



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTAS DE MEJORAS EN EL ÁREA DE CALDERAS
PARA REDUCIR LOS COSTOS DE OPERACIÓN DE LA
EMPRESA PESQUERA CFG INVESTMENT S.A.C.,
TRUJILLO 2021”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Industrial

Autor:

Humberto Simon Sotero Trujillo

Asesor:

Ing. Alfredo Fernando Temoche López

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

- Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento, dedicarle mi trabajo de investigación plasmado en el presente informe, a mi esposa Adela y mi hija Alhana por su amor, permanente cariño y comprensión.
- A mis padres Segundo y Olguita, a mis hermanos Ana María y Marcial, a mis cuñados Ángel, Vicente y Patricia, a mis suegros Ivonne y Juan, mis sobrinos Alejandro, Joaquín y Nicol, quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis profesores de la carrera de ingeniería industrial de la facultad de Ingeniería de la UPN Sede Trujillo, en especial a mi asesor de Tesis, Ing. Alfredo Fernando Temoche López por guiar esta investigación y formar parte de este objetivo alcanzado.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
RESUMEN.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulacióndelproblema	29
1.3. Objetivos	29
1.3.1. Objetivo general	29
1.3.2. Objetivos específicos	29
1.4. Hipótesis	29
1.4.1. Hipótesis general	29
1.4.2. Hipótesis Especificas	30
1.5. Variables y su operacionalidad	32
CAPÍTULO II. METODOLOGIA.....	33
2.1. Tipo de investigación	34
2.2. Población y muestra	34
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	34
CAPÍTULO III. RESULTADOS	40
CAPÍTULO IV.....	72
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	72
REFERENCIA	76
ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Consumo mensual de petróleo R-500</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 2 Índice Bacharach.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 3 Matriz de consistencia.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 4 Matriz de Operacionalidad</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 5 Técnica, Métodos e instrumentos de recolección de datos</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 6 Procedimientos de etapas.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 7 Análisis de datos</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 8 Cuadro de costos en exceso generados por consumo de petróleo</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 9 Descripción y características de planta de vapor.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 10 Parámetros de operación de planta de vapor.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 11 Parámetros de gases de combustión.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 12 Parámetros y promedio de petróleo R-500.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 13 Resumen eficiencia de calderas actualidad.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 14 Resumen matriz de priorización.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 15 Parámetros gases de combustión</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 16 Resumen de eficiencia de calderos con las mejoras propuestas</i>	<i>63</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Cuota y captura por temporada</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2 Consumo de petróleo R-500.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 3 Pasos para implementar un plan de mejora</i>	<i>19</i>
<i>Figura 4 Organigrama de la empresa CFG Investment</i>	<i>42</i>
<i>Figura 5 Layout ubicación planta de vapor</i>	<i>43</i>
<i>Figura 6 Comparativo de ratio de consumo vs ratio de la empresa</i>	<i>44</i>
<i>Figura 7 Diagrama de causa raíz del área de calderas</i>	<i>53</i>
<i>Figura 8 Diagrama de Pareto de empresa pesquera CFG Investment</i>	<i>55</i>
<i>Figura 9 Rendimiento de calderas en las dos condiciones.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 10 Influencia de T° de agua en el consumo de petróleo R-500</i>	<i>66</i>
<i>Figura 11 Costos de operación</i>	<i>68</i>
<i>Figura 12 Costos de operaciones según ratio de consumo.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 13 Consumo de petróleo de las 6 calderas</i>	<i>71</i>
<i>Figura 14 Costos de petróleo R-500</i>	<i>71</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1 Eficiencia de la caldera</i>	<i>22</i>
<i>Ecuación 2 Perdida por entalpia de los gases secos en la chimenea</i>	<i>22</i>
<i>Ecuación 3 Perdida por la entalpia del vapor de agua en los gases de combustión.....</i>	<i>23</i>
<i>Ecuación 4 Perdida por inquemados gaseosos.....</i>	<i>23</i>
<i>Ecuación 5 Perdida por inquemados sólidos</i>	<i>24</i>
<i>Ecuación 6 Perdida por convección hcf</i>	<i>25</i>
<i>Ecuación 7 Perdida por convección hcg</i>	<i>25</i>
<i>Ecuación 8 calor perdido por convección</i>	<i>25</i>
<i>Ecuación 9 Perdida porcentual</i>	<i>25</i>
<i>Ecuación 10 Perdida por ración if.....</i>	<i>26</i>
<i>Ecuación 11 Perdida por radiación ig</i>	<i>27</i>
<i>Ecuación 12 Calor por radiación</i>	<i>27</i>
<i>Ecuación 13 Perdida porcentual por radiación</i>	<i>27</i>
<i>Ecuación 14 Ecuación método directo.....</i>	<i>27</i>

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolla, teniendo en cuenta que el sector pesquero se maneja con indicadores y ratios, los cuales al interpretarlos, si algunos de estos están desviados estos van a impactar en el costo de operación, por eso la empresa pesquera CFG Investment se apoya en estos valores para medir su productividad, con estos datos van a tomar las decisiones correctas para mejorar los costos de operación, de allí viene la importancia de medir los datos para tomar las decisiones correctas y mejorar los costos de operación. El objetivo de este proyecto se enfoca en analizar las investigaciones realizadas sobre la aplicación de las mejoras que se realizan al área de caldero y como estas logran reducir los costos de operación y por ende mejorar la productividad de la empresa. Logrando mejorar la eficiencia de los calderos en promedio 85.58%, generando una reducción de costo de operaciones en S/ 14.25, logrando un ahorro anual en petróleo R-500 de S/ 417,165, se logró elevar la temperatura del agua de alimentación a 95° C. Se concluye que la propuesta de mejora en el área de calderas es un tema que concierne mucho al sector pesquero, porque con esta se mejoran los costos de producción.

Palabras clave: Propuesta de mejora, Costos de operación, Reducir costos.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Implementar las propuestas de mejoras en las empresas, se ha vuelto en la actualidad una estrategia fundamental para reducir los costos en las mismas, tal como lo señala Morillo, M. (2001), que los costos en una empresa te permiten planificar, medir y controlar en cualquiera etapa de la empresa y con esto permite tomar decisiones para incrementar la rentabilidad usando de forma racional los recursos.

Según FAO 2010-2020 nos explica la realidad del sector pesquero industrial en Perú y Chile, por ejemplo, en el año 2018 Perú exportó 1.03 millones Toneladas de harina de pescado aproximadamente un 72% más que el año anterior y Chile logró exportar 227.700 toneladas.

La industria pesquera es en el Perú uno de los sectores que genera ingresos a la economía del país, esto se debe a las exportaciones del producto, por ejemplo, en el periodo enero – junio de 2017 el sector en mención tuvo un crecimiento del 82.85%, uno de las razones, aportando de manera positiva al PBI al cierre de este año, convirtiéndose en dicho periodo el sector que más aportó al PBI, ya que en dicho año hubo un gran volumen de exportación de harina de pescado sumado al inventario de harina del cierre del año anterior. SNP (2020).

De acuerdo con FAO (2010), se describe al mar peruano como uno de los más ricos del mundo, porque posee grandes concentraciones de zooplancton y fitoplancton esto en medida a los nutrientes que se vierten al mar con las desembocaduras de los ríos por estas características hace al mar peruano un hábitat ideal para las especies marinas en especial la anchoveta, pero también existen problemas con son el fenómeno del niño el cual se manifiesta cada 4 años en promedio, el cual por la presencia de aguas cálidas provenientes del aro de fuego hace que el mar se caliente, estas condiciones se

centran a lo largo de todo el litoral peruano siendo las zonas de puerto Malabrigo y Chimbote donde se centra la mayor concentración de esta especie.

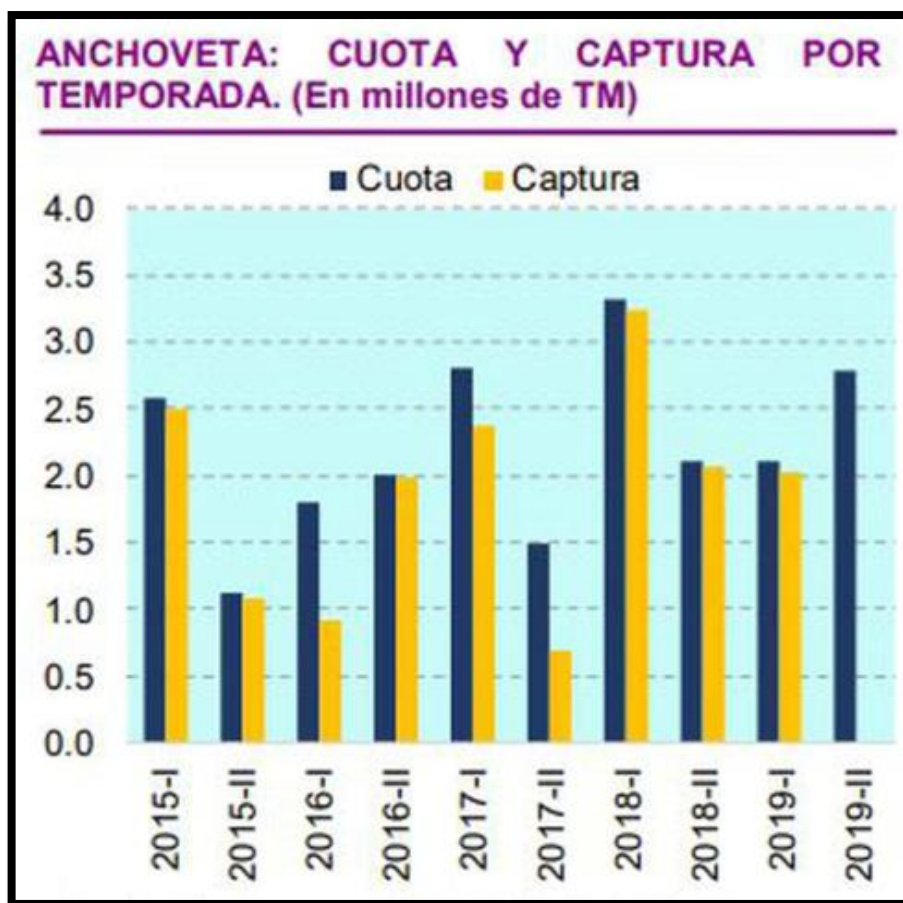
La elaboración de harina y aceite de pescado es un proceso que se realiza hace años atrás, desde los año 50 aproximadamente, esto realiza primero con la extracción de la materia prima (anchoveta) para luego ser procesada, pasando por etapas como Cocción, prensado, secado y envasado, pero debido a la sobre pesca que se vino dando el gobierno decidió realizar la pesca por sistema de cuotas, es decir a cada empresa le asignaba un porcentaje de la pesca dada por temporada, a esto lo denominó la ley de cuotas, la harina de pescado es usada como ingrediente para producir alimento balanceado, es por eso que este producto es muy solicitado sobre todo en el mercado chino (Espinoza, Jovanovich, Gámez. 2013).

A pesar de ser el mar peruano uno de los mares donde se encuentra mayor concentración de materia prima (Anchoveta), el gobierno peruano al notar en los informes que les proporcionaban el IMARPE, que la especie estaba siendo sobre explotada decidió tomar cartas en el asunto por lo cual se vio en la necesidad de replantear las capturas de anchoveta cambiando el sistema de captura para lo cual propuso mediante DL N° 1084 “ley sobre límites máximos de captura por embarcación, La entrada en vigencia de la Ley sobre límites máximos de captura por embarcación (LMCE) en 2009, conocida como 'ley de cuotas', ocasionó que las empresas pesqueras afronten riesgos de diversa índole y, entre otros temas, que se revaloricen los permisos de pesca. Mediante esta ley se cambió el modelo de pesca de consumo humano indirecto de cuotas máximas de captura anuales para toda la industria por el de cuotas individuales por embarcación. Esta regulación tuvo efectos positivos: mejoró la eficiencia en el uso de los activos, se optimizaron los costos

operativos y se re-valorizaron significativamente los permisos de pesca –en muchos casos, estos valores superan a los de las propias embarcaciones-. Asimismo, las empresas pesqueras tuvieron -y tienen- que afrontar diversos riesgos relacionados con los compromisos que adquirieron en materia laboral (por la reducción de personal de flota que dejaba de operar) y operativa (por el control que deben tener sobre las embarcaciones no nominadas, que 'prestan' su cuota a las embarcaciones más eficientes). (Carpio, D. 2016), con esto se pone como meta recuperar la masa de anchoveta existente en el mar peruano y por esta razón se tiene que mejorar los costos operacionales en las etapas del proceso, ya que la disponibilidad de materia no es como años anteriores ahora es por cuota individual por empresas.

Figura 1

Cuota y captura por temporada



A través de los años, las industrias han ido evolucionando a tal manera de sobrepasar sus límites, mejorando su productividad con diferentes tipos de herramientas que aportan a los estudios requeridos para mejorar la toma de decisiones. Hoy en día, las industrias son cada vez más competitivas entre sí, buscando siempre liderar el mercado y aumentar sus ganancias, optimizar la productividad significa producir aprovechando al máximo los recursos utilizando herramientas para analizar, implementar y efectuar mejoras en la industria.

La empresa motivo de este proyecto es la pesquera CFG Investment S.A.C. esta empieza sus operaciones en el año 2006 comprando las acciones de la empresa pesquera Alexandra S.A.C. la cual ya contaba con 13 años en el mercado de la producción en la elaboración de harina y aceite de pescado, se encuentra ubicada en Sub Lot. B S/N Puerto Malabrigo, Razuri, Ascope, La Libertad.

En la actualidad cuenta con 5 plantas activas de procesamiento a nivel nacional, ubicadas en el norte, centro y sur de la costa peruana, con una capacidad total de procesamiento de 485 TM/H. todas sus plantas producen harina de pescado especial, secada al vapor, la empresa cuenta con una importante cartera de clientes, siendo sus más grandes consumidores los mercados de Asia y Europa.

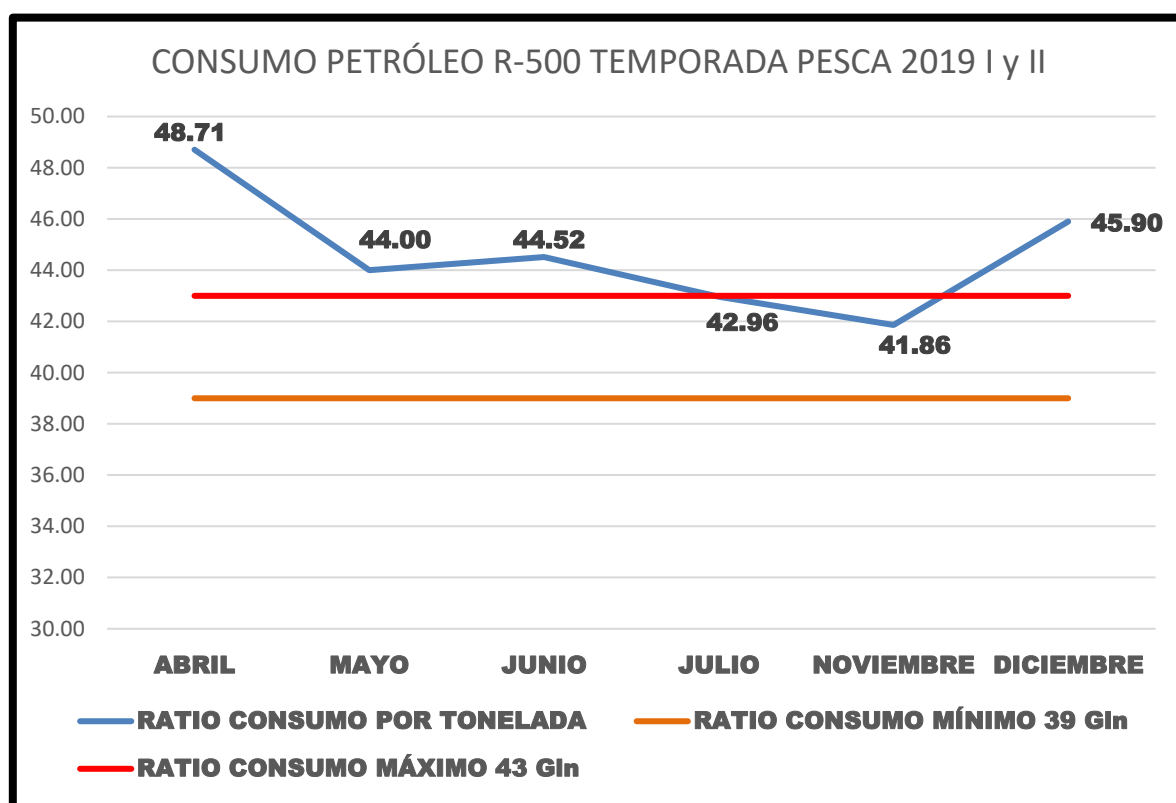
La empresa cuenta en la zona de calderos una deficiencia que impacta en la eficiencia de la producción ya que al ser calderos antiguos y no trabajar al 100% de su capacidad, esto genera un alto costo en los gastos de producción en el tema del petróleo Industrial B-6.

El consumo de petróleo industrial B-6 tiene una ratio establecido por las gerencias, con este indicador medimos cuanto petróleo se debe consumir por tonelada de Harina de pescado producida.

En la última temporada de producción se realizó un análisis de los consumos en los días de producción de planta, encontrando en dicho análisis un elevado consumo de combustible no cumpliendo con las ratios de producción propuesto por la empresa, generando estos consumos que los costos de producción se eleven. En el grafico a continuación se observa los picos de consumo sobrepasando la ratio requerido por la empresa, el cual es de 43 Gln / Tn harina como consumo máximo.

Figura 2

Consumo de petróleo Industrial R-500



Fórmulas para hallar sobrecosto:

Precio del Gln Petróleo Industrial R-500 ----- S/7.27

- Exceso petróleo industrial R-500 = ratio consumo – ratio empresa (43 Gln.)
- Sobre costo = Exceso petróleo Industrial R-500 * precio galón Petróleo Industrial R-500 * Tn Harina producida

El desvío de estas ratios, más de 43 gln/Tn harina, genera un sobre costo de producción en S/ 116,390.30 el cual lo expresamos en la tabla N° 01, donde se nota los desvíos existentes en el problema de estudio en mención, este se realizó luego de extraer los datos de producción de la empresa.

Tabla 1

Consumo mensual de petróleo Industrial R-500

FECHA PRODUCCIÓN	CONSUMO PETRÓLEO R500 Gln	HARINA PRODUCIDA Tn	RATIO CONSUMO	EXCESO CONSUMO PETRÓLEO R500	COSTO GENERADOS POR EXCESO DE CONSUMO R500
ABRIL	17,542	360.16	48.71	5.71	S/.14,940.72
MAYO	201,580	4,581.62	44.00	1.00	S/.33,227.83
JUNIO	131,202	2,947.30	44.52	1.52	S/.32,483.09
JULIO	97,756	2,275.49	42.96	0.00	S/.0.00
NOVIEMBRE	168,915	4,035.13	41.86	0.00	S/.0.00
DICIEMBRE	77,699	1,692.63	45.90	2.90	S/.35,738.67
TOTAL					S/.116,390.30

El siguiente proyecto se justifica ya que se van a aplicar de forma cuantitativa la posibilidad de mejorar los costos de producción en el área de caldera de la empresa, aplicando los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

En este proyecto de investigación se hizo efectivo las propuestas de mejoras para dar solución a uno de los problemas actuales que la empresa CFG Investment S.A.C. está pasando, en este caso el consumo elevado de petróleo Industrial B-6 y por ende esto eleva los costos de producción.

Antecedentes

Internacionales

En la tesis titulada “*Estudio de la eficiencia de combustión de la sala de calderas de la empresa Remaveca*”. Sierra, A. (2005), publicado por la Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, nos explica que las calderas siempre trabajan con una

eficiencia menores a su eficiencia real, por eso se propuso realizar un estudio para saber cuál es la factibilidad técnico – económico en las diferentes alternativas que logren aumentar la eficiencias en el proceso, para lo cual realizo un análisis de los gases de combustión para hallar una buena regulación de combustible y aire para mejorar la eficiencia de las calderas, logrando de esta manera un ahorro anual \$ 4532 dólares por ahorro de combustible regulando la relación aire – combustible.

En la tesis titulada “Eficiencia Térmica de las calderas de vapor de la ciudad de Loja y su correlación con la contaminación ambiental” Hidalgo, C. (2016), publicado por la Universidad Nacional de Loja”, Loja, Ecuador. El siguiente trabajo se abordó la relación que existe entre la eficiencia de las calderas y los gases de combustión, porque a través de los mismos podemos hallar como está la eficiencia de los calderos, determinando que a mayor pérdida de producto en los gases que van a la atmosfera la eficiencia decrece, evidenciando que los análisis son dependientes para cada caldera, debido a que cada caldera tiene condiciones únicas y específicas.

Nacionales

En la tesis titulada “*Influencia de un sistema de vapor flash en el área de secado para la reducción del consumo de combustible en la planta de harina COPEINCA Chancay, 2019*”. Ramos & Valle (2019), publicado por la Universidad del Santa, en Chimbote, Perú, nos demuestra la influencia que tiene un sistema flash en el ahorro de combustible, para lo cual se realizó entrevistas a los operadores y se reunió para su análisis los parámetros de operación de los equipos, donde se calculó una eficiencia en los calderos del 91.48%, luego realizaron los balances de materia y energía para poder

calcular las dimensiones de los tanques flash, con lo cual se logró reducir el consumo de petróleo en un 3.68%, esto representa un ahorro económico al año en \$ 94,975 USD.

En la tesis titulada “*Evaluación del sistema de recuperación de purgas de fondo y de nivel de las calderas piro tubulares en la empresa pesquera Austral Group S.A.A. – Coishco*”, Custodio & Solís (2017), Publicado por la Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú. En este proyecto luego de la evaluación del sistema de recuperación tanto de purgas de fondo y de nivel de las calderas, luego de este estudio se determinó que se lograría una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 52.5% en un periodo de repago de inversión de 23 meses, logrando con este sistema un ahorro de 17,632.40 Galones de petróleo R-500 por año, logrando mejorar la eficiencia de la planta en mención.

En la tesis titulada “*Diseño técnico – económico de un sistema de recuperación de vapor flash de purgas continuas para calentar el agua de alimentación de las calderas de la empresa pesquera RIBAUDO S.A.*” Purizaca, R. (2015), publicado por la Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú. El objetivo de este trabajo pretende diseñar un sistema para aprovechar el calor que se pierde en las purgas, luego de colocar un tanque de re vaporización logrando incrementar la temperatura del agua de alimentación de 60°C a 80°C, logrando un ahorro de 35.1 galones de combustible por hora, con este proyecto se logró obtener un beneficio de 1,152,572 nuevos soles al año, esto con un retorno operacional de inversión de 2 meses.

En la tesis titulada “*Implementación de un sistema de vapor flash para reducción del consumo de vapor en el área de cocción en la empresa pesquera centinela S.A.C.*”, Urcia & Zavaleta (2016), publicado por la universidad del santa, Chimbote, Perú, cuyo

propósito es la de instalar un sistema de vapor flash para recuperar los condensados provenientes de los equipos de secado logrando reducir el consumo del mismo en un 11.24% en dicha área, generando un ahorro de \$ 29.36 gl./h de petróleo esto equivale un ahorro económico de \$ 98356 resultando viable esta implementación.

En la tesis titulada “Dimensionamiento de un sistema de recuperación de calor a partir del condensado de purga de las calderas piro tubulares de 1000 BHP en planta pesquera Hayduk S.A.”, Paredes, G (2015), publicado por la universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú, nos permite conocer la importancia del dimensionamiento de un sistema de recuperación de condensados en este caso provenientes de las purgas de fondo de las calderas y con esto poder reducir el consumo de petróleo, donde luego de varios cálculos en distintos escenarios se eligió al más eficiente el cual generaba que el consumo se reduzca en un 0.84% por cada caldera, logrando un ahorro mensual de S/ 224,984.37.

Bases Teórica

Propuesta de Mejora

La propuesta de mejora son un conjunto de acciones que se implementan en una empresa, esto puede ser para mejorar su rendimiento, su productividad, mediante las propuestas de mejora la empresa le va permitir definir las acciones a tomar para mejorar sus indicadores. Propuesta Mejora (2017).

Pasos para implementar una propuesta de mejora:

- Identificar el proceso o problema a mejorar.
- Identificar las causas que originan el problema.
- Definir los objetivos generales de la empresa.

- Definir los proyectos y acciones de mejora.
- Planear y dar seguimiento a las acciones.

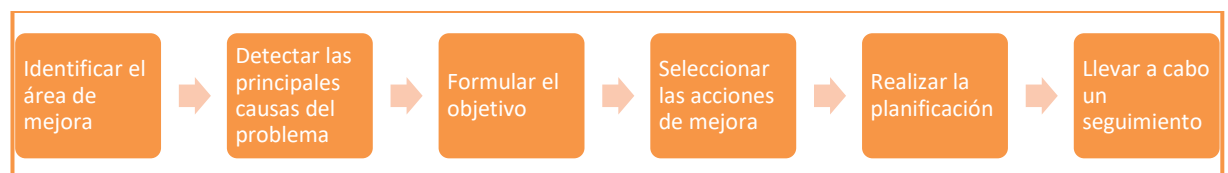
Según ANECA (2018), un plan o propuesta de mejora nos permite tomar decisiones sobre que mejoras o cambios deben incorporarse en una organización, para que sean reflejados en mejora, como en este caso la reducción de los costos operacionales de la empresa en mención, con esto nos controlar y hacer seguimientos para las mejoras a implementar, estos planes de mejora nos van a permitir:

- Precisar las causas que provocan los elevados costos de producción.
- Determinar las acciones de las mejoras que se van a aplicar.
- Que tan viable es la implementación de las mejoras.
- Determinar qué planes se van a desarrollar en un futuro.
- Aumentar la eficacia y eficiencia de la empresa.

Pasos a seguir para la implementación de un plan de mejora:

Figura 3

Pasos para implementar un plan de mejora



Según ANECA (2018) se necesitan los siguientes Instrumentos y herramientas para poder realizar un plan de mejoras.

- Diagrama de espigas (causa – efecto).
- Diagrama de Pareto.
- Tormenta de ideas.

Costo de operaciones

Según Flores, J. (2011), nos dice que los costos es la utilización del recurso de una compañía, para obtener un producto, trabajo o adquirir un servicio. Los costos se dividen en:

De acuerdo a la función en la que se originan se dividen:

- Costos de producción: son los costos que se usan para producir un producto, se subdivide en:
 - Costos de materia prima: es el costo de los materiales que son utilizados para producir el producto, por ejemplo: la anchoveta para producir harina de pescado.
 - Costos de mano de obra: es el costo que es usado en el pago de la remuneración de los operadores, los mecánicos, etc.
 - Costos indirectos de fabricación: son costos que intervienen, pero no de forma directa en la producción de un producto, por ejemplo: sueldo del supervisor, mantenimiento, etc.
- Costos de distribución o venta: son los gastos generados por el área que es la encargada de llevar el producto al consumidor final, por ejemplo, publicidad, comisiones, etc.
- Costos de administración: son los gastos generados en el área administrativa, por ejemplo, teléfono, seguridad del local, etc.

De acuerdo a su comportamiento:

- Costos variables: son los que cambian en relación con una actividad dada.
- Costos fijos: son los que permanecen constante durante un periodo determinado, por ejemplo, sueldo, alquileres, etc.

Según Fisher, Espejo (2011), Los costos es el dinero que se paga para llevar a cabo una operación, la eficiencia de la producción se mide con el consumo más económico de las materias primas, materiales y personal, reduciendo los costó hasta donde sea posible para el funcionamiento de la misma, de esta manera los costos de producción revelaran cuales son los materiales que tienen una ratio elevado y una vez localizado ver en que parte de la producción se puede reducir los costos.

Objetivos para los cuales fueron constituidos los costos:

- Considerar los precios actuales del mercado y comparar las estimaciones.
- Atender a la oferta, a la demanda y a la competencia.
- Establecer máximos y mínimos en los precios de venta, si lo permite la oferta y la demanda.
- Decidir entre producir o comprar el artículo que se está elaborando.

Eficiencia de una caldera

(eFENERGIA, s.f.) Existen dos métodos para determinar la eficiencia de una caldera, esta puede ser por:

Método indirecto.

Según Efenergia (s.f.) con este método de calculan todas las pérdidas de calor que se están generando en ese momento en una caldera de manera separada. Estos procedimientos son normados según NTP: 350.300.2008, obteniendo la siguiente relación:

Ecuación 1

Eficiencia de la caldera

$$\eta_{caldera} = 100\% - \sum_{i=1}^6 P_i \text{ ----- (01)}$$

Dónde:

$\eta_{caldera}$: Eficiencia de la caldera (%)

P_1 : Pérdida por entalpia de los gases secos en la chimenea.

P_2 : Pérdida por la entalpía del vapor de agua en los gases de combustión.

P_3 : Pérdida por inquemados gaseosos.

P_4 : Pérdida por inquemados sólidos.

P_5 : Pérdida por convección.

P_6 : Pérdida por radiación.

A continuación, ecuaciones para calcular las perdidas por los distintos tipos de calor.

- **Pérdida por entalpia de los gases secos en la chimenea P_1**

Esta pérdida porcentual de calor es tomada en la chimenea, con la entalpia de los gases de escape, esto se calcula mediante.

Ecuación 2

Pérdida por entalpia de los gases secos en la chimenea P_1

$$P_1 = \frac{K * (T_g - T_a)}{\%VolCO_2} \text{ ----- (02)}$$

Dónde:

T_g : Temperatura de los gases a la salida de la chimenea °C

T_a : Temperatura ambiental o de ingreso al quemador °C

$\%VolCO_2$: Concentración volumétrica de CO2 en gases de escape, base seca.

K: Constante de Sievert para el combustible.

Según NTP 350.300.2008 la constante Sievert (K) para combustibles tipo residuales es de 0.53.

- **Perdida por la entalpia del vapor de agua en los gases de combustión P₂**

La pérdida porcentual de calor se debe a la entalpia del vapor de agua en la chimenea esto se halla en los gases de escape, se calcula con la siguiente ecuación.

Ecuación 3

Perdida por la entalpia del vapor de agua en los gases de combustión

$$P_2 = \frac{(\%Wt H_2O + 9 * \%Wt H) * (2488 - 4.2Ta + 2.1 Tg)}{PCS} \text{ --- (03)}$$

Dónde:

% Wt H₂O: Porcentaje en peso de H₂O contenido en el combustible, %

% Wt H: porcentaje en peso de H contenido en el combustible, %

PCS: Poder calorífico superior del combustible, KJ/Kg.

- **Perdida por inquemados gaseosos P₃**

Esta pérdida porcentual de calor se debe a insuficiente aire en la combustión y esto puede producir elevadas concentraciones de CO, para calcular estas pérdidas utilizamos la siguiente ecuación.

Ecuación 4

Perdida por inquemados gaseosos

$$P_3 = K_1 \left(\frac{\%Vol CO}{\%Vol CO + \%Vol CO_2} \right) \text{ --- (04)}$$

Donde:

K_1 : es la constante de inquemados del combustible

% Vol. CO_2 : concentración volumétrica de CO_2 en los gases de escape base seca

% Vol. CO: concentración volumétrica de CO en los gases de escape, base seca.

- **Perdida por inquemados sólidos P_4**

Los inquemados sólidos están formados en su mayoría por partículas de carbono e hidrocarburos fraccionados, esta pérdida de calor porcentual la podemos hallar con la siguiente formula.

Ecuación 5

Perdida por inquemados solidos

$$P_4 = 0.14 B^2 + 0.08B + 0.07 \text{ --- (05)}$$

Dónde:

B: Índice de Bacharach,

Estos valores indican la presencia de hollín en los humos de las calderas, en la tabla a continuación detallamos sus valores según la presencia de hollín en los gases.

Tabla 2

Índice Bacharach

ÍNDICE DE BACHARACH	CALIFICACIÓN	EFFECTOS
1	Excelente	No hay hollín
2	Buena	Hollín muy reducido
3	Regular	Cierta Cant. De Hollín
4	Pobre	Hollín Visible
5	Muy Pobre	Hollín muy visible
6 a 9	Pobrísima	Hollín muy muy visible

Fuente: NTP 350.300.2008

- **Perdida por convección P₅**

Para hallar la pérdida porcentual de calor por convección, hallamos primero los coeficientes convectivos para las superficies exteriores de la caldera tanto en el fluido de trabajo como en los gases de la combustión, KW/m²°C.

Ecuación 6

Perdida por convección h_{cf}

$$h_{cf} = 1.973 * 10^{-3} * (T_{sf} - T_a)^{\frac{1}{4}} * (2.857v + 1)^{\frac{1}{2}} \text{ --- (06)}$$

Ecuación 7

Perdida por convección h_{cg}

$$h_{cg} = 1.973 * 10^{-3} * (T_{sg} - T_a)^{\frac{1}{4}} * (2.857v + 1)^{\frac{1}{2}} \text{ --- (07)}$$

hallamos el calor por convección, para lo cual utilizamos la siguiente ecuación.

Ecuación 8

Calor perdido por convección

$$Q_{p5} = h_{cf} * A_f (T_{sf} - T_a) + h_{cg} * A_g (T_{sg} - T_a) \text{ --- (08)}$$

Para hallar la pérdida porcentual por la transferencia de calor por convección, mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 9

Perdida porcentual

$$P_5 = 80 * \frac{Q_{p5}}{Wc} \text{ --- (09)}$$

Dónde:

Q_{p5} : Calor perdido por convección, por unidad de tiempo kW

H_{cf} : Coeficiente de convección de la superficie exterior de la caldera, que cubre al fluido de trabajo, kW/m²°C

H_{cg} : Coeficiente de convección de la superficie exterior de la caldera, que cubre a los gases de combustión, kW/m²°C

T_{sf} : Temperatura de superficie exterior de la caldera, que cubre al fluido de trabajo, °C

T_{sg} : Temperatura exterior de la caldera, que cubre a los gases de la combustión, °C

A_f : superficie de la superficie exterior de la caldera, que cubre al fluido de trabajo, m²

A_g : Superficie de la superficie exterior que cubre los gases de escape, m²

V : Velocidad del viento alrededor de la caldera, m/s

W_c : Potencia de la caldera, kW

- **Perdida por radiación P_6**

Para obtener esta pérdida porcentual de calor debemos hallar los coeficientes de la radiación para cada superficie, tanto para la que cubre el fluido de trabajo y los gases de la combustión mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 10

Perdida por radiación I_f

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sf} + 273)^4 - (T_a + 273)^4 \text{ --- (10)}$$

Perdida por radiación I_g

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sg} + 273)^4 - (T_a + 273)^4 \text{ --- --- --- --- --- (11)}$$

Luego hallamos el calor por radiación mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 12

Calor por radiación

$$Q_{p6} = I_f * A_f + I_g * A_g \text{ --- --- --- --- --- (12)}$$

Para hallar la perdida porcentual por radiación, se obtiene mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 13

Perdida porcentual por radiación

$$P_6 = 80 * \frac{Q_{p6}}{W_c} \text{ --- --- --- --- --- (13)}$$

Método Directo

Este método es conocido como el de entrada y salida, esto se puede realizar midiendo directamente los flujos de ingreso y salida de calor del sistema, para evaluar por este sistema se necesita la siguiente ecuación.

Ecuación 14

Ecuación Método directo

$$\eta = \frac{m_v * (h_g - h_i)}{m_c * 3.678 * PCI} * 100\% \text{ --- --- --- --- --- (14)}$$

Donde:

m_v : Flujo másico de vapor generado (kg/s)

h_g : Entalpia de vapor saturado (kJ/kg)

h_i : Entalpia del agua de alimentación (kJ/kg)

m_c : Flujo másico del combustible o consumo (kg/s)

PCI: Poder Calorífico Inferior del combustible (kJ/kg)

Definición de Términos Básicos

BHP: El caballo de fuerza de caldera (en inglés boiler horse power o BHP). Es utilizada en la clasificación de la capacidad de una caldera de entregar vapor a un motor de vapor. Es equivalente a 34,5 libras de agua evaporada por hora a 212 grados Fahrenheit. Un BHP equivale a 33 471.40 BTU por hora (BTU/h).¹ Asimismo equivale a 9.8 kW y 13.14 HP. (Caballo de fuerza s.f. 2019).

COMBUSTIBLES RESIDUALES: son aquellos que provienen del petróleo crudo que luego de pasar por etapas de refinación y cumplir con las normas de la NTP y estándares ASTM D-396 son utilizados para los calderos en los procesos productivos. (Petróleos industriales, 2019).

Características técnicas:

- La viscosidad tiene que ser ideal para los equipos donde se va utilizar el combustible, sobre todo respetar las características que una caldera requiere.
- Poseer un poder calorífico específico, ya que esto es esencial para realizar los cálculos y calcular el costo energético.
- Contar con proporciones bajas de azufre, esto para minimizar la corrosión en el sistema de encendido.
- Tener presente en su composición la cantidad mínima de agua, para evitar problemas en la combustión.

ENTALPIA: Es un sistema de volumen constante en el cual no se realiza ningún trabajo de no expansión, el cambio es la energía interna del sistema es igual a la energía proporcionada a él como calor ($\Delta U = q$, a volumen constante). Peter, A. & Loretta, J. (2006).

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la propuesta de mejora en el área de caldera reduce los costos de operación en la empresa pesquera CFG Investment S.AC.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Reducir los costos de operación a través de la propuesta de mejora en el área de caldera en la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.
- Identificar y proponer las herramientas de mejora para el proceso en el área de caldera de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.
- Comparar los costos de operación reflejados en el consumo de petróleo residual antes y después de la mejora en el área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.
- Determinar la viabilidad económica de la propuesta de mejora del área de calderas de la empresa pesquera C.F.G. Investment S.A.C.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La propuesta de mejora en el área de calderas reducirá los costos de operación en la empresa pesquera C.F.G. Investment S.A.C.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- El diagnóstico realizado a la situación actual del área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C. permitirá mejorar las eficiencias de estas.
- La propuesta de herramientas de mejora para el área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C. será suficiente.
- Se reflejará el ahorro del consumo en los costos de operación de la empresa pesquera C.F.G Investment S.A.C.
- Será Viable la propuesta de mejora en el área de calderos de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.

Tabla 3

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	FORMULA	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	V.I. Consumo de combustible del área de caldera.	Rendimiento de calderos	$\eta = \frac{m \cdot Cp \cdot \Delta T}{F \cdot PCI}$	Entrevista: Guía de preguntas	CUANTITATIVO
¿En qué medida la propuesta de mejora en el área de caldera reduce los costos de operación en la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.?	Reducir los costos de operación a través de la propuesta de mejora en el área de caldera en la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.	La propuesta de mejora en el área de calderas reduce los costos de operación en la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.					
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS					
¿Cómo realizar un diagnóstico de la situación actual del área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.?	Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.	El diagnóstico realizado a la situación actual del área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C. será importante.	V.D. Costos de operación de la empresa pesquera C.F.G. Investment	Consumo específico de combustible	$CE = \frac{\text{Consumo combustible}}{\text{Vapor generado}}$	Encuestas: Cuestionario	CUANTITATIVO
¿Cómo identificar y proponer las herramientas de mejora para el proceso en el área de caldera de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.?	Identificar y proponer las herramientas de mejora para el proceso en el área de caldera de la empresa CFG Investment S.A.C.	La propuesta de herramientas de mejora para el área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C. sera suficiente.		Ratio diario de producción	$x = \frac{\text{Consumo petróleo}}{\text{Harina producida}}$	Análisis de datos: partes de producción	CUANTITATIVO
¿Cómo comparar los costos de operación reflejados en el consumo de petróleo industrial antes y después de la mejora en el área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.?	Comparar los costos de operación reflejado en el consumo de petróleo residual antes y después de la mejora en el área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.	Se reflejara el ahorro del consumo en los costos de operación de la empresa pesquera C.F.G Investment S.A.C.		Costo exceso petróleo	$x = \text{harina producida} \cdot \text{consumo B6} \cdot \text{precio B6}$	Observación directa: al área de calderas	OBSERVACIÓN
¿Cómo determinar la viabilidad de la propuesta de mejora en el área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.?	Determinar la viabilidad de la propuesta de mejora del área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.	Sera Viable la propuesta de mejora en el área de calderos de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.					

1.5. Variables y su operacionalidad

Tabla 4

Matriz de operacionalidad

DIMENSIONES	VARIABLE	INDICADOR	FORMULA
		Rendimiento de calderos	$\eta = \frac{m * Cp * \Delta T}{F * PCI}$
Consumo de combustible	V.I. Consumo de combustible del área de caldera.	Consumo específico de combustible	$CE = \frac{\text{Consumo combustible}}{\text{Vapor generado}}$
		Consumo /hora combustible	$x = \frac{Q_0}{PCI * \eta}$
Costos de operaciones	V.D. Costos de operación de la empresa pesquera C.F.G. Investment	Ratio diario de producción	$x = \frac{\text{Consumo petróleo}}{\text{Harina producida}}$
		Costo exceso petróleo	$x = \text{harina producida} * \text{consumo B6} * \text{precio B6}$

CAPÍTULO II.

METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Por la orientación de la investigación se va a realizar un tipo de estudio aplicada según CRAI (s.f.) este tipo de investigación tiene como fin resolver un problema centrándose en la búsqueda de una solución, es por eso que para esta investigación se aplicara este tipo de estudio por que buscaremos darle solución al problema de la empresa que es reducir los costos de operación, y por el diseño Pre Experimental según Question pro (s.f.) que es un diseño simple y esta se mantiene siempre bajo observación es por eso que esta investigación será pre experimental ya que se adecuada al trabajo desarrollado

2.2. Población y muestra

Población: es un conjunto o total de elemento que serán utilizados como unidades de muestreo, tal como lo señala Lalangui, D. (2017), siguiendo estos conceptos tomamos como población los partes de producción de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C., se analizara el periodo 2019 en la I y II temporada.

Muestra: Según Lalangui, D. (2017) la muestra un fragmento de la población que será seleccionada para realizar las mediciones, siguiendo estos conceptos, se tomarán los consumos de petróleo residual del área de caldera en el periodo de la I y II temporada de pesca ya que estos actualmente están generando que los costos de producción sean elevados, generando un sobre costo de producción anual de S/ 116,390.30.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

En esta investigación se empleara técnicas como entrevistas, encuestas y análisis de datos, métodos cuantitativos e instrumentos para la obtención de información necesaria para analizar los costos de operación como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 5

Técnica, métodos e instrumentos de recolección de datos

MÉTODO	TÉCNICA	INSTRUMENTO	JUSTIFICACIÓN	APLICACIÓN
CUANTITATIVO	Entrevista	Guía de preguntas	Realizar un diagnóstico del área de producción	Jefes de Producción
	Encuesta	Cuestionario	Definir las principales causas a la problemática de la empresa pesquera	Operadores del área de calderas, supervisores Mecánicos y Eléctricos
	Análisis de datos	Hojas de calculo	Obtener datos históricos	Parte de producción de temporadas de Producción I y II
OBSERVACIÓN	Observación directa	Apuntes	Realizar un diagnóstico del proceso de producción, centrándose en el área de calderas	Observación directa del proceso de producción

Entrevista: esta se le realizo los jefes de producción, esto lo realizamos mediante un dialogo donde le realizamos preguntas que nos permitieron saber información importante y relevante sobre la situación actual del área de calderas de la empresa pesquera en estudio.

Encuesta: con esta técnica nos accedió a conocer cuáles son las causas del problema de la empresa pesquera en estudio, que es lo que impacta de manera negativa y hace que los costos de producción se eleven, esta encuesta fue aplicada a 9 colaboradores que están inmersos en el área de calderos.

Análisis de Datos: con esta técnica logramos recopilar los datos históricos tales como los partes de producción, transacciones del SAP relacionados a la investigación, los formatos de producción del Área de calderos, los cuales son necesarios para poder implementar las mejoras en la empresa pesquera.

Observación directa: con esta técnica podemos observar cómo está el funcionamiento, corroborar si los datos plasmados en los formatos de producción son

veredictos, observar el funcionamiento de las calderas (si emite hollín a la atmosfera), con esto me permite una visión clara del funcionamiento real de las calderas.

Alfa de Cron Bach: con esta herramienta vamos a medir la fiabilidad de la encuesta realizada a los trabajadores inmersos en el área de calderas.

2.4. Procedimientos recolección de datos

Se realizó un diagnóstico del área de calderos de la empresa pesquera CFG Investment utilizando los siguientes procedimientos tales como observaciones directas al área de calderas, encuestas, elaborando un diagrama de Ishikawa para hallar las causas que originaban el problema, todo esto para captar los resultados para poder desarrollar esta investigación.

Tabla 6

Procedimiento de etapas realización de tesis

Etapa	Procedimiento
Diagnostico	Observación directa: con esto me permite tener una visión general de cómo están las operaciones en el área de caldera.
	Encuesta: esta fue aplicada a los 04 operadores del área de caldera, 02 jefes de producción, asistente de producción, supervisor parte eléctrica y mecánica, con el objetivo de cuantificar las causas raíces, para poder determinar las causas de que se eleve el consumo de petróleo B-6.
	Diagrama de causa raíz (Ishikawa): donde se representó las causas que generaban los problemas en el área de calderas.
	Matriz de priorización: se proponen los indicadores que nos permitirán posteriormente medir las causas raíces del Pareto.
	Diagrama de Pareto: esto se realizó para establecer el 80% de las causas que generan el aumento de los costos de producción en el área de calderas.
	Análisis de datos: se revisó los partes de producción de producción, los formatos de operación del área de calderas y los registros en el SAP.
Solución de propuesta	Matriz de Indicadores: con los datos de Pareto obtenidos en porcentajes de cada causa raíz, cuantificamos las pérdidas en dinero por cada causa raíz según el porcentaje de impacto obtenido.
Evaluación Financiera	Se utilizarán herramientas, métodos y técnicas de la ingeniería industrial con la finalidad de reducir el consumo de petróleo B-6 en el área de caldera y por ende reducir los costos de operación.
Evaluación Financiera	Se realizó un análisis financiero para comparar cuánto se ahorra luego de la propuesta de mejora y ver la relación costo beneficio.

2.5. Análisis de datos

Para realizar el análisis de datos del área de caldera de la empresa pesquera CFG Investment, teniendo como referencia los objetivos de la presente investigación, para

lo cual se utilizarán las siguientes técnicas y herramientas que técnica se va a utilizar para lograr el objetivo planteado.

Tabla 7

Análisis de datos

OBJETIVO	FUENTE	TÉCNICA	HERRAMIENTA	LOGRO
Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.	Operadores de calderos y jefe de turno de producción	Observación directa, entrevista y encuestas.	Guía de observación, guía de entrevista, cuestionario.	Obtener información de la situación actual del área de calderas
Identificar y proponer las herramientas de mejora para el proceso en el área de caldera de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.	Operadores de calderos y jefe de turno de producción	Encuestas y entrevistas	Cuestionario y guía de entrevista.	Determinar herramientas para mejorar el área de calderas
Comparar los costos de operación antes y después de la mejora en el área de calderas de la empresa pesquera CFG Investment S.A.C.	Base de datos	Análisis de costos	Libro de Excel, parte diario de producción	Elaborar cuadros comparativos para ver como mejoran los costos de producción
Determinar la viabilidad de la propuesta de mejora del área de calderas de la empresa pesquera C.F.G. Investment S.A.C.	Registro de datos	Análisis de datos	Consolidados de costos de producción	Elaborar flujos de cajas para determinar la viabilidad de la propuesta

2.6. Aspectos Éticos

- Toda la información plasmada en esta investigación está debidamente citada, respetando de esta forma el derecho reservado de los autores.
- Con respecto a las personas participantes en este informe se respetará su opinión y se reservará su identidad, agradeciendo su aporte brindado a la presente investigación.

- Con respecto a la confidencialidad de los datos de la empresa brindada a para este informe, solo se divulgará aquellos datos que sean autorizados por la empresa, respetando de esta forma la reserva de la información de la empresa.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS

3.1. Diagnostico actual de la Empresa

3.1.1. Descripción General de la Empresa

La empresa pesquera en mención inicia sus operaciones en el Perú en el año 2006, teniendo como objetivo extraer, procesar y ofrecer productos hidrobiológicos de la más alta calidad. En la actualidad opera con cinco plantas de procesamiento de harina y aceite de pescado ubicadas estratégicamente en el norte, centro y sur del litoral peruano, cuenta con una capacidad total de procesamiento de 485 toneladas de pescado por hora, todas sus plantas producen harina secada al vapor (stream dried), para el suministro de materia prima destinada a la producción de harina y aceite de pescado contamos con una flota de 20 embarcaciones pesqueras, equivalentes a una capacidad de extracción de 9000 TM, todas estas equipadas con modernos sistemas RSW (sistema de refrigeración de agua de mar) para la correcta conservación de la materia prima capturada, la empresa en mención para la zona norte y centro del Perú cuenta con una participación de cuota de 6.2% y en la zona sur tiene una participación de 11.7%.

Nuestros principales productos son la harina y aceite de pescado a base de la anchoveta que se pesca dentro del litoral peruano, la cual es reconocida mundialmente por su calidad y seguridad en los controles sanitarios a lo largo de toda la cadena de producción y suministro, la empresa cuenta con una importante cartera de clientes, siendo los mayores consumidores los mercados de Asia y Europa.

Misión Visión y Valores de la Empresa

Visión. Ser una empresa global, diversificada y líder en la extracción y procesamiento de recursos hidrobiológicos.

Misión. Ofrecer productos de calidad mundial, operando con los más altos estándares de eficiencia, con el firme compromiso de preservar los recursos marinos. Propiciar la creación de un excelente clima laboral en donde prime el desarrollo y la seguridad de todos los integrantes de nuestro equipo.

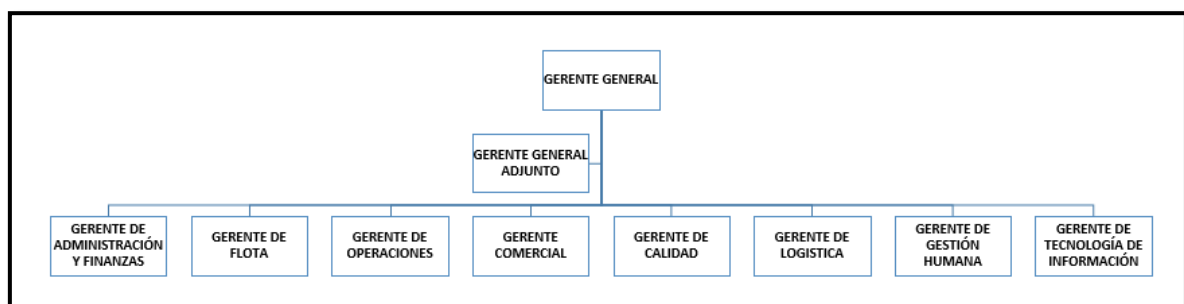
Valores.

1. Compromiso.
2. Honestidad.
3. Proactividad.
4. Trabajo en equipo.
5. Eficiencia.
6. Respeto.
7. comunicación.

Organigrama de la empresa

Figura 4

Organigrama de la empresa CFG Investment



3.1.2. Área de la empresa en estudio

El estudio de la presente investigación se centró en el área de calderos, ya que luego de recolectar los datos mediante la observación directa y encuestas realizados al

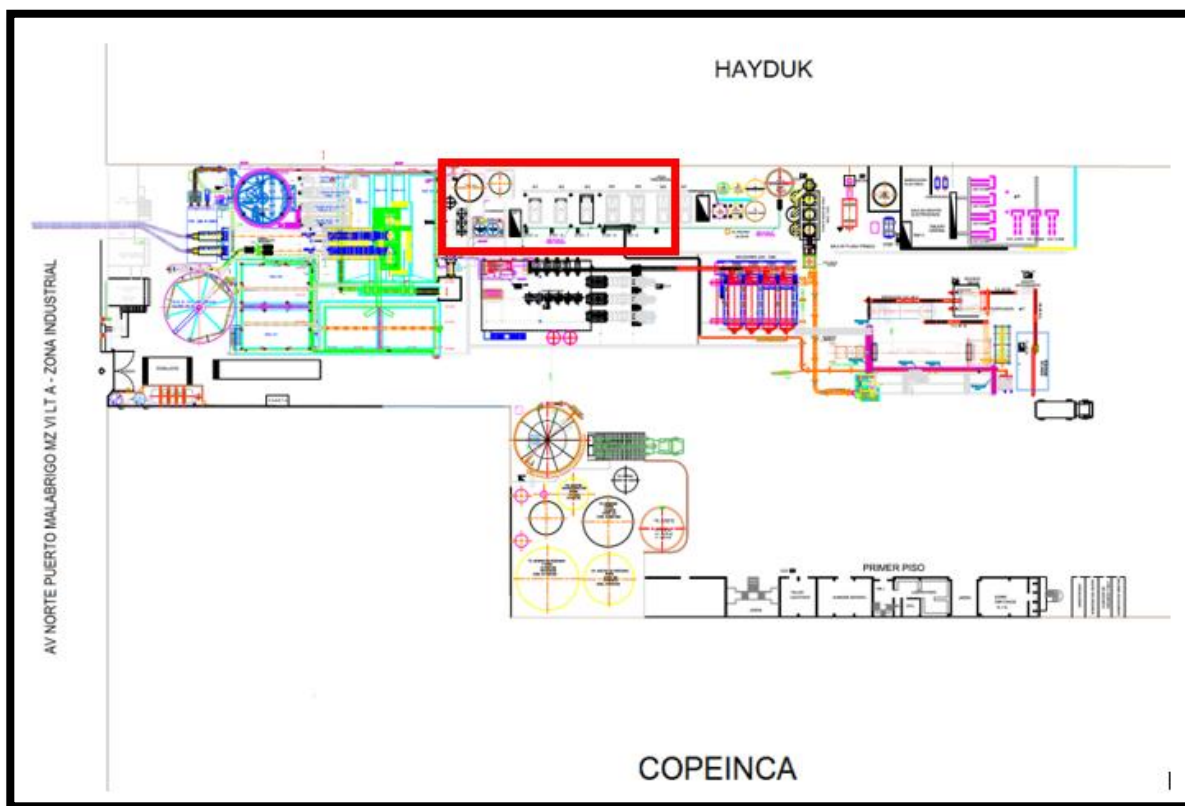
personal involucrado en el área en mención se encontró que la empresa en mención cuenta con 6 calderos de una potencia total de 5000 BHP y una producción de 72500 Kg de vapor si se trabaja al 100% de su eficiencia, en los cuales se encontró fallas por sobredimensionamiento de maquinarias como fugas de vapor. La planta en mención funciona con solo 3800 BHP y 44000 Kg.

Los calderos tienen muchos años de antigüedad por lo cual trabajan a 85% de su capacidad, que equivale a una producción total de 61625 Kg lo cual tiene un 15 % de su producción lo cual equivale a 10875 Kg de vapor perdido.

Al ser calderos antiguos y no trabajar al 100% de su capacidad, esto genera un alto costo en los gastos de producción en el tema del petróleo R 500.

Figura 5

Layout ubicación planta de vapor

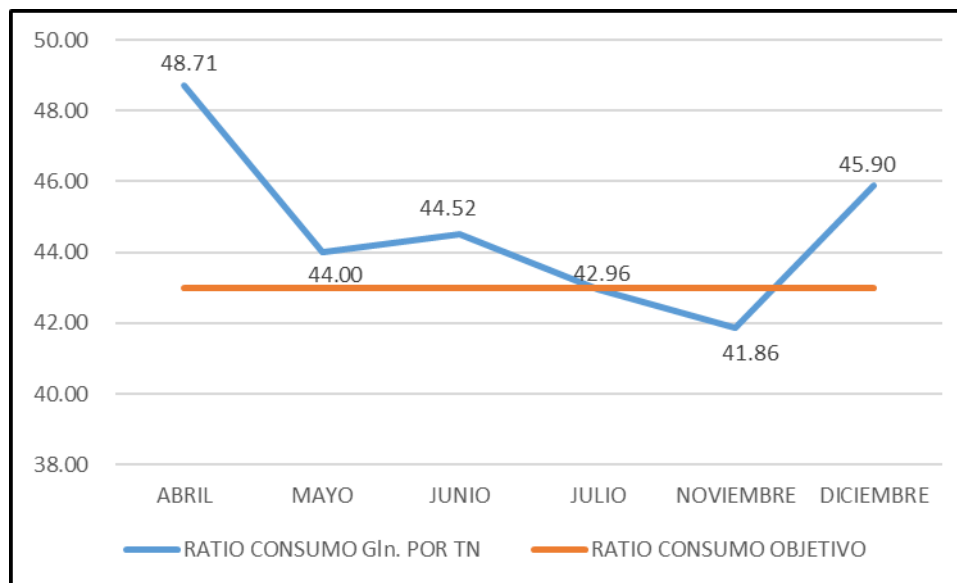


La empresa pesquera en estudio ha tenido elevados ratios debido al exceso de consumo de petróleo en el área de calderas en el año 2019, esto datos se obtuvieron

luego de analizar los reportes de producción y analizar una de las causas que estaban elevando los costos de producción En la siguiente figura se muestra los ratios de consumo en comparación con el ratio propuesto por la empresa.

Figura 6

Comparativo de ratios de consumo vs Ratio de empresa



De la figura podemos decir que en el mes de noviembre y julio el consumo estuvo por debajo de la ratio propuesto por la empresa, pero en el mes de julio la ratio estuvo cerca del propuesto por la empresa, pero en los meses de abril, mayo, junio y diciembre la ratio de consumo si está por encima de lo propuesto por la empresa, sobre todo en los meses de abril y diciembre donde el consumo está muy por encima de la ratio de consumo de petróleo el cual es de 43 Gln. Por tonelada de harina.

En la tabla N° 07 se observa el valorizado de los gastos del consumo en exceso de petróleo industrial en el área de calderas lo que genera que los costos de producción se elevan, lo cual se resume en sobrecostos de S/ 116,390.30 en el año 2019.

Tabla 8

Cuadro costos en exceso generado por consumo de petróleo

MES PRODUCCIÓN	COSTO GENERADOS POR EXCESO DE CONSUMO R500
ABRIL	S/.14,940.72
MAYO	S/.33,227.83
JUNIO	S/.32,483.09
JULIO	S/.0.00
NOVIEMBRE	S/.0.00
DICIEMBRE	S/.35,738.67
TOTAL	S/.116,390.30

Fuente: Parte diario producción de la empresa CFG Investment

3.1.3. Descripción y Características de la Planta de Vapor (situación actual)

Características y parámetros de la planta de vapor de la empresa CFG Investment, estos parámetros son con los que se está operando en la actualidad dicha zona de la empresa.

Tabla 9

Descripción y características de planta de vapor

Descripción	CALDERA 1	CALDERA 2	CALDERA 3	CALDERA 4	CALDERA 5	CALDERA 6
Marca	DISTRAL	DISTRAL	DISTRAL	YORH SHIPLEY	DISTRAL	DISTRAL
Tipo	PIROTUBULAR	PIROTUBULAR	PIROTUBULAR	PIROTUBULAR	PIROTUBULAR	PIROTUBULAR
Pasos	3	3	3	3	3	3
Potencia	800	900	900	700	1000	800
Eficiencia Nominal	88%	88%	88%	88%	88%	88%
Presión Nominal (PSI)	150	150	150	150	150	150
Tipo de combustible	Petróleo R-500	Petróleo R-500	Petróleo R-500	Petróleo R-500	Petróleo R-500	Petróleo R-500
Año de fabricación	1993	1991	1991	1994		1989

Parámetros de Operación descripción

Los calderos de la planta de vapor tienen en su situación actual los siguientes parámetros de operación, esto datos son obtenidos de los reportes de producción que son llenados por los operadores de los calderos, los cuales lo representamos en la siguiente tabla.

Tabla 10

Parámetros de operación de planta de vapor

	Caldero 1	Caldero 2	Caldero 3	Caldero 4	Caldero 5	Caldero 6
Presión de Vapor (bar)	8	8	8	8	8	8
Temperatura de agua de alimentación °C	75	75	75	75	75	75
Consumo de combustible (Gln/Hr)	200	200	210	200	220	200

- **Gases de emisión:** estos parámetros fueron tomados por la empresa SGS del Perú S.A.C., que es la encargada de monitorear los parámetros con que son emitidos al medio ambiente, obteniendo los siguientes datos los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 11

Parámetros de gases de combustión

Parámetro	Unidad	CALDERO 1	CALDERO 2	CALDERO 3	CALDERO 4	CALDERO 5	CALDERO 6
CO ₂	%vol.	8.65	8.17	9.26	8.44	9.17	9.07
O ₂	%vol.	7.28	8.21	8.15	7.12	8.68	7.31
CO	ppm	480	500	500	480	510	480
Exceso de Aire	%	44.73	48.33	51.23	50.21	59.32	44.53
T° de gases (Tg)	°C	220	210	215	220	230	220
T° Ambiente (Ta)	°C	18	18	18	18	18	18
Velocidad viento (v)	m/s	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22
Índice de Bacharach	-	2	2	2	2	2	2

Fuente: Área de Gestión ambiental

- **Petróleo R-500:** las calderas de la empresa utilizan como combustible Petróleo R-500, para la generación de vapor en las calderas, las cuales tienen las siguientes características:

Tabla 12

Parámetros y promedio de petróleo R-500

Parámetro	Promedio
%Wt H ₂ O	1.1
%Wt H ₂	0.1
PCS (Kj/Kg)	43,245.00
PCS (KCal/Kg)	10,330.90
PCI (Kj/Kg)	42,362.30
PCI (KCal/Kg)	10,120.00
Densidad (Kg/gal)	3.678
Cte de Siegert (K)	0.53
Constante (K1)	54

Fuente: Osinergmin

3.1.4. Cálculo de rendimiento de zona de generación de vapor (condición actual)

Los cálculos para hallar el rendimiento actual de la caldera, esto lo vamos a realizar por el método indirecto para caldera N° 1.

- **Pérdida por la entalpía de los gases secos en la chimenea**, para calcular esta pérdida aplicamos la ecuación N° 02 obteniendo el siguiente resultado.

$$P_1 = \frac{K * (T_g - T_a)}{\%VolCO_2}$$

$$P_1 = \frac{0.53 * (220 - 18)}{8.65} = 12.38\%$$

- **Pérdida por la entalpía del vapor de agua en los gases de combustión**, para calcular esta pérdida aplicamos la ecuación N° 03, con lo cual obtenemos el siguiente resultado.

$$P_2 = \frac{(\%Wt H_2O + 9 * \%Wt H) * (2488 - 4.2T_a + 2.1 T_g)}{PCS}$$

$$P_2 = \frac{(1.1 + 9 * 0.1) * (2488 - 4.2 * 18 + 2.1 * 220)}{43245} = 0.32\%$$

- **Pérdida por inquemados gaseosos**, para calcular esta pérdida aplicamos la ecuación N° 04, con lo cual se obtuvo el siguiente resultado.

$$P_3 = K_1 \left(\frac{\%Vol CO}{\%Vol CO + \%Vol CO_2} \right)$$

$$P_3 = 54 * \left(\frac{0.048}{0.048 + 8.65} \right) = 0.30\%$$

- **Pérdida por inquemados sólidos**, para calcular esta pérdida aplicamos la ecuación N° 05, con lo cual se obtuvo el siguiente resultado.

$$P_4 = 0.14 B^2 + 0.08B + 0.07$$

$$P_4 = 0.14 * 2^2 + 0.08 * 2 + 0.07 = 0.79\%$$

- **Pérdida por convección**, para calcular esta pérdida obtuvimos todas las pérdidas porcentuales en cada tipo de superficie exterior para lo cual realizamos los siguientes cálculos.

Dónde: $T_{sf} = 70^{\circ}C$ ----- $T_{sg} = 210^{\circ}C$

Hallamos las superficies de las superficies exterior de la caldera, así como de la chimenea, donde utilizamos los siguientes datos de la caldera de 800 BHP:

- Largo del cuerpo (L): 7.66 m
- Diámetro del cuerpo (D): 2.9 m
- Altura de la chimenea (h): 8 m
- Diámetro de la chimenea (d): 1.8 m

Con estos valores calculamos las áreas de transferencia de la caldera como de la chimenea, por medio de la siguiente fórmula:

$$A_f = \pi * L * D$$

$$A_f = 3.14 * 7.66 * 2.9$$

$$A_f = 69.75 \text{ m}$$

$$A_g = \pi * h * d$$

$$A_g = 3.14 * 8 * 1.8$$

$$A_g = 45.26 \text{ m}$$

Para hallar los coeficientes convectivos para cada superficie se calcula con las ecuaciones N° 06 y 07

$$h_{cf} = 1.973 * 10^{-3} * (T_{sf} - T_a)^{\frac{1}{4}} * (2.857v + 1)^{\frac{1}{2}}$$

$$h_{cf} = 1.973 * 10^{-3} * (70 - 18)^{\frac{1}{4}} * (2.857 * 7.22 + 1)^{\frac{1}{2}} = 0.02471 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2 * ^\circ\text{C}}$$

$$h_{cg} = 1.973 * 10^{-3} * (T_{sg} - T_a)^{\frac{1}{4}} * (2.857v + 1)^{\frac{1}{2}}$$

$$h_{cg} = 1.973 * 10^{-3} * (210 - 18)^{\frac{1}{4}} * (2.857 * 7.22 + 1)^{\frac{1}{2}} = 0.03426 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2 * ^\circ\text{C}}$$

Para hallar el calor perdido por convección utilizamos la ecuación N° 08

$$Q_{p5} = h_{cf} * A_f (T_{sf} - T_a) + h_{cg} * A_g (T_{sg} - T_a)$$

$$Q_{p5} = 0.02471 * 69.75 * (70 - 18) + 0.03426 * 45.26 * (210 - 18)$$

$$Q_{p5} = 387.33 \text{ kW}$$

La potencia de las calderas lo convertimos de BHP a kW, mediante el siguiente factor de conversión.

$$1 \text{ BHP} = 9.8095 \text{ kW}$$

$$W_c = 800 \text{ BHP} * \frac{9.8095 \text{ kW}}{1 \text{ BHP}}$$

$$W_c = 7,848 \text{ kW}$$

Ahora mediante la ecuación N° 09 hallamos la cantidad perdida por convección.

$$P_5 = 80 * \frac{Q_{p5}}{W_c}$$

$$P_5 = 80 * \frac{387.33}{7,848} = 3.95\%$$

- **Pérdida por radiación**, está perdida porcentual de calor se obtiene mediante las siguientes ecuaciones.

Primero hallamos los coeficientes de la radiación tanto de la caldera como de la chimenea usando la ecuación N° 10 y 11 para obtener estos coeficientes.

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sf} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * (70 + 273)^4 - (18 + 273)^4 = 0.2307 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sg} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * (210 + 273)^4 - (18 + 273)^4 = 1.6339 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Luego hallamos el calor por radiación, para la cual utilizamos la ecuación N° 12, con lo cual hallamos este calor.

$$Q_{p6} = I_f * A_f + I_g * A_g$$

$$Q_{p6} = 0.2306 * 69.75 + 1.6339 * 45.26 = 90.04 \text{ kW}$$

La potencia de las calderas lo convertimos de BHP a kW, mediante el siguiente factor de conversión.

$$1 \text{ BHP} = 9.8095 \text{ kW}$$

$$W_c = 800 \text{ BHP} * \frac{9.8095 \text{ kW}}{1 \text{ BHP}}$$

$$W_c = 7,848 \text{ kW}$$

Ahora mediante la ecuación N° 13 hallamos la cantidad perdida por radiación.

$$P_6 = 80 * \frac{Q_{p6}}{W_c}$$

$$P_6 = 80 * \frac{90.04}{7848} = 0.92\%$$

Este cálculo se le aplico a las 6 calderas existentes en la empresa pesquera CFG Investment, donde se obtuvo los resultados que se muestran en la tabla N° 13, estas eficiencias son con las que se cuenta en la actualidad.

Tabla 13

Resumen eficiencia de calderas actualidad

Pérdida	Unidad	CALDERO 1	CALDERO 2	CALDERO 3	CALDERO 4	CALDERO 5	CALDERO 6
Pérdida por la entalpía de los gases secos en la chimenea P1	%	12.38%	12.46%	11.28%	12.68%	12.25%	11.80%
Pérdida por la entalpía del vapor de agua en los gases de combustión P2	%	0.32%	0.32%	0.32%	0.33%	0.33%	0.33%
Pérdida por inquemados gaseosos P3	%	0.30%	0.33%	0.29%	0.31%	0.30%	0.28%
Pérdida por inquemados sólidos P4	%	0.79%	0.79%	0.79%	0.79%	0.79%	0.79%
Pérdida por convección P5	%	3.95%	3.93%	3.93%	3.60%	3.57%	3.95%
Pérdida por radiación P6	%	0.92%	0.91%	0.91%	0.83%	0.83%	0.92%
Pérdidas Totales	%	18.66%	18.74%	17.52%	18.54%	18.07%	18.07%
Eficiencia de la caldera	%	81.34%	81.26%	82.48%	81.46%	81.93%	81.93%

3.1.5. Balance de rendimiento con temperatura agua alimentación.

Luego de haber realizado los cálculos con la condición actual en las calderas con una eficiencia promedio de 81.73%, y temperatura de agua de alimentación de las calderas de 80°C. obtenemos los siguientes resultados de consumo de petróleo.

Presión de operación de 8 Bar

Flujo de vapor constante: 10336.8 kg/hora

- Para 80 °C

$$h_g = 661.65 \text{ Kcal/kg}$$

h_i = condiciones de entalpia de ingreso de agua al caldero a 8 Bar y a temperatura de 80°C, según tabla termodinámica es 80.217 kcal/kg, utilizaremos la ecuación N° 14, la cual está adaptada para hallar el consumo de petróleo R-500.

$$\eta = \frac{m_v * (h_g - h_i)}{m_c * 3.6878 * PCI} * 100$$

$$81.73 = \frac{10336.8 * (661.65 - 80.217)}{m_c * 3.678 * 10120} * 100\%$$

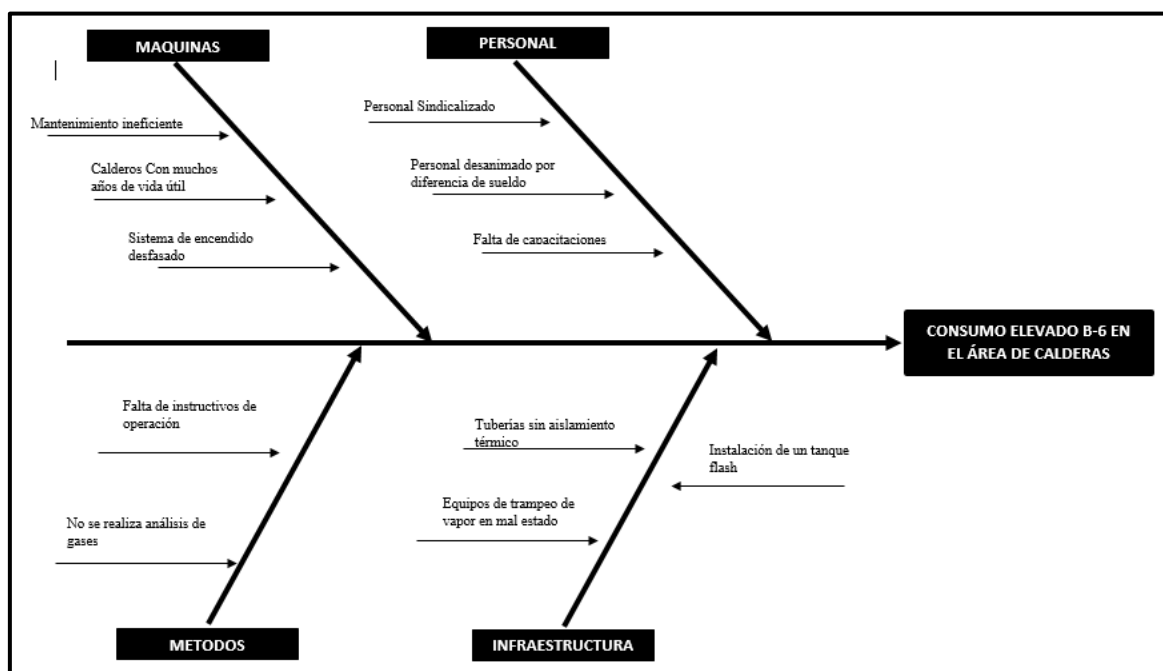
$$m_c = 197.57 \text{ gal/hora}$$

3.2. Diagnóstico del problema

Para identificar la problemática de la empresa pesquera en estudio se realizó un diagnóstico de las causa en el área de calderos que es el área la cual eleva los costos de producción, donde se encontraron 12 causas, que hacían que los costos de producción se elevaran, lo cual lo plasmamos en el siguiente diagrama de Ishikawa.

Figura 7

Diagrama de causa raíz del área de calderas



3.3. Identificación de las causas raíces

Luego de la elaboración de nuestra análisis causa raíz (Ishikawa), se elaboró una encuesta (vía telefónica) y fue aplicada a los operadores del área de calderos, jefes de turno de producción, asistente de producción y los supervisores mecánicos y eléctricos.

Para precisar el impacto e importancia de cada causa raíz, se procedió a la tabulación de los datos obtenidos de la encuesta (vía telefónica) aplicada a los 09 trabajadores que tienen un contacto con el área de calderas, donde se centra el trabajo de investigación, los cuales fueron validados por el método de Alfa de Cron Bach (ANEXO N° 02), los resultados obtenidos se muestran en la tabla N° 14.

Tabla 14

Resumen matriz de priorización

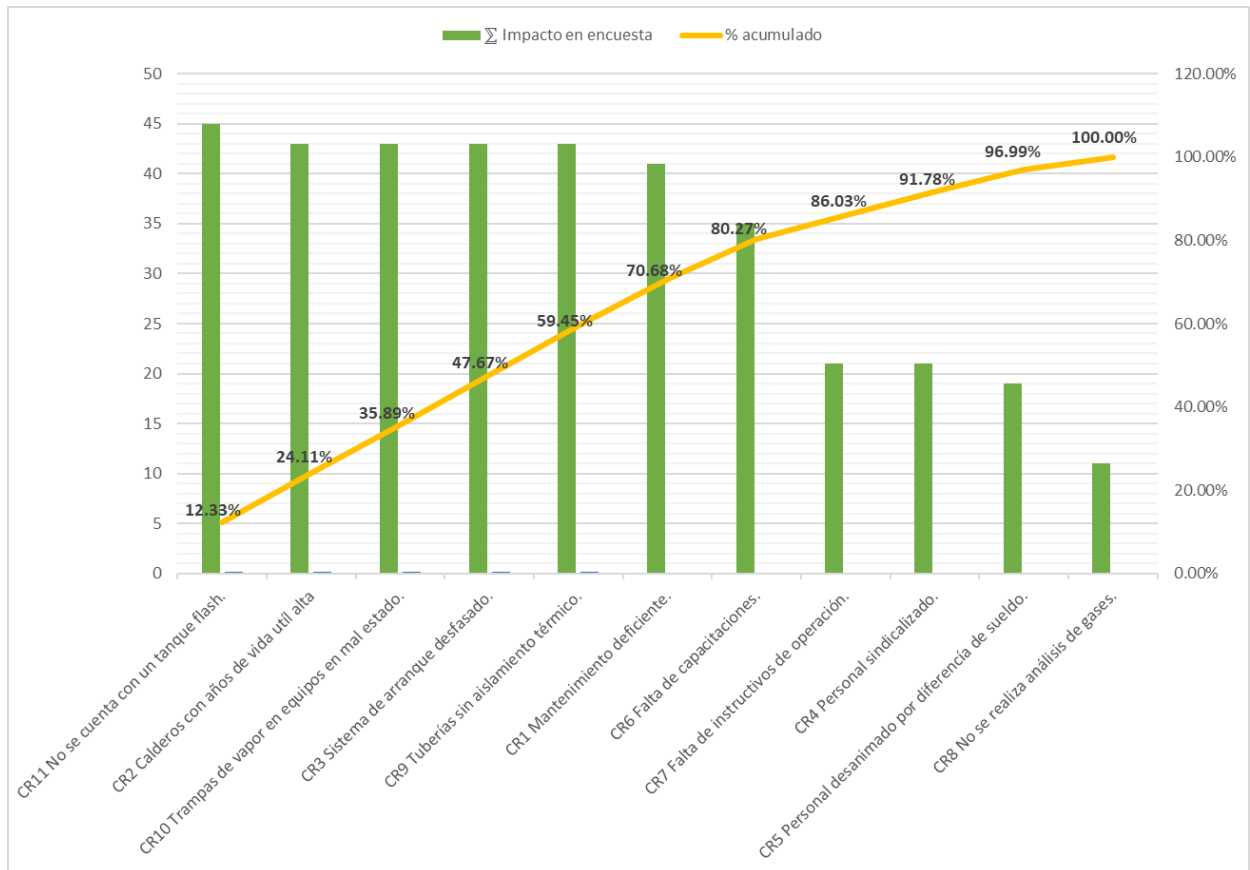
ÍTEM	CAUSA/RAIZ	Σ Impacto en encuesta	% Impacto	% acumulado
CR11	No se cuenta con un tanque flash.	45	12.33%	12.33%
CR2	Calderos con años de vida útil alta	43	11.78%	24.11%
CR10	Trampas de vapor en equipos en mal estado.	43	11.78%	35.89%
CR3	Sistema de arranque desfasado.	43	11.78%	47.67%
CR9	Tuberías sin aislamiento térmico.	43	11.78%	59.45%
CR1	Mantenimiento deficiente.	41	11.23%	70.68%
CR6	Falta de capacitaciones.	35	9.59%	80.27%
CR7	Falta de instructivos de operación.	21	5.75%	86.03%
CR4	Personal sindicalizado.	21	5.75%	91.78%
CR5	Personal desanimado por diferencia de sueldo.	19	5.21%	96.99%
CR8	No se realiza análisis de gases.	11	3.01%	100.00%

365

En la tabla se puede observar el peso en porcentaje de las 11 causas raíces encontradas y el impacto que están ocasionando la problemática de la empresa pesquera en estudio, que hacen que los costos de operación se eleven en el año 2019. Luego de analizar en porcentaje la tabla N° 13, de las 11 causas raíces que aplicamos en nuestro diagrama de Pareto, que 7 causas conforman el 80% de la problemática de la empresa pesquera CFG Investment, mientras que el 20% está formado por 4 causas/raíz, que a continuación podemos observar en siguiente diagrama.

Figura 8

Diagrama de Pareto de empresa pesquera CFG Investment



En la figura N° 08 podemos observar las 11 causas raíz que están generando que los costos de producción se eleven en la empresa pesquera CFG Investment, el 80% de las causas son las que están generando que los costos de producción aumenten, que son en las que nos enfocaremos para realizar el estudio del presente trabajo de investigación.

3.4. Explicación de las Causas Raíz

CR11 No se cuenta con un Tanque Flash

En la actualidad la empresa pesquera en estudio su área de calderos, que es la que genera vapor para la producción de harina y aceite de pescado no cuentan en sus

circuito de vapor con un tanque flash, esto se pudo evidenciar cuando se realizó la observación directa y mediante las encuestas realizadas tanto a los operadores del área de calderos, los jefes de turno y los supervisores mantenimiento mecánico y eléctrico, solicitaron la instalación de un tanque flash para recuperar los condensados tanto de los secadores como de los cocinadores y por ende reducir el consumo el consumo de petróleo B-6.

CR2 Calderos con años de vida útil alta

Según ATTUSU (2016), la vida útil de una caldera de vapor es de 20 a 30 años, siempre y cuando se le haya realizado cuidados adecuados y los mantenimientos tanto diarios, preventivos y correctivos en el periodo establecido, es por eso de la preocupación de los operadores que manifestaron que los calderos ya tenían el tiempo de vida muy alta y proponían realizar gradualmente un cambio, empezando por los más antiguos.

CR10 Trampas de vapor en equipos en mal estado

La eliminación de condensado de un sistema con equipos que utilizan vapor para realizar su trabajo es esencial para el correcto funcionamiento del área de calderos, es por eso que detectamos que la gran mayoría de los equipos con sistema de trampeo, no están funcionando de la forma ideal, lo que está generando el mal funcionamiento de las calderas, por eso nos recomendaron buscar especialistas para que hagan un diagnóstico del estado actual de las trampas de vapor, es decir si necesitan reparación o cambio.

CR3 sistema de arranque desfasado

Por recomendación de los operadores de la zona nos informaron que el sistema de encendido está desfasado, que necesita por ejemplo el cambio de la fotocelda que

detecta la llama y el cambio de la tobera del quemador ya que en la actualidad hay modelos nuevos que resultan más eficientes a la hora de pulverizar el petróleo para la llama de la caldera.

CR9 Tuberías sin aislamiento térmico

El aislamiento térmico de las tuberías destinados al transporte de vapor, con esto logramos máxima eficiencia térmica, reduciendo la pérdida de calor y por tal motivo se incrementa la productividad de los equipos que van a utilizar vapor y esto se traduce en la baja de los costos de operación, por eso por recomendación de los operadores del área por eso se recomendó aislar todas las tuberías.

CR1 Mantenimiento deficiente

Un mantenimiento adecuado también debería estar incluido la medición de los espesores de las placas, hogar y tubos para que ellos tengan un registro de los mismos, para de esta forma ver cuánto darle de presión a la caldera, lo que los operadores refieren es que con estos espesores se podrá calcular la presión de trabajo, entre otras programaciones de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

CR5 Falta de capacitaciones

La falta de capacitación fue uno de los puntos que manifestaron que hace buen tiempo no reciben capacitaciones especializadas sobre el tema de calderas, si bien es cierto ellos manifestaron que, si han recibido capacitaciones, pero por personal no posee mucha experiencia o conocimiento en el área de calderas, haciendo que esto se vea reflejado en que el consumo de combustible se eleve.

3.5. Implementación de mejoras

Luego de realizar una evaluación en la zona de planta de vapor (Área de calderas), la cual es utilizada para la cocción, secado y otras zonas las cuales son necesarias para la elaboración de harina y aceite de pescado, esta pertenece a la empresa pesquera CFG Investment S.A.C. la cual consta con una potencia térmica instalada de 5100 BHP en 6 calderas cuya descripción y características se muestra en la tabla N° 09. Se le realizaron regulaciones tanto al Dámper del ducto de aire como a la válvula reguladora, para mejorar la eficiencia, teniendo como resultado lo siguientes balances.

3.5.1. Balance de energía zona planta de vapor (condición mejorada)

Luego de haber realizado regulaciones en el dámper del ducto de aire y la válvula moduladora de ingreso de petróleo hacia el quemador de las calderas, realizándole un nuevo análisis de gases y se obtuvo los siguientes resultados plasmados en la tabla N° 15, esta toma fue realizado por la empresa SGS del Perú S.A.C., entidad que es la encargada de tomar las muestras de las chimeneas de las calderas y analizarlas.

Tabla 15

Parámetros gases de combustión

Parámetro	Unidad	CALDERO 1	CALDERO 2	CALDERO 3	CALDERO 4	CALDERO 5	CALDERO 6
CO ₂	% vol.	10.23	10.73	10.71	10.36	10.87	10.56
O ₂	% vol.	5.26	6.32	6.02	5.84	6.59	5.89
CO	ppm	460	480	500	480	510	480
Exceso de Aire	%	32.54	36.25	39.56	38.25	47.36	39.27
T° de gases (Tg)	°C	200	195	200	200	205	200
T° Ambiente (Ta)	°C	18	18	18	18	18	18
Velocidad viento (v)	m/s	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22
Índice de Bacharach	-	1	1	1	1	1	1

Fuente: Área de Gestión Ambiental

Se utilizaron los mismos parámetros del Petróleo R-500 para realizar el cálculo de las calderas con el sistema mejorado, plasmados en la tabla N° 12

Los cálculos para hallar el rendimiento mejorado de la caldera, también lo vamos a realizar por el método indirecto para caldera N° 1.

- **Pérdida por la entalpía de los gases secos en la chimenea**, para calcular esta pérdida aplicamos la ecuación N° 02 obteniendo el siguiente resultado.

$$P_1 = \frac{K * (T_g - T_a)}{\%VolCO_2}$$

$$P_1 = \frac{0.53 * (200 - 18)}{10.23} = 9.43\%$$

- **Pérdida por la entalpía del vapor de agua en los gases de combustión**, para calcular esta pérdida aplicamos la ecuación N° 03, con lo cual obtenemos el siguiente resultado.

$$P_2 = \frac{(\%Wt H_2O + 9 * \%Wt H) * (2488 - 4.2T_a + 2.1 T_g)}{PCS}$$

$$P_2 = \frac{(1.1 + 9 * 0.1) * (2488 - 4.2 * 18 + 2.1 * 200)}{43245} = 0.31\%$$

- **Pérdida por inquemados gaseosos**, para calcular esta pérdida aplicamos la ecuación N° 04, con lo cual se obtuvo el siguiente resultado.

$$P_3 = K_1 \left(\frac{\%Vol CO}{\%Vol CO + \%VolCO_2} \right)$$

$$P_3 = 54 * \left(\frac{0.048}{0.048 + 10.23} \right) = 0.24\%$$

- **Pérdida por inquemados sólidos**, para calcular esta pérdida aplicamos la ecuación N° 05, con lo cual se obtuvo el siguiente resultado.

$$P_4 = 0.14 B^2 + 0.08B + 0.07$$

$$P_4 = 0.14 * 1^2 + 0.08 * 1 + 0.07 = 0.29\%$$

- **Pérdida por convección**, para calcular esta pérdida obtuvimos todas las pérdidas porcentuales en cada tipo de superficie exterior para lo cual realizamos los siguientes cálculos.

Dónde: $T_{sf} = 70^{\circ}\text{C}$ ----- $T_{sg} = 200^{\circ}\text{C}$

Las áreas de transferencia tanto del cuerpo como de la chimenea son los mismos valores hallados anteriormente

Para hallar los coeficientes convectivos para cada superficie se calcula con las ecuaciones N° 06 y 07

$$h_{cf} = 1.973 * 10^{-3} * (T_{sf} - T_a)^{\frac{1}{4}} * (2.857v + 1)^{\frac{1}{2}}$$

$$h_{cf} = 1.973 * 10^{-3} * (70 - 18)^{\frac{1}{4}} * (2.857 * 7.22 + 1)^{\frac{1}{2}} = 0.02471 \frac{kW}{m^2 * ^{\circ}C}$$

$$h_{cg} = 1.973 * 10^{-3} * (T_{sg} - T_a)^{\frac{1}{4}} * (2.857v + 1)^{\frac{1}{2}}$$

$$h_{cg} = 1.973 * 10^{-3} * (200 - 18)^{\frac{1}{4}} * (2.857 * 7.22 + 1)^{\frac{1}{2}} = 0.03380 \frac{kW}{m^2 * ^{\circ}C}$$

Para hallar el calor perdido por convección utilizamos la ecuación N° 08

$$Q_{p5} = h_{cf} * A_f (T_{sf} - T_a) + h_{cg} * A_g (T_{sg} - T_a)$$

$$Q_{p5} = 0.02471 * 69.75 * (70 - 18) + 0.03380 * 45.26 * (200 - 18)$$

$$Q_{p5} = 368.08 \text{ kW}$$

La potencia de las calderas lo convertimos de BHP a kW, mediante el siguiente factor de conversión.

$$1 \text{ BHP} = 9.8095 \text{ kW}$$

$$W_c = 800 \text{ BHP} * \frac{9.8095 \text{ kW}}{1 \text{ BHP}}$$

$$W_c = 7,848 \text{ kW}$$

Ahora mediante la ecuación N° 09 hallamos la cantidad perdida por convección.

$$P_5 = 80 * \frac{Q_{p5}}{W_c}$$

$$P_5 = 80 * \frac{368.08}{7.848} = 3.75\%$$

- **Pérdida por radiación**, está perdida porcentual de calor se obtiene mediante las siguientes ecuaciones.

Primero hallamos los coeficientes de la radiación tanto de la caldera como de la chimenea usando la ecuación N° 10 y 11 para obtener estos coeficientes.

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sf} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((70 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 0.2306 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sg} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((200 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 1.4828 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Luego hallamos el calor por radiación, para la cual utilizamos la ecuación N° 12, con lo cual hallamos este calor.

$$Q_{p6} = I_f * A_f + I_g * A_g$$

$$Q_{p6} = 0.2306 * 69.75 + 1.4828 * 45.26 = 83.20 \text{ kW}$$

La potencia de las calderas lo convertimos de BHP a kW, mediante el siguiente factor de conversión.

$$1 \text{ BHP} = 9.8095 \text{ kW}$$

$$W_c = 800 \text{ BHP} * \frac{9.8095 \text{ kW}}{1 \text{ BHP}}$$

$$W_c = 7,848 \text{ kW}$$

Ahora mediante la ecuación N° 13 hallamos la cantidad perdida por radiación.

$$P_6 = 80 * \frac{Q_{p6}}{W_c}$$

$$P_6 = 80 * \frac{83.20}{7,848} = 0.85\%$$

Este cálculo se le aplico a las 6 calderas existentes en la empresa pesquera CFG Investment, en la tabla N° 15 se muestra los resultados para todas las calderas, calculo que lo vemos plasmado en el anexo N° 05, 06, 07, 08 y 09, estos cálculos se realizaron con las mejoras propuestas tanto con la regulación del dámper, así como de la válvula reguladora de ingreso de petróleo al quemador del caldero, logrando mejorar la eficiencia de la caldera.

Tabla 16

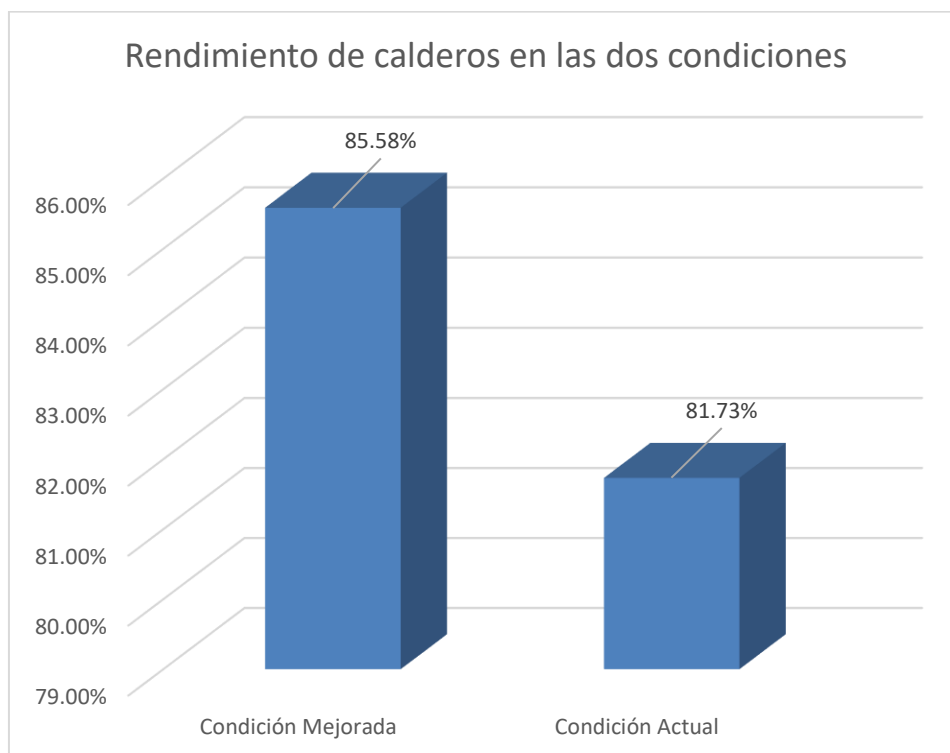
Resumen eficiencias de calderos con las mejoras realizadas

Pérdida	Unidad	CALDERO 1	CALDERO 2	CALDERO 3	CALDERO 4	CALDERO 5	CALDERO 6
Pérdida por la entalpía de los gases secos en la chimenea P1	%	9.43%	8.74%	9.01%	9.31%	9.12%	9.13%
Pérdida por la entalpía del vapor de agua en los gases de combustión P2	%	0.31%	0.30%	0.31%	0.31%	0.31%	0.31%
Pérdida por inquemados gaseosos P3	%	0.24%	0.24%	0.25%	0.25%	0.25%	0.24%
Pérdida por inquemados sólidos P4	%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%
Pérdida por convección P5	%	3.75%	3.73%	3.73%	3.43%	3.40%	3.75%
Pérdida por radiación P6	%	0.85%	0.84%	0.84%	0.77%	0.76%	0.85%
Pérdidas Totales	%	14.87%	14.14%	14.43%	14.36%	14.13%	14.57%
Eficiencia de la caldera	%	85.13%	85.86%	85.57%	85.64%	85.87%	85.43%

En la figura a continuación se puede observar como mejoro la eficiencia de los calderos, cuando se regulo el dámper de ingreso de aire a la caldera, así como la regulación de la válvula reguladora de petróleo logrando aumentar de 81.73% a 85.58% es decir se logró aumentar la eficiencia en 3.85%

Figura 9

rendimiento de calderas en las dos condiciones



3.5.2. Balance de rendimiento con mejora de eficiencia y con aumento de temperatura agua alimentación.

El aumento de la temperatura lo logramos con la instalación de un tanque flash en el cual generamos un vapor flash de menor presión el cual los utilizamos en equipos que utilizan baja presión para realizar su trabajo, y el agua de los condensados lo utilizamos como agua de alimentación a los calderos logrando elevar la temperatura de la misma.

Luego de haber realizado los cálculos con la condición mejorada en las calderas logramos aumentar la eficiencia a 85.58%, vamos a demostrar la importancia de la eficiencia de los calderos para reducir el consumo de petróleo R-500, este primer cálculo lo realizamos con la misma temperatura de alimentación de agua a las calderas y cuanto influye en los consumos de petróleo.

Presión de operación de 8 Bar

Flujo de vapor constante: 10336.8 kg/hora

- Para 80 °C

$$h_g = 661.65 \text{ Kcal/kg}$$

h_i = condiciones de entalpia de ingreso de agua al caldero a 8 Bar y a temperatura de 80°C, según tabla termodinámica es 80.217 kcal/kg, utilizaremos la ecuación N° 14, la cual está adaptada para hallar el consumo de petróleo R-500.

$$\eta = \frac{m_v * (h_g - h_i)}{m_c * 3.6878 * PCI} * 100$$

$$85.58 = \frac{10336.8 * (661.65 - 80.217)}{m_c * 3.678 * 10120} * 100\%$$

$$m_c = 188.68 \text{ gal/hora}$$

- Para 95 °C

$$h_g = 661.65 \text{ Kcal/kg}$$

h_i = condiciones de entalpia de ingreso de agua al caldero a 8 Bar y a temperatura de 95 °C, según tabla termodinámica es 95.278 kcal/kg, utilizaremos la ecuación N° 14, la cual está adaptada para hallar el consumo de petróleo R-500.

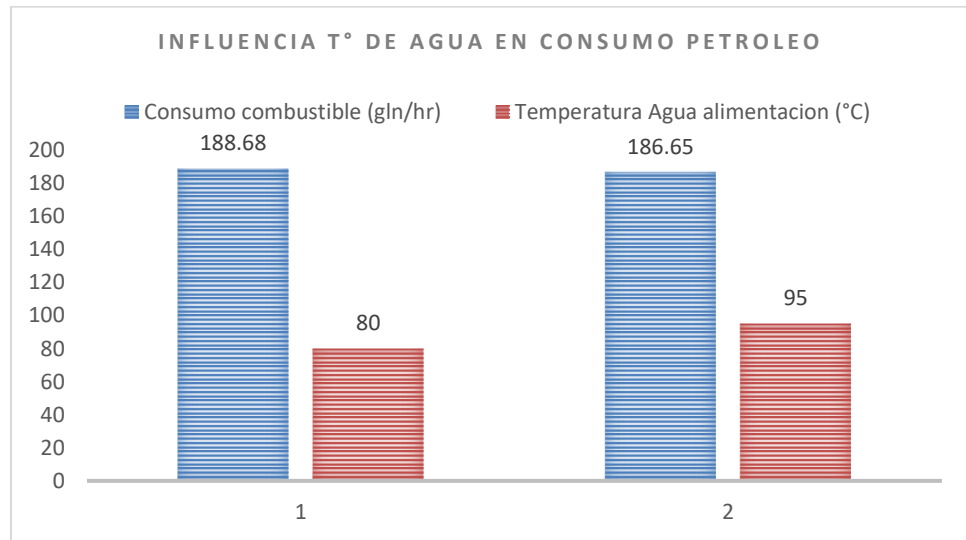
$$\eta = \frac{m_v * (h_g - h_i)}{m_c * 3.6878 * PCI} * 100$$

$$85.58 = \frac{10336.8 * (661.65 - 95.278)}{m_c * 3.678 * 10120} * 100\%$$

$$m_c = 183.79 \text{ gal/hora}$$

Figura 10

Influencia T° de agua en el consumo de Petrolero R-500



3.6. Análisis económico

Para realizar el cálculo que se logra con las mejoras tenemos que conocer algunos datos para calcular el beneficio que se logra con las mejoras, lo cual lo resumimos en la siguiente lista a continuación:

- Costo de producción ----- S/ 578.00
- Costo de Galón de R-500 ----- S/ 7.27
- Ratio de producción para petróleo R-500 ----- 43 gln/Tn Harina de pescado
- Eficiencia promedio antes de mejora -----81.73%
- Eficiencia promedio después de la mejora -----85.58%
- Consumo de petróleo:
 - Con rendimiento actual y Temperatura 80°C -----197.57 gln/Hora
 - Con rendimiento mejorado y Temperatura 80°C ---188.68 gln/Hora
 - Con rendimiento mejorado y Temperatura 95°C ---183.79 gln/Hora

Para eso vamos a analizar tres escenarios en donde plasmamos la importancia de las mejoras demostradas en este proyecto y como estas afectan los costos de producción, estos escenarios son los siguientes.

3.6.1. Análisis Económico sobre la situación Propuesta por la empresa.

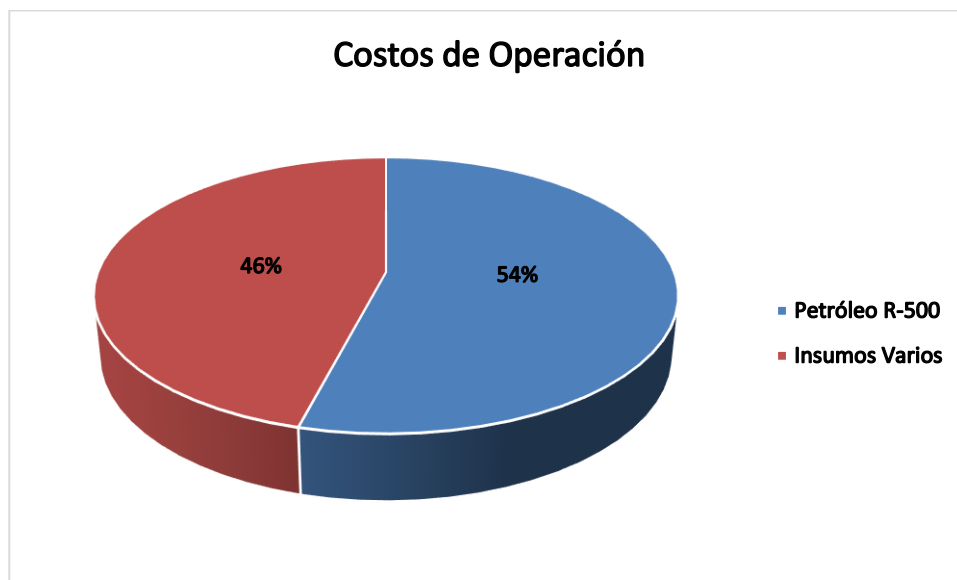
Con la ratio pedida por la empresa que es de 43 gln/Tn HP, y en la cual establece un costo de operación de S/ 578.00 lo cual se divide de la siguiente manera:

- Costo combustible R-500 con una ratio de 43 gln/hora ----- S/ 312.61
- Insumos varios empleados en la producción ----- S/ 265.39

Con estos datos vemos lo relevante que es el valor del petróleo R-500, lo cual en porcentaje representa un 54.09 % del total de los costos de producción, tal como lo demostramos en la figura N° 11

Figura 11

Costos de operación



Con este costo de operación para la producción correspondiente a la temporada I y II del año 2019, en la cual la producción fue de 15,892.33 Tn de harina de pescado, produciendo un gasto por la cantidad total de harina producida de:

- $15,892.33 \text{ Tn harina de pescado} * S/ 578 = 9,185,766.74 \text{ soles/HP producida}$

De los cuales se utilizó S/ 4,968,101.28 para costos de petróleo R-500, esto se calculó por el porcentaje de petróleo que está comprendido en los costos de operación, con estos parámetros la empresa tiene un consumo promedio por hora en los calderos de 192.65 gln/hora, esto multiplicado por los 6 calderos da un consumo de 1155.90 gln/hora.

3.6.2. Análisis Económico sobre la situación actual

Con la ratio actual el cual en promedio es de 44.66 gln/Tn HP, con estos datos los costos de operación se elevan a S/ 590.00, esto se compone de la siguiente manera:

- Costo combustible R-500 con una ratio de 44.66 gln/hora ----- S/ 324.61
- Insumos varios empleados en la producción ----- S/ 265.39

Teniendo en cuenta la producción del año 2019 en su I y II fue de 15,892 Tn, obteniendo los siguientes costos para producir la harina de pescado total:

- 15,892.33 Tn harina de pescado * S/ 590 = 9,376,474.70 soles/HP producida

Según cálculos el consumo en soles de las calderas para este escenario es de S/ 5,158,809.24, esto se debe a que en cada caldero se consume un promedio de R-500 por hora de 197.57 gln/hora, lo que hace con los 6 caldeos un total de 1185.42 gln/hora.

3.6.3. Análisis Económico sobre la situación mejorada

Luego de las mejoras efectuadas en el área de calderas tanto en la regulación del dámper de aire y la válvula reguladora de petróleo, se logró mejorar la eficiencia de las calderas en 3.85%, es decir ahora es 85.58% en promedio la eficiencia en las calderas tal como se muestra en la figura N° 15, adicionado al aumento de la temperatura del agua de alimentación la cual se elevó a 95°C, se logró mejorar el ratio de producción para en consumo de petróleo residual R-500 reduciéndolo hasta 41.04 gln/Tn HP, con lo cual logramos que los costos de producción se reduzcan a S/ 563.75, esto lo dividimos de la siguiente manera:

- Costo combustible R-500 con una ratio de 41.04 gln/hora ----- S/ 298.36
- Insumos Varios empleados en la producción ----- S/ 265.39

Teniendo en cuenta la producción del año 2019 en su I y II temporada fue de 15892

Tn de Harina de Pescado, obteniendo los siguientes costos:

- 15,892.33 Tn harina de pescado * S/ 563.75 = 8,959,301.04 soles/HP producida

El costo de petróleo R-500 en estos escenarios des de S/4,741,635.58, esta reducción en los costos se debe a las mejoras realizadas con este proyecto, lo cual redujo la ratio de consumo de petróleo a 41.04 gln/Tn HP, con esto logramos reducir el consumo de petróleo por caldera a 183.79 gln/hora, esto multiplicado por las 6 calderas nos da un consumo de 1102.74 gln/hora.

Con las mejoras propuestas en la empresa Pesquera CFG Investment S.A.C. se logró una reducción de los costos de operaciones en S/ 14.25 por tonelada de harina, es decir la producción den año 2019 fue de 15892.33 Tn Harina de pescado, se ahorraría en un año S/ 226,465.70

Figura 12

Costos de operaciones según ratio de consumo

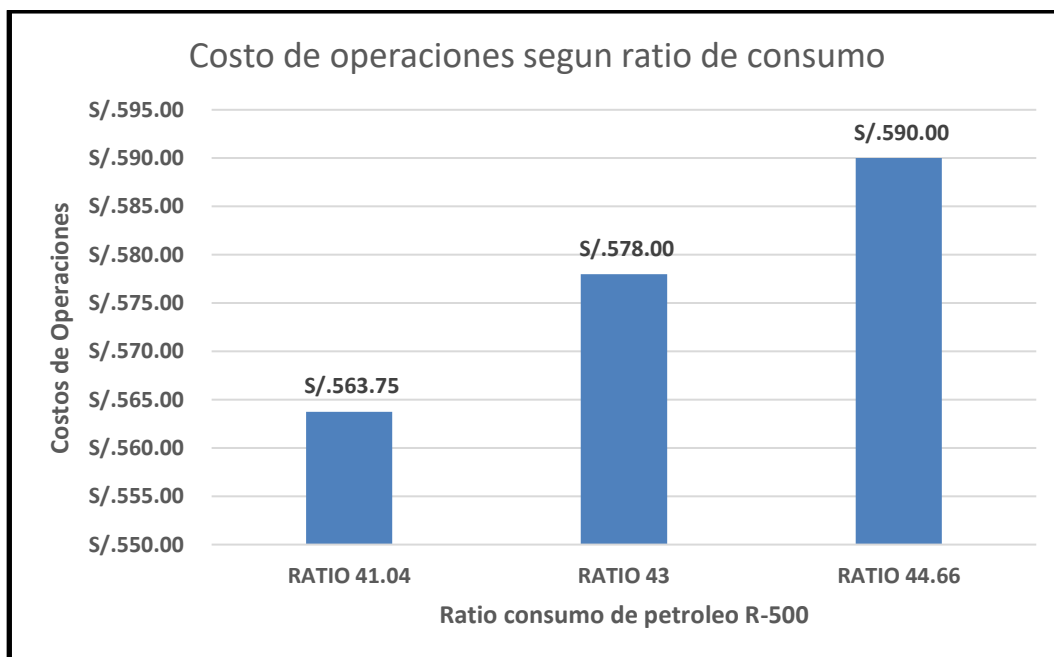


Figura 13

Consumo de petróleo de las 6 calderas

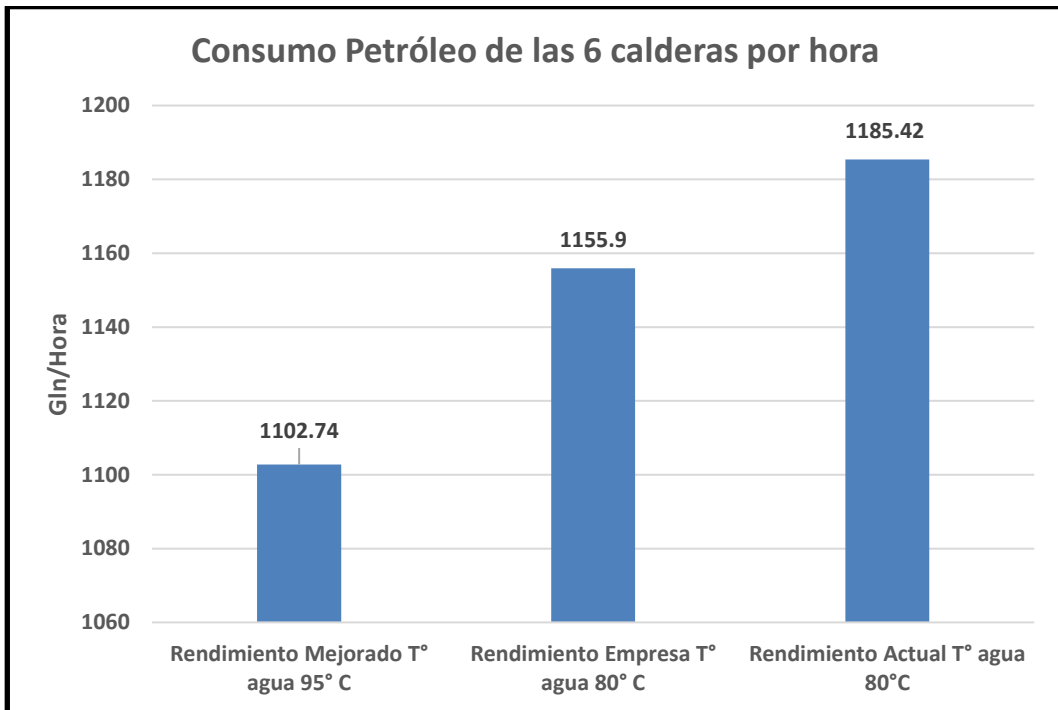
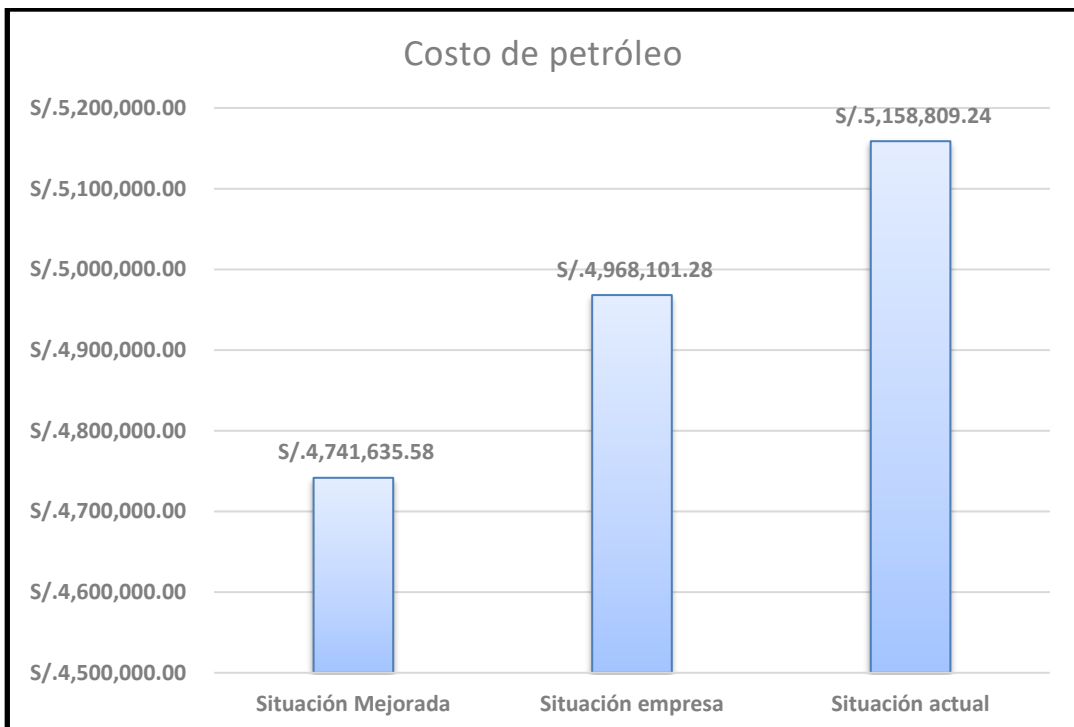


Figura 14

Costos de petróleo R-500



CAPÍTULO IV.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En el análisis de las condiciones iniciales realizadas a los calderos, encontramos la zona con un promedio en las 6 calderas de 81.83 % de eficiencia, encontrando un exceso de aire del 49.73%, reflejando un mayor porcentaje en los gases secos los cuales son arrojados al medio ambiente por la chimenea, también encontramos la temperatura del agua de alimentación a 80°C, esto genera un consumo promedio de petróleo R-500 de 197.57 gln/hora con estos datos los costos de operación tenían un costo de S/ 590. Luego de aplicar las mejoras se logró aumentar la eficiencia de las 6 calderas en un promedio de 85.58% complementado con el aumento en la temperatura del agua de alimentación a las calderas mediante la instalación de un tanque flash se elevó a 95° C se logró reducir los costos de operación a S/ 567.75, esto generaría un ahorro de S/ 226,465.70.

En esta investigación se logró aumentar la eficiencia de los calderos y reducir los consumos de petróleo, por lo que concordamos con el autor Ramos & Valle (2019) logro aumentar la eficiencia de sus calderas a 91.48%, adicional a esto se instaló un sistema con tanque Flash para elevar la temperatura del agua de abastecimiento, logrando reducir el consumo de petróleo en un 3.68% logrando un ahorro al año de \$ 94,975 USD.

En cuanto a la importancia de la temperatura del agua de alimentación de los calderos, concordamos con el autor Custodio & Solís (2017), que recuperar los condensados para calentar el agua de alimentación es muy vital para lograr el objetivo del presente proyecto, como es en este caso reducir los consumos de petróleo, logrando un ahorro de 17,632.40 galones de petróleo R-500, logrando mejorar la eficiencia de la planta en mención.

Las limitaciones encontradas en el presente proyecto fue la realidad que estamos pasando con la pandemia existente en el país debido al covid-19 (por encontrarme dentro de la población vulnerable no estoy asistiendo a planta), esto nos produjo que el acceso a la información sea dificultosa a pesar de tener los permisos correspondiente para utilizar dicha información, otra de las limitaciones fue la falta de disponibilidad a la hora de las llamadas telefónicas que hice a cada una de las personas involucradas en el área de caldera, como por ejemplo que estaban ocupados o al momento de llamarlos me comentaban que tenían problemas técnicos en las calderas en ese momento en planta.

Eso implica que con las mejoras propuestas se logra reducir en 13.78 gln/hora el consumo de petróleo R-500 por caldera esto multiplicado por las 6 nos daría un ahorro total por hora de consumo de petróleo R-500 de 82.68 gln/hora, esto es capaz con lo propuesto en este proyecto lo cual consiste es regular el ingreso de aire y la válvula de petróleo, así como también elevando la temperatura del agua de alimentación de la caldera a 95° C, con esto se demuestra que se puede reducir el consumo de petróleo generando que la productividad en la empresa aumente al reducir los costos de operación.

4.2 Conclusiones

- Con las mejoras propuestas en la empresa Pesquera CFG Investment S.A.C. se logró una reducción de los costos de operaciones en S/26.25 por tonelada de harina de pescado.
- El diagnóstico de la situación actual del área de calderas permite identificar 11 causas raíz en total de las cuales se seleccionaron 7 causas raíces, mediante la técnica de diagrama de Pareto en función a los costos de operación de la empresa, siendo el área de calderas la que está generando que los costos se eleven, debido a una no muy buena regulación del aire de combustión como también la temperatura con la que ingresa el agua a las calderas.
- La comparación de los costos antes y después de la mejora, permite demostrar que los costos de operación reducen en un S/ 26.25 generando un ahorro de S/ 417,173.66 en la producción del año 2019.
- La propuesta de mejora es viable económicamente ya que genera un ahorro de S/ 590 a S/ 563.75 en costos de producción al año, todo este ahorro se logró reduciendo el consumo de petróleo R-500.

REFERENCIA

- ANECA (2018). *Plan de mejoras, herramientas de trabajo*. Recuperado de http://www.uantof.cl/public/docs/universidad/direccion_docente/15_elaboracion_plan_de_mejoras.pdf
- ATTSU (2016). “*Cuál es la duración de una caldera de vapor industrial*”. Recuperado de <https://www.attsu.com/es/faqs/cual-es-la-duracion-de-una-caldera-de-vapor-industrial.html>
- Caballo de fuerza. (2019). Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 15 de noviembre del 2019, recuperado de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Caballo_de_fuerza&oldid=119853221.
- Carpio, D. (2016). Ley de cuotas y empresas pesqueras. Recuperado de la página web <https://www.ey.com/pe/es/newsroom/newsroom-am-ley-cuotas-empresas-pesqueras>
- Custodio Rodríguez, J. C., & Solís Pérez, E. P. (2017). *Evaluación del sistema de recuperación de purgas de fondo y de nivel de las calderas piro tubulares en la empresa pesquera Austral Group S.A.A.–Coishco*. (Tesis para Título), Universidad del Santa, Chimbote, Perú.
- CRAI (s.f.). “*Definición y propósitos de la investigación aplicada*” Recuperado de la página web <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>
- Efenergía (s.f.) *Instalaciones térmicas Calderas*. Recuperado de <https://www.efenergia.com/instalaciones-eficiencia-energetica/termicas/calderas/#:~:text=M%C3%A9todo%20indirecto,-La%20eficiencia%20indirecta&text=Este%20m%C3%A9todo%20consiste%20en%20averiguar,seg%C3%BAn%20las%20normativa%20en%20vigor.>
- FAO (2010). Visión general del sector pesquero nacional de Perú, recuperado de la página http://www.fao.org/tempref/FI/DOCUMENT/fcp/es/FI_CP_PE.pdf
- FAO (2018). Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. *Temporada de pesca prometedora para 2019*. Recuperado de <http://www.fao.org/in-action/globefish/marketreports/resource-detail/es/c/1242187/>
- Fisher, V. L. & Espejo C. J. (2011). *Mercadotecnia Cuarta Edición. México D. F. México. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.*
- Flores, S. J. (2011) *costos y presupuesto*. Lima, Perú. Grafica Santo Domingo.
- Morillo, M. (2001). Rentabilidad financiera y reducción de costos. Actualidad contable *FACES*, 4(4), 35-48. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/257/25700404.pdf>

- NTP 350.300.2008 (2008) “Normas Técnica Peruana 350.300.2008” Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/detalle.php?idSector=12&idTitular=3094&idMenu=sub3006&idCateg=742>
- Espinoza, O. & Steve, J. & Orlando J. (2016) "propuesta de planeamiento estratégico de las empresas copeinca-cfg" (tesis Maestría) Universidad del pacifico, Lima. Perú.
- Osinergmin (2016) “La historia de los hidrocarburos líquidos en el Perú”. Recuperado de https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/anexo-industria-hidrocarburos-liquidos-Peru.pdf
- Peter, W. & Loretta, J. (2006) “Principio de química: los cambios del descubrimiento” recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=0JuUu1yWTisC&pg=PA212&dq=ENTALPIA&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj7wM-82q7mAhuZiBkGHfWTA84ChDoAQguMAE#v=onepage&q=ENTALPIA&f=false>
- Petróleos Industriales (2019), recuperado el 17/11/2019 de <https://www.petroperu.com.pe/productos/combustibles/petroleos-industriales/>
- Propuesta Mejora, (2017), obtenido de <https://es.slideshare.net/jcfdezmx2/plan-de-mejora-216033>
- QUESTION PRO (s.f.) “*investigación pre experimental*” recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>
- Purizaca Felipa, R. A. (2015). *Diseño Técnico-Económico De Un Sistema De Recuperación De Vapor Flash De Purgas Continúas Para Calentar El Agua De Alimentación De Las Calderas De La Empresa Pesquera Ribaudo SA.*, (Tesis para Título), Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.
- Ramos Medina, J. E., & Valle Bendezú, K. D. (2019). *Influencia de un sistema de vapor flash en el área de secado para la reducción del consumo de combustible en la Planta de Harina Copeinca Chancay, 2019.* (Tesis para Título), Universidad del Santa, Chimbote, Perú.
- Sierra G. Amelia (2005) “Estudio de la eficiencia de combustión de la sala de calderas de la empresa Remaveca” (Tesis para título), Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- SNP (2020). *Industria Pesquera: Contribución a la economía peruana.* Recuperado de <https://www.snp.org.pe/relevancia-economica/>

ANEXOS

Anexo N° 01 Modelo de encuesta aplicado a personal inmerso en zona calderas

Encuesta de Matriz de Priorización en Pesquera CFG Investment

Empresa: Pesquera CFG Investment

Problema: Elevados costos de operación

Nombre:

Marque con una X según su criterio de significancia

Valorización	Puntaje
Alto	5
Regular	3
Bajo	1

N° Causas	Preguntas sobre las causa	Calificación		
		Alto	Regular	Bajo
CR1	Mantenimiento Deficiente			
CR2	Calderos con año de vida útil			
CR3	Sistema de arranque desfasado			
CR4	Personal sindicalizado			
CR5	Personal desanimado por diferencia de sueldo			
CR6	Falta de capacitación			
CR7	Falta de instructivos de operación			
CR8	No se realizan análisis de gases			
CR9	Tuberías sin aislamiento térmico			
CR10	Trampas de vapor en equipos en mal estado			
CR11	No se cuenta con tanque Flash			

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 2 Tabulación de datos y validación por el método alfa de Cron Bach

	CR1: Mantenimiento deficiente.	CR2: Calderos con años de vida útil alta.	CR3: Sistema de encendido desfasado.	CR4: personal sindicalizado.	CR5: personal desanimado por diferencia de sueldo.	CR6: falta de capacitaciones.	CR7: falta de instructivos de operación.	CR8: no se realiza análisis de gases.	CR9: tuberías sin aislamiento térmico.	CR10: trampas de vapor en equipos en mal estado.	CR11: Instalación de un tanque flash.	TOTAL
JEFE TURNO PRODUCCION 1	5	5	5	3	1	3	3	1	5	5	5	41
JEFE TURNO PRODUCCION2	5	3	5	3	1	3	1	1	5	3	5	35
ASISTENTE DE PRODUCCION	3	5	5	3	3	3	1	1	5	5	5	39
OPERADOR 1	5	5	5	3	1	5	3	1	5	5	5	43
OPERADOR 2	5	5	5	1	5	5	3	1	5	5	5	45
OPERADOR 3	5	5	3	3	3	5	3	1	5	5	5	43
OPERADOR 4	5	5	5	1	3	5	3	1	5	5	5	43
SUPERVISOR ELECTRICO	5	5	5	3	1	3	1	1	3	5	5	37
SUPERVISOR MECANICO	3	5	5	1	1	3	3	3	5	5	5	39
TOTAL	41	43	43	21	19	35	21	11	43	43	45	365
VARIANZA	0.78	0.44	0.44	1.00	2.11	1.11	1.00	0.44	0.44	0.44	0.00	157.96

K= 9
 $\sum Vi$ = 8.22
 Vt= 157.96
 \bar{u} = 0.98

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

Rango aceptación Alfa Cronbach

Mayor 0.9 = Excelente
 Entre 0.9 - 0.8 = Bueno
 Entre 0.8 - 0.7 = Aceptable
 Entre 0.7 - 0.6 = Instrumento debil
 Entre 0.6 - 0.5 = Instrumento Pobre
 Menor 0.5 = No es aceptable

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 3 Resumen producción I y II Temporada 2019

FECHA PRODUCCION	CONSUMO PETROLEO B6 Gln	HARINA PRODUCIDA Tn	RATIO CONSUMO	EXCESO CONSUMO PETROLEO B-6	COSTO GENERADOS POR EXCESO DE CONSUMO B-6
29/04/2019	5,205	90.39	57.58	14.58	S/. 15,159.65
30/04/2019	12,337	269.77	45.73	2.73	S/. 8,474.24
2/05/2019	3,773	80.72	46.74	3.74	S/. 3,473.46
3/05/2019	8,483	196.32	43.21	0.21	S/. 474.26
4/05/2019	8,223	183.20	44.89	1.89	S/. 3,972.10
5/05/2019	7,631	176.83	43.15	0.15	S/. 314.06
6/05/2019	2,763	59.99	46.06	3.06	S/. 2,109.45
7/05/2019	4,179	90.81	46.02	3.02	S/. 3,152.96
10/05/2019	6,893	114.24	60.34	17.34	S/. 22,777.82
14/05/2019	4,905	117.46	41.76		S/. -
15/05/2019	3,680	83.80	43.91	0.91	S/. 880.90
16/05/2019	17,022	410.29	41.49		S/. -
17/05/2019	15,820	376.72	41.99		S/. -
18/05/2019	8,854	195.39	45.31	2.31	S/. 5,200.65
22/05/2019	10,755	192.93	55.75	12.75	S/. 28,278.62
23/05/2019	11,958	282.07	42.39		S/. -
24/05/2019	12,919	311.74	41.44		S/. -
25/05/2019	13,715	339.73	40.37		S/. -
26/05/2019	5,435	115.02	47.25	4.25	S/. 5,625.11
27/05/2019	5,201	116.95	44.47	1.47	S/. 1,979.73
28/05/2019	12,964	292.92	44.26	1.26	S/. 4,237.06
29/05/2019	16,319	378.02	43.17	0.17	S/. 737.61
30/05/2019	13,570	317.27	42.77		S/. -
31/05/2019	6,518	149.20	43.69	0.69	S/. 1,177.60
2/06/2019	4,139	92.79	44.61	1.61	S/. 1,713.85
3/06/2019	9,065	190.15	47.67	4.67	S/. 10,218.33
4/06/2019	11,100	276.39	40.16		S/. -
7/06/2019	9,720	218.80	44.42	1.42	S/. 3,583.40
8/06/2019	4,973	120.59	41.24		S/. -
11/06/2019	14,377	340.22	42.26		S/. -
12/06/2019	2,349	47.50	49.45	6.45	S/. 3,524.75
14/06/2019	8,333	167.90	49.63	6.63	S/. 12,802.95
16/06/2019	11,420	252.52	45.22	2.22	S/. 6,458.86
18/06/2019	10,072	224.34	44.90	1.90	S/. 4,891.87
20/06/2019	4,584	90.33	50.75	7.75	S/. 8,047.82
23/06/2019	14,702	344.61	42.66		S/. -
24/06/2019	3,966	90.31	43.92	0.92	S/. 950.70
25/06/2019	4,148	95.00	43.66	0.66	S/. 724.50
27/06/2019	11,712	262.15	44.68	1.68	S/. 5,054.83
28/06/2019	6,542	133.70	48.93	5.93	S/. 9,118.35
9/07/2019	5,992	123.54	48.50	5.50	S/. 7,817.47
12/07/2019	1,411	17.86	79.00	36.00	S/. 7,394.73
15/07/2019	14,750	331.95	44.43	1.43	S/. 5,475.72
17/07/2019	7,424	171.82	43.21	0.21	S/. 411.01
18/07/2019	17,274	405.95	42.55		S/. -
19/07/2019	12,825	314.01	40.84		S/. -
20/07/2019	11,287	280.26	40.27		S/. -
21/07/2019	10,964	270.94	40.47		S/. -
22/07/2019	11,940	294.13	40.59		S/. -
23/07/2019	3,889	65.03	59.80	16.80	S/. 12,566.17

Fuente: Parte Producción Pesquera CFG Investment, Elaboración Propia

Anexo N° 4 Resumen producción I y II Temporada 2019

FECHA PRODUCCION	CONSUMO PETROLEO B6 Gln	HARINA PRODUCIDA Tn	RATIO CONSUMO	EXCESO CONSUMO PETROLEO B-6	COSTO GENERADOS POR EXCESO DE CONSUMO B-6
8/11/2019	7,632	152.06	50.19	7.19	S/7,949.16
9/11/2019	2,383	49.91	47.75	4.75	S/1,722.04
10/11/2019	11,426	281.15	40.64		S/0.00
11/11/2019	15,225	385.45	39.50		S/0.00
12/11/2019	12,819	325.37	39.40		S/0.00
13/11/2019	11,939	303.34	39.36		S/0.00
14/11/2019	11,445	286.46	39.95		S/0.00
15/11/2019	7,543	191.74	39.34		S/0.00
16/11/2019	13,520	298.22	45.34	2.34	S/5,063.85
17/11/2019	7,027	158.86	44.23	1.23	S/1,425.07
18/11/2019	7,803	193.88	40.25		S/0.00
19/11/2019	7,932	200.08	39.64		S/0.00
20/11/2019	13,253	320.13	41.40		S/0.00
21/11/2019	4,990	120.52	41.40		S/0.00
22/11/2019	2,410	61.12	39.43		S/0.00
25/11/2019	9,405	214.86	43.77	0.77	S/1,206.97
26/11/2019	3,106	58.08	53.48	10.48	S/4,424.23
28/11/2019	5,577	121.36	45.95	2.95	S/2,606.44
29/11/2019	5,967	141.31	42.23		S/0.00
30/11/2019	7,513	171.23	43.88	0.88	S/1,091.30
7/12/2019	2,373	49.16	48.27	5.27	S/1,883.80
8/12/2019	10,001	205.29	48.72	5.72	S/8,531.56
9/12/2019	6,682	147.81	45.21	2.21	S/2,371.26
10/12/2019	4,666	94.63	49.31	6.31	S/4,339.54
15/12/2019	12,686	271.99	46.64	3.64	S/7,200.43
16/12/2019	7,913	190.14	41.62		S/0.00
18/12/2019	4,400	80.01	54.99	11.99	S/6,976.07
19/12/2019	4,804	91.44	52.54	9.54	S/6,340.02
28/12/2019	13,762	325.21	42.32		S/0.00
29/12/2019	5,891	144.99	40.63		S/0.00
30/12/2019	4,521	91.96	49.16	6.16	S/4,120.05

Fuente: Parte Producción Pesquera CFG Investment, Elaboración Propia

Anexo N° 05, Calculo de eficiencia del caldero N° 2 con las mejoras propuestas.

- **Pérdida por radiación**, está pérdida porcentual de calor se obtiene mediante las siguientes ecuaciones.

Primero hallamos los coeficientes de la radiación tanto de la caldera como de la chimenea usando la ecuación N° 10 y 11 para obtener estos coeficientes.

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sf} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((70 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 0.2306 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sg} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((200 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 1.4828 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Luego hallamos el calor por radiación, para la cual utilizamos la ecuación N° 12, con lo cual hallamos este calor.

$$Q_{p6} = I_f * A_f + I_g * A_g$$

$$Q_{p6} = 0.2306 * 80.22 + 1.4828 * 50.24 = 93.00 \text{ kW}$$

La potencia de las calderas lo convertimos de BHP a kW, mediante el siguiente factor de conversión.

$$1 \text{ BHP} = 9.8095 \text{ kW}$$

$$W_c = 900 \text{ BHP} * \frac{9.8095 \text{ kW}}{1 \text{ BHP}}$$

$$W_c = 8829 \text{ kW}$$

Ahora mediante la ecuación N° 13 hallamos la cantidad perdida por radiación.

$$P_6 = 80 * \frac{Q_{p6}}{W_c}$$

$$P_6 = 80 * \frac{83.20}{8829} = 0.84\%$$

A este cálculo le agregamos las siguientes perdidas:

P1: 8.74%

P2: 0.30%

P3: 0.24%

P4: 0.29%

P5: 3.73%

Lo cual hace un total de 85.86% de eficiencia con las mejoras propuestas.

Anexo N° 06, Calculo de eficiencia del caldero N° 3 con las mejoras propuestas.

- **Pérdida por radiación**, está perdida porcentual de calor se obtiene mediante las siguientes ecuaciones.

Primero hallamos los coeficientes de la radiación tanto de la caldera como de la chimenea usando la ecuación N° 10 y 11 para obtener estos coeficientes.

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sf} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((70 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 0.2306 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sg} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((200 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 1.4828 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Luego hallamos el calor por radiación, para la cual utilizamos la ecuación N° 12, con lo cual hallamos este calor.

$$Q_{p6} = I_f * A_f + I_g * A_g$$

$$Q_{p6} = 0.2306 * 80.22 + 1.4828 * 50.24 = 93.00 \text{ kW}$$

La potencia de las calderas lo convertimos de BHP a kW, mediante el siguiente factor de conversión.

$$1 \text{ BHP} = 9.8095 \text{ kW}$$

$$W_c = 900 \text{ BHP} * \frac{9.8095 \text{ kW}}{1 \text{ BHP}}$$

$$W_c = 8829 \text{ kW}$$

Ahora mediante la ecuación N° 13 hallamos la cantidad perdida por radiación.

$$P_6 = 80 * \frac{Q_{p6}}{W_c}$$

$$P_6 = 80 * \frac{83.20}{8829} = 0.84\%$$

A este cálculo le agregamos las siguientes perdidas:

P1: 9.01%

P2: 0.31%

P3: 0.25%

P4: 0.29%

P5: 3.73%

Lo cual hace un total de 85.57% de eficiencia con las mejoras propuestas.

Anexo N° 07, Calculo de eficiencia del caldero N° 4 con las mejoras propuestas.

- **Pérdida por radiación**, está perdida porcentual de calor se obtiene mediante las siguientes ecuaciones.

Primero hallamos los coeficientes de la radiación tanto de la caldera como de la chimenea usando la ecuación N° 10 y 11 para obtener estos coeficientes.

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sf} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((70 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 0.2306 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sg} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((200 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 1.4828 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Luego hallamos el calor por radiación, para la cual utilizamos la ecuación N° 12, con lo cual hallamos este calor.

$$Q_{p6} = I_f * A_f + I_g * A_g$$

$$Q_{p6} = 0.2306 * 60.41 + 1.4828 * 35.17 = 66.09 \text{ kW}$$

La potencia de las calderas lo convertimos de BHP a kW, mediante el siguiente factor de conversión.

$$1 \text{ BHP} = 9.8095 \text{ kW}$$

$$W_c = 700 \text{ BHP} * \frac{9.8095 \text{ kW}}{1 \text{ BHP}}$$

$$W_c = 6867 \text{ kW}$$

Ahora mediante la ecuación N° 13 hallamos la cantidad perdida por radiación.

$$P_6 = 80 * \frac{Q_{p6}}{W_c}$$

$$P_6 = 80 * \frac{66.09}{6867} = 0.77\%$$

A este cálculo le agregamos las siguientes perdidas:

P1: 9.31%

P2: 0.31%

P3: 0.25%

P4: 0.29%

P5: 3.43%

Lo cual hace un total de 85.64% de eficiencia con las mejoras propuestas.

Anexo N° 08, Calculo de eficiencia del caldero N° 5 con las mejoras propuestas.

- **Pérdida por radiación**, está perdida porcentual de calor se obtiene mediante las siguientes ecuaciones.

Primero hallamos los coeficientes de la radiación tanto de la caldera como de la chimenea usando la ecuación N° 10 y 11 para obtener estos coeficientes.

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sf} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((70 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 0.2306 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sg} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((200 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 1.4828 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Luego hallamos el calor por radiación, para la cual utilizamos la ecuación N° 12, con lo cual hallamos este calor.

$$Q_{p6} = I_f * A_f + I_g * A_g$$

$$Q_{p6} = 0.2306 * 83.62 + 1.4828 * 50.24 = 93.79 \text{ kW}$$

La potencia de las calderas lo convertimos de BHP a kW, mediante el siguiente factor de conversión.

$$1 \text{ BHP} = 9.8095 \text{ kW}$$

$$W_c = 1000 \text{ BHP} * \frac{9.8095 \text{ kW}}{1 \text{ BHP}}$$

$$W_c = 9810 \text{ kW}$$

Ahora mediante la ecuación N° 13 hallamos la cantidad perdida por radiación.

$$P_6 = 80 * \frac{Q_{p6}}{W_c}$$

$$P_6 = 80 * \frac{93.79}{9810} = 0.76\%$$

A este cálculo le agregamos las siguientes perdidas:

P1: 9.12%

P2: 0.31%

P3: 0.25%

P4: 0.29%

P5: 3.40%

Lo cual hace un total de 85.87% de eficiencia con las mejoras propuestas.

Anexo N° 09, Calculo de eficiencia del caldero N° 6 con las mejoras propuestas.

- **Pérdida por radiación**, está perdida porcentual de calor se obtiene mediante las siguientes ecuaciones.

Primero hallamos los coeficientes de la radiación tanto de la caldera como de la chimenea usando la ecuación N° 10 y 11 para obtener estos coeficientes.

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sf} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_f = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((70 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 0.2306 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * e(T_{sg} + 273)^4 - (T_a + 273)^4$$

$$I_g = 5.763 * 10^{-11} * 0.6 * ((200 + 273)^4 - (18 + 273)^4) = 1.4828 \frac{kW}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Luego hallamos el calor por radiación, para la cual utilizamos la ecuación N° 12, con lo cual hallamos este calor.

$$Q_{p6} = I_f * A_f + I_g * A_g$$

$$Q_{p6} = 0.2306 * 69.75 + 1.4828 * 45.26 = 83.20 \text{ kW}$$

La potencia de las calderas lo convertimos de BHP a kW, mediante el siguiente factor de conversión.

$$1 \text{ BHP} = 9.8095 \text{ kW}$$

$$W_c = 800 \text{ BHP} * \frac{9.8095 \text{ kW}}{1 \text{ BHP}}$$

$$W_c = 7848 \text{ kW}$$

Ahora mediante la ecuación N° 13 hallamos la cantidad perdida por radiación.

$$P_6 = 80 * \frac{Q_{p6}}{W_c}$$

$$P_6 = 80 * \frac{83.20}{7848} = 0.85\%$$

A este cálculo le agregamos las siguientes perdidas:

P1: 9.13%

P2: 0.31%

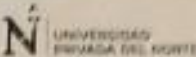
P3: 0.24%

P4: 0.29%

P5: 3.75%

Lo cual hace un total de 85.43% de eficiencia con las mejoras propuestas.

Anexo N° 10 Carta autorización de uso información de empresa

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA 

Yo, Carlos Manuel Vásquez Alberca con DNI 02622362, en mi calidad de Superintendente de planta del área de Operaciones de la empresa/institución CFG Investment S.A.C. con R.U.C N°20512968046, ubicada en el distrito de Razuri, Provincia Ascope, Dpto. La Libertad.


OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor Humberto Simón Sotero Trujillo, identificado con DNI N° 18873306, egresado de la Carrera profesional de Ingeniería Industrial para que utilice la siguiente información de la empresa: del área de generación de vapor (calderas), con la finalidad de que pueda desarrollar Tesis para optar al grado de Título Profesional.

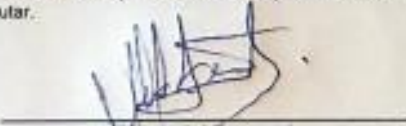
Recuerda que para el trámite deberás adjuntar también, el siguiente requisito según tipo de empresa:

- Vigencia de Poder. (para el caso de empresas privadas).
- ROF / MOF / Resolución de designación, u otro documento que evidencie que el firmante está facultado para autorizar el uso de la información de la organización. (para el caso de empresas públicas)
- Copia del DNI del Representante Legal o Representante del área para validar su firma en el formato.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.
() Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
(X) Mencionar el nombre de la empresa.


CFG INVESTMENT S.A.C.
Carlos Manuel Vásquez Alberca
SUPERINTENDENTE DE OPERACIONES
Firma y sello del Representante Legal o Representante del área
DNI: 02622362

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.


Firma del Egresado
DNI: 18873306

Anexo N° 11 Área de calderas de la empresa CFG Investment



Anexo N° 12 Calderos de la empresa CFG Investment



Anexo N° 13 Tanque de agua blanda



Anexo N° 14 Sistema de bombeo de agua de alimentación a calderas



Anexo N° 15 Tanques Ablandadores

