

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Proyectos de ingeniería para mejora de procesos de
operaciones en empresa pesquera industrial

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en
Gestión de la Ingeniería
que presenta:

Javier Hernán Alvarado Ríos

Asesor:

Wilmer Jhonny Atoche Díaz

Lima, 2024


Informe de Similitud

Yo, Wilmer Jhonny Atoche Díaz, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada “Proyectos de ingeniería para mejora de procesos de operaciones en empresa pesquera industrial”, del autor Javier Hernán Alvarado Ríos. Dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 9%. Asílo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 02/01/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 17 de enero de 2024.

Apellidos y nombres del asesor: <u>Atoche Díaz, Wilmer Jhonny</u>	
DNI:08134370	 Firma
ORCID: 0000-0002-0923-7608	

RESUMEN

La pesca industrial de anchoveta se sostiene por la extracción y la abundancia en nuestro mar, pero el impacto global al medio ambiente, en especial al marino, hace que los procesos de extracción sean cada vez más difíciles y de menor cantidad. Por otro lado, las empresas grandes actuales producto de las fusiones tienen flotas de más de 20 barcos y plantas de harina y aceite a lo largo de la costa peruana, tanto en la flota como en las plantas existe poca estandarización producto de la compra de distintas empresas, además parte de los activos tienen hasta 60 años de antigüedad que en su momento fueron construidas con diseños e ingeniería poco desarrolladas.

Los factores mencionados hacen que en una empresa grande como CFG-COPEINCA, con 49 barcos y 9 plantas de procesamiento, haya muchas necesidades y temas que solucionar, en ese sentido se ha planteado una lista estratégica de oportunidades de mejora de gestión de la ingeniería para lo cual se han ponderado y escogido 3 procesos importantes a mejorar, estos están orientados a solucionar temas como eficiencia energética y menor emisión de gases en la extracción, mejora de calidad de materia prima y del producto obteniendo mayor valor del mismo y un tema de innovación tecnológica.

Para la eficiencia energética en la extracción se plantea crear e implementar un modelo de gestión de combustible moderno, digitalizado, que use el internet de las cosas (IoT), análisis de datos y que se sustente en procesos enfocados en la eficiencia energética y que sirva como complemento incluso para mejorar las operaciones de pesca. Para esto el proyecto se desarrollará en el modelo de mejora continua como el ciclo de Deming "PDCA" y el uso de la herramienta para el cambio como son los 8 pasos de Kotter para asegurar el éxito e integración de todas las partes interesadas.

La mejora de la calidad de la materia prima involucra procesos y gestión de pesca y barcos con bodegas refrigeradas. En primera instancia se necesita saber cuántos barcos deben tener la bodega refrigerada para aumentar la cantidad de harina de calidad y seguir produciendo harina estándar en menor cantidad; para esto se usará un modelo matemático de programación lineal que incluya la optimización de utilidades con el número correcto de barcos de bodega refrigerada y de barcos sin refrigerar en el total de la flota. Según el resultado se plantearán proyectos de conversión de barcos a bodega refrigerada.

El proyecto de innovación tecnológica está relacionada al proceso de fabricación de harina, específicamente a la primera etapa que es la cocina, que producto del trabajo sus paredes se impregnan de sólidos y grasa de la anchoveta. La innovación plantea reemplazar un proceso de limpieza manual y lento que usa una solución química de agua y soda caústica al 10%; por la limpieza mucho más eficiente que es la mecánica mediante el uso de la técnica de ultrasonido. Para lograr un buen proyecto se usarán las herramientas KAIZEN para eliminar los desperdicios de tiempo y su complemento SMED para garantizar el éxito de estos cambios.

Palabras clave

Pesca industrial, eficiencia energética, programación lineal, limpieza con ultrasonido, innovación tecnológica

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Antecedentes de Estudio.....	5
1.1.1. Empresa Tecnológica de Alimentos S.A. (TASA)	5
1.1.2. Estimar y optimizar consumo:	6
1.1.3. El efecto patrón:	7
1.1.4. Monitoreo y auditorias	8
1.1.5. Tecnología y gestión	9
1.1.6. Modelos de optimización usando Programación Lineal	10
1.1.7. Limpieza de superficies metálicas.	10
1.2. Marco Conceptual.....	11
1.2.1. Procesos, definiciones	11
1.2.2. Herramientas de mejoras de procesos	12
1.2.3. Herramientas de optimización:	13
1.2.4. Herramientas de calidad	13
1.2.5. Estadística, definiciones	13
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	15
2.1. CFG - COPEINCA:	15
2.2. Propósito, Visión, Misión y Valores.....	16
2.3. Organigrama general y de flota.....	17
2.4. Cadena de valor.....	19
2.5. Descripción del CANVAS.....	19
2.6. Gestión de la sostenibilidad.	22
3. DIAGNÓSTICO	23
3.1. Oportunidades de implementación de proyectos de gestión de Ingeniería	23
3.1.1. Gestión de Combustible	23
3.1.2. Modelo de gestión de mantenimiento	23
3.1.3. Gestión de la innovación para mejora proceso de limpieza de cocina de planta	24
3.1.4. Gestión de la calidad de harina	25
3.2. Oportunidades de mejora generales.	25
3.3. Clasificación de proyectos gestión de la ingeniería	26
3.4. Descripción del problema y objetivos	27

3.4.1. Gestión de Combustible.	27
3.4.2. Gestión de calidad: Convertir barco convencional a barco con RSW	28
3.4.3. Gestión de la innovación: Limpieza de cocina	29
4. IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE GESTIÓN DE INGENIERÍA E INNOVACIÓN	31
4.1. Modelo de gestión de Combustible	31
4.1.1. Plan	32
4.1.2. Ejecución	33
4.1.2.1 Selección de los barcos	33
4.1.2.2 Diseño y selección de los equipos de medición.	34
4.1.2.3. Procedimientos	36
4.1.3 Revisión	39
4.1.4. Actuar	40
4.1.4.1. Factores de ahorro de operación o temporales:	40
4.1.4.2 Factores de ahorro permanente	41
4.2. Gestión de la calidad: Conversión de barcos convencionales a RSW	42
4.2.1 Planteamiento del modelo se solución	42
4.2.2. Desarrollo del modelo	43
4.3. Gestión de la innovación: Limpieza de cocina	49
4.3.1 Tipo de Innovación	49
4.3.2. Herramientas KAIZEN Y SMED	50
4.3.3. Evento KAIZEN	51
4.3.4. Descripción del proceso de limpieza	51
4.3.5 Iniciativas del evento KAIZEN	53
4.3.6. Aplicación de metodología SMED	53
5. VIABILIDAD ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS.....	56
5.1 Modelo de gestión de combustible.....	56
5.1.1 Inversión para el modelo de gestión de combustible.	56
5.1.2 Ingreso por ahorro de combustible	57
5.1.3 Retorno de Inversión	61
5.2. Proyecto Gestión de calidad: Conversión barco convencional a RSW.....	61
5.2.1 Características de la inversión	61
5.2.2. Detalle de la inversión	62
5.2.3. Utilidad Generada por el proyecto	63
5.2.3.1 Calculo de pesca y aporte del barco Alejandría III	64
5.2.3.2. Precios de productos y costos de extracción	65
5.2.3.3 Ebitda o utilidad bruta antes y después de la conversión	66

5.2.4. Retorno de la inversión	67
5.3. Proyecto gestión de la innovación: Limpieza de cocina por ultrasonido	67
5.3.1. Inversión	67
5.3.2. Ahorros conseguidos por implementar proyecto	68
5.3.3. Retorno de inversión	70
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
6.1. Conclusiones Gestión de Combustible	71
6.2. Recomendaciones Gestión de Combustible	72
6.3. Conclusiones gestión de calidad: Convertir barcos convencionales a RSW	72
6.4. Recomendaciones gestión de calidad: convertir barcos convencionales a RSW	73
6.5. Conclusiones gestión de la innovación: Limpieza de cocina por ultrasonido	74
6.6. Recomendaciones gestión de la innovación: Limpieza de cocina por ultrasonido	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXO 1	79



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pesca y producción años 2017 a 2021, fuente CGF-Copeinca.....	21
Tabla 2. Consumo combustible, fuente CFG-Copeinca - Tasa.....	23
Tabla 3. Costos de mantenimiento, fuente CFG-Copeinca.	24
Tabla 4. Impacto por parada de planta	24
Tabla 5. Calificación de proyectos de gestión de ingeniería.	26
Tabla 6. Arreglo de motores Diesel, fuente CGF-Copeinca	33
Tabla 7. Arreglo de motores en 3 barcos típicos de cada grupo, fuente CGF-Copeinca.....	34
Tabla 8. Tiempo de espera en descarga Chimbote norte	39
Tabla 9. Resumen ahorro de combustible por velocidad económica, Chimbote y Chicama.....	39
Tabla 10. Ingresos Anuales unitarios por tipo de barco, fuente CFG-Copeinca.....	47
Tabla 11. Costos Anuales por tipo barco, fuente CFG-COPEINCA.....	47
Tabla 12. Estudio de tiempos limpieza de cocina antes, fuente CGF-Copeinca	52
Tabla 13. Iniciativas del evento Kaizen para limpieza de cocina.....	53
Tabla 14. Estudio de tiempos limpieza de cocina después, fuente CGF-Copeinca	54
Tabla 15. Inversión total en equipos de control de combustible, fuente CGF-Copeinca	56
Tabla 16. Ahorro combustible, velocidad económica por operación y traslado	58
Tabla 17. Ahorro de combustible por sustracción	58
Tabla 18. Ahorro de combustible por paralelismo, auxiliar hidráulico y ralentí.....	59
Tabla 19. Resumen ahorro de combustible anual, fuente CGF-Copeinca	59
Tabla 20. Consumo de combustible en galones por tonelada, fuente CGF-Copeinca y TASA....	60
Tabla 21. Retorno de inversión gestión de combustible, fuente CGF-Copeinca.....	61
Tabla 22. Selección de barcos a convertir a RSW, fuente CGF-Copeinca	62
Tabla 23. Inversión en conversión de barcos a RSW, fuente CGF-Copeinca.....	63
Tabla 24. Datos de pesca para calculo económico, fuente CGF-Copeinca	64
Tabla 25. Porcentaje de pesca barco Alejandría III, fuente CGF-Copeinca	64
Tabla 26. Aporte de harina y aceite de barco Alejandría III, fuente CGF-Copeinca.....	65
Tabla 27. Precios de productos, fuente CGF-Copeinca	65
Tabla 28. Costos de extracción, producción y venta, fuente CGF-Copeinca.....	66
Tabla 29. Ingreso incremental de Alejandría III con RSW, fuente CGF-Copeinca	66
Tabla 30. Retorno inversión conversión a RSW, fuente CGF-Copeinca	67
Tabla 31. Inversión Limpieza cocina, fuente CGF-Copeinca.....	68
Tabla 32. Producción, precios y costos limpieza cocina, fuente CFG-Copeinca.....	69
Tabla 33. Ingreso incremental limpieza de cocina fuente CGF-Copeinca.....	69
Tabla 34. Retorno inversión limpieza de cocina, fuente CGF-Copeinca	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación del planteamiento del modelo de PL.....	10
Figura 2. Esquema del Ciclo de Deming (Estevéz 2019).....	12
Figura 3. Principales destinos de exportación de harina de pescado.....	15
Figura 4. Plantas de producción y su ubicación.....	16
Figura 5. Esquema de valores.....	16
Figura 6. Organigrama general (CFG Copeinca 2018).....	17
Figura 7. Organigrama de flota (CFG Copeinca 2018).....	18
Figura 8. Canvas CFG Copeinca.....	19
Figura 9. Ciclo faena de pesca (CFG Copeinca 2018).....	20
Figura 10. Programa de adecuación de medio ambiente (PAMA).....	20
Figura 11. Resultados anuales sostenibilidad (CFG-Copeinca 2018).....	22
Figura 12. Porcentaje de aporte de calidad de flota convencional.....	29
Figura 13. Porcentaje de aporte de calidad de flota RSW.....	29
Figura 14. Esquema monitoreo satelital y red celular.....	31
Figura 15. Equipos de control en 3 barcos tipo, CFG Copeinca.....	33
Figura 16. Sensor de nivel, rpm, tiempo de operación.....	35
Figura 17. Equipos de control de combustible por tipo de motor.....	36
Figura 18. Curvas de consumo de combustible y velocidad de barco.....	40
Figura 19. Modelo de cambio de Kotter.....	42
Figura 20. Aporte en % de cuota según tipo de barco.....	44
Figura 21. Aporte de calidad de materia prima por barcos RSW.....	45
Figura 22. Aporte de calidad de materia prima por barco Convencional.....	45
Figura 23. Planteamiento del modelo de PL en LINDO.....	48
Figura 24. Resultados del modelo de PL en LINDO.....	48
Figura 25. Diagrama de Ishikawa para Limpieza de cocina CFG Copeinca.....	51
Figura 26. Esquema de herramienta SMED en limpieza de cocina (CFG Copeinca).....	53
Figura 27. Visión de producto limpieza de cocina CFG Copeinca.....	54

INTRODUCCIÓN

La industria de la producción de harina y aceite de pescado que se sustenta en la pesca tiene la constante necesidad de mejorar sus procesos debido al impacto ambiental al sector marino, que limita la cantidad de materia prima que se puede extraer y además hace uso intensivo de combustibles fósiles que también es un recurso limitado. La gestión de la ingeniería es una herramienta de mucha ayuda para la mejora de procesos planteada, abarcando temas estratégicos como eficiencia energética, sostenibilidad, reducción de impacto ambiental, eficiencia operativa, innovación y valor de la cadena de suministro.

Para aprovechar las diferentes aplicaciones de la gestión de la ingeniería se plantea la implementación de tres proyectos de ingeniería en una empresa pesquera industrial de gran tamaño y complejidad que tiene necesidad de mejorar varios de los temas estratégicos mencionados. Bajo los términos planteados el objetivo general de este documento es buscar las aplicaciones y herramientas de ingeniería adecuadas para ayudar en la mejora de gestión y procesos de operación de una gran empresa pesquera industrial.

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Modelo de gestión de combustible:

El procedimiento actual del control de combustible es bastante básico y muy aproximado, para ello la organización tiene un promedio histórico de consumo de combustible por hora de cada barco, el cual fue obtenido mediante cálculos de combustible entregado en un periodo y las horas de operación en ese periodo. No se tiene información de cuanto consume cada motor en el barco. No hay un procedimiento para determinar cómo se usan los motores, los jefes de máquinas y capitanes de pesca deciden como operan el barco y sus equipos, estas decisiones no están enfocadas en optimizar el uso de la energía. Están enfocadas netamente a la captura.

El control de los stocks de salida y llegada de los tanques de combustible de los barcos es manual con un margen de error de +/- 100 galones y lo hace el jefe de máquinas de cada barco con inspección visual, con el barco en movimiento el error aumenta, además el jefe de máquinas es juez y parte, siendo la sustracción de combustible otro de los problemas presente en la industria.

Gestión de la calidad: Convertir barcos a bodega refrigerada:

Para producir harina super prime y prime se necesitan materia prima fresca, la frescura de la pesca se mide mediante el TVBN, nitrógeno volátil total. Para obtener harina SP+P se necesita procesar la pesca con el valor de TVBN no mayor a 22 (a mayor valor menor frescura o mayor descomposición). En los barcos convencionales este valor se alcanza después de 15 a 17 horas después de haber envasado la pesca. Eso hace que estos barcos tengan solo de 10 a 12 horas para terminar de pescar, se le da la orden de que vayan a puerto a descargar con lo que tenga en la bodega y con el transito llegan a puerto con las horas al límite (17 horas). A veces tienen que hacer cola con lo cual el tiempo sube, eso hace que a pesar de usar esta política de tiempo que va en contra del rendimiento de cada barco convencional, solo se llega a obtener un 47% de harina SP+P de esta flota y el 53% restante es harina estándar de menor valor comercial. Se necesita convertir barcos sin bodega refrigerada a bodega con refrigeración con el sistema RSW, refrigerated sea water, para tener mayor producción de harina de alta calidad.

Gestión de la innovación: Limpieza de cocina con ultrasonido:

El primer proceso de fabricación de la harina es la cocina, para esto ingresa, en forma continua, la anchoveta entera, en este equipo de forma cilíndrica dispuesta en forma horizontal de 2 m de diámetro y 14 m de largo. Son cilindros concéntricos, por el cilindro exterior pasa el vapor y por el cilindro interior pasa la anchoveta, que es trasladada en un sentido por el tornillo helicoidal interior al momento de girar. Cuando hay abundancia en la zona la planta recibe pesca las 24 horas y la cocina no para, hasta el tercer día ya las paredes de la cocina se impregnan de grasa y sólidos de la anchoveta y hace el proceso muy ineficiente afectando a la calidad de la harina y aceite. Por tanto, se tiene que parar la producción, con la consecuente pérdida que esto significa, para limpiar aproximadamente de 7 a 8 h. Este proceso lento y manual se hace con una solución de agua y soda cáustica al 10%, se mete vapor, se hace rotar y la temperatura y la solución remueven las capas de residuos de las paredes.

OBJETIVO

Modelo de gestión de combustible

El objetivo principal es reducir el consumo de combustible y por ende el impacto ambiental por menor emisión de gases de escape.

Otros objetivos son: Mejorar la operación de los motores, orientado a determinar la carga más eficiente y alargar la vida útil de los mismos.

Gestión de la calidad: Convertir barcos a bodega refrigerada

El objetivo principal es maximizar las utilidades de la empresa a través de aumentar la oferta de producto final de mayor valor como son las harinas super prime y prime.

Otros objetivos son: Mejorar el rendimiento de captura de los barcos.

Gestión de la innovación: Limpieza de cocina por ultrasonido.

El objetivo principal es maximizar la producción a través de la disminución del tiempo de parada de la planta.

Otros objetivos son: Mejora de compra de materia prima a terceros (mayor disponibilidad de planta). Disminución de impacto ambiental por menor uso de químicos como la soda caustica.

METODOLOGÍA

Modelo de gestión de combustible:

La creación e implementación de un modelo de gestión de combustible para las operaciones de extracción de la flota de CFG-COPEINCA, compuesta por 49 barcos implica la interacción de todos los actores o interesados, de procedimientos enfocados en la optimización del uso de la energía y equipos modernos de medición, control y monitoreo. Para este proyecto se va a usar el modelo de mejora continua el ciclo Deming PDCA y para que tenga éxito este cambio tan importante también se usara la herramienta para cambios de Kotter de 8 pasos.

P: Plan: Se define el alcance para tener un sistema de gestión combustible moderno y eficiente se necesita digitalizar el sistema, es decir pasar del modo manual y de alto grado de

incertidumbre a un sistema digitalizado, que incluye sensores adecuados, uso de control lógico programable (PLC), internet de las cosas (IoT), monitoreo satelital, monitoreo por red celular, análisis de datos usando un software que muestre la información en forma amigable y grafica. También se define los procedimientos necesarios enfocados en uso eficiente de la energía sin que perjudique las operaciones de pesca. Se seleccionan los equipos para cada barco y sus motores y tanques de combustible.

D: Do, ejecutar: Se seleccionan los equipos y proveedores y se compran e instalan todos los equipos de control y medición, por otro lado, se hacen todos los procedimientos necesarios tanto para la implementación, protocolos de prueba, validación, operaciones de los motores y barcos enfocados en la energía.

C: Check, revisar: En esta parte se validan los resultados de medición de consumos, se hacen las curvas de carga de los motores diésel se validan los sensores de nivel de tanques utilizando los protocolos para cada fin. Se completan los procedimientos con los datos obtenidos en este paso.

A: Act, actuar: En este paso se monitorean todos los motores según medición de los equipos de control y según los procedimientos, se analizan los resultados y se proponen acciones de mejora en función de los factores de ahorro identificados en el plan.

Gestión de la calidad: Convertir barcos a bodega refrigerada:

La situación actual es que, de los 47 barcos, solo 21 tienen bodegas refrigeradas y 26 no tienen, los cuales entregan juntos 68% de materia prima que se convierte en harinas prime y super prime, y 32% de harinas estándar. Para determinar cuántos barcos con RSW y cuantos convencionales se deben tener para llegar al 80% de harinas especiales y 20% de harina estándar vamos a desarrollar un modelo matemático usando programación lineal.

Para este fin se contemplarán diversos datos en un periodo de tiempo de análisis de un año equivalente a dos temporadas de pesca de anchoveta, cabe resaltar que durante un año se dan dos de estas temporadas, respetando siempre los límites establecidos por el Gobierno, la cuota de cada empresa, la veda de pesca, límite máximo de juveniles, entre otras.

El modelo de esta realidad quedaría determinado por maximizar la utilidad de la empresa que es obtenida por el aporte de cada uno de los barcos, es decir cada tipo de barco entrega a la empresa una utilidad promedio en base a sus aportes de cantidad de materia prima de alta calidad y materia prima estándar. Los barcos con bodega refrigerada entregan mayor cantidad de materia prima de calidad y poca harina estándar y los barcos convencionales al revés.

El modelo matemático por usar será la maximización de las utilidades anuales Z en millones de dólares americanos, que nos entregarían la pesca de X_1 barcos con RSW y X_2 barcos convencionales. Los límites del modelo son la pesca u cuota anual de la empresa, la pesca máxima anual de calidad SP+P y calidad estándar y por último la cantidad de barcos que tiene la empresa total y por cada tipo de bodega refrigerada o convencional.

Estos datos serán usados para determinar la cantidad óptima de barcos que deben contar con el sistema de refrigeración para así poder obtener una máxima ganancia y cumplir también con la meta propuesta de la empresa de tener una producción de 80% de harinas SP+P y 20% de harina estándar.

Gestión de la innovación: Limpieza de cocina con ultrasonido:

Esta es una innovación incremental que consiste en adaptar la tecnología de limpieza con ultrasonido que se ha desarrollado en otras industrias del mercado peruano y mundial para incorporarlo en el aseo de cocinas de harina de pescado en el sector pesquero. La limpieza de ultrasonido para piezas mecánicas por ejemplo las culatas de un motor diésel marino, se hace en forma efectiva y muy rápida. Estas piezas se limpian después de 4 a 5 años de uso y llegan al taller impregnadas de hollín y caliche que son muy difíciles de limpiar con baño químico y raspado mecánico con cepillos, pero las partes inaccesibles para el cepillo solo se puede limpiar con químicos, temperatura y tiempo (mayor a 8 h).

En las tinas o máquinas de ultrasonido que son recipientes rectangulares conteniendo agua y un desengrasante se sumerge la culata de un motor y en media hora sale totalmente limpia. Los principios que usa este recipiente son, agua, limpieza química (desengrasante), temperatura (usa una resistencia para calentamiento del agua), y la limpieza mecánica, que es la más efectiva, que son las implosiones de las burbujas en el agua que se crean por las ondas sónicas, que al tocar la superficie metálica impregnada con suciedad liberan energía y desprenden la suciedad de la superficie metálica.

La cocina de la planta de harina de pescado tiene todos los elementos que se necesitan para una buena limpieza los cuales son: superficies metálicas impregnadas con sólidos y grasa de pescado, que están referidas al cilindro interno de la cocina con eje helicoidal de acero inoxidable, agua dulce y temperatura del vapor.

Para implementar y sustentar este proyecto sobre todo en el ahorro de tiempo y parada de planta por limpieza se usará la herramienta de mejora continua KAIZEN Y SMED, ambas están orientadas a analizar actividades de un proceso para determinar desperdicios y eliminarlos, en este caso actividades que no suman o que se hacen consumiendo más tiempo del que se necesita.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de Estudio

En el Perú existe una importante flota industrial compuesta por barcos de acero para pesca de cerco de anchoveta. Existen empresas con flotas grandes de 49 barcos como Copeinca y Tasa, flotas medianas de entre 20 a 25 barcos como Diamante, Exalmar, Austral y HYDUK y varias empresas más con menor tamaño de flota. Todas estas empresas tienen una combinación de barcos muy antiguos que datan de los años 60 a 90 y pocos barcos más modernos de 5 a 15 años de antigüedad. Todos estos barcos operan con motores diésel marinos, tanto para propulsión como para generación eléctrica; el común denominador de los barcos antiguos es que fueron fabricados con poca ingeniería, en donde se puede encontrar algunos equipos mal seleccionados, en algunos casos sobredimensionados y en otros sub dimensionados, se tiene poca estandarización, una pobre gestión de la limpieza del combustible y las operaciones de pesca están orientadas a maximizar la captura sin preocuparse mucho por la eficiencia energética.

Recién a partir del año 2000 la industria de pesca de anchoveta empieza a implementar áreas de ingeniería en sus flotas y a pensar en la optimización de las operaciones y la calidad de la materia prima, esto tomo mayor impulso a partir del año 2009 cuando se implanto la ley de cuotas individuales de pesca, lo que dio paso a refrigerar la materia prima con el sistema RSW y a planificar mejor las operaciones de pesca con la implementación de la tecnología de seguimiento satelital, seguimiento a condiciones oceanográficas favorables a la pesca y áreas de control y gestión de combustible para minimizar los costos de operación. Ya hay empresas que han implementado sistemas de monitoreo a distancia de consumo de combustible y recolección de data vía comunicación satelital de las operaciones de pesca.

1.1.1. Empresa Tecnológica de Alimentos S.A. (TASA)

Esta empresa pesquera industrial ha logrado implementar un sistema de monitoreo y optimización de combustible instalando medidores de flujo de combustible y un sistema de recolección de datos con interfaces para llevarlo a una computadora que tiene un software desarrollado para mostrar los principales indicadores de consumo de sus motores diésel, así como la carga de los motores, los cuales son transmitidos vía satélite al centro de control en tierra. La información específica del comportamiento de los motores diésel se relaciona con las etapas del ciclo o faena de pesca, con las zonas de captura, con el tiempo y el transito desde las plantas, con el despacho de combustible por cada entrada y por último con la medición de los niveles de combustible en los tanques de almacenamiento. Con el análisis de esta información pueden tomar decisiones para optimizar el uso de la energía.

A este sistema TASA lo llama el “Waze Pesquero” tal como lo comento De Romaña, donde explica que la transformación digital le permitió a la compañía ser más eficiente y tener ahorros anuales de combustible por \$500,000 (2018). Esto lo logran con el complemento de una gestión eficiente de la operación, “cuando el barco completa su pesca y lo tiene que llevar a puerto, usan la inteligencia artificial para escoger el puerto de tal manera que el barco no haga cola o minimice el tiempo de espera de descarga, evitando la descomposición del pescado y el trayecto de la zona hacia el puerto lo hacen a velocidad económica logrando ahorros de combustible” (De Romaña 2018).

1.1.2. Estimar y optimizar consumo:

La experiencia mencionada se ve reflejada en Zinke-Whelmann Christian y Schlieber Jörg, **"Estimar y optimizar el consumo de combustible para reducir el impacto del CO2 en la pesca"**

La eficacia del consumo de combustible en la industria pesquera es necesaria para minimizar los costos y las emisiones de CO2. Este trabajo propone una forma de combinar las observaciones internas (datos de los sensores) y externas (navegador por satélite, compás satelital) de los barcos pesqueros para optimizar las rutas entre varias ubicaciones objetivo y encontrar la velocidad óptima para cada segmento. Para ello, se ha desarrollado un modelo predictivo (consumo de combustible estimado) y un algoritmo de descenso de gradiente (velocidad óptima). En particular, se calculan estimaciones que sugieren que se pueden hacer mejoras en cuanto al consumo de combustible.

La pesca industrial debido al cambio climático y al uso intensivo de combustible diésel se enfrenta cada vez más a condiciones adversas para lograr sus metas, es vital que las pesquerías reduzcan al máximo el impacto al medio ambiente, sobre todo en las emisiones de CO2 y logren ahorros potenciales en el consumo de combustible.

Mediante la metodología de investigación de la ciencia del diseño como enfoque de investigación aplicada, sigue los géneros de Peffers et al. proceso de trabajo, que contiene seis pasos: (a) descripción del problema, (b) desarrollo de la solución, (c) implementación del artefacto, (d) demostración, (e) evaluación y (f) comunicación del resultado (2007). El reto general es disminuir el impacto medioambiental y optimizar el consumo de combustible en las operaciones pesqueras.

Se presentará una descripción detallada del problema (caso de uso). Los casos de uso se entienden como Yin describió: "La característica global de un estudio de caso es su intenso enfoque en un único fenómeno" (2011). La parte central de la solución es la regresión de crestas polinómicas para predicciones calculadas en función de las condiciones de navegación (por ejemplo, velocidad, ruta), ambientales (por ejemplo, viento) y características del barco. Las decisiones de navegación y de ruta en el contexto de las operaciones pesqueras son complejas y dependen de la situación actual -por ejemplo, las condiciones del barco, la meteorología, el comportamiento de otros barcos, el terreno/masa de peces previsto. Más precisamente, Prpic-Orsic. afirman que "conocer la velocidad del buque en cualquier dirección con respecto al estado actual y futuro del mar es uno de los factores más significativos de la fase de toma de decisiones" (2016). La analítica de datos puede apoyar estas decisiones y generar beneficios ecológicos y económicos. En este trabajo se utiliza la analítica de datos para desarrollar un modelo que explique los datos y pueda así hacer sugerencias sobre cómo proceder en un escenario desconocido, pero similar.

El objetivo del trabajo es permitir a los responsables de los buques elegir entre diferentes rutas para distintas ubicaciones de pesca, incluidas las rutas multipunto, basándose en la predicción del consumo de combustible y el impacto del CO2. Además, la solución demostrará cómo encontrar la ruta óptima, así como la velocidad de un buque, dada su ubicación actual y de destino.

La forma en que se diseña un barco impone una restricción a la aplicabilidad de nuestros modelos, ya que los diferentes diseños dan lugar a distintas condiciones óptimas de trabajo. Por lo tanto, es importante encontrar una metodología que pueda traducirse a una variedad de problemas dentro del mismo ámbito. Aunque el modelo desarrollado se simula en un entorno virtual, está previsto realizar pruebas en el mundo real (Zinke-Whelmann y Schlieber 2021:1-5).

1.1.3. El efecto patrón:

Otra experiencia que impacta mucho en el mayor consumo de combustible es la ineficiencia del patrón o capitán de pesca tal como se menciona en el artículo científico siguiente:

La eficiencia técnica, la incertidumbre en la calidad de los datos y las fluctuaciones naturales de las poblaciones de peces constituyen fuentes potenciales de ineficiencia de los barcos pesqueros. Además, la habilidad de los pescadores ("efecto patrón") es un actor subyacente en la eficiencia pesquera. Por lo tanto, este artículo supervisa, calcula y cuantifica la ineficiencia causada por el "efecto patrón", si la hay, mediante el uso del análisis envolvente de datos (DEA), con el objetivo de determinar si los valores operativos y sus reducciones de impacto ambiental asociadas mediante la metodología ACV + DEA, son alcanzables. Se aplica un modelo de análisis de ventanas a la pesquería de arenque de EE. UU., una flota de cerco con alta homogeneidad, con características similares de los barcos y de la gestión. Los resultados revelaron niveles de ineficiencia relevantes en los cuatro puertos evaluados, sugiriendo la existencia de un "efecto patrón" en todos ellos. Los barcos con mejor rendimiento consiguieron alcanzar repetidamente altos índices de eficiencia durante todo el periodo a diferencia de los de "efecto patrón".

El análisis envolvente de datos (DEA), se define como una herramienta de programación lineal para identificar y calcular la eficiencia de múltiples unidades de decisión (DMUs) siempre que estén involucradas múltiples entradas o salidas en un determinado proceso de producción. Esta herramienta es usada en el cálculo de la eficiencia técnica (ET) en los sistemas pesqueros, dada su capacidad para medir los buques individualmente en flotas pesqueras de múltiples barcos y el amplio número de entradas y salidas que pueden ser evaluados simultáneamente.

La DEA se ha combinado con la evaluación del ciclo de vida (ACV), una metodología de evaluación ambiental cuyo objetivo es determinar los impactos ambientales vinculados a un proceso o producto específico a lo largo de todo su ciclo de vida. El ACV ha demostrado ser un método comúnmente utilizado en el sector pesquero y su industria de transformación asociada. El enfoque combinado, denominado metodología ACV+ DEA, ha desarrollado una serie de puntos fuertes con respecto al uso de las dos herramientas de forma independiente, entre ellos la relación entre las cargas ambientales y las ineficiencias de los buques pesqueros.

Los datos de inventario recogidos para este estudio se obtuvieron durante todo un año de funcionamiento (2001) para un conjunto de 41 barcos de cerco estadounidenses pertenecientes a Omega Protein Inc. Los buques evaluados, tenían su base en cuatro puertos diferentes de la costa de EE.UU., 3 en la costa del Golfo, dedicados al arenque del Golfo (*Brevoortia patronus*) y uno en la costa del Atlántico, dedicado al arenque del Atlántico (*Brevoortia tyrannus*).

El modelo DEA seleccionado para evaluar la pesquería de arenque de EE.UU. en términos de ineficiencias esperadas fue el modelo de análisis de ventanas. Dado los datos semanales detallados proporcionados por la empresa pesquera para toda una temporada de pesca, las diferentes DMUs se desagregaron por semanas para llevar a cabo el análisis de ventanas DEA, cuyo objetivo es identificar los patrones de rendimiento de los buques pesqueros a lo largo del tiempo.

Sin embargo, es importante señalar que, desde un punto de vista metodológico, cada unidad confiere una DMU independiente dentro de cada período de tiempo, lo que permite comparar no sólo entre los barcos, sino también las variaciones de eficiencia individuales a lo largo del período evaluado (Vasquez-Rowe y Tyedmers 2012: 387-390).

1.1.4. Monitoreo y auditorías

El primer paso para medir la eficiencia es el monitoreo mediante auditorías esto lo podemos encontrar en el presente artículo que habla de los equipos, la implementación y la metodología de sistemas de medición y monitoreo:

La pesca comercial en todo el mundo depende en gran medida del combustible, por otro lado, las existencias son cada vez menores, esto hace que esta industria llegue a límites de supervivencia ahora en algunos casos y en futuro cercano en otros. Este estudio por medio de auditorías de energía pretende dar herramientas para conseguir ahorros de combustible.

Para esto se usará el monitoreo de 3 barcos en el periodo 2010-2012, los resultados de las auditorías indican que el consumo de energía depende de los siguientes factores: a) la estructura y tamaño de barcos, b) las condiciones del motor y patrones de uso, c) el arte de pesca usado, d) los patrones de pesca y viajes, e) la distancia a la zona de pesca, f) especie objetivo y sus rutas de migración, y g) las practicas a bordo. Asimismo, no se puede generalizar el consumo de energía de los equipos/maquinaria de a bordo si se comparan las distintas artes de pesca. Las auditorías energéticas deberán ser específicas para cada barco e incluir datos suficientes para obtener resultados representativos.

Se estudiaron tres barcos pesqueros vascos, desde 2010 a 2012. El buque 1 utilizó el mismo arte de pesca durante todo el año. En cambio, los buques 2 y 3 cambiaron su arte de pesca dos y tres veces al año, respectivamente, en relación con la especie objetivo. Los artes de pesca estudiados fueron: red de arrastre de fondo; red de cerco; caña y otras. Las zonas de pesca indicadas son las detalladas por la FAO (FAO, 2012) Los datos se recogieron utilizando: caudalímetros (KRAL OMG, caudalímetros volumétricos de desplazamiento positivo); un registrador de energía eléctrica portátil (Fluke 435, un analizador trifásico de calidad y energía); medidores de energía (Circuitor EMDK, medidores estándar); y torquímetros. Los caudalímetros se utilizaron para recoger datos del consumo de combustible del motor principal; y el torquímetro para la potencia de propulsión. El registrador se utilizó, junto con los medidores de energía, para los patrones de energía y los perfiles operativos de los motores auxiliares. Las lecturas de los medidores mencionados junto con la velocidad del motor principal, y el rumbo y la velocidad sobre el terreno del buque dados por el GPS del barco se integraron en el sistema "GESTOIL" (sistema de gestión de consumo de combustible a bordo). El cual proporciona datos para calcular: (a) el perfil operativo del buque; (b) la velocidad, el consumo de combustible instantáneo y acumulado del motor principal; (c) el rumbo y la velocidad del barco; (d) la potencia de propulsión; y (e) los datos de consumo de energía de la maquinaria y los motores auxiliares. Asimismo, el GESTOIL incluía la relación polinómica entre la velocidad del motor principal (hélice de paso fijo) y el consumo de combustible, obtenida mediante pruebas de mar controladas. Además, el GESTOIL también mostraba el valor de ahorro de consumo de combustible reduciendo la velocidad de crucero del buque.

Los datos se registraron con una frecuencia de 10 a 15 s, a lo largo del periodo de 2 años; se recogieron periódicamente una vez que los buques llegaron a puerto, y se analizaron posteriormente. Los datos relativos a los equipos/maquinaria que consumen energía a bordo fueron proporcionados por los patrones y los ingenieros jefe. Estos datos se combinaron con la medición a bordo de determinados equipos y maquinaria, como los de refrigeración y congelación, las bombas de agua y la iluminación mediante el registrador de energía eléctrica. El análisis de los datos ha incluido la identificación de factores que ayudarán a determinar la idoneidad de las medidas de eficiencia energética. Estos factores incluyen: los patrones de actividad; la carga de los motores; los patrones de uso de los motores (en horas) y su consumo energético asociado (litros) para cada una de las actividades de pesca. Por último, esta auditoría presenta las medidas de ahorro energético propuestas por el auditor en función de los resultados obtenidos. (Basurko, Gabiña y Uriondo 2013: 30-40).

1.1.5. Tecnología y gestión

El éxito de una buena gestión de combustible se sostiene en la utilización de la tecnología y el compromiso de todas las áreas tal como se menciona en:

Los datos que dependen de la pesca son parte integral de la gestión sostenible de esta industria. Una escasez de los datos de pesca y su manejo conduce a la incertidumbre y potenciales problemas de seguridad, economía, sobrepesca. Los recientes avances en la tecnología disponible para recopilar, gestionar y analizar datos relevantes para la pesca proporcionan un conjunto de posibles soluciones para actualizar y modernizar sistemas de datos pesqueros. Sin embargo, a pesar de la proliferación de tecnología su uso en ordenar la pesca es la excepción y no la regla. Uno de los problemas de su poca adopción es la falta de confianza entre pescadores y gestores.

Proponemos una solución basada en un enfoque transdisciplinar de la gestión de la pesca que hace hincapié en la necesidad de una resolución de problemas en colaboración entre las partes interesadas. En el sistema que proponemos, la retroalimentación de datos es un componente clave para la eficacia de los sistemas de datos pesqueros, ya que garantiza que los pescadores y los gestores recojan, tengan acceso y se beneficien de los datos pesqueros mientras trabajan para alcanzar un objetivo mutuamente acordado. Un nuevo enfoque de los sistemas de datos pesqueros fomentará la innovación para aumentar la cobertura, la precisión y la resolución de los datos, reduciendo al mismo tiempo los costes y permitiendo una toma de decisiones de gestión adaptable, receptiva y casi en tiempo real para mejorar los resultados de la pesca.

A partir de data convencional que se maneja en la pesca se busca migrar a aplicaciones actuales de tecnología referentes a la pesca, para los cuales se usara, primeramente

Monitoreo electrónico: Compuesto por video cámaras que registren las operaciones de pesca en el barco, GPS y equipos y software de navegación, datos oceanográficos, sensores en los barcos, como velocidad, temperatura, consumo de combustible etc. Todo esto orientado a ayudar a encontrar la pesca de manera más eficiente, y luego encontrar las rutas y velocidades de menor recorrido y consumo.

Reporte electrónico o electronic logbook (ELB) Los ELBs permiten a los pescadores digitalizar la información de las capturas pesqueras y se combinan con el GPS para permitir a los usuarios registrar con precisión los datos espaciales y temporales del esfuerzo y las capturas en tiempo casi real.

Computadora móvil. La proliferación mundial de las tecnologías móviles ha impulsado una revolución en los avances y oportunidades de los sistemas de datos dependientes de la pesca. La portabilidad y la ubicuidad de los teléfonos inteligentes y las tabletas han hecho que se reconozca cada vez más su importancia potencial en la recopilación de datos para todos los sectores pesqueros.

La inteligencia artificial, en concreto las aplicaciones de aprendizaje automático y visión por ordenador, es la próxima frontera de los sistemas de datos pesqueros. Con grandes cantidades de datos dependientes de la pesca basados en imágenes y recogidos a través de las tecnologías móviles y de monitoreo electrónico, se necesita una tecnología que automatice la identificación de las capturas (ID) y su medición (longitud y masa) a través de las características morfológicas en todos los sectores pesqueros (Bradley et al 2019: 564-570).

1.1.6. Modelos de optimización usando Programación Lineal

Dantzig y Thapa (1997) definen a la programación lineal como una técnica de minimización o maximización de una función objetivo lineal de variables sujetas a restricciones (sean igualdades o desigualdades). En este caso en específico se tendrán restricciones dadas por los datos mencionados y el valor de respuesta que se obtenga servirá como una base para mejorar la situación de la empresa CFG Copeinca.

Según Martínez, López & Vertiz (2014), la programación lineal constituye una de varias herramientas importantes que influyen en la formación de ingenieros y administradores, gracias a que esta posee diversas aplicaciones en la práctica, por ejemplo, en los sectores industrial, económico y militar entre otros; así como en áreas como mercadotecnia, finanzas, administración de la producción y más. Algunos de los problemas que se han estudiado mediante el empleo de esta son, programación de la producción, selección de medios publicitarios, planeación financiera, presupuestos de capital, transporte, ubicación de plantas, mezcla de productos, asignación de personal y mucho más.

Asimismo, Pérez & Merino (2013), detalla en su artículo que la programación lineal es una técnica de la matemática que permite la optimización de una función objetivo a través de la aplicación de diversas restricciones a sus variables, siendo de este modo un modelo compuesto, que consta de una función objetivo y sus restricciones, constituyéndose todos estos componentes como funciones lineales en las variables en cuestión.

Por lo que, cabe resaltar que el objetivo primordial de la programación lineal es optimizar, ya sea minimizar o maximizar funciones lineales, en varias variables lineales, con restricciones lineales, optimizando de este modo el objetivo también lineal. Los resultados y el proceso de optimización se convierten en una base cuantitativa del proceso de toma de decisiones frente a las situaciones planteadas. Para la implementación del modelo usaremos las fases planteado en la figura 1 (Alvarado, 2023)



Figura 1. Representación del planteamiento del modelo de PL.

1.1.7. Limpieza de superficies metálicas.

Entre las alternativas de limpieza de superficies metálicas se encuentra el uso de **agua a alta presión**, el cual es un sistema muy usado para limpieza de tanques de distintos tipos de contenido y residuos impregnados en sus paredes. Se usa para limpieza de casco de los barcos, demostrando una alta eficiencia para remover pintura, incrustaciones y corrosión (Caballero, 2017). Para esto se usan equipos que alcanzan hasta 700 bar de presión para superficies interiores en tanques se usan pistolas o cañones que inyectan el chorro de agua a presión, tanto de manera manual como de manera autónoma para lo cual se colocan estos cañones en rieles o soportes móviles y a la vez estos cañones tienen capacidad de girar para llegar a todas las paredes. El problema con las cocinas de pescado es que las superficies a limpiar son las paredes del cilindro interior y los helicoides del tornillo sin fin del eje interior que desplaza a la anchoveta,

se necesitaría diseñar un robot con desplazamiento autónomo tipo dron y que a la vez esté conectado con la manguera de suministro de agua, este robot tendría que dar vueltas a lo largo de todo el eje helicoidal de 12 a 14 m. de largo.

Otra alternativa muy interesante a desarrollar es la limpieza por ultrasonido. Por un lado, los sistemas de limpieza por ultrasonidos se basan en ondas sónicas de alta frecuencia, que se transmiten a través de un líquido en el que se sumerge la pieza a limpiar. El tratamiento dura entre 10 y 45 minutos, y no necesita la presencia del operario. Por otro lado, las ondas de ultrasonidos producen cavitación, fenómeno por el cual millones de pequeñas burbujas de aire se generan en el líquido y son comprimidas hasta que se implosionan, lanzando grandes cantidades de energía. Esta energía impacta en la suciedad, grasa o carbonilla adherida sobre la superficie de los objetos a limpiar, eliminándolas sin dañar la pieza. El resultado es un micro cepillado que limpia las piezas tratadas. Cómo las burbujas de aire tienen un tamaño menor a 1µm, penetran en cada orificio por pequeño que sea (Edeltec, 2021).

1.2. Marco Conceptual.

En este capítulo vamos a definir los conceptos y las herramientas más importantes que nos servirán para el diagnóstico y la implementación posterior de un diseño o modelo de gestión.

1.2.1. Procesos, definiciones

Definición de Proceso: “un proceso es un conjunto de actividades que tienen relación entre sí o que interactúan para transformar elementos de entrada en elementos de salida. En los procesos pueden intervenir tanto partes internas como externas, teniendo en cuenta en todo momento a los clientes” (ISO 9001 2015)

Definición de procedimiento: “un procedimiento es un modo específico de llevar a cabo una actividad o proceso. Es decir, cuando un proceso cuenta con unos pasos establecidos y ordenados para obtener un resultado, se llama **procedimiento**.” (ISO 9001 2015)

Para un negocio se tiene que “Los procesos son conjunto de actividades relacionadas lógicamente y llevadas a cabo para lograr un objetivo de negocio definido” (Quiroa 2019)

Definición de gestión de procesos: “es la administración y mejora constante de los procesos productivos de un negocio. Cuando hablamos de la gestión de procesos, nos referimos directamente a los procesos productivos. Estos incorporan distintas áreas de conocimiento que van desde la economía, ingeniería y marketing, hasta la psicología y el comportamiento humano. La gestión de procesos busca constantemente la eficiencia en todos sus procesos productivos, razón por la que evalúa e implementa medidas que contribuyan a este objetivo” (Collier 2019)

Definición de cadena de valor: “es una red de instalaciones y procesos que describe el flujo de materiales, bienes terminados, servicios, información y transacciones financieras desde los proveedores, a través de los centros y procesos que crean bienes y servicios, y aquellos que los entregan a los clientes” (Collier 2019). **El valor** “es la percepción de los beneficios asociados con un bien, servicio o paquete de bienes y servicios en relación con lo que los compradores están dispuestos a pagar por ellos” (Collier 2019)

1.2.2. Herramientas de mejoras de procesos

Modelo de las 5 fuerzas de Porter: “el cual constituye una metodología de análisis para investigar acerca de las oportunidades y amenazas de una industria determinada” (Peiro 2015) En nuestro caso se adaptará para averiguar si una nueva forma de hacer las cosas en el ámbito de la eficiencia energética de las operaciones de pesca será rentable en la estructura de la empresa. “Cada una de las 5 fuerzas de Porter es un factor que influye en la capacidad de obtener beneficios” (Peiro 2015). Las 5 fuerzas son:

1. Intensidad de la competencia actual.
2. Competidores potenciales.
3. Productos sustitutivos
4. Poder de negociación de los proveedores
5. Poder de negociación de los clientes.

Ciclo de Deming “El ciclo Plan, Do, Check, Act, **PDCA** suele ser la sistemática más empleada en la implementación de un sistema de mejora continua. También se le conoce como ciclo de mejora continua o círculo de Deming mostrado en la figura 2. Esta última denominación se debe a su autor, Edwards Deming” (Estevéz 2019)

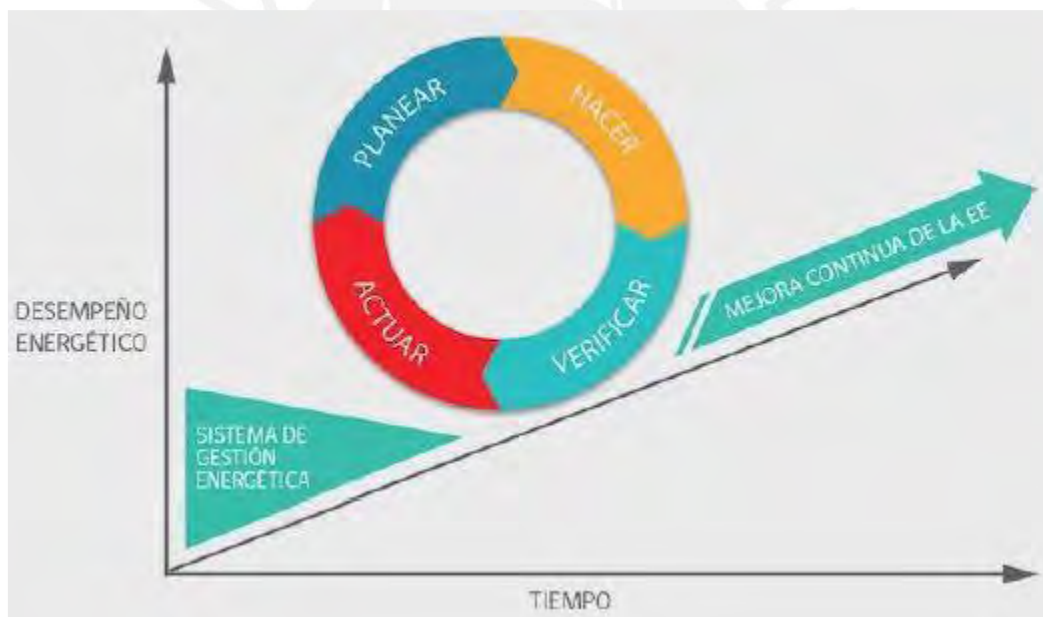


Figura 2. Esquema del Ciclo de Deming (Estevéz 2019)

Análisis FODA: “Modelo de mejora de procesos que primero identifica Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Hasta ahí es análisis. Pero si se utilizan las fortalezas para contrarrestar las Amenazas y se toman las Oportunidades para paliar las debilidades, es una mejora de proceso” (Kiziryan 2015).

Herramienta CANVAS: Es una herramienta orientada a mejorar los procesos internos y externos de un determinado negocio.

Comparación de mercado: Esta herramienta conocida por su nombre en inglés como Benchmarking, es muy útil para comparar ratios o indicadores de producción, costos, consumos, eficiencias etc. Sirve como una buena referencia para saber si los que pretendemos medir y mejorar son valores aplicables a nuestra empresa.

1.2.3. Herramientas de optimización:

Programación Lineal: “Herramienta de ingeniería que permite modelar una situación a través de relaciones lineales encontrando en la región factible, del gráfico formado o modelado, la solución óptima a la función objetivo planteada” (Devore, 2019)

Regresión Lineal: “se generaliza la relación lineal determinística de $Y = \beta_0 + \beta_1 x$ a una relación probabilística lineal, se desarrollan procedimientos para hacer inferencias sobre el modelo y se obtiene una medida cuantitativa (el coeficiente de correlación) del grado al cual las dos variables están relacionadas” (Devore, 2019)

1.2.4. Herramientas de calidad

Tenemos las siguientes herramientas:

Pareto: “Esta Ley o Principio establece que, de forma general, el 20% del esfuerzo produce el 80% de los resultados. Dicho de otra manera: el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas” (PQ Systems 1996)

Diagrama de causa – efecto: También conocido como Ishikawa o Espina de pescado, “es la representación de varios elementos conocidos como causa de un sistema que pueden contribuir a un problema o efecto, esquemáticamente en la línea principal se pone el problema o efecto a resolver y en las líneas inclinadas hacia arriba y hacia abajo se ponen las causas, este esquema semeja la espina de pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones y para desarrollar un plan de recolección de datos” (PQ Systems 1996)

Técnica de los 5 Porqués: “es una de las herramientas más efectivas para el análisis de causa raíz dentro del arsenal de Lean Management. En su trabajo diario cada equipo enfrenta obstáculos. Sin embargo, usar los 5 Porqués te ayudará a encontrar la causa raíz de cualquier problema y a proteger el proceso de errores y fallas recurrentes” (PQ Systems 1996)

1.2.5. Estadística, definiciones

A continuación, se van a desarrollar las definiciones más importantes de la estadística como son la propia definición de la palabra estadística, población, muestra, variable, tipos de variables, probabilidad, frecuencia, estadística inferencial. Todas las definiciones son de (Devore, 2019)

“La estadística como disciplina nos enseña a realizar juicios inteligentes y tomar decisiones informadas en la presencia de incertidumbre y variación”. Usualmente una investigación se centrará en una colección bien definida de objetos que constituyen una población de interés. Para facilitar el análisis dado que las poblaciones suelen ser muy grandes, en su lugar, se selecciona un subconjunto de la población —una muestra— que representa a la población con ciertas características.

Una variable es cualquier característica cuyo valor puede cambiar de un objeto a otro en la población. Para un espacio muestral dado S de algún experimento, una variable aleatoria (va) es cualquier regla que asocia un número con cada resultado en S . En lenguaje matemático una variable aleatoria es una función cuyo dominio es el espacio muestral y cuyo rango es el conjunto de los números reales.

Una variable numérica es discreta si su conjunto de valores posibles es finito o si se puede enumerar en una secuencia infinita (una en la cual exista un primer número, un segundo número y así sucesivamente). Una variable numérica es continua si sus valores posibles abarcan un intervalo

completo sobre la recta numérica.

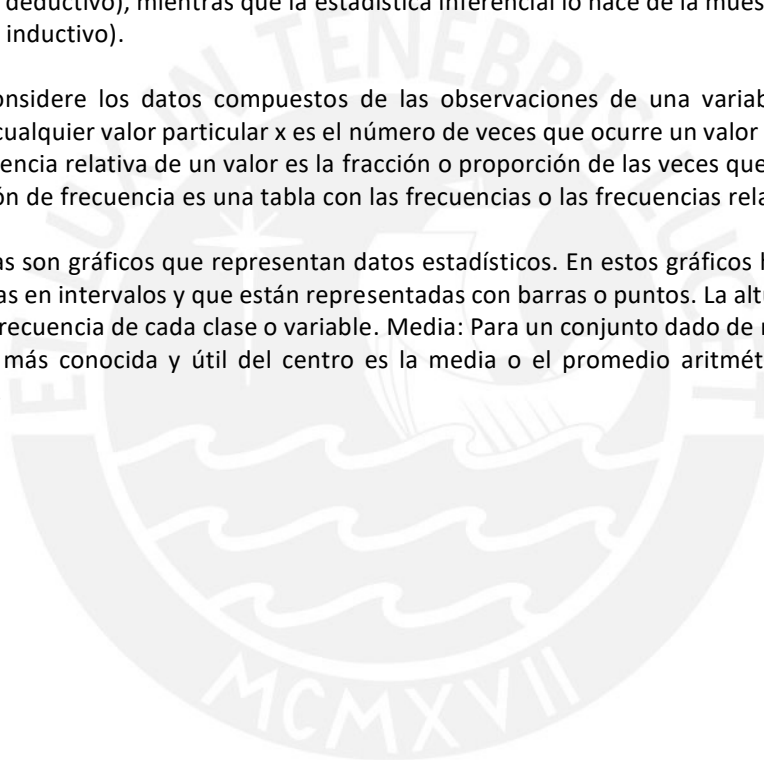
Después de haber obtenido la muestra de una población, comúnmente un investigador desearía utilizar la información muestral para sacar una conclusión (hacer una inferencia de alguna clase) respecto a la población. Es decir, la muestra es un medio para llegar a un fin en lugar de un fin en sí misma. Las técnicas para generalizar desde una muestra hasta una población se conjuntan en la rama de la estadística inferencial.

La probabilidad y la estadística se ocupan de cuestiones que implican poblaciones y muestras, pero lo hacen de “manera inversa”, una respecto a la otra.

En un problema de probabilidad se supone que las propiedades de la población estudiada son conocidas y se pueden plantear y responder preguntas respecto a una muestra tomada de una población. En un problema de estadística el experimentador dispone de las características de una muestra y esta información le permite sacar conclusiones respecto a la población. La relación entre las dos disciplinas se resume diciendo que la probabilidad discurre de la población a la muestra (razonamiento deductivo), mientras que la estadística inferencial lo hace de la muestra a la población (razonamiento inductivo).

Frecuencia: Considere los datos compuestos de las observaciones de una variable discreta x . La frecuencia de cualquier valor particular x es el número de veces que ocurre un valor en el conjunto de datos. La frecuencia relativa de un valor es la fracción o proporción de las veces que ocurre el valor: Una distribución de frecuencia es una tabla con las frecuencias o las frecuencias relativas, o ambas.

Los histogramas son gráficos que representan datos estadísticos. En estos gráficos hay variables que están agrupadas en intervalos y que están representadas con barras o puntos. La altura de cada barra representa la frecuencia de cada clase o variable. Media: Para un conjunto dado de números x_1, x_2, \dots, x_n , la medida más conocida y útil del centro es la media o el promedio aritmético del conjunto. (Devore 2019).



2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. CFG - COPEINCA:

Es una empresa pesquera líder en el Perú en la extracción de anchoveta. Según el código CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) numero 0311 pertenece a Pesca Marítima (Sunat 2022). Fue fundada en el año 1994 por el grupo DyC, de capitales peruanos. Posteriormente fue adquirida en el año 2013 por la empresa “China Fishery Group” (CFG), desde entonces se encuentra en un proceso de fusión entre CFG Perú y COPEINCA, conservando los dos nombres CFG y COPEINCA

La corporación se dedica a la operación de pesca de anchoveta, para la correspondiente transformación y comercialización de harina y aceite de pescado, productos que tienen como destino final a la industria de alimentos para animales. Su producción es íntegramente exportada, principalmente a los destinos de Asia (85%) y Europa (15%) según figura 3 (CFG Copeinca 2018). Es importante mencionar que COPEINCA cuenta con el mayor porcentaje de participación de cuota de pesca propia de anchoveta a nivel nacional con un 16.9%, y logramos 5.5% de participación en la compra de pesca lo cual equivale a 22.4% en total, esto para una cuota anual de 4.5 millones de toneladas de anchoveta da como resultado la captura de 1 millón de toneladas de materia prima, equivalente a 246,000 toneladas de harina y 50,000 toneladas de aceite de pescado. Convertido a facturación anual nos da entre 450 a 490 millones de dólares.



Figura 3. Principales destinos de exportación de harina de pescado

Cuenta con 9 plantas productivas de harina y aceite de pescado, a lo largo de la costa según figura 4 (CFG Copeinca, 2018). con una capacidad instalada total de aproximadamente 1,360 Ton/h. Asimismo, cuenta con 49 embarcaciones pesqueras y 2 remolcadores, con una capacidad de bodega de 20,000 metros cúbicos. En lo referente al capital humano, este se compone de 2,600 trabajadores: 360 administrativos y 2,240 de personal operativo.



Figura 4. Plantas de producción y su ubicación

2.2. Propósito, Visión, Misión y Valores

Propósito: Contribuir con nuestros productos en la nutrición y salud mundial de manera responsable y sostenible, nos hace sentir orgullosos.

Misión: Ofrecer productos de calidad diferenciada con eficiencia, responsabilidad y excelencia, protegiendo el ambiente, promoviendo el desarrollo de nuestros colaboradores y de la sociedad.

Visión: Ser una empresa líder mundial e innovadora en la extracción y procesamiento sostenible de recursos hidrobiológicos.

Valores: Se presenta esquema en figura 5 y descripción (CFG Copeinca 2018)

NUESTROS VALORES



Figura 5. Esquema de valores

Cooperación: Trabajo en equipo, solidario, construir y fortalecer relaciones de confianza

Respeto: Cumplir compromisos, trato equitativo y justo, cumplir normas

Flexibilidad: Apertura, aceptación, y promoción del cambio, adaptarse.

Excelencia: Aporte en mejoras, desarrollo y aprendizaje, trabajo con calidad

Pasión: Trabajo con pasión porque creo en la cultura de la empresa en sus valores. (CFG Copeinca 2018)

2.3. Organigrama general y de flota

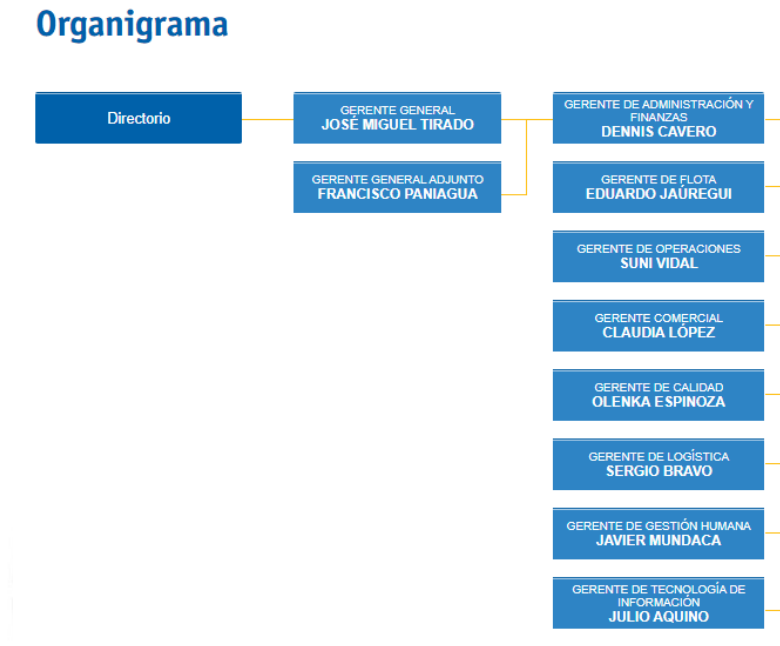


Figura 6. Organigrama general (CFG Copeinca 2018)

Se tiene 4 áreas operativas: Flota, Operaciones, Calidad, Comercial y 6 áreas de soporte.

Gerencia General: Ejecuta y dirige las acciones planificadas en el directorio, así como el buen funcionamiento de la empresa.

Gerencia General Adjunta: Reemplaza a la gerencia general en caso de ausencia y dirige el área legal.

Gerencia de Administración y Finanzas: Principal área de soporte, planifica y controla los recursos económicos y de infraestructura de la empresa.

Gerencia de Flota: Es el primer eslabón de la cadena de valor, se encarga de la extracción y compra de pesca o materia prima, optimizando el uso de los recursos con 48 barcos.

Gerencia de Operaciones: Segundo paso de la cadena de valor, transforma la materia prima en harina y aceite de pescado en las 9 plantas de procesamiento.

Gerencia de Calidad: Participa activamente en la extracción y operaciones de plantas para garantizar la máxima calidad de materia prima, harina y aceite.

Gerencia Comercial: Planifica y dirige la venta de la harina y aceite de pescado.

Gerencia de Recursos Humanos: Area de soporte que planifica, administra y desarrolla a todo el personal de la empresa.

Gerencia de Logistica: Provee a todas las áreas de materiales, repuestos, insumos y equipos, además de la gestión de almacenes.

Gerencia de Tecnología de la Información: Administra y dirige todos los recursos tecnológicos e informáticos de la empresa.

Descripción de flota: Se presenta el organigrama de flota en la figura 7



Figura 7. Organigrama de flota (CFG Copeinca 2018)

Gerencia de Flota: Dirige la extracción y compra de materia prima liderando un equipo de 1,200 personas, de las cuales cerca de mil son tripulantes en los 48 barcos y 200 personas en tierra.

Sub-Gerencia de Flota: Reemplaza al gerente de flota y lidera al personal de tierra en la sede central de flota en Chimbote. Tiene a su cargo las áreas de mantenimiento, administración, recursos humanos.

Superintendencia de Mantenimiento: Ejecuta los planes de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo para garantizar la disponibilidad de la flota.

Administración: Soporta las operaciones de pesca mediante la gestión de transporte, infraestructura, control del presupuesto y de los procesos establecidos.

Superintendencia de Recursos Humanos: Administra y desarrolla al personal flota mar y tierra.

Superintendencia de Consumo Humano Indirecto (CHI): Dirige, planifica las operaciones de extracción de anchoveta con 48 barcos y las descargas en las 9 plantas de procesamiento.

Superintendencia de Consumo Humano Directo (CHD): Dirige, planifica las operaciones de extracción de jurel y caballa con 4 barcos y además se encarga de la compra de pesca de anchoveta.

Superintendencia de Ingeniería y Proyectos: Lidera las mejoras técnicas de los barcos, mediante proyectos de inversión y tecnología, además realiza la mejora continua de la gestión de mantenimiento.

2.4. Cadena de valor

Nuestra cadena de valor presenta cuatro procesos esenciales:



Para entender la cadena de valor y su relación con el entorno del negocio vamos a usar la herramienta Canvas según mostrado en la figura 8.

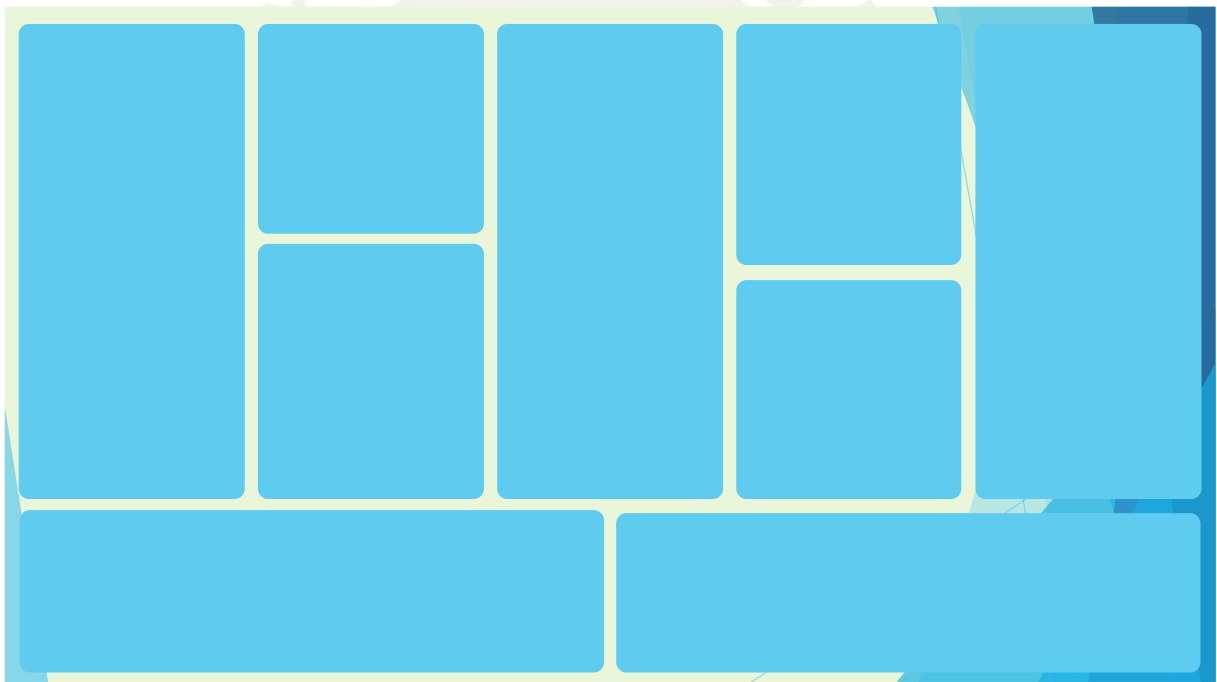


Figura 8. Canvas CFM Copeinca

2.5. Descripción del CANVAS

Actividades clave: Extracción: Este trabajo estará centrado en la etapa de extracción de pesca propia, para lo cual se cuentan con 49 barcos de los cuales 23 de ellos tienen bodega refrigerada con el sistema de conservación llamado RSW (Refrigerated Sea Water) y el resto son convencionales.

Este proceso se da en un ciclo de faena con etapas claramente diferenciadas que tienen características específicas de comportamiento sobre todo en el consumo de combustible ver

figura 9, cabe destacar que hay una fuerte diferencia de este consumo entre barcos convencionales y de RSW.

La extracción está a cargo de la Gerencia de Flota, así como también la compra de pesca, todos los barcos propios son monitoreados por satélite así como de las otras empresas.

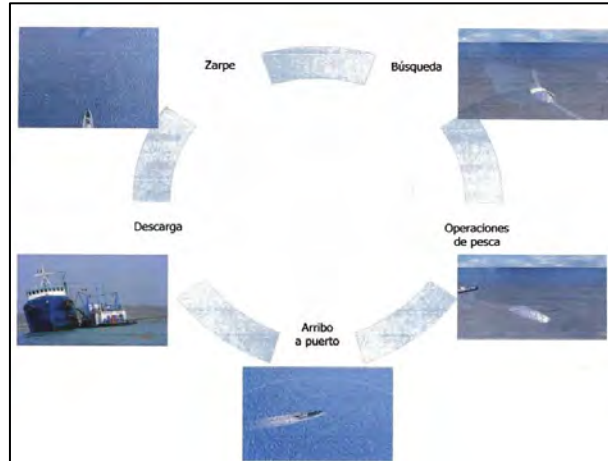


Figura 9. Ciclo faena de pesca (CFG Copeinca 2018)

Producción: Se realizan en las plantas de harina y aceite de pescado estratégicamente ubicadas a lo largo de la costa del Perú. La pesca es recibida en las chatas en donde se ubican las bombas de vacío que trasladan la pesca del barco hacia la planta en donde se recibe en zarandas vibratorias para retirar el agua de mar que se usa para el bombeo. Toda la materia prima se pesa y se analiza las condiciones en las que llega, se almacena en pozas temporales y luego pasa al proceso que consiste en cocinado, prensado, secado, molido y envasado.

Recuperación PAMA: Programa de Adecuación al Medio Ambiente; para trasladar la pesca de la bodega del barco a la planta se usa agua de mar en una relación de 1 a 1, es decir una parte de pescado y una parte de agua. El agua al llegar a la planta es separada del pescado y pasa al tratamiento en el PAMA antes de regresar al mar mostrado en la figura 10 (TASA 2019)



Figura 10. Programa de adecuación de medio ambiente (PAMA)

Asociaciones clave: Tenemos la relación con los armadores terceros que nos proveen de pesca. Pertenece a Sociedad Nacional de Pesquería para lograr objetivos comunes. Las entidades estatales como Ministerio de la Producción, IMARPE y Marina de Guerra son indispensables para nuestra correcta operación. Proveedores privados de equipos y materiales, de servicios y de certificaciones contribuyen en forma importante a lograr nuestros objetivos.

Recursos clave: El primero en importancia es el personal tanto de mar como de tierra. La cuota y las licencias de pesca nos permiten planificar nuestras operaciones y determinan la capacidad de la empresa. Nuestra infraestructura estratégicamente ubicada como son los 48 barcos, 9 plantas, sede de flota y sede central.

Propuesta de valor: Tener materia prima propia de calidad garantiza productos finales de calidad y maximiza la utilidad. Maximizar la producción de harina mediante compra de materia prima baja los costos fijos y nos genera más ingresos. Hacer harina y aceite de alta calidad nos permite satisfacer a nuestros clientes y maximizar el valor de la empresa. Un importante valor agregado es la recuperación de materia prima en el PAMA y el tratamiento de nuestros efluentes los cuales minimizan la contaminación de nuestros mares.

Relación con el cliente: Se hace a través de contratos anticipados con los clientes más grandes e importantes con los cuales se compromete una parte de la producción y el resto se deja para clientes de menor capacidad con acuerdos después de la producción.

Canales de distribución: Nuestro mayor porcentaje de venta es a través de representantes o bróker y también llegamos a clientes finales, tanto en harina como aceite. Todo el comercio de la harina es a través de vía marítima.

Segmento de mercado: El principal mercado es la industria de la acuicultura y el principal país de destino de nuestros productos es China, este mercado requiere principalmente la harina super prime y prime. Otro mercado importante es la industria agropecuaria y avícola con la harina estándar.

Estructura de costos y Fuente de ingresos: Básicamente las áreas operativas llevan sus costos divididos en fijos y variables estos últimos que dependen de los volúmenes de pesca o producción y las áreas de soporte manejan sus costos fijos en presupuestos anuales. La fuente de ingresos es por la venta de harina y aceite de pescado que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Pesca y producción años 2017 a 2021, fuente CGF-Copeinca

TIPO DE BARCO	2017	2018	2019	2020	2021
CON RSW	268,910	507,906	263,962	443,984	451,696
CONVENCIONAL	221,267	408,111	217,154	337,983	318,259
TOTAL pesca propia TM	490,177	916,017	481,116	781,967	769,955
Compra pesca TM	182,237	325,213	167,805	268,367	259,689
Producción Harina TM	163,207	301,269	157,505	254,935	249,914
Producción aceite TM	23,534	49,649	24,659	44,114	38,612

2.6. Gestión de la sostenibilidad.

“La empresa Copeinca tiene desarrollada una política de sostenibilidad que tiene como objetivo establecer los lineamientos y las directrices generales que permiten a la compañía asegurar que sus actividades se realicen bajo los mejores estándares de sostenibilidad, sustentados en una gestión de triple resultado: crecimiento económico, desarrollo social y conservación del ambiente en todas las decisiones de la empresa” (CFG Copeinca 2018).

La pesca de la anchoveta en el Peru es sostenible según la investigación científica de la Sociedad Nacional de Pesquería (SNP 2021). Organización a la cual pertenece Copeinca.

Las principales acciones orientadas a preservar este recurso y que respaldan esta información son:

- Control de las cuotas asignadas mediante el sistema de seguimiento satelital (SISESAT).
- Respeto a las temporadas de pesca y de veda que protegen los picos de reproducción.
- Límites de pesca de juveniles los cuales son monitoreados y se maneja de manera preventiva a través de vedas temporales de las zonas de incidencia de juveniles.
- Pesca a través de cuotas en las dos temporadas de pesca que representan hasta un 25% de la biomasa calculada, dejando el 75% restante en el mar para garantizar la recuperación de la biomasa.
- Implementación de PAMA: Programa de Adecuación de Medio Ambiente en todas las plantas de harina para tratar el agua de bombeo, gases de escape y efluentes.
- En la figura 11 (CFG Copeinca 2018) se muestran los resultados de la aplicación de las políticas de sostenibilidad 2018.

Respetamos el recurso, respetamos el ambiente

En CFG-COPEINCA contamos con un sistema de gestión ambiental, basado en la norma internacional ISO 14001. Como parte del sistema, nos enfocamos en la prevención y mitigación de los impactos ambientales

que corresponden al proceso de producción y a las actividades anexas que la sustentan.

Contamos con las certificaciones internacionales de Friend of The Sea e

IFFO-RS, certificaciones que garantizan una gestión responsable en toda nuestra cadena, desde la extracción del recurso hasta el producto final.



Figura 11. Resultados anuales sostenibilidad (CFG-Copeinca 2018)

3 DIAGNÓSTICO

3.1. Oportunidades de implementación de proyectos de gestión de Ingeniería

3.1.1. Gestión de Combustible

Solo se tiene una política de control de combustible incipiente y muy básica, no se tiene un modelo de gestión de combustible, no hay buenos procedimientos de medición del consumo, esto se realiza mediante inspección visual de stocks de combustible en tanques, con alto grado de incertidumbre o error, no hay una política clara del momento a tomar la medida y en que condiciones de trimado del barco. La medición lo hace el mismo usuario o jefe de máquinas que es juez y parte. No se mide el consumo de cada motor, se mide del “barco”, ciertamente no es el barco el que consume, los que consumen combustible son los motores diésel del barco.

Nuestro consumo es más de 1.26 gal/TM pescada comparándonos con TASA que es del mismo tamaño que nosotros. (Promedio de consumo de tabla N°2 siguiente).

Tabla 2. Consumo combustible, fuente CFG-Copeinca - Tasa

Benchmark Consumo Combustible Copeinca-Tasa (GL/TM)							
Temporada	2019-I	2019-II	2020-I	2020-II	2021-I	2021-II	2022-I
conv.	5.30	16.37	3.72	7.30	5.79	5.68	8.31
rsw	8.35	16.59	5.01	9.84	6.79	6.46	9.50
Copeinca	6.83	16.48	4.37	8.57	6.29	6.07	8.91
TASA	7.25	10.41	4.33	7.99	6.18	5.34	7.16
Diferencia	-0.42	6.07	0.03	0.58	0.11	0.74	1.75

CONSUMO DE COMBUSTIBLE GALONES POR TM TASA							
Temporada	2019 I	2019 II	2020 I	2020 II	2021 I	2021 II	2022 I
Galones	2,154,465	932,030	1,425,807	2,589,944	2,161,127	1,473,355	2,250,546
TM	297,358	89,495	329,101	324,051	349,472	276,033	314,357
Galones/TM	7.25	10.41	4.33	7.99	6.18	5.34	7.16

Considerando los siguientes datos

Promedio pesca (2017-2021 tabla N°1): 687,846 TM

Promedio consumo en exceso (tabla N°3): 1.26 gal/TM

Consumo en exceso: 866,685 gal.

Promedio de costo por galón de diésel: \$3.4 por galón

Impacto anual en dólares americanos: \$2.94 millones USD.

3.1.2. Modelo de gestión de mantenimiento

Basado en preventivo y correctivo casi nada de predictivo, pobre manejo de indicadores. Esto conlleva a tener un alto costo de correctivo, baja disponibilidad por paradas de equipos afecta la productividad y eleva costos de mantenimiento que se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Costos de mantenimiento, fuente CFG-Copeinca.

GASTOS DE MANTENIMIENTO FLOTA COPEINCA				
MANTTO	NOMBRE DE SIST.	AÑO		
		2019	2020	2021
Total PREVENTIVO		19,319,584	21,388,804	23,674,599
MANTTO	NOMBRE DE SIST.	AÑO		
		2019	2020	2021
Total CORRECTIVO		1,695,245	1,897,130	2,126,225
Ratio MC/MP		8.8%	8.9%	9.0%
META 8%		1,545,567	1,711,104	1,893,968
AHORRO		149,678	186,025	232,257
Ahorro prom.		189,320		

De la tabla 3 tenemos un Impacto anual en \$: 189,320 como posible meta de ahorro.

3.1.3. Gestión de la innovación para mejora proceso de limpieza de cocina de planta

Cuando hay pesca concentrada y producción continua, la planta tiene que parar 5 horas después de tres días de operación continua para poder limpiar líneas de producción. Este tema se puede solucionar con proyecto de gestión de la innovación. Vemos el impacto económico en tabla 4.

Tabla 4. Impacto por parada de planta

PERDIDA ANUAL POR PARADA DE PLANTA (\$)	
PLANTA: CHIMBOTE NORTE DE 220 TON/H DE PROCESO	
PARADA COMPLETA 8 H, Incluye llenado de solución y enjuague.	
Meta: parar solo 2 h , 1 hora limpieza y 1 hora llenado y enjuague	
Capacidad de planta materia prima (MP) (Ton /h)	220
Ratio de producción de 4.1 Ton MP para 1 ton harina	4.1
Ratio producción aceite de 1 ton MP	3.5%
Horas ahorradas de parada	6
Producción de harina (ton)	322
Producción de aceite (ton)	46.2
Precio venta promedio harina /ton (\$)	1480
Precio venta promedio aceite / ton (\$)	2050
Costo para producir harina	
1.- Materia prima por ton (\$)	250
2.- Costo producción harina por ton (\$)	200
3.- Costo venta harina por ton (\$)	55
Costo total (se necesitan 4.1 ton de MP) (\$)	1280
Utilidad por harina (\$)	64,390
Utilidad por aceite (\$)	94,710
Utilidad total perdida x evento (\$)	159,100
Utilidad perdida anual, 5 eventos (\$)	795,501

3.1.4. Gestión de la calidad de harina

Estamos en el tercer lugar con respecto a las 6 empresas más grandes, en promedio hacemos 68% de harina SP + P, cuando deberíamos estar cerca de 80%. En la actualidad tenemos solo 22 barcos con refrigeración de bodegas con el sistema RSW y 26 barcos sin bodega refrigerada llamados convencionales. Para lograr subir la cantidad de harina SP+P se necesita principalmente convertir barcos convencionales a barcos con bodega refrigerada RSW. El análisis de la solución a esta oportunidad de mejora se ha planteado con un modelo matemático de programación lineal, teniendo como meta alcanzar el 80% de producción de harina SP+P. por ser un tema de buen impacto se incluirá como una de las soluciones a trabajar en esta tesis. En forma aproximada se necesita convertir 10 barcos con una inversión de \$1.65 millones por barco.

Promedio de pesca en TM al año	687,846
Pesca adicional de calidad SP+P (12%) en TM	82,542
Harina adicional de calidad SP+P en TM	19,653
Ingreso adicional por calidad \$180 x tonelada	3,537,494

3.2. Oportunidades de mejora generales.

- Flota muy antigua y con bajo nivel de estandarización. Nuestra empresa ha crecido comprando empresas más pequeñas, eso hace que encontremos muy poca estandarización. Se tiene un plan para estandarizar a medida que se presente la necesidad de dar de baja algún activo. Para esta oportunidad de mejora es difícil calcular algún impacto económico anual.
- Deserción de tripulantes cuando la pesca se pone difícil. Esto trae como consecuencia pérdida de días de pesca.
- Baja participación de compra de pesca de terceros, llegamos solo al 5% de la cuota nacional, mientras que TASA y Exalmar pasan el 8%. Para mejorar este tema se necesita básicamente cambio en la política de precio de compra de materia prima, nuestra empresa paga siempre menos que las dos empresas mencionadas. Por tanto, no es un problema de mejora de gestión de ingeniería.
- Unificar plantas en Chicama y Chimbote, en ambos puertos se tienen dos plantas separadas muy cercanas. Problema enfocado en bajar costos de producción, pero se necesita una gran inversión en la unificación de dos plantas.
- Modelo de gestión de operaciones de pesca propia basado en conocimiento empírico, con poco uso de data oceanográfica y data de optimización de rutas, tiempos óptimos de descarga, traslados. Este tema se puede trabajar en forma conjunta con el control de combustible.
- Falta una planta entre Chimbote y Chancay para que los barcos corran menos y tener mejores posibilidades de compra de pesca de terceros. Problema de Inversión estratégica
- Mejora de eficiencia de áreas o gerencias, según estudio de Price
- No se tiene implementado el planeamiento estratégico
- Bajo conocimiento de los mercados o clientes finales de la harina y aceite.
- Desarrollo de un modelo para cadenas complejas de suministro.

- Alto nivel de inventarios de materiales y repuestos, con incidencia en materiales inactivos.

3.3. Clasificación de proyectos gestión de la ingeniería

Para la clasificación vamos a usar los siguientes criterios: Ver tabla 5.

- Impacto anual en millones de dólares americanos, esto representa los ingresos adicionales para la compañía de cada proyecto, ya sea por ahorro o por aumento de valor de venta.
- Factibilidad del proyecto o mejora: para esto se tiene en cuenta la complejidad, la inversión, los permisos a obtener, las normas o reglamentos a cumplir.
- Retorno de Inversión en años: para esto se toma en cuenta la inversión que se necesita y se divide entre el impacto anual.

Tabla 5. Calificación de proyectos de gestión de ingeniería.

CLASIFICACION DE PROYECTOS

Item	Descripción	Impacto anual en mill \$	Peso	Factibilidad	Inversión	Retorno en años	Peso	Puntaje
1	Gestión de combustible	2.94	5	8	1,970,000	0.67	10	72
2	Conversión de barcos a RSW	3.54	8	4	16,500,000	4.66	6	60
3	Aumento de compra de pesca	1.90	3	8	6,975,000	3.67	7	58
4	Limpieza de cocina	0.80	2	8	392,000	0.49	10	60
5	Mejora de mantenimiento (TPM)	0.20	1	7	765,000	3.83	9	50
6	Compra planta de harina (Supe)	1.90	3	7	28,860,000	15.19	1	42

Regla para los pesos

Impacto	Peso	Retorno	Peso
de 0 a 0.5	1	Menos de 1	10
de 0.51 a 1	2	de 1.1 a 2	9
de 1.01 a 1.5	3	de 2.1 a 3	8
de 1.51 a 2	4	de 3.1 a 4	7
de 2.01 a 2.5	5	de 4.1 a 5	6
de 2.51 a 3	6	de 5.1 a 6	5
de 3.01 a 3.5	7	de 6.1 a 7	4
de 3.51 a 4	8	de 7.1 a 8	3
de 4.01 a 4.5	9	de 8.1 a 9	2
de 4.51 a mas	10	mas de 9	1

Los criterios seleccionados descritos obtienen un puntaje o peso de acuerdo con las reglas descritas en la tabla 5 y para el criterio de factibilidad el peso o puntaje va directo en una escala de 1 al 10.

El puntaje final se obtiene Dando una ponderación de 4 al Impacto, 4 para Factibilidad y 2 para Retorno de inversión.

Vemos que el puntaje mayor es el tema gestión de combustible, seguido de conversión a barcos de RSW, el tercer lugar en aumento de compra de pesca, pero es un problema de negociación y

precio, por tanto, no se tomara en cuenta y el cuarto lugar es la limpieza de la cocina que se tomara en cuenta en esta tesis.

3.4. Descripción del problema y objetivos

3.4.1. Gestión de Combustible.

El objetivo principal es reducir el consumo de combustible y por ende el impacto ambiental por menor emisión de gases de escape.

Otros objetivos son:

- Mejorar la operación de los motores, orientado a determinar la carga más eficiente y alargar la vida útil de los mismos.

Descripción del problema: La empresa CFG-Copeinca ha crecido por medio de compra de otras empresas y de fusiones, en este sentido la flota anchovetera compuesta de 49 barcos tiene características diferentes en cuanto a los motores de combustión que usan. Además, en las fusiones muchos buenos procedimientos existentes de las empresas que fueron compradas se dejan de hacer.

En ese sentido el procedimiento actual del **control** de combustible es bastante básico y muy aproximado, para ello la organización tiene un promedio histórico de consumo de combustible por hora de cada barco, el cual fue obtenido mediante cálculos de combustible entregado en un periodo y las horas de operación en ese periodo. No se tiene información de cuanto consume cada motor en el barco. Solo se monitorea las horas de operación de cada motor, pero cada motor consume en función de las horas de operación y de la carga entregada (perfil de operación)

Por otro lado, no hay un procedimiento para determinar **cómo se usan los motores**, los jefes de máquinas y capitanes de pesca deciden como operan el barco y sus equipos, estas decisiones no están enfocadas en optimizar el uso de la energía. Están enfocadas netamente a la captura.

Una **faena de pesca** tiene diferentes etapas y por ende diferentes tiempos y cargas, estos dan un perfil de operación de los motores, los cuales se pueden optimizar en función del rendimiento

Control actual:

Tanques de almacenamiento: Cada barco tiene en promedio 4 tanques de almacenamiento de entre 2,000 a 3,000 galones de capacidad cada uno y un tanque diario de entre 500 a 1,000 galones, los cuales tienen visores con regletas graduadas en algunos tanques cada 50 galones y otros cada 100 galones, dando un margen de error en la lectura de +/- 100 galones. Adicionalmente dependiendo de las cargas del barco, estos cambian su condición de trimado, es decir pueden presentar inclinaciones hacia proa, hacia popa o estar nivelados. En cada una de las tres condiciones el nivel que se puede ver en el visor de los tanques varia, dando una lectura diferente de la cantidad en cada caso aun teniendo el mismo volumen. Adicional al problema de trimado, el barco en el mar aun fondeado está en movimiento por efecto de las olas, lo cual hace que la lectura del nivel varíe según el movimiento. Por último, el que toma la lectura es el jefe de máquinas que lo hace juez y parte del control de este insumo muy importante. Por tanto, con este alto nivel de incertidumbre en una de las partes más importantes del control, es difícil evitar la sustracción del combustible y mucho menos tomar decisiones en base a este control para mejorar.

Uso de motores: Otro parámetro de control es de cuanto combustible consume el barco en las horas que opera en una temporada, pero el barco no es el que consume, los que consumen son los motores diésel de cada barco. Los barcos con RSW tienen en promedio 4 motores diésel, uno para la propulsión de mayor potencia (de 1,000 a 1,800 hp) y 3 motores auxiliares (de 100 a 800 hp). Estos motores en su mayoría son mecánicos y no tienen en su panel de control el consumo de combustible. En la mayoría de los barcos los motores no están estandarizados y tenemos también algunos con sobrecarga y otros sub dimensionados, pero como no hay el control de consumo y de carga no se puede medir estas deficiencias y por tanto difícil mejorar, tomar decisiones de uso o de cambio de equipos. Conclusión mayor consumo de combustible.

Faena de pesca: Las operaciones de pesca están orientadas en maximizar la captura y esto está bien, pero se puede mejorar y reducir el consumo ya que no se usan rutas óptimas ni velocidades económicas en los desplazamientos de los barcos hacia las zonas de pesca y hacia los puertos de descarga. Toda esta operación se hace en forma empírica, sin usos de sistema de optimización. Este rubro es una variable más que puede contribuir a mejorar la eficiencia energética.

3.4.2. Gestión de calidad: Convertir barco convencional a barco con RSW

El objetivo principal es maximizar las utilidades de la empresa a través de aumentar la oferta de producto final de mayor valor como son las harinas super prime (SP) y prime (P).

Otros objetivos son:

- Consolidar la posición de la empresa en el sector de mercado que requieren harinas de calidad como es la acuicultura
- Mejorar el rendimiento de captura de los barcos.

Descripción del problema: Para producir harina super prime y prime se necesitan materia prima fresca, la frescura de la pesca se mide mediante el TVBN, nitrógeno volátil total, para evaluar la frescura del pescado tiene en cuenta todos los compuestos nitrogenados volátiles de la muestra, es decir, los niveles de NH₃, TMA y ácido dimetilamínico (DMA) que aumentan a lo largo del proceso de deterioro. Para obtener harina SP+P se necesita procesar la pesca con el valor de TVBN no mayor a 22 (a mayor valor menor frescura o mayor descomposición). En los barcos convencionales este valor se alcanza después de 15 a 17 horas después de haber envasado la pesca. Eso hace que para estos barcos tengan solo de 10 a 12 horas para terminar de pescar, se le da la orden de vayan a puerto a descargar con lo que tenga en la bodega y con el tránsito llegan a puerto con las horas al límite (17 horas). A veces tienen que hacer cola con lo cual el tiempo sube, eso hace que a pesar de usar esta política de tiempo que va en contra del rendimiento de cada barco convencional, solo se llega a obtener un 47% de harina SP+P de esta flota y el 53% restante es harina estándar de menor valor comercial. Ver figura 12 (Alvarado 2023)

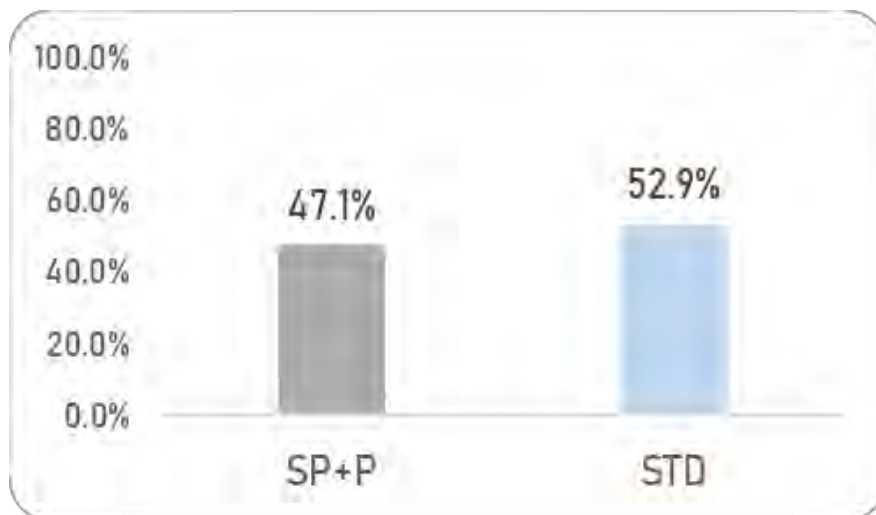


Figura 12. Porcentaje de aporte de calidad de flota convencional

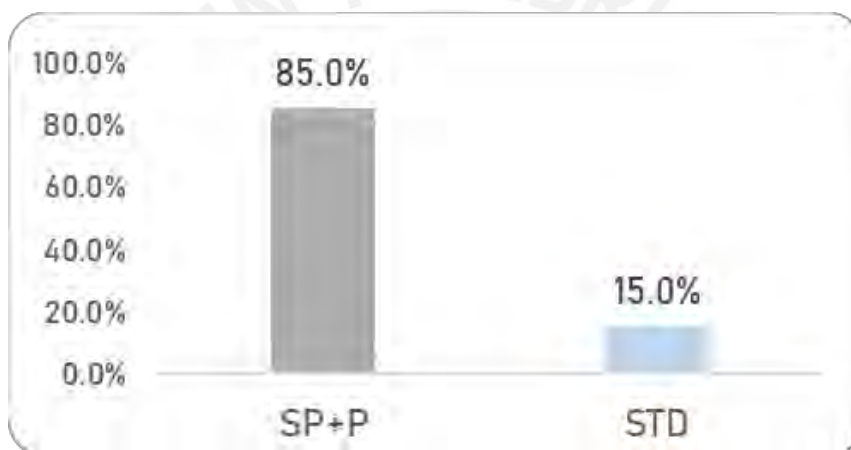


Figura 13. Porcentaje de aporte de calidad de flota RSW

Claramente se aprecia en las figuras 12 y 13 (Alvarado 2023), que los barcos convencionales aportan poco porcentaje de materia prima para hacer harina de calidad, mientras que los barcos con RSW nos aportan un alto porcentaje de calidad (85%). Esto trae dos problemas, menor valor de venta y menor rendimiento de barcos convencionales por el límite de tiempo para evitar mayor descomposición de la pesca. En la actualidad solo llegamos a producir 68% de harina SP+P y la meta es llegar a producir 80% de calidad SP+P.

3.4.3. Gestión de la innovación: Limpieza de cocina

El objetivo principal es maximizar la producción a través de la disminución del tiempo de parada de la planta.

Otros objetivos son:

- Mejora de compra de materia prima a terceros (mayor disponibilidad de planta)
- Mejora del tiempo del ciclo de faena de barcos propios
- Disminución de impacto ambiental por menor uso de químicos como la soda caustica.

Descripción del problema: El primer proceso de fabricación de la harina es la cocina, para esto ingresa, en forma continua, la anchoveta entera, en este equipo de forma cilíndrica dispuesta

en forma horizontal de 2 m de diámetro y 14 m de largo. Son cilindros concéntricos, por la capa exterior e interior pasa el vapor y por el cilindro entre las dos capas mencionadas pasa la anchoveta, que es trasladada en un sentido por el tornillo interior al momento de girar. Cuando hay abundancia en la zona la planta recibe pesca las 24 horas y la cocina no para, llegando al tercer día ya las paredes de la cocina se impregnan de grasa y sólidos de la anchoveta y hace el proceso muy ineficiente afectando a la calidad de la harina y aceite. Por tanto, se tiene que parar para limpiar aproximadamente de 4 a 5 h. este proceso lento y manual se hace llenando la cocina con 10 m³ de una solución de soda cáustica al 10%, se mete vapor, se hace rotar y la temperatura y la solución remueven las capas de residuos de las paredes, luego se evacua esta mezcla para tratarla y poder evacuar al desguace de la red sin contaminar, la cocina luego se enjuaga con agua limpia para retirar rastros de sólidos y soda.

Esta problemática se resume en los siguientes aspectos identificados en el proceso de limpieza:

1. El tiempo de limpieza de cocinas dura más de 4 a 5 horas, ocasionando constantemente paradas en las 4 líneas de producción y reduciendo la capacidad real productiva de la planta en un 25%. En este tipo de procesos, el ritmo de producción debería ser continuo, pero debido a la demora en el proceso de limpieza, se incurre en un costo de oportunidad ya que se deja de producir.
2. Se usa una solución de soda cáustica al 10% con agua, que luego del proceso de limpieza, tiene que ser tratada antes de ser desechada por los afluentes. Esto genera un proceso costoso y delicado que le cuesta a la empresa al menos 34 K soles al mes.
3. La grasa y sólidos removidos de las paredes de la cocina no se pueden reutilizar, al haber estado en contacto con la soda cáustica. De hecho, la soda cáustica es un insumo que afecta al medio ambiente, ya que daña la capa de ozono y los pulmones de la persona que la manipula. Según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para la extracción, cultivo y otras actividades marítimas y costeras, el uso de soda cáustica genera un pH en aguas marítimas de 14, cuando lo estipulado en la norma es entre 7 y 8.5, lo cual genera un impacto ambiental elevado que podría desencadenar en multas graves o muy graves (El Peruano, 2021).
4. El proceso de limpieza de cocinas es manual y actualmente se realiza con la colaboración de 2 personas en planilla, que se encargan de esta operación, que, pese a las medidas de seguridad de la empresa, las expone a un riesgo ocupacional, ya que el uso de soda cáustica es tóxico y daña las vías respiratorias de la persona que la manipula.

4. IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE GESTIÓN DE INGENIERÍA E INNOVACIÓN

4.1. Modelo de gestión de Combustible

De acuerdo con lo visto en la descripción del problema, podemos resumirlo en los siguientes elementos:

- Pobre nivel de control de consumo de combustible, con alto nivel de incertidumbre en los stocks de los tanques de almacenamiento, (no es un modelo de gestión, solo de control)
- Sin procedimientos en la forma de medir además los que miden son los motoristas que son juez y parte, por otro lado, con una cantidad muy baja de auditorías a estas mediciones.
- Como no hay instrumentos de medición del consumo de cada motor diésel de cada barco, se mide el consumo de todo el barco usando el stock de salida, las horas de operación del barco y el stock de llegada, siendo los stocks medidos por los motoristas.
- Falta de procedimiento para el uso eficiente de los motores diésel, tomando en cuenta su perfil de operación y las etapas de la faena de pesca.

La propuesta es aplicar una metodología de mejora continua como el PDCA o ciclo de Deming para desarrollar un **modelo de gestión de combustible** integral que resuelva los problemas mencionados. Para tener un sistema de gestión combustible moderno y eficiente se necesita digitalizar el sistema, es decir pasar del modo manual y de alto grado de incertidumbre a un sistema digitalizado, que incluye sensores adecuados, uso de control lógico programable (PLC), internet de las cosas (IoT), monitoreo satelital, monitoreo por red celular, análisis de datos usando un software que muestre la información en forma amigable y grafica como se muestra en la figura 14. (Perucontrol, 2019)

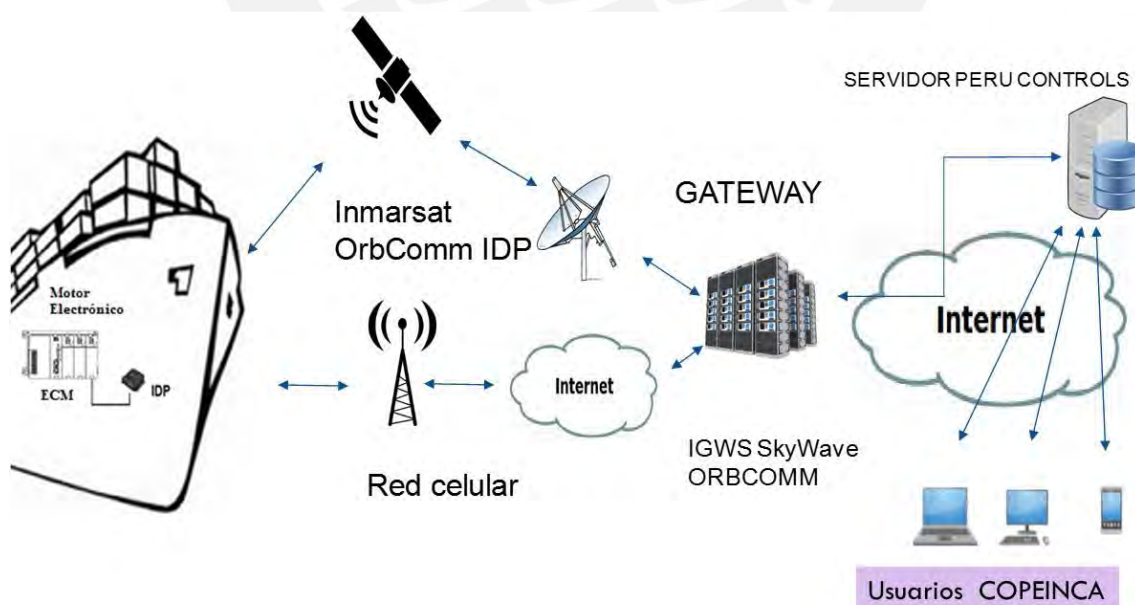


Figura 14. Esquema monitoreo satelital y red celular.

4.1.1. Plan

Para hacer nuestro plan es necesario conocer más a detalle el proceso y analizar los fenómenos o problemas que suceden en ellos en cuanto al uso de combustible.

Se trata de optimizar el uso de combustible en una flota de 49 barcos de pesca industrial de anchoveta con redes de cerco, lamentablemente esta flota no está estandarizada, hay 3 tipos de barco en cuanto a su capacidad de refrigeración y el uso de esta los cuales son:

Barcos CHD para Consumo Humano Directo: son 12 barcos con bodega refrigerada que se dedican a la pesca de anchoveta para hacer harina, llamada Consumo Humano Indirecto (CHI) y cuando acaba la temporada de esta pesca, inmediatamente salen a pescar jurel y caballa para consumo humano directo (CHD). Son los barcos mejor equipados, pero de distinto tamaño y equipamiento (poca estandarización).

Barcos RSW: son 11 barcos con bodega refrigerada que solo se dedican a la pesca para CHI, no tienen licencia para CHD, operan menos horas al año que las anteriores también con poca estandarización.

Barcos Convencionales: Son 26 barcos sin bodega refrigerada solo para pesca de CHI, siendo el equipamiento menor a los dos grupos anteriores.

En cada uno de los tres grupos tenemos diferencias entre los barcos en los motores principales y los motores auxiliares, tenemos barcos con motores principales electrónicos y motores auxiliares mecánicos, barcos con motores principales mecánicos y motores auxiliares electrónicos y la mayoría de los barcos con motores principales mecánicos y motores auxiliares mecánicos también. Esta diferencia entre un motor electrónico y otro mecánico define el equipamiento con respecto a la medición del consumo. Un motor electrónico ya mide el consumo por tanto no necesita flujómetros, mientras que un motor mecánico necesita dos flujómetros por motor.

Alcance:

En equipos de medición: Una de las fortalezas del modelo de gestión a plantear pasa por instalar un buen sistema de medición del consumo de combustible de cada motor y del stock de cada tanque de almacenamiento, que reporten de manera remota hacia centro de control en tierra.

En tipo y número de barcos: Tenemos 49 barcos, los barcos con bodega refrigerada que son 23 tiene motor principal de los dos tipos electrónico y mecánico y tienen también motores auxiliares para mover la planta de RSW mecánicos y electrónicos también. Mientras que los barcos convencionales que también se considera el motor principal que se encuentra en versión electrónico y mecánico y solo 5 barcos tienen motor auxiliar para mover el sistema hidráulico, los demás solo tienen pequeños grupos electrógenos. Ver equipamiento típico para cada uno de los tres grupos en la figura 15.

En procedimientos: Se desarrollará procedimientos de medición de consumo y stocks, de uso eficiente de motores sin afectar las operaciones de pesca, de acuerdo con cada etapa de la faena de pesca, definiendo los responsables de las actividades de control y toma de decisiones de mejora. Se incluirá control a través de indicadores.

EQUIPOS EN 3 BARCOS REFERENTES

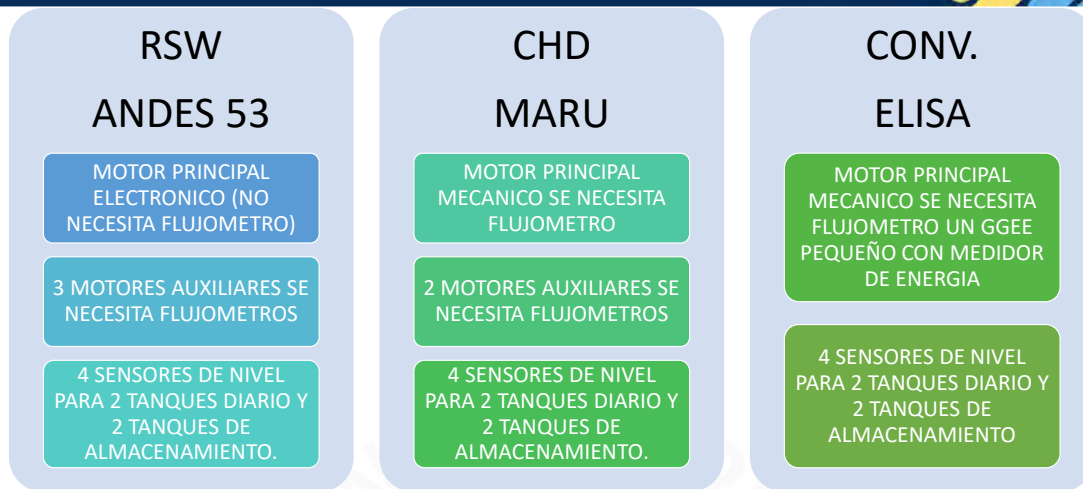


Figura 15. Equipos de control en 3 barcos tipo, CFG Copeinca.

4.1.2. Ejecución

4.1.2.1 Selección de los barcos

Para que el modelo de gestión tenga éxito se necesita implementar con el equipamiento de monitoreo a distancia en los 49 barcos. Teniendo en cuenta la configuración de motores en cada uno de ellos según arreglo mostrado en la tabla 6:

Tabla 6. Arreglo de motores Diesel, fuente CGF-Copeinca

Descripción	# Barcos
Motor principal electrónico	8
Motor principal mecánico > 1,280 hp	12
Motor principal mecánico < 1,280 hp	30
Motor electrónico para RSW 2 un.	3
Motor electrónico para RSW 1 un.	2
Motor mecánico para RSW 3 un.	3
Motor mecánico para RSW 2 un.	7
Motor mecánico para RSW 1 un.	8
Motor mecánico para hidráulico 1	5

Para conocer los detalles de equipamiento vamos a escoger un barco de cada tipo en los cuales vamos a detallar cada uno de los componentes necesarios del sistema de control digital, los sensores y los equipos de transmisión.

Barco del tipo CHD: Maru

Maru: Cuenta con motor principal marca Caterpillar modelo 3516 de 1600 hp a 1200 rpm mecánico, 4 tanques de almacenamiento de combustible y 2 motores auxiliares para accionar la planta de RSW de 180 Hp mecánicos y dos grupos electrógenos de 86 hp mecánicos.

Barco del tipo RSW: Andes53

Andes 53: Cuenta con motor principal marca Caterpillar modelo 3512 de 1500 hp a 1200 rpm electrónico, 4 tanques de almacenamiento de combustible y 3 grupos electrógenos para accionar la planta de RSW 2 de 362 Hp mecánicos y 1 de 166 hp mecánico.

Barco del tipo Convencional: Elisa

Elisa: Cuenta con motor principal marca Caterpillar modelo 3512 de 1200 hp a 1200 rpm mecánico, 4 tanques de almacenamiento de combustible dos grupos electrógenos de 48 hp mecánicos.

En la tabla 7 se muestra al detalle el arreglo de motores de tres barcos típicos, uno de cada grupo.

Tabla 7. Arreglo de motores en 3 barcos típicos de cada grupo, fuente CGF-Copeinca

CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS DE COMBUSTIBLE Y PROPULSION DE EMBARCACIONES RSW PESQUERA COPEINCA						
E/P	MOTOR / EQUIPO/ SISTEMA	MARCA	MODELO	HP	RPM	TIPO MOTOR
ANDES 53 CHI RSW	MOTOR PRINCIPAL PROPULSION	CATERPILLAR	3512 C HD	1500	1200	ELECTRONICO
	GRUPO ELECTROGENO N°1 RSW	DOOSAN	T 180	362	1800	MECANICO
	GRUPO ELECTROGENO N°2 RSW	DOOSAN	T 180	362	1800	MECANICO
	GRUPO ELECTROGENO N°3	DOOSAN	T 86	166	1800	MECANICO
	GRUPO ELECTROGENO PUERTO	LISTER	TR3	28	1800	MECANICO
MARU CHI-CHD RSW	MOTOR PRINCIPAL PROPULSION	CATERPILLAR	3516TA	1602	1200	MECANICO
	MOTOR AUXILIAR N°3 RSW	GENERAL MOTOR	GM-671	180	1800	MECANICO
	MOTOR AUXILIAR N°4 RSW	GENERAL MOTOR	GM-671	180	1800	MECANICO
	GRUPO ELECTROGENO N°1	GENERAL MOTOR	GM-371	86	1800	MECANICO
	GRUPO ELECTROGENO N°2	GENERAL MOTOR	GM-371	86	1800	MECANICO
ELISA CHI	MOTOR PRINCIPAL PROPULSION	CATERPILLAR	3512	1200	1200	MECANICO
	GRUPO ELECTROGENO N°1	JHON DEERE	4039	48	1800	MECANICO
	GRUPO ELECTROGENO N°2	JHON DEERE	4039	48	1800	MECANICO

4.1.2.2 Diseño y selección de los equipos de medición.

Para seleccionar los equipos tenemos las siguientes consideraciones o características del sistema:

El sistema tomara la medición del consumo de combustible del motor principal, si es mecánico, se incorporará dos flujómetros por cada motor, ya que los motores marinos que usan el combustible diésel no consumen todo el combustible que ingresa al motor, una parte se usa para refrigeración la cual retorna al tanque de almacenamiento diario, lo mismo pasa en los motores auxiliares usados para mover la planta de refrigeración o como grupos electrógenos en donde también se tienen que instalar dos flujómetros. Para los motores electrónicos no se usan flujómetros, el consumo se obtiene directo de la computadora del motor también llamado Engine Control Module (ECM) o Engine Control Unit (ECU) para lo cual se instala una interfase

para leer los datos del ECM y llevarlos al PLC (Control Lógico Programable). Para los grupos electrógenos pequeños que se usan para la energía de navegación o puerto se usarán medidores de energía eléctrica que nos darán el cálculo de consumo de combustible del motor diésel incorporado en el grupo.

Para los tanques de almacenamiento se usan sensores de nivel de tecnología radar de onda guiada, conocida como radar guiado. Son los más confiables y precisos.

La información de los sensores es derivada al PLC y finalmente se transfiere a la interfase de transmisión satelital llamado Isat Data Pro (IDP) que da la conectividad remota de las mediciones para ser trasladada al centro de control en tierra, el IoT de los activos del barco. En la figura 16 podemos ver el esquema de conexión entre los tanques de combustible, ECM de motores y plataforma de control lógico programable (Perucontrol, 2019)

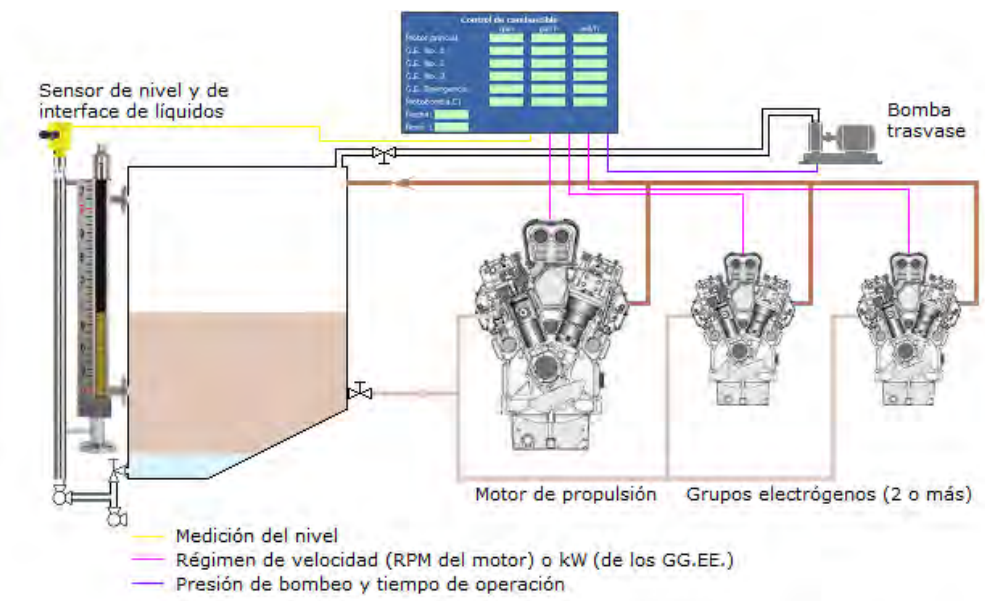


Figura 16. Sensor de nivel, rpm, tiempo de operación

Para los motores diésel usados como motor principal o motor auxiliar existen los de control mecánico y de control electrónico, para medir el consumo de combustible de un motor mecánico se necesitan dos flujómetros y para los motores electrónicos se obtiene la información de la computadora del motor llamada ECM, por tanto, para este tipo de motor solo se necesita un módulo de interfaz tal como se muestra en la figura 17. (Perucontrol, 2019)



Figura 17. Equipos de control de combustible por tipo de motor

Un tema muy importante es que para los grupos electrógenos movidos con motores diésel de poca potencia, menores a 100 hp, no se va a considerar flujómetros, esto debido a la alta inversión en estos dispositivos para cada motor, por otro lado como son grupos electrógenos que sostienen la carga eléctrica necesaria para que el barco navegue, normalmente esta carga tiene poca variación y relacionando el consumo con la carga eléctrica que es fácil de medir podemos obtener información confiable del consumo.

4.1.2.3. Procedimientos

Tenemos que desarrollar los siguientes:

De uso y validación de datos del nuevo sistema: La información que será tomada de los motores de combustión serán consumo de combustible instantáneo (gal/h) y acumulado (gal), horas de operación, rpm del motor y hélice y velocidad y rumbo del barco. Con esta información se podrá saber el perfil de operación de cada motor y la carga de demanda al motor por la hélice del barco a las distintas velocidades (rpm). Para lograr esto se especificará en el procedimiento el protocolo de pruebas de campo para cada barco, que incluye, rumbos, trimado del barco, carga en bodegas, rango de rpm de prueba, tiempo en cada valor de rpm, de tal manera de obtener de forma precisa la curva de demanda de la hélice para cada valor de rpm y compararla con la curva de potencia entregada por el motor en banco de prueba. Cada motor tiene una curva definida en fábrica y otra curva de demanda real, conociendo ambas se podrá determinar valores como velocidad económica que si se usa adecuadamente nos permitirá ahorros de combustible, también podremos validar los valores de consumo que nos dará el sistema, objetivo principal a conocer para poder tomar decisiones de mejora de uso o cambio de estos equipos.

En este procedimiento se incluirá la frecuencia de envío de datos para pruebas de campo que tienen el objetivo de validar datos que nos da el sistema que es parte de la gestión de datos.



Procedimientos de operación del barco y de usos de equipos:

Una vez validados los datos de consumo y de carga de cada motor en las distintas etapas de la faena de pesca, se desarrollarán para cada barco el adecuado uso de los motores enfocado al ahorro de energía. Para esto en los barcos existen diferentes arreglos de motores y sus cargas conectadas que se tiene la certeza de que no se usan adecuadamente, mencionaremos a continuación:

Arreglo de grupos electrógenos en paralelo: Dos o más grupos trabajan en paralelo para atender la máxima demanda eléctrica del barco, esto sirve para que los motores trabajen con cargas superiores al 80%, rango en el cual su operación es más eficiente, pero no todo el tiempo existe esa demanda, por tanto, cuando esta baja a menos del 50% se retira uno de los grupos en paralelo y se continua con uno solo. Se ha detectado con auditorias aleatorias que los jefes de máquinas no siempre desconectan uno de los grupos o no lo desconectan en el momento oportuno, generando horas de operación para ambos grupos a baja carga, esto es un desperdicio de energía y de acorta la vida del motor.

Arreglo de generación hidráulica auxiliar: Se trata de conectar una bomba hidráulica auxiliar a un motor auxiliar adicional al sistema de bombeo hidráulico principal que está conectado al motor principal, esto se usa cuando el barco este descargando la pesca momento en el cual se necesita una sola bomba hidráulica para la maniobra del estiba del manga de la chata, de esta manera se pueda apagar el motor principal y usar un solo motor auxiliar de menor potencia y adecuada para uso de una sola bomba hidráulica. Igualmente se ha detectado que no siempre lo usan. Con el sistema de monitoreo se garantiza que esto no ocurra.

Arreglo de paneles solares: Cuando estamos en veda y el barco no tiene trabajo se debe usar el panel solar que sirve para luces de 24 VDC, para TV y para funcionamiento de la baliza de seguimiento del Ministerio de la Producción, esto evita que se encienda un grupo electrógeno para tan poca carga. Igualmente, el nuevo sistema nos asegurara que se use cuando corresponde.

Igualmente, este nuevo sistema de gestión y monitoreo nos asegurara que se tengan los motores prendidos cuando haya la carga necesaria para su funcionamiento y cuando no se apaguen.

El procedimiento de operación del barco orientado a ahorro de combustible es el uso de la velocidad económica. La aplicación de este concepto se da en tres oportunidades en la operación.

La primera es cuando el barco zarpa a zona de pesca, en la actualidad todos nuestros barcos navegan esta etapa a toda máquina lo cual exige al motor principal de propulsión a dar su máxima potencia consumiendo el máximo ratio de galones por hora. Por otro lado, dependiendo de las condiciones oceanográficas de la zona, la pesca se da en su máximo rendimiento a ciertas horas y hay rangos de tiempo que la pesca de esa zona es casi nula, sabiendo esto y calculando

el tiempo que el barco necesita para llegar desde el puerto hacia la zona de pesca elegida, se analiza la conveniencia de que el barco vaya a velocidad económica en vez de máxima velocidad. Par entender mejor el concepto se pondrá un ejemplo. Son 4 de la tarde y el barco está en el puerto, zarpa hacia la zona que está a 6 horas a máxima velocidad, pero el máximo rendimiento de esa zona se da a partir de las 12 de la noche, si el barco va a máxima velocidad llegara a las 10 de la noche y tendrá que esperar 2 horas hasta las 12 de la noche para empezar a trabajar; en este caso lo que convendría es que el barco navegue en velocidad económica menor que la máxima velocidad, con lo cual le tomaría casi las 8 horas para llegar a zona, pero llegaría en tiempo oportuno para trabajar con un ahorro de combustible en ese trayecto de hasta un 15%.

La segunda es cuando el barco ya cargo y se le autoriza navegar hacia puerto de descarga, nuevamente si el barco necesita 6 horas para llegar a descargar, pero se encuentra que tiene que hacer cola y esperar dos horas para su turno de descarga, en ese caso se le reserva el turno y se le conmina a navegar en velocidad económica, lo cual le tomaría casi 8 horas, llegando en la hora oportuna para su descarga logrando con esto ahorro de combustible.

La tercera ocurre cuando el barco se desplaza de un puerto a otro en las siguientes oportunidades: Inicio y fin de temporada, Transito al sur para la pesca de la cuota del sur, transito al astillero en Paita para su carena, participación en prospección de pesca. Todos estos traslados se pueden hacer en velocidad económica.

Vamos a demostrar cómo funciona la velocidad económica para la primera opción que va desde la zona de pesca hacia el puerto de descarga con las siguientes consideraciones:

- En una temporada optima 2020 I: hay más oportunidad de que se formen colas
- En las dos plantas que más pesca reciben: Chimbote Norte y Chicama sur
- La velocidad económica aumenta el tiempo de recorrido, solo aplicaran para aquellos barcos que excedan de 1 hora de espera en puerto, dato que se tiene, ya que la velocidad económica en los puertos y temporada mencionada aumenta el recorrido en tiempo aproximadamente de 40 a 50 min. Si un barco tuvo menos de 1 h de cola no es candidato a velocidad económica.
- Con la data de ambas plantas se calcula el ahorro de cada barco que pudo haber hecho velocidad económica, analizando las horas de espera por barco día a día.
- Solo se mostrará la data de unos tres días como ejemplo en Chimbote norte con detalle en la tabla 8 (CFG Copeinca) y los días de la temporada completa se presentará en un **anexo 1**
- Se mostrará el resumen completo de lo que se hubiera ahorrado de combustible en los dos puertos en la tabla 9 (CFG Copeinca) y el ahorro en todos los puertos se verá en el capítulo 5.1 de viabilidad económica.

Tabla 8. Tiempo de espera en descarga Chimbote norte

FECHA	EMBARCACION	Espera (h)	Tiempo de retorno (h)	Tiempo adicional (h)	Ratio de Consumo	Ahorro de D2 (gal)	Consumo en retorno (gal)	Porcentaje
14/05/2020	BRUNELLA II	0.75	6.68	0.53	60.76	FALSO	406.08	0%
	DON MOISES	0.08	12.15	0.97	57.00	FALSO	692.55	0%
	MARFIL	4.65	5.83	0.47	58.10	20.47	338.92	6%
	MARU	3.33	4.47	0.36	79.70	21.50	355.99	6%
	RIBAR IX	1.20	3.77	0.30	79.70	18.13	300.20	6%
	SIMY 1	0.95	5.62	0.45	58.10	19.71	326.33	6%
	SIMY 4	0.58	3.75	0.30	58.10	FALSO	217.88	0%
15/05/2020	ANDES 52	0.45	9.28	0.74	79.70	FALSO	739.88	0%
	BRUNELLA II	1.08	4.12	0.33	60.76	15.11	250.13	6%
	DON MOISES	1.02	4.42	0.35	57.00	15.21	251.75	6%
	GRUNEP A 3	0.80	3.23	0.26	58.10	11.35	187.86	6%
	INCAMAR 2	1.05	3.70	0.30	74.58	16.67	275.95	6%
	MARFIL	1.88	3.25	0.26	58.10	11.41	188.82	6%
	MARU	2.15	4.20	0.34	79.70	20.22	334.74	6%
	RIBAR XIV	0.59	14.50	1.16	58.10	FALSO	842.45	0%
	SIMY 1	1.69	10.55	0.84	58.10	37.02	612.95	6%
	SIMY 4	0.58	3.75	0.30	58.10	FALSO	217.88	0%
16/05/2020	BRUNELLA II	0.25	5.20	0.42	60.76	FALSO	315.95	0%
	DON MOISES	0.32	3.40	0.27	57.00	FALSO	193.80	0%
	ELISA	1.40	3.98	0.32	58.10	13.98	231.43	6%
	GRUNEP A 3	2.35	3.63	0.29	58.10	12.75	211.10	6%
	MARFIL	1.25	3.03	0.24	58.10	10.64	176.24	6%
	RIBAR IX	2.92	2.88	0.23	79.70	13.88	229.80	6%
	RIBAR XVIII	1.32	2.33	0.19	70.90	9.99	165.43	6%
	SIMY 1	3.20	2.48	0.20	58.10	8.71	144.28	6%
	SIMY 4	1.77	3.40	0.27	58.10	11.93	197.54	6%

Tabla 9. Resumen ahorro de combustible por velocidad económica, Chimbote y Chicama

RESUMEN DE AHORRO DE COMBUSTIBLE 2020 I

PLANTA	TOTAL DESCARGAS	EVENTOS VELOCIDAD ECONOMICA	AHORRO D2 GAL	AHORRO \$
CHIMBOTE NORTE	362	152	6,877	23,382
CHICAMA SUR	378	314	8,591	29,209

4.1.3 Revisión

Se aplican los protocolos de pruebas para validar la confiabilidad de mediciones y resultados, siendo el primero de ellos las pruebas de navegación del barco en donde se mide la relación consumo de combustible a diferentes valores de rpm del motor, a diferentes condiciones de carga de bodega. Los resultados obtenidos se comparan con la curva de fabrica del motor y de esta manera se validan la confiabilidad de los flujómetros y se obtiene la curva real de carga del motor, en otras palabras, la curva de demanda de potencia de la hélice hacia el motor. Esta curva de demanda real será la línea base para calcular la velocidad económica para este motor tal como se muestra en la figura 18 (Perucontrol 2019)

PROTOCOLO DE PRUEBAS VACIO

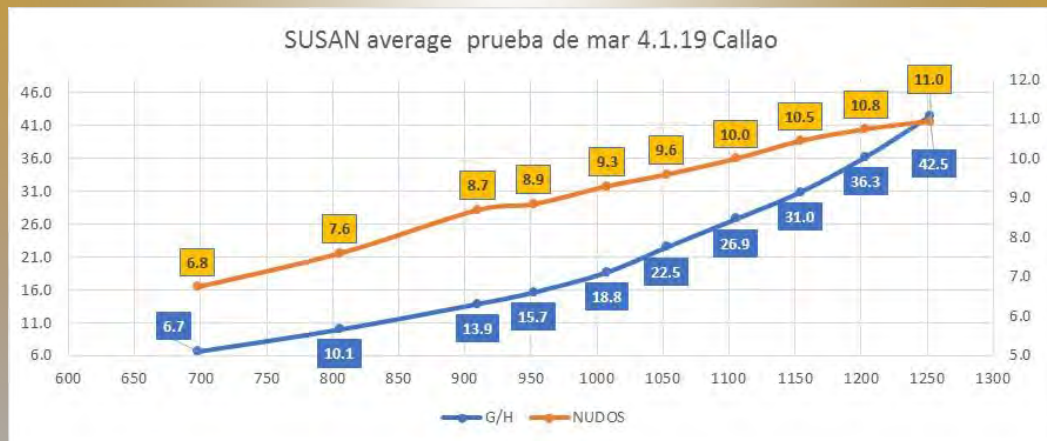


Figura 18. Curvas de consumo de combustible y velocidad de barco

También se tiene un protocolo para validar los resultados de las medidas de los sensores de nivel de tecnología radar guiado, para lo cual se tienen los tanques reales debidamente cubiertos. Con los tanques vacíos se agrega agua en cantidades de 1 m³ cada vez y esta medida se compara con el resultado del sensor.

4.1.4. Actuar

Una vez validada la confiabilidad del sistema y teniendo las líneas base de los consumos y perfil de operación de cada motor se toman las acciones correctivas de mejora según los resultados.

Acciones de mejora esperadas:

Estas acciones o factores de ahorro son de dos tipos:

4.1.4.1. Factores de ahorro de operación o temporales:

El detalle de los ahorros en capítulo 5

- Reducción de sustracción: Ocurre en las bahías de los puertos que son zonas alejadas cuando el barco llega a puerto para la descarga, bandas de delincuentes se acercan en chalanas y suben a los barcos con decenas de bidones de pvc y sustraen combustible.
- Aplicación de velocidad económica: Ya detallado cómo funciona en donde se puede ahorrar hasta 13 a 15% en los tramos donde se puede aplicar.
- Uso adecuado de paralelismo en grupos electrógenos: Algunos barcos tienen este arreglo de usar dos grupos en paralelo para alimentar en conjunto la carga total de la planta de RSW. Cuando baja la temperatura de la bodega la carga también baja hasta llegar al punto de que solo se necesita un grupo, en ese momento uno de ellos sale de la operación y se continúa con uno solo. Este modo de operar hace que los motores trabajen con un factor de carga alto del orden de 80 a 95% en donde son más eficientes. Por otro lado, como la puesta y salida en paralelo es manual se ha detectado que no sacan oportunamente uno de los grupos aun cuando la carga ya bajo.
- Uso adecuado de hidráulico auxiliar para descarga de pesca: La oportunidad de ahorro es que los barcos que tienen este arreglo pueden apagar el motor principal en la

descarga y usar el motor auxiliar de menor tamaño para mover el sistema hidráulico auxiliar que se usa para la maniobra de la manga de la chata.

- Uso de sistema hidráulico accionado por motor auxiliar: Similar al anterior se usa un motor auxiliar de menor tamaño que el motor principal en la cala o faena de pesca.
- Uso de paneles solares en veda: Algunos barcos tienen estos paneles que sirven para alimentar la baliza del ministerio de la producción, luz de 24 VDC, radio VHF de puerto, con esto cuando el barco no tiene trabajo a bordo puede ser suficiente y producir ahorro de energía. Por último, también debe evitar el uso de los motores en ralentí.

4.1.4.2 Factores de ahorro permanente

Estas mejoras necesitan una inversión y cambios permanentes en el barco. No son parte del modelo de gestión, son partes de mejoras de inversión orientados al ahorro de combustible que el modelo de gestión sería la herramienta necesaria para validar los resultados esperados. Sin contar con el monitoreo digital la validación de los ahorros por estos cambios son complejos.

- Motor con sobrecarga: Regulación del motor limitando la carga en el caso del motor de propulsión se logra reduciendo los rpm del motor y por tanto los rpm de la hélice, esto logra reducir la carga hacia el motor. Esta actividad es temporal hasta que el barco suba a carena para analizar el paso y diámetro de la hélice en relación con las líneas de forma del barco y de la potencia entregada por el motor. Con este análisis se corrige diámetro de la hélice o paso como medida de mejora definitiva. Otra medida de ser posible es hacer una repotenciación del motor.
- Motor aliviado: La actividad de mejora viene por el análisis y corrección de medidas de la hélice, en este caso se debe aumentar el paso o el diámetro, con esto logramos una mejor velocidad del barco y que el motor trabaje con la carga adecuada llegando a niveles mayores de 80% que es la zona de mejor eficiencia de funcionamiento de un motor diésel.
- Dispositivos de mejoras y cambios en el barco: Un tema muy importante que nos permite explorar la confiabilidad de las mediciones con el nuevo sistema de gestión de combustible, es la implementación de cambios en el barco como optimizar la hélice, instalación de bulbo de proa, modificación de líneas de forma, que son proyectos de buen resultado en términos de ahorro de combustible, pero que requieren un buen análisis de viabilidad debido a la inversión necesaria, que puede llegar a unos \$100 mil.
- Otra mejora importante es el uso de catalizadores, estos dispositivos que abundan en modelo, tecnología, precio y calidad, pueden dar un buen resultado de ahorro, pero se necesita una exhaustiva medición y comparación con la línea base antes de instalarlos. Los catalizadores por lo general apuestan por mejorar la combustión y reducir los gases de escape, con lo cual se hace necesario la instalación de medidores de estos gases y validar la reducción de impacto ambiental por menor emisión de gases efecto invernadero.

Por lo expuesto, como ya ha pasado en otras empresas, el cambio propuesto de implementar un sistema de gestión de combustible moderno traerá mucha resistencia, llegando incluso a dañar los equipos de control. Los capitanes de los barcos se opondrán al concepto de velocidad económica porque las travesías serán más lentas.

Como se menciona en el capítulo del estado del arte 1.1.6 para tener éxito con este importante proyecto se necesita una interacción de todas las áreas involucradas, en este caso la Gerencia

de flota, la superintendencia de operaciones, los jefes de pesca, jefes de flota, capitanes de pesca, jefes de máquinas y áreas de soporte como la del control de combustible. Todos tienen que estar convencidos de que el cambio trae beneficios para la empresa.

Para ayudar con la introducción de este cambio se propone usar el modelo de cambio de **Kotter de 8 pasos**. Figura 19. Las metas de esta herramienta son: Crear el clima para el cambio, habilitar e involucrar a toda la organización, implementar y mantener el cambio.



Figura 19. Modelo de cambio de Kotter

4.2. Gestión de la calidad: Conversión de barcos convencionales a RSW

4.2.1 Planteamiento del modelo de solución

El problema descrito en el capítulo 3.4.2. de no contar con suficientes barcos con el sistema de refrigeración de la anchoveta conocido como RSW, provoca que solo se llegue a producir 67% de harinas especiales llamadas prime y super prime, mientras que la meta de la empresa es llegar hasta 80% para este tipo de harina de alta calidad.

La situación actual es que, de los 47 barcos, solo 21 tienen bodegas refrigeradas y 26 no tienen, los cuales entregan juntos 63% de materia prima que se convierte en harinas prime y super prime, y 32% de harinas estándar. Para determinar cuántos barcos con RSW y cuántos convencionales se deben tener para llegar al 80% de harinas especiales y 20% de harina estándar vamos a desarrollar un modelo matemático usando programación lineal.

Para este fin se contemplarán diversos datos en un periodo de tiempo de análisis de un año equivalente a dos temporadas de pesca de anchoveta, cabe resaltar que durante un año se dan dos de estas temporadas, respetando siempre los límites establecidos por el Gobierno, la cuota de cada empresa, la veda de pesca, límite máximo de juveniles, entre otras.

La realidad de la empresa Copeinca es que necesita aumentar la cantidad de harina de alta calidad para obtener mayor rentabilidad en el negocio, ya que la harina de alta calidad tiene mayor precio y hay mercado que requiere esta oferta extra de calidad.

El modelo de esta realidad quedaría determinado por maximizar la utilidad de la empresa que es obtenida por el aporte de cada uno de los barcos, es decir cada tipo de barco entrega a la

empresa una utilidad promedio en base a sus aportes de cantidad de materia prima de alta calidad y materia prima estándar. Los barcos con bodega refrigerada entregan mayor cantidad de materia prima de calidad y poca harina estándar y los barcos convencionales al revés.

El modelo matemático por usar será la maximización de las utilidades anuales Z en millones de dólares americanos, que nos entregarían la pesca de X_1 barcos con RSW y X_2 barcos convencionales.

Para esto tenemos que averiguar la utilidad anual que nos entrega cada barco RSW: U_1 y la utilidad anual que nos entrega cada barco convencional U_2

Por tanto, la función objetivo sería:

$$U_1 * X_1 + U_2 * X_2 = Z \text{ (Maximizar utilidad)}$$

Lo límites al modelo son:

- a) La pesca máxima anual que no debe exceder la cuota propia de 760,500 Ton
La función matemática sería con la pesca anual de cada barco RSW identificada con P_1 y la pesca anual aportada por cada barco convencional P_2

$$P_1 * X_1 + P_2 * X_2 \leq 760,500 \text{ (16.9\% Cuota anual Copeinca de la cuota nacional de 4.5 millones de toneladas de anchoveta)}$$

- b) La pesca máxima anual de calidad SP+P y Calidad STD
La función matemática sería con la pesca de los barcos RSW de calidad SP+P identificada con R_1 y la pesca aportada por barcos convencionales en calidad SP+P identificada con R_2 .

Para la pesca convencional que aportan cada tipo de barco usaremos el coeficiente S_1 que es la pesca estándar aportados por barcos X_1 y S_2 el aporte de calidad estándar de los barcos X_2 .

$$R_1 * X_1 + R_2 * X_2 = 608,400 \text{ (es el 80\% de meta anual Copeinca para calidad SP+P, ton)}$$
$$S_1 * X_1 + S_2 * X_2 = 152,100 \text{ (es el 20\% de meta anual Copeinca de calidad estándar, ton)}$$

- c) La cantidad de barcos que tiene la empresa

$$X_1 + X_2 \leq 47 \text{ (número de barcos actuales)}$$
$$X_1 \geq X_2 \text{ (número de barcos RSW mayor o igual a barcos convencionales)}$$
$$X_1 \geq 21 \text{ (número de barcos RSW mayor a 21 que hay en la actualidad)}$$
$$X_2 \leq 26 \text{ (número de barcos convencionales menor a 26 que hay en la actualidad)}$$

Estos datos serán usados para determinar la cantidad óptima de barcos que deben contar con el sistema de refrigeración para así poder obtener una máxima ganancia y cumplir también con la meta propuesta de la empresa de tener una producción de 80% de harinas SP+P y 20% de harina estándar.

4.2.2. Desarrollo del modelo

Se plantean 4 fases como se muestra en el esquema adjunto la misma mostrada en la figura 1 (Alvarado, 2023), Definir el criterio de la función objetivo, definir variables, restricciones y plantear la función objetivo.



4.2.2.1. Criterio de la función objetivo

Maximizar las utilidades a partir del aporte de cada uno de los barcos refrigerados y convencionales

$$U1 \cdot X1 + U2 \cdot X2 = Z \text{ (Maximizar utilidad)}$$

Siendo U1 y U2 las utilidades anuales promedio de barco RSW y convencional respectivamente.

Con las estadísticas de la empresa CFG-COPEINCA en un año promedio de buena pesca en que se termina la cuota nacional de 4.5 millones de toneladas, desarrollaremos los cálculos necesarios para hallar los coeficientes U1 y U2, para lo cual tenemos que hallar los aportes individuales de cada barco, es decir los ingresos que generan por pescar la cantidad anual de materia prima de calidad y de estándar y su conversión en harina y aceite de pescado. A estos ingresos tenemos que restarle los costos que implican la gestión de extracción de pesca, la gestión de producción y la de ventas. Cabe resaltar que el ingreso final de la empresa viene por la venta de la harina en sus distintas calidades y por la venta del aceite de pescado, la pesca de la materia prima tiene una relación de 4.1 a 1 con la harina, es decir se necesitan 4.1 toneladas de anchoveta para producir una tonelada de harina. Con esta relación se hallan los ingresos y costos en función de la harina y aceite por cada barco.

Para entender mejor el desarrollo vamos a empezar hallando los coeficientes de las restricciones:

- a) Cuota máxima de pesca,
- b) Calidad de materia prima entregada,
- c) Número de barcos.

Estos coeficientes servirán para hallar la utilidad por cada tipo de barco.

- a) Restricción cuota máxima de pesca anual figura 20 CFG-COPEINCA por tipo de barco

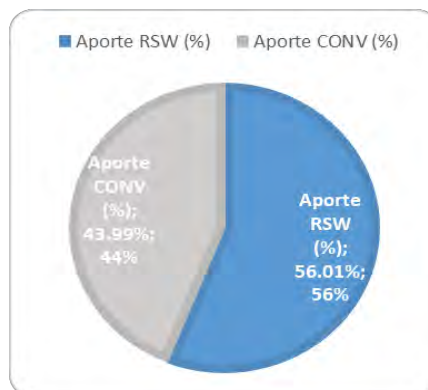


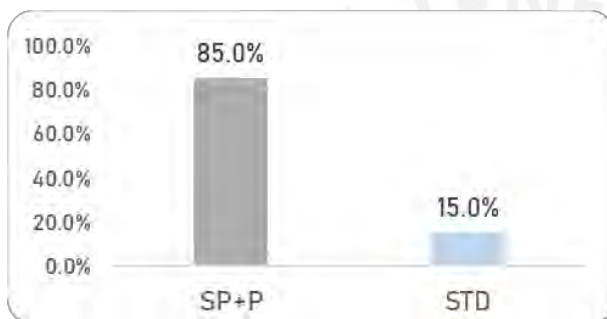
Figura 20. Aporte en % de cuota según tipo de barco.

La cuota anual de pesca es de 4.5 millones de toneladas de anchoveta, CFG-Copeinca tiene el 16.9% de la cuota nacional, por tanto, al año la empresa debe pescar **760,500** toneladas con los 47 barcos.

- Aporte anual de los barcos con RSW = 425,600 TM
- Aporte anual de los barcos convencionales = 334,400 TM
- Aporte anual por barco RSW = 425,600 / 21 = **20,280** TM/barco
- Aporte anual por barco Conv. = 334,400 / 26 = **12,870** TM/barco

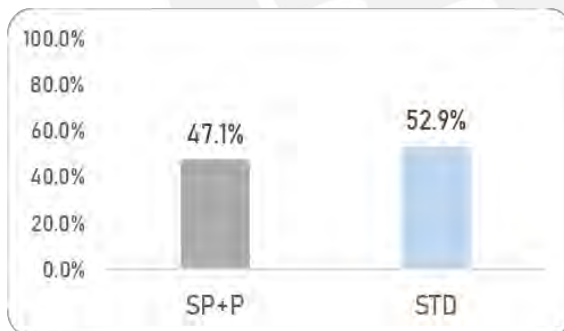
Restricción a) $20,280 * X1 + 12,870 * X2 \leq 760,500$

b) Restricción por aporte de calidad por tipo de barco: figuras 21 y 22 CFG Copeinca



Flota RSW trae 85% de SP+P
 $425,600 * 0.85 = 361,760$ TM (SP+P)
 $425,600 * 0.15 = 63,840$ TM (STD)

Figura 21. Aporte de calidad de materia prima por barcos RSW



Flota convencional trae 47.1% de SP+P
 $334,400 * 0.471 = 157,502$ TM (SP+P)
 $334,400 * 0.529 = 176,897$ TM (STD)

Figura 22. Aporte de calidad de materia prima por barco Convencional

PESCA ANUAL por barco RSW 20,280:

Pesca SP+P = **17,230** TM (85% de aporte)

Pesca STD = **3,042** TM (15% de aporte)

PESCA ANUAL por barco Conv. 12,870:

Pesca SP+P = 6,062 TM (47.1% de aporte)

Pesca STD = 6,808 TM (52.9% de aporte)

Meta harina SP+P es 80% = 608,400 TM

Meta harina STD es 20% = 152,100 TM

Restricción b) $17,230 \cdot X1 + 6,062 \cdot X2 \leq 608,400$

$3,042 \cdot X1 + 6,808 \cdot X2 \leq 152,500$

c) Restricciones por tipos de barcos

BARCO RSW DEBEN SER MAYORES A LOS CONVENCIONALES

$X1 \geq X2$

SUMA DE BARCOS DEBE SER MENOR A 47

$X1 + X2 \leq 47$

BARCOS TIPO RSW DEBE SER MAYOR A 21

$X1 \geq 21$

BARCOS CONVENCIONALES DEBE SER MENOR A 26

$X1 \leq 26$

$X1 \text{ y } X2 \geq 0$

4.2.2.2. Cálculo de los coeficientes reales

A continuación, en la siguiente tabla 10 se presentan los datos exactos obtenidos de la data histórica con relación a los ingresos anuales de CFG Copeinca, en la cual se visualiza la cantidad de toneladas de harina de pescado de ambos tipos de acuerdo con las flotas asignadas para el transporte a los centros de distribución, así como también los ingresos totales por flota convencional y con sistema RSW, considerando una cuota nacional anual de 4.5 millones de toneladas.

Para determinar la cantidad de harina producida se usa la ratio 4.1 toneladas de anchoveta para hacer una tonelada de harina.

Tabla 10. Ingresos Anuales unitarios por tipo de barco, fuente CFG-Copeinca

Pesca e ingresos anuales por tipo de barco			
ítem	descripción	Valor	
	Barco RSW (pesca anual en TM)	20,280	X1
1	Pesca SP+P barco RSW (TM)	17,238	X1
2	Pesca estándar barco RSW (TM)	3,042	X1
3	Ratio Peso de pesca vs peso de harina	4.1	
4	Harina SP+P de barco RSW (TM)	4,204.39	X1
5	Harina std de barco RSW (TM))	741.95	X1
	Barco convencional (pesca anual en TM)	12,870	X2
6	Pesca SP+P barco Convencional (TM)	6,049	X2
7	Pesca STD barco Convencional (TM)	6,821	X2
8	Harina SP+P flota Convencional (en TM)	1,475.34	X2
9	Harina std flota Convencional (TM)	1,663.68	X2
	Precio Harina SP+P (\$/ton)	1712	
	Precio Harina std (\$/ton)	1518	
10	Ingreso por Harina SP+P barco RSW (\$)	7,197,916	X1
11	Ingreso por Harina std barco RSW (\$)	1,126,282	X1
12	Ingreso Total por flota RSW	8,324,198	X1
13	Ingreso por Harina SP+P barco convencional (\$)	2,525,785	X2
14	Ingreso por Harina std barco convencional (\$)	2,525,471	X2
15	Ingreso Total por flota Convencional	5,051,255	X2

Tabla 11. Costos Anuales por tipo barco, fuente CFG-COPEINCA

ítem	Costos Anuales (\$)	Variables	
1	Costo variable barco RSW (\$/TM)	76.2	
2	Costo fijo barco RSW (\$/TM)	54.3	
3	Costo total barco RSW (\$/ton)	130.5	
4	Costo total barco RSW (\$)	2,646,540	X1
5	Costo variable flota convencional (\$/Ton)	67.5	
6	Costo fijo flota convencional (\$/Ton)	48.2	
7	Costo total flota convencional (\$/ton)	115.7	
8	Costo total flota convencional (\$)	1,489,059	X2
	Costo de producción de harina (\$/ton)	196	
	Costo de ventas de harina (\$/ton)	58	
	Utilidad por barco RSW (\$)	4,421,287	X1
	Utilidad por barco Convencional (\$)	2,764,884	X2

Por último, se obtienen los costos anuales en dólares por tonelada, empleados para cada una de las flotas ya sean convencionales o refrigeradas según mostrado en la tabla 11 Siendo así, estos valores el insumo principal para definir nuestra función objetivo con relación a la maximización de utilidades obtenidas por flota, de acuerdo con el siguiente detalle:

$$\text{Función Objetivo: } 4,421,287 * X1 + 2,765,493 * X2$$

4.2.2.3. Ejecución del modelo en software de Programación Lineal

Para hallar la solución óptima del modelo de programación lineal usaremos el software LINDO, según lo mostrado en la figura 23 (Mata, 2015). Es un intuitivo programa o software para resolver problemas de optimización matemática, en particular de programación lineal.

```

MAX      4421287 X1 + 2765493 X2
SUBJECT TO
2)      X1 + X2 <= 47
3)      X1 - X2 >= 0
4)      X1 >= 21
5)      X2 <= 26
6)      20280 X1 + 12870 X2 <= 760500
7)      17238 X1 + 6061.77 X2 <= 608400
8)      3042 X1 + 6808.23 X2 <= 152100
END
GIN      2
    
```

Figura 23. Planteamiento del modelo de PL en LINDO

4.2.2.4. RESULTADOS

```

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1)      0.1636051E+09

VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
X1            32.000000    -4421287.000000
X2            8.000000    -2765493.000000

ROW    SLACK OR SURPLUS    DUAL PRICES
2)      7.000000            0.000000
3)      24.000000           0.000000
4)      11.000000           0.000000
5)      18.000000           0.000000
6)      8580.000000         0.000000
7)      8289.839844         0.000000
8)      290.160156          0.000000

NO. ITERATIONS=      13
BRANCHES=      4 DETERM.= 1.000E 0
    
```

Figura 24. Resultados del modelo de PL en LINDO

El modelo fue planteado y resuelto en LINDO, en la Figura 24 se resumen los principales resultados del modelo. Se observa como solución óptima en cumplimiento con las restricciones establecidas, siendo $X1 = 32$ y $X2 = 8$. Es decir, se necesitan 32 barcos con RSW y solo 8 convencionales.

Las temporadas de pesca no son iguales cada año, existen alteraciones en las condiciones oceanográficas que pueden afectar el rendimiento de los barcos e impedir que la empresa tenga dificultades en acabar su cuota. Fenómenos con el niño de aguas calientes y la niña de aguas frías alteran el ecosistema de la anchoveta en el mar lo cual dificulta su captura.

Se recomienda trabajar con 10 a 12 barcos convencionales, es decir 2 a más del resultado óptimo, de tal manera de tener un factor de seguridad ante las alteraciones del mar mencionadas. La empresa tiene 47 barcos así que dejar 2 a 4 barcos convencionales en actividad no representa ningún costo adicional de inversión debido a que ya tiene en exceso este tipo de barcos.

4.3. Gestión de la innovación: Limpieza de cocina

El cambio del proceso de limpieza de las cocinas de las plantas de fabricación de harina de pescado, que se hace mediante limpieza química usando soda caustica, a usar la limpieza por **ultrasonido es una idea innovadora**, es algo nuevo y el proceso para realizarlo tiene todos los elementos para la aplicación de la gestión de la innovación. A partir de lo mencionado en el capítulo del estado del arte o antecedentes, la limpieza por ultrasonidos es el mejor sistema para desengrase de piezas metálicas y componentes de alta complejidad en cualquier tipo de material (fundición, acero, aluminio, cobre, bronce, titanio, bronce, algunos plásticos y cauchos, etc.). Actualmente, el uso de limpiadores con ultrasonido se emplea en industrias como **restaurantes y metalmecánicas** en el Perú. Para empresas metalmecánicas, se usa para la limpieza de piezas metálica o productos en proceso (piezas por ensamblar, por ejemplo). En el Perú, existen empresas que se dedican al rubro de limpiezas con ultrasonido para estas industrias, pero ninguna que venda un limpiador de cocinas industriales para el sector pesquero. Entre los fabricantes más destacados en el mercado nacional en diversos sectores se encuentran:

- **Teinnova:** es una empresa que se dedica a la fabricación de maquinaria para la limpieza de conductos para aire acondicionado, sistemas de extracción de humo y grasa en cocinas industriales.
- **Cleanfy:** es una empresa dedicada y especializada en la limpieza de cocinas y de todo tipo de maquinaria.
- **Rintusac:** es una empresa que tiene 50 años de experiencia en el mercado peruano y que se dedica al diseño, fabricación y mantenimiento de maquinaria industrial en general.
- **MRC - Laboratory Instruments:** es una empresa extranjera que comercializa productos de limpieza por ultrasonido en el Perú para diferentes industrias.

Estos equipos de limpieza por ultrasonido tienen las siguientes características:

- Tienen capacidad limitada, pues tienen dimensiones establecidas para cada industria.
- No son automáticas, ya que para que funcionen, requieren de una persona para su manipulación.
- Demandan entre 30 minutos a 3 horas para realizar la limpieza.

4.3.1 Tipo de Innovación

Esta es una innovación incremental que consiste en adaptar la tecnología de limpieza con ultrasonido que se ha desarrollado en otras industrias del mercado peruano y mundial para

incorporarlo en el aseo de cocinas de harina de pescado en el sector pesquero. La limpieza de ultrasonido para piezas mecánicas por ejemplo las culatas de un motor diésel marino, se hace en forma efectiva y muy rápida. Estas piezas se limpian después de 4 a 5 años de uso y llegan al taller impregnadas de hollín y caliche que son muy difíciles de limpiar con baño químico y raspado mecánico con cepillos, pero las partes inaccesibles para el cepillo solo se puede limpiar con químicos, temperatura y tiempo (mayor a 8 h).

En las tinas o máquinas de ultrasonido que son recipientes rectangulares conteniendo agua y un desengrasante se sumerge la culata de un motor y en media hora sale totalmente limpia. Los principios que usa este recipiente son, agua, limpieza química (desengrasante), temperatura (usa una resistencia para calentamiento del agua), y la limpieza mecánica, que es la más efectiva, que son las implosiones de las burbujas en el agua que se crean por las ondas sónicas, que al tocar la superficie metálica impregnada con suciedad liberan energía y desprenden la suciedad de la superficie metálica.

La cocina de la planta de harina de pescado tiene todos los elementos que se necesitan para una buena limpieza los cuales son:

- superficies metálicas impregnadas con sólidos y grasa de pescado, que están referidas al cilindro interno de la cocina con eje helicoidal de acero inoxidable.
- Agua dulce.
- temperatura del vapor.

y por lo fresco de la impregnación (no 4 años como las culatas sino suciedad de 1 a 3 días) no se necesitaría la limpieza química, solo agua, faltando el elemento más importante a este proceso que es:

- la limpieza mecánica por ultrasonido, para lo cual se necesita diseñar, seleccionar, el tipo, cantidad y ubicación de los generadores sónicos en la cocina que en si misma hace de tina o máquina de ultrasonido.

4.3.2. Herramientas KAIZEN Y SMED

Estas se aplicarán a la tarea o proceso de Limpieza de cocina, con la finalidad de eliminar los desperdicios, en este caso tiempos.

La idea es aplicar Kaizen para analizar con precisión con el equipo de trabajo todos los detalles de las actividades de este importante proceso. Se analizarán paso a paso el detalle de las actividades, tiempo de cada uno, traslados, inspecciones etc. Se identificarán cuales son las actividades internas y las externas, para luego con mejoras tecnológicas e incrementales ayudar a reducir los tiempos y actividades.

Fases previas al evento Kaizen:

Identificar el equipo Cuello de Botella: En este caso es muy simple ya la capacidad de cada línea de producción tiene que ser la misma, ya que el flujo es continuo. Sin embargo, el equipo que lleva mayor tiempo en limpiar y por tanto determina la parada de producción en la línea, es la cocina. Se tienen 2 líneas paralelas y se paran las dos cocinas a la vez.

Equipo Kaizen: Sera conformado por Superintendente de Planta, jefe de producción, operario de cocina, jefe de mantenimiento, supervisor de calidad.

4.3.3. Evento KAIZEN

Para esto se usará la herramienta de la espina de pescado según el esquema de la figura 25, a fin de tratar de encontrar los principales problemas que influyen en los altos tiempos de la limpieza de la cocina, para lo cual se forma el equipo Kaizen compuesto por:

- Superintendente de Planta
- Jefe de operaciones
- Operario de cocina
- Supervisor de calidad
- Jefe de mantenimiento

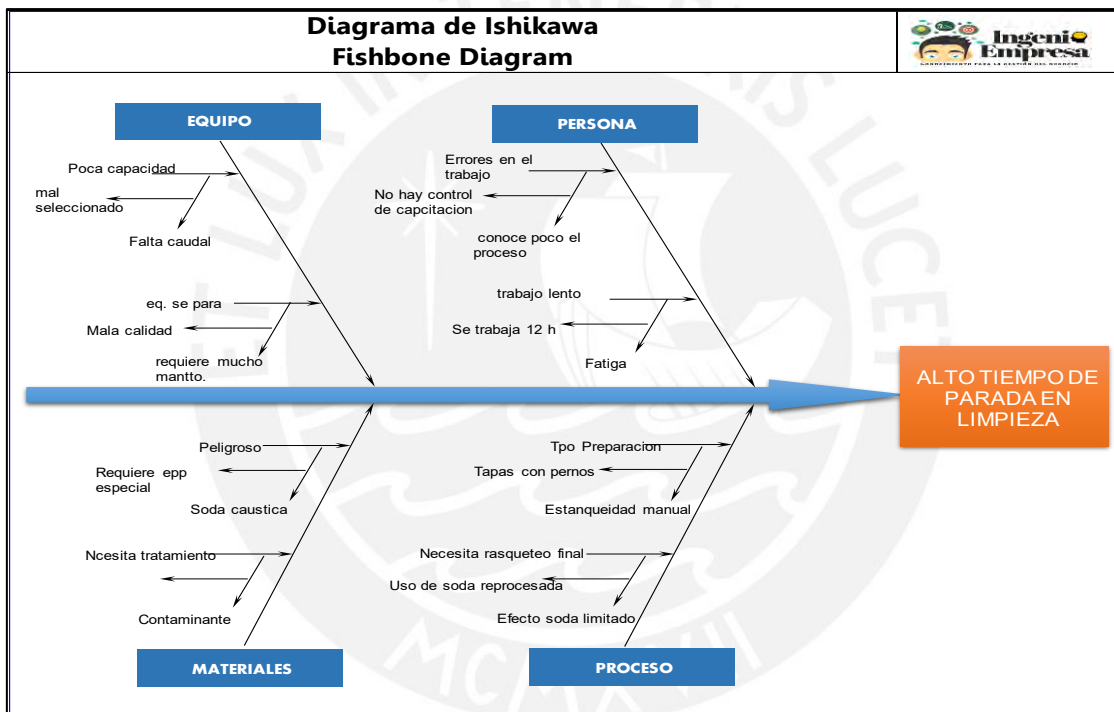


Figura 25. Diagrama de Ishikawa para Limpieza de cocina CFG Copeinca

4.3.4. Descripción del proceso de limpieza

- Se debe sellar la salida de la cocina con una tapa conformada por una brida ciega de 18" de diámetro 16 agujeros, con perno de 1", con un peso aproximado de 27 KG, esta brida permanece cerca de la cocina, antes de parar la prensa se avisa al taller mecánico para que 02 técnicos traigan los pernos, teclé y las llaves hexagonales para el apriete de cada perno, ellos salen del taller mecánico 5 minutos antes de la parada. Una vez parada la Cocina proceden a colocar la brida en posición con la ayuda de un teclé, para finalmente poner y ajustar los 16 pernos.
- Inmediatamente después se procede a llenar la cocina de una solución de agua con 10% de soda caustica, esta es bombeada desde un tanque de almacenamiento ubicado a

unos 12 m de la cocina. El volumen de la cocina es de 17 m³, pero solo se llena hasta que tape el eje, lo cual equivale a unos 10 m³ de solución. La bomba con la que se cuenta tiene una capacidad de bombeo de 4 L/s, lo cual hace que el llenado hasta el nivel mencionado tome aproximadamente 42 a 48 min.

- Se hace trabajar la cocina como si estuviese procesando pescado, aproximadamente a una temperatura de 100°C, esta en si es la principal actividad del lavado o limpieza de la cocina, la acción de la solución y la temperatura remueve la grasa, suciedad acumulada, esta labor dura aproximadamente entre 280 a 320 min.
- Inspección: por la parte superior antes a los 280 min se inspecciona para revisar cuanto a removido la acción de la soda caustica, para esto se tiene dos compuertas de inspección en la parte superior, esta acción toma unos 10 min.
- Drenaje de la cocina, se retira la solución y las partículas sólidas de suciedad. Esta es drenada a un colector y llevadas a la planta de tratamiento para eliminar su carga contaminante del medio ambiente.
- Después de la limpieza o remoción de suciedad, se tiene que enjuagar con agua limpia toda la cocina, esto con la finalidad de arrastras los residuos sólidos y los rastros de soda caustica. Para lo cual se llena con agua fresca y limpia, en las mismas cantidades que la soda caustica, se hace trabajar la cocina, luego se drena, tiempo de enjuague entre 40 a 50 min
- Finalmente se retira la tapa, retirando los pernos y con la maniobra de tecla se desmonta de la cocina y se coloca en el lugar designado cerca de la cocina hasta la siguiente limpieza.
- La solución usada para la limpieza es tratada y se recupera parte de la soda caustica para regresarla al tanque y volver a usarla en la próxima limpieza.
- Después de entender el proceso y hacer un estudio de tiempos según tabla 12, se convoca al equipo en una lluvia de ideas para bajar los tiempos de trabajo, además se cuenta con información de que cosas han implementado otras empresas. De esta lluvia de ideas se seleccionan las siguientes iniciativas según la tabla 13. (CFG Copeinca 2022)

Tabla 12. Estudio de tiempos limpieza de cocina antes, fuente CGF-Copeinca

CFG-COPEINCA		ESTUDIO DE TIEMPOS ANTES			PROCESO : LIMPIEZA COCINA	
FECHA:		RESPONSABLE:			EQUIPO: COCINA CHN1	
Item	Actividad	Operarios	Tiempo (min)	ext/int	Distancia (m)	observación
1	Traslado tapa	1	5	externa	45	De taller a equipo
2	Instalación tapa cocina	2	15	interna	1	Tapa bridada con 12 pernos, 25 kg
3	Llenado de soda caustica	1	45	externa	4	bomba pequeña, flujo lento
4	Limpieza	1	300	interna		
5	Inspección	2	10	externa		
6	Drenaje	1	30	Interna		
7	lavado con agua	2	45	Interna		
8	Desmontaje de tapa	2	15	interna	1	
9	Recuperación de soda	1	60	externa	12	
10	traslado de tapa	1	5	externa	45	
			125	Total externa		
			405	Total interna		

4.3.5 Iniciativas del evento KAIZEN

Tabla 13. Iniciativas del evento Kaizen para limpieza de cocina

ITEM	PROBLEMA	SOLUCION	MEJORA ESTIMADA
1	Trabajo pesado y largo de montaje de tapa	Diseño de tapa que: sujetándola en la parte superior de la salida de la cocina y que sea montada y ajustada por un actuador, pistón neumático	Reducción de 15 min a 1 min.
2	Limpieza usando química y temperatura toma demasiado tiempo, 300 min	Inclusión de limpieza mecánica por implosión de burbujas de agua creadas por ondas de ultrasonido. Al tener suciedad adherida de 1 a 3 días de antigüedad no será necesario el químico (soda caustica)	Reducción de 300 min a 30 min, además se elimina riesgo de accidente y se puede recuperar sólidos y aceite.
3	Llenado de cocina con agua fresca y con 10% de soda muy lenta	Se usa una bomba con una capacidad de 4 l/s, la propuesta es cambiar a una de 10 l/s, con lo cual también hay que cambiar las tuberías al diámetro adecuado para el nuevo caudal.	Reducción de 45 min a 15 min
	Reducción Total de tiempo interno (min)	284	
	Reducción total del tiempo externo (min)	20 min	

4.3.6. Aplicación de metodología SMED

En este proceso se analizan las actividades internas y externas en el proceso de limpieza para eliminar las que no agregan valor y minimizar las que se puedan según detalle de figura 26.

SMED IMPLEMENTACION LIMPIEZA COCINA											
FASES	ACTIVIDADES A REALIZAR EN LA PARADA DE MAQUINA										
	ANTES	DURANTE								DESPUES	
PREP	OBSERVAR Y MEDIR EL TIEMPO TOTAL DE LIMPIEZA										
1	IDENTIFICAR EN ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS										
2	RETIRAR ACTIVIDADES EXTERNAS										
3	CONVERTIR ACTIVIDADES INTERNAS EN EXTERNAS										
4	REDUCIR ELEMENTOS INTERNOS										
5	REDUCIR ELEMENTOS EXTERNOS										
	Total Externa	15 min									
	Total Interna	87 min									

Figura 26. Esquema de herramienta SMED en limpieza de cocina (CFG Copeinca)

Luego del evento Kaizen estamos listos para hacer un nuevo estudio de tiempos con las nuevas actividades constatando la importante reducción de tiempos según la tabla 14.

Tabla 14. Estudio de tiempos limpieza de cocina después, fuente CGF-Copeinca

CFG-COPEINCA		ESTUDIO DE TIEMPOS DESPUES			PROCESO : LIMPIEZA COCINA	
FECHA:		RESPONSABLE:			EQUIPO: COCINA CHN1	
Ítems	Actividad	Operarios	Tiempo (min)	ext/int	Distancia (m)	observación
1	Traslado tapa	1	0	externa	45	Tapa ya está en equipo
2	instalación tapa cocina	1	1	interna	1	Tapa cierra con actuador neumático
3	Llenado de soda caustica	1	15	externa	4	Bomba de 10 l/s
4	Limpieza	1	30	interna		Con ultrasonido
5	inspección	2	0	externa		No es necesario, se elimina
6	Drenaje	1	30	Interna		por gravedad
7	lavado con agua	2	25	Interna		más rápido al no usar soda caustica
8	Desmontaje de tapa	2	1	interna	1	acciona con actuador
9	Recuperación de soda	1	0	externa	12	No se usa soda
10	traslado de tapa	1	0	externa	45	Se elimina, tapa ubicada en equipo
			15	Total externa		
			87	Total interna		

Con la finalidad de revisar los impactos positivos de este proyecto de innovación mostramos en la figura 27 la visión del producto en donde se detallan los usuarios relacionados con el proceso, las necesidades a cubrir, funcionalidades y beneficios.

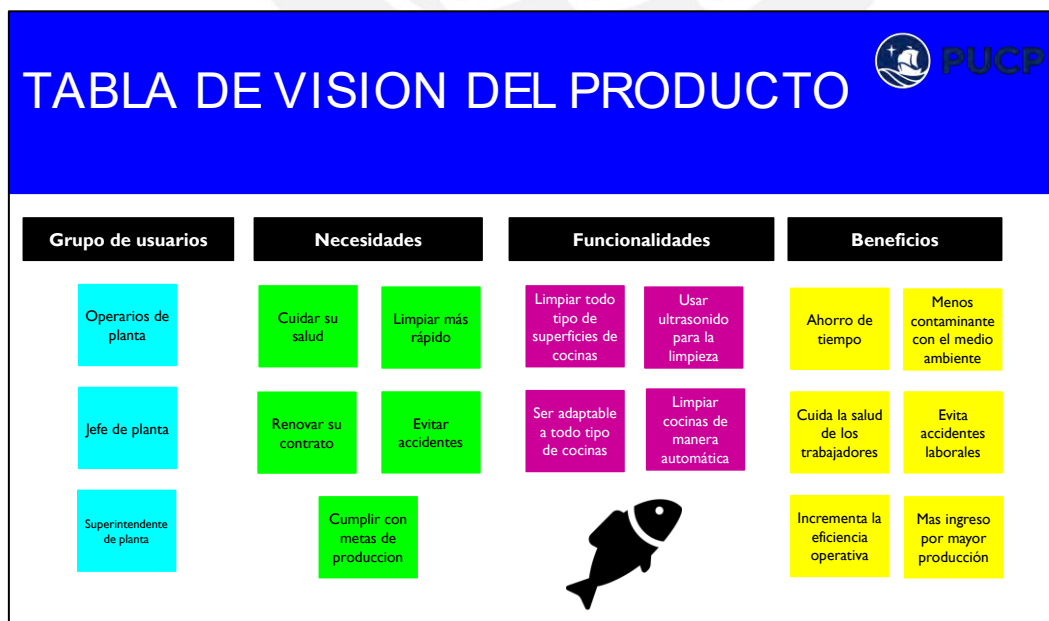


Figura 27. Visión de producto limpieza de cocina CFG Copeinca

Se pueden mencionar los siguientes impactos del proyecto:

- **Operativo:** Reducir el tiempo de parada de una línea de producción de 5 horas a menos de media hora, lo que terminará generando eficiencias productivas, disminuyendo tiempos muertos y tiempos de espera en las líneas de abastecimiento de pescado de la flota pesquera, por lo que las pérdidas por traslados y espera de los barcos pesqueros se reducen. Otro efecto es que tendremos más capacidad disponible en el día para compra de pesca de terceros, si la planta para para limpieza los terceros se van inmediatamente, no esperan.

- **Económicas:** Disminuir las pérdidas por parada de las líneas de producción de harina de pescado, pues actualmente cada línea tiene una tasa de producción de 100 TN/hora, si consideramos 5 horas de parada, se estima una pérdida de 500 toneladas por línea de materia prima lo que equivale a 122 TN de harina. Sabiendo que el precio por tonelada de harina de pescado es de 1500 dólares en promedio (\$/TN) y los costos de producción son 250 \$/TN, se estima una pérdida de 152,500 dólares por parada de una línea en periodos de alta pesca. Además, al no usar químicos para la limpieza se puede recuperar sólidos y grasas del efluente de salida después de limpiar la cocina, para esto la planta ya cuenta con varios equipos que pueden hacer este tratamiento de recuperación, esto se puede valorar después de hacer el proyecto.

- **Seguridad Laboral:** Disminuir los accidentes laborales o los riesgos de accidentes laborales por el mal uso de soda cáustica, ya que se dejará de emplear debido a esta nueva tecnología, la cual usa detergentes ecológicos como desengrasantes y cuya contaminación es mínima o simplemente no será necesario su uso. Asimismo, se reduce el riesgo de daños a las vías respiratorias de los trabajadores que trabajan en el proceso de limpieza y que pueden inhalar gases tóxicos.

- **Ambiental:** Reducir el pH que se vierte a las aguas marinas a raíz del uso de la soda caustica, ahorro de costos en procesos de tratamiento de efluentes altamente contaminados con soda caustica, pues este tipo de tecnología de ultrasonido no contamina.

- **Legal:** Cumplir con la normativa legal que regula las actividades productivas en aguas marinas, lo que reduce el riesgo de obtener alguna multa por los organismos fiscalizadores como la OEFA.

5. VIABILIDAD ECONOMICA DE LOS PROYECTOS

5.1 Modelo de gestión de combustible

5.1.1 Inversión para el modelo de gestión de combustible.

La inversión está centrada en los equipos y dispositivos necesarios para la instalación de sensores, digitalización y envío por medio satelital de la información recolectada de la operación de los motores diésel de cada barco. En la tabla 15 se tiene en detalle los montos de inversión.

Tabla 15. Inversión total en equipos de control de combustible, fuente CGF-Copeinca

ítem	Descripción	# Barcos	Valor Unitario \$	Total \$	Observación
1	Motor principal electrónico	8	2,650	21,200	Interfase con ECM
2	Motor principal mecánico > 1,280 hp	12	15,420	185,040	2 flujómetros grandes
3	Motor principal mecánico < 1,280 hp	30	13,670	410,100	2 flujómetros medianos
4	Motor electrónico para RSW 2 por barco	3	5,300	15,900	Interfase con ECM
5	Motor electrónico para RSW 1 por barco	2	2,650	5,300	Interfase con ECM
6	Motor mecánico para RSW 3 por barco	3	30,810	92,430	2 flujómetros pequeños
7	Motor mecánico para RSW 2 por barco	7	20,540	143,780	2 flujómetros pequeños
8	Motor mecánico para RSW 1 por barco	8	10,270	82,160	2 flujómetros pequeños
9	Motor mecánico para hidráulico 1 por barco	5	10,270	51,350	2 flujómetros pequeños
10	Sensores tipo radar para tanques	49	13,675	670,075	4 tanques por barco
11	PLC más modem satelital (ID)	49	5,185	254,065	1 PLC y 1 ID
12	Medidor de energía para GGEE	49	800	39,200	1 medidor para ggee. pequeños
Total \$				1,970,600	

Detalle de los valores de los dispositivos:

- Motor electrónico: Tiene una computadora llamada ECM (electronic control module) que mide el consumo de combustible por lo que se debe instalar **una interfase** que lea estos datos y los lleve al PLC (programable logic computer).
- Motor mecánico mayor a 1,280 hp: Se necesita instalar dos flujómetros para medición de combustible acorde al tamaño y consumo del motor, en este caso el que mide el ingreso de combustible al motor es el más grande y como una parte menor del combustible sirve para enfriamiento sale del motor y regresa al tanque se necesita un segundo flujómetro para el mismo motor. Para el caso de motores mecánicos menores a 1,280 hp se necesitan flujómetros de menor capacidad es decir medianos.
- Motor electrónico para RSW: Algunos barcos con bodega refrigerada tienen motores electrónicos que dan la energía para mover la planta de RSW, en este caso se necesita **una interfase** por cada motor que tenga el barco, 3 barcos tienen 2 motores y 2 barcos tienen un solo motor electrónico.
- Motor mecánico para RSW: La mayoría de los barcos con bodega refrigerada tienen motores mecánicos para mover la planta de RSW, en este caso se ponen 2 flujómetros pequeños por cada motor que tenga el barco.

- Motor mecánico para hidráulico: 5 de los barcos convencionales tiene 1 motor mecánico para accionar las 2 o tres bombas hidráulicas que mueven los equipos de pesca de cubierta del barco que son operadas por actuadores hidráulicos como motores o pistones. Estos barcos que tienen el sistema hidráulico accionado por un motor auxiliar de menor tamaño que el motor principal gastan menos combustible en la cala o captura de peces. El resto de los barcos usa el sistema de bombeo hidráulico acoplado al motor principal. Cada motor auxiliar usa dos flujómetros pequeños.
- Sensores tipo radar para tanques: Se pondrán sensores de nivel de combustible en 4 tanques de cada barco, estos sensores como se explicó anteriormente son de la tecnología radar que han dado mejor resultado de precisión.
- PLC y modem satelital (ID): La información recolectada por las interfases, flujómetros y sensores de tanques serán recibidas por un módulo PLC y este se conectará con un modem satelital para llevar la información al centro de control en tierra. Este sistema incluirá un monitor en el puente en donde el capitán del barco tendrá el control del consumo de combustible de los motores principales y auxiliares. De esta manera el capitán tendrá el control exacto de estos valores y podrá aplicar con precisión la velocidad económica cuando se requiera.
- Medidor de energía para GGEE: Todos los barcos tienen uno o 2 grupos electrógenos pequeños para navegación o puerto, la potencia de los motores de estos grupos varía entre 40 a 90 hp. El control de consumo de estos motores será mediante un medidor de energía eléctrico que tiene relación directa con el consumo de combustible, el uso de flujómetros por el poco consumo resulta de muy alto costo.

5.1.2 Ingreso por ahorro de combustible

El sistema de gestión de combustible nos permitirá ahorros por la buena operación de los barcos y sus motores enfocados en ahorro de energía sin afectar las operaciones de pesca y rendimientos de captura. En ese sentido los factores de ahorro que contribuirán en este proyecto son los temporales o dependientes de la operación de pesca y de veda.

Los factores temporales o de operación son:

- Reducción de sustracción
- Aplicación de velocidad económica
- Uso adecuado de paralelismo en grupos electrógenos
- Uso adecuado de hidráulico auxiliar para descarga de pesca
- Uso de sistema hidráulico accionado por motor auxiliar
- Evitar uso de motores en ralentí.

Todos estos factores tienen un comportamiento variable que depende de la temporada de pesca, como sabemos las temporadas son distintas ya que depende de un ser vivo que esta en constante movimiento en función de las variables oceanográficas que son cambiantes. Esto hace que los ahorros por los factores mencionados sean también variables. Sin embargo, se presentan proyecciones de estos ahorros considerando un esquema conservador en las tablas 16 velocidad económica, 17 sustracción y 18 paralelismo, auxiliar hidráulico, ralentí (CFG Copeinca 2020)

Tabla 16. Ahorro combustible, velocidad económica por operación y traslado

AHORRO COMBUSTIBLE POR VELOCIDAD ECONOMICA (VE) AÑO 2020					Gal = 3.5 USD
Operaciones de pesca					
% descarga pesca	Planta	Total descargas	Eventos con VE	Ahorro de D2 (\$)	
-	BAYOVAR	0			
9%	CHICAMA NORTE	132	110	10,534	
14%	CHICAMA SUR	378	314	30,070	
26%	CHIMBOTE NORTE	362	152	24,072	
10%	CHIMBOTE SUR	145	61	9,661	
21%	CHANCAY	298	101	15,995	
14%	PISCO	205	47	7,443	
6%	TAMBO DE MORA	78	8	1,267	
Pesca 1era temporada 2.5 mill toneladas			Total 1era temp (\$)	99,043	
Pesca 2da temporada 2.0 mill toneladas			Total 2da temp (\$)	79,234	
			Total año (\$)	178,277	
Traslados					
Travesía	N° de barcos	Tiempo (h)	Ahorro (gal/h)	Ahorro (gal)	Ahorro (\$)
Traslado a Paita para carena	18	50	8.88	7,988	27,958
Salida a puertos					
Chicama	12	36	8.88	3,834	13,420
Chimbote	12	0	8.88	0	0
Chancay y Supe	18	60	8.88	9,586	33,549
Pisco y Tambo mora	7	112	8.88	6,958	24,354
				Total anual (\$)	99,281

Tabla 17. Ahorro de combustible por sustracción

SUSTRACCION

30 gal por entrada

Año normal

Puerto de descarga	% sustracción	N° descargas	Sustracción (gal)	Costo (USD)
Chicama	100.0%	510	15,300	53,550
Chimbote	50.0%	507	7,605	26,618
Chancay	70.0%	298	6,258	21,903
Bayóvar	100.0%	112	3,360	11,760
Tambo de Mora	50.0%	283	4,245	14,858
Pesca 1era temporada 2.5 mill toneladas			Total 1era (\$)	128,688
Pesca 2da temporada 2.0 mill toneladas			Total 2da (\$)	102,950
			Total anual (\$)	231,638

Tabla 18. Ahorro de combustible por paralelismo, auxiliar hidráulico y ralentí

Paralelismo, Auxiliar Hidráulico, Ralentí

Factor de ahorro	Nº de barcos	Tiempo (h)	Consumo (gal/h)	Consumo (gal)	Ahorro (\$)
Paralelismo	5	156	10	7800	27,300
Auxiliar hidráulico	12	104	15	18720	65,520
Ralentí	23	30	25	17250	60,375
Pesca 1era temporada 2.5 mill toneladas				Total 1era (\$)	153,195
Pesca 2da temporada 2.0 mill toneladas				Total 2da (\$)	122,556
				Total anual (\$)	275,751

En la tabla 19 se muestra un resumen de los ahorros totales considerando todos los factores

Tabla 19. Resumen ahorro de combustible anual, fuente CGF-Copeinca

RESUMEN AHORRO DE COMBUSTIBLE ANUAL (\$)

FACTOR DE AHORRO	Galones	Ahorro (\$)
Velocidad económica	79,302	277,559
Sustracción	66,182	231,638
Paralelismo, Aux. hidráulico, ralentí	78,786	275,751
	224,271	784,948

Tenemos como resultado final el ahorro anual en dólares producido por los factores de ahorro temporal o de operaciones que se convierte en EBIDTA incremental de:

Ebitda incremental: \$ 784,948 (Alternativa A)

Una alternativa de ahorro de combustible y que nos puede servir como meta a lograr es usando el benchmarking con la empresa TASA en cuanto al consumo de combustible por tonelada pescada. Ellos ya usan el sistema desde hace 10 años, tienen el mismo tamaño que Copeinca y ubicaciones de plantas de harina muy parecidas, esto hace que las operaciones de pesca de ambas empresas sean muy parecidas, la diferencia es que ellos ya usan el modelo de gestión de combustible logrando menores ratios de consumo y lo logran por el aporte en diferente medida en cada temporada por los factores de ahorro mencionados, en alguna temporadas el aporte de un factor como velocidad económica puede ser más preponderante que uso de accionar el sistema hidráulico por motor auxiliar, pero en otras temporadas puede cambiar, incluso puede cambiar si cambia de puerto o de zona. En la tabla 20 se muestra el comparativo entre los consumos de la empresa CFG Copeinca y la empresa TASA considerando las temporadas de los años 2019 a 2022.

Tabla 20. Consumo de combustible en galones por tonelada, fuente CGF-Copeinca y TASA

Benchmark Consumo Combustible Copeinca-Tasa (GL/TM)							
Temporada	2019-I	2019-II	2020-I	2020-II	2021-I	2021-II	2022-I
conv.	5.30	16.37	3.72	7.30	5.79	5.68	8.31
rsw	8.35	16.59	5.01	9.84	6.79	6.46	9.50
Copeinca	6.83	16.48	4.37	8.57	6.29	6.07	8.91
TASA	7.25	10.41	4.33	7.99	6.18	5.34	7.16
Diferencia	-0.42	6.07	0.03	0.58	0.11	0.74	1.75

CONSUMO DE COMBUSTIBLE GALONES POR TM TASA							
Temporada	2019 I	2019 II	2020 I	2020 II	2021 I	2021 II	2022 I
Galones	2,154,465	932,030	1,425,807	2,589,944	2,161,127	1,473,355	2,250,546
TM	297,358	89,495	329,101	324,051	349,472	276,033	314,357
Galones/TM	7.25	10.41	4.33	7.99	6.18	5.34	7.16

Eliminando los dos valores del año 2019 por ser muy extremos tenemos el promedio de la diferencia de consumo es de 0.642 gal/TM menos para TASA

Para un año de 4.5 millones de toneladas a Copeinca le corresponde pescar 16.9%

Pesca anual: 760,500 toneladas de anchoveta año optimo

Pesca anual: 591,500 toneladas de anchoveta año critico

Galones ahorrados en año optimo: $0.642 * 760,500 = 488,241$ galones

Galones ahorrados en año critico: $0.642 * 591,500 = 379,743$ galones (al 60% avance 1era temp.)

Precio de diésel 2 B5 es 3.4 \$/gal

EBITDA incremental = \$ 1,291,126 año crítico (Alternativa B)

Se tomará la **alternativa A** que son las proyecciones de los factores de ahorro temporal o de operación, por ser más conservadora para el siguiente tema que es el cálculo de las variables de retorno. **\$784,948**

Reducción de impacto ambiental:

El ahorro de consumo de combustible tiene una relación directa con la emisión de gases de efecto invernadero. Vamos a calcular la equivalencia en CO2 que se dejaría de emitir al medio ambiente producto de este menor consumo de combustible diésel que en el caso de Perú es el mismo que se vende para la industria automotriz.

Usaremos como referencia la conversión equivalente de la Agencia de Protección Ambiental (EPA 2023) de los Estados Unidos. Que también es usada por las entidades relacionadas del gobierno peruano.

10,180 gramos de CO₂/galón de diésel = 10.180 × 10⁻³ toneladas métricas de CO₂/galón de diésel

Ahorro de combustible al año: 224,271 galones

Ahorro de CO₂ equivalente = 224,271 gal * 10.18/1000 TM/gal

Ahorro de CO₂ equivalente = 2,283 TM al año

5.1.3 Retorno de Inversión

Vamos a tomar el valor de ahorro conservador de la alternativa A según se muestra en la tabla 21.

Tabla 21. Retorno de inversión gestión de combustible, fuente CGF-Copeinca

DATOS GESTION COMBUSTIBLE							
Tasa de Descuento							8.0%
Tasa Impuestos							30.0%
Plazo de Depreciación							5
Numero de barcos							49
Numero de Temporadas x Año							2

FLUJO DE CAJA GESTION DE COMBUSTIBLE							
	Años	0	1	2	3	4	5
Δ B /			784,948	784,948	784,948	784,948	784,948
Δ F			0	0	0	0	0
Δ			0	0	0	0	0
Δ B			784,948	784,948	784,948	784,948	784,948
Δ			0	0	0	0	0
Δ			0	0	0	0	0
Δ ITD			784,948	784,948	784,948	784,948	784,948
Menos la Depreciación			-197,060.00	-197,060.00	-197,060.00	-197,060.00	-197,060.00
Menos la Amortización							
Δ IT			587,888	587,888	587,888	587,888	587,888
Menos el Impuesto 30%			-176,366	-176,366	-176,366	-176,366	-176,366
Más la Depreciación			197,060	197,060	197,060	197,060	197,060
Más la Amortización							
Δ NO T(N O x)			608,582	608,582	608,582	608,582	608,582
INVERSIÓN			-1,970,600				
Más el Valor de Rescate							
FCF			-1,970,600	608,582	608,582	608,582	608,582

VAN(USD)	459,290
TIR	16.48%
PAYBACK (AÑOS)	3.90

5.2. Proyecto Gestión de calidad: Conversión barco convencional a RSW

5.2.1 Características de la inversión

Según el resultado del modelo necesitamos 32 barcos con RSW, mientras que la empresa solo cuenta con 21, por tanto, faltan convertir 11 barcos. Las características para convertir un barco convencional serían los siguientes:

- Barco con bodega de la mayor capacidad posible: Al utilizar 20% de agua en bodega se necesita la mayor capacidad para no perder rendimiento
- Planta de RSW compacta y de alta eficiencia.: Al ser compacta hay menos pérdidas en tuberías, debe tener compresor mono tornillo, son los más eficientes y la tecnología del evaporador debe ser spray por ser la mejor en eficiencia.
- Grupos electrógenos en paralelo: Permiten un mejor uso de la energía de los motores, cuando se inicia el proceso de refrigeración se necesita la potencia de los dos grupos, cuando la temperatura baja a cerca de 4 o 5°C solo se necesita la potencia de un grupo, de esta manera ambos grupos trabajan a una carga cercana al 90 a 95% que es en donde un motor diésel es más eficiente.
- Arranque de la planta con variador de frecuencia; Esto permite reducir pico de arranque de los motores eléctricos que mueven el compresor y las bombas a casi cero, con lo cual la selección de la potencia del grupo se acerca a la carga a mover siendo más eficiente su operación.
- Utilizar aislamiento de bodega con poliuretano en spray de alta densidad, esto permite tener menor espesor de aislamiento y menos peso agregado al barco, menor costo de inversión.
- Utilizar tuberías de HDPE, polietileno de alta densidad, para la recirculación de agua de mar en bodega: Menor peso, mantenimiento cero, menor inversión.

5.2.2. Detalle de la inversión

Con las características descritas estandarizamos los componentes y equipos de la planta de RSW para todas las conversiones. Con lo cual solo tendremos ligeras diferencias en áreas y volúmenes de las bodegas y seleccionamos los barcos a modificar según la tabla 22.

Tabla 22. Selección de barcos a convertir a RSW, fuente CGF-Copeinca

BARCOS POR CONVERTIR A RSW

ITEM	BARCO	CAPACIDAD M3	CAPACIDAD TM
1	ALEJANDRIA III	450.00	461.70
2	ANDES 31	440.00	451.44
3	GRUNEP A 3	412.80	423.53
4	ALEJANDRIA VI	408.30	418.92
5	MARFIL	405.30	415.84
6	COMANCHE III	385.30	395.32
7	C&Z 8	382.50	392.45
8	ALEJANDRIA II	379.00	388.85
9	ALEJANDRIA I	375.60	385.37
10	SIMY 4	372.60	382.29
11	SIMY 3	370.00	379.62

Para lograr la máxima estandarización vamos a agrupar los 11 barcos de acuerdo con su capacidad de bodega: Primer grupo del 1 al 5 y segundo grupo del 6 al 11. Ver tabla 23

Tabla 23. Inversión en conversión de barcos a RSW, fuente CGF-Copeinca

DETALLE DE INVERSION POR BARCO

ITEM	DESCRIPCION	GRUPO 1	GRUPO 2
1	MODULO EN CASCO 7 m.	710,000	690,000
2	PLANTA RSW COMPACTA	285,000	264,000
3	GRUPOS ELECTROGENOS	120,000	110,000
4	ELECTROBOMBAS DE AGUA	30,000	30,000
5	AISLAMIENTO DE BODEGA	89,500	82,400
6	TUBERIAS DE AGUA HDPE	64,000	60,000
7	INSTALACION ELECTRICA	140,000	130,000
8	INSTALACION MECANICA	62,000	58,000
9	COMPUERTAS DE BODEGA	48,000	48,000
10	INGENIERIA	20,000	20,000
11	GASTOS GENERALES	50,000	50,000
TOTAL \$		1,618,500	1,542,400

5.2.3. Utilidad Generada por el proyecto

El análisis esta referido al barco del grupo 1 llamado Alejandría III operando en una temporada optima en donde todas las empresas acaban la cuota asignada y una temporada critica en donde nadie acaba la cuota. La temporada critica se da por anomalías en las condiciones oceanográficas como fenómeno del niño, de la niña, en donde la contundencia de las capturas se reduce considerablemente y los barcos no logran completar la cuota de la empresa.

Características de temporada optima: Todos los barcos completan su cuota y los barcos con bodega refrigerada aportan mayor cantidad de materia prima apta para hacer harinas de alta calidad como prime y super prime (85% de materia prima apta para SP+P) Los barcos convencionales solo aportan 47% de su pesca apta para SP+P. En este caso estos barcos con RSW nos dan mayor utilidad **solo por diferencia de calidad.**

Características de temporada critica: Los barcos no completan su cuota y los barcos con bodega refrigerada aportan mayor cantidad de materia prima ya que tienen mejor rendimiento y adicional aportan también mayor calidad para hacer harinas como prime y super prime. Los barcos convencionales aportan menos cantidad de materia prima y menos calidad. En este caso la diferencia de aporte es en **cantidad y calidad de materia prima.** Ver tabla 24.

Tabla 24. Datos de pesca para calculo económico, fuente CGF-Copeinca

Año Critico: 1era temp. critica, 2da temp. óptima	
1era Temp - TM	2,500,000
2da Temp - TM	2,000,000
PMCE - %	16.9%
Cuota COPE-CFG 1era Temp - TM	422,516
Avance	57.6%
Cuota COPE-CFG 2da Temp - TM	338,013
Avance	100%
Total	760,529

En el cuadro 20 vemos el resultado de un año critico cuando una temporada solo se cumple con un avance de 57.6% de la cuota y la segunda temporada si se cumple al 100%. El resultado ideal para una cuota de 4.5 millones de toneladas nuestra captura debería ser de 760,529 TM de anchoveta, sin embargo, para la temporada critica tenemos un avance de 57.6% que es el promedio de todas las temporadas críticas de los últimos 10 años. Esto hace que el aporte a la cuota total de la empresa de la Alejandría III baje de 2.1% en temporada normal hasta 0.8% en temporada critica tal como lo veremos en el cuadro siguiente.

5.2.3.1 Calculo de pesca y aporte del barco Alejandría III

Con bodega convencional y el proyectado con bodega con RSW en temporada crítica vemos el aporte de pesca incremental en porcentaje según tabla 25.

Tabla 25. Porcentaje de pesca barco Alejandría III, fuente CGF-Copeinca

1er Efecto - Pesca Incremental	Alejandria III a RSW
% Avance actual	0.8%
% Avance Proyectado con rsw	1.7%
% Avance Adicional	0.9%

Para calcular el aporte a la empresa de la inversion de convertir el barco Alejandria III de convencional a bodega refrigerada vemos como la pesca actual e incremental se convierte en harina y aceite de pescado según los mostrado en las tabla 26 que muestra el aporte actual y el incremental

Tabla 26. Aporte de harina y aceite de barco Alejandría III, fuente CGF-Copeinca

Escenario Actual	
Pesca Actual en TM	10,520
Harina	2,566
Super Prime	339
Prime	845
Estándar	1,382
%SP+P	46%
Aceite	368
Omega	92
Aqua	276
Escenario Proyectado (Pesca incremental + calidad)	
Pesca Propuesta en TM	14,222
Harina	3,469
Super Prime	1,505
Prime	1,345
Estándar	619
%SP+P	82%
Aceite	498
Omega	124
Aqua	373

Ya tenemos la producción original y la producción proyectada con el aporte de la pesca del barco Alejandría III, ahora vamos a detallar los precios de cada producto y los costos de involucrados en la extracción y en la producción y venta de la harina y aceite de pescado.

5.2.3.2. Precios de productos y costos de extracción

Vemos los precios en la tabla 27 y los costos en la tabla 28.

Tabla 27. Precios de productos, fuente CGF-Copeinca

Precios de Venta Harina Reales (\$/TM)	Valor \$
Super Prime	1,550
Prime	1,500
Estándar	1,400
Precios de Venta Aceite	
Omega	2,100
Aqua	1,920
Promedio FOB de harina	1,483

Tabla 28. Costos de extracción, producción y venta, fuente CGF-Copeinca

Costo Variable de extraccion (\$/TM)		80.0
Combustible		21.0
Tripulacion		50.5
Derechos de Pesca		6.4
Viveres		1.0
FEP		1.0
Decomisos		0.1
Costo Fijo de Extraccion		35.6
Costos de produccion y venta harina y aceite (\$/TM)		
Costo Variable de Produccion		170.2
Costo Fijo de Produccion		27.5
Gasto de venta harina		105.0
Gasto de Venta Aceite		75.0

5.2.3.3 Ebitda o utilidad bruta antes y después de la conversión

Con la cantidad extraída de pesca y harina producida, los precios y los costos de extracción y producción recién podemos calcular la utilidad bruta o EBITDA, por sus siglas en inglés, que es la utilidad antes de intereses, impuestos y depreciación tanto para el barco en estado convencional y para bodega refrigerada según tabla 29.

Tabla 29. Ingreso incremental de Alejandría III con RSW, fuente CGF-Copeinca

EBITDA Actual (\$)	
Ingresos	4,450,893
Fishmeal	3,727,410
Fishoil	723,482
Variable Costs and others	1,722,552
Selling expenses	297,017
EBITDA - Actual	2,431,323
EBITDA Propuesto (\$)	
Ingresos	6,194,515
Fishmeal	5,216,422
Fishoil	978,093
Variable Costs and others	2,328,759
Selling expenses	401,544
EBITDA - Propuesto	3,464,212
EBITDA - Incremental (\$)	1,032,888.40

5.2.4. Retorno de la inversión

Tabla 30. Retorno inversión conversión a RSW, fuente CGF-Copeinca

DATOS CONVERTIR BARCO A RSW							
Tasa de Descuento							8.0%
Tasa Impuestos							30.0%
Plazo de Depreciación							5
Numero de embarcaciones							1
Numero de Temporadas x Año							2.00

FLUJO DE CAJA CONVERTIR A RSW							
Años	0	1	2	3	4	5	
Δ B /		1,032,888	1,032,888	1,032,888	1,032,888	1,032,888	1,032,888
Δ F		0	0	0	0	0	0
Δ		0	0	0	0	0	0
Δ B		1,032,888	1,032,888	1,032,888	1,032,888	1,032,888	1,032,888
Δ		0	0	0	0	0	0
Δ		0	0	0	0	0	0
Δ ITD		1,032,888	1,032,888	1,032,888	1,032,888	1,032,888	1,032,888
Menos la Depreciación		-161,850.00	-161,850.00	-161,850.00	-161,850.00	-161,850.00	-161,850.00
Menos la Amortización							
Δ IT		871,038	871,038	871,038	871,038	871,038	871,038
Menos el Impuesto 30%		-261,312	-261,312	-261,312	-261,312	-261,312	-261,312
Más la Depreciación		161,850	161,850	161,850	161,850	161,850	161,850
Más la Amortización							
Δ NO T (N O x)		771,577	771,577	771,577	771,577	771,577	771,577
INVERSIÓN		-1,618,500					
Más el Valor de Rescate							
FCF		-1,618,500	771,577	771,577	771,577	771,577	771,577

VAN(USD) **1,462,183**

TIR **38.22%**

PAYBACK (AÑOS) **2.40**

5.3. Proyecto gestión de la innovación: Limpieza de cocina por ultrasonido.

5.3.1. Inversión

La inversión tiene en cuenta el proyecto piloto de convertir una cocina de las 4 que tiene la planta Chimbote norte en una tina o máquina de limpieza por ultrasonido según detalle mostrado en la tabla 31 .

Tabla 31. Inversión Limpieza cocina, fuente CGF-Copeinca

INVERSION LIMPIEZA COCINA POR ULTRASONIDO		
Item	Partida Presupuestal	Monto (S/.)
1	Honorarios	61,500
2	Equipos y Bienes	175,380
3	Materiales e Insumos	37,925
4	Servicios	48,000
5	Consultorias	9,000
6	Pasajes y viáticos	17,400
7	Otros gastos elegibles	15,000
8	Gastos de Gestión	1,600
Total(S/.)		365,805
Total \$		98,866

5.3.2. Ahorros conseguidos por implementar proyecto

El proyecto piloto se hará en una cocina de las 4 que tiene la planta Chimbote Norte, lo cual representa la cuarta parte de la capacidad total de producción de la planta. La capacidad de una planta esta referenciada a la cantidad de materia prima que puede procesar por hora, es decir toneladas de anchoveta por hora.

De acuerdo con la herramienta SMED y aplicando la tecnología de ultrasonido tendremos un ahorro de tiempo de 6 h. lo cual significa producción de harina y aceite adicional comparado con la limpieza química con soda caustica.

El análisis anual se hará considerando un año crítico en donde una temporada optima en donde se acaba la cuota y la otra temporada no, esto en términos prácticos significa que solo en la temporada optima se podrían presentar dos eventos de parada de planta por producción continua de 3 días sin parar, de esta manera tenemos un cálculo conservador de las utilidades o EBITDA generado.

Los pasos por seguir para el cálculo del EBITDA son:

- Cálculo de producción de harina y aceite de una línea en 6h. y precios de productos según mostrado en la tabla 32.
- Costos de extracción de materia prima, producción y venta de harina y aceite de pescado según mostrado en la tabla 32.
- Cálculo de utilidad multiplicando la producción por la resta del precio menos el costo unitario según mostrado en la tabla 33.

Tabla 32. Producción, precios y costos limpieza cocina, fuente CFG-Copeinca

Ítem	Parámetros de producción y precios	Valor
1	Capacidad de planta materia prima (Ton/h)	220
2	Capacidad de una línea materia prima (Ton/h)	55
3	Ratio de producción harina de 1 Ton materia prima	4.1
4	Ratio producción aceite de 1 ton materia prima	3.5%
5	Horas ahorradas de parada	6
6	Producción de harina (ton)	80
7	Producción de aceite (ton)	11.55
8	Precio venta promedio harina (\$/ton)	1483
9	Precio venta promedio aceite (\$/ton)	2010

Ítem	Costo de producción	Valor
1	Costo extracción de materia prima por ton (\$)	250
2	Costo de extracción de 4.1 ton de materia prima (\$)	1,025
3	Costo producción harina por ton (\$)	197.7
4	Costo venta harina y aceite por ton (\$)	180
	Costo total (\$)	1402.7

Tabla 33. Ingreso incremental limpieza de cocina fuente CGF-Copeinca.

Ítem	EBITDA por línea de producción	Valor \$
1	Utilidad por harina (\$)	6,463
2	Utilidad por aceite (\$)	23,216
3	Utilidad total x evento parada 6 h. (\$)	29,679

EBITDA anual, 2 eventos (\$)	59,357
-------------------------------------	---------------

5.3.3. Retorno de inversión

Tabla 34. Retorno inversión limpieza de cocina, fuente CGF-Copeinca

DATOS LIMPIEZA DE COCINA						
Tasa de Descuento						8.0%
Tasa Impuestos						30.0%
Plazo de Depreciación						5
Numero de cocinas						1
Numero de Temporadas x Año						2

FLUJO DE CAJA LIMPIEZA COCINA							
	Años	0	1	2	3	4	5
ΔB	/		59,357	59,357	59,357	59,357	59,357
Δ	F		0	0	0	0	0
Δ			0	0	0	0	0
Δ	B		59,357	59,357	59,357	59,357	59,357
Δ			0	0	0	0	0
Δ			0	0	0	0	0
Δ	ITD		59,357	59,357	59,357	59,357	59,357
	Menos la Depreciación		-9,886.60	-9,886.60	-9,886.60	-9,886.60	-9,886.60
	Menos la Amortización						
Δ	IT		49,470	49,470	49,470	49,470	49,470
	Menos el Impuesto 30%		-14,841	-14,841	-14,841	-14,841	-14,841
	Más la Depreciación		9,887	9,887	9,887	9,887	9,887
	Más la Amortización						
Δ	T (N O x)		44,516	44,516	44,516	44,516	44,516
	INVERSIÓN		-98,866				
	Más el Valor de Rescate						
	FCF		-98,866	44,516	44,516	44,516	44,516

VAN(USD) 78,873

TIR 34.98%

PAYBACK (AÑOS) 2.55

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones Gestión de Combustible

- Las Herramientas de gestión de la ingeniería y tecnología se adecuan muy bien a este modelo y nos dan una alternativa sólida y bien elaborada para mejorar la eficiencia energética de la flota pesquera anchovetera y disminuir la contaminación ambiental. La implementación de este proyecto posibilita lograr ahorros de combustible del orden de 284,200 galones y 785,000 dólares por año, representando un ahorro de 4.4 % del consumo total en un año de pesca. El componente principal de este modelo es el moderno sistema de control y medición del gasto de la energía para cada tipo de motor de combustión, relacionándolos con las etapas de operación y procedimientos orientados al uso eficiente de la energía.
- Los ahorros más importantes se centran en tres factores: el primero es la aplicación de la velocidad económica que nos da en términos de dinero alrededor de \$277,000 anuales que representa el 35.4% del ahorro total, los principales interesados en esta parte son los capitanes de pesca con sus tripulaciones y los jefes de operaciones en tierra con los cuales hay que trabajar en el compromiso con el proyecto. El segundo factor reúne a tres procesos los cuales son el paralelismo de grupos electrógenos, uso de auxiliares hidráulicos accionados por motores más pequeños que el motor principal y evitar el uso de los motores en ralentí que nos representa un 35.1% del ahorro contribuyendo con aproximadamente \$275,000 anuales. El tercer factor de ahorro es el evitar o minimizar la sustracción, que contribuye con 29.5% y \$231,000 anual. Para los dos últimos grupos se tiene que trabajar con la tripulación de máquinas como son el jefe de máquinas, el motorista y el frigorista, que serán los principales opositores al cambio.
- Un factor de ahorro temporal no mencionado es el de la “ruta económica” que en términos simples significa que en el mar no necesariamente la distancia más corta entre dos puntos es la mejor, debido a los vientos y corrientes marinas puede resultar conveniente ligeros cambios de rumbo en la trayectoria final; para una buena aplicación de este factor es necesario un buen sistema de medición y control, este factor sería el paso siguiente cuando ya el modelo este en uso y tenga cierto grado de madurez.
- El menor consumo de combustible tiene un impacto directo con la menor emisión de gases de escape de los motores de combustión que son de efecto invernadero, el menor uso de los recursos como los combustibles fósiles y menor contaminación contribuye a la sostenibilidad de la industria pesquera. La reducción proyectada de la emisión de CO2 equivalente es de 2,283 TM al año, que en porcentaje equivale a 4.3% menos de las emisiones totales de la etapa de extracción o pesca.
- Los indicadores de retorno respaldan la inversión ya que tenemos una tasa interna de retorno (TIR) de 16.9%, que es un valor aceptable teniendo en cuenta las proyecciones conservadoras para su cálculo, así como el valor del payback de 3.9 años. Todos los ahorros son sustentados con los factores temporales es decir que dependen de la operación, en ese sentido en la medida que el equipo de trabajo de control y análisis de datos del modelo acumule experiencia podrá encontrar otros factores de ahorro o mejorar los planteados inicialmente, enriqueciendo y mejorando el modelo.

- Un aporte muy importante es la aplicación de una herramienta de implementación de cambios como el modelo de Kotter, esto toma relevancia en la pesca que tiene años trabajando de una manera tradicional y enfocada a maximizar la captura. Proponer cambios como velocidad económica en donde los tiempos de traslado aumentan tendrá una fuerte resistencia al cambio, sobre todo en los capitanes y sus tripulaciones que llegando a puerto lo primero que quieren hacer es bajar unas horas a tierra, por otro lado, la sustracción de combustible también está ligada a la complicidad del personal de máquinas de los barcos, que con el modelo actual de control son juez y parte, por tanto, serán los principales opositores a este modelo, tal como ya paso en la empresa TASA. En donde al inicio malograban los flujómetros.

6.2. Recomendaciones Gestión de Combustible

- Hay factores de ahorro permanente que son los que requieren inversión como son optimizar hélices e instalación de bulbos de proa, instalación de pilotos automáticos, upgrade de turbocompresores, uso de aditivos etc. Con el modelo de gestión y control se puede hacer proyectos piloto probando cada uno de estos factores con la seguridad de que los resultados o proyecciones de ahorro serán bien calculados por los dispositivos de medición instalados en el modelo. Esta nueva herramienta permitirá valorizar con buena precisión los indicadores de retorno de cada uno de ellos y en base a esto priorizar el orden de ejecución de estas o descartar algunas de ellas.
- El modelo de gestión de combustible incluye PLC modular los cuales tiene capacidad de ir agregando entradas de más sensores o data de otros equipos como la planta de refrigeración RSW y como datos de pesca, con lo cual se puede ir escalando a tener un modelo de gestión de mejora de la calidad de materia prima complementado con menor uso de energía y mejora de la captura, lo cual significa una mejora en la eficiencia de pesca y por ende mejora en el indicador de consumo por tonelada pescada, lo cual tiene estrecha relación como se puede ver en el artículo efecto patrón. Una vez instalado este sistema se puede aplicar el factor temporal de ruta económica mencionado en las conclusiones y que se complementa con la aplicación de la inteligencia artificial para una distribución óptima y eficiente de los barcos por cada puerto y por cada zona de pesca, siendo esta una recomendación a realizar en un futuro cercano. La inteligencia artificial en el proceso de extracción, tránsito y descarga de la pesca que depende de muchas variables y de toma de decisiones en cada momento, tiene un potencial importante en mejorar esta importante etapa de la cadena de valor.

6.3. Conclusiones gestión de calidad: Convertir barcos convencionales a RSW

- El modelo matemático de programación lineal nos da un resultado objetivo de un cambio muy importante en la empresa para encontrar valor agregado al producto de harina de pescado maximizando las utilidades, a través de saber el número de barcos a convertir de bodega convencional a bodega refrigerada, siendo el resultado de 32 barcos con RSW y solo 8 convencionales, total 40 barcos, 7 menos que los que se tiene en la actualidad. Tomando en cuenta la alta inversión de conversión para cada barco que pasa los \$ 1.6 millones de dólares esta herramienta de programación lineal toma relevancia por su simplicidad de ajuste de la actual realidad de la empresa, basado en

cuota máxima de pesca, metas de calidades y número de barcos actuales. Para escenarios óptimos donde se acaba la cuota tiene sustento este resultado ya que los barcos refrigerados tienen mejor rendimiento que los convencionales, al aumentar su número pueden completar la cuota de la empresa aun con menos barcos que la flota original.

- El cálculo del EBITDA o ingreso incremental antes de impuestos se determina por dos efectos como son mayor ingreso por aumento cantidad de harina de alta calidad y por el aumento de rendimiento de los barcos con bodega refrigerada. Como se ve en los cálculos el tema de calidad aporta en temporada crítica y temporada optima, pero el aumento de rendimiento aporta solo en temporada critica donde no se acaba la cuota, como se ve en la tabla 24, el incremento de avance de cuota del barco convencional Alejandría III es de 0.9% adicional que se ve reflejado en una mayor pesca en la tabla 25, se pasa de pescar 10 mil toneladas al año a más de 14 mil toneladas de materia prima de alta calidad. Finalmente, en la tabla 27 luego del cálculo de la mayor cantidad de pesca, de mayor calidad y restando los costos de extracción y producción llegamos al resultado proyectado de EBITDA incremental de \$1.03 millones de dólares americanos en un año crítico por barco, lo que demuestra la necesidad de contar con mas barcos de bodega refrigerada.
- El alto costo de inversión por barco se sustenta en la objetividad del resultado de la cantidad de barcos necesarios y en el cálculo de parámetros de retorno de inversión que nos da un valor actual neto (VAN) en un ciclo de 5 años de 1.46 millones de USD una tasa interna de retorno alta de 38% y un payback en años de 2.4, siendo todos estos indicadores muy buenos en términos de rendimiento económico y hacen viable los proyectos de conversión, aun para este sector de mucha variabilidad y tomando en consideración el cálculo conservador de un año crítico.

6.4. Recomendaciones gestión de calidad: convertir barcos convencionales a RSW

- El modelo matemático desarrollado solo tomo en cuenta el escenario o año optimista, pero nos todas las temporadas son iguales debido a factores climatológicos que alteran el ecosistema de la anchoveta, dando como resultado temporadas en donde la captura es más difícil y las empresas no llegan a completar sus cuotas, en este escenario cualquier barco adicional va a sumar en el avance de la cuota. La recomendación es no dar de baja a los 7 barcos convencionales que no se usarían según el resultado del modelo. Estos se deberían mantener a flote con un mantenimiento mínimo, encendiendo los motores diésel, eléctricos etc. Para ayudar a su conservación y usarlos en las temporadas críticas según el avance de la cuota, es decir al inicio si se ve que el avance no es muy bueno se integran 2 barcos a la pesca y si el avance no mejora se puede ir incrementado según la necesidad y proyecciones de término de la cuota.
- Hacer un modelo más complejo que incluya escenarios óptimos y escenarios o temporadas críticas, además de la inclusión de la compra de pesca a barcos terceros que también contribuyen a la utilidad de la empresa. La complejidad de este modelo es que no se sabe cuando llegara una temporada critica, pero según la estadística se puede proyectar en un modelo de 5 años cuantas temporadas críticas se presentaron. La compra de pesca de terceros también presenta mucha variabilidad, pero igual se puede

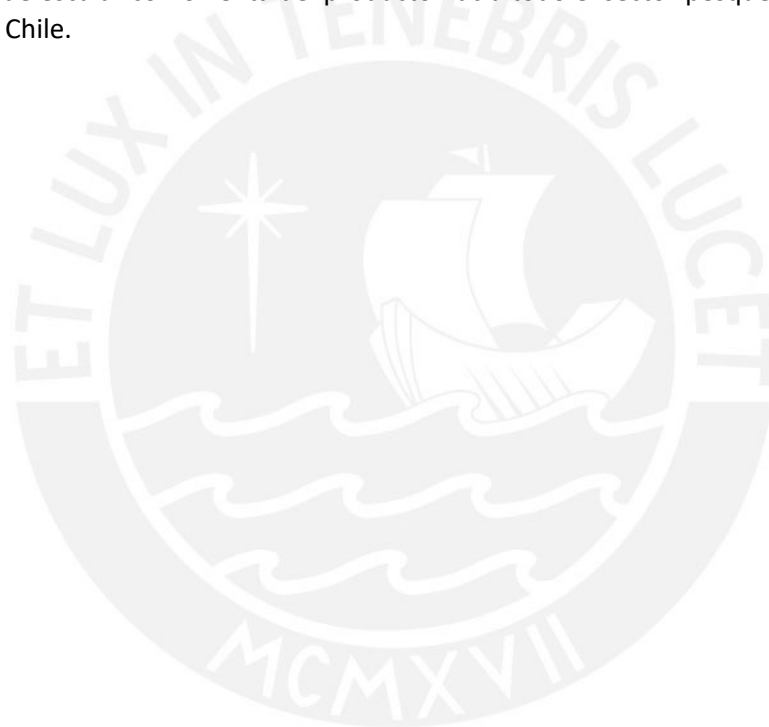
proyectar un valor o porcentaje de la pesca nacional como objetivo de compra. Este nuevo modelo matemático nos podría dar una versión más cercana de lo que ocurre en la realidad.

6.5. Conclusiones gestión de la innovación: Limpieza de cocina por ultrasonido

- La innovación es parte importante en una organización y este proyecto contribuye con una idea simple e innovadora de la aplicación de la tecnología de ultrasonido para limpieza de superficies metálicas en el campo de la industria pesquera, encontrando potenciales beneficios económicos, ambientales y de seguridad. La parte económica se sustenta en la importante reducción del tiempo neto de limpieza, sabiendo que la limpieza mecánica es más efectiva que la limpieza química. La limpieza de una culata de motor con superficies impregnadas de hollín, grasa por más de 5 años de uso en menos de media hora es común en los servicios de limpieza por ultrasonido, esto sustenta la limpieza rápida de las superficies de la cocina, llegando a valores proyectados de aproximadamente 30 min comparados con los 300 min del método químico como se ve en las tablas 12 y 13.
- La aplicación de herramientas LEAN como Kaizen, SMED refuerzan la viabilidad técnica de este proyecto, con un estudio detallado de las actividades originales de limpieza se llegan a encontrar las que no agregan valor al proceso como inspección y traslado de tapas, herramientas y las que son muy lentas como la colocación de tapas de sellado de la cocina con pernos y el caudal lento de la bomba para agregar el agua de limpieza. En las tablas 12 y 13 y ayudados por la figura 26 del esquema SMED, se ve el antes y después de implementar las herramientas de mejora logrando reducciones totales de trabajo interno de 405 a 87 minutos, incluyendo el retiro del agua de trabajo y el posterior desagüe con agua limpia; lo cual demuestra el ahorro de tiempo proyectado de 6 h y su posterior utilización para seguir produciendo harina de los barcos de terceros y barcos propios. Por otro lado, al dejar de usar soda caustica disminuimos el impacto ambiental y se tiene la posibilidad de recuperar para el proceso los sólidos y grasas removidas de las paredes de la cocina ya que no estarían contaminadas con la soda caustica; ambos efectos menos uso de soda y recuperación de productos hacen que se tenga menos proceso de tratamiento de efluentes, menos uso de energía y tiempo del personal.
- El cálculo de EBITDA incremental y de costos de inversión se han realizado para una cocina en la planta de Chimbote norte que es la que más pesca recibe en el año. A partir de esto se ven los cálculos de producción de una cocina en 6 h y como vemos en la tabla 32 luego de restar los costos de producción da un ingreso incremental bruto de \$29,600 aproximadamente por una línea o cocina. Los resultados de parámetros de la viabilidad económica considerando solo 2 eventos de pesca acumulada en donde no se puede parar hasta el 3er día nos dan un VAN de \$78,800 de TIR con casi 35% y solo 2.55 años, en beneficios operativos se tiene una reducción significativa de tiempo de parada de 6 horas lo cual significa posibilidad de mayor producción y fidelización de los barcos terceros para que siempre nos tengan presentes como opción de descarga de su pesca al tener una mayor disponibilidad de tiempo para ellos y nuestra propia pesca.

6.6. Recomendaciones gestión de la innovación: Limpieza de cocina por ultrasonido

- Después de aplicar esta innovación en una cocina como proyecto piloto se recomienda escalar a todas las cocinas del grupo CFG-Copeinca, buscando siempre que mejorar el proyecto, basado en la experiencia inicial. Este mismo principio de limpieza por ultrasonido también se puede escalar hacia los demás equipos de la planta como son la prensa, el secador, la planta de agua de cola que también necesitan paradas por limpieza, cada uno con sus frecuencia y tiempos de parada ofrecen una posibilidad de análisis técnico y económico para su aplicación.
- Postular este proyecto de innovación para ser financiada en parte por el estado con su Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura “PNIPA”, dado el monto de inversión, la viabilidad técnica y económica del proyecto es un buen candidato para este tipo de programas. Buscando la forma de proteger los derechos legales de la innovación se puede escalar como venta del producto hacia todo el sector pesquero industrial del Perú y Chile.



BIBLIOGRAFIA

Alvarado, J., Blas, F., Vargas, G. (2023). Modelos de optimización para flotas refrigeradas anchoveteras, LACCEI Multiconferencias 2023.

Basurko, O. C., Gabiña, G., & Uriondo, Z. (2012, May). Energy audits of fishing vessels: lessons learned and the way forward. In *Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing* (p. 7).

Bradley, D., Merrifield, M., Miller, K. M., Lomonico, S., Wilson, J. R., & Gleason, M. G. (2019). Opportunities to improve fisheries management through innovative technology and advanced data systems. *Fish & Fisheries*, 20(3), 564–583 <https://doi.org.ezproxybib.pucp.edu.pe/10.1111>

Caballero, J.

2017. "Conociendo la limpieza con chorro de agua a presión". Revista digital Infocorrosion. México. Consulta: 28 de abril del 2023.

<https://www.infocorrosion.com/index.php/infocorrosion-vip/infoespeciales/>

CFG-COPEINCA

2018 "Web Oficial de CFG-COPEINCA"

<https://www.copeinca.com.pe>

Collier, David, Evans, James

2019: "Administración de Operaciones, primera edición". Cengage Learning Editores C.P. 05349, México DF.

Dantzig, G. & Thapa, M. (1997) *Linear Programming 2: Theory and extensions* (1a. ed.). Nueva York, USA: Springer.

De Romaña, Gonzalo

2018: "Transformación y talento digital – Tasa Waze pesquero". Diario Gestión. Lima. Consulta: 22 de abril 2023.

<https://gestion.pe/economia/tasa-waze-pesquero-permitio-ahorrar-us-500-000-combustible-241284-noticia/>

Devore, Jay

2019 "Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencia, novena edición". Cengage Learning Editores C.P. 05349, México DF.

Edeltec

2021: "Que es la limpieza por ultrasonidos". Web de Edeltec. España. Consulta 28 de abril 2023.

<https://edeltec.com/limpieza-por-ultrasonidos/>

EPA United States Environmental Protection Agency

2023: AP-42: Compilations of air emissions factors. Web de EPA USA. Consulta 16 de julio 2023.

<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>

Estévez, Ricardo

2019: "¿Sabes en que consiste un sistema de gestión energética? Ciclo de Deming". Web de EcoinTELigencia. España. Consulta 28 de abril 2023.

<https://www.ecointeligencia.com/2019/04/sistema-gestion-energetica/>

FAO. 2012. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. La sostenibilidad en acción. Roma. <https://www.fao.org/3/i2727s/i2727s.pdf>

ISO 9001

2015: “Nueva norma ISO 9001 2015”. Escuela Europea de Excelencia. Madrid. Consulta 22 de abril 2023.

<https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2018/04/que-es-un-proceso-segun-la-iso-90012015/#:~:text=Seg%C3%BAa%20ISO%2C%20los%20procesos,tener%20en%20cuenta%20los%20clientes.>

Jasna Prpic-Orsić, Roberto Vettor, Odd Magnus Faltinsen, and Carlos Guedes Soares. 2016 The influence of route choice and operating conditions on fuel consumption and co2 emission of ships. Journal of Marine Science and Technology, 21(3):434–457, Sep 2

Kiziryán, Mariam. 2015: “Análisis FODA” Economipedia. Madrid. Consulta: 28 de abril 2023

<https://economipedia.com/definiciones/analisis-dafo.html>

Ken Peppers, Tuure Tuunanen, Marcus A Rothenberger, and Samir Chatterjee. 2017. A design science research methodology for information systems research. Journal of management information systems, 24(3):45–77, 2007.

Martínez, I., López F., & Vertiz G. 2014. Investigación de Operaciones: Serie Universitaria Patria U.2 (pg. 34).

Miguel **Mata**. 2015. Manual Lindo – Programación Lineal. Prez. Versión 0.3, 7 de agosto de 2015

Oihane C. Basurko, Gorka Gabiña, Zigor Uriondo, (2013), Energy performance of fishing vessels and potential savings, Journal of Cleaner Production, Volume 54, 2013, Pages 30-40, ISSN 0959-6526.

PQ Systems, INC

1996 “Total Quality Tools”

Peiro Ucha, Alfonso. 2015 “Las 5 fuerzas de Porter” Web Economipedia. Madrid 2015. Consulta: 28 de abril 2023

<https://economipedia.com/definiciones/las-5-fuerzas-de-porter.html>.

Pérez, J., & Merino, M.,

(2013). Definición de programación lineal. Consulta: 20 de Abril 2023.

<https://definicion.de/programacion-lineal/>

Peru Controls. 2019. <https://perucontrols.com/proyectos/gestion-de-combustible>

Consulta: 28 abril 2023.

Quiroa, Myriam

2019 “Proceso productivo” Economipedia. Madrid. Consulta: 20 de abril 2023.

<https://economipedia.com/proceso-productivo.html>

Sunat 2022: "CIIU, clasificación industrial internacional uniforme". Tabla anexa 1.
Lima:consulta.abril2023.https://orientacion.sunat.gob.pe/sites/default/files/inline-files/TABLA_ANEXA_1.pdf

Sociedad Nacional de Pesquería. SNP 2019. Reporte de sostenibilidad
<https://www.snp.org.pe/sala-de-prensa/reporte-de-sostenibilidad/>

Tasa 2019. https://www.facebook.com/TASAPERU/posts/sostenibilidad-en-tasa-utilizamos-el-agua-de-mar-para-trasladar-la-anchoveta-pes/4038918756191567/?locale=es_LA

Vázquez-Rowe, I., and Tyedmers, P. 2013. Identifying the importance of the "skipper effect" within sources of measured inefficiency in fisheries through data envelopment analysis (DEA). *Mar. Pol.* 38: 387–396. doi:10.1016/j.marpol. 2012.06.018.

Z. -W. Christian and S. Jörg,(2021) "Estimate and optimize fuel consumption on vessels to reduce CO2 impact of fishery," *2021 Reconciling Data Analytics, Automation, Privacy, and Security: A Big Data Challenge (RDAAPS)*, 2021, pp. 1-9, doi: 10.1109/RDAAPS48126.2021.9452003



ANEXO 1

TIEMPO DE ESPERA PARA DESCARGA PLANTA CHIMBOTE NORTE TEMPORADA 2020 I

FECHA	EMBARCACION	Espera (h)	Tiempo de retorno (h)	Tiempo adicional (h)	Ratio de Consumo	Ahorro de D2 (gal)
14/05/2020	BRUNELLA II	0.75	6.68	0.53	60.76	FALSO
	DON MOISES	0.08	12.15	0.97	57.00	FALSO
	MARFIL	4.65	5.83	0.47	58.10	20.47
	MARU	3.33	4.47	0.36	79.70	21.50
	RIBAR IX	1.20	3.77	0.30	79.70	18.13
	SIMY 1	0.95	5.62	0.45	58.10	19.71
	SIMY 4	0.58	3.75	0.30	58.10	FALSO
	15/05/2020	ANDES 52	0.45	9.28	0.74	79.70
BRUNELLA II		1.08	4.12	0.33	60.76	15.11
DON MOISES		1.02	4.42	0.35	57.00	15.21
GRUNEP 3		0.80	3.23	0.26	58.10	11.35
INCAMAR 2		1.05	3.70	0.30	74.58	16.67
MARFIL		1.88	3.25	0.26	58.10	11.41
MARU		2.15	4.20	0.34	79.70	20.22
RIBAR XIV		0.59	14.50	1.16	58.10	FALSO
SIMY 1		1.69	10.55	0.84	58.10	37.02
16/05/2020	BRUNELLA II	0.25	5.20	0.42	60.76	FALSO
	DON MOISES	0.32	3.40	0.27	57.00	FALSO
	ELISA	1.40	3.98	0.32	58.10	13.98
	GRUNEP 3	2.35	3.63	0.29	58.10	12.75
	MARFIL	1.25	3.03	0.24	58.10	10.64
	RIBAR IX	2.92	2.88	0.23	79.70	13.88
	RIBAR XVIII	1.32	2.33	0.19	70.90	9.99
	SIMY 1	3.20	2.48	0.20	58.10	8.71
	SIMY 4	1.77	3.40	0.27	58.10	11.93
	17/05/2020	ALEJANDRIA VI	2.47	3.22	0.26	58.10
ELISA		0.57	4.25	0.34	58.10	FALSO
GRUNEP 3		0.53	4.23	0.34	58.10	FALSO
MARFIL		1.18	3.77	0.30	58.10	13.22
MARU		3.43	2.52	0.20	79.70	12.11
MATTY		4.20	6.43	0.51	60.76	23.61
RIBAR IX		2.58	3.52	0.28	79.70	16.93
RIBAR XVIII		0.67	8.22	0.66	70.90	FALSO
RICARDO		3.33	3.67	0.29	58.10	12.87
SIMY 1		0.60	3.50	0.28	58.10	FALSO
SIMY 4		0.63	3.53	0.28	58.10	FALSO
18/05/2020	ALEJANDRIA VI	1.99	3.92	0.31	58.10	13.74
	DON MOISES	1.24	4.23	0.34	57.00	14.57
	ELISA	0.50	3.92	0.31	58.10	FALSO
	GRUNEP 3	1.62	2.65	0.21	58.10	9.30
	INCAMAR 2	2.57	4.22	0.34	74.58	18.99
	MARFIL	1.80	2.68	0.21	58.10	9.42
	MARU	3.32	2.92	0.23	79.70	14.04
	RIBAR XIV	3.25	2.88	0.23	58.10	10.12
	RODGA I	2.66	4.62	0.37	81.00	22.59
	SIMY 1	2.02	5.15	0.41	58.10	18.07

FECHA	EMBARCACION	Espera (h)	Tiempo de retorno (h)	Tiempo adicional (h)	Ratio de Consumo	Ahorro de D2 (gal)	
19/05/2020	ANDES 52	3.88	3.93	0.31	79.70	18.93	
	CRISTINA	4.49	4.15	0.33	60.76	15.23	
	GRUNEP 3	6.38	4.28	0.34	58.10	15.03	
	INCAMAR 1	0.83	1.67	0.13	74.58	7.51	
	JUANITA	3.12	2.90	0.23	35.90	6.29	
	MARFIL	0.67	1.48	0.12	58.10	5.21	
	MATTY	8.85	8.00	0.64	60.76	29.36	
	RIBAR XIV	2.40	3.25	0.26	58.10	11.41	
	RICARDO	3.42	3.87	0.31	58.10	13.57	
	RODGA I	0.92	2.63	0.21	81.00	12.88	
	SIMY 4	0.73	2.45	0.20	58.10	8.60	
	20/05/2020	ALEJANDRIA VI	5.03	4.92	0.39	58.10	17.25
		BRUNELLA II	6.88	2.92	0.23	60.76	10.70
DON MOISES		3.80	4.42	0.35	57.00	15.21	
ELISA		7.48	3.43	0.27	58.10	12.05	
SIMY 1		5.48	0.97	0.08	58.10	3.39	
21/05/2020		ANDES 52	0.48	3.38	0.27	79.70	FALSO
	BRUNELLA II	0.35	7.50	0.60	60.76	FALSO	
	CRISTINA	1.38	9.60	0.77	60.76	35.23	
	INCAMAR 1	2.77	5.32	0.43	74.58	23.95	
	JUANITA	0.75	28.82	2.31	35.90	FALSO	
	MARFIL	0.33	6.92	0.55	58.10	FALSO	
	MATTY	0.60	6.60	0.53	60.76	FALSO	
	RIBAR XIV	1.20	8.37	0.67	58.10	29.36	
	RICARDO	1.43	7.02	0.56	58.10	24.62	
	SIMY 4	0.65	5.32	0.43	58.10	FALSO	
	22/05/2020	BRUNELLA II	0.53	10.37	0.83	60.76	FALSO
CRISTINA		0.58	10.78	0.86	60.76	FALSO	
GRUNEP 3		0.00	9.32	0.75	58.10	FALSO	
INCAMAR 1		0.37	7.12	0.57	74.58	FALSO	
MATTY		0.35	12.53	1.00	60.76	FALSO	
RIBAR XV		1.15	46.32	3.71	69.00	FALSO	
RICARDO		0.65	9.02	0.72	58.10	FALSO	
24/05/2020		ANDES 52	0.58	9.80	0.78	79.70	FALSO
	ELISA	0.53	6.68	0.53	58.10	FALSO	
	MATTY	0.77	8.38	0.67	60.76	FALSO	
	SIMY 4	0.32	6.68	0.53	58.10	FALSO	
25/05/2020	ANDES 52	0.72	6.70	0.54	79.70	FALSO	
	BRUNELLA II	2.48	9.12	0.73	60.76	33.46	
	CRISTINA	0.63	8.40	0.67	60.76	FALSO	
	GRUNEP 3	0.60	7.08	0.57	58.10	FALSO	
	INCAMAR 1	1.45	5.65	0.45	74.58	25.45	
	MATTY	0.87	8.98	0.72	60.76	FALSO	
	RIBAR XIV	0.38	6.55	0.52	58.10	FALSO	
	RIBAR XVI	0.62	7.37	0.59	62.21	FALSO	
SIMY 1	1.27	6.23	0.50	58.10	21.87		

FECHA	EMBARCACION	Espera (h)	Tiempo de retorno (h)	Tiempo adicional (h)	Ratio de Consumo	Ahorro de D2 (gal)
26/05/2020	ANDES 52	0.63	5.80	0.46	79.70	FALSO
	CRISTINA	0.43	10.08	0.81	60.76	FALSO
	ELISA	0.43	9.65	0.77	58.10	FALSO
	RIBAR XV	2.05	9.58	0.77	69.00	39.94
	RICARDO	0.62	9.32	0.75	58.10	FALSO
	RODGA I	0.74	1.95	0.16	81.00	9.54
27/05/2020	BRUNELLA II	0.48	12.18	0.97	60.76	FALSO
	CRISTINA	1.25	5.67	0.45	60.76	20.80
	INCAMAR 1	0.70	8.82	0.71	74.58	FALSO
	RIBAR XIV	1.37	11.70	0.94	58.10	FALSO
	RIBAR XVI	1.32	10.45	0.84	62.21	FALSO
28/05/2020	ANDES 52	0.62	9.45	0.76	79.70	FALSO
	DALMACIA	1.23	5.73	0.46	46.00	15.93
	INCAMAR 1	0.90	5.58	0.45	74.58	FALSO
	JUANITA	0.53	13.65	1.09	35.90	FALSO
	MATTY	3.35	6.00	0.48	60.76	22.02
	RIBAR XIV	0.62	5.52	0.44	58.10	FALSO
	RIBAR XV	1.03	5.88	0.47	69.00	24.52
	RODGA I	0.78	7.58	0.61	81.00	FALSO
29/05/2020	ALEJANDRIA VI	1.73	3.98	0.32	58.10	13.98
	ANDES 52	0.58	10.30	0.82	79.70	FALSO
	CRISTINA	0.63	5.00	0.40	60.76	FALSO
	DON MOISES	1.31	4.22	0.34	57.00	14.52
	INCAMAR 1	10.42	4.03	0.32	74.58	18.17
	JUANITA	1.67	4.48	0.36	35.90	9.72
	MATTY	1.56	-	0.00	60.76	-
	RIBAR VI	0.28	5.03	0.40	121.40	FALSO
	RIBAR XV	5.35	4.77	0.38	69.00	19.87
	RICARDO	4.95	9.47	0.76	58.10	33.22
	RODGA I	3.93	11.67	0.93	81.00	57.08
	SIMY 7	4.83	3.42	0.27	48.00	9.91
	TAMBO I	3.25	6.17	0.49	48.00	17.88
	30/05/2020	DALMACIA	2.42	6.17	0.49	46.00
JUANITA		3.38	4.35	0.35	35.90	9.43
RIBAR IX		11.78	3.53	0.28	79.70	17.01
RIBAR XIV		10.23	4.78	0.38	58.10	16.79
RIBAR XV		4.45	3.77	0.30	69.00	15.70
RICARDO		12.37	3.53	0.28	58.10	12.40
RODGA I		12.97	4.03	0.32	81.00	19.73
SIMY 7		2.85	6.05	0.48	48.00	17.54
TAMBO I		4.08	4.97	0.40	48.00	14.40
31/05/2020	ANDES 52	1.28	3.58	0.29	79.70	17.25
	DON MOISES	4.00	4.18	0.33	57.00	14.40
	INCAMAR 1	3.22	3.93	0.31	74.58	17.72
	INCAMAR 3	0.70	6.17	0.49	74.58	FALSO
	RIBAR VI	1.30	3.52	0.28	121.40	25.79
	RIBAR XIV	2.54	3.93	0.31	58.10	13.80
	RIBAR XV	3.03	4.63	0.37	69.00	19.31
	RIBAR XVI	2.73	3.68	0.29	62.21	13.84
	TAMBO I	4.17	5.07	0.41	48.00	14.69
	01/06/2020	CRISTINA	6.15	6.70	0.54	60.76
INCAMAR 1		6.00	2.77	0.22	74.58	12.46
RIBAR III		4.40	7.00	0.56	58.10	24.56
RIBAR IX		1.95	6.48	0.52	79.70	31.21
RIBAR XIV		0.80	2.72	0.22	58.10	9.53
RIBAR XV		6.82	6.62	0.53	69.00	27.58
RICARDO		2.43	6.58	0.53	58.10	23.10
	RODGA I	1.82	6.35	0.51	81.00	31.07

FECHA	EMBARCACION	Espera (h)	Tiempo de retorno (h)	Tiempo adicional (h)	Ratio de Consumo	Ahorro de D2 (gal)
02/06/2020	CRISTINA	2.92	9.38	0.75	60.76	34.44
	INCAMAR 1	4.92	7.25	0.58	74.58	32.66
	INCAMAR 3	0.43	7.15	0.57	74.58	FALSO
	RIBAR IX	1.03	7.28	0.58	79.70	FALSO
	RIBAR VI	1.23	6.98	0.56	121.40	51.21
	RICARDO	0.93	8.70	0.70	58.10	FALSO
	RODGA I	1.83	7.63	0.61	81.00	37.35
	03/06/2020	ALEJANDRIA VI	2.60	8.03	0.64	58.10
03/06/2020	GRUNEP 3	0.43	9.37	0.75	58.10	FALSO
	INCAMAR 3	1.12	10.33	0.83	74.58	FALSO
	RIBAR IX	1.43	4.45	0.36	79.70	21.42
	RIBAR VI	1.09	12.82	1.03	121.40	FALSO
	RIBAR XIV	1.13	5.00	0.40	58.10	17.55
	RIBAR XV	0.47	9.10	0.73	69.00	FALSO
	RODGA I	1.15	4.40	0.35	81.00	21.53
	04/06/2020	INCAMAR 1	2.68	2.85	0.23	74.58
	RICARDO	1.35	13.47	1.08	58.10	FALSO
05/06/2020	COMANCHE V	4.38	2.67	0.21	48.00	7.73
	CRISTINA	6.98	1.77	0.14	60.76	6.48
	DALMACIA	1.18	4.12	0.33	46.00	11.44
	RIBAR IX	9.58	3.72	0.30	79.70	17.89
	RIBAR VI	6.92	1.87	0.15	121.40	13.69
	RIBAR XIV	4.74	1.12	0.09	58.10	3.92
	RIBAR XVI	4.46	1.85	0.15	62.21	6.95
	RICARDO	5.41	3.20	0.26	58.10	11.23
06/06/2020	CRISTINA	2.20	5.03	0.40	60.76	18.47
	INCAMAR 1	2.22	1.72	0.14	74.58	7.73
	RIBAR III	1.04	2.92	0.23	58.10	10.24
	RIBAR IX	1.27	1.53	0.12	79.70	7.38
	RIBAR VI	3.57	2.27	0.18	121.40	16.62
	RIBAR XIV	0.80	1.95	0.16	58.10	6.84
	RIBAR XVI	0.72	2.90	0.23	62.21	FALSO
	RODGA I	0.80	4.38	0.35	81.00	FALSO
07/06/2020	ANDES 52	3.93	5.15	0.41	79.70	24.79
	COMANCHE V	2.80	1.52	0.12	48.00	4.40
	DALMACIA	5.67	1.93	0.15	46.00	5.37
	RIBAR IX	1.58	2.12	0.17	79.70	10.19
	RIBAR VI	3.12	1.75	0.14	121.40	12.83
	RIBAR XIII	3.80	1.72	0.14	58.10	6.02
	RIBAR XVIII	4.18	6.20	0.50	70.90	26.55
	RODGA I	0.85	2.23	0.18	81.00	10.93
08/06/2020	ANDES 52	2.48	1.55	0.12	79.70	7.46
	COMANCHE V	2.11	3.42	0.27	48.00	9.91
	CRISTINA	4.52	2.07	0.17	60.76	7.58
	DALMACIA	2.38	6.20	0.50	46.00	17.23
	INCAMAR 1	0.52	11.52	0.92	74.58	FALSO
	RIBAR XIV	0.30	14.78	1.18	58.10	FALSO
	RIBAR XVI	3.45	1.83	0.15	62.21	6.89
09/06/2020	BRUNELLA II	4.62	16.60	1.33	60.76	60.92
	RIBAR III	0.72	14.35	1.15	58.10	FALSO
	RIBAR IX	0.80	10.90	0.87	79.70	FALSO
	RIBAR VI	4.27	10.53	0.84	121.40	77.24
	RIBAR XV	5.65	14.27	1.14	69.00	59.46
	RIBAR XVIII	6.37	13.55	1.08	70.90	58.03
	SAN FERNANDO	2.53	11.85	0.95	60.76	43.49

FECHA	EMBARCACION	Espera (h)	Tiempo de retorno (h)	Tiempo adicional (h)	Ratio de Consumo	Ahorro de D2 (gal)
02/07/2020	ANDES 52	0.77	10.37	0.83	79.70	FALSO
	RIBAR III	0.67	12.65	1.01	58.10	FALSO
	RIBAR VI	0.90	11.27	0.90	121.40	FALSO
	RIBAR XIII	3.25	13.58	1.09	58.10	47.67
04/07/2020	ALEJANDRIA I	1.67	8.83	0.71	58.10	31.00
	GRUNEP A 3	0.53	8.50	0.68	58.10	FALSO
	INCAMAR 2	0.75	10.58	0.85	74.58	FALSO
	JADRAN II	1.08	9.28	0.74	50.00	FALSO
	MARFIL	2.58	8.45	0.68	58.10	29.65
	RIBAR IX	0.80	11.35	0.91	79.70	FALSO
	RIBAR VI	0.38	11.42	0.91	121.40	FALSO
	RIBAR XVIII	0.62	12.13	0.97	70.90	FALSO
	SIMY 4	1.08	8.65	0.69	58.10	FALSO
05/07/2020	ANDES 52	0.30	12.23	0.98	79.70	FALSO
	COMANCHE V	3.90	11.93	0.95	48.00	34.60
	INCAMAR 2	0.97	8.87	0.71	74.58	FALSO
	INCAMAR 3	2.02	12.05	0.96	74.58	54.28
	JUANITA	1.95	11.72	0.94	35.90	25.41
	MARU	0.98	10.55	0.84	79.70	FALSO
	RIBAR VI	1.33	11.62	0.93	121.40	FALSO
	RIBAR XIII	0.38	14.33	1.15	58.10	FALSO
	RIBAR XIV	3.13	11.10	0.89	58.10	38.95
	RIBAR XVI	0.73	14.13	1.13	62.21	FALSO
07/07/2020	RODGA I	0.62	12.92	1.03	81.00	FALSO
	BRUNELLA II	1.62	16.82	1.35	60.76	FALSO
	INCAMAR 2	0.67	16.03	1.28	74.58	FALSO
	MARU	0.67	17.73	1.42	79.70	FALSO
	RIBAR XVIII	0.17	17.57	1.41	70.90	FALSO
08/07/2020	ALEJANDRIA I	0.88	5.62	0.45	58.10	FALSO
	GRUNEP A 3	2.28	8.42	0.67	58.10	29.54
	SIMY 1	2.15	4.97	0.40	58.10	17.43
	SIMY 4	0.70	5.30	0.42	58.10	FALSO
	SIMY 7	2.67	5.92	0.47	48.00	17.15
09/07/2020	ELISA	3.75	7.85	0.63	58.10	27.55
	JADRAN II	3.88	5.42	0.43	50.00	16.36
	TAMBO I	3.23	5.48	0.44	48.00	15.90
14/07/2020	INCAMAR 2	0.72	16.72	1.34	74.58	FALSO
	MARU	0.53	18.42	1.47	79.70	FALSO
18/07/2020	ANDES 52	2.08	15.55	1.24	79.70	74.86
	CHIMBOTE 1	3.28	15.25	1.22	60.76	55.97
	INCAMAR 2	0.83	13.73	1.10	74.58	FALSO
	RIBAR IX	0.72	14.63	1.17	79.70	FALSO
	RODGA I	0.52	15.27	1.22	81.00	FALSO
	SAN FERNANDO	1.12	15.12	1.21	60.76	FALSO