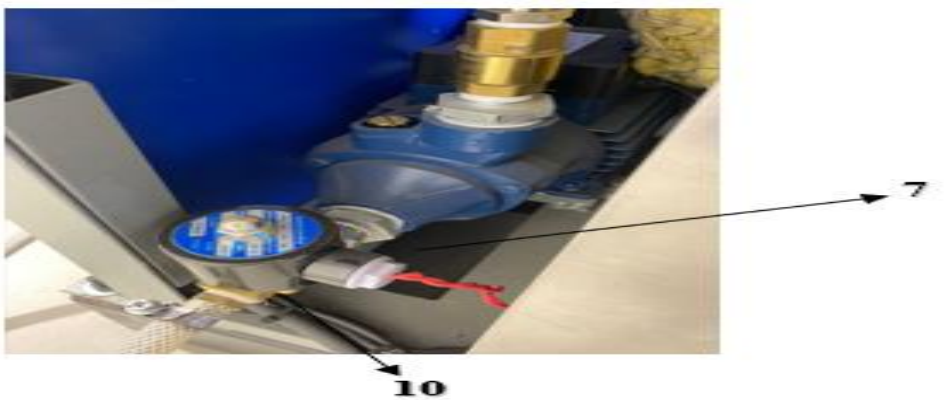


Figura 22: Accesorios 7 y 10

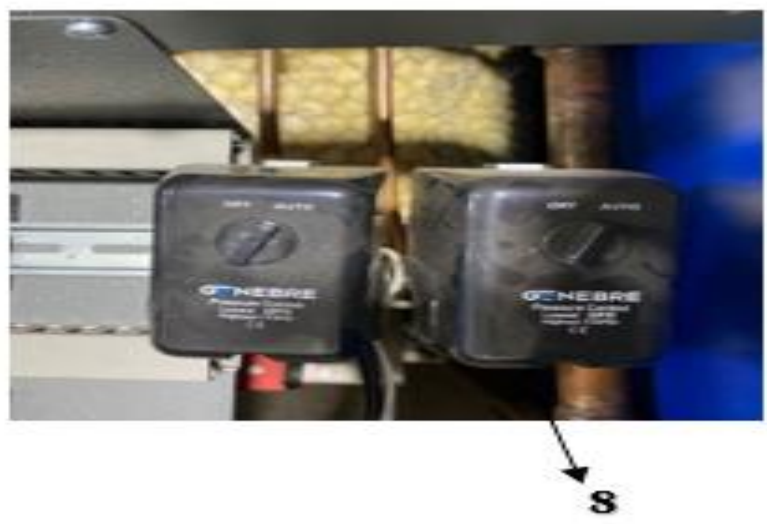


Figura 23: Accesorio 8



Figura 24: Accesorios 9 y 11

Tabla 2: Descripción del equipo marca EDIBON, modelo TGV-6KWA.
Nota. Consultado en Manual Edibon, TGV-6KWA, marzo 2018.

Identificación	Descripción
1	Interruptor de encendido de las resistencias
2	Interruptor de alimentación de tensión al generador
3	Manómetro que determina la presión dentro del generador
4	Salida de vapor
5	Salida de agua. Drenaje
6	Entrada de agua
7	Interruptor de nivel
8	Presostato – 6 Bar
9	Válvula de seguridad – 6 Bar
10	Válvula automática de admisión
11	Resistencia

En las figuras 25 y 26 procedentes, corresponden a placas con detalles, información y los datos de pruebas realizadas al término de la fabricación, de la caldera de vapor.



Figura 25: Placa metálica informativa adosada al cuerpo principal de la caldera
Nota. Contiene la descripción Principal. (Fotografía propia)



Figura 26: Placa informativa de pruebas realizadas a la caldera

Nota. Contiene los datos de pruebas realizadas al término de la fabricación, de la caldera de vapor. (Fotografía propia).

2.2.2. Sistemas de seguridad de la caldera de vapor

Este equipo tiene varios sistemas de seguridad según detalla el Manual Edibon, TGV-6KWA (2018), los que se detallan a continuación:

- El equipo en su interior incorpora un presostato ajustado a 6 bar que cuando la presión en el interior sobrepasa este valor, apaga la resistencia. En este caso se deberá reducir la cantidad de vapor existente en el equipo.
- Para máxima seguridad la unidad dispone en su interior de una válvula de seguridad que se abrirá en caso de que se sobrepasen 6 bar.
- Es importante recordar que cuando la salida de vapor está cerrada, se incrementa la presión y el conmutador de presión apaga el calefactor.
- El interruptor de nivel no deja que el aparato funcione si no existe el agua necesaria. En este caso, deberá rellenar el depósito:
 - Si el interruptor de nivel no detecta suficiente nivel de agua, se encenderá una luz roja y abrirá la válvula de admisión.
 - Cuando el sensor de nivel detecta un nivel suficiente de agua, la luz de advertencia se apaga y la válvula de admisión de agua se cierra y automáticamente se enciende la resistencia.
- Se debe tener especial cuidado al encender la unidad antes de conectar el agua, si se conecta el agua y después se enciende la unidad, la válvula electrónica no abrirá, aunque necesite agua debido a la presión de la entrada de agua. A continuación, en la figura 28 se muestra el equipo disponible que se encuentra en el laboratorio de termo-fluidos



Figura 27: Caldera del laboratorio de Termo-fluidos

Nota. Generador de vapor o caldera y sus componentes anexos. (imagen propia)

2.2.3. Antecedentes generales del equipo TTVC conectado a la caldera de vapor del laboratorio de termo fluidos según lo indica el Manual Edibon TTVC (2015)

El equipo TTVC fabricado por la marca Edibon consiste en una turbina de vapor controlada por computador, que trabaja en una etapa. Dispone de una tobera de inyección con un ángulo de incidencia de 20° .

Para trabajar con la turbina de la unidad TTVC, es necesario disponer del vapor entregado por la caldera de vapor, que tenga una capacidad de entrega de 8kg/h a presiones mínimas de 6 bares.

En el caso del circuito de vapor ubicado en el laboratorio de termo fluidos, se cumple este requisito mínimo con la máxima capacidad de entrega de la caldera de vapor, ya que, la temperatura máxima de servicio es de 165°C , que corresponde a la del vapor saturado a 6 bar.

El equipo TTVC, dispone, a la entrada de la unidad, de dos electroválvulas solenoide montadas en serie, por seguridad, la excitación de ambas, provocara la entrada de vapor a la turbina. Cuando el vapor incide sobre los álabes de la turbina, genera un trabajo sobre estos que provoca el giro de la turbina. En función de la energía que tiene el vapor, tendremos más o menos energía en la turbina. Los gases salientes de nuestra turbina, sin mucha energía, son recogidos en el interior del cilindro de vidrio. Este depósito, lo denominamos Condensador. En él los vapores son condensados a agua

por acción de un serpentín, a través de este, circula agua fría. Esta agua fría sufre un incremento de temperatura que será mostrado al alumno como otra posibilidad de generación.

Para la medida del par motor, se dispone de un freno de cinta que actúa sobre una polea que gira solidaria con la turbina. El extremo de la cinta está conectado a un dinamómetro. Mediante la acción sobre un tornillo de mando, tensamos la cinta frenando según se requiera por lo que podremos determinar la carga dada por la turbina.

La medida de velocidad es entregada mediante un tacómetro.

El caudal de vapor es medido a través del volumen del vapor condensado a través de un tiempo determinado.



Figura 28: Turbina de vapor controlada por computador, TTVC.

Nota. Consultado en Manual Edibon TTVC, abril 2015.

2.2.4. Especificaciones de la turbina de vapor TTVC (2015).

- a. Turbina.
 - Diámetro 82 mm
 - Numero de álabes 30

Como se aprecias en la figura 30 precedente.



Figura 29: Turbina equipo TTVC

Nota. Consultado en Manual Edibon TTVC, abril 2015.

- b. Freno.
- De cinta.
- Diámetro de la polea, 50mm
- Radio efectivo, 27mm.

Como se aprecias en la figura 30 precedente.



Figura 30: Freno equipo TTVC

Nota. Consultado en Manual Edibon TTVC, abril 2015.

- c. Sensores.
- Sensor de presión de vapor entrada 0-10 bar.
- Sensor de presión del condensador -1 bar a +1,6 bar.
- Célula de carga 0-20 N
- Sensor de ranura para la medida de la velocidad 0-20000 r.p.m.
- Sensor de caudal de agua refrigeración 0,25-6,5 l/min

- d. Dimensiones y pesos.
 - Dimensiones aproximadas: 700x 800x 600 mm.
 - Volumen aproximado: 0.4 m³.
 - Peso aproximado: 60 kg.
- e. Servicios requeridos.
 - Suministro de agua.
 - Suministro eléctrico, 200W, 220/240V, monofásico, 50Hz (con tierra/masa).
 - Cronómetro.

2.3. Puntos del DS N°10, influyentes directamente en el tipo de equipo generador de vapor del Laboratorio de Termo-fluidos.

Según el equipo generador de vapor ubicado en el laboratorio X de mecánica, tiene una capacidad de trabajo de 5 bar y una capacidad máxima de 6 bar, procede enmarcar este equipo dentro de la normativa del DS N°10, además se debe analizar los puntos de distribución hasta la turbina generadora de energía eléctrica.

2.3.1. Título I, Disposiciones generales

- Condiciones y requisitos, párrafo I Artículo 1: El presente reglamento, establece las condiciones y requisitos de seguridad que deben cumplir las calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, con el objeto de resguardar su funcionamiento seguro y evitar daños a la salud de las personas, y se aplicará a:

A. Calderas de vapor de agua, calderas de calefacción y calderas de fluidos térmicos, sean estas fijas o móviles.

B. Autoclaves y equipos que trabajan con vapor de agua, a presión manométrica igual o superior a 0,5 kg/cm².

C. La red de distribución de vapor, desde la fuente de generación de vapor, a los puntos de consumo de todo proceso, sus componentes y accesorios.

- Registro, Párrafo III artículo 3: Toda caldera y autoclave deberá estar incorporado a un registro que lleva la Secretaría Regional Ministerial de Salud correspondiente, previo al inicio de su operación y funcionamiento. Este registro le asignará un número con validez nacional que permita identificarlos, el que será comunicado al propietario. Para solicitar dicho registro, el propietario deberá proporcionar, la siguiente información, según corresponda:

a. Nombre del propietario, Rut, dirección.

- b. Nombre del representante legal, Rut, dirección, en su caso.
 - c. Dirección de la instalación del equipo.
 - d. Nombre del fabricante.
 - e. Número de fabricación y año.
 - f. Superficie de calefacción.
 - g. Presión máxima de trabajo en kg/cm².
 - h. Producción de vapor en kg/hr.
 - i. Tipo(s) de combustible(s) empleado(s) y consumo por kg/hr.
 - j. Tipo de aislación térmica del equipo y red de distribución de vapor y agua caliente.
 - k. Volumen en litros o metros cúbicos.
 - l. Informe técnico emitido por un profesional facultado, que dé cuenta del cumplimiento por una caldera o autoclave de las exigencias de este reglamento.
 - m. Identificación del profesional facultado que efectúa el informe técnico.
 - n. Certificado de prueba hidráulica al término de la fabricación, respecto de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, nuevos y sin uso.
 - o. Copia del manual de operación del equipo en español.
 - p. Sistema de tratamiento de agua de alimentación.
 - q. Catálogo de la caldera o autoclave.
 - r. Plano general de planta a escala, de la instalación y de la sala de caldera. En ambos casos se deberá indicar la ubicación y dirección de la red de fluido, puntos de consumo identificando el tipo de equipo, depósito de combustible, estanque de alimentación de agua, purgas y accesorios.
 - s. Inscripción de la declaración en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles SEC, de la instalación eléctrica y suministro de combustibles líquidos y gaseosos.
 - t. Resolución de Calificación Ambiental, cuando corresponda.
 - u. Indicar norma de diseño y normas técnicas de construcción de la caldera y autoclave.
 - v. Libro de vida de la caldera y autoclave, foliado, tamaño oficio.
 - w. Copia de documento que acredita el registro del equipo, cuando se trate de aquellos que han sido trasladados o transferidos. La modificación o cambio de alguno de los antecedentes presentados para su incorporación al registro, debe contar con autorización previa de la autoridad sanitaria.
- Cese de operación, traslado o transferencia, párrafo III artículo 4: La circunstancia que una caldera o autoclave registrado se deje de utilizar, traslade o transfiera, deberá ser comunicada por su propietario a la autoridad sanitaria correspondiente y registrar dicho evento en el libro de vida de ésta. Para el desmantelamiento de equipos o instalaciones que contengan asbesto, el propietario deberá dar cumplimiento a la normativa específica en dicha materia.

- Libro de vida, párrafo III artículo 5: Toda caldera y autoclave deberá tener un libro de vida durante toda su vida útil. Su propietario está obligado a mantenerlo y conservarlo en buen estado y a disposición de la autoridad sanitaria cuando ésta lo solicite y del profesional facultado que realizará las pruebas reglamentarias. Este libro contendrá una memoria explicativa en español con las especificaciones técnicas y cálculos de diseño de la caldera o autoclave, con indicación de las normas nacionales o extranjeras empleadas, además se anotarán en él, por orden de fechas, todos los datos y observaciones acerca de su funcionamiento, mantención, reparación, traslados y accidentes sufridos, así como las inspecciones, revisiones y pruebas efectuadas, muestreo de emisiones, incluyendo la certificación técnica.
- Libro de operación diaria, párrafo III artículo 6: Las calderas de vapor deberán contar con un libro foliado de operación diaria en el cual el operador registrará en cada turno, su nombre, análisis de agua, limpieza del estanque de retención o de purgas, purgas manuales realizadas, accionamiento de válvulas, verificación de alarma acústica y visual, inspección de accesorios de observación, seguridad y situaciones anómalas cuando corresponda.
- Placa metálica adosada, párrafo III artículo 7: Toda caldera y autoclave tendrá 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, superficie de calefacción si correspondiera, combustible si correspondiera, número de registro asignado por la autoridad sanitaria y la presión máxima de trabajo para la cual fue diseñada.

2.3.2. Título II, De las condiciones generales de instalación y seguridad de las calderas de vapor, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua.

- Del diseño y construcción de las calderas de vapor, párrafo III artículo 17: El diseño y construcción de las calderas de vapor, autoclaves, equipos que utilizan vapor de agua y los circuitos de vapor deberán ceñirse a una norma técnica nacional o extranjera existente.
- Accesorios de seguridad, párrafo III artículo 18: Todo circuito de vapor deberá contar a lo menos con un manómetro. Los circuitos de vapor que suministren vapor a los autoclaves o bien a equipos que utilizan vapor de agua y que trabajan a una presión inferior a la generada por la caldera de vapor, deberán contar con una válvula de seguridad ubicada después del sistema de regulación de modo tal que, en ningún caso, el equipo receptor de vapor reciba un flujo de vapor con presión mayor a la presión máxima de trabajo. 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. Las válvulas reguladoras de flujo y reductoras de presión, las trampas de vapor, accesorios

de observación y accesorios de seguridad deberán estar ubicados en un lugar visible y de fácil acceso para su inspección, mantención o cambio.

- Agua de alimentación, párrafo IV artículo 19: El suministro de agua de alimentación, para toda caldera de vapor y autoclave, deberá cumplir las siguientes medidas mínimas de seguridad, cuando se requiera:

A. En relación con la instalación de agua de alimentación:

- a) Se deberá garantizar un sistema de alimentación continuo de suministro de agua a la caldera de vapor, que permita un funcionamiento seguro en relación a la producción de vapor.
- b) Deberá contar con un estanque de alimentación ubicado entre la fuente de abastecimiento de agua y la caldera de vapor.
- c) La cañería de alimentación estará provista de un sistema de retención y de una válvula de paso de cierre manual ubicada entre la caldera de vapor y el sistema de retención.
- d) Cada caldera de vapor o conjunto de calderas de vapor dispondrá de dos o más medios de alimentación de agua. En las calderas de vapor que usen combustibles sólidos uno de los medios de alimentación será independiente de la energía eléctrica, pudiendo ser accionado por el vapor de la misma u otro sistema que garantice una alimentación de agua segura. Se prohíbe unir directamente el sistema de alimentación de agua de las calderas con la red de agua potable.

B. En relación a la calidad físico química del agua de alimentación:

- a) El agua de alimentación deberá tener un aspecto cristalino, homogéneo y transparente, y su turbiedad no exceder las diez unidades nefelométricas (10 NTU).
- b) La dureza total del agua no deberá exceder de 10 partes por millón (10 ppm), expresado como Ca CO_3 .
- c) El pH debe ser entre 7 a 11. Se deberá realizar un control de la calidad del agua de alimentación, por un laboratorio externo especializado en análisis de aguas, a lo menos una vez al año o a solicitud de la autoridad sanitaria con ocasión de una fiscalización. Las tomas de muestra deben ser realizadas en el estanque de alimentación inmediato de la caldera de vapor. Dicho laboratorio, no puede ser el mismo que provee los productos químicos para tratamiento de agua. Se exceptúa del cumplimiento de las letras A y B anteriores, a los autoclaves que utilicen agua destilada y/o desmineralizada.

C. En relación con el agua al interior de la caldera de vapor:

- a) La conductividad del agua no podrá exceder a $7000 \mu\text{S/cm}$.
- b) Toda caldera de vapor estará equipada con una o más cañerías de desagüe, comunicadas con el punto más bajo de ésta y destinados a las purgas y extracciones sistemáticas de lodos.

c) La descarga de las cañerías de purga sólo podrá vaciarse al alcantarillado público o particular a través de un estanque de retención.

d) Las líneas de extracción de fondo deberán estar provistas de dos válvulas: una de corte rápido y la otra de compuerta, cuando corresponda, ubicada entre la caldera y el estanque de retención. Estas válvulas deberán permanecer siempre cerradas y operativas.

e) El estanque de retención debe reunir las siguientes condiciones:

1. Ser fácilmente accesible para su inspección visual interior y la extracción de lodos.
2. Las tapas o puertas de inspección tendrán un ajuste que evite escapes de vapor o agua.
3. Estar provisto de una cañería de ventilación metálica, con salida al exterior de la sala, sobre la techumbre y sin riesgo para las personas.
4. Ser capaz de contener del 3% al 5% del volumen mínimo de agua de la caldera.
5. El diámetro de la cañería de escape a la atmósfera debe ser mayor que el diámetro de la cañería de purga.
6. Llevar una válvula que permita vaciar toda el agua purgada de la caldera de vapor, cuando sea necesario.
7. En el caso de contar con un dispositivo distinto al estanque de retención, este debe haber sido aprobado por la autoridad sanitaria.
8. Estos estanques podrán también ser instalados en el exterior de la sala de calderas, en un lugar seguro y con acceso restringido. Se deberá mantener limpio en forma permanente tanto el estanque como su circuito de evacuación. Cada limpieza deberá quedar registrada en el libro de operación diario.

- Deberes del propietario o usuario, párrafo IV, artículo 20: El propietario o usuario deberá poner a disposición del operador los medios para realizar, en cada turno, los controles periódicos mínimos del agua relativos a pH, conductividad, turbiedad y dureza y el libro de operación diaria para que se registre en él estos parámetros.

- Accesorios de seguridad, párrafo V artículo 21: Las calderas de vapor deben disponer de los siguientes accesorios:

A. Accesorios de observación: Dos indicadores de nivel de agua independientes entre sí, uno o más manómetros y un medidor de temperatura de salida de gases.

B. Accesorios de seguridad: Válvula de seguridad, sistema de alarma audible y visible, sellos o compuertas para alivio de sobrepresión en el hogar y tapón fusible. En caso de utilizar otro dispositivo de seguridad alternativo, éste deberá tener una justificación técnica.

C. Accesorios de control automático: Uno o más controladores de nivel de agua, uno o más detectores de llama, uno o más presostatos con diferencial ajustable o digital.

- Indicador de nivel de agua, párrafo V artículo 24: Toda caldera de vapor deberá estar provista de, a lo menos, dos indicadores de nivel de agua, independientes entre sí. Uno de ellos, deberá ser de observación directa del tipo tubo de vidrio, pudiendo el otro estar formado por una serie de tres grifos o llaves de prueba. En el tubo de vidrio, se deberá marcar con una línea roja indeleble, el nivel mínimo y máximo de agua requerido para la operación de la caldera de vapor.
- Diseño del indicador del nivel de agua, párrafo V artículo 25: Los indicadores de nivel de agua, deberán tener un diseño que permita la realización de purgas periódicas y seguras.
- Manómetro, Párrafo V artículo 26: Toda caldera de vapor, autoclave y equipo que trabaja con vapor de agua, deberá tener instalado uno o más manómetros conectados directamente al cuerpo de presión y que midan la presión efectiva en su interior.
- Características que debe poseer el manómetro, párrafo V artículo 27: El manómetro de lectura directa deberá ser del tipo Bourdon, tener capacidad para indicar, a lo menos, una y media vez la presión máxima de trabajo de la caldera de vapor, autoclave o equipo que trabaja con vapor de agua, procurando que dicha presión se encuentre en el tercio central de la graduación de la esfera. En el manómetro se deberá marcar con una línea roja indeleble la presión máxima de trabajo. El diámetro de la esfera del manómetro debe ser tal que permita su fácil lectura desde la ubicación habitual del operador. Entre el manómetro y la cámara de vapor habrá una llave de paso que facilite el cambio de éste y un sello de agua para evitar el calentamiento sobre 50 grados Celsius.
- Acerca del control de los manómetros, párrafo V, artículo 28: 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 5%. La autoridad sanitaria podrá aceptar, en casos excepcionales, un margen de error superior a éste, fundado en un informe de calibración de los manómetros, que a su juicio lo haga admisible.
- Conexión de las válvulas de seguridad, párrafo V artículo 29: Toda válvula de seguridad, deberá estar conectada directamente a la cámara de vapor, independiente de toda otra conexión o toma de vapor y sin interrupción de ninguna otra válvula, llave, grifo u obstrucción.
- Eliminación automática de vapor de las válvulas de seguridad, párrafo V artículo 30: Las válvulas de seguridad, deberán ser capaces de evacuar el vapor en forma automática, para que la presión del vapor al interior de la cámara no sobrepase en ningún momento el 10% de la presión máxima de trabajo.

- Graduación de las válvulas de seguridad, párrafo V artículo 31: Las válvulas de seguridad deberán estar graduadas de manera que se inicie la evacuación de vapor 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. En las calderas de gran presión se podrán utilizar los valores recomendados por el fabricante. Toda válvula de seguridad, llevará grabada o fundida en su cuerpo, una marca de fábrica que indique sus características y que permita su identificación.
- Mecanismo de regulación de las válvulas de seguridad, párrafo V artículo 32: 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, que identifique al profesional facultado en el sello. Se exceptúan de esta obligación aquellos sistemas que no permitan su alteración.
- Escape de vapor desde las válvulas de seguridad, párrafo V artículo 33: El escape de vapor de la válvula de seguridad de una caldera de vapor se efectuará por medio de una cañería de descarga con salida al exterior de la sala de calderas, de forma que no constituya riesgo para las personas. La cañería tendrá una sección transversal igual o superior al área de escape de la válvula y estará dotada de un sistema de canalización del agua condensada proveniente de la parte superior de la válvula o en la cañería. Las especificaciones técnicas de las válvulas y el plan de mantenimiento recomendado por el fabricante deben mantenerse a disposición de la autoridad sanitaria.
- Sistema de alarma, párrafo V artículo 35: Las calderas de vapor dispondrán de un sistema de alarma, acústica y visual, que funcione automáticamente cuando el nivel del agua alcance el mínimo o el máximo deteniendo, a la vez, el funcionamiento del sistema de combustión cuando se alcance el nivel mínimo de agua.
- Control automático de nivel de agua, párrafo V artículo 37: Toda caldera de vapor deberá estar provista de, a lo menos, un control automático de nivel de agua, que podrá ser de tipo flotador, electrodo sumergido u otro.
- Presostato, párrafo V artículo 39: Toda caldera de vapor y autoclave deberá estar provisto de uno o más presostatos de tipo diferencial ajustable o digital.
- Revisiones y pruebas, párrafo VI, artículo 41: La verificación de las condiciones de seguridad de las calderas de vapor, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua y de sus

componentes y accesorios, incluidas las redes de distribución, se efectuará mediante las siguientes revisiones y pruebas, en la secuencia que se señala:

- A. Revisión interna y externa.
- B. Prueba hidrostática.
- C. Prueba de la válvula de seguridad.
- D. Prueba de acumulación de vapor.
- E. Revisión de la red de distribución de vapor, componentes y accesorios.
- F. Pruebas especiales.

- Condiciones de revisiones y pruebas, párrafo VI artículo 43: Las calderas de vapor, autoclave y equipos que utilizan vapor de agua, deberán ser sometidas a las revisiones y pruebas de acuerdo a las siguientes condiciones:

- a) Las indicadas en las letras A) y B) del artículo precedente, al término de la fabricación, antes de la entrega al usuario, las que deberán ser certificadas por el fabricante.
- b) Las indicadas en las letras A), B), C), D) y E) del artículo precedente, al término de la instalación y antes de ponerlas en servicio. Al término de cualquier reparación, reforzamiento o transformación y antes de ponerlas en servicio. A las que estén en funcionamiento, cada tres años.
- c) La indicada en la letra F), cuando la autoridad sanitaria o el profesional facultado, lo estimen necesario.
- d) La indicada en la letra E), cuando la instalación presente daños evidentes como consecuencia inmediata de un terremoto u otros esfuerzos mecánicos imprevistos. Se exceptúa de la aplicación de la letra B), C) y D) del artículo 42 anterior, a los autoclaves de sobremesa cuyo volumen de la cámara de vapor no exceda los 50 litros.

- Responsabilidad del propietario, párrafo VI artículo 44: Será responsabilidad del propietario o usuario de la caldera de vapor, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua, velar porque las revisiones y pruebas se efectúen en las oportunidades y forma que señala el presente reglamento, remitiendo una copia del informe técnico a la autoridad sanitaria, dentro de un plazo máximo de 15 días hábiles desde su ocurrencia.

- Consideraciones previas a las revisiones, párrafo VII artículo 45: Para realizar estas revisiones, las calderas de vapor, autoclaves o equipos que trabajan con vapor de agua se dejarán enfriar, se evacuará la totalidad del fluido de su interior, se abrirá y procederá a retirar cualquier vestigio de lodos, impurezas o incrustaciones, también se deberán limpiar por completo el hogar, los conductos de humos y las cámaras por donde circulan los gases de la combustión, cuando corresponda.

- Incrustaciones observadas durante la revisión, párrafo VII artículo 46: Cuando en la revisión interna se constaten incrustaciones, se deberá proceder a su limpieza, desincrustación o reparación, según corresponda, así como la revisión de las instalaciones ablandadoras de agua.
- Prueba hidrostática, párrafo VIII artículo 47: Una vez que la caldera de vapor, autoclave o equipo que utiliza vapor de agua no tenga observaciones pendientes en las revisiones interna y externa, se procederá a realizar la prueba hidrostática al cuerpo de presión, el que deberá estar a temperatura no superior a 50 grados Celsius, en la siguiente forma:
 - a) Se instalarán bridas o flanches ciegos que interrumpan todas las conexiones del cuerpo de presión y que resista la presión hidrostática de prueba.
 - b) Se retirarán las válvulas de seguridad 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.
- Presión de la prueba hidrostática, párrafo VIII artículo 48: La presión de la prueba hidrostática será 1.5 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 15 minutos y la presión de prueba se ha mantenido constante.
- En caso de presión máxima desconocida o modificada, párrafo VIII artículo 49: En caso de desconocer la presión máxima de trabajo, o cuando se hayan modificado las condiciones de diseño original, será el profesional facultado quien determine la nueva presión máxima de trabajo, sobre la base de cálculos conforme a normas nacionales o internacionales reconocidas. Dicha modificación quedará consignada en el informe técnico del profesional facultado y en el libro de vida.
- Regulación de la válvula de seguridad, párrafo IX artículo 50: Después de aprobada la prueba hidrostática, se realizará la regulación de la válvula de seguridad, incluidas todas las válvulas de las calderas de vapor, autoclave, equipos que utilizan vapor de agua y red de distribución de vapor. Para ello se graduarán éstas de manera que inicien la evacuación de vapor a una presión que no exceda más del 6% de la presión máxima de trabajo.

En el caso que esta regulación no pueda ser realizada en el mismo lugar de instalación, ésta se podrá efectuar en un banco de prueba.
- Prueba de acumulación de vapor, párrafo X artículo 51: La prueba de acumulación se realizará con la caldera de vapor funcionando a su máxima capacidad y con la válvula principal de suministro de vapor cerrada. En estas condiciones, la válvula de seguridad de la caldera de vapor

deberá ser capaz de evacuar la totalidad del vapor sin sobrepasar más de un 10% la presión máxima de trabajo.

- Revisión de la red de distribución de vapor, componentes y accesorios, párrafo XI artículo 52: El profesional facultado deberá realizar las siguientes revisiones, las que serán consignadas en el libro de vida:

a) Estado de la red de distribución de vapor incluyendo la aislación térmica.

b) Sellos de agua y válvulas de conexión de los manómetros.

c) Funcionamiento del sistema de alimentación y de control del nivel de agua desde el estanque de alimentación.

d) Condiciones estructurales de la red de purga, estanque de retención de purgas y de suministro de agua.

e) Accesorios de observación, de seguridad, componentes que conforman la red de distribución tales como: Bombas de alimentación, bombas de vacío, trampas de vapor, válvulas reguladoras de presión, válvulas reguladoras de flujo, estanques, entre otros.

f) Determinar la precisión de la medición del manómetro, con respecto a un instrumento patrón.

g) Funcionamiento de controles automáticos: De presión, de alarmas, de combustión, de temperatura y de detención por emergencias.

- Pruebas especiales, párrafo XII, artículo 53: Sin perjuicio de las pruebas prescritas en los artículos anteriores, en caso de considerarlo necesario, la autoridad sanitaria o el profesional facultado a cargo de las pruebas podrá solicitar pruebas especiales que consisten en ensayos no destructivos. Las pruebas especiales serán realizadas por empresas certificadoras o por profesionales especializados en ellas.

2.3.3. Título V, De las excepciones a las revisiones y pruebas de las condiciones de seguridad de las calderas, autoclaves, equipos que trabajan con vapor de agua y accesorios

- Excepciones en revisiones y pruebas, artículo 72: En el caso que el diseño de las calderas, autoclaves, equipos que trabajan con vapor de agua o accesorios, no permita realizar la totalidad de las revisiones y pruebas señaladas en los artículos precedentes, se deberá presentar ante la autoridad sanitaria, un informe técnico de las revisiones y pruebas recomendadas por el fabricante para la autorización de dichas excepciones.

2.3.4. Título VIII, De los operadores de calderas y autoclaves.

- Operador calificado, artículo 80: El manejo, vigilancia, supervisión y operación de todo autoclave, caldera de calefacción, caldera de fluido térmico y caldera de vapor, a que se refiere el presente Reglamento, deberá estar a cargo de un operador calificado, con capacitación sobre funcionamiento del equipo específico a operar y sobre los peligros que puede ocasionar una falsa maniobra o una inadecuada operación. El operador deberá contar con licencia de enseñanza media y la aprobación de un examen de competencia ante la autoridad sanitaria o demostrar que ha obtenido esa competencia dentro del programa de estudios de una carrera que incluye esta preparación en la respectiva malla curricular. El operador de una caldera de vapor de gran presión, además, deberá contar con título de nivel técnico o profesional en el área industrial. Las calderas de calefacción y calderas de fluidos térmicos podrán eximirse de la presencia permanente del operador calificado, no obstante, éste estará a cargo de supervisar su funcionamiento. Se excluyen de la obligación de contar con operador calificado los equipos intercambiadores de calor, termos, boilers, marmitas u otros similares.
- Cumplimiento de los requisitos, artículo 81: La autoridad sanitaria respectiva verificará el cumplimiento de estos requisitos por los interesados y, para efectos de facilitar la fiscalización posterior, podrá incorporarlos en un listado que comunicará a las demás Secretarías Regionales Ministeriales de Salud del país, para su conocimiento y aplicación.
- Deberes del operador calificado, artículo 82: Corresponderá al operador de una caldera de vapor mantener actualizado el libro de operación diaria, verificar el funcionamiento de todos los dispositivos de alimentación de agua, accionar manualmente las válvulas de seguridad, realizar purgas en forma manual, analizar el agua proveniente de los ablandadores o de otros equipos purificadores, aplicar los productos químicos para su tratamiento, verificar el estado de funcionamiento de trampas de vapor, redes de distribución de vapor, estado de la aislación térmica, estado de los componentes de la caldera, operatividad de la alarma acústica y visual, verificar el funcionamiento de todos los accesorios de observación, de seguridad y del control automático, mantener registro de estos parámetros cada cuatro horas. Si por algún motivo, el nivel del agua de la caldera de vapor baja más allá del límite inferior de visibilidad del tubo de nivel, el operador deberá paralizar de inmediato el funcionamiento de la caldera, activar la alarma acústica, consignar las fallas en el libro de vida y realizar una evaluación técnica con un profesional facultado.

2.3. LISTA DE CHEQUEO CUMPLIMIENTO NORMATIVO DE ACUERDO DS N°10.

Tabla 3: Cumplimiento normativo para regularizar su funcionamiento de acuerdo al DS N°10/2012

N°	ITEMS A INSPECCIONAR		CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	OBSERVACION
1	1. REGISTRO DE EQUIPOS	El equipo posee número de registro otorgado por Seremi de salud		X		
2		Cuenta con manual de uso u operación en español	X			
3		La caldera tiene adosada la placa metálica que indica en forma visible e indeleble, el nombre del fabricante, N° de fábrica, año de fabricación, superficie a calefaccionar si corresponde, combustible si corresponde, número asignado por la autoridad sanitaria, y presión máxima de trabajo para la cual fue diseñada.	X			
4		Posee certificados o informes de mantención del equipo			X	
5		Posee libro foliado de operación diaria con registro de cada turno (vapor).		X		
6		El operador registra en libro foliado de operación diaria análisis de agua, limpieza del estanque de retención o de purgas, purgas manuales	X			

		realizadas, verificación de alarma acústica y visual, inspección de accesorios de seguridad, y situaciones anómalas cuando corresponde.				
7	2. INFORME TECNICO, EN INICIO LIBRO DE VIDA	Posee informe técnico de profesional facultado y certificado que de cuenta del cumplimiento del reglamento (DS10/2012) (vapor)		X		
8	3. MANIPULACION (OPERADOR)	Cuenta con todos los operadores calificados con certificado de competencia entregado por autoridad sanitaria		X		
9		El operador de caldera certificado permanece durante todo el proceso de la caldera.		X		
10		El operador verifica y registra en cada turno el funcionamiento de todos los dispositivos de alimentación de agua. (ver comentarios)		X		Medidas de ppm de agua filtrada, válvulas de entrada, nivel de agua de generador de vapor, purgas
11		Existe procedimiento de emergencia escrito (visible)		X		
12		El operador verifica y registra diariamente el funcionamiento de la válvula(s) de seguridad, purgas, trampas, indicadores del nivel de agua, redes de		X		

		distribución, alarmas, entre otros.				
13		Los EPP del operador están en buen estado (zapatos de seguridad, protector auditivo, casco, ropa de trabajo, u otro según corresponda).		X		
14	4. CONDICIONES ESPECIALES (SOLO PARA CALDERAS CON SUPERFICIE DE CALEFACCION IGUAL O SUPERIOR A 5M2 Y PRESION MANOMETRICA DE TRABAJO IGUAL O SUPERIOR A 2,5 KG/CM2	Posee sala de calderas de uso exclusivo			X	
15		La sala de calderas es de material incombustible			X	
16		La sala de calderas posee techo liviano			X	
17		Para aquellas calderas de vapor, que no pueden ser emplazadas en forma exclusiva o son móviles, están poseen estudio técnico de respaldo aprobado por la autoridad sanitaria			X	
18		Para aquellas calderas de vapor, que no pueden ser emplazadas en forma exclusiva o son móviles, están poseen cabina que permita el resguardo del operador en jornada de trabajo.			X	
19	5. CONDICIONES GENERALES DE TODA INSTALACION	Sala de caldera no se encuentra ubicada sobre o bajo instalaciones habitacionales o lugar de trabajo			X	
20		La sala de la caldera dispone a los menos con 2 puertas hacia el exterior			X	

	en direcciones diferentes y libres de obstáculos				
21	Las puertas poseen chapas que se abran manualmente sólo por dentro			X	
22	Existen puertas cerradas con llave	X			
23	La sala cuenta con carteles legibles sobre maniobras necesarias para la puesta en marcha, detención y situaciones de emergencia de la caldera a vapor			X	
24	La distancia mínima entre la caldera y las paredes del recinto es de un 1mt, mínimo, así como de cualquier otro equipo de la instalación	X			
25	La distancia mínima entre el punto más elevado del elemento y el techo del recinto es de un 1.5 mt.	X			
26	La instalación cuenta con plataforma de trabajo incombustible y antideslizante para acceder de forma segura a parte mas alta del equipo y realizar maniobras			X	
27	En caso de contar con aislación de asbesto está debidamente señalizada con el riesgo para la salud, indicando no intervenir sin autorización			X	

28		La sala de caldera se encuentra en buen estado de limpieza y conservación			X	
29		La sala cuenta con una buena ventilación y libre de gases o vapores inflamables			X	
30		La sala de caldera cuenta con servicios higiénicos para los operadores (en caso de funcionamiento continuo)			X	
31		El operador posee un lugar apto para realizar colación (en caso de funcionamiento continuo)			X	
32		El empleador entrega insumos a operador para realizar todas las pruebas necesarias a la caldera.	X			
33	6. DEL AGUA.	Cuenta con un sistema de alimentación continuo de agua que asegure el funcionamiento	X			
34		Cuenta con un estanque de alimentación ubicado entre la fuente de abastecimiento de agua y la caldera de vapor	X			
35		La cañería de alimentación cuenta con un sistema de retención y válvula de paso de cierre manual entre caldera de vapor y sistema de retención.	X			

36		Cuenta con dos o más medios de alimentación de agua		X		
37		En caso que caldera de vapor utilice combustible sólido, posee un medio de alimentación de agua que se active independiente de la energía eléctrica			X	
38		En relación a la calidad físico química del agua de alimentación de agua, se cumple lo estipulado en el letras a, b y c del Art. 19 letra B (indicada en comentarios).		X		A. El agua deberá tener un aspecto cristalino, homogéneo y transparente y su turbiedad no debe exceder los 10 NTU. B. La dureza total del agua no deberá exceder los 10 PPM. C. El PH debe ser de 7 a 11.
39		El sistema de alimentación de agua no se encuentra directamente conectada a la red de agua potable	X			
40	7. DE LOS ACCESORIOS	Posee dos indicadores de nivel de agua independientes entre sí.		X		
41		Posee válvula de seguridad y sistema automático de alarma audible y visible	X			

42	Posee sellos o compuertas para alivio de sobrepresión en el hogar y tapón fusible	X			
43	Posee uno o más compuertas para alivio de sobrepresión en el hogar (calderas que usen combustible líquido o sólido). Se excluyen con sistema de seguridad automatizado.			X	
44	Posee uno o más presostatos con diferencial ajustable o digital	X			
45	El tubo de vidrio, marca en rojo nivel máximo y mínimo requerido por la caldera		X		
46	Posee uno o más manómetros conectados que midan presión efectiva en su interior	X			
47	El manómetro marca con línea roja la presión máxima de trabajo.	X			
48	El manómetro se encuentra visible desde el puesto o ubicación habitual del operador.	X			
49	Entre manómetro y cámara de vapor existe llave de paso		X		
50	El equipo permite la conexión a un manómetro patrón para análisis comparativo		X		

51	La caldera posee a lo menos una válvula de seguridad conectada a la cámara de vapor	X			
52	El mecanismo de regulación de las válvulas de seguridad permite ser selladas, de manera que pueda advertir si ha sido alterado	X			
53	El escape de vapor de la válvula de seguridad se efectúa a través de una cañería de descarga con salida al exterior de la sala de calderas	X			
54	Las especificaciones técnicas de las válvulas de seguridad y su plan de mantenimiento se encuentran dentro de la sala.		X		
55	Cuenta con tapón fusible (solo aquellas calderas con volumen mayor a 150lt/m2 de calefacción, alimentada por combustible sólido y de hogar interno)			X	
56	El tapón fusible se mantiene libre de incrustaciones o sustancias extrañas.	X			
57	La caldera posee a lo menos un control automático del nivel de agua.	X			
58	La caldera posee uno o más detectores de llama			X	

		(calderas que se alimenten con combustible líquido o gaseoso).				
59	8. DE LOS COMBUSTIBLES	En caso de combustibles líquidos contenidos en recipientes menores de 1m3, cuenta con recinto exclusivo (DS 43)			X	
60	9. DEL CONTROL DE LA CONTAMINACION	Se cumple con la normativa vigente en relación a emisiones de material particulado y gases			X	
61	10. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.	Se efectúan las revisiones y pruebas reglamentarias establecidas en el Art. N°42 del Decreto (Revisión interna y externa, Prueba Hidrostática, Prueba de Válvula de Seguridad, Prueba de acumulación de vapor, Revisión de la red de distribución de vapor, componentes y accesorios, Pruebas especiales.		X		
62		Se remite copia del informe de las pruebas realizadas a la autoridad sanitaria, dentro del plazo de 15 días hábiles de su ejecución.		X		
63		Las pruebas realizadas se efectúan cada 3 años, o según se indica en el Art. N°43 del D.S. 10.		X		

En resumen, de acuerdo a los puntos 63 puntos de chequeo, podemos obtener las siguientes métricas:

- Cumple en 22 puntos.
- No Cumple en 19 puntos.
- No Aplica en 22 puntos.

Por lo tanto, de los 41 puntos que aplican para el caso del equipo generador de vapor del laboratorio X, se tendría un **53,66%** de cumplimiento.

2.4. ESPECIFICACIONES DE ACUERDO A DS N°10

De acuerdo a la inspección del laboratorio y específicamente al circuito que compone la caldera de vapor y la turbina de vapor, es imprescindible contar con el registro de la SEREMI, según el DS 10 del Ministerio de Salud, para esto se debe realizar las acciones que se indican en las siguientes observaciones:

- a) Realizar el plano general de Planta a escala de la instalación, indicando la ubicación de la caldera, dirección de la red de fluido, estanque de alimentación de agua, purgas y accesorios.
- b) Realizar el plano de la instalación eléctrica y luego la inscripción de la declaración en la Superintendencia de electricidad y combustible SEC, de la instalación eléctrica.
- c) Contar con un operador calificado, el cual cuente con capacitación del equipo en específico a operar, este operador deberá contar con licencia de enseñanza media y la aprobación de un examen de competencia ante la autoridad sanitaria o demostrar que ha obtenido esa competencia, dentro del programa de estudios de una carrera que incluye esta preparación, en la respectiva malla curricular.
- d) Generar y mantener un procedimiento de emergencia por escrito el cual se encuentre en un lugar visible, dentro del laboratorio.
- e) Modificar puerta de acceso en la cual se permita solo la apertura manual desde el interior.
- f) Colocar carteles visibles y legibles sobre las maniobras necesarias para la puesta en marcha, detención y el control de situaciones de emergencia de la caldera de vapor.
- g) agregar un segundo sistema de alimentación de agua continua, con su sistema de filtrado.

- h) Cambiar el sistema de filtración de agua, el cual permita contar con una mayor cantidad de agua por minuto y mejorar las condiciones físico, químicas de esta.
- i) Agregar a lo menos un medidor visual de nivel de agua y que cuenten con marcas rojas de nivel máximo y mínimo.
- j) Realizar la revisión interna y externa, prueba hidrostática, prueba de válvula de seguridad, prueba de acumulación de vapor, revisión de la red de distribución de vapor, componentes y accesorios.
- k) Enviar una copia del informe de las pruebas realizadas a la autoridad sanitaria, dentro del plazo de 15 días hábiles desde su realización.
- l) Realizar las pruebas descritas en el punto j, en plazos de 3 años.

2.5. DECRETO SUPREMO N°594, “APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO”.

2.5.1. Título I: Disposiciones Generales

Artículo 1°: establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que debe cumplir todo lugar de trabajo, sin perjuicio de la reglamentación específica para las faenas que requieren condiciones especiales.

Establece los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos y agentes físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional.

Artículo 2°: Corresponderá a los Servicios de Salud, fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento y las del Código Sanitario en la misma materia, todo ello de acuerdo con las normas e instrucciones generales que imparta el Ministerio de Salud.

Artículo 3°: La empresa está obligada a mantener en los lugares de trabajo las condiciones sanitarias y ambientales necesarias para proteger la vida y la salud de los trabajadores que en ellos se desempeñan, sean estos dependientes directos suyos o lo sean de terceros contratistas que realizan actividades para ella.

2.5.2. Título II: Del Saneamiento Básico de los Lugares de Trabajo

- PARRAFO I: De las Condiciones Generales de Construcción y Sanitarias.

☐ Artículo 4º: La construcción, reconstrucción, alteración, modificación y reparación de los establecimientos y locales de trabajo en general, se regirán por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones vigente.

☐ Artículo 5º: Los pavimentos y revestimientos de los pisos serán, en general, sólidos y no resbaladizos. En aquellos lugares de trabajo donde se almacenen, fabriquen o manipulen productos tóxicos o corrosivos, de cualquier naturaleza, los pisos deberán ser de material resistente a éstos, impermeables y no porosos, de tal manera que faciliten una limpieza oportuna y completa. Cuando las operaciones o el proceso expongan a la humedad del piso, existirán sistemas de drenaje u otros dispositivos que protejan a las personas contra la humedad. Para efectos del presente reglamento se entenderá por sustancias tóxicas, corrosivas, peligrosas, infecciosas, radiactivas, venenosas, explosivas o inflamables aquellas definidas en la Norma Oficial NCh 382:2013.

☐ Este laboratorio ha sido diseñado y construido de acuerdo a la Ordenanza General de Urbanismo (OGUC), en cuanto al pavimento como revestimiento de los pisos son de material sólido y no resbaladizos y no se encuentra expuesto a humedad, ni almacenamiento, fabricación o manipulación de productos tóxicos o corrosivos, ni de aquellas sustancias definidas en la NCH382/2013.

☐ Artículo 6º: Las paredes interiores de los lugares de trabajo, los cielos rasos, puertas y ventanas y demás elementos estructurales, serán mantenidos en buen estado de limpieza y conservación, y serán pintados, cuando el caso lo requiera, de acuerdo a la naturaleza de las labores que se ejecutan.

☐ Este laboratorio mantiene en buen estado de conservación y limpieza todos los elementos estructurales de acuerdo a la naturaleza de su labor.

☐ Artículo 7º: Los pisos de los lugares de trabajo, así como los pasillos de tránsito, se mantendrán libres de todo obstáculo que impida un fácil y seguro desplazamiento de los trabajadores, tanto en las tareas normales como en situaciones de emergencia.

☐ Este laboratorio mantiene libre de obstáculos sus pisos y pasillos, lo que permite un libre tránsito y seguro desplazamiento en caso de una emergencia.

☐ Artículo 8º: Los pasillos de circulación serán lo suficientemente amplios de modo que permitan el movimiento seguro del personal, tanto en sus desplazamientos habituales como para el movimiento de material, sin exponerlos a accidentes. Así también, los espacios entre máquinas por donde circulen personas no deberán ser inferiores a 150 cm.

☐ En este laboratorio, tanto los pasillos de circulación como los espacios entre máquinas cumplen con lo descrito en este artículo.

☐ Artículo 11: Los lugares de trabajo deberán mantenerse en buenas condiciones de orden y limpieza. Además, deberán tomarse medidas efectivas para evitar la entrada o eliminar la presencia de insectos, roedores y otras plagas de interés sanitario.

☐ Este laboratorio presenta un buen orden y limpieza, manteniendo en buenas condiciones los espacios de trabajo.

• PARRAFO II: De la Provisión de Agua Potable

☐ Artículo 12: Todo lugar de trabajo deberá contar con agua potable destinada al consumo humano y necesidades básicas de higiene y aseo personal, de uso individual o colectivo. Las instalaciones, artefactos, canalizaciones y dispositivos complementarios de los servicios de agua potable deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes sobre la materia. Las redes de distribución de aguas provenientes de abastecimientos distintos de la red pública de agua potable, deberán ser totalmente independientes de esta última, sin interconexiones de ninguna especie entre ambas.

☐ El personal del laboratorio cuenta con acceso a agua potable, tanto para consumo humano como para las necesidades básicas de higiene y aseo personal.

☐ Artículo 13: Cualesquiera sean los sistemas de abastecimiento, el agua potable deberá cumplir con los requisitos físicos, químicos, radiactivos y bacteriológicos establecidos en la reglamentación vigente sobre la materia.

☐ El agua potable de estas instalaciones, cumple con los requisitos descritos en el artículo precedente.

• PARRAFO IV: De los Servicios Higiénicos y Evacuación de Aguas Servidas

☐ Artículo 21: Todo lugar de trabajo estará provisto de servicios higiénicos, de uso individual o colectivo, que dispondrán como mínimo de excusado y lavatorio. Cada excusado se colocará en un compartimento con puerta, separado de los compartimentos anexos por medio de divisiones permanentes.

Cuando la naturaleza del trabajo implique contacto con sustancias tóxicas o cause suciedad corporal, deberán disponerse de duchas con agua fría y caliente para los trabajadores afectados. Si se emplea un calentador de agua a gas para las duchas, éste deberá estar siempre provisto de la chimenea de descarga de los gases de combustión al exterior y será instalado fuera del recinto de los servicios higiénicos en un lugar adecuadamente ventilado.

☐ Artículo 22.- En los lugares de trabajo donde laboren hombres y mujeres deberán existir servicios higiénicos independientes y separados.

Será responsabilidad del empleador mantener el o los servicios higiénicos protegidos del ingreso de vectores de interés sanitario. Asimismo, deberá asegurar su buen estado de funcionamiento y limpieza de sus artefactos, así como disponer, en su interior, de jabón líquido para la limpieza de manos, de sistemas higiénicos desechables para el secado de manos y papel higiénico en cantidad suficiente. Los servicios higiénicos deberán contar con un sistema de ventilación natural o artificial.

Sin perjuicio de lo dispuesto en el inciso primero, cuando el número total de trabajadores y trabajadoras sea de diez o menos, el empleador podrá habilitar un servicio higiénico de uso

universal para hombres y mujeres, el que deberá contar con cierre interior y cumplir con las exigencias dispuestas en el inciso precedente.

☐ Artículo 23: El número mínimo de artefactos se calculará en base a la siguiente tabla:

N° de personas que laboran por turno	Excusados con taza de WC	Lavatorios	Duchas
1-10	1	1	1
11-20	2	2	2
21-30	2	2	3
31-40	3	3	4
41-50	3	3	5
51-60	4	3	6
61-70	4	3	7
71-80	5	5	8
81-90	5	5	9
91-100	6	6	10

☐ Artículo 25: Los servicios higiénicos y/o las letrinas sanitarias o baños químicos no podrán estar instalados a más de 75 metros de distancia del área de trabajo, salvo casos calificados por la autoridad sanitaria.

☐ Las instalaciones dónde se ubica el laboratorio, cuentan con servicios higiénicos independientes y diferenciados para hombres y mujeres, con ventilación natural y artificial, dispone de excusados separados de los compartimentos anexos, con puertas, lavamanos, dispensador de jabón, secador de manos eléctrico y dispensador de toallas de papel desechables para secado de manos, papel higiénico adecuado y en cantidad suficiente.

☐ Cuenta además con la cantidad de artefactos necesarios en relación al personal, todo lo anterior para dar cumplimiento a las exigencias dispuestas en los artículos precedentes.

• PARRAFO V: De los Guardarropías y Comedores

☐ Artículo 27: Todo lugar de trabajo donde el tipo de actividad requiera el cambio de ropa, deberá estar dotado de un recinto fijo o móvil destinado a vestidor, cuyo espacio interior deberá estar limpio y protegido de condiciones climáticas externas. Cuando trabajen hombres y mujeres los vestidores deberán ser independientes y separados.

En este recinto deberán disponerse los casilleros guardarropas, los que estarán en buenas condiciones, serán ventilados y en número igual al total de trabajadores ocupados en el trabajo o faena.

☐ Artículo 28: Cuando por la naturaleza o modalidad del trabajo que se realiza, los trabajadores se vean precisados a consumir alimentos en el sitio de trabajo, se dispondrá de un

comedor para este propósito, el que estará completamente aislado de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental y será reservado para comer, pudiendo utilizarse además para celebrar reuniones y actividades recreativas. El empleador deberá adoptar las medidas necesarias para mantenerlo en condiciones higiénicas adecuadas.

El comedor estará provisto con mesas y sillas con cubierta de material lavable y piso de material sólido y de fácil limpieza, deberá contar con sistemas de protección que impidan el ingreso de vectores y estará dotado con agua potable para el aseo de manos y cara. Además, en el caso que los trabajadores deban llevar su comida al inicio del turno de trabajo, dicho comedor deberá contar con un medio de refrigeración, coccinilla, lavaplatos y sistema de energía eléctrica.

☐ Artículo 31: Los casinos destinados a preparar alimentos para el personal deberán contar con la autorización sanitaria correspondiente.

☐ El personal de este laboratorio, cuenta con casino en las instalaciones del recinto, el que está provisto de todos los artefactos necesarios y con resolución sanitaria emitida por el Seremi de Salud correspondiente.

2.5.3. TITULO III: De las Condiciones Ambientales

- Párrafo I: De la Ventilación

☐ Artículo 32: Todo lugar de trabajo deberá mantener, por medios naturales o artificiales, una ventilación que contribuya a proporcionar condiciones ambientales confortables y que no causen molestias o perjudiquen la salud del trabajador.

☐ Artículo 34: Los locales de trabajo se diseñarán de forma que por cada trabajador se provea un volumen de 10 metros cúbicos, como mínimo, salvo que se justifique una renovación adecuada del aire por medios mecánicos. En este caso deberán recibir aire fresco y limpio a razón de 20 metros cúbicos por hora y por persona o una cantidad tal que provean 6 cambios por hora, como mínimo, pudiéndose alcanzar hasta los 60 cambios por hora, según sean las condiciones ambientales existentes, o en razón de la magnitud de la concentración de los contaminantes.

☐ El laboratorio cuenta con ventilación natural que permita el ingreso de aire fresco, de manera de proveer condiciones ambientales favorables en cuanto a cantidad y calidad del aire y de este modo da cumplimiento a los artículos precedentes.

- Párrafo II: De las Condiciones Generales de Seguridad

☐ Artículo 36: Los elementos estructurales de la construcción de los locales de trabajo y todas las maquinarias, instalaciones, así como las herramientas y equipos, se mantendrán en condiciones seguras y en buen funcionamiento para evitar daño a las personas.

☐ Artículo 37: Deberá suprimirse en los lugares de trabajo cualquier factor de peligro que pueda afectar la salud o integridad física de los trabajadores.

Todos los locales o lugares de trabajo deberán contar con vías de evacuación horizontales y/o verticales que, además de cumplir con las exigencias de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, dispongan de salidas en número, capacidad y ubicación y con la identificación apropiada para permitir la segura, rápida y expedita salida de todos sus ocupantes hacia zonas de seguridad. Las puertas de salida no deberán abrirse en contra del sentido de evacuación y sus accesos deberán conservarse señalizados y libres de obstrucciones. Estas salidas podrán mantenerse entornadas, pero no cerradas con llave, candado u otro medio que impida su fácil apertura.

Las dependencias de los establecimientos públicos o privados deberán contar con señalización visible y permanente en las zonas de peligro, indicando el agente y/o condición de riesgo, así como las vías de escape y zonas de seguridad ante emergencias. Además, deberá indicarse claramente por medio de señalización visible y permanente la necesidad de uso de elementos de protección personal específicos cuando sea necesario.

Los símbolos y palabras que se utilicen en la señalización, deberán estar de acuerdo con la normativa nacional vigente, y a falta de ella con la que determinen las normas chilenas oficiales y aparecer en el idioma oficial del país y, en caso necesario cuando haya trabajadores de otro idioma, además en el de ellos.

☐ Artículo 38: Deberán estar debidamente protegidas todas las partes móviles, transmisiones y puntos de operación de maquinarias y equipos.

☐ Este laboratorio mantiene su estructura, instalaciones, maquinarias, herramientas y equipos en buen funcionamiento y condiciones seguras; del mismo modo, mantiene protegidas todas las partes móviles, transmisiones y puntos de operación de maquinarias y equipos, además, cuenta con vías de evacuación debidamente señaladas y en cumplimiento con las exigencias de la OGUC, a modo de evitar factores potenciales de peligro para la salud e integridad de los trabajadores.

☐ Artículo 39: Las instalaciones eléctricas y de gas de los lugares de trabajo deberán ser construidas, instaladas, protegidas y mantenidas de acuerdo a las normas establecidas por la autoridad competente.

☐ En este aspecto, el laboratorio no cuenta con la inspección y autorización de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

☐ Artículo 40: Se prohíbe a los trabajadores cuya labor se ejecuta cerca de maquinarias en movimiento y órganos de transmisión, el uso de ropa suelta, cabello largo y suelto, y adornos susceptibles de ser atrapados por las partes móviles.

☐ Todo el personal que opera en este laboratorio, cuenta con inducción, capacitación y procedimientos de trabajo seguro, a modo de disminuir la exposición a riesgos por falta de conocimientos.

☐ Artículo 41: Toda empresa o lugar de trabajo que cuente con equipos generadores de vapor deberá cumplir con el reglamento vigente sobre esta materia. Asimismo, toda empresa o lugar de

trabajo que cuente con equipos generadores de radiaciones ionizantes deberá cumplir con el reglamento vigente sobre esta materia.

☐ Este laboratorio cuenta con un equipo generador de vapor, el cual, no está reglamentado, por lo tanto, no da cumplimiento en su totalidad al Decreto Supremo N°10

☐ Artículo 42: El almacenamiento de materiales deberá realizarse por procedimientos y en lugares apropiados y seguros para los trabajadores.

Todo lo referente al almacenamiento de sustancias peligrosas se regirá por lo dispuesto en el decreto supremo N° 43 de 2015 del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas. No obstante, lo anterior, para aquellas exclusiones establecidas en el artículo 3 de dicha norma, los recintos que almacenen sustancias peligrosas clasificadas según NCh 382:2013, sin perjuicio de la normativa específica que les aplique, deberán dar cumplimiento a lo siguiente:

a) Construirse según lo establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, de acuerdo al estudio de carga combustible, y ser destinados específicamente para tal efecto. Para el caso de sustancias inflamables envasadas, sobre 10 toneladas, deberán almacenarse en una bodega exclusiva para ellas.

b) Contar con las hojas de datos de seguridad, según lo establecido en NCh 2245 of. 2003.

c) Disponer de un plan de emergencias que incorpore todas las posibles emergencias que puedan producirse, con sus respectivos procedimientos, cadena de mando, plano que incluya todas las instalaciones, zonas de seguridad, vías de acceso y de salida, lista actualizada de sustancias peligrosas, equipos y elementos para combatir la emergencia.

d) El personal que manipule las sustancias peligrosas deberá estar debidamente capacitado sobre los peligros y riesgos asociados a su manipulación.

e) Las sustancias peligrosas deberán estar etiquetadas de acuerdo a lo establecido en el Título XII, del decreto supremo N° 43, de 2015, del Ministerio de Salud, con excepción de los plaguicidas que deberán ajustarse a la normativa específica para ellos.

Los estanques de almacenamiento de combustibles líquidos deberán cumplir las exigencias dispuestas en el decreto supremo N°160, de 2008, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprueba el Reglamento de Seguridad para las Instalaciones y Operaciones de Producción y Refinación, Transporte, Almacenamiento, Distribución y Abastecimiento de Combustibles Líquidos.

☐ Este laboratorio mantiene todos los materiales almacenados de manera apropiada y segura, respetando los debidos procedimientos. En cuanto a lo referente a almacenamiento de sustancias peligrosas que describe este mismo artículo; no aplica a éste.

• Párrafo III: De la Prevención y Protección contra Incendios.

☐ Artículo 44: En todo lugar de trabajo deberán implementarse las medidas necesarias para la prevención de incendios con el fin de disminuir la posibilidad de inicio de un fuego, controlando

las cargas combustibles y las fuentes de calor e inspeccionando las instalaciones a través de un programa preestablecido.

El control de los productos combustibles deberá incluir medidas tales como programas de orden y limpieza y racionalización de la cantidad de materiales combustibles, tanto almacenados como en proceso.

El control de las fuentes de calor deberá adoptarse en todos aquellos lugares o procesos donde se cuente con equipos e instalaciones eléctricas, maquinarias que puedan originar fricción, chispas mecánicas o de combustión y/o superficies calientes, cuidando que su diseño, ubicación, estado y condiciones de operación, esté de acuerdo a la reglamentación vigente sobre la materia.

En áreas donde exista una gran cantidad de productos combustibles o donde se almacenen, trasvasijen o procesen sustancias inflamables o de fácil combustión, deberá establecerse una estricta prohibición de fumar y encender fuegos, debiendo existir procedimientos específicos de seguridad para la realización de labores de soldadura, corte de metales o similares.

□ Artículo 45: Todo lugar de trabajo en que exista algún riesgo de incendio, ya sea por la estructura del edificio o por la naturaleza del trabajo que se realiza, deberá contar con extintores de incendio, del tipo adecuado a los materiales combustibles o inflamables que en él existan o se manipulen.

El número total de extintores dependerá de la superficie a proteger de acuerdo a lo señalado en el artículo 46°.

Los extintores deberán cumplir con los requisitos y características que establece el decreto supremo N° 369, de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, o el que lo reemplace, y en lo no previsto por éste por las normas chilenas oficiales. Además, deberán estar certificados por un laboratorio acreditado de acuerdo a lo estipulado en dicho reglamento.

□ Artículo 46: El potencial de extinción mínimo por superficie de cubrimiento y distancia de traslado será el indicado en la siguiente tabla.

2.5.1. TITULO III: De las Condiciones Ambientales

- Párrafo I: De la Ventilación

□ Artículo 32: Todo lugar de trabajo deberá mantener, por medios naturales o artificiales, una ventilación que contribuya a proporcionar condiciones ambientales confortables y que no causen molestias o perjudiquen la salud del trabajador.

□ Artículo 34: Los locales de trabajo se diseñarán de forma que por cada trabajador se provea un volumen de 10 metros cúbicos, como mínimo, salvo que se justifique una renovación adecuada del aire por medios mecánicos. En este caso deberán recibir aire fresco y limpio a razón de 20 metros cúbicos por hora y por persona o una cantidad tal que provean 6 cambios por hora, como

mínimo, pudiéndose alcanzar hasta los 60 cambios por hora, según sean las condiciones ambientales existentes, o en razón de la magnitud de la concentración de los contaminantes.

☐ El laboratorio cuenta con ventilación natural que permita el ingreso de aire fresco, de manera de proveer condiciones ambientales favorables en cuanto a cantidad y calidad del aire y de este modo da cumplimiento a los artículos precedentes.

• Párrafo II: De las Condiciones Generales de Seguridad

☐ Artículo 36: Los elementos estructurales de la construcción de los locales de trabajo y todas las maquinarias, instalaciones, así como las herramientas y equipos, se mantendrán en condiciones seguras y en buen funcionamiento para evitar daño a las personas.

☐ Artículo 37: Deberá suprimirse en los lugares de trabajo cualquier factor de peligro que pueda afectar la salud o integridad física de los trabajadores.

Todos los locales o lugares de trabajo deberán contar con vías de evacuación horizontales y/o verticales que, además de cumplir con las exigencias de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, dispongan de salidas en número, capacidad y ubicación y con la identificación apropiada para permitir la segura, rápida y expedita salida de todos sus ocupantes hacia zonas de seguridad. Las puertas de salida no deberán abrirse en contra del sentido de evacuación y sus accesos deberán conservarse señalizados y libres de obstrucciones. Estas salidas podrán mantenerse entornadas, pero no cerradas con llave, candado u otro medio que impida su fácil apertura.

Las dependencias de los establecimientos públicos o privados deberán contar con señalización visible y permanente en las zonas de peligro, indicando el agente y/o condición de riesgo, así como las vías de escape y zonas de seguridad ante emergencias. Además, deberá indicarse claramente por medio de señalización visible y permanente la necesidad de uso de elementos de protección personal específicos cuando sea necesario.

Los símbolos y palabras que se utilicen en la señalización, deberán estar de acuerdo con la normativa nacional vigente, y a falta de ella con la que determinen las normas chilenas oficiales y aparecer en el idioma oficial del país y, en caso necesario cuando haya trabajadores de otro idioma, además en el de ellos.

☐ Artículo 38: Deberán estar debidamente protegidas todas las partes móviles, transmisiones y puntos de operación de maquinarias y equipos.

☐ Este laboratorio mantiene su estructura, instalaciones, maquinarias, herramientas y equipos en buen funcionamiento y condiciones seguras; del mismo modo, mantiene protegidas todas las partes móviles, transmisiones y puntos de operación de maquinarias y equipos, además, cuenta con vías de evacuación debidamente señaladas y en cumplimiento con las exigencias de la OGUC, a modo de evitar factores potenciales de peligro para la salud e integridad de los trabajadores.

☐ Artículo 39: Las instalaciones eléctricas y de gas de los lugares de trabajo deberán ser construidas, instaladas, protegidas y mantenidas de acuerdo a las normas establecidas por la autoridad competente.

☐ En este aspecto, el laboratorio no cuenta con la inspección y autorización de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

☐ Artículo 40: Se prohíbe a los trabajadores cuya labor se ejecuta cerca de maquinarias en movimiento y órganos de transmisión, el uso de ropa suelta, cabello largo y suelto, y adornos susceptibles de ser atrapados por las partes móviles.

☐ Todo el personal que opera en este laboratorio, cuenta con inducción, capacitación y procedimientos de trabajo seguro, a modo de disminuir la exposición a riesgos por falta de conocimientos.

☐ Artículo 41: Toda empresa o lugar de trabajo que cuente con equipos generadores de vapor deberá cumplir con el reglamento vigente sobre esta materia. Asimismo, toda empresa o lugar de trabajo que cuente con equipos generadores de radiaciones ionizantes deberá cumplir con el reglamento vigente sobre esta materia.

☐ Este laboratorio cuenta con un equipo generador de vapor, el cual, no está reglamentado, por lo tanto, no da cumplimiento en su totalidad al Decreto Supremo N°10

☐ Artículo 42: El almacenamiento de materiales deberá realizarse por procedimientos y en lugares apropiados y seguros para los trabajadores.

Todo lo referente al almacenamiento de sustancias peligrosas se regirá por lo dispuesto en el decreto supremo N° 43 de 2015 del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas. No obstante, lo anterior, para aquellas exclusiones establecidas en el artículo 3 de dicha norma, los recintos que almacenen sustancias peligrosas clasificadas según NCh 382:2013, sin perjuicio de la normativa específica que les aplique, deberán dar cumplimiento a lo siguiente:

a) Construirse según lo establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, de acuerdo al estudio de carga combustible, y ser destinados específicamente para tal efecto. Para el caso de sustancias inflamables envasadas, sobre 10 toneladas, deberán almacenarse en una bodega exclusiva para ellas.

b) Contar con las hojas de datos de seguridad, según lo establecido en NCh 2245 of. 2003.

c) Disponer de un plan de emergencias que incorpore todas las posibles emergencias que puedan producirse, con sus respectivos procedimientos, cadena de mando, plano que incluya todas las instalaciones, zonas de seguridad, vías de acceso y de salida, lista actualizada de sustancias peligrosas, equipos y elementos para combatir la emergencia.

d) El personal que manipule las sustancias peligrosas deberá estar debidamente capacitado sobre los peligros y riesgos asociados a su manipulación.

e) Las sustancias peligrosas deberán estar etiquetadas de acuerdo a lo establecido en el Título XII, del decreto supremo N° 43, de 2015, del Ministerio de Salud, con excepción de los plaguicidas que deberán ajustarse a la normativa específica para ellos.

Los estanques de almacenamiento de combustibles líquidos deberán cumplir las exigencias dispuestas en el decreto supremo N°160, de 2008, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprueba el Reglamento de Seguridad para las Instalaciones y Operaciones de Producción y Refinación, Transporte, Almacenamiento, Distribución y Abastecimiento de Combustibles Líquidos.

☐ Este laboratorio mantiene todos los materiales almacenados de manera apropiada y segura, respetando los debidos procedimientos. En cuanto a lo referente a almacenamiento de sustancias peligrosas que describe este mismo artículo; no aplica a éste.

- Párrafo III: De la Prevención y Protección contra Incendios.

☐ Artículo 44: En todo lugar de trabajo deberán implementarse las medidas necesarias para la prevención de incendios con el fin de disminuir la posibilidad de inicio de un fuego, controlando las cargas combustibles y las fuentes de calor e inspeccionando las instalaciones a través de un programa preestablecido.

El control de los productos combustibles deberá incluir medidas tales como programas de orden y limpieza y racionalización de la cantidad de materiales combustibles, tanto almacenados como en proceso.

. El control de las fuentes de calor deberá adoptarse en todos aquellos lugares o procesos donde se cuente con equipos e instalaciones eléctricas, maquinarias que puedan originar fricción, chispas mecánicas o de combustión y/o superficies calientes, cuidando que su diseño, ubicación, estado y condiciones de operación, esté de acuerdo a la reglamentación vigente sobre la materia.

En áreas donde exista una gran cantidad de productos combustibles o donde se almacenen, trasvasijen o procesen sustancias inflamables o de fácil combustión, deberá establecerse una estricta prohibición de fumar y encender fuegos, debiendo existir procedimientos específicos de seguridad para la realización de labores de soldadura, corte de metales o similares.

☐ Artículo 45: Todo lugar de trabajo en que exista algún riesgo de incendio, ya sea por la estructura del edificio o por la naturaleza del trabajo que se realiza, deberá contar con extintores de incendio, del tipo adecuado a los materiales combustibles o inflamables que en él existan o se manipulen.

El número total de extintores dependerá de la superficie a proteger de acuerdo a lo señalado en el artículo 46°.

Los extintores deberán cumplir con los requisitos y características que establece el decreto supremo N° 369, de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, o el que lo

reemplace, y en lo no previsto por éste por las normas chilenas oficiales. Además, deberán estar certificados por un laboratorio acreditado de acuerdo a lo estipulado en dicho reglamento.

□ Artículo 46: El potencial de extinción mínimo por superficie de cubrimiento y distancia de traslado será el indicado en la siguiente tabla.

Superficie de cubrimiento máxima por extintor (m2)	Potencial de extinción mínimo	Distancia máxima de traslado del extintor (m)
150	4A	9
225	6A	11
375	10A	13
420	20A	15

El número mínimo de extintores deberá determinarse dividiendo la superficie a proteger por la superficie de cubrimiento máxima del extintor indicada en la tabla precedente y aproximando el valor resultante al entero superior. Este número de extintores deberá distribuirse en la superficie a proteger de modo tal que, desde cualquier punto, el recorrido hasta el equipo más cercano no supere la distancia máxima de traslado correspondiente.

Podrán utilizarse extintores de menor capacidad que los señalados en la tabla precedente, pero en cantidad tal que su contenido alcance el potencial mínimo exigido, de acuerdo a la correspondiente superficie de cubrimiento máxima por extintor.

. En caso de existir riesgo de fuego clase B, el potencial mínimo exigido para cada extintor será 10 B, con excepción de aquellas zonas de almacenamiento de combustible en las que el potencial mínimo exigido será 40 B.

□ Artículo 47: Los extintores se ubicarán en sitios de fácil acceso y clara identificación, libres de cualquier obstáculo, y estarán en condiciones de funcionamiento máximo. Se colocarán a una altura máxima de 1,30 metros, medidos desde el suelo hasta la base del extintor y estarán debidamente señalizados.

□ Artículo 48: Todo el personal que se desempeña en un lugar de trabajo deberá ser instruido y entrenado sobre la manera de usar los extintores en caso de emergencia.

□ Artículo 49: Los extintores que precisen estar situados a la intemperie deberán colocarse en un nicho o gabinete que permita su retiro expedito, y podrá tener una puerta de vidrio simple, fácil de romper en caso de emergencia.

□ Artículo 50: De acuerdo al tipo de fuego podrán considerarse los siguientes agentes de extinción:

CCC.

□ Artículo 51: Los extintores deberán ser sometidos a revisión, control y mantención preventiva según normas chilenas oficiales, realizada por el fabricante o servicio técnico, de acuerdo con lo indicado en el decreto N° 369 de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y

Reconstrucción, por lo menos una vez al año, haciendo constar esta circunstancia en la etiqueta correspondiente, a fin de verificar sus condiciones de funcionamiento. Será responsabilidad del empleador tomar las medidas necesarias para evitar que los lugares de trabajo queden desprovistos de extintores cuando se deba proceder a dicha mantención.

☐ El laboratorio cuenta con medidas para la prevención de incendios, con la finalidad de disminuir el punto de ignición, a través, de un programa de prevención que controle las fuentes de calor y cargas combustibles, incluyendo además programas de orden, limpieza y racionalización de materiales, y señalizaciones con la estricta prohibición de encender fuego y/o fumar.

☐ En cuanto a los extintores, si bien, existen en tipo adecuado y certificados, en cantidad, ubicación, señalización y altura reglamentaria, no cuenta con el personal capacitado para su eficiente utilización.

- Párrafo IV: De los Equipos de Protección Personal

☐ Artículo 53.- El empleador deberá proporcionar a sus trabajadores, libres de todo costo y cualquiera sea la función que éstos desempeñen en la empresa, los elementos de protección personal que cumplan con los requisitos, características y tipos que exige el riesgo a cubrir y la capacitación teórica y práctica necesaria para su correcto empleo debiendo, además, mantenerlos en perfecto estado de funcionamiento. Por su parte el trabajador deberá usarlos en forma permanente mientras se encuentre expuesto al riesgo.

☐ Artículo 54.- Los elementos de protección personal usados en los lugares de trabajo, sean éstos de procedencia nacional o extranjera, deberán cumplir con las normas y exigencias de calidad que rijan a tales artículos según su naturaleza, de conformidad a lo establecido en el decreto N° 18, de 1982, del Ministerio de Salud, sobre Certificación de Calidad de Elementos de Protección Personal contra Riesgos Ocupacionales. Sin embargo, si no fuese posible aplicar dicho procedimiento, por la inexistencia de entidades certificadoras, el Instituto de Salud Pública de Chile podrá, transitoriamente, validar la certificación de origen.

☐ El personal que cumple su función en este laboratorio, dispone y utiliza de manera correcta todos los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados al riesgo inherente a la labor que realiza, proporcionados por su empleador, los cuales cumplen con lo establecido en la normativa vigente sobre certificación de calidad o en su defecto, por el Instituto de Salud pública de Chile (ISP)

2.5.2. Título IV: De la Contaminación Ambiental

- Párrafo I: Disposiciones Generales

☐ Artículo 55: Los límites permisibles de aquellos agentes químicos y físicos capaces de provocar efectos adversos en el trabajador serán, en todo lugar de trabajo, los que resulten de la aplicación de los artículos siguientes.

. Los límites de tolerancia biológica, así como los límites permisibles para agentes químicos y físicos deberán ser revisados cada 5 años.

☐ Artículo 56: Los límites permisibles para sustancias químicas y agentes físicos son índices de referencia del riesgo ocupacional.

☐ Artículo 57.- En el caso en que una medición representativa de las concentraciones de sustancias contaminantes existentes en el ambiente de trabajo o de la exposición a agentes físicos, demuestre que han sido sobrepasados los valores que se establecen como límites permisibles, el empleador deberá iniciar de inmediato las acciones necesarias para controlar el riesgo en su origen.

. Si no es factible implementar la o las medidas preventivas en su totalidad, el empleador deberá proteger al trabajador del riesgo residual entregándole la protección personal de acuerdo a lo establecido en el artículo 53 del presente reglamento.

En cualquier caso, el empleador será responsable de evitar que los trabajadores realicen su trabajo en condiciones de riesgo para su salud.

- Párrafo III: De los Agentes Físicos

A. Del Ruido

☐ Artículo 70: En la exposición laboral a ruido se distinguirán el ruido estable, el ruido fluctuante y el ruido impulsivo.

.

☐ Artículo 71: Ruido estable es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido fluctuante es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo superior a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido impulsivo es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

☐ Artículo 72: Las mediciones de ruido estable, ruido fluctuante y ruido impulsivo se efectuarán con un sonómetro integrador o con un dosímetro que cumpla las exigencias señaladas para los tipos 0, 1 ó 2, establecidas en las normas: IEC 651-1979, IEC 804-1985 y ANSI S. 1.4-1983.

☐ Ruido Estable O Fluctuante

☐ Artículo 73: En la exposición a ruido estable o fluctuante se deberá medir el nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq o Leq), el que se expresará en decibeles ponderados "A", con respuesta lenta, es decir, en dB(A) lento.

☐ Artículo 74: La exposición ocupacional a ruido estable o fluctuante deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior a 85 dB(A) lento, medidos en la posición del oído del trabajador.

☐ En este laboratorio, la exposición a ruido estable o fluctuante es controlada, de modo que el personal a cargo no este expuesto a niveles de presión sonora superior a lo establecido.

B. De la Iluminación

☐ Artículo 103: Todo lugar de trabajo, con excepción de faenas mineras subterráneas o similares, deberá estar iluminado con luz natural o artificial que dependerá de la faena o actividad que en él se realice.

El valor mínimo de la iluminación promedio será la que se indica a continuación.

Los valores indicados en la tabla se entenderán medidos sobre el plano de trabajo o a una altura de 80 centímetros sobre el suelo del local en el caso de iluminación general.

Cuando se requiera una iluminación superior a 1.000 Lux, la iluminación general deberá complementarse con luz localizada. Quedan excluidos de estas disposiciones aquellos locales que en razón del proceso industrial que allí se efectúe deben permanecer oscurecidos.

☐ Artículo 104: La relación entre iluminación general y localizada deberá mantenerse dentro de los siguientes valores:

☐ Artículo 105: La luminancia (brillo) que deberá tener un trabajo o tarea, según su complejidad, deberá ser la siguiente:

☐ Artículo 106: Las relaciones de máxima luminancia (brillantez) entre zonas del campo visual y la tarea visual debe ser la siguiente:

☐ 5 a 1 Entre tareas y los alrededores adyacentes

☐ 20 a 1 Entre tareas y las superficies más remotas

☐ 40 a 1 Entre las unidades de iluminación (o del cielo) y las superficies adyacentes a ellas.

☐ 80 a 1 En todas partes dentro del medio ambiente del trabajador.

☐

☐ El laboratorio dispone de iluminación natural y artificial, esta última calculada según lo indicado en las tablas de los artículos precedentes.

C. De Las Radiaciones No Ionizantes

☐ Ultravioleta De Origen Solar

☐ Artículo 109 b.- Los empleadores de trabajadores expuestos deben realizar la gestión del riesgo de radiación UV adoptando medidas de control adecuadas. Deberán tomar, a lo menos, las siguientes medidas:

a) Informar a los trabajadores sobre los riesgos específicos de exposición laboral a radiación UV de origen solar y sus medidas de control en los siguientes términos: "La exposición excesiva y/o acumulada de radiación ultravioleta de fuentes naturales o artificiales produce efectos dañinos a corto y largo plazo, principalmente en ojos y piel que van desde quemaduras solares, queratitis actínica y alteraciones de la respuesta inmune hasta foto-envejecimiento, tumores malignos de piel y cataratas a nivel ocular."

b) Publicar diariamente en un lugar visible el índice UV estimado señalado por la Dirección Meteorológica de Chile y las medidas de control que se deben aplicar, incluidos los elementos de protección personal.

c) Identificar los trabajadores expuestos; detectar los puestos de trabajo e individuos que requieran medidas de protección adicionales y verificar la efectividad de las medidas implementadas a su respecto.

d) Las medidas específicas de control a implementar, según exposición, son las siguientes, las que deberán emplearse siguiendo las indicaciones señaladas en la Guía Técnica de Radiación UV de Origen Solar dictada por el Ministerio de Salud mediante decreto emitido bajo la fórmula "Por Orden del Presidente de la República":

o Ingeniería: realizar un adecuado sombraje de los lugares de trabajo para disminuir la exposición directa a la radiación UV tales como techar, arborizar, mallas oscuras y de trama tupida, parabrisas adecuados;

o Administrativas: si la labor lo permite, calendarizar faenas, horarios de colación entre 13:00 y las 15:00hrs en lugares con sombraje adecuado, rotación de puestos de trabajo con la disminución de tiempo de exposición;

o Elementos de protección personal, según el grado de exposición, tales como gorros, lentes, factor de protección solar;

e) Mantener un programa de instrucción teórico práctico para los trabajadores, de duración mínima de una hora cronológica semestral, sobre el riesgo y consecuencias para la salud por la exposición a radiación UV solar y medidas preventivas a considerar, entre otros. Este programa debe constar por escrito.

☐ En cuanto a la radiación UV en este laboratorio, si bien se publica en un lugar visible diariamente el índice estimado de radiación señalado por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), no se ha identificado al personal expuesto, tampoco se les ha informado de los riesgos de exposición a esta radiación ni se han implementado las medidas específicas de control por exposición. No cuenta con programa de instrucción teórico-práctico para el personal expuesto.

D. De los Factores de Riesgo de Lesión Musculo-esquelética de Extremidades Superiores

☐ Artículo 110 a: Para efectos de los factores de riesgo de lesión musculo-esquelética de extremidades superiores, las siguientes expresiones tendrán el significado que se indica:

a) Extremidades Superiores: Segmento corporal que comprende las estructuras anatómicas de hombro, brazo, antebrazo, codo, muñeca y mano.

b) Factores biomecánicos: Factores de las ciencias de la mecánica que influyen y ayudan a estudiar y entender el funcionamiento del sistema musculo-esquelético entre los cuales se encuentran la fuerza, postura y repetitividad.

- c) Trastornos musculoesqueléticos de las extremidades superiores: Alteraciones de las unidades músculo-tendinosas, de los nervios periféricos o del sistema vascular.
- d) Ciclos de trabajo: Tiempo que comprende todas las acciones técnicas realizadas en un período de tiempo que caracteriza la tarea como cíclica. Es posible determinar claramente el comienzo y el reinicio del ciclo con las mismas acciones técnicas.
- e) Tarea: Conjunto de acciones técnicas utilizadas para cumplir un objetivo dentro del proceso productivo o la obtención de un producto determinado dentro del mismo.
- f) Fuerza: Esfuerzo físico realizado por el trabajador y observado por el evaluador según metodología propuesta en la Guía Técnica del Ministerio de Salud.

□ Artículo 110 a.1: El empleador deberá evaluar los factores de riesgo asociados a trastornos musculoesqueléticos de las extremidades superiores presentes en las tareas de los puestos de trabajo de su empresa, lo que llevará a cabo conforme a las indicaciones establecidas en la Norma Técnica que dictará al efecto el Ministerio de Salud mediante decreto emitido bajo la fórmula "Por orden del Presidente de la República"

E. Los factores de riesgo a evaluar son:

- Repetitividad de las acciones técnicas involucradas en la tarea realizada en el puesto de trabajo.
- Fuerza ejercida por el trabajador durante la ejecución de las acciones técnicas necesarias para el cumplimiento de la tarea.
- Posturas forzadas adoptadas por el trabajador durante la ejecución de las acciones técnicas necesarias para el cumplimiento de la tarea.

La presencia de estos factores de riesgo deberá ser evaluada mediante observación directa de la actividad realizada por el trabajador la que deberá contrastarse con las condiciones establecidas a continuación.

Verificada alguna de las condiciones señaladas, deberá evaluarse para asignarle el nivel de riesgo correspondiente a la actividad, de acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica referida.

□ Artículo 110 a.2: Corresponde al empleador eliminar o mitigar los riesgos detectados, para lo cual aplicará un programa de control, el que elaborará utilizando para ello la metodología señalada en la Norma Técnica referida.

□ Artículo 110 a.3: El empleador deberá informar a sus trabajadores sobre los factores a los que están expuestos, las medidas preventivas y los métodos correctos de trabajo pertinentes a la actividad que desarrollan. Esta información deberá realizarse a las personas involucradas, cada vez que se asigne a un trabajador a un puesto de trabajo que implique dichos riesgos y cada vez que se modifiquen los procesos productivos o los lugares de trabajo.

La información a los trabajadores deberá constar por escrito y contemplar los contenidos mínimos establecidos en la referida Norma Técnica del Ministerio de Salud, dejando constancia de su realización.

2.6. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (MIPER), PARA UN GENERADOR A VAPOR.

Una MIPER, es un instrumento de gestión que permite representar visualmente la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos asociados a éstos, a modo de establecer objetivamente los más relevantes para la seguridad y salud de los trabajadores, en función de su probabilidad de ocurrencia y niveles de impacto para el recurso humano de una empresa.

Su confección requiere de la definición y descripción de los procesos y subprocesos y el análisis de las labores que desarrollan los trabajadores, para evaluar el nivel de riesgo e impacto y proponer acciones concretas de manera de disminuirlos al máximo o eliminarlos.

Esta matriz se debe utilizar cada vez que se implemente una labor o tarea nueva, se cambie un procedimiento de trabajo y por lo menos una vez al año como parte del sistema de gestión de salud y seguridad de la organización, de manera de garantizar que no se han producido cambios a nivel de protección de los trabajadores.

La figura 31, muestra la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos correspondientes a la puesta en marcha y funcionamiento de un generador de vapor, el que se obtiene mediante la aplicación de calor a través de electricidad, en esta matriz se describen las operaciones frecuentes de un generador de este tipo y las operaciones académicas en el mismo, de modo de generar un análisis de acuerdo a los peligros asociados a cada operación y evaluar los riesgos y el impacto que implica cada tarea, tanto para el trabajador, estudiante, como para la casa de estudios, por tanto, entregar a su vez las medidas de control correspondientes a implementar. Además, se incluyen las tablas de criterios de evaluación, las que se visualizan en la figura 33.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (MIPER)																				
ÁREA: LABORATORIO X DE MECÁNICA UTFSM, SEDE VIÑA DEL MAR.																				
MÁQUINA: GENERADOR DE VAPOR MARCA EDIBON (origen España, modelo: TGV-6KWA).																				
ELABORADO POR:				APROBADO POR:				REVISADO POR:												
CARGO:		FECHA:		CARGO:		FECHA:		CARGO:		FECHA:										
FIRMA:				FIRMA:				FIRMA:												
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS					IMPACTO			EVALUACIÓN DEL RIESGO INHERENTE			CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO DEL RIESGO		CONTROL				RIESGO RESIDUAL			IMPACTO DEL RIESGO DESPUÉS DEL CONTROL
N°	PROCESO	SUB- PROCESO	PELIGRO	INCIDENTE O RIESGO	Seguridad a Personas	Salud Ocupacional	Preservación Operaciones (SI)	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	MAGNITUD	CLASIFICACIÓN	JERARQUÍA DE CONTROL	MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	FRECUENCIA	RESPONSABLE	P	C	MR		
1	Operaciones generales del generador de vapor	Operación de limpieza de conductos de agua.	Exposición a agentes químicos utilizados en el proceso.	Potencial de desarrollo de enfermedades respiratorias y/o oxidantes por la inhalación y contacto directo con partículas respectivamente, ocasionando de la	X	X	X	3	3	9	MEDIO	Controles de Ingeniería.	Reemplazar las sustancias usadas para la limpieza química de los conductos de agua por una menos tóxica.	Cada vez que sea apropiado	Director del Departamento de Mecánica	2	1	2	BAJO	
				Contacto de la piel no protegida con residuos de los productos químicos, puede producir afecciones como el eccema, debido a la acción continuada de los compuestos.	X	X	X	4	2	8	MEDIO	Controles administrativos, de señalización y/o advertencias.	Reemplazar los productos usados para la limpieza química de los conductos de agua por una menos tóxica para la salud.	Cada vez que se ofrezca y sea apropiado	Encargado de Laboratorio					
			Limpieza en seco de conductos con presión acumulada.	Golpeado por partículas proyectadas a gran velocidad.	X		X	3	5	15	ALTO	Elementos de Protección Personal (EPP).	Entregar y uso obligatorio de guantes con grado de protección de temperatura, protector visual claro, oídos y zapatos de seguridad.	Anual / cada vez que sea necesario producto del desgaste.	Encargado de Departamento de Mecánica					
											ALTO	Controles de Ingeniería.	Proteger conductos y colectas con manguera aislante.	Cada vez que la ocasión lo amerite y su respectiva mantención	Director del Departamento de Mecánica					
		Revisión de circuito eléctrico	Revisión de motores eléctricos y mantenimiento	Exposición por contacto eléctrico	X	X	X	3	5	15	ALTO	Controles administrativos, de señalización y/o advertencias.	Controlar los incidentes mediante procedimientos seguros de trabajo relativos a la limpieza. Los operadores de las calderas deberán estar habilitados por el Servicio de Salud según D.S. N°10.	Cada vez que sea apropiado	Auxiliar en Prevención de Riesgos.	2	3	6	MEDIO	
											ALTO	Elementos de Protección Personal (EPP).	Entregar y uso obligatorio de guantes con grado de protección de temperatura, protector visual claro, oídos y zapatos de seguridad.	Anual / cada vez que sea necesario producto del desgaste.	Encargado de Departamento de Mecánica					
		Revisión de estado del tanque de alimentación.	Revisión de estado del agua líquida (descomposición térmica).	Riesgo de explosión e incendio.	X		X	3	5	15	ALTO	Controles de Ingeniería.	Sistema de corte automático en caso de fuga eléctrica.	Cada vez que la ocasión lo amerite y su respectiva mantención	Director del Departamento de Mecánica	1	3	3	BAJO	
											ALTO	Controles administrativos, de señalización y/o advertencias.	Control e implementación de procedimientos de bloqueo y etiquetado eléctrico	Anual/bimensual y/o cada vez que la ocasión lo amerite	Auxiliar en Prevención de Riesgos.					
		Control del agua de alimentación.	Liberación de energía del agua líquida (descomposición térmica).	Riesgo de explosión e incendio.	X		X	3	5	15	ALTO	Controles de Ingeniería.	Aislar el punto de riesgo mediante protecciones y barreras en el apilado.	Cada vez que la ocasión lo amerite y su respectiva	Director del Departamento de Mecánica	1	4	4	MEDIO	
											ALTO	Controles administrativos, de señalización y/o advertencias.	El operador deberá mantener la correcta elección ante combustible para evitar la liberación de bolos de gas que pueden En caso de presión desproporcionada, cerrar el suministro del agua.	Cada vez que se ofrezca y sea apropiado	Encargado de Laboratorio					
		Revisión del nivel del tanque de alimentación.	Contacto con elementos a gran temperatura	Quemaduras por contacto con elementos que están a temperatura elevada (tubos, quemador, etc.).	X		X	5	3	15	ALTO	Controles de Ingeniería.	Entregar y uso obligatorio de guantes con grado de protección de temperatura, protector visual claro, oídos y zapatos de seguridad.	Anual / cada vez que sea necesario producto del desgaste.	Encargado de Departamento de Mecánica	1	3	3	BAJO	
											ALTO	Controles administrativos, de señalización y/o advertencias.	Substituir las áreas y los artefactos	Cada vez que sea necesario	Auxiliar en Prevención de Riesgos.					
2	Operaciones académicas	Puesta en Marcha, encendido del generador de vapor	Choque eléctrico (mediana o baja tensión) por defectos en las instalaciones, mal estado o mantenimiento eléctrico inadecuado de la conexión del equipo.	Quemaduras, cortocircuitos, electrocución.	X		X	3	5	15	ALTO	Controles de Ingeniería.	Realizar mantenimiento e instalaciones de acuerdo a la norma eléctrica (Reguladora).	Anual/cada vez que sea necesario	Director del Departamento de Mecánica	1	4	4	MEDIO	
											ALTO	Controles administrativos, de señalización y/o advertencias.	Capacitar al personal. Realizar procedimientos de trabajo seguro. El manejo sólo sea ejecutado por personal debidamente capacitado y autorizado.	A su ingreso y cada vez que sea necesario	Auxiliar en Prevención de Riesgos.					
											ALTO	Elementos de Protección Personal (EPP).	Entregar y uso obligatorio de guantes con grado de protección de temperatura, protector visual claro, oídos y zapatos de seguridad.	Anual / cada vez que sea necesario producto del desgaste.	Encargado de Departamento de Mecánica					
		Operar el generador sólo los competentes o conocimientos específicos.	Riesgo de explosión	X		X	4	5	20	INTOLERABLE	Controles de Ingeniería.	Asignar la responsabilidad de: -Un sistema con una correcta selección anticonsumible para evitar la liberación de bolos de gas. -Un sistema de alarma audio-visual, con un nivel de 120db/mh, como al menos.	Cada vez que la ocasión lo amerite y su respectiva mantención	Director del Departamento de Mecánica	1	5	5	MEDIO		
											INTOLERABLE	Controles administrativos, de señalización y/o advertencias.	Operar el generador siguiendo exactamente las instrucciones del fabricante. Capacitar debidamente a los operadores. - Evitar solamente cuando no haya ninguna duda sobre los resultados obtenidos. - Realizar un	A su ingreso y cada vez que sea necesario					Encargado de Laboratorio	
											INTOLERABLE	Elementos de Protección Personal (EPP).	Entregar y uso obligatorio de guantes con grado de protección de temperatura, protector visual claro, oídos y zapatos de seguridad.	anual / cada vez que sea necesario producto del desgaste.	Encargado de Departamento de Mecánica					

Figura 31: Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (MIPER).

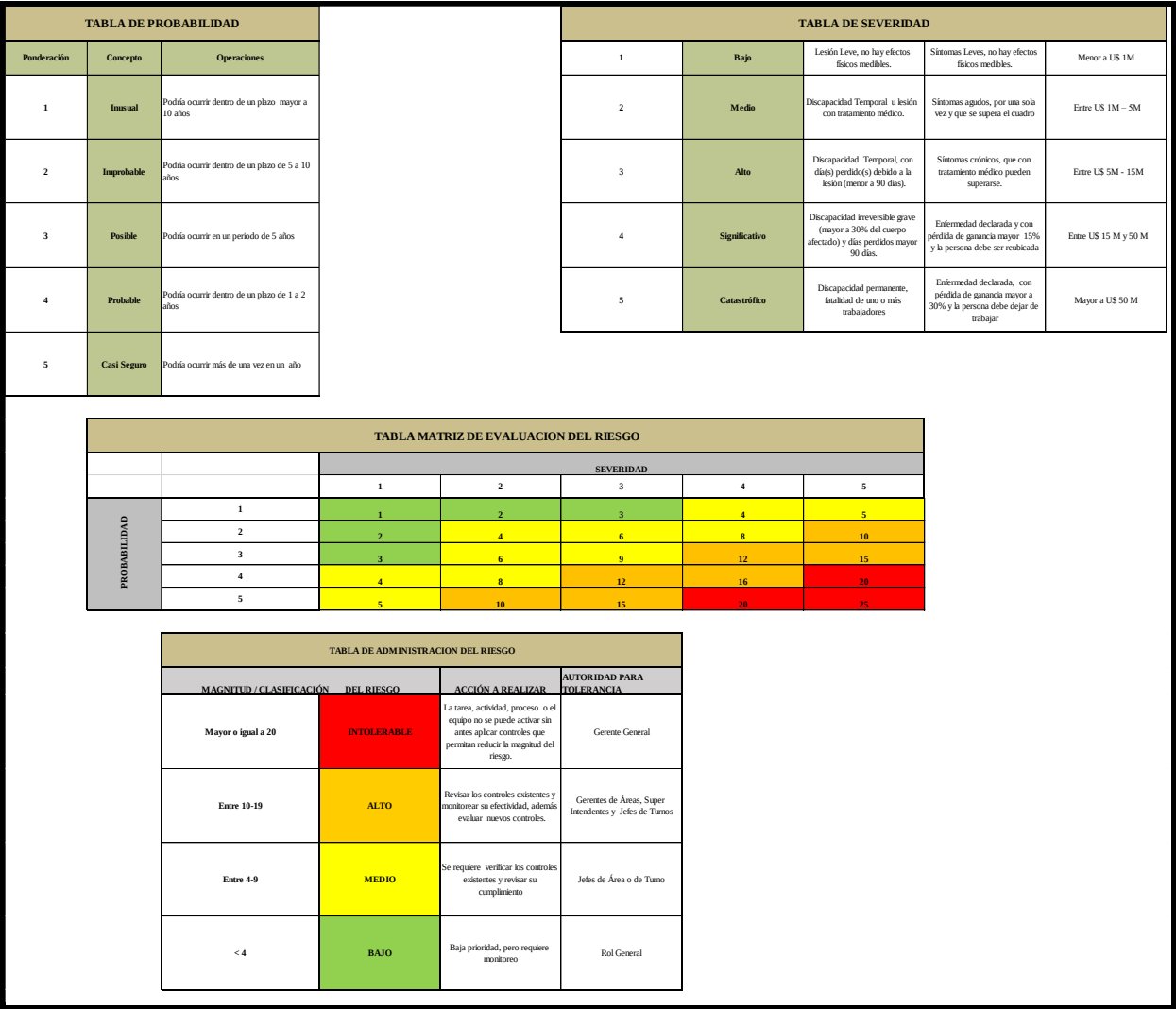


Figura 32: Criterios de evaluación para la MIPER

2.6.1. Descripción de la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

Esta matriz de riesgos inherentes fue construida luego de realizar el levantamiento de la información de las operaciones que se realizan en el laboratorio de termo-fluidos del Departamento de Mecánica de la UTFSM, sede Viña del Mar, los cuales se dividen en dos: Operaciones generales del generador de vapor y Operaciones académicas, los que a su vez se subdividen en 5 y 1 subproceso respectivamente; de los cuales, se desprenden del generador: operación de limpieza de conductos de agua y de vapor, revisión del circuito eléctrico, control del agua de alimentación, revisión del nivel del tanque de alimentación; y de lo académico: la puesta en marcha-encendido del generador de vapor; para identificar los peligros que revisten estas actividades, por lo que se hace necesario visualizar estos peligros y los riesgos asociados para identificar el impacto que genera en seguridad para las personas, salud ocupacional y/o presupuesto operacional y del mismo modo evaluar los riesgos inherentes conjugando probabilidad, consecuencia y magnitud que permitan clasificar el impacto del riesgo según la magnitud de éste, que va de “Bajo a Intolerable”,

donde Bajo supone un riesgo de baja prioridad, pero requiere de monitoreo, e Intolerable: dónde la tarea, actividad, proceso o el equipo no se puede activar sin antes aplicar controles que permitan reducir la magnitud de dicho riesgo. De acuerdo a la interacción de las variables probabilidad de ocurrencia e impacto; se puede definir las medidas de control a implementar, la frecuencia con la que se llevarán a cabo y quiénes serán los responsables de implementarlas.

Una vez realizado este análisis, clasificado el impacto que generaría el riesgo inherente y definido los controles, se hace necesario realizar una evaluación del riesgo residual, de manera de poder clasificar el impacto del riesgo después de los controles implementados y medir su eficacia.

**CAPÍTULO 3: REQUERIMIENTOS PARA LA ELABORACION DE UN MANUAL
DE FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS**

3 REQUERIMIENTOS PARA LA ELABORACION DE UN MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS.

El objetivo de este capítulo es establecer las normas de seguridad para el correcto funcionamiento del taller de Termo fluidos, de esta manera minimizar los riegos de accidente por el uso de los mecanismos y maquinarias presentes en el lugar, tanto para los funcionarios y profesores de la Universidad, como para los alumnos que realizan las experiencias de acuerdo a las asignaturas. 2.6. Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (MIPER), para un Generador a Vapor.

3.1. ALCANCE.

Una vez cumplidos los requerimientos, de acuerdo a la normativa vigente, podrá elaborarse un manual, el cual será aplicado para los docentes, funcionarios, alumnos y visitas que desarrollen actividades en el interior del laboratorio de Termo fluidos, del edificio X de Mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María, sede Viña del Mar.

3.2. RESPONSABILIDADES.

Director de Departamento:

- Aprobar el procedimiento
Difundir el procedimiento entre los jefes de carrera, docentes y funcionarios a su Cargo.
- Velar por el cumplimiento del procedimiento.
- Aprobar los recursos necesarios para la implementación de lo establecido en el procedimiento.

Jefe de Carrera:

- Cumplir lo establecido en el procedimiento de trabajo.
- Colaborar en la difusión del procedimiento con los docentes y funcionarios a su Cargo.
- Velar por el cumplimiento del procedimiento entre funcionarios, docentes y alumnos,

Docente y Apoyo Docente:

- Cumplir lo establecido en el procedimiento de trabajo.
- Difundir y hacer cumplir los procedimientos, a los alumnos que realizan las actividades en el laboratorio.

- Informar a la unidad de Prevención de riesgos, sobre cualquier situación de peligro, producido en el laboratorio, también se debe informar sobre cualquier accidente y/o lesión sufrida durante el desarrollo de la actividad.
- Participar en las capacitaciones, que se estimen convenientes, de acuerdo a las labores que se realicen.

3.3. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA TRABAJOS EN LABORATORIO DE TERMO FLUIDOS.

- Gafas de seguridad transparentes o ámbar: Se deben utilizar siempre que el equipo de vapor esté en funcionamiento, con el objetivo de evitar daño ocular en el caso de algún escape de vapor o proyección de algún componente o material.
- Zapatos de seguridad: Se debe usar de manera permanente mientras esté realizando actividades en el laboratorio.
- Ropa adecuada: Se debe usar Cotona u overoles de trabajo, en donde las mangas deben ceñirse a las muñecas.
- Guantes: Se deberá utilizar guantes de seguridad que posean algún grado de resistencia a alta temperatura cuando se manipule la caldera de vapor u otro elemento del circuito de esta.
- Protector auditivo: Se deberá utilizar equipo de protección auditivo, adecuado al nivel de riesgo del lugar, cuando alguna herramienta, mecanismo o maquinaria, que, al estar en uso, genere sobre 85DB.

3.4. REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA CUMPLIRLO INDICADO EN DS10

De acuerdo a la inspección del laboratorio, específicamente al circuito que compone la caldera de vapor y la turbina de vapor, es imprescindible contar con el registro de la SEREMI de salud regional, según el DS 10 del Ministerio de Salud, para esto se deben realizar las acciones que se indican en las siguientes observaciones:

- a) Plano general de Planta a escala de la instalación, indicando la ubicación de la caldera y dirección de la red de fluido, estanque de alimentación de agua, purgas y accesorios.

- b) Plano de la instalación eléctrica y luego, la inscripción de la declaración en la Superintendencia de electricidad y combustible SEC.
- c) Contar con un operador calificado, el cual cuente con la capacitación del equipo en específico, en este caso la caldera de vapor, marca Edibon, modelo TGV-6KWA , este operador deberá contar con licencia de enseñanza media y la aprobación de un examen de competencia ante la autoridad sanitaria o demostrar que ha obtenido esa competencia, dentro del programa de estudios de una carrera que incluye esta preparación, en la respectiva malla curricular.
- d) Generar y mantener un procedimiento de emergencia por escrito, el cual se encuentre en un lugar visible, dentro del laboratorio.
- e) Modificar la puerta de acceso en la cual se permita solo la apertura manual, desde el interior.
- f) Colocar carteles visibles y legibles sobre las maniobras necesarias para la puesta en marcha, detención y control de situaciones de emergencia, de la caldera de vapor.
- g) agregar un segundo sistema de alimentación de agua continua, con su correspondiente sistema de filtración, el cual permita un flujo continuo, de acuerdo a las necesidades de la caldera de vapor.
- h) Cambiar o mejorar el sistema de filtración de agua existente, el cual permita mejorar las condiciones físico químicas de esta y contar con un mayor caudal por minuto, de acuerdo a las necesidades de la caldera de vapor.
- i) Agregar un indicador de nivel de agua, del tipo tubo de vidrio para observación directa, el cual se deberá marcar con una línea roja indeleble, el nivel mínimo y máximo de agua requerido para la operación de la caldera de vapor.
- j) Se deben realizar una revisión interna y externa, prueba hidrostática, prueba de válvula de seguridad, prueba de acumulación de vapor, revisión de la red de distribución de vapor, componentes y accesorios. Antes de poner en servicio la caldera de vapor y ante cualquier reparación, reforzamiento o transformación. Además, esto se debe realizar cada 3 años de funcionamiento.
- k) Enviar una copia del informe de las pruebas realizadas a la autoridad sanitaria, dentro del plazo de 15 días hábiles desde su realización.

l) Realizar un control de la calidad físico química del agua de alimentación de la caldera de vapor, a través un laboratorio externo, en plazos de una vez por año.

m) Implementar un estanque de retención de purgas, entre la salida de la caldera de vapor y la descarga a la red de alcantarillado.

n) Se debe adquirir un equipo medidor de la calidad del agua, que alimenta a la caldera de vapor, que permita medir diariamente turbiedad, conductividad, dureza y PH. Estas medidas deben ser registradas en el libro diario.

o) Colocar un segundo manómetro conectado al cuerpo de presión de la caldera de vapor, con el objetivo de medir la presión efectiva de esta. Este manómetro debe tener capacidad para indicar, a lo menos, una y media vez la presión máxima de trabajo de la caldera de vapor, para este caso 9 bar.

En el manómetro se deberá marcar con una línea roja indeleble, la presión máxima de trabajo. Entre el manómetro y la cámara de vapor, debe existir, una llave de paso que facilite el cambio de éste y un sello de agua para evitar el calentamiento sobre 50 grados Celsius.

p) Solicitar un informe técnico a un profesional facultado, que dé cuenta del cumplimiento del reglamento según el DS N°10, de la caldera de vapor.

3.5. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO, UNA VEZ OBTENIDO EL REGISTRO DE LA SEREMI DE SALUD.

3.5.1. Procedimientos de trabajo en general.

Antes de utilizar los equipos o herramientas se deberán realizar las siguientes acciones:

- Asegurar que el área de trabajo se encuentre libre de obstáculos y herramientas que no se utilizarán en el proceso.
- Utilizar los Equipos de protección Personal (EPPs) de acuerdo a la labor a realizar.
- No usar elementos que puedan ser atrapados por las máquinas y herramientas como relojes, anillos, pulseras, aros, cadenas, bufandas, etc., al trabajar con cualquier equipo o herramientas móviles.
- En el caso de usar cabellos largos, se deberá mantener el cabello recogido con un toma pelo o peinado que impida que el cabello se escape.
- Verificar que el equipo o herramienta a utilizar se encuentren en óptimas condiciones

para ser manipulado, verificando que las protecciones estén correctamente colocadas y fijadas.

- Queda prohibido realizar cualquier labor que implique la utilización de herramientas en lugares distintos al laboratorio, como oficinas, pasillos, salas de clases.

3.5.2. Procedimiento particular para la caldera de vapor y su circuito.

Antes de encender la caldera de vapor, se debe verificar visualmente lo siguiente:

- Que los suministros de agua estén abiertos.
- Que el circuito de vapor se encuentre bien conectado.
- Que no existan fugas de líquidos u obstrucciones.
- Revisar el sistema de osmosis o ablandador de agua.
- Revisar la calidad del agua con un medidor digital de agua.
- Que el equipo se encuentre bien conectado a la corriente eléctrica.
- Revisar el libro diario de operaciones y registrar la nueva operación diaria.
- Revisar que la barrera perimetral, alrededor de la caldera de vapor se encuentre a una distancia de 1 a 1.5 metros para evitar el contacto de las personas o algún contacto con los controles de esta. Esto facilitará el trabajo, evitará errores y accidentes.
- El entorno de trabajo, deberá estar bien iluminado, con luz natural o bien artificial. Esto proporcionará comodidad, evitará errores y accidentes.
- El entorno de trabajo, debe mantenerse aproximadamente, en condiciones de 22°C y 50% de humedad relativa.
- Usar agua tratada, filtrada o desmineralizada, en el circuito de agua caliente y circuitos cerrados.
- Vaciar los tanques de fluido después de realizar los experimentos y evitar estancamientos.
- Mantener los depósitos limpios y en buen estado.
- Al menos una vez cada mes (en uso continuado) se deberán hacer las siguientes comprobaciones y operaciones:
 - Limpiar de la caldera y sus accesorios.
 - Verificar el buen funcionamiento y estado de conservación de todo el material.
 - Limpiar y controlar el buen funcionamiento de la instalación de tratamiento de agua de alimentación (si fuese requerida).
 - Comprobar y revisar todos los accesorios.

Se debe evitar:

- Dejar el equipo conectado al finalizar un trabajo.
- Dejar el equipo expuesto al sol o luz directa excesiva de forma continuada.
- Dejar el equipo en ambientes de humedad extrema.

- Dejar el equipo en un ambiente salino. Esto acelerará drásticamente el deterioro del mismo.
- Dejar el equipo inactivo, con agua durante varios días o periodos superiores.

Al encender la caldera de vapor:

- Gire el interruptor de alimentación de tensión al generador (este interruptor ya enciende una de las resistencias).
- Encienda el interruptor de encendido de las resistencias (este interruptor encenderá la segunda resistencia).
- Revisar el nivel de agua de los medidores visuales.
- Espere a que el sensor de nivel detecte si se necesita agua. Si detecta suficiente nivel se encenderá la resistencia y comenzará a generarse vapor.
- Esperar a que la caldera de vapor alcance la temperatura de trabajo (aprox. 4 horas)
- Espere a que el sensor de nivel detecte si se necesita agua. Si detecta suficiente nivel se encenderá la resistencia y comenzará a generarse vapor.
- Si no detecta agua, se encenderá la luz roja y se abrirá la válvula automática de admisión de agua, luego, una vez en el nivel correcto de agua, la válvula se cerrará y se encenderá la resistencia para comenzar a generar vapor.
- Una vez alcanzada la presión de trabajo, 5 bar, se puede realizar la experiencia con la turbina de vapor.

3.6. TABLA DE PLAZOS ESTIMADOS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS.

Según los requerimientos indicados en el punto 3.4, podemos estimar plazos para poder cumplir lo requerido de acuerdo al DS N°10. Donde el punto culmine sería la obtención del registro ante la autoridad sanitaria regional. La siguiente tabla especifica el tiempo en semanas, que requieren las acciones, para cumplir las exigencias del decreto.

Los dos últimos puntos son críticos, ya que necesitan del cumplimiento de todos los anteriores, en donde la caldera de vapor es revisada por un profesional facultado, que, al indicar su aprobación, se solicitaría el registro ante dicha autoridad

[illegible]

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

El presente estudio, tuvo como finalidad la realización de un análisis técnico y legal para la implementación del equipo generador de vapor del laboratorio de termo-fluidos del departamento de mecánica en el contexto de las dependencias de la Universidad Técnica Federico Santa María, sede Viña del Mar; el que entregó como resultado, qué si bien no todo está de acuerdo a la norma, si existe la factibilidad de la puesta en marcha de dicho laboratorio, toda vez, que se realicen las actuaciones detalladas en este trabajo, que vienen determinadas por: contar con registro del SEREMI de salud; procedimientos de emergencia escrito y visible; puertas con chapas manuales solo por dentro; carteles legibles sobre maniobras necesarias para la puesta en marcha, detención y situaciones de emergencias del generador de vapor; contar con dos o más medios de alimentación de agua, con calidad físico-químicas de éstas, estipuladas en el art. 19 del DS. N°10; poseer dos indicadores de nivel de agua independientes entre sí; tubo de vidrio que marque en rojo el nivel máximo y mínimo requerido por el generador de vapor; conexión a un manómetro patrón para análisis comparativo; especificaciones técnicas de las válvulas de seguridad y su plan de mantenimiento dentro de la sala; efectuar las revisiones y pruebas reglamentarias establecidas en el art. 42 del DS. N°10 (revisión interna y externa, prueba hidrostática, prueba de válvula de seguridad, prueba de acumulación de vapor, revisión de la red de distribución de vapor, componentes y accesorios, pruebas especiales); remisión de copia del informe de las pruebas realizadas a la autoridad sanitaria, dentro del plazo establecido; realizar las pruebas cada 3 años o según indica el art. 43 del DS. N°10.

De acuerdo a lo analizado en este trabajo, se concluye que:

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda continuar con el proceso de regulación normativa para la implementación del generador a vapor del laboratorio de termo fluidos del Departamento de Mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Viña del Mar, a modo de fomentar la utilización por parte de los alumnos pertenecientes a carreras afines a éste y de la misma manera promover la enseñanza- aprendizaje a través del “aprender haciendo” que suponen las experiencias prácticas de la formación en la educación superior. Para tal efecto, esta implementación se puede realizar desarrollando los requerimientos descritos en esta tesis, para posteriormente generar un manual de funcionamiento y dar cumplimiento según el DS N°10 y como instrumento de gestión, la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos, los cuales fueron confeccionados con dicho propósito.

BIBLIOGRAFÍA

- Adapt Chile. (s.f.). Antecedentes del manejo y gestión de residuos en Chile. Recuperado el 28 de Marzo de 2018, de <https://circabc.europa.eu/sd/a/05d21118-7d52-47f9-89bd-1b7c716a1e62/Introduction%252c%20Antecedentes%20del%20Manejo%20y%20Gesti%25c3%25b3n%20de%20Residuos%20en%20Chile.pdf>
- Álvarez-Santana. (2017). Reflexión sobre la situación y las perspectivas de la Educación Superior. Ecuador. Dominio de las Ciencias, 900-917.
- Arcila, B. A. (s.f.). *Sistema de vapor calderas y turbinas. Facultad de ciencias náuticas [Fotografía]*. Obtenido de keyu2609: <https://keyu2609.wixsite.com/maquinarianaval/agua-en-calderas>
- Arroyo, J. (mayo de 2014). *Temarios Informativos Profesionales [Fotografía]*. Obtenido de wordpress: <https://temariosformativosprofesionales.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/05/agua-caliente-sin-esperas.pdf>
- CALDERON DANIA, A. M. (25 de enero de 2021). *OPERACIONES UNITARIAS VAPORIZADORES [Fotografía]*. Obtenido de Blogger: <https://operaciones2020uni.blogspot.com/2021/01/operaciones-unitarias-es-el-en-que.html>
- Carlos Andrés Bermejo Marrugo, R. E. (2011). *Instrumentación y lazos de control en calderas [Fotografía]*. Obtenido de Biblioteca UTB: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063152.pdf>
- Casarejos, F., Gustavson, L.M., Frota, M.N. (2017). Higher Education Institutions in the United States: Commitment and coherency to sustainability vis-à-vis dimensions of the institutional environment *Journal of Cleaner Production*. pag. 74-84.
- Chacón, R. M. (2009). La educación para la sostenibilidad: Rol de las universidades. Argos, 50-74. Recuperado el 11 de Julio de 2017, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-16372009000100004&lng=es&tlng=es
- Decreto con fuerza ley n° 725. Código Sanitario. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, 31 de enero de 1968. (s.f.).
- Decreto supremo n° 100. Constitución Política de la República de Chile; Constitución 1980. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, 22 de septiembre de 2005. (s.f.).
- Departamento de Educación Ambiental y Participación Ciudadana. Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales. Chile, noviembre 2004, Editorial e Imprenta Maval Limitada. (s.f.).
- EIM Escuela de Ingeniería Mecánica, R. e. (2022). *EIM Escuela de Ingeniería Mecánica*. Obtenido de Usac.Edu: https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=10

- EIM Escuela de Ingeniería Mecánica, R. e. (2022). *Escuela de Ingeniería Mecánica*. Obtenido de Usac.Edu: https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=10
- EIM Escuela de Ingeniería Mecánica, R. e. (s.f.). *EIM Escuela de Ingeniería Mecánica*. Obtenido de Usac.Edu : https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=10
- EIM, R. e. (2022). *Escuela de Ingeniería Mecánica*. Obtenido de Usac.Edu: https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=10
- Escobar, Carolina. (s.f.). Nueva constitución para Chile: ¿ Qué hay del medio ambiente? Recuperado el 2018 de Marzo de 13, de <http://www.uchile.cl/noticias/123129/nueva-constitucion-para-chile-y-que-hay-del-medio-ambiente>
- Escuela de Ingeniería Mecánica, R. e. (s.f.). *EIM*. Obtenido de Usac.Edu: https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=10
- Escuela de Ingeniería Mecánica, R. e. (s.f.). *EIM Usac.Edu*. Obtenido de Usac.Edu: https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=10
- Escuela de Ingeniería Mecánica. Recuperado 12 de agosto de 2022, d. (2022). *EIM Escuela de ingeniería Mecánica*. Obtenido de Usac.Edu: https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=10
- Galdámez, Liliana. (s.f.). La Constitución y el medio ambiente: otra razón poderosa para Una constitución democrática. Recuperado el 12 de Marzo de 2018, de <http://www.elmostrador.cl/noticias/opinion/2017/03/04/la-constitucion-y-el-medio-ambiente-otra-razon-poderosa-para-una-constitucion-democratica/>
- Gallego, M. F. (2014). Los Centros de Educación Ambiental en Europa: Nuevos reactivadores y atractores urbanos. Revista de arquitectura. Obtenido de <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/RA/article/viewFile/33647/35361>
- Gaudiano, E. G. . (2001). Otra lectura a la historia de la educación ambiental en América Latina y el Caribe. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*.
- Harold Norberto Tellez Naranjo, J. L. (2018). *Análisis de causa raíz de falla en un tubo de cobre y un racor de bronce perteneciente [Fotografía]* . Obtenido de Fundación Universitaria Los Libertadores: <https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/40394a9a-5c04-4ea7-b491-2ba142e78d9b/content>
- https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=10. (s.f.). *EIM Escuela de Ingeniería Mecánica*. Recuperado el 12 de Agosto de 2022. Obtenido de usac.edu: https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=10
- Ibañez, Macarena. (s.f.). LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA: UNA NECESIDAD EN LOS ALBORES DEL SIGLO XXI. Recuperado el 6 de Mayo de 2017, de <http://www.fmmeduccion.com.ar/Recursos/educambiental.htm>
- ICA CALDERAS. (2012). *Calderas nuevas y usadas acuatubulares [Fotografía]*. Obtenido de ICA CALDERAS : <https://icacalderas.com/productos-y-refacciones-para-calderas/>

- Jácome, J. (2022). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido de Studocu: <https://www.studocu.com/ec/document/escuela-superior-politecnica-de-chimborazo/metodologia-de-la-investigacion/hisotoria-de-la-ingenieria/100143823>
- Jara, D. (2014). *Calderos tipos [Fotografía]*. Obtenido de Monografias: <https://www.monografias.com/trabajos97/calderos-tipos/calderos-tipos2>
- Katz, Ricardo. González, Guillermo. Cienfuegos, María. (s.f.). Análisis costo-beneficio en la normativa ambiental chilena bajo la ley 19.300. Recuperado el 29 de Marzo de 2018, de https://www.cepchile.cl/cep/site/artic/20160304/asocfile/20160304095157/rev117_katz.pdf
- Lagos, R. R. (2017). *Colegio York*. Obtenido de <http://www.colegioryork.cl/files/PROYECTO-AMBIENTAL-COLEGIO--YORK--2-.pdf>
- Ley N° 19.300. Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente. Santiago, 9 de marzo de 1994. (s.f.).
- Macarena, & Esteban Ibáñez. (2001). La Educación Ambiental en Francia, Inglaterra y España. Una Perspectiva Comparada. *Revista Iberoamericana de Educación*, pag. 1-20. España.
- Martinez Huerta, J. (2008). Educación ambiental en reservas de la biosfera. Cataluña, España: Revista Sostenible. Recuperado el 28 de Abril de 2017, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2904969>
- Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). Sistema Nacional de Establecimientos Educativos, (SNCAE). Recuperado el 9 de Marzo de 2018, de <http://contacto.mma.gob.cl/tramite/sistema-nacional-certificacion-ambiental-establecimientos-educacionales-sncae/>
- OEI. (s.f.). El impacto de los factores ambientales en la salud. Recuperado el 23 de Marzo de 2018, de <http://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article456>
- OMS. (s.f.). Cada año mueren 12,6 millones de personas a causa de la insalubridad del medio ambiente. Recuperado el 18 de Marzo de 2018, de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/deaths-attributable-to-unhealthy-environments/es>
- OMS. (s.f.). El medio ambiente y la salud de los niños y sus madres. Recuperado el 22 de Marzo de 2018, de <http://www.who.int/ceh/publications/factsheets/fs284/es/>
- Orlando, L. F. (2020). *DISEÑO DE UN QUEMADOR DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS PARA ESTUDIOS FÍSICOS Y TÉRMICOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA [Fotografía]*. Obtenido de Repositorio USS: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7800/Lizana%20Fernandez%20Jesus%20%26%20Velasco%20Rivera%20Erick.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oyarzún, Manuel. (s.f.). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. Recuperado el 2018 de Marzo de 23, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v26n1/art04.pdf>

- PIROBLOC . (1977). *guia de calentadores de aceite caliente y fluidos termicos [Fotografía]*.
Obtenido de PIROBLOC : <https://www.pirobloc.com/en/hot-oil-heaters-and-thermal-fluids-guide/>
- Prieto Gaona, R. (Febrero de 2010). Propuesta educativa para el desarrollo de planes institucionales de gestión ambiental en instituciones universitarias de Bogotá. Bogotá, Colombia: Revista educación y desarrollo social. Recuperado el 28 de Abril de 2017, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5386186>
- Prosser, Carlos. (s.f.). Guía para la implementación pedagógica de la educación ambiental.
- Rengifo, B., Quitiaquez, L., & Mora, F. J. (2012). La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. XII Coloquio Internacional de Geocrítica. *Independencias y construcción de Estados Nacionales: poder, territorialización y socialización, siglos XIX-XX*. Bogotá, Colombia : Facultad de Ciencias Humanas Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Colombia.
- Ruiz Briceño, D. J. (2000). Valoración de estrategias nacionales de educación ambiental: diagnóstico y aplicación al caso de Venezuela.
- Sanchez y Peña. (2014). Gestión integral del patrimonio rural: la experiencia Algaba de Ronda. Tejuelo: Didáctica de la Lengua y la Literatura. Educación. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5385957>
- Sandoval Escobar, M. (2012). Comportamiento sustentable y educación ambiental: una visión desde las prácticas culturales. Revista Latinoamericana de Psicología.
- SNCAE. (2004). Departamento de educación ambiental y participación ciudadana. Sistema nacional de certificación ambiental de establecimientos educacionales. Chile: Editorial e imprenta Maval limitada.
- Solare Consultores. (s.f.). *Ser Solare Consultores en energía [Fotografía]*. Obtenido de Solare Consultores: https://www.solareconsultores.com/productos_calderas.html
- Solís, E. T. (2006). Algunos elementos del proceso de construcción de la educación ambiental en América Latina. Revista Iberoamericana de educación. pag. 69-81.
- SOLQUIM . (15 de julio de 2022). *Purgas en calderas [Fotografía]*. Obtenido de SOLQUIM : <https://solquimsa.com/tratamiento-de-aguas-calderas-purgas/>
- Tafur Puente, Rosa María. (29 de Julio de 2012). COMPRENSIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL. EL CASO DE DOS COLEGIOS EN LIMA-PERÚ. Revista electrónica diálogos educativos. Lima, Perú. Recuperado el 21 de Julio de 2017, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4155121>
- Tamayo, M. L. . (2014). Las políticas educativas en el Ecuador, 1950-2010.
- TORÍN, J. P. (29 de Junio de 2011). *Sistema automático de control de purgas en una caldera [Fotografía]*. Obtenido de BLOGGER: <https://sistemajpii.blogspot.com/2011/06/>

Triangular. (s.f.). *Orly caldera de hogar presurizado [Fotografía]*. Obtenido de Triangular: <https://triangularsa.com.ar/files/productos/manuales/manual-orly.pdf>

Ull, M.A; Martínez Agut, M. P; Piñero, A; Aznar Minguet, P. (2010). ANÁLISIS DE LA INTRODUCCIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA ENSEÑANZA SUPERIOR EN EUROPA: COMPROMISOS INSTITUCIONALES Y PROPUESTAS CURRICULARES. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 413-432.

Vilela de Araujo, M., Ramírez, E., Hernández, L., & Briceño, C. . (2005). Educar para un estilo de vida sostenible con la carta de la tierra. Iniciativa de la Carta de la Tierra, San José. Costa Rica.

WordPress. (s.f.). *Generación y distribución de calor [Fotografía]*. Obtenido de Wordpress: <https://upemaquinastermicas.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/05/003-calderas.pdf>

Esteve, A. (2016). Flipped Teaching o la clase invertida en la enseñanza del derecho. *Actualidad Jurídica Iberoamericana*, 4 (bis, extraordinario). P.75-95 <https://roderic.uv.es/rest/api/core/bitstreams/732cf2e2-7794-4567-999f-1a5d714bf9bc/content>

Facultad de Ingeniería UdeC. (2024, 28 agosto). Mecánica - Facultad de Ingeniería UDEC. Facultad de Ingeniería UdeC - Facultad de Ingeniería Universidad de Concepción. <https://fi.udec.cl/facultad/departamentos/mecanica/>

Facultad de Ingeniería UdeC. (2024a, mayo 16). Historia FI - Facultad de Ingeniería UDEC. Facultad de Ingeniería UdeC - Facultad de Ingeniería Universidad de Concepción. <https://fi.udec.cl/facultad/quienes-somos/historia-fi/>

Gutiérrez, C. (2011, septiembre). Educación, Ciencias y Artes en Chile, 1797-1843 primera edición: Revolución y contrarrevolución en las ideas y políticas (p.23). Usersdccuchile. Recuperado 26 de octubre de 2022, de <https://users.dcc.uchile.cl/~cgutierrez/hcyt/libro-Educacion-Artes-Ciencias.pdf>

Harold Norberto Tellez Naranjo, Jorge Luis Rengifo Zambrano. Fundación Universitaria Los Libertadores. 2018. Análisis de causa raíz de falla en un tubo de cobre y un racor de bronce perteneciente a una caldera de una máquina de café (p.6)

Blogspot Suministros2016 Suministro y evacuación de aguas Instainhome junio de 2016 <https://instainhome.blogspot.com/2016/06/suministro-y-evacuacion-de-aguas.html>

Aguas en Caldera Keyu2609 [Fotografía] <https://keyu2609.wixsite.com/maquinarianaval/agua-en-calderas>

Tellez Naranjo, H. N., & Rengifo Zambrano, J. L. (2018). Analisis de causa raiz de falla en un tubo de cobre y un racor de bronce perteneciente a una caldera de una maquina de café, [Fotografía] Calderas (p.6). Repository.libertadores.edu de la Fundacion Universitaria Los Libertadores Facultad De Ingeniería Mecánica. Recuperado 10 de octubre de 2022, de

<https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/40394a9a-5c04-4ea7-b491-2ba142e78d9b/content>

Wordpress Temarios Formativos Profesionales. Agua Caliente sin esperas Mantenimiento y Revisión [Fotografía]<https://temariosformativosprofesionales.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/05/agua-caliente-sin-esperas.pdf>

Solare Consultores en Energía Calderas características técnicas y funcionamiento [Fotografía] https://www.solareconsultores.com/productos_calderas.html

ICA CALDERAS Calderas Nuevas y Usadas Acuotubulares 2012 [Fotografía] Recuperado de <https://icacalderas.com/productos-y-refacciones-para-calderas/>

Ingeniería Civil Mecánica | Departamento de Ingeniería Mecánica. (s. f.). <https://dimec.uchile.cl/app/ingenieria-civil-mecanica/>

Instrumentación y lazos de control en calderas Carlos Andrés Bermejo Marrugo, Rafael Eduardo Castellar Martínez 2011 Disposición física de los domos en una caldera acuotubular (p.19) <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063152.pdf>

Marin Quintero, M. (2010). El trabajo experimental en contexto de resolución de problemas: Sobre las Prácticas de Laboratorio. Asociación Colombiana Para la Investigación En Educación En Ciencias y Tecnología EDUCyT. Revista EDUCyT, 2010, 1, ISSN 2215-8227. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/bea6e250-3888-4838-8deb-9b87bfe9117d/content>

Mondon, A. (2017, 13 enero). Mecánica de los fluidos. Universidad Nacional de Cuyo. Recuperado 10 de noviembre de 2022, de <https://ingenieria.uncuyo.edu.ar/catedras/apuntes-teoricos-de-mecanica-de-los-fluidos-rev9-doc-prot.pdf>

Osteicoechea, Alí . (Última edición: 17 de noviembre de 2023 a las 11:26 am). Definición de Mecánica. Recuperado 29 de noviembre de 2023, de <https://conceptodefinicion.de/mecanica/>

PIROBLOC S.A. fabricación de calderas de fluido térmico de alta calidad desde 1977 recuperado de <https://www.pirobloc.com/en/hot-oil-heaters-and-thermal-fluids-guide/>

Raúl Rivas-Perez. Javier Sotomayor, Vicente Feliu, Fernando Castillo García memoria xv congreso latinoamericano de control automático 23 - 26 octubre, lima-perú https://www.researchgate.net/figure/Diagrama-funcional-de-la-caldera-bagacera-objeto-de-estudio_fig1_275953768

Repositorio uss diseño de un quemador de combustibles sólidos para estudios físicos y térmicos en la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica Bach. Lizana Fernández Jesús Miguel Bach. Velasco Rivera Erick Orlando 2020 (p.15) <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7800/Lizana%20Fernandez%20Jesus%20%26%20Velasco%20Rivera%20Erick.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Revista EDUCyT, 2010; Vol. 1, Enero- Junio MARIN, Miyerdady. El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas en el laboratorio. Un caso particular la combustión. En: Maestría en Educación énfasis Enseñanza de las

Ciencias Naturales. Universidad del Valle, 2008 <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/bea6e250-3888-4838-8deb-9b87bfe9117d/content>

Rueda, J. (2020, 17 agosto). Cuál es la diferencia entre una caldera y un generador de vapor y además cuales son las aplicaciones que generan al ser utilizadas las caldeas en las industrias (P.1). Scribd. Recuperado 31 de octubre de 2022, de <https://es.scribd.com/document/472683314/Cual-es-la-diferencia-entre-una-caldera-y-un-generador-de-vapor-y-ademas-cuales-son-las-aplicaciones-que-generan-al-ser-utilizadas-las-caldeas-en-las>

Sistema de vapor calderas y turbinas. Introducción a la maquinaria naval. Facultad de ciencias náuticas. Arcila, Brandom, Atencio, Abraham, Bustos, José, Rodríguez, Fernando, Valencia, Jochamowitz

Sistemajpii sistema automático de control de purgas en una caldera 29 de junio de 2011 José pastor torín <https://sistemajpii.blogspot.com/2011/06/>

Solarte, J. (s. f.). Historia Ingeniería mecánica WordPress. Recuperado 26 de octubre de 2022, de <https://tukanitos527.wordpress.com/historia/>

SOLQUIM Purgas en calderas 15 de julio de 2022 de <https://solquimsa.com/tratamiento-de-aguas-calderas-purgas/>

Taller de mantenimiento industrial en Sede Viña del Mar - Universidad Técnica Federico Santa María

Temarios Informativos Profesionales J.M. Arroyo Agua caliente sin esperas mayo de 2014 (p.9)

Triangular. Orly, caldera de hogar presurizado (p.7) <https://triangularsa.com.ar/files/productos/manuales/manual-orly.pdf>

Uceda Martínez, J. (2013). Calderas industriales eficientes: Capítulo 4 calderas. Ingenieros. Recuperado 24 de enero de 2023, de <https://www.ingenieros.es/files/proyectos/Guia-basica-calderas-industriales-eficientes-fenercom-2013.pdf>

Universidad Técnica Federico Santa María. (2022, 17 agosto). Inaugurado moderno edificio. <https://usm.cl/noticias/inaugurado-moderno-edificio-taller-de-mantenimiento-industrial-en-sede-vina-del-mar/>

Unknown SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS 16 de junio de 2016 Instainhome

Vilches Ponce, C., & Yance, M. (2022, 31 diciembre). Operaciones seguras de calderas y autoclaves. Recuperado 23 de enero de 2023, de <https://es.scribd.com/presentation/617240540/PARTES-DE-UNA-CALDERA>

WordPress Máquinas térmicas 1 Generación y distribución de calor (s.f.) <https://upemaquinastermicas.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/05/003-calderas.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: Manual de prácticas, equipo TTVC

		MANUAL DE PRÁCTICAS	
Ref. equipo: TGV-6KWA		Fecha: Marzo 2018	Pg: 1 / 11
ÍNDICE			
7	MANUAL DE PRÁCTICAS		2
7.1	IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS		2
7.2	DESCRIPCIÓN DEL GENRADOR DE VAPOR		3
7.3	ESPECIFICACIONES DEL GENERADOR DE VAPOR		4
7.4	AGUA DE ALIMENTACIÓN		5
7.5	INSTALACIÓN DEL EQUIPO Y PUESTA EN MARCHA		6
7.6	MANTENIMIENTO DEL EQUIPO		8
7.6.1	Durante la marcha (cada 8 horas)		8
7.6.2	Mensualmente o después de un largo período sin utilización		9
7.7	ANEXOS		10
7.7.1	ANEXO I: Declaración de conformidad. Certificado de prueba de presión		10

	MANUAL DE PRÁCTICAS		
	Ref. equipo: TGV-6KWA	Fecha: Marzo 2018	Pg: 2 / 11
7 MANUAL DE PRÁCTICAS 7.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS  			

	MANUAL DE PRÁCTICAS		
	Ref. equipo: TGV-6KWA	Fecha: Marzo 2018	Pg: 3 / 11

Identificación	Descripción
1	Interruptor de encendido de las resistencias
2	Interruptor de alimentación de tensión al generador
3	Manómetro que determina la presión dentro del generador
4	Salida de vapor
5	Salida de agua. Drenaje
6	Entrada de agua
7	Interruptor de nivel
8	Presostato – 6 Bar
9	Válvula de seguridad – 6 Bar
10	Válvula automática de admisión
11	Resistencia

7.2 DESCRIPCIÓN DEL GENRADOR DE VAPOR

Es un generador de vapor horizontal de calentamiento eléctrico (dos resistencias eléctricas de 6 kW cada una). Está formado por un cuerpo cilíndrico horizontal con fondos toriesféricos unidos por soldadura eléctrica por arco.

Este tipo de generador produce 25 kgs/h de vapor para una presión de servicio de 5 Bar, siendo su presión máxima 6 Bar.

La temperatura máxima de servicio es de 165 °C, que corresponde a la del vapor saturado a 6 Bar.

Dispone de los accesorios necesarios para su uso seguro, tales como válvula de seguridad, indicador de nivel, presostatos, seguridad de nivel, etc.

El rearme de cualquiera de las seguridades por falta de nivel o exceso de presión será manual.

	MANUAL DE PRÁCTICAS		
	Ref. equipo: TGV-6KWA	Fecha: Marzo 2018	Pg: 4 / 11
7.3 ESPECIFICACIONES DEL GENERADOR DE VAPOR • Producción de vapor: 25 Kg.v.h • Potencia eléctrica: 2 x 6 kW = 12 kW. • Presión de servicio: 5 Bar. • Presión máxima de diseño: 6 Bar. • Temperatura máxima de servicio: 165 °C. • Volumen: 70 litros. • Incluye: - Manómetro de rango: 0-6 Bar. - Válvula automática de admisión. - Válvula de seguridad de resorte tarada a 6 Bar. La elevación de la válvula es ayudada por la presión del vapor evacuado. - Presostato que controla la presión del vapor en la caldera y conecta o desconecta las resistencias, accionando la señal de alarma cuando la presión de vapor aumenta evitando llegar a la presión de tarado de la válvula de seguridad. - Interruptor de nivel tipo flotador, que desconecta las resistencias cuando el nivel de agua en la caldera alcanza el mínimo de seguridad reglamentaria y acciona la señal de alarma. - Resistencias eléctricas de tipo blindado especiales para inmersión. - Todo el cuerpo de la caldera está calorifugado con lana mineral. (*) <u>Categoría del generador.</u>			



MANUAL DE PRÁCTICAS

Ref. equipo: TGV-6KWA

Fecha: Marzo 2018

Pg: 5 / 11

De acuerdo a lo dispuesto en el vigente Reglamento de Equipos a Presión RD 2060/2008, dado que el volumen total es de 0,07 m³ y la presión de diseño es de 6 Bar:

$$V \cdot P = 0,07 \cdot 6 = 0,42$$

Considerando que los fluidos Agua/Vapor (Gas) son no peligrosos (Grupo 2), resulta: CATEGORIA III.

7.4 AGUA DE ALIMENTACIÓN

Los parámetros de calidad del agua de alimentación de la caldera deberán cumplir las normas UNE-EN-12953-10 y UNE-EN-12952-12.

- 9 -

EN 12953-10:2003

Tabla 3-1
Agua de alimentación para calderas de vapor (excepto el agua de precalentación del desecantador) y calderas de agua caliente

Parámetro	Unidades	Agua de alimentación para calderas de vapor		Agua de refresco para calderas de agua caliente
		≤ 0,5 a 10	≥ 10	
Presión de servicio	bar (≤ 0,1 MPa)			intervalo total
Apariencia	—	clara, libre de sólidos en suspensión		
Conductividad eléctrica a 25 °C	µS/cm	no especificada, sólo hay valores guía correspondientes al agua de caldera, véase la tabla 3-2		
Valor del pH a 25 °C *	—	≥ 0,2 **	≥ 0,2 **	≥ 7,0
Dureza total (Ca + Mg)	mmol/l	≤ 0,01 **	≤ 0,01	≤ 0,05
Concentración de hierro (Fe)	mg/l	≤ 0,3	≤ 0,1	≤ 0,2
Concentración de cobre (Cu)	mg/l	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,1
Concentración de alúmina (SiO ₂)	mg/l	no especificada, sólo hay valores guía correspondientes al agua de caldera, véase la tabla 3-2		—
Concentración de sodio (Na)	mg/l	≤ 0,01 *	≤ 0,03	—
Concentración de amoníaco (véase la Norma EN 12953-6)	mg/l	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Concentración de nitratos orgánicos (véase EN 12953-6)	—	véase nota * al pie de tabla		

* Con salinidad de agua en el sistema, el valor del pH debe mantenerse en el intervalo 8,7 a 9,2.

** Con agua desmineralizada de valor de pH < 7,0 debe considerarse el valor del pH del agua de caldera de acuerdo con la tabla 3-2.

† A presiones de servicio < 1 bar debe ser aceptable una dureza total inferior de 0,05 mmol/l.

‡ El agua de refresco para calderas de funcionamiento intermitente o en funcionamiento sin desmineralización debe añadirse agua que forme parte del ciclo de refresco de calderas.

§ Las sustancias orgánicas que generen olores o sabores de vapor corresponden a diferentes. La composición de estos olores y el comportamiento de los compuestos orgánicos en los condensados de funcionamiento de la caldera son diferentes de presión. Los sistemas orgánicos pueden disminuir para formar desde compuestos o gases producidos de descomposición de los que aumentan la conductividad de los y aumentan los riesgos de explosión. Esto puede formar también a la formación de espuma por la entrada de agua con el agua que debe considerarse con agua como sea posible.

	MANUAL DE PRÁCTICAS		
	Ref. equipo: TGV-6KWA	Fecha: Marzo 2018	Pg: 6 / 11
Antes de la puesta en marcha de la caldera es conveniente efectuar un lavado interior de la misma (ver apartado <i>Mantenimiento del equipo</i>). 7.5 INSTALACIÓN DEL EQUIPO Y PUESTA EN MARCHA Los componentes del equipo TGV-6KWA no son difíciles de instalar. Para utilizar el equipo TGV-6KWA es necesario seguir los siguientes pasos: 1. Enchufe la unidad a la corriente eléctrica. 2. Encienda la unidad. Para ello: 2a. Encienda el interruptor de alimentación de tensión al generador (este interruptor ya enciende una de las resistencias). 2b. Encienda el interruptor de encendido de las resistencias (este interruptor encenderá la segunda resistencia). (*) Una vez alcanzada la presión de trabajo, se puede desconectar la segunda resistencia (interruptor resistencia) para que siga modulando solo con una. 3. Espere a que el sensor de nivel detecte si se necesita agua. Si detecta suficiente nivel se encenderá la resistencia y comenzará a generarse vapor. 4. Si no detecta agua, se encenderá la luz roja y se abrirá la válvula automática de admisión de agua. Conecte el agua y llénelo hasta que la luz se apague, momento en que la válvula se cerrará y se encenderá la resistencia para comenzar a generar vapor.			

	MANUAL DE PRÁCTICAS		
	Ref. equipo: TGV-6KWA	Fecha: Marzo 2018	Pg: 7 / 11
Este equipo tiene varios sistemas de seguridad: - El equipo en su interior incorpora un presostato ajustado a 6 Bar que cuando la presión en el interior sobrepasa este valor, apaga la resistencia. En este caso deberá reducir la cantidad de vapor existente en el equipo. - Para máxima seguridad la unidad dispone en su interior de una válvula de seguridad que se abrirá en caso de que se sobrepasen 6 Bar. - Es importante recordar que cuando la salida de vapor está cerrada, se incrementa la presión y el conmutador de presión apaga el calefactor. - El interruptor de nivel no deja que el aparato funcione si no existe el agua necesaria. En este caso, deberá rellenar el depósito: ▪ Si el interruptor de nivel no detecta suficiente nivel de agua, se encenderá una luz roja y abrirá la válvula de admisión. ▪ Cuando el sensor de nivel detecta un nivel suficiente de agua, la luz de advertencia se apaga y la válvula de admisión de agua se cierra y automáticamente se enciende la resistencia. - Tenga especial cuidado en encender la unidad <u>antes</u> de conectar el agua, ya que si conecta el agua y después enciende la unidad, la válvula electrónica no abrirá aunque necesite agua debido a la presión de la entrada de agua. NOTA: ESTE EQUIPO NO TIENE PRÁCTICAS.			

	MANUAL DE PRÁCTICAS		
	Ref. equipo: TGV-6KWA	Fecha: Marzo 2018	Pg: 8 / 11
7.6 MANTENIMIENTO DEL EQUIPO - Cuando el equipo no se va a usar durante un periodo determinado de tiempo, se debe mantener vacío. - Después de un periodo de no uso, siempre se debe proceder a su limpieza antes de trabajar con el equipo. Para ello: - o Llene el equipo con agua y caliéntela. - o Deje moverse al vapor generado por todo el equipo durante un tiempo (hasta alcanzar aproximadamente 5 Bar). - o Vacíe el equipo y repita esta operación una segunda vez. 7.6.1 Durante la marcha (cada 8 horas) Durante la marcha de la caldera deberán realizarse las siguientes operaciones: - Efectuar las purgas necesarias por la válvula de vaciado con el objetivo de expulsar los lodos depositados en los bajos de la caldera. - En caso de observar alguna fuga de vapor es necesario desconectar las resistencias, bajar lentamente la presión y reparar la fuga. - No reparar nunca juntas ni fugas de vapor teniendo presión en las calderas, pues puede dar lugar a accidentes. - No manipular las resistencias eléctricas sin asegurarse que no están			

	MANUAL DE PRÁCTICAS		
	Ref. equipo: TGV-6KWA	Fecha: Marzo 2018	Pg: 9 / 11
desconectadas. - Si se observase una anomalía por falta de agua se abstendrá de poner en marcha la bomba sin que antes la caldera esté completamente fría. 7.6.2 Mensualmente o después de un largo periodo sin utilización Al menos una vez cada mes (en uso continuado) se deberán hacer las siguientes comprobaciones y operaciones: - Limpiar de la caldera y sus accesorios. - Verificar el buen funcionamiento y estado de conservación de todo el material. - Limpiar y controlar el buen funcionamiento de la instalación de tratamiento de agua de alimentación (si fuese requerida). - Comprobar y revisar todos los accesorios.			

	MANUAL DE PRÁCTICAS		
	Ref. equipo: TGV-6KWA	Fecha: Marzo 2018	Pg: 10 / 11

7.7 ANEXOS

7.7.1 ANEXO I: Declaración de conformidad. Certificado de prueba de presión



DECLARACION DE CONFORMIDAD CE
CE DECLARATION OF CONFORMITY

Por la presente declaramos que el siguiente equipo es prueba según sus especificaciones técnicas de seguridad de la Directiva de Equipos a Presión PUECE
We hereby declare that the following pressure vessel complies with the essential safety requirements of the Pressure Equipment Directive 2010/28/EU

Descripción del Equipo a Presión: **GENERADOR DE VAPOR 6KWA**
Plant description type

Nº de identificación: **121 221 2**
Serial number

Fabricado por:
Manufactured by: **CECELORAS, S.A.**

Dirección:
Address: **P.O. Box 20000, C/O 1511, C/ROMANA DE TERRELL
17004-GERONA (España)**

Características del Equipo a Presión: (Characteristics of the pressure equipment)

Presión máxima admisible: Maximum admissible pressure:	4 bar	Volúmenes totales: Total volume:	70 L.
Presión de prueba: Test pressure:	5 bar	Fecha de prueba: Test date:	14/01/2018

Evaluación de Conformidad: (Conformity assessment)

Categoría Presión PED: **II-A** Modelo de la Evaluación de Conformidad: **B**
Category PED PED Conformity assessment model

Organismo notificado / Notified body: **SCA ENTIDAD COLABORADORA DE LA ASISTENCIA, S.A.E.**

Nº. Identificación / Identification number: **CE-001**

Dirección / Address: **Av. C/ de Pío del Barrio, 5
Parque empresarial A-7-20, Palencia**

Carta de autorización del nº. de identificación D.N.:
Letter of authorization to the identification body number

Información / Information

Otras normas / Other regulations: **AD DIRECTIVA 2010**

Otras Directivas / Other directives: **DIRECTIVA 2010/28/EU**

La Compañía acepta plenamente su responsabilidad que el equipo a prueba cumple especificaciones de diseño, fabricación, inspección y montaje según requisitos de la PED, PUECE según procedimiento de evaluación de conformidad Modelo B.

The undertaking Company accepts fully its responsibility that the above specified pressure equipment has been designed and manufactured, inspected and tested according to the requirements P.E.D.: PUECE, according to procedure of evaluation of conformity Model B.

En Gerona de Terrel (España) a: **14/01/2018**

Por el responsable / Fabricante: 

CECELORAS, S.A.
C/ROMANA DE TERRELL, 1511
P.O. BOX 20000
17004-GERONA (España)

ANEXO B: Valorización comercial.

Valorización de trabajo, de un profesional de Prevención de riesgos en el análisis de los puntos críticos para la obtención de registro ante el MINSAL de la caldera del laboratorio de termo fluidos.

De acuerdo a las distintas experiencias de los alumnos que acuden al laboratorio de Termo fluidos, existe una Caldera de vapor de marca Edibon, modelo TGV 6KWA, Esta a su vez alimenta una turbina de la misma marca, modelo TTVC. Este equipo generador de vapor no cumple con el registro obligatorio, de acuerdo a lo establecido en el DS N°10 MINSAL, que aprueba el reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, por lo cual se debe asesorar, en este caso a la Universidad Técnica Federico Santa María, sede Viña del Mar, en la obtención de los puntos críticos y recomendaciones para lograr y obtener dicho registro.

N°	VISITAS.	TIEMPO (HORAS)
1	Visita inicial, reunión con encargado de laboratorio y levantamiento de la información	2
2	Inspección de los componentes de la caldera y check list. recopilación de datos y documentos.	7
3	Visita para ver pruebas de funcionamiento, realizadas por el técnico de la marca, eliminación de purgas y revisión de funcionamiento de la turbina de vapor.	7

N°	RECOMENDACIONES	TIEMPO (HORAS)
1	Revisión y análisis de la normativa.	10
2	Recomendaciones de acuerdo al cumplimiento de la normativa	9
3	Matriz de riegos.	15

N°	informes	TIEMPO (HORAS)
1	Informe final con plazos estimativos de trabajos a realizar, para cumplir la normativa y obtener el Registro del MINSAL.	10

Para valorizar monetariamente la cantidad de horas invertidas, se trabajará en Unidades de Fomento (UF), con la finalidad de preservar el poder adquisitivo del dinero a través del tiempo.

En este caso daremos el valor de 1UF neto, de acuerdo a los valores estándar de un profesional del área de Prevención de riegos, por lo tanto, el valor de la asesoría será:

1UF X 60h = 60 UF.

