

2019

TALLER CON FIN EDUCATIVO PARA LABORATORIO "TRANSFERENCIA DE CALOR" EN UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA, SEDE CONCEPCIÓN

PAREDES PAREDES, DIEGO IGNACIO

<https://hdl.handle.net/11673/48708>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**TALLERES CON FIN EDUCATIVO PARA LABORATORIO
“TRANSFERENCIA DE CALOR” EN UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA, SEDE CONCEPCIÓN**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Ingeniero Ejecución
Mecánico de Procesos y
Mantenimiento Industrial.

Alumno:

Diego Ignacio Paredes Paredes.

Profesor Guía:

Guillermo Felipe Larson Muñoz.

“Todos somos unos genios. Pero si juzgas a un pez por su habilidad de escalar un árbol, vivirá su vida entera creyendo que es estúpido”.
Frase atribuida a Albert Einstein.

AGRADECIMIENTOS

Ha sido un largo periodo universitario y un trabajo arduo para cumplir con la tarea que hoy se presenta. Dentro de este tiempo han pasado por mi vida muchas personas, todas dejando un granito de arena que contribuyó al logro de este objetivo, siendo necesario señalar a las que han estado, están y estarán a lo largo del tiempo, dando su ayuda incondicional en este y futuros proyectos, las cuales son:

Mis padres, que, a pesar de las dificultades, diferencias de opinión y adversidades, han estado siempre apoyándome y prestando ayuda, siendo esta fundamental e indispensable.

A Sabrina Sánchez, Licenciada en Educación, de la Universidad de Concepción, quien me dio apoyo constante en este proyecto, contribuyendo con conocimientos esenciales para que este pudiese llevarse a cabo.

Mis amigos, quienes han estado a lo largo de esta carrera y aquellos que ya no están, sepan que siempre seguirán en mi corazón.

A los docentes y empleados de la universidad por brindarme su tiempo, apoyo y hacerme sentir siempre como en casa.

RESUMEN

En la presente memoria, se buscará generar talleres de trabajo que apunten al uso de una metodología que permita a los estudiantes trabajar de forma práctica en diversas temáticas. Para esto se realiza un estudio sobre la metodología “Aprender Haciendo” instaurada por John Dewey, estableciendo sus principales aportes, además de esto, se hace una revisión bibliográfica de los conocimientos necesarios en el área de ingeniería. Posteriormente se busca evidenciar los componentes o partes específicas de la caldera que se mantiene en el laboratorio “Transferencia de Calor”, haciendo uso de éstas en una etapa de propuesta de un diseño metodológico realizado a la base de la información previamente recolectada. Esto genera una serie de 5 talleres, compuesto de 3 clases promedio, donde se busca que los estudiantes puedan acceder al conocimiento de manera práctica, pero siempre teniendo a la base un sustento teórico que lo respalde.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS	9
1. Objetivos generales.	9
2. Objetivos Específicos.....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	11
I.1 Enseñanza y aprendizaje en Ingeniería en Mecánica Industrial.....	12
I.2 Acercamiento al modelo “Learning by doing”: Pragmatismo e Instrumentalismo.....	13
I.3 “La teoría educativa de John Dewey y el experimentalismo en la educación.”.....	14
I.3.a. Escuela de Dewey	14
I.3.b. La Naturaleza de la Experiencia	15
I.3.c. Los Elementos Esenciales del Método.....	16
I.4 Calderas Piro-tubulares y Procesos de Mantenimiento	18
I.4.a Funcionamiento de una caldera.....	18
I.4.b Caldera Piro-tubular	19
I.4.b.1. Elementos que componen la caldera.....	19
I.4.b.2 Accesorios y equipo auxiliar asociado a las calderas.....	22
I.4.c Especificaciones técnicas caldera AS-500 3P	24
I.4.c.1 Registro de Caldera	25
I.4.d Importancia de la mantención	28
I.4.d.1. Mantención para calderas.....	28
I.4.d.1.a Trabajos de mantención.....	29
I.4.d.1.b. Mantenimiento preventivo de calderas	36
I.4.e Operador de caldera	42
I.4.e.1. Condiciones Exigibles a los Operadores	42
I.4.e.2. Sistema de vigilancia de las calderas	43
I.4.e.3. Arranque de caldera	43
I.4.e.4. Entrenamiento de emergencia	45
I.4.e.5. Paro de Emergencia.....	46
I.4.e.6. Consideración de elementos que pueden causar fuego	47
CAPÍTULO II: LEVANTAMIENTO DE EQUIPO	48
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL INSTRUMENTO DE TRABAJO	60
III.1 Taller 1: Familiarización con la caldera	62
III.2 Taller 2: Funcionamiento efectivo de la caldera.	65
III.3 Taller 3: Seguridad en la ejecución de la inspección.....	69
III.4 Taller 4: Funciones y requisitos del operador caldera.....	72
III.5 Taller 5: Funciones y requisitos del operador caldera.....	75
REFLEXIÓN FINAL	79
PROYECCIONES	80

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1: Extraída de “Manual de instrucciones, Caldera de vapor AS-500 3P”</u>	28
<u>Tabla 2: Extraída de “Manual de instrucciones, Caldera de vapor AS-500 3P”</u>	34
<u>Tabla 3: Levantamiento: Caldera AS-500 3P, elaboración propia</u>	53
<u>Tabla 4: Extraída de Manual de caldera AS-500 3P</u>	55
<u>Tabla 5: Extraída de Manual de caldera AS-500 3P</u>	56
<u>Tabla 6: Carta Gantt taller 1, elaboración propia</u>	62
<u>Tabla 7: Planificación taller 1, elaboración propia</u>	65
<u>Tabla 8: Carta Gantt taller 2, elaboración propia</u>	65
<u>Tabla 9: Planificación taller 2, elaboración propia</u>	68
<u>Tabla 10: Carta Gantt taller 3, elaboración propia</u>	69
<u>Tabla 11: Planificación taller 3, elaboración propia</u>	72
<u>Tabla 12: Carta Gantt taller 4, elaboración propia</u>	72
<u>Tabla 13: Planificación taller 4, elaboración propia</u>	74
<u>Tabla 14: Carta Gantt taller 5, elaboración propia</u>	75
<u>Tabla 15: Planificación taller 5, elaboración propia</u>	79

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la carrera se han encontrado una serie de dificultades al momento de aprender, siendo una de las más importantes y que más impacto genera en los estudiantes, tratar de entender y comprender un tema en específico sin haber logrado practicarlo antes.

Bajo esta lógica, se puede mencionar que actualmente las carreras de ingeniería a nivel nacional se basan en una lógica que prioriza las clases de carácter expositivo y el aprendizaje memorístico de datos, fórmulas y contenidos teóricos asociados a la misma.

En relación a lo anterior, es evidente que, a lo largo de la vida, el ser humano aprende de aquello que realiza, ya sea para afianzar una conducta o conocimiento o para derrocarlo de no ser este efectivo. Siguiendo esa lógica, es pertinente dar una mirada a cómo aprende el ser humano en general, desde aquí, según estudios realizados por National Training Laboratories (1997), podemos decir que una persona comprende de las siguientes formas:

- El 20% de lo que ve.
- El 20% de lo que oye.
- El 40% de lo que ve y oye.
- El 80% de lo que vivencia o descubre por sí mismo.

Basado en estos estudios es que nace la idea de poder complementar la metodología actual de la Universidad Técnica Federico Santa María sede Concepción, con un modelo de trabajo que tiene como principal recurso el “hacer”.

Para esto se utilizará el laboratorio de transferencia de calor y más específicamente la caldera AS 500-3P, con los cuales se generarán talleres prácticos en donde los estudiantes puedan aplicar lo aprendido dentro de la carrera de una forma más interactiva y generando una vivencia con la cual podrán poner en práctica, paso a paso, los aprendizajes adquiridos durante sus años académicos en el área de mantenimiento, esto junto al apoyo y supervisión de un profesional calificado para ello.

La presente memoria se divide en 3 capítulos donde se trabajan diferentes temáticas. Anterior a estos, se hace mención de los objetivos que ésta persigue, dando paso a la revisión de aquellos factores que motivan el desarrollo de la presente propuesta didáctica.

Por otra parte, dentro del primer capítulo, encontramos un marco teórico que establece los referentes a mirar en materia de metodología de trabajo actual en la ingeniería, como también a aquella que busca el aprendizaje mediante la práctica. Dentro de la misma sección, se hace referencia también a los elementos teóricos propios del área de ingeniería, los que servirán como insumos para capítulos posteriores.

Como segundo capítulo, se establece un levantamiento de equipo, donde se hace referencia a la caldera AS 500-3P, que es con la que cuenta actualmente la Universidad para la realización de algunas asignaturas y talleres.

En tercer lugar, se puede observar la realización de una propuesta metodológica de trabajo que se divide en 5 talleres, los cuales afrontan distintas temáticas interrelacionadas, siempre bajo la premisa de aprender haciendo.

Una vez revisado lo anterior, nos encontraremos con la reflexión en cuanto al trabajo realizado en la presente memoria y las proyecciones del trabajo realizado aquí hacia otras carreras e incluso sedes, campus, etc. Además de lo anterior, encontramos las referencias utilizadas para la creación de la memoria, con lo que se da por finalizada la presente memoria.

OBJETIVOS

1. Objetivos generales.

Crear talleres para el laboratorio de transferencia de calor, que contribuyan al crecimiento humano y profesional de los futuros ingenieros, por medio de clases prácticas que consideren las diversas formas de adquirir conocimientos y habilidades, las cuales estén basadas en el modelo “aprender haciendo”.

2. Objetivos Específicos.

1.- Plantear las bases del método de estudio de John Dewey denominado “aprender haciendo”, con el fin de dar a conocer una metodología que puede contribuir a la formación de nuevos profesionales en el área de la ingeniería.

2.- Levantamiento físico de los componentes completos de la caldera AS-500 3P correspondientes a la Universidad Técnica Federico Santa María sede Concepción para identificar los elementos de los que se disponen para la creación de los talleres.

3.- Generar talleres que utilicen el método “aprender haciendo” para la implementación de clases prácticas que contribuyan al desarrollo del laboratorio denominado “Transferencia de calor”.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La educación superior es diferenciada dependiendo de la rama en la que nos encontremos, por lo tanto, la didáctica de cada una de ellas será diferente, por ejemplo, en medicina no se enseñará igual que en derecho y en esta última carrera no se utilizará la misma metodología que en ingeniería.

Actualmente la educación superior busca desarrollar profesionales competentes en las diferentes áreas y para esto es necesario que se realice una mirada previa a lo que se quiere enseñar y a lo que se debe enseñar. Es en este contexto que se da una mirada a las metodologías utilizadas por las diferentes universidades y aquellas específicas de cada carrera.

Sabemos que la transmisión del conocimiento como tal no genera aprendizaje, por contrario la experiencia genera muchas más conexiones sinápticas y al mismo tiempo, contribuye al desarrollo de redes de información cerebrales. En este sentido, los estudiantes también inciden, ya que “la forma en que abordan sus actividades académicas responde a cómo perciben elementos clave de la situación de aprendizaje en que se encuentran” (González, Montenegro, López, Munita y Collao, 2011, p.24).

Es por lo anterior que se ha dado una mirada a las metodologías que se utilizan en la Universidad Técnica Federico Santa María sede Concepción, específicamente en la carrera de Ingeniería en Ejecución Mecánica de Procesos y Mantenimiento Industrial; donde durante los años de enseñanza cursados la mayoría de las clases era de carácter expositivo, de aprendizaje memorístico, donde los contenidos o conceptos aprendidos no eran llevados a la práctica y, por lo tanto, olvidados con el tiempo. Se hace necesario entonces, remirar la forma en la que se proyectan los aprendizajes y el tipo de profesional que se quiere generar al finalizar el proceso, por lo que se busca “la formación (...) supere el paradigma en el que predominaba la adquisición y transmisión de conocimientos y se asuma uno nuevo orientado a generar nuevas formas de pensamiento y acción, más adecuadas a las características de los nuevos tiempos” (Capote, Rizo y Bravo, 2016, p.22).

Con relación a lo mencionado en párrafos anteriores, es que nace la idea principal de esta memoria de título, donde el objetivo principal es generar un cambio en la metodología de trabajo de algunos ramos, diversificando la didáctica con ayuda del pragmatismo. Se entiende entonces, que se presentará una alternativa distinta, donde los estudiantes deban trabajar de forma práctica, siendo evaluados según el proceso, mediante rúbricas; dejando de lado así la enseñanza tradicional.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

I. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se evidenciarán los conocimientos necesarios para la realización de la presente memoria de título, comenzando con los procesos metodológicos de enseñanza actual en ingeniería para luego presentar el modelo “aprender haciendo”, mencionando sus bases y los requerimientos que este presenta. En este sentido, además de lo ya mencionado, es necesario que se haga una revisión de los elementos que se encuentran disponibles en el laboratorio “Transferencia de calor” de la Universidad Técnica Federico Santa María sede Concepción, con el objetivo de levantar bases teóricas que permitan tener los insumos necesarios para la posterior planificación y creación de las diferentes clases que se propondrán.

I.1 Enseñanza y aprendizaje en Ingeniería en Mecánica Industrial

A raíz de la revolución industrial, se genera una necesidad de profesionalizar a los ingenieros, la automatización de los procesos mediante maquinaria hizo necesario que estos adquirieran competencias de carácter teórico que permitieran una mayor comprensión de los procesos industriales, dándole un carácter artístico a la labor. Más tarde, luego de la Revolución Francesa “se produce un cambio trascendental en la formación de los ingenieros, a partir del cual el cálculo tiende a sustituir al arte, por lo que empezaron a recibir una educación sistemática de métodos matemáticos y científicos” (Capote et al., 2016, p.23).

Actualmente, con el avance tecnológico y el cambio generado por la globalización, se hace necesario un cambio en las metodologías, donde Capote et al. (2016) mencionan que, en este sentido, es fundamental que la enseñanza de la ingeniería reclame

necesidades y exigencias para lograr que el proceso de formación responda a las exigencias del contexto, aspecto este que demanda una organización del proceso docente educativo centrado en el estudiante, desarrollado de manera interactiva y colaborativa y que le permita adquirir un aprendizaje para toda la vida. (p.22)

Se hace necesario entonces, que exista un cambio en las estrategias con las que se pretende entregar el conocimiento, donde la conformación de estas últimas

depende de una relación práctica con el contexto y con experiencias sociales (en el caso de la enseñanza, con las experiencias de haber sido alumno, haber pertenecido o pertenecer a determinados planes de estudio etc., realizar determinadas prácticas docentes, interactuar con diferentes prácticas de investigación o de trabajo profesional en industrias). (Castells, Arese, Albizzati y Rossetti, 2008, p.10)

Según Arese (citado en Castells et al., 2008), es frecuente que los docentes dedicados a la enseñanza de la Ingeniería, por su formación, instrumenten técnicas de enseñanza sin analizar los principios de procedimiento que las recorren, por lo que los procesos de adquisición del

conocimiento carecen de los elementos necesarios para enfrentar los nuevos desafíos que la sociedad globalizada impone.

Por lo mencionado anteriormente, es necesario que el docente haga un cambio en su perspectiva de enseñanza, apuntando ahora a “diseñar las experiencias de aprendizaje, generar la interacción inicial de los estudiantes, motivar el autoestudio, la colaboración entre pares y ayudar a los estudiantes con sus habilidades” (Avagliano y Vega, 2013, p.4). Donde la manera de lograr el cambio según Capote et al., (2008) tendrá relación con pensar en “el diseño, la ejecución, la resolución de problemas prácticos con métodos científicos, la enseñanza basada en la relación teoría práctica con profundas relaciones con la industria y la innovación técnica” (p.23).

Otro punto que debe ser considerado es la realización de un proceso de metacognición, definido por Flavell (citado en Peronard, 2005) como cognición de la cognición, es decir, el conocimiento sobre el propio conocimiento adquirido. Dentro de esta misma línea Ryle (1949) menciona que existe un conocimiento relacionado al saber qué y otro ligado al saber cómo, lo que propone la realización de un proceso metacognitivo donde el individuo sea capaz de reconocer qué es lo que aprendió, cómo lo aprendió y qué complejidades presentó la adquisición de ese conocimiento para él. Con la comprensión de lo anterior, los estudiantes son capaces de ir regulando su aprendizaje y, por tanto, detectar falencias en sus procesos como también soluciones a éstas.

I.2 Acercamiento al modelo “Learning by doing”: Pragmatismo e Instrumentalismo

Es necesario tener en cuenta que existen conceptos desde los cuales nos podemos aproximar al método de “aprender haciendo”, en este sentido podemos encontrar como primer elemento el pragmatismo entendido como “un movimiento filosófico desarrollado en los EEUU durante el siglo XIX” (Ruiz, 2013, p.105), que deriva de los términos práctico y pragmático, donde según Ruiz (2013) “el pensamiento tiene como finalidad la producción de hábitos, adoptando así una postura metodológica”. (p.105)

En este sentido, hay que comprender que desde la visión teórica existe una visión dinámica de la inteligencia y el conocimiento, lo que es expresado cuando el concepto de un objeto se identifica con los efectos prácticos concebibles que pueda tener. Para Dewey era fundamental considerar esta mirada, es por eso que se adhiere al Instrumentalismo, el cual “otorgaba centralidad al valor instrumental del conocimiento (y del pensamiento en general) para resolver las situaciones problemáticas reales que experimentan los individuos” (Ruiz, 2013, p.105-106).

Ante la contemplación de los conceptos anteriores, Dewey consideraba el valor de la experiencia como factor primordial en el aprendizaje, es decir, “sostenía una visión dinámica de la experiencia ya que constituía un asunto referido al intercambio de un ser vivo con su medio ambiente físico y social y no solamente un asunto de conocimiento” (Ruiz, 2013, p.107).

Conociendo los datos anteriormente expuestos, es que en el siguiente apartado se hará una revisión de la concepción del método propuesto por Dewey, considerando aquellos aspectos relevantes para comprenderlo, además de conseguir identificar los principales elementos que lo componen.

I.3 “La teoría educativa de John Dewey y el experimentalismo en la educación.”

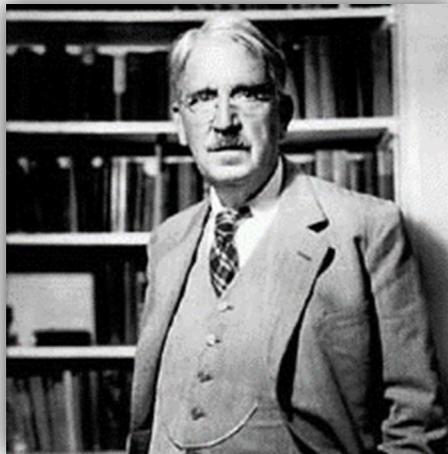
John Dewey nació el 20 de octubre de 1859 en Burlington, Vermont y falleció el 1 de julio de 1952 en Nueva York, Estados Unidos. Fue un pedagogo, psicólogo y filósofo.

Dentro de sus principales características según la UNESCO (la organización de las naciones unidas para la educación, la ciencia y la cultura.) están:

- Fue conocido por ser uno de los fundadores de la filosofía del pragmatismo. (“Tendencia a conceder primacía al valor práctico de las cosas sobre cualquier otro valor”).
- Durante la primera mitad del siglo XX, fue el personaje más representativo de la pedagogía progresista en EE.UU.

I.3.a. Escuela de Dewey

“Cada vez tengo más presente en mi mente la imagen de una escuela; una escuela cuyo centro y origen sea algún tipo de actividad verdaderamente constructiva, en la que la labor se desarrolle siempre en dos direcciones: una parte, la dimensión social de esta actividad constructiva, y por otra, el contacto con la naturaleza que le proporciona su materia prima”



John Dewey

Imagen extraída de revista Perspectivas

La creación de un centro educativo que se enfocase en la construcción del aprendizaje del estudiante, por medio del trabajo en grupo y el abastecimiento del medio en el que se encontrasen, era el sueño de John Dewey. Él define como principal objetivo resolver el problema por medio de la práctica, siendo la teoría un mero material de apoyo que cumple un rol complementario para el logro del objetivo deseado. En este sentido,

cuando el alumno entiende por qué ha de adquirir un conocimiento, el deseo e interés de conseguirlo aumentará de forma exponencial.

El objetivo de Dewey era bastante convencional, pero sus métodos eran innovadores y radicales, como ejemplo podemos encontrar la escuela experimental, donde se creó una comunidad democrática en la que los alumnos participaban en la planificación de proyectos que debían ser edificados de forma cooperativa, asumiendo funciones directivas por turnos. Bajo la misma lógica, funcionaba el cuerpo docente, es decir, esto debían trabajar en la formulación de las actividades de forma colaborativa.

En palabras de Dewey (1903)

¿qué significa la democracia si no que cada persona tiene que participar en la determinación de las condiciones y objetivo de su propio trabajo y que, en definitiva, gracias a la armonización libre y reciproca de las diferentes personas, actividades del mundo se hacen mejor que cuando unos pocos planifican, organizan y dirigen por muy competentes y bien intencionados que sean esos pocos? (p. 233).

El fin de Dewey no era convertir la escuela en poderosas instituciones de oposición en la cultura norteamericana, al contrario, tenía una gran visión de lo que a su juicio debían ser las escuelas en una sociedad democrática. Idea que aplico en su Escuela Experimental.

I.3.b. La Naturaleza de la Experiencia

Cuando buscamos explicaciones para comprender cómo el ser humano aprende, nos encontramos con que una forma de conseguirlo es mediante vivencias, generadas por acontecimientos que van ocurriendo a lo largo de la vida. Esta es una forma práctica de aprendizaje, ya que el recuerdo de lo vivido queda grabado en el subconsciente humano y conlleva un recuerdo permanente que fija, de esta manera, tal aprendizaje en la memoria a largo plazo.

Según Dewey (1998) “no constituye experiencia cuando un niño acerca meramente sus dedos a una llama; es experiencia cuando el movimiento está unido con el dolor que sufre como consecuencia” (p.124). Esto quiere decir que el aprendizaje se logra completamente cuando el niño se quema con el fuego y se encuentra con un daño físico, siendo afectado directamente, lo que conlleva que comprenda que la consecuencia de poner las manos en el fuego es quemarse y, por lo tanto, no es correcto realizar tal acción.

Comprender la naturaleza de la experiencia es complejo, pero se puede lograr cuando existe un elemento activo que se combine con uno pasivo como se menciona en el párrafo anterior.

El problema de esto es que en la escuela se entiende la actividad corporal no tiene relación con la actividad mental y, por lo tanto, son separadas; siendo considerada la primera como un factor que afecta el aprendizaje, ya que no están “siendo utilizadas sus actividades en ocupaciones que den resultados significativos” (Dewey, 1993. p.125).

En conclusión “aprender por la experiencia es establecer una conexión hacia atrás y hacia adelante entre lo que nosotros hacemos a las cosas y lo que gozamos o sufrimos de las cosas, como consecuencia” (Dewey, 1993. p.125)., entendiendo que se ha aprendido a través del movimiento y la actividad corporal desde nuestro nacimiento, hecho que no debería cambiar cuando se ingresa al sistema educacional.

Según Dewey (1993), el pensamiento está involucrado directamente en la generación de experiencias con sentido, diferenciando dos de ellas por la mediada en la que se incluye la reflexión. Una de ellas emplea el método de ensayo y error, que se basa en seguir probando hasta encontrar el resultado que se quiere. Por otra parte, se muestra que hay experiencias que son reflexivas, ya que se es capaz de ver cómo se conectan la causa y la consecuencia, lo que permite prever de forma más exacta lo que una determinada causa tendrá como consecuencia, existiendo, de forma paralela, una preocupación por el resultado que es dada por la misma reflexión.

I.3.c. Los Elementos Esenciales del Método

Al enseñar, es importante considerar los procesos de pensamiento que se dan de por sí en las actividades educativas, es iluso pensar que dentro del método planteado por Dewey ésta no se considera. El método plantea que “la única senda directa a la mejora permanente en los métodos de instrucción y aprendizaje consiste en concentrarse sobre las condiciones que exigen, promueven y comprueban el pensar” (Dewey, 1993, p.135). Es por esto que el método se da en una lógica donde es necesario pasar por etapas, las cuales se mencionarán a continuación.

Según Dewey (1993) una primera parte tiene directa relación con el pensamiento inicial, el cual es la experiencia en sí, donde no debe caerse en realizar separaciones entre las acciones y los pensamientos, puesto que estos últimos son parte fundamental de la experiencia. En este caso el autor menciona que los métodos fallan al creer que los estudiantes siempre traen consigo la experiencia, pero esto es solucionable al clarificar que es necesaria “una situación empírica real como fase inicial del pensamiento” (Dewey, 1993, p.136). Es fundamental entonces que se ensaye de forma real con los materiales dispuestos para el aprendizaje.

En este sentido es bueno destacar que

una revisión cuidadosa de los métodos que tienen un éxito permanente en la educación formal (...), revelará que dependen para su eficacia del hecho de que vuelvan al tipo de situación que produce reflexión en la vida ordinaria fuera de la escuela. Aquél da a los alumnos algo que hacer, no algo que aprender, y el hacer es de tal naturaleza que exige pensamiento o la observación intencional de conexiones; el aprender se produce naturalmente. (Dewey, 1993, p.136-137)

Como segundo punto, es indispensable que se genere una recolección de datos, los cuales determinarán como pensamos, a raíz de esto Dewey (1993) nos dice que para pensar eficazmente debemos haber tenido, o tener ahora, experiencias que nos ofrezcan recursos para vencer la dificultad que se presenta (p. 138). Por esto es necesario generar un equilibrio en las actividades que se realizan, creando dificultades amplias que provoquen pensamiento y que, al mismo tiempo, sean lo suficientemente acotada para que en la confusión dada se produzca pensamiento.

Como métodos para recolección de datos, “la memoria, la observación, la lectura y la comunicación son todos caminos para lograr esto” (Dewey, 1993, p.139), entendiendo que bajo este conocimiento es posible generar actividades que desarrollen el pensamiento y que posibiliten la experiencia. Aun así, es importante que no exista un abuso del conocimiento que se entrega en área que se pretende enseñar, es decir, que se considere este como elemental y único, impartiendo instrucciones sin considerar la importancia que tiene de por sí una experiencia en sí misma.

El siguiente paso tiene relación con las ideas, siendo éstas la suma del pensamiento, los datos y el conocimiento. Según Dewey (1993)

La proyección, la invención, el ingenio sirven para ese propósito. Los datos *suscitan* sugerencias y sólo por referencia a los datos concretos podemos juzgar sobre la adecuación de las sugerencias. Pero las sugerencias van más allá de lo que todavía *está dado* realmente en la experiencia. Prevén los resultados posibles, las cosas *por hacer*, no los hechos (las cosas ya hechas). La inferencia es siempre una invasión de lo desconocido, un salto desde lo conocido (p.140).

Es necesario entonces que se realicen inferencias para conseguir aprendizajes, es decir, que se hace con el conocimiento, pensar en relación a cómo puedo utilizarlo para generar nuevo conocimiento, es así como “la conclusión pedagógica que se desprende es la de que todo pensar es original en una proyección de consideraciones que no han sido previamente captadas” (Dewey, 1993, p.140).

I.4 Calderas Pirotubulares y Procesos de Mantenimiento

Con el objetivo de dar a conocer los elementos de los cuales se dispone en el laboratorio para la creación de los talleres, es que a continuación se hará una revisión y descripción de los principales equipos con los que se trabajará. Por lo anterior, se presentan a continuación tópicos relacionados con la Caldera Pirotubular, la cual servirá de insumo para la construcción práctica de los aprendizajes.

I.4.a Funcionamiento de una caldera

Ante los requerimientos de las sociedades industrializadas es que nacen diversos equipos que contribuyen a la mejora en los procesos de producción, es así como se crean las calderas, las cuales en la actualidad tienen como principal función calentar el agua hasta tal punto de convertirla en vapor de buena calidad, el cual pueda ser utilizado como energía para generar electricidad mediante una turbina, para hacer funcionar sistemas de calefacción, etc.

La caldera consta de un quemador alimentado por gas GLP, el cual enciende e inyecta la llama por los tubos llamados “fluses” o “fluxes”, los cuales están en contacto con el agua y mediante la transferencia energética que, en este caso sería conducción y convección, transmiten el calor produciendo la creación de burbujas que dan paso al cambio de estado, generando así la ebullición del agua. Producto del constante calentamiento del agua se generan las diferentes calidades de vapor para su uso respectivo.

El fluido con el cual la caldera se nutre viene del tanque de condensado, en donde este se mantiene a una temperatura óptima para nutrir la caldera. Este fluido, anteriormente, pasa por tratamientos para retirarle los minerales como calcio y magnesio, convirtiéndolo en agua blanda necesaria para la caldera.

Una vez que el nivel de agua es inferior al requerido para su trabajo, se enciende la bomba de succión y ésta transporta el agua blanda del tanque de condensado a la caldera, hasta que llega al nivel adecuado para operar.

El agua corriente contiene diversos minerales, los cuales pueden traer daños perjudiciales al interior caldera, por lo que ésta es tratada en los suavizadores de agua. Lo anterior, mediante un proceso químico donde se retiran los minerales, convirtiéndolas de agua duras a blandas, luego de esto el agua es transportada al tanque de condensado para su utilización.

Una vez generado el vapor es guiado por las tuberías a el cabezal distribuidor, este tiene una entrada principal y tres salidas para la utilización de este.

En el cabezal distribuidor el vapor tiende a condensarse, este es atrapado por la trampa de vapor y redirigido al tanque de condensado para su reutilización.

La caldera cuenta con una fosa de purga la cual está construida bajo el nivel del suelo, donde su labor es recibir todas las impurezas alojadas en el interior de la caldera. Esta fosa debe de contar con un agujero para inspeccionar y limpiar, un tubo de ventilación y tubería de salida de drenaje.

I.4.b Caldera Piro tubular

Existen varios tipos de calderas, las cuales se diferencian en el tipo de elemento que utilizan para su funcionamiento. En este caso, el análisis se enfocará en una caldera que se alimenta de gas GLP, denominándose caldera tubo de humo, más bien conocida como piro tubular.

Kohan (2000), menciona que la caldera piro tubular es la que se utiliza de forma más regular en los procesos de calentamiento, teniendo aplicaciones de carácter comercial e industrial. Este tipo de caldera tiene necesidades de transferencia térmica, las cuales determinan las configuraciones de ésta, en este sentido, se busca que se pueda extraer la mayor parte del calor del combustible y del material que se utilice.

El autor mencionado anteriormente, también señala que este tipo de calderas necesitan estructuras de sujeción y equilibrio que sean consistentes en los tirantes transversales o diagonales, dado a que tienen superficies planas donde, además, la placa debiese tener un espesor de dimensiones mayores con el fin de resistir la presión que genera el proceso que ésta realiza. Por otra parte, en el caso de este tipo de calderas, los finales de los tubos están expuestos a los productos de la combustión y tienen superficies que requieren de arriostramientos hechos con acero estructural, evitando así utilizar chapas que tengan grosores excesivos.

I.4.b.1. Elementos que componen la caldera

Con el fin de comprender el funcionamiento de la caldera, es necesario que se realice un recorrido por los elementos que la componen, siendo definidos por la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS, 2014) de la siguiente manera:

- Hogar o fogón: es el espacio donde se produce la combustión. Se le conoce también con el nombre de Cámara de Combustión.
- Puerta hogar: es una pieza metálica, abisagrada, revestida generalmente en su interior con ladrillo refractario o de doble pared, por donde se echa el combustible sólido al hogar y se hacen las operaciones de control del fuego. En las calderas que queman combustibles líquidos o gaseosos, esta puerta se reemplaza por el quemador.
- Emparrillado: son piezas metálicas en forma de rejas, generalmente rectangulares o trapezoidales, que van en el interior del fogón y que sirven de

soporte al combustible sólido. Debido a la forma de reja que tienen, permiten el paso del Aire Primario que sirve para que se produzca la combustión.

a) Las parrillas deben adaptarse al combustible y deben cumplir principalmente los siguientes requisitos:

- Deben permitir convenientemente el paso del aire.
- Deben permitir que caigan las cenizas.
- Deben permitir que se limpien con facilidad y rapidez.
- Deben impedir que se junte escoria.
- Los barros de la parrilla deben ser de buena calidad para que no quemen o deformen.
- Deben ser durables.

Algunos diseños de parrillas permiten que por su interior pase agua para refrigerarla y evitar recalentamientos.

b) Tipos de parrilla:

- Según su instalación:

+ Fijas o estacionarias: Son aquellas que no se muevan durante el trabajo.

+ Móviles o rotativas: Son aquellas que van girando o avanzando mientras se quema el combustible.

- Según su posición:

+ Horizontales

+ Inclinas

+ Escalonadas.

- Cenicero: es el espacio que queda bajo la parrilla y que sirve para recibir las cenizas que caen de ésta. Los residuos acumulados deben retirarse periódicamente para no obstaculizar el paso de aire necesario para la combustión. En algunas calderas el cenicero es un depósito de agua.
- Puerta del cenicero: accesorio que se utiliza para realizar las funciones de limpieza del cenicero. Mediante esta puerta regulable se puede controlar también la entrada del aire primario al hogar. Cuando se hace limpieza de fuegos

o se carga el hogar, se recomienda que dicha puerta permanezca cerrada con el objeto de evitar el retroceso de la llama ("Lengua de Toro").

- Altar: es un pequeño muro de ladrillo, refractario, ubicado en el hogar, en el extremo opuesto a la puerta del fogón y al final de la parrilla, debiendo sobrepasar a ésta en aproximadamente 30 cm.

Los objetivos del altar son:

- Impedir que caigan de la parrilla residuos o partículas de combustible.
- Ofrecer resistencia a las llamas y gases para que éstos se distribuyan en forma pareja a lo ancho de la parrilla y lograr en esta forma una combustión completa.
- Poner resistencia a los gases calientes en su trayecto hacia la chimenea. Con esto se logra que entreguen todo su calor y salgan a la temperatura adecuada.

- Mampostería: se llama mampostería a la construcción de ladrillos refractarios o comunes que tienen como objeto:

- a) Cubrir la caldera para evitar pérdidas de calor.
- b) Guiar los gases y humos calientes en su recorrido.

Para mejorar la aislación de la mampostería se dispone, a veces, en sus paredes de espacios huecos (capas de aire) que dificultan el paso del calor. En algunos tipos de calderas se ha eliminado totalmente la mampostería de ladrillo, colocándose solamente aislación térmica en el cuerpo principal y cajas de humos. Para este objeto se utilizan materiales aislantes, tales como lana de vidrio recubierta con planchas metálicas y asbestos.

- Conductos de humo: son los espacios por los cuales circulan los humos y gases calientes de la combustión. De esta forma, se aprovecha el calor entregado por estos para calentar el agua y/o producir vapor.
- Caja de humo: corresponde al espacio de la caldera en el cual se juntan los humos y gases, después de haber entregado su calor y antes de salir por la chimenea.
- Chimenea: es el conjunto de salida de los gases y humos de la combustión para la atmósfera. Además, tiene como función producir el tiro necesario para obtener una adecuada combustión.
- Regulador de tiro o templador: consiste en una compuerta metálica instalada en el conducto de humo que comunica con la chimenea o bien en la chimenea

misma. Tiene por objeto dar mayor o mejor paso a la salida de los gases y humos de la combustión. Este accesorio es accionado por el operador de la caldera para regular la cantidad de aire en la combustión, al permitir aumentar (al abrir) o disminuir (al cerrar) el caudal. Generalmente, se usa una combinación con la puerta del cenicero.

- Tapas de registro o puertas de inspección: son aberturas que permiten inspeccionar, limpiar y reparar la caldera. Existen dos tipos, dependiendo de su tamaño:
 - Las puertas hombre: por sus dimensiones permite el paso de un hombre al interior de la caldera.
 - Las tapas de registro: por ser de menor tamaño, permiten sólo el paso de un brazo.
- Puertas de explosión: son puertas metálicas con contrapeso o resorte, ubicadas generalmente en la caja de humos y que se abren en caso de exceso de presión en la cámara de combustión, permitiendo la salida de los gases y eliminando la presión. Sólo son utilizables en calderas que trabajen con combustible líquido o gaseoso.
- Cámara de agua: es el volumen de la caldera que está ocupado por el agua que contiene y tiene como límite superior un cierto nivel mínimo del que no debe descender nunca el agua durante su funcionamiento. Es el comprendido del nivel mínimo visible en el tubo de nivel hacia abajo.
- Cámara de vapor: es el espacio o volumen que queda sobre el nivel superior máximo de agua y en el cual se almacena el vapor generado por la caldera. Mientras más variable sea el consumo de vapor, tanto mayor debe ser el volumen de esta cámara. En este espacio o cámara, el vapor debe separarse de las partículas de agua que lleva en suspensión. Por esta razón, algunas calderas tienen un pequeño cilindro en la parte superior de esta cámara, llamada “domo”, y que contribuye a mejorar la calidad del vapor (hacerlo más seco).
- Cámara de alimentación de agua: es el espacio comprendido entre los niveles máximo y mínimo de agua. Durante el funcionamiento de la cámara, se encuentra ocupada por agua y/o vapor, según sea donde se encuentre el nivel de agua.

I.4.b.2 Accesorios y equipo auxiliar asociado a las calderas

Una vez mencionados los elementos de la caldera, es necesario mencionar también los accesorios importantes de una caldera de vapor, los que según Gaffert (1981) son los siguientes:

- Tubos de nivel: puede suprimirse la columna de agua usual y unir directamente el tubo al cuerpo cilíndrico. Puesto que los cuerpos cilíndricos suelen estar bastante altos, no se obtiene una buena visión directa. Se recomienda la transmisión a distancia del nivel por líquido diferencial o bien por televisión. Un registrador de nivel de agua también es conveniente para registrar la variación e indicar la tendencia.
- Reguladores de agua de alimentación: estos están constituidos usualmente por el tipo de tres elementos, es decir, proporcionales al flujo de vapor, flujo de agua y fundamentalmente se mantienen entre límites fijados del nivel de agua. Se recomienda pasos de forma especial en la válvula para obtener buenas características de la válvula de circulación. Las válvulas de regulador tipo by-pass se acostumbra a utilizarlas para un flujo de agua a carga muy reducida. En la central de gran caldera y turbina únicas, se acostumbra a utilizar el acoplamiento hidráulico de la bomba de alimentación de la caldera para el control del nivel normal de agua en el cuerpo cilíndrico, empleándose en el regulador como quipos de socorro.
- Válvulas de seguridad: son exigidas por la ley y han de ser de gran capacidad. Deben asegurarse, tanto el cuerpo cilíndrico y recalentador, así como el calentador. Las válvulas de seguridad pueden soldarse al cuerpo cilíndrico o al colector, puesto que se ha desarrollado excelentemente la técnica de timbrarlas in situ.
- Soplador de hollín: se observa la tendencia a la instalación de unidades replegables que no queden expuestas continuamente al calor del hogar. Los ventiladores de pared del hogar ayudan a conservar una alta producción de las unidades de calderas. Cada vez se utiliza más el aire a 35 kg/cm^2 para limpiar las superficies bañadas por el gas con compresores de alta presión y control continuo. El agua de reposición se reduce y la mano de obra puede rebajarse a la central de control centralizado.
- El hogar ciclón: es el resultado de la tentativa para quemar combustibles de escasa potencia calorífica, reducir el tamaño de la caldera y limitar la emisión de cenizas volante del hogar, de manera que no será necesario un exceso de limpieza del hogar y precipitadores. El trabajo inicial

experimental en el laboratorio con un ciclo de 0,30 m de diámetro indico las posibilidades del procedimiento y se realizaron experimentos posteriores con ciclones de 1 y 1,5 m de diámetro.

El ciclón es esencialmente un cilindro horizontal refrigerado por agua, la superficie interior del cual esta revestida de plancha de cromo. El aire primario y combustible (que ha sido parcialmente pulverizado) es admitido tangencialmente a una pequeña sección espiral de un extremo del ciclón. Se le da un movimiento giratorio que es amplificado mediante una admisión de aire secundario también tangencial a la superficie interior. La combustión tiene lugar rápidamente con temperaturas del orden 1700° y la cesión de calor del orden de $3.500.000 \text{ kcal/m}^3\text{-h}$. Puesto que esta temperatura es bastante superior a la temperatura fluida de la ceniza, esta última se liquida y cubre la superficie interior del ciclón. Se logra una intensa acción de rozamiento entre el aire y el combustible de manera que pocas partículas del combustible sólido entran en el hogar de la caldera. La ceniza liquida pasa por encima de los bordes inferiores del ciclón al fondo del hogar y es arrastrado por agua corriente a través de un agujero refrigerado por agua dispuesto en la solera del hogar a un tanque de escorias situado debajo. Los gases resultantes de la combustión pasan al hogar.

I.4.c Especificaciones técnicas caldera AS-500 3P

La caldera de la cual se dispone actualmente en la universidad tiene especificaciones que son dadas al momento de la compra para el buen uso y conservación de la misma. En este caso en particular, la Sociedad Comercial e Industrial P&E Limitada (P&E Limitada, 2016), entrega una serie de especificaciones sobre la caldera AS-500 3P, las que serán descritas a continuación.

En primer lugar, es necesario mencionar que el generador de vapor AS-500 3P es del tipo monobloc de combustión presurizada: la llama producida por el quemador se desarrolla en el hogar, choca contra el fondo y vuelve el humo hasta la parte anterior del generador, y a través del hueco entre el aislamiento del portón y el hogar se introduce en el sistema de tubos de humos.

En la cámara de tubos los gases de combustión son obligados por los turbuladores, de cada uno de los tubos, a seguir un recorrido en vórtice. Esto aumenta el intercambio térmico por convención, obteniendo así la máxima absorción de calor sin que se produzcan tensiones térmicas. A la salida del tren de tubos, los gases de combustión son recogidos en la cámara de humos que los conduce a la chimenea.

Por otra parte, el quemador está instalado sobre un portón refractario, facilitando las operaciones de regulación y mantenimiento de la caldera y del quemador, sin tener que desmontar este último. De esta manera el funcionamiento es completamente automático: la presión máxima de vapor es de 7 bar, además está construido y probado de acuerdo a la Directiva 97/23/CE (PED)

Por último, la placa de características está colocada sobre el frontal del generador de vapor, en la parte superior, lo que permite la identificación exacta del equipo al momento de realizar intervenciones técnicas de mantenimiento y recambio.

I.4.c.1 Registro de Caldera

Según lo estipulado a nivel nacional en el registro de calderas y autoclaves, “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” (Decreto supremo N°10, 2013)

Además de lo anterior, se especifica que los datos necesarios son los siguientes:

- a) Información, según corresponda:
- b) Nombre del propietario, Rut, dirección.
- c) Nombre del representante legal, Rut, dirección, en su caso.
- d) Dirección de la instalación del equipo.
- e) Nombre del fabricante.
- f) Número de fabricación y año.
- g) Superficie de calefacción.
- h) Presión máxima de trabajo en kg/cm².
- i) Producción de vapor en kg/hr.
- j) Tipo(s) de combustible(s) empleado(s) y consumo por kg/hr.
- k) Tipo de aislación térmica del equipo y red de distribución de vapor y agua caliente.
- l) Volumen en litros o metros cúbicos.
- m) Informe técnico emitido por un profesional facultado, que dé cuenta del cumplimiento por una caldera o autoclave de las exigencias de este reglamento.
- n) Identificación del profesional facultado que efectúa el informe técnico.
- o) Certificado de prueba hidráulica al término de la fabricación, respecto de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, nuevos y sin uso.

- p) Copia del manual de operación del equipo en español.
- q) Sistema de tratamiento de agua de alimentación.
- r) Catálogo de la caldera o autoclave.
- s) 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.
- t) Inscripción de la declaración en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles SEC, de la instalación eléctrica y suministro de combustibles líquidos y gaseosos.
- u) Resolución de Calificación Ambiental, cuando corresponda.
- v) Indicar norma de diseño y normas técnicas de construcción de la caldera y autoclave.
- w) Libro de vida de la caldera y autoclave, foliado, tamaño oficio.
- x) Copia de documento que acredita el registro del equipo, cuando se trate de aquellos que han sido trasladados o transferidos.
- y) La modificación o cambio de alguno de los antecedentes presentados para su incorporación al registro, debe contar con autorización previa de la autoridad sanitaria.”

Cumpliendo con la ley, la caldera posee las siguientes características:

1. Tipo de caldera	: igneotubular modelo: ipe 600
2. Superficie total de calefacción	: 26,1 m ²
3. Producción de vapor	: 600 kg/hr
4. Nombre del fabricante	: Soc. Comercial e industrial P&E Ltda.
5. Numero de fabrica	: 48
6. Año de fabricación	: 2016
7. Presión Max. De trabajo	: 100 psi
8. Presión de prueba	: 150 psi
9. Planchas largo	: envolvente ø 1.280 mm; espesor 8 mm. 1980 mm, material: a516 gr 70
10. Fogón material	: ø 750 mm, espesor 10 mm, largo 1.280 mm. A516 gr70

11. Placas tubulares material	: espesor 14 mm uniones soldadas a516 gr 70
12. Tubos	: tipo sin costura ø 38,1 mm, largo 1.980 mm, 85 tubos calidad st. 35.8
13. Válvula de seguridad, diámetro, capacidad evacuación c/u	: tipo resorte cantidad 1 entrada: 1"; salida: 1" 1.101 kg/hr. Presión: 100 psig.
14. Tapón fusible	: no
15. Manómetro instalación reglamentaria: 1, rango	: 0 - 200 psi.
16. Indicador(es) de nivel	: SI
17. Tubos de nivel	: 1
18. N° llaves de prueba	: 3
19. Otros accesorios	: alarma sonora, bajo nivel de agua.
20. Rendimiento del equipo	: 89 %
21. Combustible usado	: glp.
22. Consumo combustible	: 12.4 lts./hr.
23. Quemador de glp	Blowtherm gvpf 50/2.
24. Atomización	:
25. Altura chimenea	:6 mts. Diámetro 318mm.
26. Temperatura de gases	: 210 °c velocidad: 720 mm/min.
27. Equipo recup. De calor	: no.
28. Operación del equipo	: no asignado.
29. Control de emisiones	: no.
Nombre sist. De control	: --
30. Registro nacional n°	:
31. Fecha empadronamiento	:
32. Si fue adquirida nueva	: si
33. Nombre del vendedor	: Soc. Comercial e industrial P&E Ltda.

34. Dirección del vendedor	: Erasmo Escala nº 772, Chillán Viejo.
35. Fecha y naturaleza de la última reparación:	: no realizada.
36. Tipo sistema desincrustante	: intercambio iónico.

Tabla 1: Extraída de “Manual de instrucciones, Caldera de vapor AS-500 3P”

I.4.d Importancia de la mantención

En el área industrial, existen procesos que deben realizarse de forma paulatina, dado a que mediante ellos es posible asegurar el buen funcionamiento de ellas. En este caso, uno de estos procesos es la mantención, que según la Real Academia de la Lengua Española [RAE], se define como el “conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.” Podemos deducir entonces, que mantención es el conjunto de actividades que se realizan regularmente para garantizar el perfecto estado y rendimiento de los equipos e instalaciones, para las necesidades requeridas.

Enfocándonos en la caldera, los beneficios que la mantención nos trae son, por ejemplo, la prevención de accidentes, el impedimento de daños irreparables, la prevención de accidentes e incidentes, el mal manejo, previene que disminuya la duración de la vida útil, etc.

I.4.d.1. Mantención para calderas

El presente punto se enfocará en la importancia de realizar las mantenciones necesarias y explicar los diferentes trabajos los cuales tienen que ser considerados.

La creación de mantenciones nace de la necesidad de cubrir dos puntos importantes los cuales son:

- La confiabilidad en el suministro de vapor.
- La operación con buenos niveles de eficiencia.

El principal objetivo de estos puntos es ahorrar costos, como lo es en la gran mayoría de las empresas, ya que este que puede generar una falla imprevista en el suministro de vapor en un proceso productivo, al igual que disminuir todos los costos posibles en la operación del equipo.

Al no seguir las instrucciones del fabricante, es muy probable que esto se traduzca a una falla imprevista, en donde tendremos como consecuencia una anomalía en la generación de vapor. No contar con una mantención adecuada en el

equipo, nos traerá consecuencias en su proceso productivo, el cual se traduce a costos de producción por paradas inesperadas del equipo.

Un ejemplo de esto es que cada 20°C que aumente la temperatura de salida de gases en la caldera, genera un 1% en el consumo de combustible, esto se produce por la acumulación de hollín sobre las superficies de transferencia de calor, podemos concluir que al no contar con una mantención adecuada generamos costos en la producción de vapor, los cuales se pueden evitar.

I.4.d.1.a Trabajos de mantención

Con el objetivo de mantener la caldera en óptimas condiciones, se enumerarán a continuación los tipos de mantención que se deben realizarse.

I.4.d.1.a.1. Mantención Diaria

Esta mantención tiene relación directa con el monitoreo del equipo, revisar constantemente el proceso y sus funciones para no encontrar anomalías, donde se tendrán que revisar los siguientes puntos.

- Verificar condiciones de operación.
- Verificar forma y color de la llama.
- Verificación de la operación de la detención del quemador por bajo nivel de agua.
- Verificación de la operación de las válvulas de seguridad de la caldera.

En el caso de la primera, ésta hace énfasis en revisar la presión y temperatura del combustible. En el segundo punto nos nombra la forma y color de la llama, esto se puede realizar mirando a través de la mirilla y tomar atención en la llama, la cual no debe estar tocando las paredes de la cámara de combustión y, además, verificar que su color sea el correcto, lo que dependerá del combustible.

I.4.d.1.a.2. Mantención Semanal

En esta mantención se hace énfasis a limpiezas menores, lubricación y ajustes de la posición de componentes de los quemadores. A continuación, se revisarán con más detalle los puntos necesarios en esta mantención:

- Limpieza de filtros.
- Ajuste de la posición de electrodos de encendido, difusor, etc.
- Limpieza de sensores de llama.

- Verificación apriete sistema accionamiento damper y válvulas control.
- Lubricación piezas móviles.

I.4.d.1.a.3. Mantenimiento Mensual.

En la mantención mensual nos enfocaremos en limpiezas más profundas y ajustes de instrumentos de control. Algunos puntos para revisar son los siguientes:

- Reapriete y limpieza de terminales.
- Limpieza válvulas solenoide y de control.
- Verificación ajuste presostatos, termostatos y transmisores.

I.4.d.1.a.4. Mantenimiento Semestral

En esta mantención nos enfocaremos en limpiezas intensivas y la calibración de los quemadores.

- Limpieza circuito de gases.
- Reparación material refractario.
- Reemplazo sellos cajas de humo.
- Inspección lado de agua para verificar efectivamente del tratamiento de agua, en lo que a prevención de incrustaciones y corrosión se refiere.
- Inspección estanque de condensado.
- Limpieza estanque GLP.
- Reemplazo empaquetaduras tapas registro hombre y mano acceso a lado de agua.
- Limpieza de sifones en los que se encuentran instalados los presostatos, transmisores de presión y manómetro de vapor de la caldera.
- Limpieza de filtros líneas de agua.
- Reemplazo boquilla.
- Reemplazo electrodos encendido.
- Reemplazo sensor de llama.
- Reemplazo cables alta tensión.
- Reemplazo transformador alta tensión.
- Reemplazo bomba petróleo.
- Calibración del quemador sobre la base de un análisis de gases productos de la combustión.

I.4.d.1.a.5. Rendimiento de una Caldera

Según la Rae (2019) rendimiento es “Fruto o utilidad de una cosa en relación con lo que cuesta, con lo que gasta, con lo que en ello se ha invertido, etc., o fruto del trabajo o el esfuerzo de una persona” en este caso, llevándolo a el área ingenieril o más bien de calderas, esto se puede interpretar como el calor que se traspasa al quemar el combustible y poner en contacto el comburente con el agua generando el vapor.

La fórmula donde se representa esto es:

$$RENDIMIENTO = \frac{\text{Calor contenido en el vapor}}{\text{Calor contenido en el combustible quemado}} \times 100$$

En la práctica en una caldera, el rendimiento que se obtiene comúnmente es de un 70%, ya que el 30% restante se pierde en los siguientes puntos:

- Por combustión incompleta..... 9.80%
- Por gases calientes de chimenea..... 14.00%
- Por cenizas o escorias..... 2.38%
- Por radiación y otras causas..... 3.35%

Esto se puede trabajar de las siguientes maneras:

- a. Mejorar la combustión y el sistema de quemar el combustible. Una forma de realizar esto es limpiando el hollín que se encuentra dentro de la caldera.
- b. Preocuparse que los gases que salen de la caldera por la chimenea no superen la temperatura de 300 °C, ya que si esto ocurre afectamos al tiraje y nos encontramos con pérdidas elevadas por los gases calientes.
- c. Una perdida sustancial se genera por la radiación, esto lo podemos atacar aislando las zonas que repelen mayor poder calorífico.
- d. Utilizar pre-calentadores de agua para que esta ingrese a la caldera y tenga una temperatura superior a la temperatura ambiente, con esto la caldera ahorra energía al momento de generar el vapor.
- e. Mantener siempre limpia la caldera y los conductos de humo, para que no se generen obstrucciones, ya que ésta genera pérdidas de energía.
- f. Realizar un tratamiento de agua adecuado para no generar incrustaciones en el equipo.

I.4.d.1.a.6. Coeficiente de Evaporación o Vaporización

Este valor da el número de kilos de vapor generados por la cantidad de kilos de GLP quemados en el hogar. La fórmula para terminar esto es la siguiente:

$$\begin{aligned} & \textit{Coeficiente de Evaporación o Vaporización} \\ & = \frac{\textit{Cantidad de kilos de vapor generado(Hrs)}}{\textit{El peso en kilos del combustible (Hrs)}} \end{aligned}$$

Esto es muy importante, ya que con él podemos hacer una comparación de la cantidad de combustible que quemamos, con la cantidad de vapor que generamos. En conclusión, entre mayor sea su rendimiento, mejor la calidad del combustible y el sistema de combustión, mayor será la cantidad de vapor generado por él, con esto podemos intuir que es directamente proporcional, por ende, tendremos un mejor coeficiente de evaporación

I.4.d.1.a.7. Tratamiento del agua

El agua que alimenta a las calderas tiene propiedades específicas, es por esto que su uso debe ser específico, dejando automáticamente de lado a aquellas aguas que muestren cierta dureza. En este sentido, el agua potable (blanda) es dura para su utilización, al igual que aquellas aguas que vienen de pozos profundos, siendo las aguas naturales, casi en su totalidad, no servibles para su uso en calderas, esto debido a que pueden generar incrustaciones que no son visibles a simple vista. Los elementos que estas aguas contienen no desaparecen por filtrado, a menos de que sean eliminadas; de no ser así, se depositarán como lodo o incrustación, lo que es importante porque:

- 1) La acumulación de incrustaciones provoca mayor temperatura en la superficie de los tubos y perjudicial a las paredes de los mismo.
- 2) La disminución de la sección de paso de los tubos para el agua origina pérdidas de carga por rozamiento y circulación defectuosa en la caldera.

Al hablar sobre la dureza del agua, nos referimos a la cantidad de carbonato de calcio (CO_3Ca) que ésta posea, lo que incluye los convenientes y valencias de los otros compuestos de calcio y magnesio que pudiesen estar presentes. En este sentido, la dureza se expresa en grados hidrométricos, los cuales son representativos de la cantidad de miligramos de carbonato de calcio que estén presentes por cada litro de agua.

Gaffert (1981) menciona que:

El hecho de que un agua sea blanda, por ejemplo, que, en el análisis de uno a dos grados hidrotimétricos, no significa que no sea capaz de formar lodos o incrustaciones. Como en una caldera se concentra las sales por evaporación es factible llegar a una concentración de 10 es a 1 que aplicado al ejemplo nos daría agua con una dureza de 10° a 20° . (p.166)

El agua de alimentación del generador debe responder a determinadas características con el objetivo de evitar corrosiones, depósitos calcáreos, fangos, etc.

Los límites máximos de dureza total del agua permitidos son:

- Dureza total residual del agua de alimentación: Máx. 0,5 grados franceses
- Salinidad total del agua en la caldera: Máx. 4000 P.D.
- Alcalinidad del agua en la caldera como $CaCO_3$: Máx. 1200 P.D.

Con más detalle es necesario distinguir agua de alimentación.

Agua de alimentación			Frecuencia de los controles
pH	7,5 – 9,5		Semanal
Dureza total	5 mg	$CaCO_3/kg$	Cada turno
Oxígeno	100 μg	O_2/kg (hasta 15 bar)	Semanal
Oxígeno	50 μg	O_2/kg (de 16 a 25 bar)	Semanal
CO_2 Libre	200 μg	O_2/kg	Semanal
Hierro	100 μg	Fe/kg	Semanal
Cobre	100 μg	Cu/kg	Semanal
Sustancias oleosas	1 mg/kg		Cada turno
Cloruro	200 mg/kg		Semanal

Tabla 2: Extraída de “Manual de instrucciones, Caldera de vapor AS-500 3P”

El objetivo que se busca con el tratamiento del agua de alimentación de calderas es básicamente:

- Impedir las incrustaciones sobre las superficies de calefacción de la caldera y sus accesorios: una capa de incrustaciones reduce la transmisión de calor y simultáneamente eleva la temperatura de las paredes metálicas. También tenemos el inconveniente de la reducción de sección de los tubos. Cuando la temperatura del material de estos llega alrededor de los 500°C, hay un serio peligro de recalentamiento y explosión de la caldera.

- Eliminar la corrosión: esto va unido a la purga del oxígeno y ácido carbónico disueltos; la principal defensa contra la corrosión por el oxígeno consiste en des-airear por completo el agua de alimentación, mediante un calentador de ventilación o de un pozo de condensado ventilado de un condensador de superficie. Si quedasen trazas de oxígeno todavía se suelen eliminar añadiendo sulfito al agua en la aspiración de la bomba de alimentación. También es necesario para proteger la superficie de la caldera, el mantener la concentración de hidrogeniones (pH)* conveniente en el interior de la caldera.

De hecho, el problema de la corrosión está lejos de poderse considerar resuelto, tanto en lo que atañe a la causa como a la solución. Con el uso de agua de alimentación muy pura el problema de ahí acentuado.

- Supresión de los “arrastres” para evitar los depósitos en los tubos recalentadores y alabes de las turbinas: la eliminación de los arrastres por el vapor (líquidos y sólidos), se ha realizado con un progreso considerable, limitando la totalidad de sólidos presentes en la caldera por una purga más continua y por la graduación de la alcalinidad.
- Prevenir fracturas inter-cristalinas del metal: considerado el más desconocido, por lo que las opiniones de los expertos difieren en cuanto a las causas y el tratamiento adecuado que debiese darse para esto.

En cuanto al valor que debe tener el pH, es necesario tener en cuenta que este es el índice de la fracción de hidrógeno ionizado que se encuentra presente. Es necesario mencionar que el equilibrio entre los elementos presentes, varían según la temperatura, donde el pH será alcalino cuando se observan altas temperaturas o ácido cuando éstas sean bajas. Los niveles mencionados anteriormente, servirán como predictor de la intensidad y cantidad de una posible corrosión.

Según Gaffert (1981) cuando se aplica un tratamiento químico al agua, “deja en ésta un pequeño exceso de sosa, que da un valor relativamente elevado de pH, generalmente superior a 9, y se ha observado que, con este valor, la ligera alcalinidad reduce sensiblemente la tendencia a la corrosión” (p.167).

Con el objetivo de reducir la corrosión, es necesario eliminar el oxígeno, ya que, al disociarse el agua en el recalentador, este reacciona con el metal de los tubos. Además de lo anterior, otra forma, menos efectiva, de reducir la corrosión, es mantener los índices de alcalinidad en el agua en grados altos. “De hecho, el problema de la corrosión está lejos de poderse considerar resuelto, tanto en lo que atañe a la causa como al remedio. Con el uso de agua de alimentación muy pura, el problema se ha acentuado” (Gaffert, 1981, p.167).

I.4.d.1.b. Mantenimiento preventivo de calderas

La necesidad de realizar de forma paulatina un mantenimiento en los equipos se dan por la aparición de problemas como corrosión de materiales y la posterior disminución del espesor de estos a causa de la erosión, generación de impurezas que se acumulan en las zonas de transferencia térmica, las fluctuaciones térmicas, etc. Problemas que son de carácter operativo y que tienen relación con el desgaste de los materiales, los que terminan por afectar de forma directa a la producción y rendimiento de los equipos.

Con el objetivo de detectar los problemas de funcionamiento, a continuación, se mostrará en dos apartados las consideraciones necesarias para este propósito:

I.4.d.1.b.1. Tipos de mantenimiento

La mayoría de las plantas, a lo largo de la historia, han trabajado sobre un plan de mantenimiento a la falla, es decir, se espera que el equipo presente la falla para realizar una reparación. En estos mantenimientos se requiere una baja planificación, pero sus consecuencias son de carácter negativo dado a que se repara el equipo cuando este ya no puede seguir su proceso productivo.

Por otra parte, se encuentra el mantenimiento preventivo, el cual mezcla análisis predictivos con pruebas técnicas, determinando la frecuencia de la revisión general o parcial o, en su defecto, reparación o sustitución del equipo para maximizar el tiempo operativo. Este mantenimiento es actualmente aceptado, ya que se ahorran costos mediante la fiscalización de los parámetros más influyentes de las máquinas, al contrario que con el mantenimiento mencionado en el párrafo anterior, lo que conlleva una mayor eficiencia y producción.

La gran problemática del mantenimiento debería tener un enfoque en la visión de cuánto costaría a futuro no realizar dicho programa de forma

activa, ya que este conlleva una inversión inicial alta, pero da una mayor eficiencia y seguridad.

I.4.d.1.b.2. Programas de mantenimiento e inspección

La mayor parte de los problemas que se generan en la caldera, pueden disminuir gracias a los mantenimientos e inspecciones que se dan para su buen funcionamiento. La idea principal de esto es realizar operaciones seguras en el equipo, junto con ello, se consigue seguridad, eficacia y continuidad de la operación. Lo anterior necesita de un soporte creado por operadores y personal de mantenimiento, quienes están encargados de resolver las problemáticas que surjan a lo largo del tiempo.

Al pasar de los años, los procesos productivos se han ido automatizando para controlar las calderas de forma más fácil, logrando así un proceso más seguro y eficiente, además, se requiere a un personal especializado en la materia. En el caso de que el sistema presente fallas, el ingeniero de operación debe tener las habilidades necesarias para poder llevar el control manual del equipo y una segunda lectura separada.

Algunos accidentes que se pueden generar en las calderas son:

- ✓ Al tener los sistemas automatizados los operadores no supervisan de forma adecuada, ya que algunas veces, los controles pueden llegar a dar falsas lecturas, generando una baja seguridad.
- ✓ Mal desarrollo de pruebas de válvulas de seguridad sobre una base concisa y estable.
- ✓ Al tener déficit de mantenimiento en la caldera y los equipos auxiliares, más específicamente, en la alimentación de caldera de reserva y de corte por bajo nivel de agua, se genera un daño irreparable en el equipo por desprecio de tratamiento de agua, además de limpieza y comprobación de controles.
- ✓ A medida en la que la tecnología ha ido avanzando, en relación a las calderas automatizadas, también se ha complejizado la intervención en los controles de seguridad cuando se generan errores.
- ✓ Al mantener combustible en suspensión dentro de una caldera, esto puede llevar a un sobre calentamiento en seco, lo que genera una relación de aire-combustible peligrosa que puede

generar incidentes o accidentes si los controles de seguridad no trabajan a tiempo.

Tomando en cuenta los puntos anteriormente expuestos, se puede decir que las calderas pequeñas constituyen un riesgo de explosión inminente para las instituciones que las poseen si no se realizan las atenciones que éstas requieren.

I.4.d.1.b.3. Posibles fallas en el equipo

Con el objetivo de abordar el mantenimiento del equipo de la mejor forma posible, es necesario mencionar cuáles son las posibles fallas que se puedan llegar a generar, por lo que se mencionarán las siguientes:

- ✓ *Problemas de combustión:* En el caso de las calderas pequeñas, es necesario una atención especial para el aire de combustión; con el objetivo de asegurar un tiro de presión para el ingreso del aire en una caldera cerrada y compacta, se deben realizar entradas de aire exterior.

Es necesario tener en cuenta una serie de precauciones en la operación y mantenimiento de un sistema automático, siendo necesario:

- ✓ Mantener cerradas las válvulas manuales previo al trabajo sobre el quemador, además se hace necesario desconectar la alimentación eléctrica a las válvulas automáticas.
- ✓ Procurar durante el arranque mantenerse alejado del quemador o caldera.
- ✓ Es necesario seguir siempre las instrucciones del fabricante al manipular manualmente o pulsar los relés.
- ✓ No utilizar cinta aislante, pegamento u otros dispositivos para el bloque permanente de los relés eléctricos.
- ✓ No alterar el temporizador del dispositivo de control y seguridad de llama.
- ✓ No utilizar acoples ni puentear ningún dispositivo electrónico de seguridad.
- ✓ Es necesario revisar de forma visual cada cámara de combustión con el objetivo que no exista acumulación de combustible previo al arranque o puesta en marcha del generador.

✓ *Corrosión y sus efectos*: conocida como un proceso de deterioro lento y normalmente controlable, las causas más frecuentes de la aparición de la corrosión son:

- ✓ El oxígeno disuelto.
- ✓ Corrosión por quelatos.
- ✓ Ataques causticos.

Al momento de tipificarla es posible clasificarla en general como localizada, corrosión en grietas y corrosión galvánica; en el caso de la corrosión con grietas esta se presenta cuando un líquido corrosivo se asienta en una grieta, mientras que la corrosión galvánica aparece cuando dos metales que no son similares se exponen y entran en contacto con el otro por medio de una corriente o tensión eléctrica.

Otra forma de corrosión es aquella que ocurre por desgaste, la que se da cuando dos metales se rozan, destruyendo la capa protectora y exponiendo a una nueva oxidación su superficie.

Como efecto de la corrosión, la resistencia de ciertas partes se reduce, por lo tanto, la presión que esta admitirá también debe reducirse dado el efecto debilitador que genera la corrosión. Las acanaladuras o ranurado, son formas de deterioro causadas por la corrosión localizada y concentración de tensiones causadas en la chapa de la caldera. Cuando esta ranura tiene lugar en una zona que se encuentra a altas concentraciones de tensión puede producir una gran extensión de las costuras de una virola o calderín no arriestrado de una caldera, lo que desemboca en la nula capacidad de reparación que existe; es por lo anterior que la presión que admite tiene que ser disminuida o en su defecto se debe tomar la decisión de retirar permanentemente la caldera del servicio.

I.4.d.1.b.4 Seguridad en la ejecución de inspecciones

Con la finalidad de ver los aspectos relacionados con la seguridad en el mantenimiento de la caldera, es que se presentarán a continuación los tópicos a tener en cuenta:

- a) Entrada al recipiente (espacios confinados): ésta debe tener un sistema seguro de aproximación con el fin de evitar problemas de asfixia o el contacto con residuos que puedan ser considerados peligrosos, para esto es necesario que la vasija sea tratada con vapor y posteriormente lavada

hasta conseguir reducir el contenido a un nivel que se considere tolerable. Será necesario realizar comprobaciones mediante un explosímetro con el fin de asegurar que es seguro entrar, entendiendo que cabe la posibilidad de que exista contenido inflamable.

- b) Problemas de válvula de seguridad: con el objetivo del correcto funcionamiento de las válvulas, se debería realizar una inspección frecuente a estas, donde en el caso de las calderas moderadas, debiese accionarse por acción de la palanca por lo menos una vez por semana. Una vez por semestre se debe elevar la presión de ésta para que se despegue mediante su funcionamiento. En el caso que la válvula sopla a menor presión de la normal.
- c) Usos y registros: En el caso de las calderas individuales, se hace necesario un registro con el fin de llevar cuenta de las operaciones y mantenimiento de los controles, además de los dispositivos de seguridad.

Las pruebas mínimas contribuirán a llevar un control más exacto de la caldera, lo que permite saber si ésta se encuentra óptima para su funcionamiento. Será necesario que las pruebas ya establecidas, se realicen con una frecuencia determinada de forma previa; de encontrarse un desperfecto en el funcionamiento, deberá ser corregido inmediatamente.

En una caldera, se encuentran dispositivos vitales, como, por ejemplo: válvulas de seguridad, niveles de agua y dispositivos de corte; los cuales nunca deben funcionar sin vigilancia y menos sin haber realizados las evaluaciones pertinentes.

Es de suma importancia realizar los registros de forma paulatina, con el objetivo de evitar perturbaciones y posibilitar el uso en estados adecuados, es por esto que se deben considerar las presiones y la temperatura que el equipo pueda mantener, al igual que poner atención a los tiempos de soplados de hollín y a las purgas que se realizan en las columnas de agua, tal como cuando se operan las válvulas de purga.

- d) Prueba: éstas son de carácter esencial para mantener la eficiencia que requiere la caldera, siendo necesarias, en el caso de las calderas de pequeñas dimensiones, las comprobaciones del agua una vez por semana. En el caso de las pruebas de calibración de manómetro, deben llevarse a cabo de forma esporádica, según un itinerario previamente establecido. Se hace necesaria la realización de diversas pruebas en los distintos dispositivos de seguridad, como lo son:

- ✓ Válvulas de seguridad.
- ✓ Dispositivos de corte de llama por presión.
- ✓ Dispositivos de seguridad de llama.
- ✓ Enclavamiento de ventiladores.
- ✓ Quemadores.
- ✓ Bombas de alimentación.
- ✓ Dispositivos de corte por bajo nivel de agua.

El nivel de agua bajo es una de las causas más frecuentes en las paradas de caldera y aún más en caldera automáticas, es por esto que se debe comprobar las tres zonas principales que puedan provocar incidentes de esta índole:

- ✓ Sistema de alimentación de agua: este debe tener la capacidad necesaria para mantener los niveles de agua en la caldera en condiciones óptimas.
- ✓ Controles de seguridad por bajo nivel de agua: este debe indicar cuando el agua es inferior al nivel mínimo necesario para su funcionamiento.
- ✓ Actuadores del corte de combustible: al activarse los sensores del nivel de agua bajo, estos automáticamente tienen que detener el flujo de combustible.

Otra de las pruebas que deben realizarse en una caldera, es la inspección continua de los controles de flotación, esto con el objetivo de asegurar su buen funcionamiento. Es importante realizar este proceso, ya que estos controles se pegan o enlodan cuando quedan restos de sedimento, los que se adhieren al flotador. Lo anterior se puede prevenir, purgando de forma periódica la cámara de flotación, además, una vez por semestre es necesario que se desmonten los componentes del flotador, limpiando las incrustaciones y sedimentos que este contenga. Para finalizar, una vez que ya se han examinado los controles de flotación, se debe purgar la columna de agua, limpiándola cuidadosamente.

Los controles de tipo electrónico requieren una inspección en las siguientes zonas:

- ✓ Revisar los aislantes de los electrodos, ya que estos se introducen en los anillos, chapas de caldera o columnas de agua, provocando puentes a lo largo del tiempo producto de la suciedad causada por humedad o que estos se vean rotos, generando que las corrientes fluyan por la caldera, lo que provoca que el electrodo se queme.

- ✓ Corroborar que los electrodos y cableado donde se unen con la caldera no presenten conexiones rotas, de ser así, esto genera sensibilidad en los electrodos o probetas.
- ✓ Cuando se requiere un cambio de electrodos, es necesario asegurar que este tenga las mismas características del anterior, de no ser así, este puede generar señales un punto por debajo del nivel requerido de agua.
- ✓ Revisar periódicamente los electrodos, asegurando que estas no contengan incrustaciones, sedimentos y lodo en la columna de agua, ya que éstas pueden cortar el circuito eléctrico dando un falso nivel de agua.

I.4.e Operador de caldera

Los últimos avances realizados en la operación y mantenimiento de las calderas han generado que existe un recambio en los equipos de control y la instrumentación. En este sentido se busca una mejora en el rendimiento de las calderas lo que incluye aumentar la eficiencia confiabilidad por medio de consideraciones técnicas, asegurando que el servicio sea continuo y seguro, por lo que necesita generar practicas adecuadas de ingeniería.

Junto con lo anterior el concepto de fiabilidad ha cambiado por lo que es necesario identificar medidas físicas que puedan ocasionar roturas y con relación a éstas ajustar los límites para la toma de acciones correctivas. Bajo esta perspectiva el termino de mantenimiento basado en el ordenador es utilizado a menudo.

I.4.e.1. Condiciones Exigibles a los Operadores

Según las normas sobre generador a vapor, se deben cumplir los siguientes puntos:

- Capacitación del operador: el personal requerido para operar una caldera tiene que estar capacitado para esta labor. Para ello el fabricante, instalador o el usuario con título técnico deberá realizarle la inducción necesaria para poder trabajar en el equipo.
- Responsabilidades: el operador de caldera tiene que vigilar, supervisar y realizar el control del equipo, debe tener los cuidados pertinentes y tener claro los peligros que conlleva esto, ya que una mala maniobra, mantención o conducción sería perjudicial para el equipo y para la persona a cargo.

Es obligatorio para el operador de caldera colocar el equipo en marcha, revisar las condiciones de operación y cerciorarse que está todo en correcto estado, revisando todos los dispositivos de seguridad, limitadores y controladores.

I.4.e.2. Sistema de vigilancia de las calderas

Cada fabricante indica cuáles son las áreas que necesitan mayor vigilancia, siendo estipuladas en el manual de cada caldera.

Cada sistema de seguridad necesitará cumplir los siguientes requisitos:

- Vigilancia directa: en este tipo de vigilancia el operador tiene que estar constantemente en la sala de calderas para que en caso de alguna emergencia él pueda actuar inmediatamente. En la sala de calderas tiene que existir un pulsador de emergencia el cual, una vez que se active, detenga inmediatamente la energía del sistema. En caso de que el fabricante no de la información sobre el tipo de vigilancia que requiere el equipo, este se tomará automáticamente como una vigilancia directa.
- Vigilancia indirecta: para este sistema de vigilancia no es necesario que el operador de caldera esté constantemente en el equipo, el fabricante señalará cada cuánto tiempo se deberá comprobar el equipo. Las calderas que comúnmente ocupan este sistema son las automáticas, en este caso los operadores de caldera tendrán que ir a comprobar cada cierto tiempo su funcionamiento. En caso de una emergencia con el equipo se tendrá que pasar automáticamente a vigilancia directa hasta solucionar el inconveniente.

I.4.e.3. Arranque de caldera

Antes de poner en marcha un generador de vapor es necesario tener en cuenta los siguientes puntos para no llegar a provocar un incidente o accidente:

- Verificar válvulas de seguridad.
- Verificar válvulas cerradas.
- Revisar control de nivel de agua.
- Revisar el nivel del tanque de condensado.
- Revisar el nivel de combustible.
- Accionar interruptor principal.
- Encender el tablero de control.

- Controlar el encendido de la caldera.
- Vigilar el aumento de presión de la caldera.
- Vigilar el aumento de temperatura de la chimenea.

El primer paso que se debería hacer para verificar que está todo en correcto orden, es el nivel de combustible, condensado, suministros de agua y caldera. En el caso de que estos niveles no se encuentren dentro de los rasgos mínimos de operación, el tablero de control no permitirá la partida del equipo.

Es pertinente realizar una revisión de válvulas, ya que es requerido el cierre de alguna de ellas para su funcionamiento.

Al ser la primera puesta en marcha del equipo, luego de que este hubiera estado un lapso considerable detenido, preocuparse de iniciar lentamente para que el cambio de temperatura no afecte a los componentes de este.

Válvulas cerradas:

- Purga del fondo de la caldera.
- Purga de columna de agua.
- Alimentador de Agua del inyector.
- Entrada de vapor del inyector.

Válvulas abiertas:

- Purga alta de la columna de agua.
- Entrada de agua al tanque de alimentación de la caldera.
- Entrada de agua a la caldera a través de la bomba de alimentación.

Deberá abrir completamente la válvula de purga de limpieza del cristal de nivel para evitar mediciones erróneas, en el caso de requerirse eliminar partículas de aire, se debería abrir y cerrar las válvulas alta, media y baja de purga de la columna.

Luego de realizar lo mencionado en el párrafo anterior, es necesario cerciorar el nivel y temperatura del tanque de condensado, ya que este debería tener una temperatura alrededor de los 80°C, después de esto purgar y limpiar el cristal del nivel.

El tanque de combustible debe tener el nivel necesario para la puesta en marcha del equipo, además se debe electrificar el panel principal de energía para alimentarlo y a sus componentes.

Colocar el control de flama en el quemador al mínimo para luego accionar el interruptor del quemador.

Tener en cuenta que una vez encendida la caldera, se debe mantener durante 10 min. a fuego bajo y luego parar durante 3 min. para que el cambio de calor no sea brusco y no dañe los componentes del equipo. Realizar esta operación hasta obtener una presión de 50 lbs. en la caldera, cuando ésta llegue a este punto, purgar la caldera y dejar funcionar hasta tener la presión dada por fabricante.

Luego de esto, dejar la caldera en fuego alto y abrir lentamente la válvula principal de salida de vapor (válvula globo) y purgar línea de vapor.

Una vez la caldera en marcha, deberá fijarse en el manómetro de presión para vigilar el aumento de presión de vapor, una vez que la caldera llegue a su presión de trabajo se apagará, por otra parte, cuando la presión disminuya el presostato iniciará otra vez la caldera.

Si el termómetro indica que la temperatura del agua y la temperatura de los gases de salida, tienen una diferencia de más de 52°C, puede deberse a que nos encontramos con suciedad en el interior de la caldera.

Si el termómetro indica 80°C más que la temperatura del agua es porque tenemos hollín en el interior de la caldera. En estos casos es necesario realizar una labor de limpieza para retirar estas partículas.

I.4.e.4. Entrenamiento de emergencia

Es indispensable para una planta de calderas realizar un entrenamiento de emergencia al personal de operación, utilizando una instrucción individual cuando las plantas son pequeñas o instrucciones especializadas en cada área para plantas más grandes. En el caso de que la emergencia derive de problemas relacionados a un bajo nivel de agua de la caldera, a la rotura de sistema de presión o a un fallo de enclavamiento de sistema cada uno de los trabajadores debe tener previamente asignado los deberes específicos y un lugar definido en los cuales desarrollar su labor optimizando el proceso y haciendo más eficiente la ejecución de los mismos.

Al contar con un ingeniero con las capacidades necesarias, es posible tener una anticipación casi instantánea de muchas emergencias, reacciones aún más rápidas que la de un sistema de alarma.

Un operador de caldera en caso de una inundación en los equipos debe tomar las siguientes precauciones antes de volver a su labor cotidiana:

- ✓ Es necesario inspeccionar limpiar y lubricar las válvulas de seguridad, inspeccionándolas y probándolas.

- ✓ En el caso de los cortes por nivel de agua bajo, es necesario que se limpie y se cablee nuevamente si esto fuese pertinente, además de esto renueve las probetas y dispositivos de conexión de mercurio, luego de esto inspeccione y pruebe.
- ✓ Limpie, revise y pruebe los controles de límites, de ser necesario renuévelos.
- ✓ Al igual que en el anterior los dispositivos de control y seguridad de llama deben ser limpiados, inspeccionados y probados.
- ✓ Debiese realizar una inspección interna a la caldera eliminando cualquier acumulación de lodo que pudiese existir.
- ✓ Al momento de arrancar la caldera se deben probar los dispositivos de seguridad de llama, lo de corte por nivel bajo, los controles de limite y las válvulas de seguridad.
- ✓ Una vez realizado todo lo anterior es necesario que se realice un monitoreo de la operación de cada uno de los controles y dispositivos presentes con el fin de visibilizar posibles fugas, purgas obstruidas vidrios de nivel de agua sucio y evidencias que se necesite limpieza más profunda u otras reparaciones.

I.4.e.5. Paro de Emergencia

Realizar un paro de emergencia se hace necesario cuando un problema operacional o una falla en el equipo no dejan operar en condiciones óptimas la caldera, por lo tanto, se detiene el proceso productivo de ella. Esta operación puede ser realizada por el operador de forma manual o el mismo equipo de forma automática.

- Apagado automático del equipo: la caldera se detiene ya que un sensor detectó una anomalía en la operación.
 - ✓ Pasos que seguir en caso de este acontecimiento:
 - Observar las alarmas.
 - Desenergizar las válvulas de combustibles desde el tablero y dar media vuelta a las válvulas manualmente.
 - ✓ Causas
 - Nivel de agua insuficiente para operar.
 - Flujo de aire insuficiente por defecto en el ventilador, lo cual genera una falla en el control de combustión. En este caso revisar la última posición del damper y luego ventilar.
 - Presión de combustible bajo el nivel requerido.

- Falta de llama, en estos casos esto se puede originar porque la válvula principal cortó el combustible y se necesita revisar los solenoides.
 - Ausencia de energía eléctrica.
 - Disparo de emergencia.
- Apagado manual: Se detendrá el equipo cuando:
- El ventilador tenga algún desperfecto, los cuales pueden ser rodamientos en mal estado, que el modutrol tenga algún daño o desperfectos en las compuertas o que la chimenea tenga alguna obstrucción.
 - Inflamación en el quemador, esto puede ocurrir por fugas de aceite o por roturas de anillos en las uniones de gas.
 - Presencia de partículas líquidas en el gas.
 - Estropicio de las cañerías, en estos casos apagar la caldera inmediatamente.

I.4.e.6. Consideración de elementos que pueden causar fuego

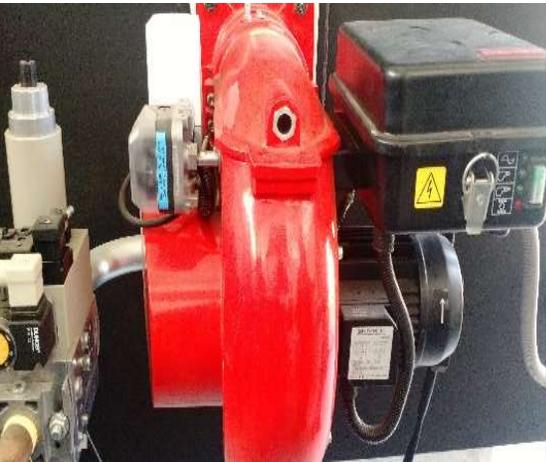
Con el objetivo de identificar señales y emprender acciones que consigan corregir presencias de fuego en focos potenciales los operarios deben tener en cuenta que las causas del fuego pueden ser:

- ✓ Contacto de la llama abierta, los materiales y los combustibles.
- ✓ Gas expuesto por largos periodos de tiempo al calor de los combustibles. Cuando los tubos de vapor no poseen los aislamientos suficientes pueden llegar a hacer arder la madera, suciedad, polvo, etc.
- ✓ La combustión espontánea provocada por la oxidación de un material conductor del calor de forma lenta y a una temperatura ordinaria, generando que el calor de la oxidación no se desprenda, donde la velocidad de la reacción hará que la temperatura aumente al mismo ritmo, alcanzando una combustión auto-sostenida, lo que produce fuego.
- ✓ Cuando una sustancia con gran desprendimiento de calor se descompone de forma rápida, se generan explosiones o una propagación rápida de las llamas, lo que también puede ser ocasionado por un desprendimiento rápido, generado por la presión o por vapores inflamables.

CAPÍTULO II: LEVANTAMIENTO DE EQUIPO

II. LEVANTAMIENTO DE EQUIPO

IMAGEN EQUIPO	DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
	<ul style="list-style-type: none"> • El agua dura se extrae desde una puntera a través de una bomba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Electrobomba centrifuga monofásica. <ul style="list-style-type: none"> - Marca: Pedrollo - Modelo: CPm158 - HP: 1 - Caudal: 160 l/min.
	<ul style="list-style-type: none"> • Área encargada del tratamiento del agua. • Mantiene la cantidad de minerales según los parámetros establecidos. • Control de sales de magnesio y calcio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba dosificadora electromagnética de diafragma. <ul style="list-style-type: none"> - Marca: Aquaclean - Modelo: DPQ 1 • Estanque de 150 L, tapa rosca de polietileno lineal LLDPE.
	<ul style="list-style-type: none"> • Estanque horizontal con forma toroidal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene una entrada en la parte superior lado izquierdo. • Entrada por lado inferior izquierdo, salida parte inferior derecha y un retorno parte superior derecha.

	<ul style="list-style-type: none"> • Bombas encargadas de suministrar el agua tratada a la caldera. • Bombas de trabajo independiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricante : CNP • Modelo: CDLF 2-18 • Voltaje: 380 V • Potencia: 3 HP - 4,8 A • Caudal: 53,3 – 16,6 Lts/min. • Presión: 91 – 161 MCA
	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula que permite el suministro de agua a la caldera 	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de paso
	<ul style="list-style-type: none"> • Dos estanques de gas GLP que suministran el combustible a la caldera 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulador Equimeter <ul style="list-style-type: none"> - Mod: #143-80-2 • Dos Estanques horizontales de 4000 Lts con pintura especial.
	<ul style="list-style-type: none"> • Genera la llama la cual fluye por los conductos de la caldera los cuales calientan el agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Quemador de gas a dos estadios. <ul style="list-style-type: none"> - Modelo: GVPF 50/2CE - Marca: Blowtherm - Potencia térmica: 116 kW min/ 232 kW min – 522 kW max. - Caudal GLP: 4,5 Nm³/h min / 9 Nm³/h – 20,

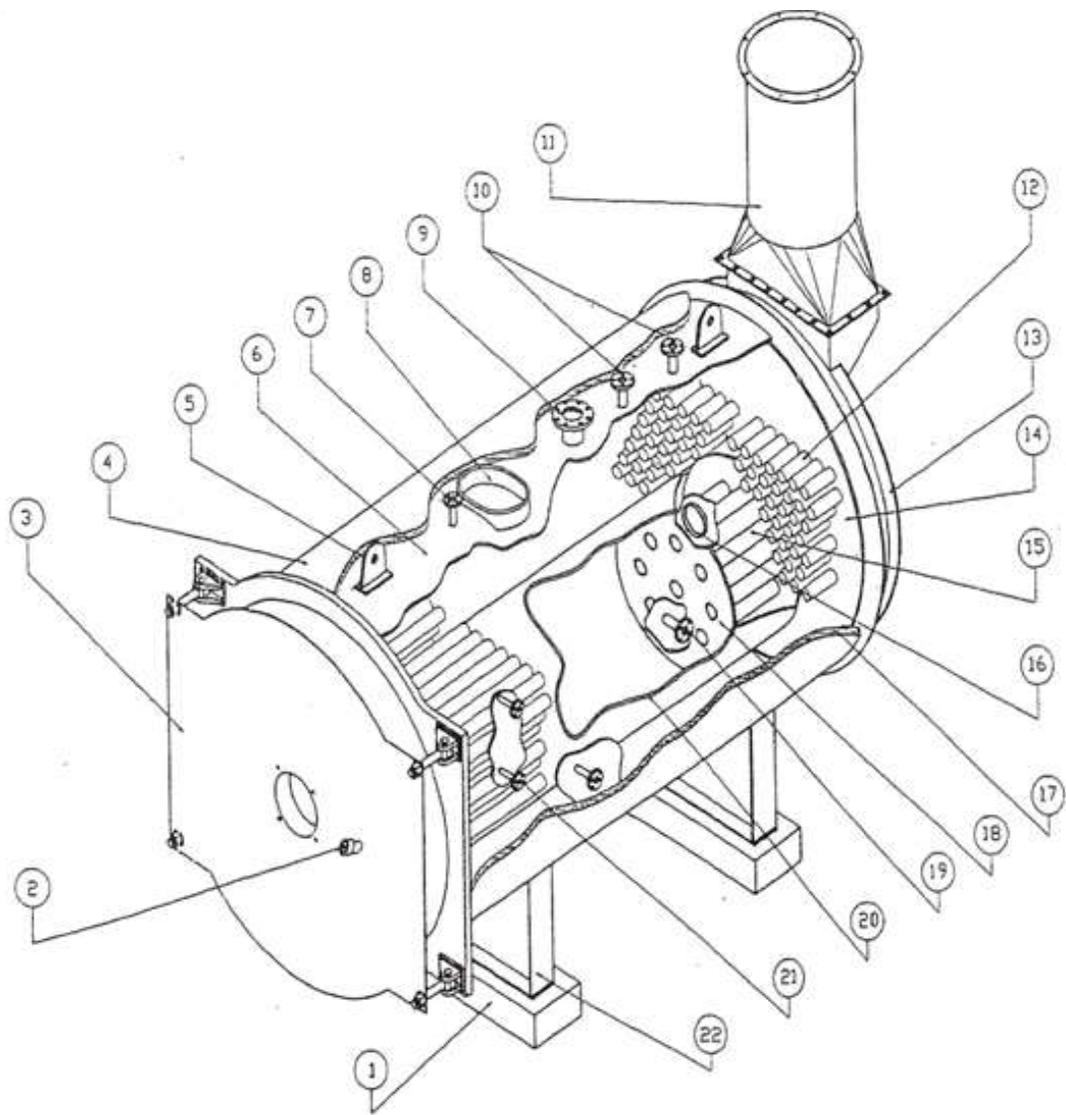
		<ul style="list-style-type: none"> - Motor ventilador: 740 W - Max t° aire comburente: 60°C
	<ul style="list-style-type: none"> • Accesorio de seguridad. En caso de sobre presión este libera la energía acumulada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de seguridad <ul style="list-style-type: none"> - Marca: Conbraco - Serie: 19 - Resorte: 10 a 250 Psi
	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos para medir presión dentro de la caldera. • Conexiones con curvatura para su medición más precisa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manómetros. • Sensores electro comandados de presión.
	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumento que controla el nivel alta/baja con alarma en caso de emergencia, de platinos impulsados por flotador, ésta detiene el alimento del agua desde la bomba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de nivel <ul style="list-style-type: none"> - Marca: MC-Donell & Miller - Modelo: N°157 - Presión Max: 150 psi - Material flotador: Bronce - Material cuerpo: Fierro fundido. - Material contacto: Platino.

	<ul style="list-style-type: none"> • Control visual de nivel de agua dentro de la caldera 	<ul style="list-style-type: none"> • Tubo nivel de calderas <ul style="list-style-type: none"> - Marca: Fitvalv - Retencion de seguridad: retiene el vapor o agua en caso de romperse el tubo de vidrio - Varillas de protección para el tubo
	<ul style="list-style-type: none"> • Llaves de paso para el nivel del agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Llaves de paso <ul style="list-style-type: none"> - Marca: Conbraco - Material: Cuerpo de bronce - Conexión: Hilo NPT
	<ul style="list-style-type: none"> • Regular el flujo de agua de descarga de la caldera en caso de vaciar la caldera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de paso • Válvula de globo

	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumento diseñado para distribución de vapor y recuperación de condensado de trazas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cabezal de distribución o Manifold. • Manómetro de presión.
	<ul style="list-style-type: none"> • Es el instrumento encargado del control general del circuito, en el se apaga y enciende el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Panel de instrumentación • Alarma de emergencia • Selector eléctrico
	<ul style="list-style-type: none"> • Encargado de retirar el oxígeno y el CO₂ e impide la capacidad de disolver estos gases en el agua, con esto evitamos los daños por corrosión de las placas, tubos y cordones de soldadura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque Desaireador
<p>Levantamiento: Caldera AS-500 3P Fecha: 21/08/19</p>	<p>Realizado por: Diego Paredes. Revisado por: Guillermo Larson.</p>	

Tabla 3: Levantamiento: Caldera AS-500 3P, elaboración propia

Descripción general del generador de vapor instalado en el laboratorio de transferencia de calor en la Universidad Técnica Federico Santa María sede Concepción.



Definición	Numerología
Fundición de calderas	1
Visor de la cámara de combustión	2
Caja de humo delantera	3
Forro de aislamiento	4
Grillete de izaje	5
Manto de caldera	6
Tobera de Nivel McDonnell	7
Entrada de hombre	8

Toberas válvulas de seguridad	10
Chimenea vertical	11
Tubos de humo	12
Caja de humo trasera	13
Placa tubular	14
Tubos de soporte	15
Registro de mano	16
Lana mineral	17
Placa tubos de soporte	18
Tobera alimentación de agua	19
Manto fogón	20
Tobera nivel visual	21
Sillas soportantes	22

Tabla 4: Extraída de Manual de caldera AS-500 3P

Antecedentes de la línea de producción de vapor del laboratorio de transferencia de calor.

Tipo de caldera	Igneotubular
Modelo	IPE 600
Superficie total de calefacción	26,1 m ²
Producción de vapor	600 kg/hr
Nombre del fabricante	Soc. Comercial E Industrial P & E LTDA.
Numero de fabrica	48
Año de fabricación	2016
Presión Max de trabajo	100 psi

Presión de prueba	150 psi
Planchas	Envolvente Ø 1.280 mm; Espesor 8 mm.
Largo	1980 mm, material: A516 Gr70
Fogón	Ø 750mm, Espesor 10 mm, Largo 1.280 mm.
Material	A516 GR70
Placas tubulares	Espesor 14 mm uniones soldadas
Material	A516 gr 70
Tubos	Tipo sin costura ø 38,1 mm, largo 1.980 mm, 85 tubos calidad st. 35.8
Válvula de seguridad	Tipo resorte cantidad 1
Diámetro	1”
Capacidad evacuación c/u	1.101 kg/hr. Presión: 100 psig
Manómetro instalación reglamentaria	1, rango: 0 - 200 psi
Otros accesorios	Alarma sonora, bajo nivel de agua.
Rendimiento del equipo	89%
Combustible usado	Glp
Consumo combustible	12.4 lts/hr
Quemador de glp	Blowtherm gvpf 50/2
Altura chimenea	6 mts. Diámetro: 318 mm
Temperatura de gases	210 °c. Velocidad: 720 m/min
Si fue adquirida nueva	Si
Tipo sistema desincrustante	Intercambio iónico

Tabla 5: Extraída de Manual de caldera AS-500 3P

El Laboratorio de transferencia de calor cuenta de la instalación de los siguientes equipos principales:

- Dos estanques de alimentación de combustibles (LPG) posicionados en forma horizontal de diseño toroidal (LPG-101) y (LPG-102).
- Un tratamiento de agua (WT-AI-101) compuesto por estaque (X-101) y botella (K-101).
- Un tanque de ablandador de agua (D-101).
- Un tanque de condensado (D-102).
- Un generador de vapor (BS-101).
- Una puntera de agua (F-101).
- Un manifold (MF-101).
- Un filtro separador (F-102).
- Un quemador de gas a dos estadios (VTF).

El proceso productivo parte con la succión agua desde una puntera (F-101) por una línea denominada (PVC-RW-101) de una pulgada de diámetro, luego es transportada a través de una electrobomba centrifuga monofásica (P-101) por medio de una cañería de succión denominada (PVC-RW-102) del mismo diámetro que (PVC-RW-101).

La línea mencionada en el párrafo anterior, incorpora una “T” donde se desprende en su parte inferior una disminución de área de una a media pulgada denominada (DN ½” / DN 1”) y una válvula de diafragma de media pulgada denominada (BV-001). A continuación de la “T”, se encuentra el tratamiento de agua (WT-AI-101), compuesto por un estanque de 150 L (X-101) el cual conecta a través de una línea (POL-BRS-103) de ¼” a una botella (K-101) con un indicador de análisis en la parte superior (AI-101).

El agua tratada es transportada por una línea de 1 ½” denominada (PET-SW-104), la cual adiciona una válvula diafragma de 1 ½” denominada (BV-001) y llega al tanque de ablandador de agua de forma toroidal y posición vertical (D-101), este incorpora una línea de drenaje en su parte inferior denominada (PET-DR-105) de 1 ½” y una válvula de diafragma de 1 ½”, designada (BV-002). El estaque (D-101) incorpora en su parte superior una salida de 1 ½” denominada (-001), el agua blanda sale del estanque por su parte derecha llamada (25HC01-DMW-106), con un diámetro de 1”, una válvula de diafragma de 1” (BV-101) y un filtro separador denominado (F-102). Esta línea se conecta con una “T” a la línea (250HC01-DMW-109) de 1”, la cual adiciona una válvula de diafragma de 1” (BV-002), una bomba (P-102-a) y otra válvula de diafragma de 1” (BV-004).

La línea denominada (250HS01-DMW-107) de 1”, se encuentra paralela a la línea (250HC01-DMW-109), incorporando la primera una válvula de diafragma (BV-003) de 1”, una bomba (P-102-b), además de una válvula de diafragma (BV-005) de 1”. La línea (250HC01-DMW-107) se extiende, conectándose así, con la línea (250HC01-DMW-109) de 1”, en donde esta se

encuentran una válvula check (CV-001) de 1" y una válvula diafragma (BV-006) con diámetro de 1". Todo lo descrito anteriormente, alimenta la caldera (BS-101) por su lado izquierdo superior.

Del generador de vapor (BS-101) sale una línea, por la parte inferior derecha denominada (250HC01-PW-113) de 1" de diámetro, por la cual se encuentra una válvula de globo (GV-002) y una válvula de diafragma (BV-007) que tienen como objetivo descargar en la parte izquierda superior del tanque desaireador (D-102), el cual cuenta con una salida atmosférica en su parte superior de 2" denominada (001) y en su parte inferior una línea de drenaje denominada (250HC01-DR-114) de 1" con una válvula de diafragma (BV-008).

El generador de vapor (BS-101) tiene en su parte superior derecha una salida atmosférica de gases denominada (O₂-002).

Por otra parte, en el generador de vapor (BS-101), a la izquierda de la salida atmosférica de gases (O₂-002), se encuentra la salida de producto denominada (250HC01-HS-115) de 2", donde encontramos una válvula de globo (GV-001) a la salida del generador de vapor y otra válvula de globo (GV-002) antes de llegar al manifold (MF-101), el cual cuenta con un manómetro denominado (MF-PI-2) de ½" y tres salidas para conexiones que se requieran a futuro.

A continuación del manifold tenemos una línea con un By-pass, donde en su parte superior encontramos una válvula de diafragma (BV-009), una válvula de ángulo (ST-001) y otra válvula de diafragma (BV-010). En la parte inferior, paralelo a lo anterior, tenemos una válvula de diafragma (BV-011), la cual se encuentra en la línea denominada (250HC01-MS-116) de ½", la cual llega a la parte superior del tanque ablandador de agua (D-101).

El generador de vapor cuenta con una válvula de alivio de presión (BS-PSV-1) en su parte superior izquierda, luego de esta, encontramos la línea (250HC01-RV-110) de 1 ½" que tiene como función liberar lo entregado por la válvula de alivio de presión (BS-PSV-1).

De la parte superior del generador sale una línea de 1" la cual cuenta con dos sensores de vapor de caldera (BS-PS-1) y (BS-PS-2), cada una con una válvula de diafragma (BV-002) y (BV-003) un sensor de vapor de caldera (BS-PI-1) con una válvula de diafragma (BV-005) y una salida abierta con una válvula de diafragma (BV-004), todas las conexiones de ½".

A continuación la línea tiene un nivel de control automático (BS-LC-1), además de este, cuenta con un reductor de área de 1" a ½" (DN1"/DN1/2") a la derecha y una válvula de diafragma (BV-006). Luego de esta, al lado opuesto, encontramos un reductor de área de 1" a ½" (DN1"/DN1/2") y una válvula de diafragma (BV-007). A la derecha de esto, se encuentra un reductor de área de 1" a ½" (DN1"/DN1/2") y una válvula de diafragma (BV-008).

Luego se separan en las líneas (250HC01-IS-112) de 1" la cual llega al generador de vapor por el lado izquierdo, mientras la línea denominada (250HC01-IS-112) de 1" tiene a continuación una válvula de globo (GV-001) y posteriormente drenaje.

Encontramos también, dos estanques toroidales horizontales que contienen el gas, denominados (LPG-101) y (LPG-102), cada estanque contiene a la salida una válvula de diafragma

(BV-012) y (BV-013) los dos de ½". Las líneas se unen formando la línea (250HC01-LNG-117) de ½" de diámetro, que contiene una válvula de diafragma con pulsador (LPG-CV-1), un reductor de área de ½" a ¾" (DN3/4"/DN), una válvula de diafragma (BV-001?) de ¾". Junto a lo anterior está la línea (250HC01-LNG-119) de ¾", una válvula de diafragma (BV-002?), un aumento de área de ¾" a 1" (DN3/4"/DN1") y una válvula de diafragma con pulsador (LPG-CV-2), convirtiéndose en la línea (250HC01-LNG-119) de 1", la cual cuenta con un aumento de área de 1" a 1 ½" (DN1"/DN1 1/2") y un control de flama (BS-FC-001) que se encuentra en el quemador de la caldera (VTF).

CAPITULO III: DESARROLLO DEL INSTRUMENTO DE TRABAJO

III. DESARROLLO DEL INSTRUMENTO DE TRABAJO

Como ya se ha mencionado anteriormente, el objetivo primordial de la presente memoria es contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Ejecución Mecánica de Proceso y Mantenimiento Industrial, es por esto que a continuación se presentan cinco talleres a utilizar en el laboratorio denominado “Transferencia de Calor”. El foco de esto es generar actividades prácticas, donde los alumnos estén expuestos a trabajar con los diversos elementos disponibles.

Cada taller está conformado por una cantidad promedio de 3 clases, existiendo variaciones según los contenidos a abordar y los tiempos considerados necesarios para esto, lo que desembocará en que la sumatoria de los talleres corresponderá a la duración de un semestre completo. Además de lo anterior se establece un horario para su implementación que va desde las 08:15 a las 09:45 hrs. los martes, ya que durante la mañana el cerebro se encuentra preparado para recibir y procesar información de una manera efectiva.

La lógica en la cual están diseñados los talleres, requiere de la aprobación del primero para tomar el segundo, siendo así hasta llegar al último. En caso de que alguno de los estudiantes no apruebe alguno de estos talleres, se dará la opción de una evaluación remedial que permita su ingreso al siguiente módulo de trabajo.

III.1 Taller 1: Familiarización con la caldera

El taller número uno busca que el alumno conozca el equipo físico, sea capaz de identificar sus partes y encuentre a través de esto una motivación para desarrollar aprendizajes que lo acompañen a lo largo de su vida laboral.

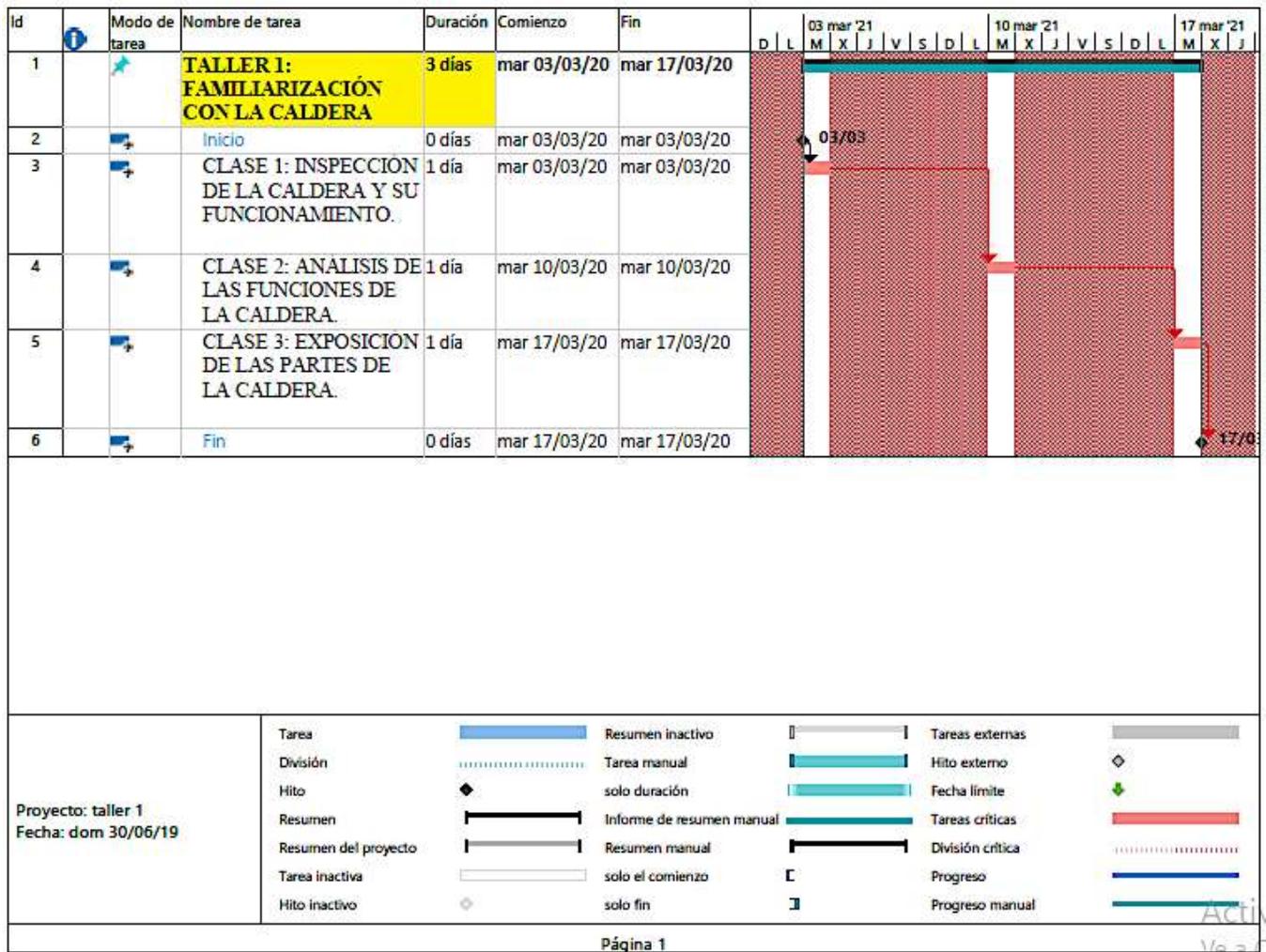


Tabla 6: Carta Gantt taller 1, elaboración propia.

TALLER 1: FAMILIARIZACIÓN CON LA CALDERA		
CANTIDAD DE CLASES: 3		
CLASE 1: INSPECCIÓN DE LA CALDERA Y SU FUNCIONAMIENTO.		
INICIO	DESARROLLO	CIERRE
<p>Se inicia la clase consultando a los estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿qué es para ustedes una caldera? - ¿conocen su funcionamiento?, de ser así ¿cómo llegaron a ese conocimiento? 	<p>Con el objetivo de que se realice un acercamiento a los conceptos relacionados con la caldera, los alumnos irán, junto al docente, a realizar una revisión y análisis de los elementos que conforman la caldera, esto sin tener conocimiento previo de la materia, planteándose así una recogida de información que les permita deducir las funciones de cada una de las partes que conforman el equipo. Para esto es necesario que tomen apunte y diagramen las partes de la caldera, asignando una función según la percepción que generen posterior a la observación con el apoyo de una guía que les servirá de andamio para recolectar la información necesaria.</p>	<p>Con el fin de revisar lo aprendido, los estudiantes contestan preguntas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿cuál creen que fue el objetivo de llevarlos a mirar el equipo? - ¿qué es, según su observación y análisis, lo más importante que debiesen saber sobre la caldera? <p>Luego de que se contestan las preguntas, se establece el objetivo de la clase, el cual es conocer y analizar de forma visual el equipo y su funcionamiento.</p>
CLASE 2: ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES DE LA CALDERA.		
INICIO	DESARROLLO	CIERRE
<p>Los alumnos, con el objetivo de recordar las actividades realizadas previamente en la clase uno, generan una lluvia de ideas donde se especifique aquello que lograron aprender.</p> <p>Además de lo anterior, con el objetivo de introducirlos en la</p>	<p>Los estudiantes conformarán grupos de 4 personas, previamente asignados por el docente con el objetivo de enfrentar la presente clase.</p> <p>Luego de esto se les asignan los nombres de aquellas partes con las que deben trabajar. Para esto</p>	<p>Se establece que la próxima clase deberán realizar una presentación de los datos recabados utilizando únicamente la caldera como apoyo visual para explicar el funcionamiento de las partes del equipo asignadas.</p>

<p>temática de la clase actual, se les presenta un manómetro y se pregunta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿quién conoce el siguiente objeto? - ¿cómo accedió a ese conocimiento? - ¿cuál es su función? <p>Se da la palabra a los estudiantes para que puedan intervenir y dialogar sobre objeto, luego de esto se establece el objetivo de la clase que es: “conocer las partes de una caldera y sus funciones”.</p>	<p>se les hace entrega de una guía donde se muestran las imágenes de aquellos componentes, para que puedan reconocerlos.</p> <p>El grupo pasa desde la sala del laboratorio al espacio físico donde se encuentra la caldera, para realizar una observación previa al trabajo investigativo del día.</p> <p>Posteriormente, vuelven a la sala del laboratorio y por medio de elementos tecnológicos como teléfonos, computadores, tablets, etc. Puedan investigar las propiedades y composiciones de aquellas partes asignadas.</p> <p>Como último paso, los estudiantes volverán a ver la caldera para realizar un contraste entre la información encontrada y aquello que pueden visualizar.</p>	<p>Luego, se les consulta a los estudiantes si creen que la complejidad de la tarea es alta o baja y cómo pudieron identificarlo, señalando aquello que fue más dificultoso de realizar.</p> <p>Nota: Se consulta sobre la complejidad para poder tener evidencia que permita elevar el nivel cognitivo de las tareas asignadas.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CLASE 3: EXPOSICIÓN DE LAS PARTES DE LA CALDERA.

INICIO	DESARROLLO	CIERRE
<p>Se establece la meta de la clase, la cual es conocer todas las partes y funciones de la caldera por medio de las exposiciones realizadas por los grupos asignados en la clase anterior.</p>	<p>Cada uno de los grupos exponen la información recolectada la clase anterior con la ayuda de la caldera como soporte para la explicación.</p> <p>Posterior a la presentación de cada grupo, el docente entrega una retroalimentación a partir de la rúbrica de desempeño</p>	<p>Para evidenciar los aprendizajes que han tenido los estudiantes durante el taller, se les solicita que generen una síntesis, que no supere las 7 líneas, de aquello que encuentren más relevante de lo aprendido y posteriormente hagan entrega de ésta al docente.</p>

	utilizada para evaluar la clase y el taller.	
--	----------------------------------------------	--

Tabla 7: Planificación taller 1, elaboración propia

III.2 Taller 2: Funcionamiento efectivo de la caldera.

En el presente taller se busca que los estudiantes puedan identificar el estado de la caldera como primera revisión, para luego poder realizar una primera puesta en marcha, un análisis posterior sobre los niveles que esta requiere para su buen funcionamiento y el proceso que tiene para la generación de vapor.



Tabla 8: Carta Gantt taller 2, elaboración propia

TALLER 2: FUNCIONAMIENTO EFECTIVO DE LA CALDERA.		
CANTIDAD DE CLASES: 4		
CLASE 1: IDENTIFICACIÓN DEL ESTADO DE LA CALDERA		
INICIO	DESARROLLO	CIERRE
Los estudiantes, mediante una lluvia de ideas, mencionan qué es lo que hay que tener en cuenta al momento de usar cualquier objeto de trabajo industrial,	Para comenzar a trabajar en la caldera como un conjunto, se hace necesario que los estudiantes interactúen directamente con ésta. Es por lo	Los estudiantes mencionan aquellas cosas que han aprendido durante la clase y cómo pueden reconocer que efectivamente comprendieron, haciendo así un

<p>comentando por qué creen que una u otra idea es la más pertinente.</p> <p>Para comenzar el trabajo de la clase, se menciona que el objetivo de ésta es identificar el estado de la caldera.</p>	<p>anterior, que se busca que los estudiantes realicen una inspección visual, junto al docente, del estado físico de la caldera para establecer cuál es el estado de conservación y si es óptimo para el trabajo.</p> <p>Además de lo anterior, el docente irá haciendo un resumen del funcionamiento que debiese tener la caldera y cuáles son los parámetros que debiesen darse para comprobar que efectivamente, ésta se encuentre en buen estado.</p> <p>Por último, se les hará entrega de una guía donde los estudiantes puedan anotar si existen algunas irregularidades a las que prestarles atención.</p>	<p>análisis metacognitivo de su propio proceso.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

CLASE 2: PRIMERA PUESTA EN MARCHA

INICIO	DESARROLLO	CIERRE
<p>El docente pregunta a los estudiantes qué es lo que recuerdan de la clase anterior, en relación a esto jerarquizan aquellos conocimientos argumentando la relevancia de cada uno.</p>	<p>Como primera actividad, se les solicita a los estudiantes que generen un bosquejo de los pasos a seguir para la puesta en marcha, valiéndose de lo aprendido en el taller anterior.</p> <p>Posterior a esto se les hace entrega de una guía que contiene los pasos a realizar para la puesta en marcha y se solicita contrastar la información que allí se encuentra con el bosquejo</p>	<p>Los estudiantes mediante palabras comentan qué fue lo más dificultoso de lo realizado en la clase y porqué, además de esto, destacan qué fue lo que más les agradó.</p>

	<p>realizado por ellos de forma previa.</p> <p>Realizado lo anterior, se da paso a la primera puesta en marcha de la caldera, la cual será realizada por los estudiantes, con la supervisión directa del docente.</p>	
CLASE 3: IDENTIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE LA CALDERA		
INICIO	DESARROLLO	CIERRE
<p>Se le pregunta a los estudiantes si creen que las aguas que se utilizan en ciertos equipos industriales tienen características distintas al agua potable que consumimos en forma diaria, percepciones que se dejan anotadas en la pizarra.</p>	<p>Para comenzar, se les entregará una guía a los estudiantes donde se menciona los pasos para el tratamiento del agua, cómo calcular el valor del pH. Además de esto, la guía contendrá información sobre el rendimiento de la caldera y cómo calcularlo.</p> <p>Una vez leída la guía anterior, los estudiantes pasan a revisar si la dureza del agua es la adecuada, de ser así se continúa con la identificación de los niveles de agua, por el contrario, si el agua no se encuentra óptima para el trabajo, el sistema de la caldera no permite su paso.</p> <p>Luego de realizar lo anterior, los estudiantes irán revisando si los niveles de combustible son los adecuados para el correcto funcionamiento de la caldera.</p>	<p>Los estudiantes comparan las percepciones realizadas al comienzo de la clase con aquellos conocimientos ya adquiridos, descartando aquellas erróneas y visualizando las que son verdaderas.</p> <p>Posteriormente, se menciona que el objetivo de la clase era conocer el tipo de tratamiento y los niveles adecuados que debe mantener el equipo.</p>

CLASE 4: FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA		
INICIO	DESARROLLO	CIERRE
<p>Los estudiantes realizan un repaso sobre los principios básicos del funcionamiento de la caldera mediante una lluvia de ideas.</p> <p>Luego se menciona que la meta de la clase será aplicar lo aprendido en clases anteriores sobre el funcionamiento de la caldera</p>	<p>Para evidenciar aprendizajes, el docente los expone a distintas situaciones de compleja resolución, por su parte los alumnos deben explicar cómo abordarían la situación de la forma más efectiva posible.</p> <p>Posterior a esto, se dirigen directamente a la caldera y por medio de una guía de trabajo evaluada, realizan una revisión completa de la caldera, lo que incluye una revisión visual del equipo, la comprobación de los niveles de agua y su dureza, siendo el último aspecto a considerar, los niveles de combustible necesarios.</p>	<p>Se le pregunta los estudiantes:</p> <p>¿qué aprendí hoy?, ¿cómo lo aprendí?, ¿puedo llevar estos aprendizajes a situaciones prácticas?, etc.</p>

Tabla 9: Planificación taller 2, elaboración propia

III.3 Taller 3: Seguridad en la ejecución de la inspección

El tercer taller consta de 3 clases, las cuales están enfocadas en preparar a los estudiantes en temas de seguridad, previo al comienzo de los últimos dos talleres relacionados con las funciones del operador de caldera y el mantenimiento de ésta. Es por lo anterior, que se presentarán los pasos a seguir en caso de un paro de emergencia y se trabajará la toma de decisiones en situaciones complejas.

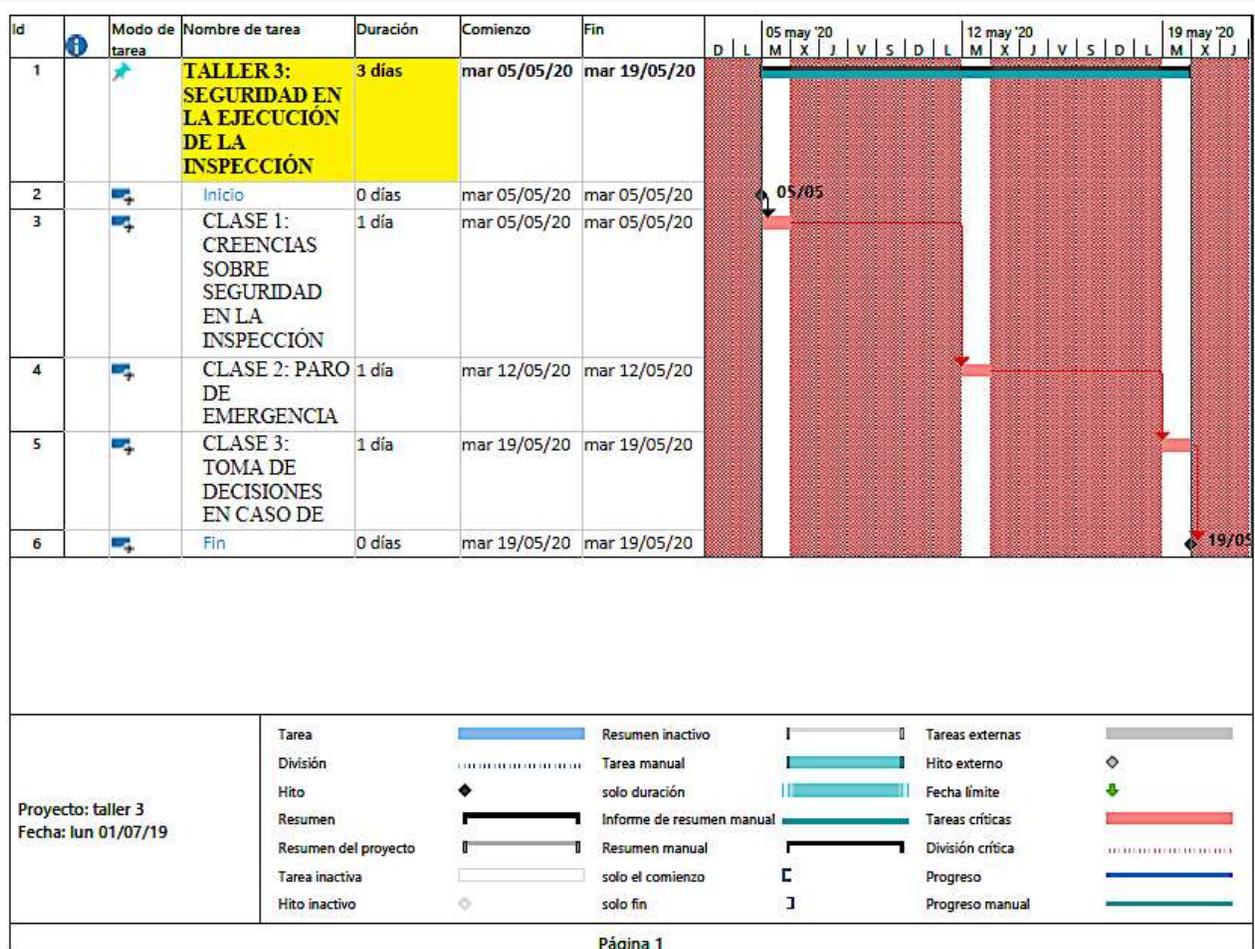


Tabla 10: Carta Gantt taller 3, elaboración propia

TALLER 3: SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LA INSPECCIÓN		
CANTIDAD DE CLASES: 3		
CLASE 1: CREENCIAS SOBRE SEGURIDAD EN LA INSPECCIÓN		
INICIO	DESARROLLO	CIERRE
El docente expone una situación de riesgo de la vida cotidiana a los estudiantes y les pide que hagan mención a qué precauciones en materia de seguridad tomarían, esto se	Para comenzar con el desarrollo de la clase se organizarán grupos de 4 estudiantes, con el fin de que enfrenten las actividades siguientes de forma colaborativa. Los grupos ya establecidos, generarán mesas	Los estudiantes generan un resumen sobre aquello que aprendieron durante la clase de forma oral. Luego de esto se menciona que el objetivo de la clase era evaluar las creencias que se tenían sobre los procesos de

<p>realizará mediante palabras para ordenar el trabajo posterior.</p>	<p>de discusión en torno a diversas problemáticas que se presentarán, para esto se les entregará una guía que presente un problema sobre seguridad a solucionar, lo que deben realizar a partir de los conocimientos adquiridos de forma previa en otras asignaturas, además de aquellos aspectos conocidos por lo que se denomina “sentido común”.</p> <p>Una vez realizado esto, lo mismos grupos, realizarán un resumen de aquellas medidas de seguridad que creen deben tomarse previo a cada actividad a realizar con el equipo.</p> <p>La guía entregada se solicita para una revisión sobre estructura y argumentación, sirviendo también para afinar y organizar los aprendizajes posteriores.</p>	<p>seguridad asociados al trabajo con el equipo.</p>
<p>CLASE 2: PARO DE EMERGENCIA</p>		
<p>INICIO</p>	<p>DESARROLLO</p>	<p>CIERRE</p>
<p>Los estudiantes mencionan qué es lo que saben sobre los paros de emergencia en equipos industriales y sus posibles causas.</p> <p>Se establece que el objetivo de la clase es que conozcan las causas de un paro de emergencia y las</p>	<p>Los estudiantes reciben una guía que contiene los pasos a seguir en caso de un paro de emergencia, estipulándose así las causas y las medidas necesarias para mantener la seguridad en la revisión, como también en el uso efectivo del equipo y las distintas causas que pueden llevar a la necesidad de</p>	<p>Se les consulta a los estudiantes si creen que la complejidad de la tarea es alta o baja y cómo pudieron identificarlo, señalando aquello que fue más difícil de realizar.</p>

<p>medidas de seguridad que deben tomarse en torno a esto.</p>	<p>realizar un paro de emergencia, a su vez la guía contendrá una especificación de aquellas maniobras que son necesarias al momento de enfrentarse a lo mencionado anteriormente.</p> <p>Durante el segundo bloque, los alumnos junto al docente realizarán un registro de las condiciones operativas del equipo, haciendo un trabajo paso a paso.</p> <p>Con el fin guiar de manera efectiva el trabajo, se realiza genera una alarma falsa, dando como datos registros de indicadores erróneos y en conjunto, realizar una evaluación de la caldera y una toma de decisiones seguras.</p>	
----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

CLASE 3: TOMA DE DECISIONES EN CASO DE EMERGENCIA

INICIO	DESARROLLO	CIERRE
<p>Se les consulta a los estudiantes si alguno recuerda el terremoto ocurrido en 2010, a partir de esto se les pide que mencionen cuáles fueron las medidas de seguridad que se tomaron en los distintos sectores, puntualizando el porqué de cada una de éstas.</p> <p>Luego de esto se menciona que el objetivo de la clase será trabajar la toma de decisiones en casos donde se requiera de acciones rápidas y efectivas que</p>	<p>Se busca evaluar lo aprendido por los estudiantes, por medio de un caso hipotético, donde se buscará medir la velocidad de reacción frente a una situación estresante, además de la toma de decisiones asertivas; manteniendo siempre en cuenta las reglas de seguridad mencionadas y aprendidas durante las clases anteriores.</p> <p>En el caso de que los estudiantes completen la actividad en el</p>	<p>Se les consulta a los alumnos lo siguiente:</p> <p>¿podrían enfrentar una situación de riesgo con lo aprendido durante el taller? ¿cómo pueden reconocer que es o no así?, con el conocimiento que tienen, ¿serán más rápidos y eficientes en la toma de decisiones? ¿por qué?</p>

<p>permitan mantener la seguridad de las personas y el recinto.</p>	<p>tiempo pertinente, pero evadan ciertas normas de seguridad, se descontarán puntos de la lista de cotejo utilizada para la evaluación de las habilidades y conocimientos previamente adquiridos en el tema.</p>	
---------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Tabla 11: Planificación taller 3, elaboración propia

III.4 Taller 4: Funciones y requisitos del operador caldera.

El presente taller tiene como finalidad que los estudiantes tengan un acercamiento a las funciones que mantiene un operador de calderas, así como también, los requisitos necesarios para desempeñar la labor. Tal como en los talleres anteriores, se busca que el aprendizaje se logre de forma práctica, estando en constante interacción con el conocimiento, es por esto, que se ha determinado que los estudiantes deben saber cuál es el correcto funcionamiento del equipo y sus labores para conseguirlo, además se establecen en específico los deberes asociados a la tarea.

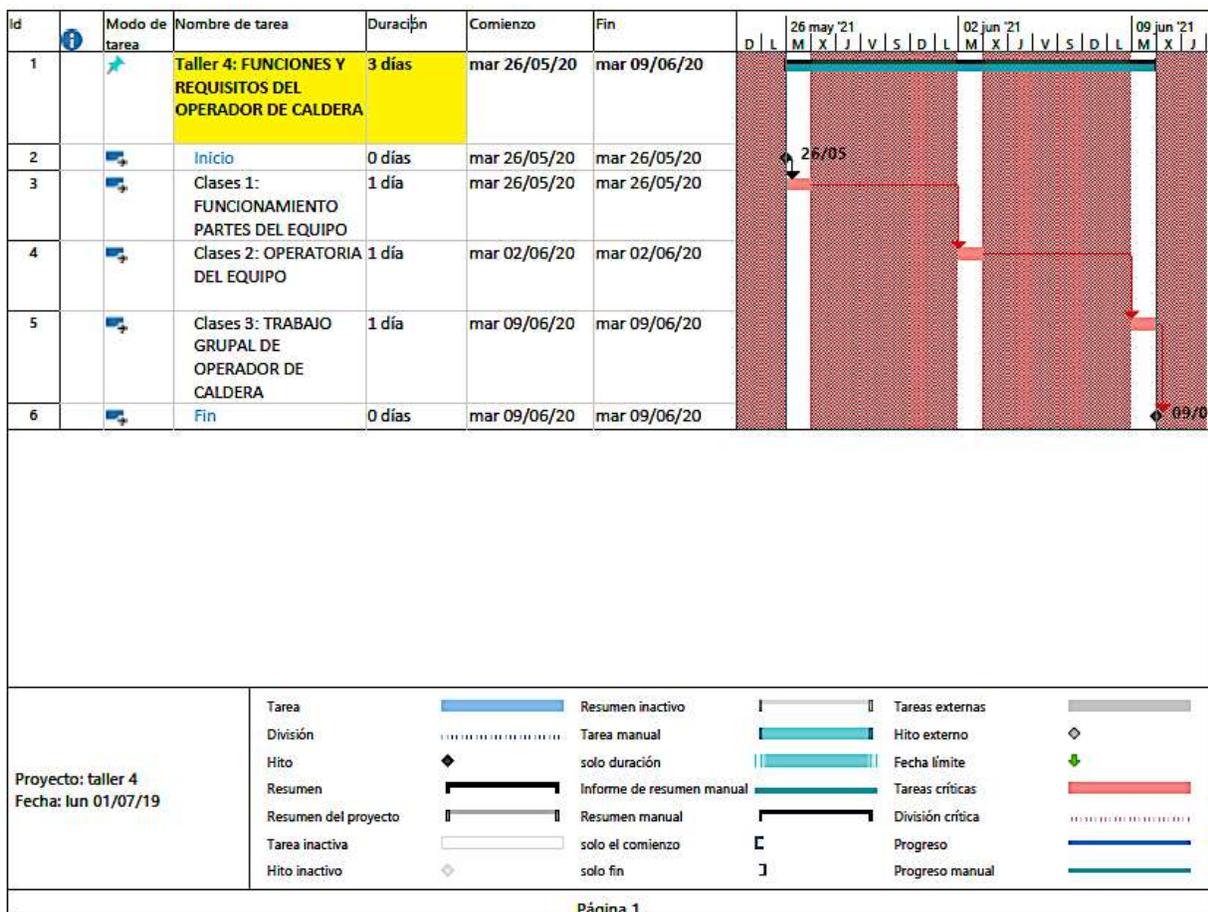


Tabla 12: Carta Gantt taller 4, elaboración propia

TALLER 4: FUNCIONES Y REQUISITOS DEL OPERADOR DE CALDERA

CANTIDAD DE CLASES: 3

CLASE 1: FUNCIONAMIENTO PARTES DEL EQUIPO

INICIO	DESARROLLO	CIERRE
<p>Los estudiantes contestan a la pregunta:</p> <p>¿Alguno de ustedes podría arreglar un computador?, ¿qué necesitarían para hacerlo? ¿podremos desempeñar funciones como trabajadores sin conocer los equipos con los que trabajamos?</p> <p>En relación a esto se termina preguntado: ¿es posible que un operador de caldera realice sus funciones si no conoce cómo trabaja cada parte del equipo? ¿por qué?</p>	<p>Teniendo en cuenta los aprendizajes obtenidos en los talleres anteriores, es necesario que los alumnos, se centren en cada uno de los equipos, sepan su funcionamiento y, por tanto, se encuentren capacitados para lograr solucionar cualquier problema asociado. Desde esta perspectiva la lógica de esta clase tendrá como actividad principal lo siguiente:</p> <p>Se les solicitará a los estudiantes de forma previa, que traigan el material de estudio entregado en el taller anterior, con el fin de usarlo como insumo en el presente. Además de esto, se les hará entrega de una guía donde tendrán la especificación de las condiciones exigibles a los operadores y del sistema de vigilancia de calderas. La clase se realizará en el laboratorio con el fin de ejemplificar las situaciones descritas en la guía.</p> <p>Luego de esto, se les solicitará a los estudiantes que realicen una inspección de acuerdo con las funciones específicas del operador.</p>	<p>Los estudiantes contestan una ficha metacognitiva, la cual contendrá las siguientes preguntas:</p> <p>¿qué aprendí hoy? ¿cómo lo aprendí? ¿qué me fue más difícil de aprender? ¿qué fue más fácil de comprender? ¿qué fue lo que más me gustó?</p>

CLASE 2: OPERATORIA DEL EQUIPO		
INICIO	DESARROLLO	CIERRE
Los estudiantes mencionan aquello que recuerdan de la clase anterior por medio de una lluvia de ideas, las cuales quedarán en la pizarra para verificar si éstas sirven para comprender el contenido de la clase actual.	Con el objetivo de que puedan poner en práctica los contenidos ya mencionados en la clase anterior, es que se subdividirá a los estudiantes en grupos de cuatro integrantes y se les hará entrega de una guía que contendrá un problema de compleja resolución asociado a sus respectivas funciones como operador, teniendo así que buscar las causas y soluciones posibles para poner en práctica los conocimientos adquiridos.	Se le pregunta los estudiantes: ¿qué aprendí hoy?, ¿cómo lo aprendí?, ¿puedo llevar estos aprendizajes a situaciones prácticas?, etc.
CLASE 3: TRABAJO GRUPAL DE OPERADOR DE CALDERA		
INICIO	DESARROLLO	CIERRE
No presenta inicio de clase como tal, ya que es una evaluación y por lo mismo, el tiempo se utilizará en dar las directrices e instrucciones para la presente.	Con los insumos utilizados en la clase anterior, los estudiantes dispondrán de ambos bloques para presentar, con apoyo visual, la forma en la que resolvieron la situación de la clase anterior, la exposición debe durar entre 15 y 20 min, donde todos los participantes del grupo intervengan y contesten ciertas preguntas realizadas por el docente. Esto será evaluado mediante una lista de cotejo.	El docente retroalimenta de forma general el desempeño de los diversos grupos, haciendo énfasis en aquellos aspectos a mejorar.

Tabla 13: Planificación taller 4, elaboración propia

III.5 Taller 5: Funciones y requisitos del operador caldera.

Con el fin de terminar el ciclo de talleres, nos encontramos con el último paso el cual es el que presenta la mayor dificultad y demanda cognitiva por parte de los estudiantes. La lógica que seguirá el presente taller abarca desde las percepciones propias de los estudiantes, hasta la creación y realización de un programa de mantenimiento, aspirando así a que los alumnos sean capaces de aplicar las habilidades y conocimientos aprendidos de la manera más clara posible.



Tabla 14: Carta Gantt taller 5, elaboración propia

TALLER 5: MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
CANTIDAD DE CLASES: 4		
CLASE 1: PERCEPCIÓN SOBRE EL MANTENIMIENTO		
INICIO	DESARROLLO	CIERRE
Los estudiantes realizan una lluvia de ideas con las concepciones que tiene sobre el mantenimiento de diversos equipos, mencionando por qué creen que debe ser de una manera u otra.	Con el objetivo de abordar la primera clase, se solicitará a los alumnos reunirse en grupos de 6 personas con el fin de constituir mesas de discusión. En esta lógica se les plantará una situación específica, donde dando uso a sus conocimientos	Para evidenciar los aprendizajes que han tenido los estudiantes durante el taller, se les solicita que generen una síntesis, que no supere las 7 líneas, de aquello que encuentren más relevante de lo

	<p>previos, deberán seleccionar el mantenimiento que consideren necesario según los requerimientos para dar solución al problema.</p> <p>Luego de esto, los estudiantes deberán generar un resumen de los puntos consensuados y las determinaciones tomadas, exponiendo esto al resto de sus compañeros utilizando los argumentos que estimen conveniente para clarificar el porqué de la toma de decisiones.</p> <p>Como trabajo para la próxima clase, los estudiantes en grupos de 4 deben investigar, con el conocimiento ya adquirido de las partes de la caldera, cuáles son los elementos que componen el equipo y pueden generar mayores inconvenientes en el funcionamiento, además de los tipos de mantenimiento que se realizan, lo que deberán exponer en la clase siguiente utilizando de apoyo la caldera disponible en el laboratorio.</p>	<p>aprendido y posteriormente hagan entrega de ésta al docente.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

CLASE 2: PARTES IMPORTANTES DE LA CALDERA

INICIO	DESARROLLO	CIERRE
<p>El docente realiza las siguientes preguntas:</p> <p>¿cuántos de ustedes pueden vivir con un solo riñón?</p>	<p>Los estudiantes exponen la investigación realizada previamente, lo que se evaluará mediante una lista de cotejo, donde se buscará conocer los conocimientos adquiridos</p>	<p>Los estudiantes mencionan aquellas cosas que han aprendido durante la clase y cómo pueden reconocer que efectivamente comprendieron, haciendo así un</p>

<p>¿cuántos de ustedes pueden vivir con un pulmón?</p> <p>¿cuántos de ustedes pueden sobrevivir si el corazón no bombea sangre al resto del cuerpo?</p> <p>¿Pueden entonces, sobrevivir y funcionar un equipo que presente fallas en alguno de sus componentes más importantes?</p>	<p>respecto al tema, además de las competencias comunicativas que debiesen tener los estudiantes de la carrera.</p> <p>Se realizará después de cada presentación una ronda de preguntas por parte del resto del curso y del docente, haciendo este último una retroalimentación y/o corrección si existiesen errores.</p>	<p>análisis metacognitivo de su propio proceso.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

CLASE 3: CREACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENCIÓN

INICIO	DESARROLLO	CIERRE
<p>Los estudiantes mencionarán si es necesario que los equipos tengan un plan de mantención fijo, a raíz de esto se les pedirá que mencionen qué debiese tener este programa y bajo qué lógica lo pensaron.</p> <p>Las percepciones de los estudiantes se dejarán anotadas en pizarra.</p>	<p>Guía mantenimiento, destacando todos los puntos críticos y aspectos importantes que se deben tener en cuenta.</p> <p>Como producto de esto cada estudiante deberá generar un programa de mantención para el equipo, considerando también lo visto en talleres anteriores.</p> <p>Se asigna una guía para la creación del programa de mantención, la cual será entregada previamente a los estudiantes, para que tengan en consideración aquellas temáticas a las cuales deben darle más énfasis. Una vez entregado el programa, los estudiantes recibirán la retroalimentación y corrección vía email.</p>	<p>Se realiza un contraste entre las percepciones previas de los estudiantes y las conclusiones a las que se llegó luego de la clase, además de esto, se les consulta a los estudiantes si creen que la complejidad de la tarea es alta o baja y cómo pudieron identificarlo, señalando aquello que fue más dificultoso de realizar.</p>

	Se solicita a los estudiantes que, en los mismos grupos de trabajo, generen un informe para la siguiente clase, donde mencionen cómo construyeron el programa de mantención, es decir, que respalden sus decisiones con argumentos y datos técnicos extraídos de fuentes confiables.	
CLASE 4: REALIZACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENCIÓN		
INICIO	DESARROLLO	CIERRE
<p>Se da a conocer a la comisión que trabajará evaluando el trabajo de los grupos, mencionando referencias de cada uno que le permita a los estudiantes reconocer el nivel de exigencia que estos tendrán.</p> <p>Con objetivo de dejar la mayor cantidad de tiempo posible para el desarrollo de la clase, la actividad anterior se realizará en un periodo de tiempo lo más breve posible.</p>	<p>Los estudiantes entregan el informe solicitado en la clase anterior, el cual servirá como base para la puesta en marcha de parte de la clase.</p> <p>Luego de esto cada grupo selecciona a dos integrantes que crean más capacitados para que lleven a cabo el programa de mantención realizado la clase anterior, en no más de 15 minutos.</p> <p>Además de lo anterior, los dos estudiantes restantes deberán realizar una exposición, de no más de 10 minutos, sobre el informe entregado frente a un grupo de expertos en la temática.</p> <p>Dado a que existe una comisión de expertos a cargo, la evaluación será realizada por estos, quienes deben considerar</p>	<p>El docente menciona agradecimientos y comentarios sobre las capacidades adquiridas y la importancia de los conocimientos abordados en los distintos talleres.</p>

	aquello aspectos más relevantes de ambas actividades para calificarlas.	
--	-------------------------------------------------------------------------	--

Tabla 15: Planificación taller 5, elaboración propia

REFLEXIÓN FINAL

En la presente memoria, se buscó analizar la metodología de enseñanza utilizada en la Universidad Técnica Federico Santa María sede Concepción, con el fin de realizar una propuesta didáctica para la implementación de clases prácticas en la carrera de Ingeniería Ejecución Mecánica de Procesos y Mantenimiento Industrial, la cual constaba de la realización de talleres que integraran la metodología Learning by doing.

De esta forma, la presente memoria tuvo como objetivo principal “crear talleres para el laboratorio de transferencia de calor, que contribuyan al crecimiento humano y profesional de los futuros ingenieros, por medio de clases prácticas que consideren las diversas formas de adquirir conocimientos y habilidades, las cuales estén basadas en el modelo “aprender haciendo”, donde se generó el siguiente programa:

En cuanto a la distribución de las clases, se realizaron cinco talleres con no más de 4 clases cada uno, donde se buscó distribuir de manera equitativa los contenidos en cada una de éstas, considerando una evaluación al finalizar cada módulo.

Por otra parte, se buscó que la mayoría de las clases estuvieran directamente relacionadas con el pragmatismo, haciendo uso de los elementos y/o equipos que la Universidad y, en específico, el laboratorio “transferencia de calor” mantienen. De esta manera, la mayoría de las clases tiene como eje fundamental llevar a la práctica los conocimientos, ya sea manipulando la caldera y sus componentes o realizando actividades donde los estudiantes debiesen exponer y argumentar las decisiones que iban tomando gracias a los conocimientos adquiridos.

En cuanto a la forma de organizar cada una de las clases, se utilizó el modelo que actualmente se ocupa en los diversos establecimientos de educación básica y media a lo largo del país, marcando tres momentos específicos de la clase: inicio, desarrollo y cierre. Cada uno de estos con sus características propias, haciendo uso de los conocimientos previos, las actividades prácticas y dando énfasis a la metacognición al final de cada jornada.

No sólo se busca que el estudiante desarrolle las competencias necesarias en el área práctica, sino que en cada taller se da una clase o más donde los estudiantes deben hacer uso de las competencias comunicativas adquiridas de forma previa, así como también de los conocimientos integrados en cada una de las temáticas abordadas; generando un proceso de enseñanza-aprendizaje donde el estudiante es centro del mismo, integrando de forma efectiva los saberes del área de dominio del conocimiento como aquellos más generales. Esto permite poder sacar a la vida laboral a profesionales que sean integrales y altamente competentes.

Para finalizar, es bueno reiterar que es necesario remirar cómo se forman profesionales en los tiempos que transcurren y, que esta formación, responda a los requerimientos de una sociedad altamente industrializada como la nuestra, donde la labor de los ingenieros en general tiene mucha relevancia. Por lo anterior, es que se seleccionó el tema central de la memoria y se realizaron las propuestas de actividades descritas en capítulos anteriores, esperando que se rompa la lógica de clases expositivas que solo llevan a un aprendizaje memorístico y, por lo tanto, no perdurable en el tiempo.

PROYECCIONES

Considerando aquellos aspectos que podrían estudiarse a futuro respecto a la temática tratada en la memoria, se establecieron tres distintos horizontes.

En primer lugar, se proyecta la puesta en práctica de los talleres con el uso de la metodología “aprender haciendo” en distintas asignaturas de la carrera Ingeniería Ejecución Mecánica de Procesos y Mantenimiento Industrial, posicionándola como una de uso frecuente.

De esta misma manera, podría realizarse un estudio más a fondo sobre las percepciones de los estudiantes sobre la metodología, para posteriormente ampliar su rango de ejecución a las otras carreras que imparte la Universidad.

Como segundo punto, sería necesario realizar talleres de perfeccionamiento, hechos por expertos en educación, a los docentes en relación con la metodología mencionada en la memoria, para así abarcar de forma efectiva los distintos aprendizajes que se quieran generar en los estudiantes, preparándolos de mejor manera para la ejecución de sus labores en las distintas áreas de trabajo en las que se desenvuelvan posteriormente.

En tercer y último lugar, al realizar todo lo anterior, la metodología puede dar lugar a la creación de un proyecto educativo institucional donde se genere un sello específico para las carreras de la Universidad Técnica Federico Santa María sede Concepción y, posteriormente, este se expanda a las diversas sedes, campus y casa central.

REFERENCIAS

- Avagliano, A. y Vega, S. (2013). Mejora del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje en la Carrera de Ingeniería de Ejecución Mecánica. Diseño Micro-curricular Basado en Resultados de Aprendizaje. *Formación Universitaria*, 6(4), 3-12.
- Capote León, G. E., Rizo Rabelo, N., & Bravo López, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 21-28.
- Castells, M., Arese, A., Albizzati, E. y Rossetti, G. (2008). Propuesta para la Enseñanza de la Ingeniería: Un Espacio Curricular Creado desde la Investigación-Acción. *Formación Universitaria*, 1(2), 9-16.
- Decreto supremo N°10 de Aprueba reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile. (19 de octubre de 2013).
- Dewey, J. (1993). *Democracia y Educación*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Gaffert, G. (1981). *Centrales de Vapor*. Barcelona, España: Editorial Reverté.
- González, C., Montenegro, H., López, L., Munita, I. y Collao, P. (2011). Relación entre la experiencia de aprendizaje de estudiantes universitarios y la docencia de sus profesores. *Calidad en la educación*, 1(35), 21-49.
- Kohan, A. (2000). *Manual de Calderas*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Peronard, M. (2005). La metacognición como herramienta didáctica. *Revista signos*, 38(57), 61-74.
- Real Academia Española [RAE]. (2019). Mantención. Rae.es. Recuperado de <https://dle.rae.es/?id=OH9tS8F>
- Ruíz, G. (2013). La teoría de la experiencia de John Dewey: significación histórica y vigencia en el debate teórico contemporáneo. *Foro de Educación*, 11(15), 103-124.
- Unesco. (1993). La Educación para Aprender a Vivir Juntos. *Revista trimestral de educación comparada*, 23(1-2), 289-305.