

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS  
HIDRÁULICOS EN LA FLOTA DE UNA EMPRESA  
PESQUERA, LIMA 2021”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

BRIAN ROBERT CHAVEZ CASTAÑEDA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'B. Castañeda'.

JEANCARLO ROBLES CESPEDES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roblescespedes'.

Callao, 2021

PERÚ

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Y. [unclear]'.

## **HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO**

### **MIEMBROS DEL JURADO**

**Dr. Juan Manuel Palomino Correa**

**Presidente**

**Mg. Carlos Zacarías Díaz Cabrera**

**Secretario**

**Mg. Vladimiro Contreras Tito**

**Vocal**

**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR  
LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS HIDRÁULICOS  
EN LA FLOTA DE UNA EMPRESA PESQUERA, LIMA  
2021”**

## **DEDICATORIA**

Brian y Jeancarlo

Dedican esta tesis a sus padres, quienes siempre han fomentado el hábito del estudio y la responsabilidad y a Dios, que me ha dado salud y me ha bendecido dándome una hermosa familia.

## **AGRADECIMIENTO**

Brian y Jeancarlo

Agradecen a su familia por darles su apoyo incondicional y a los compañeros de nuestro centro de laboral por haber brindado el soporte necesario para ejecutar la presente investigación.

# ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS .....	6
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
INTRODUCCIÓN .....	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	11
1.2. Formulación del problema (general y específicos) .....	20
1.2.1. Problema general .....	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Objetivos (generales y específicos) .....	20
1.3.1. Objetivo general.....	20
1.3.2. Objetivos específicos.....	21
1.4. Limitantes de la investigación (teórico, temporal y espacial) .....	21
1.4.1. Teórico.....	21
1.4.2. Temporal .....	21
1.4.3. Espacial .....	21
II. MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Antecedentes: Internacional y nacional .....	22
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	23

2.2.	Bases teóricas .....	25
2.2.1.	Mantenimiento .....	25
2.2.2.	Objetivo del mantenimiento .....	26
2.2.3.	Tipos de mantenimiento .....	26
2.2.4.	Planificación del mantenimiento .....	30
2.2.5.	Métodos para la prevención de fallas .....	32
2.2.6.	Costos de mantenimiento .....	34
2.2.7.	Disponibilidad .....	36
2.3.	Definición de términos básicos .....	37
2.3.1.	Plan de mantenimiento .....	37
2.3.2.	Gestión de mantenimiento .....	37
2.3.3.	Mantenimiento preventivo .....	37
2.3.4.	Mantenimiento correctivo .....	37
2.3.5.	Mantenimiento predictivo .....	37
2.3.6.	Disponibilidad .....	37
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	38
3.1.	Hipótesis .....	38
3.1.1.	Hipótesis general .....	38
3.1.2.	Hipótesis específicas .....	38
3.2.	Definición conceptual de variables.....	38
3.2.1.	Plan de mantenimiento preventivo.....	38

3.2.2.	Disponibilidad .....	38
3.3.	Operacionalización de variables .....	39
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	40
4.1.	Tipo y diseño de investigación.....	40
4.2.	Método de investigación .....	40
4.3.	Población y muestra .....	40
4.4.	Lugar de estudio y periodo desarrollado.....	41
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	42
4.6.	Análisis y procesamiento de datos .....	43
V.	RESULTADOS .....	45
5.1.	Resultados Descriptivos .....	45
5.1.1.	Indicadores de mantenimiento.....	45
5.2.	Resultados inferenciales.....	49
5.3.	Otro tipo de resultados estadísticos de acuerdo con la naturaleza del problema y la Hipótesis.....	52
5.3.1.	Análisis económico – financiero.....	52
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados. ....	57
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares .....	58
6.3.	Responsabilidad ética .....	59
VII.	CONCLUSIONES .....	60
VIII.	RECOMENDACIONES.....	61

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
ANEXOS .....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	39
Tabla 2. Listado de Equipos hidráulicos por Embarcación.....	41
Tabla 3. Análisis estadístico de la disponibilidad de los equipos hidráulicos. ....	45
Tabla 4. Análisis estadístico del MTTR de los equipos hidráulicos. ....	46
Tabla 5. Análisis estadístico del MTBF de los equipos hidráulicos .....	47
Tabla 6. Análisis estadístico de las horas de servicio tercerizadas. ....	48
Tabla 7. Análisis estadístico para la hipótesis general. ....	49
Tabla 8. Análisis estadístico para la hipótesis específica 1. ....	50
Tabla 9. Análisis estadístico para la hipótesis específica 2. ....	51
Tabla 10. Análisis estadístico para la hipótesis específica 3. ....	52
Tabla 11. Costo por cada intervención en un correctivo no programado. ....	53
Tabla 12. Costo por cada intervención en un correctivo no programado. ....	54
Tabla 13. Comparación de resultados de los costos de mantenimiento por máquina portuaria. ....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura.....	11
<i>Figura 2.</i> Consumo aparente de pescado per cápita, promedio del periodo 2015-2017 .....	12
<i>Figura 3.</i> Los 10 principales productores mundiales de pesca de captura, 2018 .	13
<i>Figura 4.</i> Producción de la pesca: Principales países y territorios productores....	14
<i>Figura 5.</i> Evolución de exportaciones pesqueras en el período enero-setiembre (US\$ millones).....	15
<i>Figura 6.</i> Licencias de operación de pesca en toneladas en el mar peruano.....	16
<i>Figura 7.</i> Harina de pescado según calidad venta .....	17
<i>Figura 8.</i> Planificación y Programación de Mantenimiento Mecánico Industrial ...	31
<i>Figura 9.</i> Reparación basada en el tiempo.....	32
<i>Figura 10.</i> Mantenimiento basado en las condiciones.....	33
<i>Figura 11.</i> Planta Coischo, Ancash – Austral Group. ....	42
<i>Figura 12.</i> Comparación de la disponibilidad promedio - antes y después .....	45
<i>Figura 13.</i> Comparación de MTTR promedio - antes y después .....	46
<i>Figura 14.</i> Comparación de MTBF promedio - antes y después .....	47
<i>Figura 15.</i> Comparación de las horas de servicio tercerizadas promedio - antes y después.....	48
<i>Figura 16.</i> Comparación de costos totales de mantenimiento por equipo hidráulico.....	55
<i>Figura 17.</i> Comparación de costos de mantenimiento de los 10 equipos hidráulicos.....	56

## RESUMEN

En este trabajo tuvo como objetivo general la implementación un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera. El método de investigación fue **inductivo**, el enfoque empleado fue **cuantitativo**, el tipo de investigación fue la aplicada, y el diseño de investigación fue **pre-experimental** de corte **transversal**. La población y la muestra fueron conformadas por los 10 equipos hidráulicos de una embarcación pesquera y el método de muestreo fue la no probabilística del tipo intencional. También, la técnica para recolección de datos empleados fueron la observación y la recopilación documental, asimismo, los instrumentos empleados fueron los informes y fichas de observación y las fichas de registros de datos. Por otro lado, las técnicas para el procesamiento y análisis de la información se emplearon el software Microsoft Excel y el IBM SPSS Statistics 26, para la interpretación de datos y elaboración de diagramas.

Los **resultados** observados y verificados dieron a conocer la variación de la disponibilidad y confiabilidad durante el periodo junio – agosto del 2021.

Se **concluyó** que la implementación del mantenimiento preventivo incrementó de manera significativa la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera.

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento preventivo, disponibilidad, equipos hidráulicos, implementar.

## **ABSTRACT**

The general objective of this work was to implement a preventive maintenance plan to improve the availability of hydraulic equipment in the fleet of a fishing company, Lima 2021. was applied, and the research design was the pre-experimental cross-section. The population and the sample were made up of the 10 hydraulic equipment of a fishing vessel and the sampling method was non-probabilistic of the intentional type. Also, the data collection technique used was observation and documentary compilation, likewise, the instruments used were observation reports and files and data record files. On the other hand, the techniques for the processing and analysis of the information were used Microsoft Excel software and IBM SPSS Statistics 26, for data interpretation and diagramming.

The observed and verified results reveal the variation in availability and reliability during the period June - August 2021.

It is concluded that the implementation of preventive maintenance significantly increases the availability of hydraulic equipment in the fleet of a fishing company.

**KEY WORDS:** Preventive maintenance, availability, hydraulic equipment, implement.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis comprenderá un tema importante, su título es “Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021” es un trabajo de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con nivel descriptivo – explicativo y de diseño pre-experimental de carácter longitudinal; que trata justamente de determinar los beneficios que traería un programa de mantenimiento preventivo, esto a su vez permitiría aumentar la seguridad de los empleados, minimizar la interrupción de las actividades e incrementar la vida útil de los equipos hidráulicos.

El CAPÍTULO I. Comprende la exposición del problema de investigación, una breve descripción de la realidad problemática, la formulación del problema, las razones que justifican y limitan el presente estudio, como también del planteamiento de los objetivos a lograr esta investigación.

En el CAPÍTULO II. Se hace una referencia de la terminología para comprender más acerca del Plan de mantenimiento preventivo, asimismo se mencionan los antecedentes tanto nacionales como internacionales, las bases teóricas y el marco conceptual.

El CAPÍTULO III. Contiene la Hipótesis general, las Hipótesis específicas y las variables de la investigación.

El CAPÍTULO IV. Contiene la metodología de la investigación, describiéndose los métodos, diseño, tipo, nivel de investigación; asimismo se identifica a la población, muestra y técnicas aplicadas en la recolección de la información, además del posterior procesamiento de datos y su análisis respectivo.

El CAPÍTULO V. Contiene la elaboración de los resultados, es decir se ampliará el tema sobre implementación del programa en la empresa pesquera, y poder determinar si hubo una mejora significativa de la disponibilidad en los equipos hidráulicos.

El CAPÍTULO VI. Contiene las discusiones de los resultados, por lo que se efectuará la contratación de las hipótesis planteadas con los antecedentes citados, con el fin de responder a las preguntas planteadas.

En el CAPÍTULO VII. se elaborarán las conclusiones a partir de los objetivos planteados.

En el CAPÍTULO VIII. se elaborarán las recomendaciones a partir de los objetivos planteados.

En el CAPÍTULO IX. Contiene las referencias bibliográficas al detalle, siguiendo la normativa APA, y los anexos que nos servirán para un mejor entendimiento del estudio.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

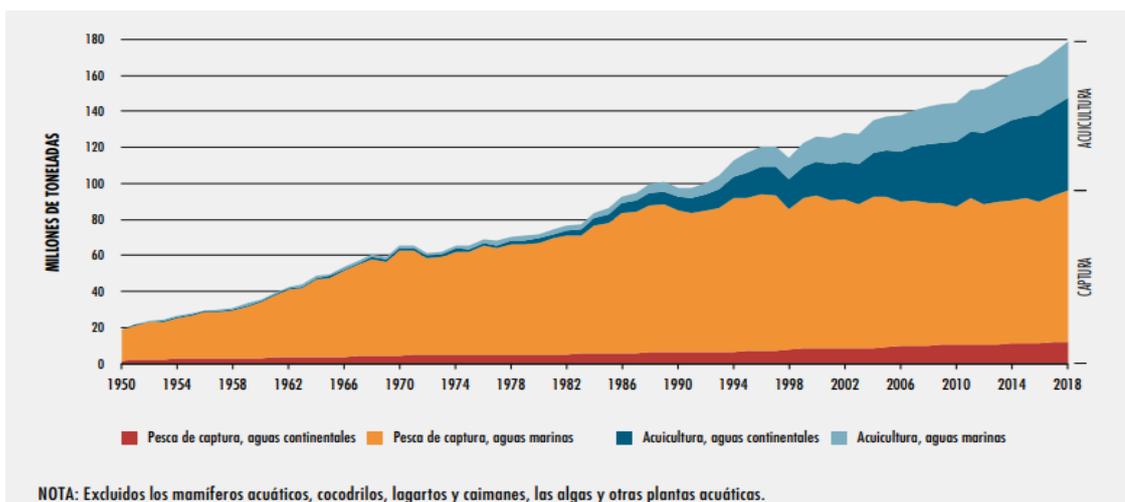
### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Según la FAO (2020) señala que para el 2030 la producción de la pesca de captura y la acuicultura llegarán a los 201 millones de toneladas. Es decir, aumentará en un 18% con respecto a la producción del 2018 (171 millones de toneladas).

De acuerdo con la FAO (2020) la producción de pesca, en el 2018, alcanzó la cifra récord de 96,4 millones de toneladas, lo que significa un incremento del 5,4% con respecto al promedio de los tres años anteriores.

Este aumento en el 2018 fue debido a la pesca de captura marina principalmente, por lo que su producción incremento a 84.4 millones de toneladas ese mismo año (FAO, 2020).

Se estima que la producción mundial de pescado ha conseguido unos 179 millones de toneladas en el 2018 y de ese total 156 millones de toneladas fueron destinadas al consumo humano, lo que equivale a un suministro anual aproximado de 20.5 kg per cápita y que para el 2030 pasará a 21.5 kg. Por otro lado, la Acuicultura represento el 46% de la producción total y el 52% del

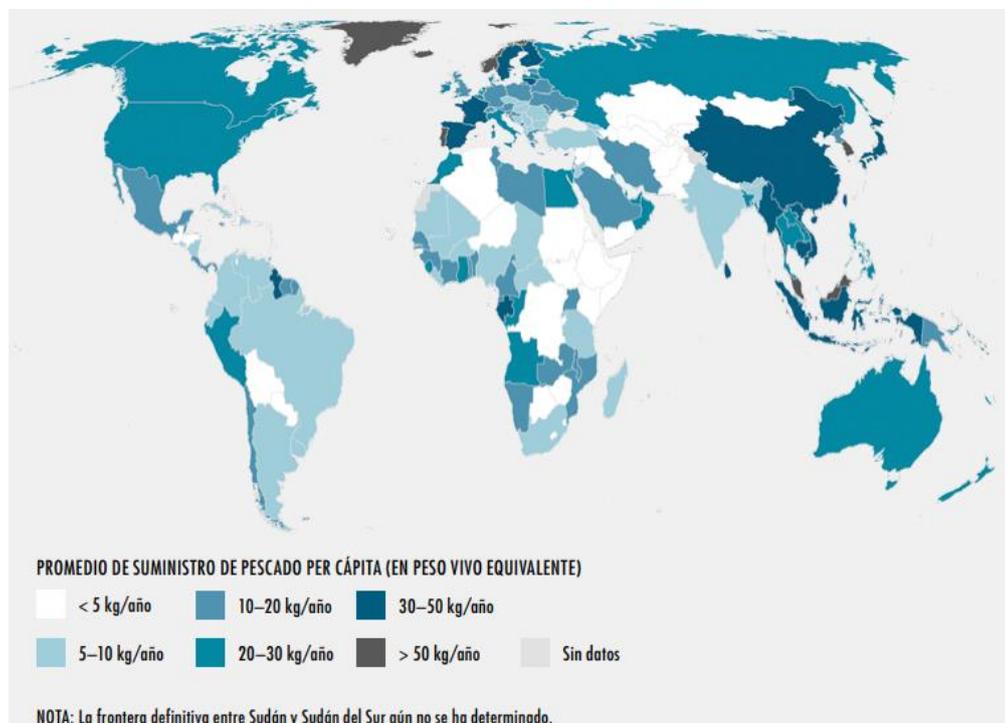


pescado para el consumo humano (FAO, 2020).

**Figura 1. Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura**

Fuente: FAO, 2020.

Teniendo en cuenta a la FAO (2020) “la tasa media de crecimiento anual del consumo total de pescado comestible aumentó un 3,1%, superando la tasa de crecimiento anual de la población (1,6%)” (p.16).



**Figura 2. Consumo aparente de pescado per cápita, promedio del periodo 2015-2017**

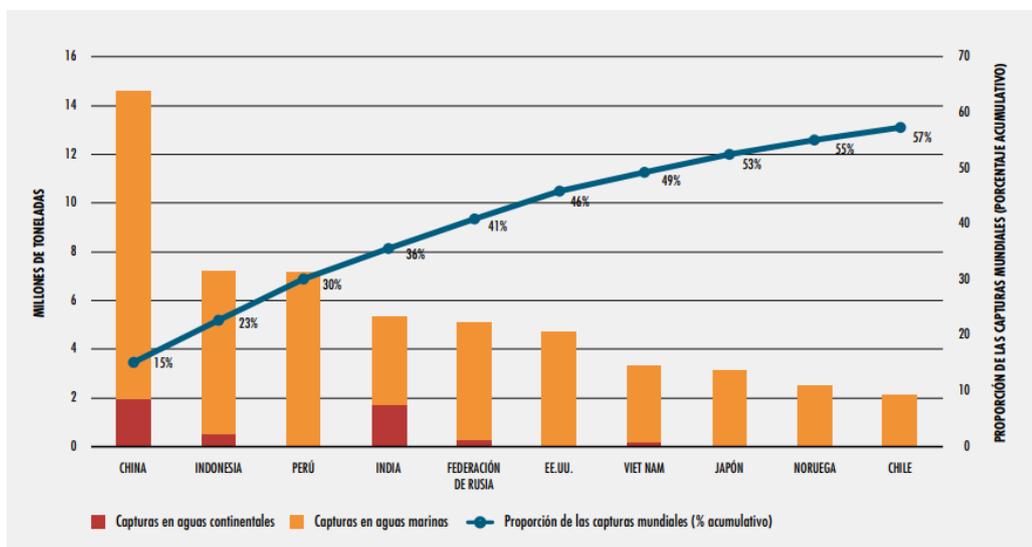
**Fuente:** FAO, 2020.

En valores per cápita, el consumo de pescado comestible incremento de 9 kg en 1961 a 20.3 kg en 2017. En el 2018, el valor per cápita aumento en 20.5 kg (equivalente a peso vivo). Esta expansión en el consumo se debe a muchos factores tales como: el aumento del ingreso en todo el mundo, avances en la tecnología, aumentos en la producción, entre otros (FAO, 2020).

En el 2018, se comercializaron a nivel internacional 67 millones de toneladas de pescado, representando aproximadamente el 38% de todo el pescado de captura o de cultivo de todo el mundo. Por otro lado, el valor de la exportación fue de 164000 millones de dólares durante ese año, representando casi el 11% del valor total de las exportaciones agrícolas a nivel mundial (FAO, 2020).

Entre 1976 y 2018, el valor de las exportaciones de pescado aumento a una tasa anual del 8% en valores nominales y del 4% en valores reales (FAO, 2020). Pero en el 2019, hubo una contracción del 2% tanto en cantidad como en valor con respecto al año anterior.

En el 2018, los 7 principales países productores de la pesca de captura (Continental y Marina) fueron China (15%), Indonesia (8%), Perú (8%), Rusia (6%), EE. UU. (6%), India (4%) y Viet Nam (4%), el cual representan casi el 50% de la producción mundial (FAO, 2020).



**Figura 3. Los 10 principales productores mundiales de pesca de captura, 2018**

**Fuente:** FAO, 2020.

En el Perú, el sector pesquero es un elemento importante para la economía peruana, porque es la segunda fuente generadora de divisas después de la minería, y de esta forma contribuye en el crecimiento económico del país.

La Sociedad Nacional de Pesquería (SNP), afirmó que el sector pesquero contribuye en un 2.5 del PBI, esto se debe a la extracción e industria pesquera, como también a los encadenamientos interindustriales (efecto indirecto).

Asimismo, la SNP señala que este sector genera 3300 millones de dólares en divisas representando el 7% de las exportaciones, a su vez, de ese total, la

exportación de harina y aceite de pescado representa el 4.7%, por lo que ocupa el tercer lugar de las exportaciones tradicionales.

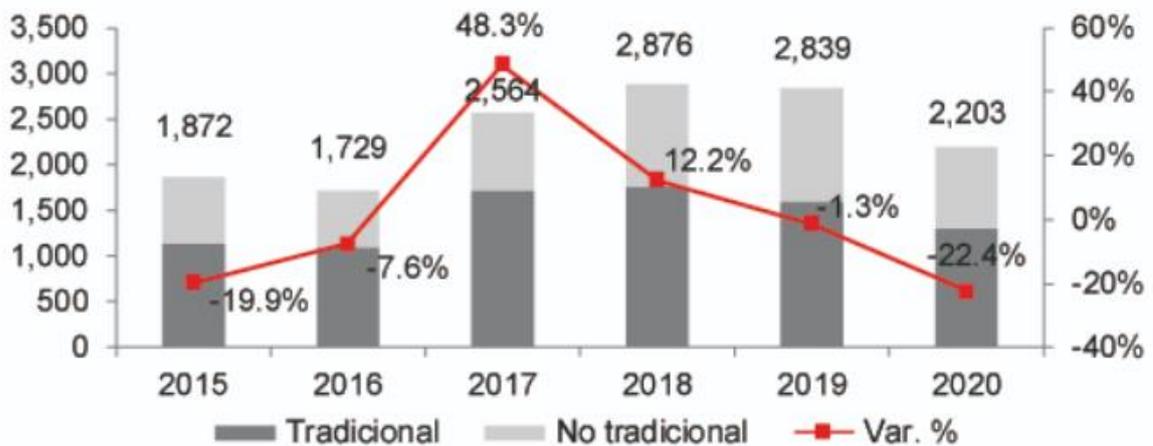
País o territorio	Producción (promedio anual)				Producción				Porcentaje del total, 2018
	1980	1990	2000	2015	2016	2017	2018		
	<i>(en millones de toneladas, peso vivo)</i>								
China	3,82	9,96	12,43	14,39	13,78	13,19	12,68	15	
Perú (total)	4,14	8,10	8,07	4,79	3,77	4,13	7,15	8	
<i>Perú (excluida la anchoveta)</i>	<i>2,50</i>	<i>2,54</i>	<i>0,95</i>	<i>1,02</i>	<i>0,92</i>	<i>0,83</i>	<i>0,96</i>	–	
Indonesia	1,74	3,03	4,37	6,22	6,11	6,31	6,71	8	
Federación de Rusia	1,51	4,72	3,20	4,17	4,47	4,59	4,84	6	
Estados Unidos de América	4,53	5,15	4,75	5,02	4,88	5,02	4,72	6	
India	1,69	2,60	2,95	3,50	3,71	3,94	3,62	4	
Viet Nam	0,53	0,94	1,72	2,71	2,93	3,15	3,19	4	
Japón	10,59	6,72	4,41	3,37	3,17	3,18	3,10	4	
Noruega	2,21	2,43	2,52	2,29	2,03	2,38	2,49	3	
Chile (total)	4,52	5,95	4,02	1,79	1,50	1,92	2,12	3	
<i>Chile (excluida la anchoveta)</i>	<i>4,00</i>	<i>4,45</i>	<i>2,75</i>	<i>1,25</i>	<i>1,16</i>	<i>1,29</i>	<i>1,27</i>	–	
Filipinas	1,32	1,68	2,08	1,95	1,87	1,72	1,89	2	
Tailandia	2,08	2,70	2,38	1,32	1,34	1,31	1,51	2	
México	1,21	1,18	1,31	1,32	1,31	1,46	1,47	2	
Malasia	0,76	1,08	1,31	1,49	1,57	1,47	1,45	2	
Marruecos	0,46	0,68	0,97	1,35	1,43	1,36	1,36	2	
República de Corea	2,18	2,25	1,78	1,64	1,35	1,35	1,33	2	
Islandia	1,43	1,67	1,66	1,32	1,07	1,18	1,26	1	
Myanmar	0,50	0,61	1,10	1,11	1,19	1,27	1,14	1	
Mauritania	0,06	0,06	0,19	0,39	0,59	0,78	0,95	1	
España	1,21	1,13	0,92	0,97	0,91	0,94	0,92	1	
Argentina	0,41	0,99	0,94	0,80	0,74	0,81	0,82	1	
Provincia china de Taiwán	0,83	1,05	1,02	0,99	0,75	0,75	0,81	1	
Dinamarca	1,86	1,71	1,05	0,87	0,67	0,90	0,79	1	
Canadá	1,41	1,09	1,01	0,82	0,84	0,81	0,78	1	
Irán (República Islámica del)	0,11	0,23	0,31	0,54	0,59	0,69	0,72	1	
<b>Total de los 25 productores principales</b>	<b>51,10</b>	<b>67,71</b>	<b>66,45</b>	<b>65,11</b>	<b>62,58</b>	<b>64,60</b>	<b>67,83</b>	<b>80</b>	
<b>Total de todos los otros productores</b>	<b>21,00</b>	<b>14,15</b>	<b>15,12</b>	<b>15,39</b>	<b>15,69</b>	<b>16,61</b>	<b>16,58</b>	<b>20</b>	
<b>Total mundial</b>	<b>72,10</b>	<b>81,86</b>	<b>81,56</b>	<b>80,51</b>	<b>78,27</b>	<b>81,21</b>	<b>84,41</b>	<b>100</b>	

**Figura 4. Producción de la pesca: Principales países y territorios productores.**

**Fuente:** FAO, 2020 “El estado de los recursos pesqueros: tendencias de la producción, aprovechamiento y comercio”

Como afirma COMEXPERÚ (2020) “durante el período enero-setiembre de 2020, las exportaciones pesqueras nacionales alcanzaron un valor de US\$

2,203 millones, un 22.4% menos que lo exportado en 2019, y evidencian la mayor caída interanual desde 2013. A nivel desagregado, las exportaciones del subsector pesquero tradicional sumaron US\$ 1,305 millones y cayeron un 17.7% respecto de 2019; mientras que el subsector pesquero no tradicional alcanzó un monto exportado de US\$ 898 millones y disminuyó un 28.3% respecto de 2019” (p.1).



**Figura 5. Evolución de exportaciones pesqueras en el período enero-setiembre (US\$ millones)**

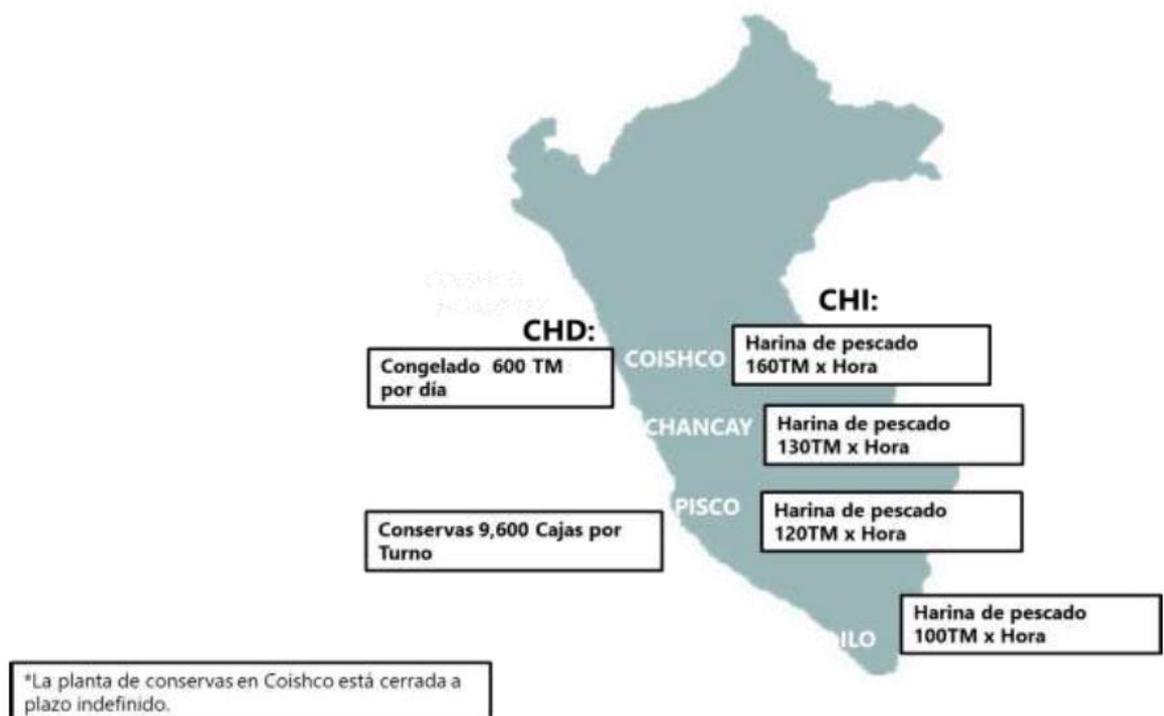
**Fuente:** COMEXPERÚ, 2020 enero – setiembre. El Perú ha incrementado en un 26.2% su valor en setiembre del 2020 con respecto a setiembre del 2019

Como afirma PROM PERÚ (2020) “los envíos tradicionales del sector pesquero sumaron US\$ 1,546 millones durante 2020, lo que significó un descenso de 19.7% en relación con el año anterior y representaron el 4% del total de exportaciones tradicionales peruanas. Durante 2020, los envíos de harina de pescado sumaron US\$ 1,180 millones (-21.8%) de ventas externas como consecuencia de una menor demanda asiática por parte de los procesadores de alimentos para acuicultura y la menor captura de anchoveta” (p. 22).

Los destinos más importantes fueron China (US\$ 906 millones / -19.1%), Japón (US\$ 65 millones / -42.6%), Vietnam (US\$ 50 millones / -24.1%) y Alemania (US\$ 49 millones / +3.8%).

En tanto, las exportaciones de aceite de pescado sumaron US\$ 367 millones durante 2020, mostrando una caída de 12.7% en comparación con el año anterior (PROM PERÚ, 2020). A su vez, los principales destinos fueron Bélgica (US\$ 76 millones / +28.3%), Canadá (US\$ 65 millones / -16.7%) y China (US\$ 40 millones / -17.2%).

Ante esta realidad se presenta la empresa pesquera, el cual posee cuatro plantas de producción de harina y aceite de pescado, dos plantas para la producción de conservas y una planta de congelados estratégicamente distribuidas a lo largo del litoral.

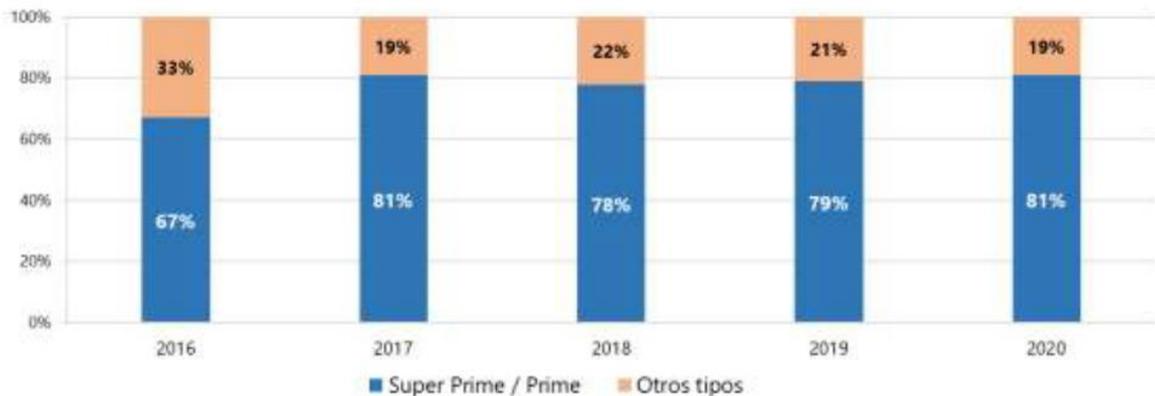


**Figura 6. Licencias de operación de pesca en toneladas en el mar peruano**

**Fuente:** Elaboración propia. Gráfico muestra las cuotas asignadas por planta.

La flota de la empresa pesquera al 31 de diciembre de 2020 está compuesta por 20 embarcaciones operativas que registraron capturas en dicho año. Trece embarcaciones poseen sistema refrigerado de recirculación de agua (RSW) con una capacidad de bodega conjunta de 7,818.59 m3.

Según PRODUCE, el desembarque nacional de anchoveta destinado a la producción de harina y aceite de pescado fue de 4'305,502 TM para el 2020, de las cuales 319,897 TM equivalente al 7.43%, fue descargado en la empresa pesquera. Esto permitió a la empresa que produjera un total de 76368 TM en el 2020.



**Figura 7. Harina de pescado según calidad venta**

**Fuente:** Elaboración propia. Información principal tomada de la página web de la Sociedad Nacional de Pesquería

La participación de harinas super prime y prime fue del 81%, por lo que es superior al del año anterior (79%), debido a la mejor preservación de la materia prima en la bodega de las embarcaciones, la preservación de materia prima en pozas retardando su degradación, disminución del Tiempo de Captura (TDC) con relación al año anterior y a los procesos continuos que permiten aprovechar la frescura de la pesca.

Por otro parte, la producción de aceite de pescado en el 2020 alcanzó las 13,792 TM, cifra superior en un 25% a lo registrado el año anterior (11,052 TM). Además, el precio promedio por tonelada de harina exportada fue de US\$ 1,376.01, precio inferior en 4% al registrado el año anterior (US\$ 1,435.87).

Finalmente, las ventas de aceite ascendieron a 8,793 TM en el 2020, cifra inferior en un 36% a lo vendido en el año 2019. El precio de venta promedio del aceite de pescado durante el año 2020 fue de US\$ 2,254.67, precio superior en un 11% al precio promedio obtenido el año anterior.

Además, esta empresa forma parte del grupo noruego Austevoll Seafood ASA, uno de los grupos pesqueros más grandes del mundo, listada en la Bolsa de Oslo y que cuenta con operaciones en cuatro de los países pesqueros más importantes: Noruega, Reino Unido, Perú y Chile.

Desde otro ángulo, un mantenimiento regulado es primordial para perdurar la seguridad y confiabilidad de los equipos, y esto va de la mano con la eliminación de los riesgos laborales.

El mantenimiento preventivo alude al mantenimiento constante y de rutina con el fin de conservar el equipo en funcionamiento, eludiendo cualquier tiempo de inoperatividad no planificada y por ende evitar costos elevados por fallas imprevistas del equipo a las empresas.

Pérez (2021) menciona “que este mantenimiento se fundamenta en una serie de labores o actividades planificadas que se llevan a cabo dentro de periodos definidos, se diseña con el objetivo de garantizar que los activos de las compañías cumplan con las funciones requeridas dentro del entorno de operaciones para optimizar la eficiencia de los procesos; para prevenir y adelantarse a las fallas de los elementos, componentes, máquinas o equipos” (p. 39).

Por esta razón, se requiere de una planificación y programación el mantenimiento de los equipos antes de que suceda una falla, como también de mantener archivados todas las inspecciones pasadas como los informes de servicios por parte de los equipos.

Un deficiente mantenimiento ocasionaría situaciones peligrosas, accidentes y problemas para los equipos (activos de las empresas). Por ello, esta actividad debe ser realizada de forma segura, porque el mantenimiento es un trabajo de alto riesgo, por este motivo los técnicos como los demás profesionales tienen que estar bien capacitados.

Por otro lado, la tarea central del mantenimiento preventivo es garantizar una mayor disponibilidad en los equipos y activos físicos de las empresas, debido a que dependen de estos, para la continuidad de la línea de producción y del ofrecimiento de productos de buena calidad hacia los clientes. Esto permitiría

una mejora continua en la productividad de las empresas, a través de la optimización del uso de sus propios recursos, alcanzando con ello, metas organizacionales y obteniendo un crecimiento en general.

Teniendo en cuenta a Pérez (2021) “la disponibilidad es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo en el cual una máquina o equipo está disponible para cumplir la función para la cual fue diseñado y construido. Esto no implica necesariamente que esté operando o funcionando, sino que se encuentra en óptimas condiciones de operar” (p. 23). Esta problemática no es ajena a la empresa pesquera, el cual cuenta con una flota de 20 embarcaciones pesqueras que navegan por todo el litoral peruano, teniendo en consideración el permiso de pesca que rige el Ministerio de la Producción (PRODUCE), en donde hace mención de la temporada, la especie autorizada y la zona donde se encuentra el recurso para su extracción.

La flota de esta empresa pesquera cuenta con un conjunto de equipos hidráulicos (Ordenador de red, Halador de red, Winche de pesca, Absorbente de pescado, Winche de ancla, Winche de corte, Winche de levante para el absorbente, winche de amantillo, Consola de mando y Unidad de gobierno), los cuales, por su impacto en la extracción del recurso, calidad de la pesca y por su grado de criticidad deben estar en siempre en óptimas condiciones para su correcto desempeño en la zona de pesca. En el caso que exista un desperfecto en alguna pieza de estos equipos que no se pueda solucionar en zona de pesca podría provocar que el proceso de extracción se detenga, ocasionando pérdidas económicas, de tiempo y producción.

La empresa en la actualidad aplica para estos casos un mantenimiento correctivo, es decir espera que se presenta la falla para al fin realizar reparación respectiva. Originando con esto un mayor costo en mantenimiento, y esto va de la mano con el aumento de tiempos de inactividad en la línea de extracción, como también de equipos no maximizados, es decir a través de este enfoque los equipos no se protegen ni se cuidan, ocasionando que su vida útil se reduzca.

Por lo tanto, esta investigación se enfoca en proponer un Plan de Mantenimiento Preventivo, para los 10 equipos hidráulicos que conforman

cada una de las 7 embarcaciones pesqueras seleccionadas, con el propósito de incrementar su disponibilidad, es decir evitará las averías más graves y costosas y logrará alargar la vida útil de los equipos. A su vez, con esta nueva gestión de mantenimiento logrará a la empresa disminuir sus costos por la reducción de las reparaciones, reducir el tiempo de inactividad y ahorro en el consumo de combustible. Por último, este enfoque mejorará las condiciones de seguridad para los trabajadores, como también incrementar la calidad de la producción, garantizando mayores utilidades para la empresa.

## **1.2. Formulación del problema (general y específicos)**

A continuación, se presenta el problema general y los problemas específicos:

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera la implementación del plan de mantenimiento preventivo podrá mejorar la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿De qué manera la implementación del plan de mantenimiento preventivo podrá disminuir el MTTR de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera?
- ¿De qué manera la implementación del plan de mantenimiento preventivo podrá aumentar el MTBF de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera?
- ¿De qué manera la implementación del plan de mantenimiento preventivo podrá reducir las horas de servicio tercerizadas?

## **1.3. Objetivos (generales y específicos)**

### **1.3.1. Objetivo general**

Implementar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Disminuir el indicador MTTR (tiempo medio de reparación) de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.
- Aumentar el indicador MTBF (tiempo medio entre fallas) de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.
- Reducir las horas de servicio de mantenimiento tercerizadas con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

### **1.4. Limitantes de la investigación (teórico, temporal y espacial)**

#### **1.4.1. Teórico**

Este trabajo se aplicó la teoría del mantenimiento preventivo con el fin de incrementar la disponibilidad de los equipos hidráulicos en una empresa pesquera.

#### **1.4.2. Temporal**

Esta investigación se realizó durante el lapso de 3 meses.

#### **1.4.3. Espacial**

Esta investigación se llevará a cabo en una empresa pesquera, ubicado en Coishco, Ancash – Perú.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes: Internacional y nacional

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Viscaíno et al. (2019) valorizaron cuantitativamente la gestión del mantenimiento en los hospitales del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de la Zona 3 del Ecuador. Aplicaron una metodología que consiste en 5 fases, los cuales están conformado por: la selección de criterios de evaluación, ponderación de criterios, elaboración del instrumento de evaluación, la validación del instrumento para su uso en los 4 hospitales de la zona 3 y finalmente se identificaron los aspectos de bajo desempeño. Como resultado obtuvieron que la gestión de los 4 hospitales obtuvo una valoración promedio de 55.5/100 puntos. Concluyeron que hay 4 criterios de los cuales los 4 hospitales deben mejorar, estos son: organización del mantenimiento, recurso humano, planificación y control del mantenimiento correctivo.

Primero et al. (2015) elaboraron un manual para la gestión del mantenimiento correctivo para equipos biomédicos en la fundación Valle del Lili. Escogieron el este tipo mantenimiento porque está dirigido a enmendar los defectos apreciados en los equipos, para su posterior reparación. Para ello, siguieron los criterios y procesos de este mantenimiento con el fin dar una solución óptima a los problemas que se presentan en los equipos y con esto obtener una mayor disponibilidad durante la prestación de servicios. Por otro lado, midieron las mejoras ocasionadas por este manual por intermedio de los indicadores de cumplimiento del servicio. Concluyeron que este manual es el comienzo para una protocolización y sistematización del mantenimiento correctivo en centros de salud. A su vez, este trabajo garantizo la seguridad de los pacientes, como la mejora en la atención a los mismos, por parte del equipo médico.

Cabrera et al. (2019) desarrollaron un algoritmo de acuerdo con la lógica difusa con el fin de modelar un Plan de Gestión de Mantenimiento de Equipos Médicos, el cual fue desarrollado en 3 etapas. En la primera etapa

elaboraron un inventario funcional, según a los protocolos definidos por la OMS y a la información de cada equipo. En la segunda etapa se unieron los 3 protocolos de atención prioritaria, estos fueron usados para escoger las funciones de pertenencia del sistema difuso. Finalmente, en la tercera etapa generaron un conjunto de escenarios a través de la simulación de Monte Carlo, el cual pudieron determinar el grado de prioridad difuso de mantenimiento para los equipos médicos. Como resultado obtuvieron un plan de mantenimiento anual que garantizaron la disponibilidad de los equipos principales. Concluyeron que este algoritmo permite la elección automática de la prioridad de mantenimiento de los equipos médicos, por lo que cumplirían con los requisitos de asignación de prioridades, según normas internacionales.

Herrera y Duany (2016) aplicaron una metodología para la gestión de mantenimiento ayudado por computadora mediante un programa de mantenimiento. Este estudio se basó en el método de Kant, el cual aplica sus 2 primeros niveles y se efectuó en la Planta de Productos Naturales del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC). Lograron demostrar que es importante implementar una gestión de mantenimiento para dirigir las operaciones del departamento, libre de la disponibilidad de los recursos; asimismo, es requerido una codificación interna de todos los equipos. Concluyeron que este proceso de aplicación presenta componentes esenciales, tales como el acuerdo por parte de la alta dirección de la organización al momento de empezar la aplicación de esta gestión, el reconocimiento de las debilidades y amenazas, como también el compromiso de los trabajadores del área de mantenimiento.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Alavedra et al. (2016) definieron cual es la relación entre la gestión de mantenimiento preventivo mediante sus indicadores y la disponibilidad. Para ello, recopilaron datos históricos de la flota de camiones 730e Komatsu, a través de los indicadores MTBF y MTTR, entre los años 2012 y 2013. Esto le permitieron elaborar un modelo matemático mediante la regresión lineal múltiple. Concluyeron que el grado de relación fue del

62.6% entre la gestión y la disponibilidad. Además, determinaron que el MTBF entre los años 2012 y 2013, tiene una caída en el tiempo, y que el MTTR tiene un incremento, es decir que las reparaciones están en aumento; por lo que la confiabilidad no es buena para el cliente.

Chuquimango y Cotrina (2018) diseñaron un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en la flota de excavadoras hidráulicas 336DL para reducir costos de reparación en la empresa Coansa del Perú Ingenieros S.A.C. Para lograr el objetivo anterior, primero se realizaron un diagnóstico del área de mantenimiento para comprender los factores que causan retrasos y costos de reparación en las excavadoras hidráulicas 336DL; También se evaluaron los indicadores de mantenimiento para implementar mejoras que ayuden a reducir los costos de reparación al tiempo que brindan a la empresa equipos confiables. Con base en los resultados obtenidos, se desarrolló un plan de mantenimiento orientado a la confiabilidad, que permite a la empresa adherirse al plan de mantenimiento al 100%, aumentar el tiempo de actividad promedio en un 74%, reducir la frecuencia de los tiempos de inactividad en un 40%, reducir el tiempo de inactividad promedio aumenta la disponibilidad mecánica en un 22%, aumenta la disponibilidad mecánica en un 5.4%, reduce los costos de mantenimiento en un 18% y reduce los costos de no disponibilidad en un 62%. La evaluación financiera para la implementación del Plan de Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM) permitió determinar la rentabilidad del proyecto y obtener un valor presente neto de S / . 99,620.46, una TIR de 71%, un WACC de 13% con un índice de rentabilidad de S / . 1.56.

Porras (2017) propuso un plan de mantenimiento preventivo de la prensa hidráulica PH01, para minimizar las paradas en la producción de la empresa CELIMA S.A. Este informe analiza las causas del problema y, como solución alternativa, describe la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de la prensa hidráulica PH01, considerada como uno de los equipos más críticos en todo el proceso de producción de mayólica. Los siguientes capítulos se describen para los objetivos y

estrategias para su desarrollo en esta tesis: problema de investigación, marco teórico, marco metodológico, metodología para la resolución del problema, análisis y presentación de los resultados. Hacer esto puede minimizar las paradas inesperadas en el área de la prensa, reducir el costo de las paradas forzadas, mejorar la vida útil del equipo, mantener el equipo funcionando correctamente y maximizar y garantizar la producción continua.

Rojas (2019) propuso un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la nueva planta de chancado de una unidad minera en la Libertad, 2019". La investigación fue experimental y con un diseño pre-experimental. La muestra consistió del conjunto de equipos de la unidad de chancado como: Chancadora Sandvik CH-440, Chancadora Cónica Sandvik CS-430, Chancadora Telsmith SBS-44, Cintas transportadoras, Apron Feeder, Electroiman Eriez, Zarandas LF-3070 y Zarandas Grizzly. Concluyó que a través de la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, en adelante PMP, según la criticidad de los equipos de la línea de producción, logro incrementar la disponibilidad promedio del 84.27% medida en el 2018 a 97.81% obtenida desde enero a octubre del 2019. Esto quiere decir que la propuesta fue viable para la empresa. Además, por medio de la evaluación de la criticidad determino que existen 16 equipos críticos que requieren mantenimiento preventivo en la planta de chancado; tales como: las cintas transportadoras, zarandas y chancadoras. También detectó 5 equipos semicríticos y 1 equipo de baja criticidad.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Mantenimiento**

Según García (2006) son todas las operaciones que son ejecutadas en orden racional, con el fin de preservar las condiciones de funcionamiento seguro, económico y eficiente de los equipos, herramientas y otros activos que poseen las organizaciones.

Sanzol (2010) lo define como un agregado de técnicas dirigido a preservar los equipos e instalaciones en servicio durante un buen lapso, además

busca obtener un incremento en la vida útil como también de su máximo rendimiento.

Para Salazar (2019) es un agregado de operaciones efectuadas con el propósito de fortalecer cualquier activo para que pueda seguir con sus funciones sin ninguna interrupción.

## **2.2.2. Objetivo del mantenimiento**

Salazar (2019) señala que el objetivo es consolidar la disponibilidad y confiabilidad de las operaciones en relación con la función esperada. También obedeciendo con todos los requerimientos del Sistema de Gestión de Calidad, y de las normativas relacionadas a temas en seguridad y medio ambiente, se obtendrá el máximo beneficio global.

## **2.2.3. Tipos de mantenimiento**

### **2.2.3.1. Mantenimiento correctivo**

Según Salazar (2019) se encarga de reparar una falla que se aparece en un momento dado. También es la versión básica del mantenimiento, porque es el equipo que define las paradas. Además, tiene como finalidad en arreglar el equipo lo más rápido posible, para que el costo sea lo más mínimo, porque un gasto elevado podría ser contraproducente.

García (2006) señala que es un agregado de actividades dirigidas a arreglar los defectos que presentan los equipos, de los cuales son mencionados por los mismos operarios al departamento de mantenimiento.

### **2.2.3.2. Tipos de mantenimiento correctivo**

Según TECSA (2018) existen 2 tipos:

Mantenimiento Correctivo Planificado. Se ejecuta cuando se conoce de forma anticipada que el equipo necesita ser arreglado, esto permitirá empezar desde el inicio de una forma controlada.

Mantenimiento Correctivo No Planificado. Se ejecuta cuando el equipo no se desempeña de la mejor manera, por lo cual esta operación es siempre

apremiante y dificultoso de controlar, significando grandes costos para la empresa.

### **2.2.3.3. Mantenimiento preventivo**

Dounce (2014) menciona que es un agregado de actividades requeridos para que un equipo pueda seguir operar de manera correcta y que no llegue al desperfecto. En esta definición es importante notar que el mantenimiento preventivo mantiene los equipos operativos para evitar paradas innecesarias.

Mora (2009) indica que es la realización de un conjunto de inspecciones periódicas sobre los activos fijo de la empresa y de sus equipos. Con el objetivo de descubrir condiciones inapropiadas de esos elementos que pueden detener la producción de los equipos o maquinas; y ejecutar de manera seguida el mantenimiento de la planta para eludir estas condiciones, mediante reparaciones, cuando estos desperfectos potenciales se encuentran en un estado inicial para darse.

#### **2.2.3.3.1. Fases del mantenimiento preventivo**

Gonzales (2016) menciona que son los siguientes:

- Inventarios técnicos con las guías del fabricante, dibujos y propiedades de los equipos individuales.
- Lineamientos técnicos, listas de trabajos a realizar de forma periódica.
- Regulación de frecuencia, indicación precisa de la fecha de ejecución del trabajo
- Registro de intervención, elementos y costos que ayudan con la planificación.

#### **2.2.3.3.2. Plan de mantenimiento preventivo - PMP**

Para Gonzales (2016) es aquel que se efectúa en forma regular con el fin de eludir desperfectos en los equipos o máquinas. Además, es un manual de inducción que les proporciona a sus nuevos empleados de una empresa ejecutar sus labores.

A través de un PMP, se logra ejecutar cualquier actividad de manera adecuada, por esta razón, es necesario el compromiso total de la organización para el cumplimiento del plan diseñado. Esto permitirá que la empresa mejore significativamente en su proceso productivo, calidad de los productos, en la elaboración de planes sobre la seguridad y salud en el trabajo y en la formulación de acciones con respecto a la conservación del ambiente (Osorio, 2016).

#### **2.2.3.3.3. Pasos para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo**

Para iniciar el establecimiento de un plan de mantenimiento preventivo se pueden tener en cuenta los siguientes pasos:

##### **A. Administración del plan de mantenimiento**

El primer paso se refiere en juntar a un grupo de personas de la planta que comiencen y efectúen el PMP. Además, se elegirá a un jefe del grupo, para llevar a cabo este programa, pero también es importante la participación de la Alta dirección para que sea exitoso el plan. Por último, el mismo grupo asumirá la función de elaborar el plan (Ramos, 2017).

##### **B. Inventario e identificación de equipos**

Este paso se realiza una hoja de inventario de todos los equipos encontrados en todas las operaciones de la planta. También se requiere hacer un sistema de códigos que facilite este mismo paso; asimismo, estos códigos tendrán que mencionar la ubicación, tipo y número de equipo (Ramos, 2017).

##### **C. Ordenes de trabajo**

Una orden de trabajo detalla las acciones por cada actividad de cumplimiento. Tiene como finalidad brindar las especificaciones de cada actividad en el PMP; a su vez, estas mismas deben mencionar el código del equipo, la posición de este, tipo de técnico solicitado para la intervención, especificaciones de las actividades, componentes que serán reemplazados, herramientas requeridas y

los lineamientos de seguridad que debe seguir la máquina (Ramos, 2017).

#### **D. Plan de mantenimiento**

Este plan es una lista donde se fijan las actividades de mantenimiento en periodos de tiempo determinados. Al momento de ejecutar dichas actividades se debe efectuar con mucho orden el objetivo de equilibrar la carga de trabajo con el cumplimiento de la producción. Es necesario un control para apreciar algún cambio en el PMP. Por otro lado, el Ingeniero de Mantenimiento Preventivo tiene que establecer que un PMP se toma su tiempo y que no se alcanzan los resultados de un día para otro; pero al cabo de pocos meses se ven los resultados del plan implementado (Ramos, 2017).

#### **2.2.3.3.4. Ventajas de implementar un plan de mantenimiento preventivo**

Entre la importancia de realizar mantenimientos preventivos destacan los siguientes (Serneguet, 2018):

- Minimice las acciones correctivas tanto como sea posible. Intervenir en el mantenimiento antes de que ocurra una falla y planificar las tareas y los recursos necesarios.
- Disminuir los costos de la intervención y reparación.
- Incrementar la operatividad de máquinas, aumentando así la capacidad de producción y lograr una mayor rentabilidad.
- Extiende la vida útil de los equipos para que funcionen correctamente el mayor tiempo posible sin tener que ser reemplazados por otros nuevos.
- Aumente la productividad de la máquina y el operador y evite el tiempo de inactividad.
- Reducir el riesgo de accidentes laborales por rotura de componentes.

#### **2.2.3.3.5. Mantenimiento predictivo**

Según Salazar (2019) este tipo de mantenimiento se ubica en un nivel superior con respecto a las dos mencionadas, ya que se realiza una fuerte inversión en tecnología que facilita entender el funcionamiento de los equipos o máquinas, a través de mediciones no destructivas. Además, las herramientas que se emplean para ese fin son muy sofisticadas, por eso los equipos o máquinas deben ser valiosos para la línea de producción para poder aplicar dicho mantenimiento.

##### **2.2.3.3.5.1. Beneficios de las técnicas de mantenimiento predictivo**

Según Redacción IMG (2020) con la aplicación de las técnicas de mantenimiento predictivo vistas anteriormente, se obtienen las siguientes ventajas:

- Aumento de la disponibilidad de la maquinaria.
- Mejoramiento de la fiabilidad global.
- Menos pérdidas de materia prima por paradas no planificadas.
- Reducción del índice de intervenciones/año de los equipos.
- Reducción del gasto en repuestos.
- Como consecuencia del punto anterior, se reduce la mano de obra.
- Reducción de accidentes y el aumento de seguridad.
- Menor costo de los seguros industriales.

#### **2.2.4. Planificación del mantenimiento**

Cansino y Lucero (2015) afirman “que el proceso de planificación del mantenimiento se debe seguir los siguientes pasos: implantar metas, establecer los recursos necesarios, establecer los periodos en los que se van a realizar los trabajos de mantenimiento, formular acciones de mantenimiento que admitan el uso de los capitales; realizar una debida planificación con el fin de llevar un registro de todos los capitales que se han utilizado” (pág. 21).



**Figura 8. Planificación y Programación de Mantenimiento Mecánico Industrial**

**Fuente:** Cansino y Lucero, 2015. Tesis de la Escuela Politécnica Nacional – Facultad Ingeniería Mecánica

#### 2.2.4.1. Organización de paradas

Según Gonzales (2016) “el análisis de equipos tiene una influencia decisiva en la organización de paradas. Las paradas son grandes revisiones que se realizaran a determinados equipos en una época muy determinada del año, coincidiendo en general con las vacaciones veraniegas invernales y para el resto del año, las empresas se dedican a los problemas que van apareciendo” (pág. 36).

- Los inconvenientes de la realización de estas paradas son varios:
- Se intentan muchas intervenciones en un período corto de tiempo.
- Hay muchos empleados inusuales en la planta que técnicamente no están preparados para estas intervenciones.
- Por tanto, la rentabilidad de los empleados es baja.
- La probabilidad de un accidente aumenta.

#### 2.2.4.2. La mejora continua del plan de mantenimiento

Como afirma Gonzales (2016) “a medida que se lleva a cabo el plan y se va realizando las distintas gamas de mantenimiento, se detectan mejoras que es posible introducir: tareas a las que hay que cambiar la frecuencia, tareas que resultan innecesarias y que no aportan ninguna mejoría en el estado de la instalación o en el costo del mantenimiento; tareas que se habían olvidado y que aparecen como necesarias. En otras ocasiones, es el mantenimiento correctivo el que genera modificaciones en el plan de mantenimiento: el análisis de determinadas averías añade nuevas tareas a realizar, para evitar que determinados fallos se repitan” (pág. 37).

#### 2.2.5. Métodos para la prevención de fallas

De acuerdo con Ramos (2017) la cuestión más crítica en el mantenimiento preventivo es: ¿Qué tareas deben efectuarse para imposibilitar una falla? A parte, si conocemos el mecanismo de la falla real del equipo, podemos elegir qué tareas son razonables para imposibilitar la falla y cuáles no son relevantes. Si la falla dominante se basa en el tiempo o si ocurre por el desgaste, en otras palabras, si la posibilidad de la falla se incrementa de manera regular con el tiempo, la edad o el uso, por consiguiente, las tareas de mantenimiento tienen que fundamentarse en el tiempo.

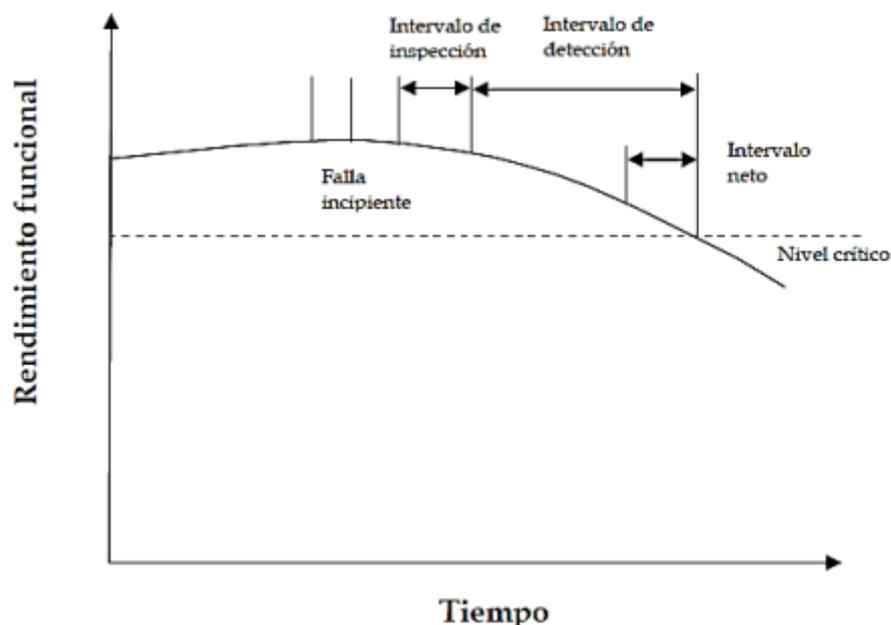


**Figura 9. Reparación basada en el tiempo.**

**Fuente:** Ramos, 2017. Trabajo de Tesis “Diseño de un Plan de Mantenimiento basado en la confiabilidad para motores Cummins en la Minera Antamina”

“Las tareas basadas en el tiempo se justifican si un restablecimiento o un reemplazo periódicos de componentes restablecen el equipo al estado en que pueda realizar las funciones para las que fue creado” (Ramos, 2017 pág. 23).

Ramos (2017) indica que, si la posibilidad de una falla es continua que no depende del tiempo, el uso o la edad, además hay un deterioro regular desde el inicio de la falla, por lo tanto, las actividades de mantenimiento pueden fundamentarse en estas circunstancias.



**Figura 10. Mantenimiento basado en las condiciones.**

**Fuente:** Ramos, 2017. Trabajo de Tesis “Diseño de un Plan de Mantenimiento basado en la confiabilidad para motores Cummins en la Minera Antamina”

El mantenimiento basado en las condiciones es técnicamente factible si es posible detectar condiciones o funcionamiento degradado, si existe un intervalo de inspección práctico, y si el intervalo de tiempo (desde la inspección hasta la falla funcional) es suficientemente grande para permitir acciones correctivas o reparaciones (Ramos, 2017 pág. 23).

### **2.2.5.1. Determinación del repuesto a partir del análisis de fallos**

Gonzales (2016) enfatiza que un estudio de fallas tiene sus efectos no solo en la realización de un PMP, sino además en el cálculo de stock de repuesto que se tiene que estar en la planta. Mediante el análisis de cada una de las fallas es vital para calcular la cantidad de stock, además este proceso trata de encontrar una armonía entre el costo financiero relacionado con el capital estático y la disponibilidad de los equipos que posee la planta (Gonzales, 2016 pág. 35).

### **2.2.5.2. Descripciones de la falla**

Gonzales (2016) afirma que para la descripción de un desperfecto se emplea todas las experiencias y competencias derivados de los estudios, mantenimiento, métodos, calidad y fabricación. Es un método inductivo y cualitativo que proporciona pasar una revisión al conjunto de los órganos de un sistema o instalación, definiendo:

- Los tipos de fallos reales o potenciales.
- Causas posibles.
- Consecuencias.
- Medios para evitar sus consecuencias

Gonzales (2016) señala que su propósito es identificar las causas de fallos aún no producidos, evaluando su criticidad. Esto logrará definir las fallas potenciales de forma preventiva, y poder saber qué tipo de mantenimiento y de repuestos a emplear.

### **2.2.6. Costos de mantenimiento**

Desde el punto de vista de la administración del mantenimiento, uno de los factores más importantes es el costo.

El mantenimiento involucra diferentes costos tales como:

#### **2.2.6.1. Costos directos**

Según Ramos (2017) se encuentran relacionado de forma directa con el rendimiento de la empresa y tienden a disminuir si los equipos se

mantienen de forma prolongada, para estos costos influyen el periodo de tiempo que se emplea el equipo y el mantenimiento que se requiere.

Estos costos son productos de las revisiones, inspecciones y de los controles que ejecutan en los equipos, y comprenden los siguientes:

- Costos de mano de obra directa
- Costos de materiales y repuestos
- Costos asociados directamente a la ejecución de trabajos: consumo de energía, alquileres de equipos, entre otros
- Costos de utilización de herramientas y equipos

#### **2.2.6.2. Costos indirectos**

Teniendo a cuenta a Ramos (2017) señala que estos no pueden relacionarse de forma directa a un trabajo en específico. Estos costos suelen ser: supervisión, servicios de taller, instalaciones, almacén, etc.

#### **2.2.6.3. Costos de tiempos perdidos**

Como señala Ramos (2017) aunque no están relacionados directamente con el mantenimiento, si están originados de alguna forma por este; tales como:

- Paros de producción
- Bala efectividad
- Desperdicios de material
- Mala calidad
- Entregas en tiempos no prefijados (demoras)
- Perdidas en ventas, etc.

Para ello, se debe contar con la colaboración del área de mantenimiento y producción, pues se debe recibir información de tiempos perdidos o paro de máquinas, necesidad de materiales, repuestos y mano de obra estipulados en las ordenes de trabajo, así como la producción perdida (Ramos, 2017 pág. 25).

### 2.2.7. Disponibilidad

Mesa et al. (2006) lo definen como la seguridad en que un equipo reparado cumpla su función de forma satisfactoria por un lapso. Además, se refiere al porcentaje de tiempo en que el equipo se encuentra preparado para operar de forma continua.

Rey Sacristán (2001, como se citó en Zavala 2018) señala que es el periodo en que un equipo se encuentra en funcionamiento durante un lapso, a su vez para calcular la disponibilidad se tiene que reconocer sus indicadores (fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad total).

Mora (2009) lo define como la probabilidad de que el equipo opere de forma exitosa en el instante que sea requerido bajo condiciones estables.

Según Castillo (2018) lo definió:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por paro}}{\text{Horas totales}} \quad (1)$$

#### 2.2.7.1. Tiempo Medio entre Fallos (MTBF)

Casas (2017) lo define como el tiempo medio en que es capaz de funcionar de manera óptima un equipo o sistema sin intermisiones por un lapso.

Zavala (2018) lo define como:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}} \quad (4)$$

#### 2.2.7.2. Tiempo Medio de Reparación (MTTR)

Casas (2017) menciona que es el tiempo medio en que un equipo o sistema es reparado. También, se comprende que horas de fallos es el tiempo que comienza desde que el equipo se averió hasta que fue puesto en servicio nuevamente, esto quiere decir, el MTTR y las horas de fallos son similares.

$$MTTR = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de paro por avería}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}} \quad (5)$$

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Plan de mantenimiento**

Conjunto de tareas de mantenimiento necesarias, elaboradas con la finalidad de atender una instalación o equipos (Murillo, 2017 pág. 24).

### **2.3.2. Gestión de mantenimiento**

Actividades que determinan el mantenimiento, estrategias y responsabilidades que se realizan por medio de la planificación del mantenimiento (Murillo, 2017 pág. 24).

### **2.3.3. Mantenimiento preventivo**

Destinado a la conservación de equipos mediante la revisión y reparación que garanticen su funcionamiento (Murillo, 2017 pág. 24).

### **2.3.4. Mantenimiento correctivo**

Aquel que corrige los defectos observados en los equipos, la forma más básica de mantenimiento (Murillo, 2017 pág. 24).

### **2.3.5. Mantenimiento predictivo**

Serie de acciones y técnicas que se toman para detectar posibles fallas y defectos en su etapa inicial para evitar que se tornen más grandes (Murillo, 2017 pág. 24).

### **2.3.6. Disponibilidad**

De acuerdo con Melo et al. (2009) la disponibilidad se basa en la distribución de fallas y de tiempo de reparación. Asimismo, puede emplearse como un parámetro para el diseño.

### **III.HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1.Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

La implementación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera.

##### **3.1.2. Hipótesis específicas**

- El plan de mantenimiento preventivo disminuye el MTTR de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera.
- El plan de mantenimiento preventivo aumenta el MTBF de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera.
- El plan de mantenimiento preventivo reduce las horas de servicio de mantenimiento tercerizadas.

#### **3.2.Definición conceptual de variables**

##### **3.2.1. Plan de mantenimiento preventivo**

Para Gonzales (2016) es aquel que se efectúa en forma regular con el fin de eludir desperfectos en los equipos o máquinas. Además, es un manual de inducción que les proporciona a sus nuevos empleados de una empresa ejecutar sus labores.

##### **3.2.2. Disponibilidad**

Mesa et al. (2006) lo definen como la seguridad en que un equipo reparado cumpla su función de forma satisfactoria por un lapso. Además, se refiere al porcentaje de tiempo en que el equipo se encuentra preparado para operar de forma continua.

### 3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO Y TÉCNICA
<b>Plan de Mantenimiento Preventivo</b>	Diagnóstico	Ficha Técnica de Mantenimiento de los equipos hidráulicos	MÉTODO Inductivo Cuantitativo
		Historial de Fallas	
		Reportes de las ordenes de trabajos de mantenimiento anteriores	
		Diagrama Causa – Efecto	
	Planificar	Matriz de Criticidad	TÉCNICA
		Programa de mantenimiento preventivo (Diagrama Gantt)	Observación
	Evaluación y control	Actividades reales	Recopilación Documental
		Actividades programadas	
	Costos	Costos del mantenimiento correctivo	
		Costos del mantenimiento preventivo	
<b>Disponibilidad</b>	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	MTBF = (Tiempo disponible de operación) / (número de fallas)	MÉTODO Cuantitativo
	Tiempo medio para reparar (MTTR)	MTTR = (Horas de para o de reparación) / (número de fallas)	TÉCNICA Documental

**Fuente:** Elaboración propia. Cuadro propuesto para desarrollar el Plan de Mantenimiento.

## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1. Tipo y diseño de investigación**

El tipo de investigación es de forma Aplicada.

Según Cabezas et al. (2018) las generaciones de nuevos conocimientos pueden tener un uso inmediato en la resolución de un problema en específico.

Por otro lado, el diseño es pre – experimental con carácter Longitudinal.

Teniendo en cuenta a Hernández et al. (2014) este tipo de diseño cuenta con un solo grupo, donde su control es el mínimo. Por lo común, es provechoso como una aproximación al problema de estudio en la realidad.

Como expresa Cabezas et al. (2018) el estudio longitudinal se efectúa durante distintas etapas del estudio, esto se da con el objetivo de comparar la data obtenida durante la investigación, con la población o muestra.

### **4.2. Método de investigación**

El método de investigación del presente trabajo es la Inductiva. Como afirman Hernández et al. (2014) es un proceso que se basa en describir, explorar y producir perspectivas teóricas. Es decir, van de lo particular a lo general.

### **4.3. Población y muestra**

En referencia al concepto de población, el estudio de Arias (2012) define a la población o universo como el agregado finito o infinito de elementos que presenta particularidades similares, de los cuales serán extensivas las conclusiones del estudio. Es así que la población fue conformada por diez (10) equipos hidráulicos que constituyen el sistema hidráulico de una embarcación pesquera de 420 - 450TN como se ve en la tabla 2.

Con respecto a la muestra, fue la misma que la población, y para ello, se empleó el método de muestreo no probabilístico intencional, porque la elección de los sujetos no depende de la probabilidad, sino de las características del estudio y del criterio del investigador en base a la necesidad directamente observada.

**Tabla 2. Listado de Equipos hidráulicos por Embarcación.**

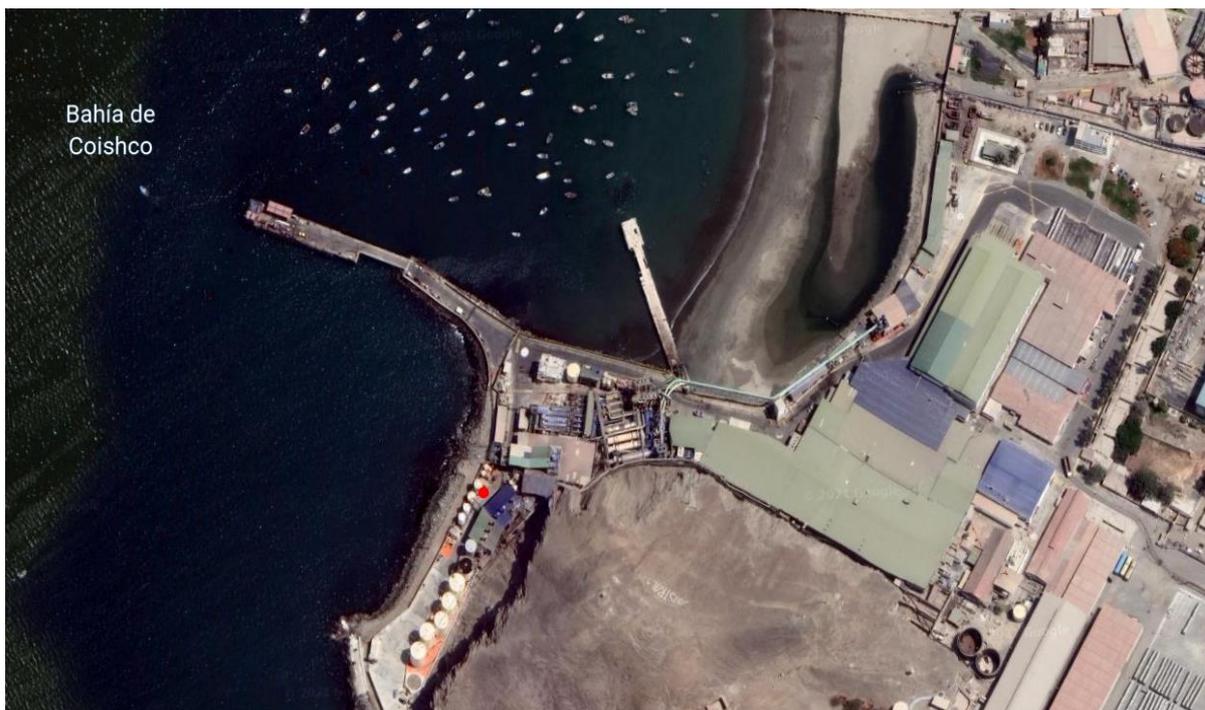
Familia de embarcación	Subsistemas hidráulicos	Equipos hidráulicos
420-450TN Anchoveteras	Equipo de fondeo	Winche de ancla
420-450TN Anchoveteras	Equipos de pesca	Consola de mando hidráulico
420-450TN Anchoveteras	Equipos de pesca	Ordenador de red
420-450TN Anchoveteras	Equipos de pesca	Winche de corte
420-450TN Anchoveteras	Equipos de pesca	Winche de amantillo para pluma principal
420-450TN Anchoveteras	Equipos de pesca	Halador de red
420-450TN Anchoveteras	Equipos de pesca	Absorbente de pesca
420-450TN Anchoveteras	Equipos de pesca	Winche de pesca
420-450TN Anchoveteras	Equipos de pesca	Winche de levante para absorbente
420-450TN Anchoveteras	Sistema hidráulico gobierno	Unidad hidráulica de gobierno

**Fuente:** Elaboración propia. Equipos principales para el proceso de extracción de pesca.

#### **4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado**

Esta investigación se llevó a cabo en la oficina administrativa de San Isidro durante el lapso de tres meses junio – agosto del año 2021.

La flota de la empresa pesquera está ubicada en Coishco, Ancash – Perú



**Figura 11. Planta Coishco, Ancash – Austral Group.**

**Fuente:** Página web Google Earth (Fecha 29-08-2021)

#### **4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

De acuerdo con Arias (2012) la técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, utilizaremos las siguientes técnicas de recolección de información, siendo estos la observación y el análisis documental.

- Por medio de la observación se podrá saber el estado actual de los equipos hidráulicos y de su funcionamiento. Esto permitió conocer e identificar cada una de las actividades que se efectúan en cada embarcación pesquera y qué tipo de mantenimiento efectúa la empresa, cuando surja algún tipo de falla mecánica durante la jornada laboral.
- A través del análisis documental, se logrará recopilar las fichas técnicas de los equipos hidráulicos, manuales y catálogos suministrados por los proveedores. Asimismo, la revisión de textos de consultas, artículos de investigación e informes publicados, servirán para la elaboración del marco teórico. Esto va de la mano con la revisión de planes de mantenimiento

realizado a equipos hidráulicos similares con el propósito de complementar la investigación y poder sustentarlo teóricamente la propuesta.

Citando a Arias (2012) un instrumento de recopilación de información es algún formato, recurso o dispositivo (en papel o digital), que se emplea para obtener, almacenar o registrar datos, durante la elaboración del estudio.

Los instrumentos que se emplearan en esta tesis son las fichas de registros, bibliográficas y guías de observación.

#### **4.6. Análisis y procesamiento de datos**

El área de mantenimiento de la empresa pesquera está a cargo de la gerencia de flota como se puede ver en el anexo 2.

Junto con personal del área se elaboró un cuadro de criticidad de los equipos como se puede ver en los anexos 3 y 9.

Posterior a ello se elaboró un diagrama de Ishikawa (anexo 4) donde se muestran las principales causas de las fallas y un diagrama de Pareto (anexos 5 y 6)

Seguido se realizó un registro de fallas imprevistas de las partes de los equipos (anexo 7). Después se elaboró un cuadro con el listado de órdenes de servicios de todos los equipos desde el año 2015 hasta el año 2021 (anexo 8).

Luego se realizó una hoja formato de evaluación de criticidad como se puede ver en el anexo 10, utilizando los criterios establecidos en el anexo 9.

El siguiente paso fue elaborar tablas con listado de actividades preventivas de todos los equipos hidráulicos con apoyo de los ingenieros de la empresa como se puede ver el anexo 12 y con ayuda del ERP SAP donde están cargadas los informes de servicio y cotizaciones con la descripción detallada de actividades realizadas por los proveedores especializados, seleccionando en el sistema el equipo, el tipo de servicio y los meses de operación como se pueden ver en los anexos 13, 14 y 15.

Posterior a ello se elaboraron hojas de ruta de los equipos como se puede ver en el anexo 16.

Seguidamente se coordinó con el personal a cargo ingresar en el sistema, mediante códigos la lista de equipos como se puede ver en los anexos 17, 18 y 19.

Luego se elaboró una nueva hoja de ruta con los códigos creados en el sistema y su descripción como se puede ver en el anexo 20.

Se calcularon los indicadores MTTR, MTBF con las fórmulas de los anexos 21, 23 y 25 y los resultados obtenidos antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo se muestran en los anexos 24, 26, 27, 28 y 29.

Asimismo, se calculó las horas de servicio tercerizadas y se compararon en los años 2020 y 2021, antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo como se muestra en el anexo 30.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados Descriptivos

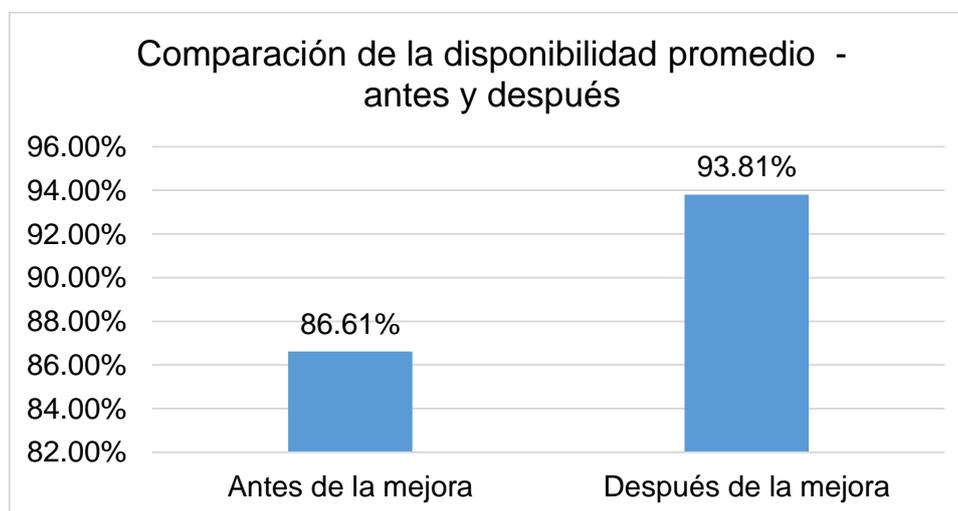
#### 5.1.1. Indicadores de mantenimiento

Se realizó el cálculo de la disponibilidad en base a la implementación del PMP a los 10 equipos hidráulicos para una flota pesquera durante los meses de enero a junio del 2021 (6 meses), y a su vez se efectuó una comparación con los datos obtenidos de los 6 meses (julio - diciembre del 2020) antes de la aplicación del programa. A partir de esta contraposición se obtuvo resultados favorables, que serán detallado a continuación.

**Tabla 3. Análisis estadístico de la disponibilidad de los equipos hidráulicos.**

Estadístico		
Disponibilidad antes de la mejora	Media	86.61%
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	4.74%
Disponibilidad después de la mejora	Media	93.81%
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	1.66%

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 12. Comparación de la disponibilidad promedio - antes y después**

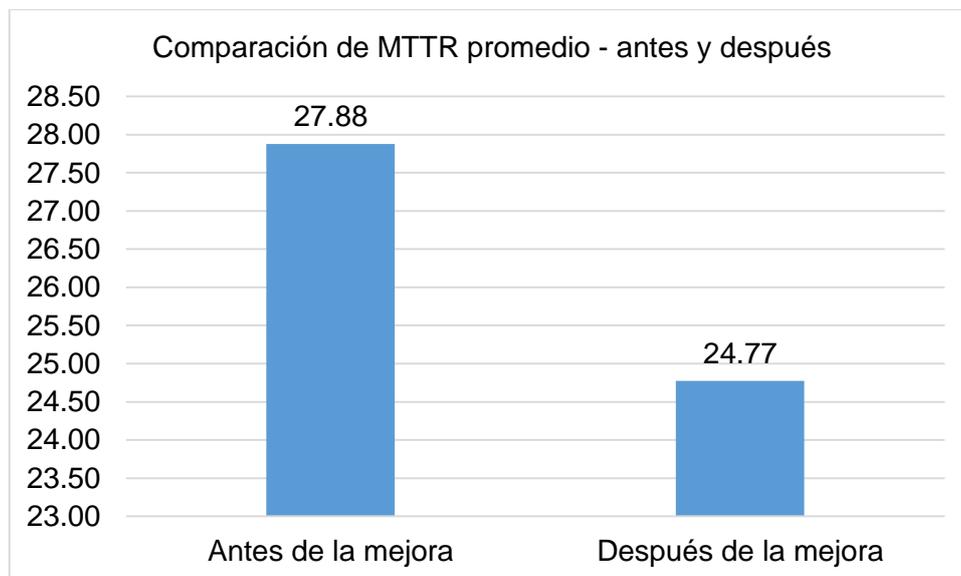
**Fuente:** Elaboración propia.

En la Fig. 13, se puede evidenciar que la disponibilidad promedio en el periodo 2020 fue de 86.61%, pero con la implementación de los nuevos planes de mantenimiento preventivo y sus respectivos controles, en el periodo 2021 se obtuvo en promedio 93.81%, es decir hay un aumento significativo de un 7.2% en comparación al periodo anterior.

**Tabla 4. Análisis estadístico del MTTR de los equipos hidráulicos.**

Estadístico		
MTTR antes de la mejora	Media	27.88
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	13.54
MTTR después de la mejora	Media	24.77
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	11.92

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 13. Comparación de MTTR promedio - antes y después**

**Fuente:** Elaboración propia.

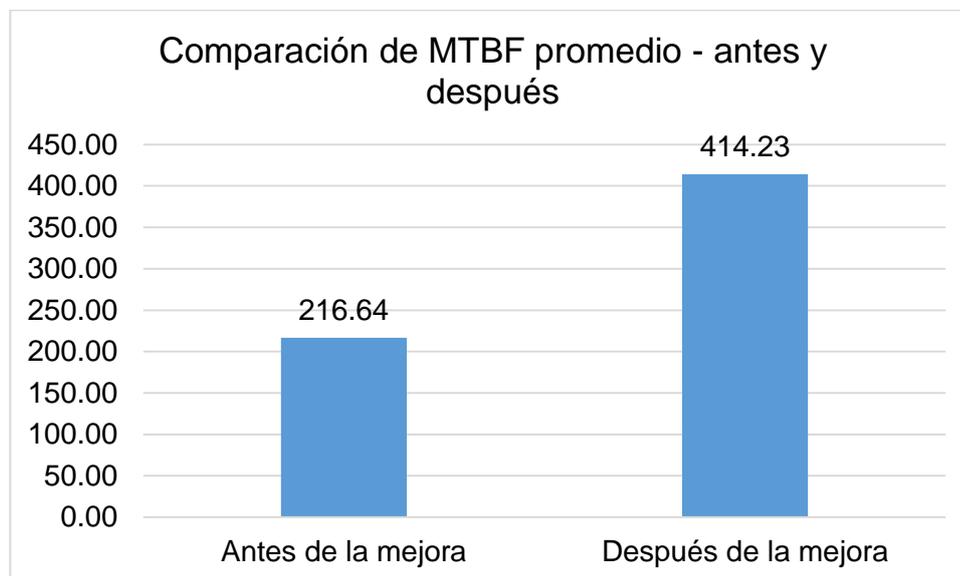
En la Fig. 14, se puede evidenciar que el MTTR promedio en el periodo 2020 fue de 27.88 horas, por el cual hace referencia a las horas destinadas a la reparación de fallas, pero con la implementación de los nuevos planes de mantenimiento y sus respectivos controles, en el periodo 2021 se llegó a

obtener en promedio 24.77 horas, es decir hay una disminución de 3.11 horas, que representa el 11.15% del MTTR anterior.

**Tabla 5. Análisis estadístico del MTBF de los equipos hidráulicos**

Estadístico		
MTBF antes de la mejora	Media	216.64
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	134.65
MTBF después de la mejora	Media	414.23
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	220.90

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 14. Comparación de MTBF promedio - antes y después**

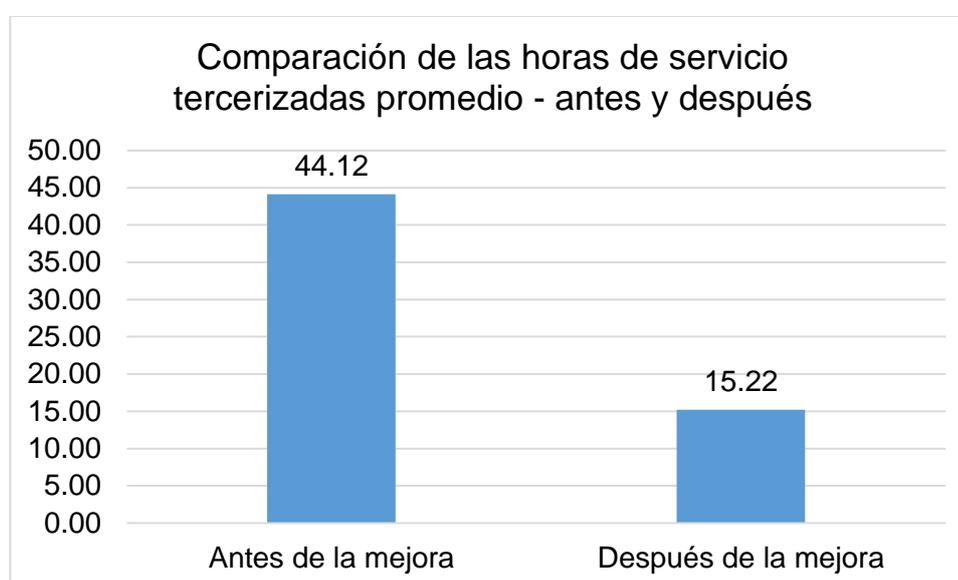
**Fuente:** Elaboración propia.

En la Fig. 15, se puede evidenciar que el MTBF promedio en el periodo 2020 fue de 216.64, en otras palabras, ocurre una falla cada 216.64 horas, pero con la implementación de los nuevos planes de mantenimiento y sus respectivos controles se logró minimizar las fallas en el periodo 2021, esto significa que cada intervención se realiza cada 414.23 horas, es decir hubo un aumento significativo de 197.59 horas, en otras palabras, se incrementó en un 191%.

**Tabla 6. Análisis estadístico de las horas de servicio tercerizadas.**

Estadístico		
Horas de servicio tercerizadas antes de la mejora	Media	44.12
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	115.70
Horas de servicio tercerizadas después de la mejora	Media	15.22
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	55.11

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 15. Comparación de las horas de servicio tercerizadas promedio - antes y después.**

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Fig. 35, se puede evidenciar que las horas de servicio tercerizadas promedio en el periodo 2020 fue de 44.12, pero con la implementación de los nuevos planes de mantenimiento y sus respectivos controles se logró minimizar las horas en el periodo 2021, el cual se obtuvo un valor de 15.22, es decir hubo una disminución significativa de 28.9 horas, en otras palabras, se redujo en un 65.50%.

## 5.2. Resultados inferenciales

Resultados estadística inferencial

### Hipótesis general

Ho: El plan de mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera.

H1: El plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera.

**Nivel de significancia:**  $\alpha = 0.05$ .

**Regla de decisión:** Sí  $p \leq 0.05$  se rechaza Ho.

**Tabla 7. Análisis estadístico para la hipótesis general.**

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
	Media	Desviación estándar	n	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior			
Disponibilidad antes de la mejora	-								
Par 1 - Disponibilidad después de la mejora	7,1950	3,22872		1,02101	-9,50469	-4,88531	7,047	9	,000

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 7, se observa un valor de t de -7.047,  $gl = 9$  grados de libertad y un nivel de significancia de 0.000, siendo menor al 0.05, por lo tanto, el plan de mantenimiento preventivo mejorará la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021. Asimismo, por regla de decisión ( $p \leq 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula.

### Hipótesis específica 1

Ho: El plan de mantenimiento preventivo no disminuye el MTTR de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera.

H1: El plan de mantenimiento preventivo disminuye el MTTR de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera.

**Nivel de significancia:**  $\alpha = 0.05$ .

**Regla de decisión:** Sí  $p \leq 0.05$  se rechaza  $H_0$ .

**Tabla 8. Análisis estadístico para la hipótesis específica 1.**

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
				Inferior	Superior				
1	antes de la mejora - MTTR después de la mejora	3,1020 0	2,32753	,73603	1,43699	4,76701	4,215	9	,002

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 8, se observa un valor de t de 4.215,  $gl = 9$  grados de libertad y un nivel de significancia de 0.002, siendo menor al 0.05, por lo tanto, el plan de mantenimiento preventivo podrá disminuir el MTTR de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021. Asimismo, por regla de decisión ( $p \leq 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula.

### **Hipótesis específica 2**

$H_0$ : El plan de mantenimiento preventivo no aumenta el MTBF de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021.

H1: El plan de mantenimiento preventivo aumenta el MTBF de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021.

**Nivel de significancia:**  $\alpha = 0.05$ .

**Regla de decisión:** Sí  $p \leq 0.05$  se rechaza  $H_0$ .

**Tabla 9. Análisis estadístico para la hipótesis específica 2.**

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
ar 1	MTBF antes de la mejora - MTBF después de la mejora	- 197,5900 0	99,68019	31,52164	-268,89691	-126,28309	-6,268	9	,000

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 9, se observa un valor de t de -6.268, gl = 9 grados de libertad y un nivel de significancia de 0.000, siendo menor al 0.05, por lo tanto, el plan de mantenimiento preventivo podrá aumentar el MTBF de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021. Asimismo, por regla de decisión ( $p \leq 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula.

### Hipótesis específica 3

Ho: El plan de mantenimiento preventivo no reduce las horas de servicio tercerizadas.

H1: El plan de mantenimiento preventivo reduce las horas de servicio tercerizadas.

**Nivel de significancia:**  $\alpha = 0.05$ .

**Regla de decisión:** Sí  $p \leq 0.05$  se rechaza Ho.

**Tabla 10. Análisis estadístico para la hipótesis específica 3.**

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
ir 1	Horas de servicio tercerizadas antes de la mejora -	28,82	132,4185	17,85531	-6,97682	64,61864	1,614	54	,004
	Horas de servicio tercerizadas después de la mejora	091	0						

De acuerdo con la tabla 10, se observa un valor de t de -6.268, gl = 9 grados de libertad y un nivel de significancia de 0.004, siendo menor al 0.05, por lo tanto, el plan de mantenimiento preventivo podrá reducir las horas de servicio tercerizadas. Asimismo, por regla de decisión ( $p \leq 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula.

### 5.3. Otro tipo de resultados estadísticos de acuerdo con la naturaleza del problema y la Hipótesis

#### 5.3.1. Análisis económico – financiero

De acuerdo con la información proporcionada por la empresa pesquera acerca de los costos operativos por equipo hidráulico, se obtuvo la siguiente información:

### 5.3.1.1. Costos operativos antes del plan de mantenimiento preventivo

**Tabla 11. Costo por cada intervención en un correctivo no programado.**

<b>Costo por cada intervención en un correctivo no programado</b>						
Equipos hidráulicos	Costo de hora por máquina	Costo de transporte de personal	Costo de la hora del técnico	Costo por insumo	Costo por multa	Costo total de la intervención
Winche de ancla	S/ 300	S/ 100	S/ 160	S/ 500	S/ 3,000	S/ 4,060
Consola de mando hidráulico	S/ 400	S/ 100	S/ 170	S/ 400	S/ 3,000	S/ 4,070
Ordenador de red	S/ 300	S/ 100	S/ 160	S/ 500	S/ 3,000	S/ 4,060
Winche de corte	S/ 500	S/ 100	S/ 180	S/ 500	S/ 3,000	S/ 4,280
Winche de amantillo para pluma principal	S/ 200	S/ 100	S/ 150	S/ 300	S/ 3,000	S/ 3,750
Halador de red	S/ 400	S/ 100	S/ 170	S/ 300	S/ 3,000	S/ 3,970
Absorbente de pesca	S/ 300	S/ 100	S/ 160	S/ 500	S/ 3,000	S/ 4,060
Winche de pesca	S/ 400	S/ 100	S/ 170	S/ 400	S/ 3,000	S/ 4,070
Winche de levante para absorbente	S/ 200	S/ 100	S/ 150	S/ 500	S/ 3,000	S/ 3,950
Unidad hidráulica de gobierno	S/ 300	S/ 100	S/ 160	S/ 300	S/ 3,000	S/ 3,860
<b>Costo total</b>						<b>S/ 40,130</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 11 no es recomendable realizar un mantenimiento no programado porque el costo es alto respecto a un mantenimiento preventivo como se puede ver en la siguiente tabla 12.

### 5.3.1.2. Costos operativos después del plan de mantenimiento preventivo

**Tabla 12. Costo por cada intervención en un correctivo no programado.**

Costo por cada intervención en un correctivo no programado						
Equipos hidráulicos	Costo de hora por máquina	Costo de transporte de personal	Costo de la hora del técnico	Costo por insumo	Costo por multa	Costo total de la intervención
Winche de ancla	S/ 300	S/ 100	S/ 60	S/ 420	S/ 0	S/ 880
Consola de mando hidráulico	S/ 400	S/ 100	S/ 70	S/ 350	S/ 0	S/ 920
Ordenador de red	S/ 300	S/ 100	S/ 60	S/ 450	S/ 0	S/ 910
Winche de corte	S/ 500	S/ 100	S/ 80	S/ 420	S/ 0	S/ 1,100
Winche de amantillo para pluma principal	S/ 200	S/ 100	S/ 50	S/ 250	S/ 0	S/ 600
ador de red	S/ 400	S/ 100	S/ 70	S/ 240	S/ 0	S/ 810
Absorbente de pesca	S/ 300	S/ 100	S/ 60	S/ 410	S/ 0	S/ 870
Winche de pesca	S/ 400	S/ 100	S/ 70	S/ 350	S/ 0	S/ 920
Winche de levante para absorbente	S/ 200	S/ 100	S/ 50	S/ 410	S/ 0	S/ 760
hidráulica de gobierno	S/ 300	S/ 100	S/ 60	S/ 220	S/ 0	S/ 680
Costo total						S/ 8,450

Fuente: Elaboración propia.

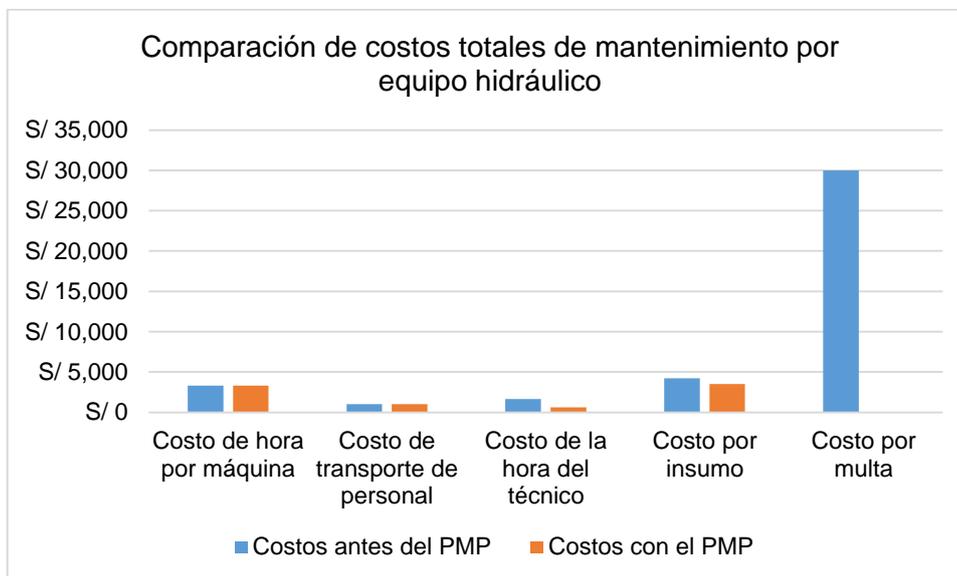
### 5.3.1.3. Comparación de resultados de los costos de mantenimiento totales

**Tabla 13. Comparación de resultados de los costos de mantenimiento por máquina portuaria.**

Descripción	Costo Total	Costo Total Con
	Antes Del PMP	EI PMP
Costo de hora por máquina	S/ 3,300	S/ 3,300
Costo de transporte de personal	S/ 1,000	S/ 1,000
Costo de la hora del técnico	S/ 1,630	S/ 630

Costo por insumo	S/ 4,200	S/ 3,520
Costo por multa	S/ 30,000	S/ 0
<b>Costo total de la intervención</b>	<b>S/ 40,130</b>	<b>S/ 8,450</b>

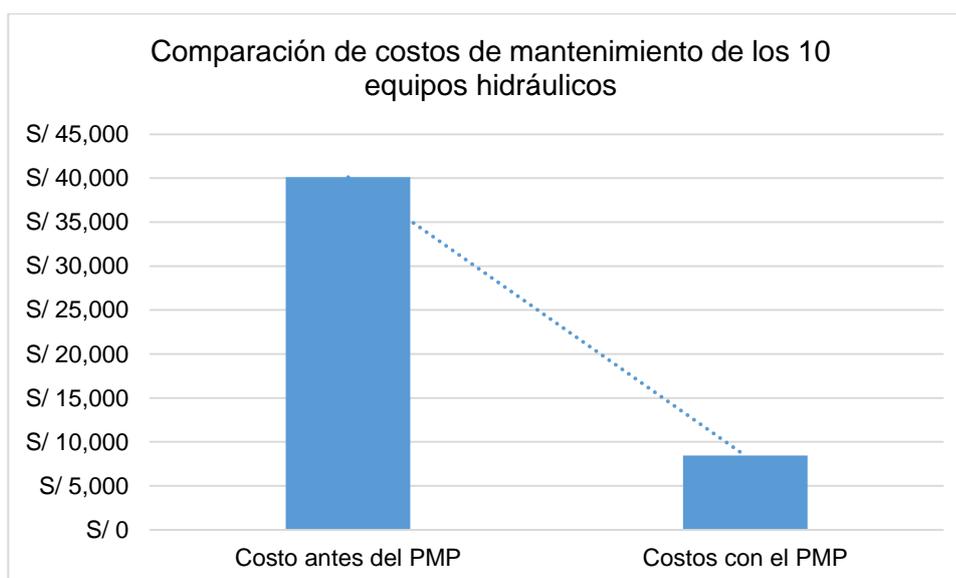
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 16. Comparación de costos totales de mantenimiento por equipo hidráulico.**

**Fuente:** Elaboración propia.

Se aprecia en la Fig. 18, con la implementación del PMP, se eliminaron los costos por multa, asimismo, se disminuyó el costo de la hora del técnico en un 61.34% y el costo por insumo en un 16.19%.



**Figura 17. Comparación de costos de mantenimiento de los 10 equipos hidráulicos.**

**Fuente:** Elaboración propia.

De la Fig. 29, se comprueba que los costos de mantenimiento por los 10 equipos hidráulicos disminuyen de S/. 40,130 a S/. 8,450 ahorrando de esta manera S/. 31,680; es decir el 78% de los costos iniciales.

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.

Con respecto al objetivo general, se alcanzó que la disponibilidad promedio en el periodo 2020 fue de 86.61%, pero con la implementación de los nuevos planes de mantenimiento preventivo y sus respectivos controles, en el periodo 2021 se obtuvo en promedio 93.81%, es decir hay un aumento significativo de un 7.2% en comparación al periodo anterior. Estos resultados tienen correspondencia con el trabajo de Rojas (2020), ya que por medio de un PMP logró incrementar la disponibilidad promedio de 84.27% que fue medido durante todo el 2018 a 97.81% en el periodo de enero a octubre del 2019, es decir aumento en un 13.54%. Siendo esta mejoría mayor a lo alcanzado en este trabajo. Por lo que, este antecedente demuestra que existe una investigación relacionada al resultado obtenido en este informe.

En cuanto al objetivo específico 1, se obtuvo que el MTTR promedio en el periodo 2020 fue de 27.88 horas, por el cual hace referencia a las horas destinadas a la reparación de fallas, pero con la implementación de los nuevos planes de mantenimiento y sus respectivos controles, en el periodo 2021 se llegó a obtener en promedio 24.77 horas, es decir hay una disminución significativa de 3.11 horas, que representa el 11.15% del MTTR anterior. Estos resultados tienen correspondencia con el trabajo de Rojas (2020), ya que por medio de un PMP logró disminuir el MTTR promedio de 21.1 horas, calculado en el periodo 2018 a 4.16 horas en el lapso entre enero a octubre del 2019, en otras palabras, disminuyó en un 16.94 horas. Siendo esta mejoría mayor a lo alcanzado en este trabajo. Por lo que, este antecedente demuestra que existe una investigación relacionada al resultado obtenido en este informe.

En relación con el objetivo específico 2, se consiguió que el MTBF promedio en el periodo 2020 fue de 216.64, en otras palabras, ocurre una falla cada 216.64 horas, pero con la implementación de los nuevos planes de mantenimiento y sus respectivos controles permitió minimizar las fallas en el periodo 2021, esto significa que cada intervención se realiza cada 414.23 horas, es decir hubo un aumento significativo de 197.59 horas, en otras palabras, se incrementó en un

191%. Estos resultados tienen correspondencia con el trabajo de Rojas (2020), ya que por medio de un PMP logró incrementar el MTBF promedio de 42 horas a 199.8 horas, calculado en el periodo enero – octubre del 2019, esto quiere decir que pudo disminuir las presencias de fallas en la nueva planta de chancado, ya que la intervención para efectuar algún tipo de mantenimiento a las maquinas se daban cada 199.8 horas. Asimismo, el incremento alcanzado fue de 157.8 horas, siendo este valor menor a lo obtenido en el presente trabajo. Por lo que, este antecedente demuestra que existe una investigación relacionada al resultado obtenido en este informe.

Finalmente, en referencia al objetivo específico 3, se determinó que las horas de servicio tercerizadas promedio en el periodo 2020 fue de 44.12, pero con la implementación de los nuevos planes de mantenimiento y sus respectivos controles permitió minimizar las horas en el periodo 2021, el cual se obtuvo un valor de 15.22, es decir hubo una disminución significativa de 28.9 horas, en otras palabras, se redujo en un 65.50%. Estos resultados tienen correspondencia con el trabajo de Porras (2017), ya que logró reducir las paradas imprevistas en la zona de prensado, obteniendo que la cantidad de horas perdidas de los equipos disminuya, y por ende no requiera de una empresa tercera para la prestación de servicios en mantenimiento. Por lo que, este antecedente demuestra que existe una investigación relacionada al resultado obtenido en este informe.

## **6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares**

En base a los resultados obtenidos de la investigación se implementó un plan de mantenimiento preventivo para los equipos hidráulicos en la flota de una embarcación pesquera.

De acuerdo con el trabajo de Cabrera et al. (2019) un menor número de mantenimientos de equipos críticos significa una mejor administración de los recursos de la empresa y por lo tanto una mejor disponibilidad. Esto concuerda con el objetivo general de investigación.

De acuerdo con el trabajo de Alavedra et al. (2016) un crecimiento del MTTR y disminución del MTBF (indicadores que afectan directamente al mantenimiento

preventivo) significa que la confiabilidad y disponibilidad no son buenas para el cliente.

En este trabajo de investigación se obtuvo lo contrario, una disminución del MTTR y un aumento en el MTBF; esto quiere decir que la implementación del plan de mantenimiento preventivo mejoró la disponibilidad de los equipos.

### **6.3. Responsabilidad ética**

Los bachilleres Brian Robert Chávez Castañeda y Jeancarlo Robles Céspedes autores del presente informe final de tesis titulado: “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS HIDRÁULICOS EN LA FLOTA DE UNA EMPRESA PESQUERA, LIMA 2021”, nos responsabilizamos por la información emitida en el informe final y está de acuerdo con las normas y reglamentos de la Universidad Nacional del Callao.

## **VII. CONCLUSIONES**

Después de la implementación del plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera.

1. Con los resultados de los análisis realizados se logró concluir que el plan de mantenimiento logró mejorar la disponibilidad de los equipos hidráulicos en 7.20% en el año 2021 con respecto al año 2020.
2. En base a los resultados obtenidos se logró disminuir el MTTR (tiempo medio de reparación) en 11.5% en el año 2021 con respecto al año 2020.
3. En base a los resultados obtenidos se logró incrementar el MTBF (tiempo medio entre averías) en 191% en el año 2021 con respecto al año 2020.
4. En base a los resultados obtenidos se logró disminuir las horas de servicio de mantenimiento tercerizadas en 65.50% en el 2021 con respecto al año 2020.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Para mejorar la disponibilidad de los equipos hidráulicos, en un mayor porcentaje, se recomienda a la empresa pesquera implementar un taller metalmecánico con personal técnico clave para fabricar y/o reparar repuestos menores críticos durante la veda.
2. Para mejorar los indicadores que miden la disponibilidad se recomienda a la empresa pesquera analizar la cantidad óptima de repuestos (gestión de stock), capacitación de personal e implementar mejora continua con miras a alcanzar gestión de la calidad.
3. Para disminuir el tiempo medio de reparación se recomienda a la empresa pesquera establecer alianzas estratégicas con los proveedores fabricantes de los equipos hidráulicos para contar con repuestos y personal destacado durante los periodos de pesca.
4. Para incrementar el tiempo medio entre averías se recomienda a la empresa pesquera solicitar visitas técnicas con los proveedores para inspección de los equipos antes del inicio de la pesca para identificar posibles equipos críticos.
5. Para disminuir las horas tercerizadas de servicio de mantenimiento se recomienda a la empresa pesquera capacitar al personal técnico de la compañía con el apoyo de las empresas especialistas en los equipos, de preferencia a los fabricantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alavedra, C. [et al.].** Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Revista Ingeniería Industrial [en línea]. Núm. 2, enero-diciembre, 2016. [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337450992001.pdf>. ISSN: 1025-9929.
- Arias, F.** El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica [en línea]. Quinto edición. Caracas: Episteme, 2012 [fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/27298565\\_El\\_Proyecto\\_de\\_la\\_Invstigacion\\_Introduccion\\_a\\_la\\_Metodologia\\_Cientifica/link/572c131608aef7c7e2c6bbe3/download](https://www.researchgate.net/publication/27298565_El_Proyecto_de_la_Invstigacion_Introduccion_a_la_Metodologia_Cientifica/link/572c131608aef7c7e2c6bbe3/download). ISBN: 980-07-8529-9
- Cabezas, E., Naranjo, D y Torres, J.** El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Sangolquí: ESPE, 2018 [fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>. ISBN: 978-9942-765-44-4
- Cabrera, C, Ortiz, F y Cruz, F.** Un modelo de minimización de costos de mantenimiento de equipo médico mediante lógica difusa. Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época [en línea]. Vol. 14, núm. 3, julio-septiembre, 2019. [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmef/v14n3/2448-6795-rmef-14-03-379.pdf>. ISSN: 2448-6795.
- Cali: Salazar, B.,** ¿Qué es la Gestión del Mantenimiento? (4 de noviembre de 2019). [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/que-es-la-gestion-del-mantenimiento/>

- Cansino, E y Lucero, D.** Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la Fábrica Minerosa. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2015.170 pp. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10469/1/CD-6192.pdf>
- Casas, R.** Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos críticos de la empresa Terminales Portuarios Peruanos S.A.C. en el año 2017. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Privada del Norte, 2017. 78 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12420>
- Chuquimango, Y y Cotrina, C.** Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en la flota de excavadoras hidráulicas 336DL para reducir costos de reparación en la empresa Coansa del Perú Ingenieros S.A.C. Cajamarca 2017. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2017. 150 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12706?locale-attribute=en>
- COMEXPERÚ,** (13 de noviembre de 2020). [fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Exportaciones pesqueras caen un 22.4% en el período enero-setiembre de 2020. Recuperado de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-pesqueras-caen-un-224-en-el-periodo-enero-setiembre-de-2020>
- Dounce, E.** La productividad en el mantenimiento industrial [en línea]. 3a ed. México D.F: PATRIA, 2014. [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: [https://www.academia.edu/38584763/03\\_ED\\_DOUCEN\\_VILLANUEVA\\_EN\\_RIQUE\\_LA\\_PRODUCCTIVIDAD\\_EN\\_EL\\_MANTENIMIENTO\\_INDUSTRIAL\\_pdf](https://www.academia.edu/38584763/03_ED_DOUCEN_VILLANUEVA_EN_RIQUE_LA_PRODUCCTIVIDAD_EN_EL_MANTENIMIENTO_INDUSTRIAL_pdf). ISBN: 978-607-438-924-1
- FAO.** El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ca9229es/CA9229ES.pdf>

- García, O.** El Mantenimiento General. Boyacá: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2006. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1297/1/RED-70.pdf>
- Gonzales, J.** Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016. 102 pp. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/830>
- Hernández, R, Fernández, C y Baptista, P. Metodología de la investigación [en línea].** Sexta edición. México D.F: McGraw-Hill, 2014 [fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Herrera, M y Duany, Y.** Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. Ingeniería Industrial [en línea]. Vol. 37, núm. 1, enero-abril, 2016. [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360443665001>. ISSN: 0258-5960.
- Lima: Redacción IMG,** Técnicas de Mantenimiento Predictivo utilizadas en la industria. [Mensaje en un blog]. (19 de febrero de 2020). [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Recuperado de <https://www.revistaimg.com/tecnicas-de-mantenimiento-predictivo-utilizadas-en-la-industria/>
- Madrid: García, S., ¿SABES QUÉ ES RCM? [Mensaje en un blog].** (1 de enero de 2009). [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Recuperado de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>
- Melo, R, Lara, C y Jacobo, F.** Estimación de la confiabilidad-disponibilidad-mantenibilidad mediante una simulación tipo Monte Carlo de un sistema de compresión de gas amargo durante la etapa de ingeniería. Tecnología Ciencia Educación [en línea]. Vol. 24, núm. 2, julio-diciembre, 2009. [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/482/48213841002.pdf>. ISSN: 0186-6036

- Mesa, D, Ortiz, Y y Pinzón, M.** La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Scientia Et Technica [en línea]. Vol. 12, núm. 30, mayo, 2006 [fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84920491036.pdf>. ISSN: 0122-1701
- Mora, A.** Mantenimiento. Planeación, ejecución y control [en línea]. México D.F.: Alfaomega, 2009. [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: [https://www.academia.edu/37071909/Libro\\_Mantenimiento\\_Alberto\\_Mora\\_1ed\\_1\\_](https://www.academia.edu/37071909/Libro_Mantenimiento_Alberto_Mora_1ed_1_). ISBN: 978-958-682-769-0
- Murillo, I. 2017.** Propuesta de mejoras a los procesos de mantenimiento preventivo de equipos portuarios. Tesis (Título de Tecnólogo en Administración de Empresa). Guayaquil: Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología, 2017. 97 pp. Disponible en: <https://repositorio.itb.edu.ec/bitstream/123456789/154/1/PROYECTO%20D E%20GRADO%20DE%20MURILLO%20VELIZ.pdf>
- Osorio, R. 2016.** Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina SUPERDRILL H600 de la empresa MAQPOWER S.A.C. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016. 111 pp. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1657>
- Pérez, F. 2021.** Conceptos Generales en la Gestión del Mantenimiento Industrial [en línea]. Bucaramanga: USTA, 2021 [fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. ISBN: 978-958-8477-92-3
- Porras, A.** Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de la prensa hidráulica N° 01 de la empresa Cerámica Lima S.A.C. en la planta 03 de Punta Hermosa. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2017. 169 pp. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1118>

- Primero, D.** [et al.]. Manual para la Gestión del Mantenimiento Correctivo de Equipos Biomédicos en la Fundación Valle del Lili. Revista Ingeniería Biomédica [en línea]. Vol. 9, Núm. 18, julio-agosto, 2015. [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v9n18/v9n18a21.pdf>. ISSN: 1909-9762.
- PROM PERÚ.** Exportaciones Perú diciembre - 2020. Lima: Subdirección de Inteligencia y Prospectiva Comercial, 2020. Disponible en: [https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/Informe%20Mensual%20de%20Exportaciones%20Diciembre%202020\\_vF.pdf](https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/Informe%20Mensual%20de%20Exportaciones%20Diciembre%202020_vF.pdf)
- Querétaro: TECSA,** ¿Qué es el Mantenimiento Correctivo? [Mensaje en un blog]. (28 de setiembre de 2018). [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Recuperado de <https://www.tecsagro.com.mx/blog/mantenimiento-correctivo/>
- Ramos, Julio. 2017.** Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2017. 112 pp. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10142>
- Rojas, J.** Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de unidad minera en la Libertad, 2019. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2019. 84 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23695>
- Sanzol, L. 2010.** Implantación de plan de mantenimiento TPM en planta de cogeneración. Tesis (Título de Ingeniero Técnico Industrial Mecánico). Pamplona: Escuela Técnica Superior de Ingenieros, 2010. 107 pp. Disponible en: <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/2049>
- Serneguet, M., (20 de marzo de 2018)** . [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021].  
10 PASOS PARA CREAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.  
Recuperado de <https://www.datadec.es/blog/pasos-plan-mantenimiento-preventivo>

**Viscaíno, M.** [et al.]. Evaluación de la gestión del mantenimiento en hospitales del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de la zona 3 del Ecuador. Revista de Ciencia y Tecnología [en línea]. Núm. 22, mayo-junio, 2019. [Fecha de consulta: 21 de julio de 2021]. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-860X2019000200059](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-860X2019000200059). ISSN: 1390-860X.

**Zavala, M.** Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos médicos en ESSALUD - Virú 2018. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2018. 88 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26894>

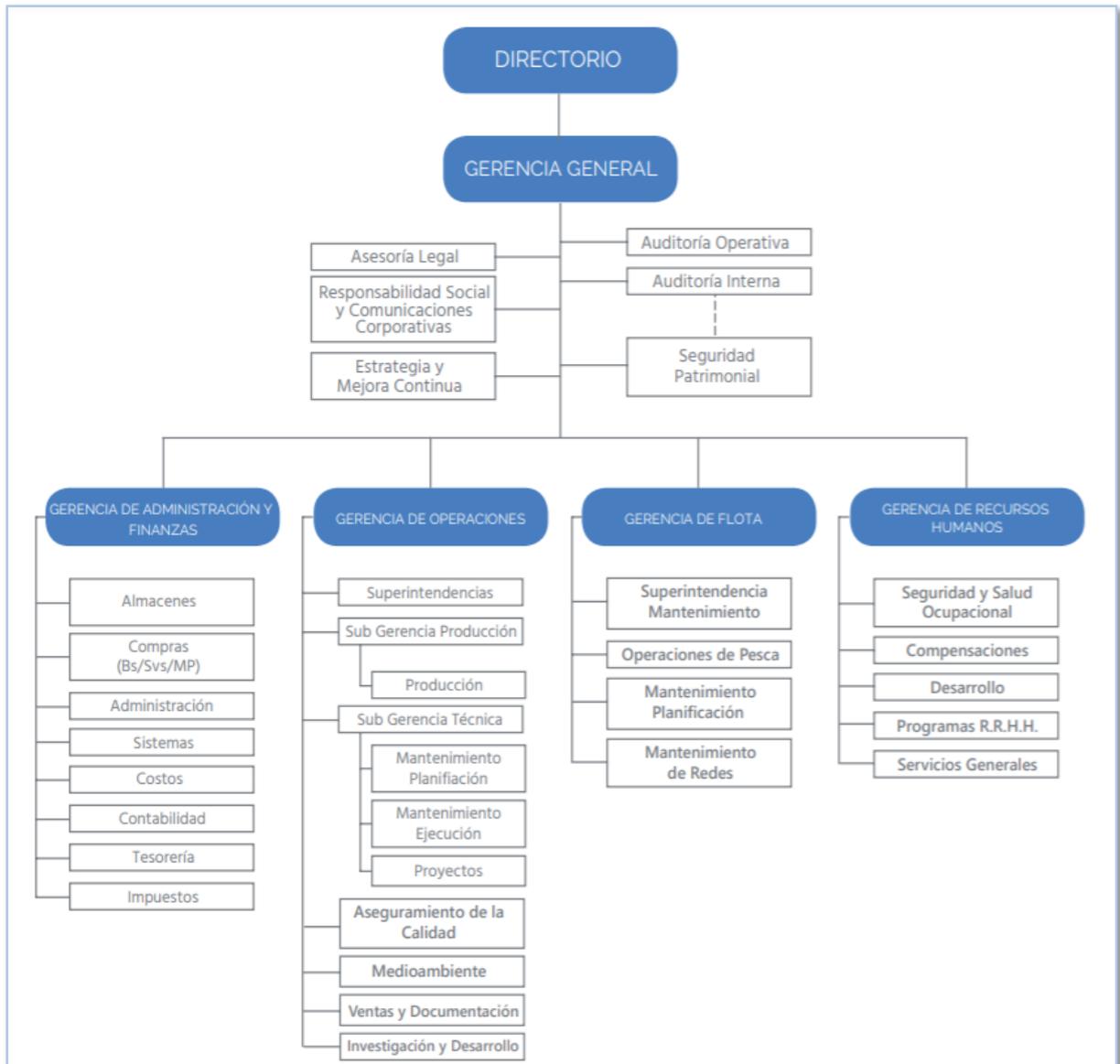
## ANEXOS

### ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables Dimensiones	Metodología
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿De qué manera se podrá implementar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Implementar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El plan de mantenimiento preventivo mejorará la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Variable Independiente</b></p> <p style="text-align: center;"><b>X: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b></p> <p style="text-align: center;">Dimensiones e indicadores</p> <p>X.1. Diagnóstico</p>	<p style="text-align: center;"><b>Método de investigación:</b> Inductivo</p> <p style="text-align: center;"><b>Enfoque de Investigación:</b> Cuantitativo</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p>
<b>Problema Específicos</b>	<b>Objetivo Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	<p>X.1.1. Ficha Técnica de Mantenimiento de los equipos hidráulicos</p> <p>X.1.2. Historial de Fallas</p> <p>X.1.3. Reportes de las ordenes de trabajos de mantenimiento anteriores.</p> <p>X.1.4. Diagrama Causa - Efecto</p> <p>X.1.5. Matriz de criticidad</p> <p>X.2. Planificar</p> <p>X.2.1. Programa de mantenimiento preventivo (Diagrama Gantt)</p> <p>X.3. Evaluación y control</p> <p>X.3.1. Actividades reales</p> <p>X.3.2. Actividades programadas</p> <p>X.4. Costos</p> <p>X.4.1. Costos del mantenimiento correctivo</p> <p>X.4.2. Costos del mantenimiento</p>	<p style="text-align: center;"><b>Nivel de investigación:</b> Explicativo</p> <p style="text-align: center;"><b>Diseño de la investigación:</b> Pre -experimental</p> <p style="text-align: center;"><b>Población:</b> La población está compuesta por los 10 equipos hidráulicos que conforman las cinco embarcaciones pesqueras de 400 TN.</p> <p style="text-align: center;"><b>Muestra:</b> Para esta investigación la muestra presenta el mismo tamaño de la población.</p> <p style="text-align: center;"><b>Técnicas de recolección de información:</b> Observación y Recopilación documental</p> <p style="text-align: center;"><b>Instrumentos para la recolección de información:</b> Check list (fichas de observación) y las fichas de registros de datos</p>
<p>¿De qué manera la implementación del plan de mantenimiento preventivo podrá disminuir el MTTR de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021?</p> <p>¿De qué manera la implementación del plan de mantenimiento preventivo podrá aumentar el MTBF de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021?</p> <p>¿De qué manera la implementación del plan de mantenimiento preventivo podrá reducir las horas de servicio tercerizadas?</p>	<p>Determinar como la implementación del plan de mantenimiento preventivo podrá disminuir el MTTR de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021.</p> <p>Determinar como la implementación del plan de mantenimiento preventivo podrá aumentar el MTBF de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021.</p> <p>Determinar si la implementación del plan de mantenimiento preventivo podrá reducir las horas de servicio tercerizadas.</p>	<p>El plan de mantenimiento preventivo disminuye el MTTR de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021.</p> <p>El plan de mantenimiento preventivo aumenta el MTBF de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021.</p> <p>El plan de mantenimiento preventivo reduce las horas de servicio tercerizadas.</p>		

			<p>preventivo</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p><b>Y= DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS HIDRÁULICOS</b></p> <p>Dimensiones e indicadores</p> <p>Y.1. Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)</p> <p>Y.1.1. Índice del MTBF</p> <p>Y.2. Tiempo Medio de Reparación (MTTR)</p> <p>Y.2.1. Índice del MTBF</p>	
--	--	--	---	--

## ANEXO 2: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA PESQUERA GERENCIA DE OPERACIONES



**Fuente:** Elaboración propia con información proporcionada por el área de Recursos Humanos

### ANEXO 3: CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS HIDRÁULICOS

#### FORMULARIO DE EVALUACION DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

MAY.30.21

Versión: 1

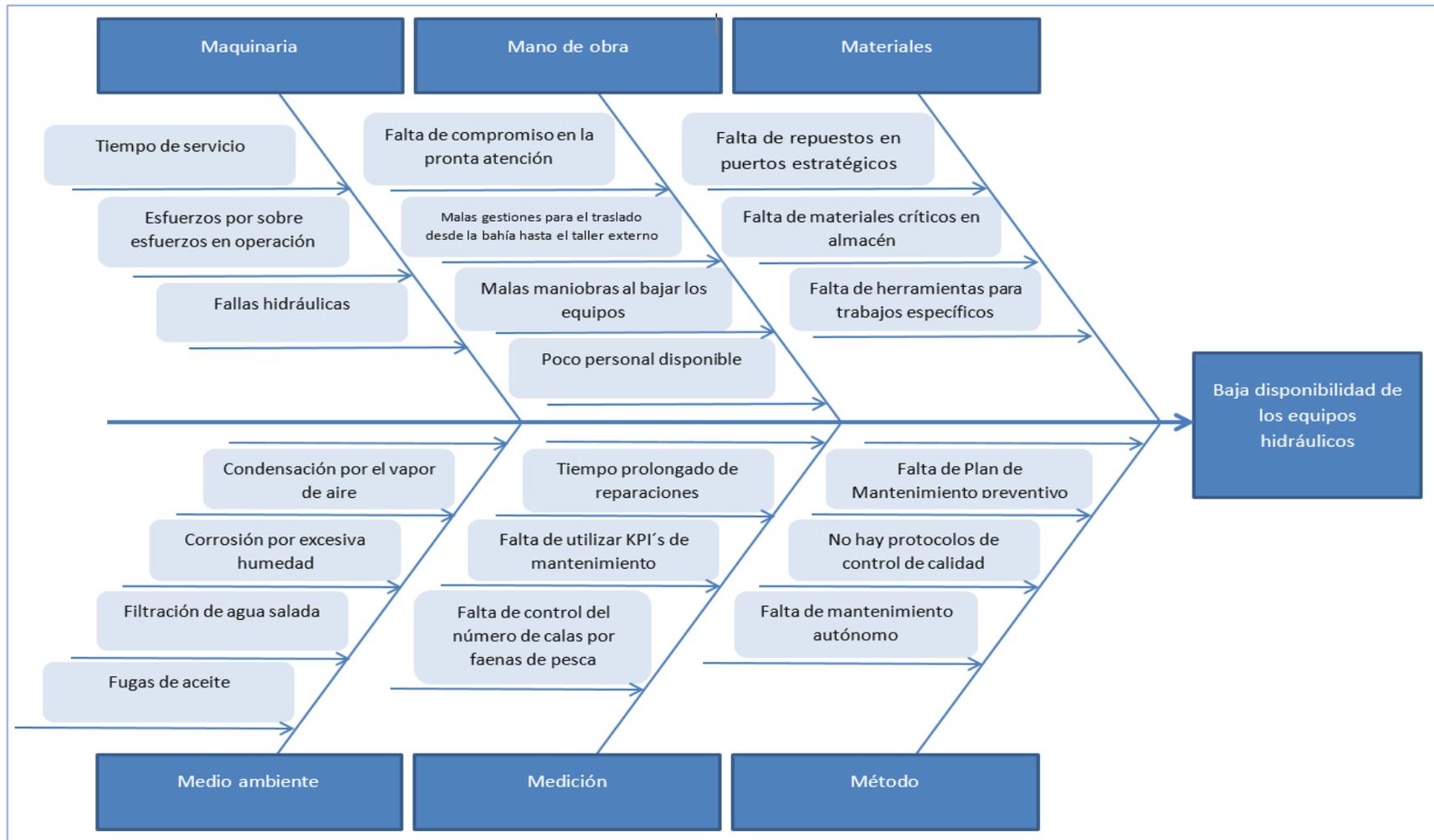
				Alto	5	Para	5	Alto	5	Baja	1	Simple	4	Alto	4	Mala	3	Exter	2	Si	2	Si	2	Terc	1
				Medio	2	Reduce	2	Bajo	1	Alta	4	Dual	0	Medio	2	Buena	1	Local	0	No	0	No	0	Propia	0
				Bajo	0	No para	0							Bajo	0										
Familia	Sub Sistema	Denominación	Status	Daño a la calidad	Efecto sobre la Disponibilidad	Dano al operador (Riesgo Seguridad)	Confiabilidad (Probabilidad de Falla)	Flexibilidad	Valor Tecnico Económico	Facilidad de Mantenimiento	Dependencia Logística	Danos Consecuencial es a los Equipos	Afecta al Medio Ambiente	Dependencia Mano Obra	Total	Criticidad	ACUERDO DE ESTRATEGIA	PERIODO PLAN PREV							
426 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPO DE FONDEO	WINCHE DE ANCLA	MONT	0	0	5	1	4	2	1	0	2	0	0	15	B	PREVENTIVO	OVH 24 MESES							
427 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	CONSOLA DE MANDO HIDRAULICO	MONT	0	2	1	1	4	2	1	0	2	2	1	16	B	PREVENTIVO	2 AÑOS							
428 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	ORDENADOR DE RED	MONT	0	5	5	1	4	4	3	2	2	2	1	29	A	PREVENTIVO	OVH 4 AÑOS							
429 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	WINCHE DE CORTE	MONT	0	2	5	1	4	2	1	0	0	2	1	18	B	PREVENTIVO	OVH 2 AÑOS							
430 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	WINCHE DE AMANTILLO PARA PLUMA PRINCIPAL	MONT	0	2	5	1	4	0	1	0	0	0	0	13	B	PREVENTIVO	OVH 2 AÑOS							
431 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	HALADOR DE RED	MONT	0	5	5	1	4	4	3	2	2	2	1	29	A	PREVENTIVO	OVH 4 AÑOS							
432 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	ABSORBENTE DE PESCA	MONT	5	5	1	1	4	2	3	2	0	2	1	26	A	PREVENTIVO	OVH 24 MESES							
433 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	WINCHE DE PESCA	MONT	5	5	5	1	4	4	3	2	2	2	1	34	A	PREVENTIVO	OVH 4 AÑOS							
434 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	WINCHE DE LEVANTATE PARA ABSORBENTE	MONT	0	2	5	1	4	0	1	0	2	0	0	15	B	PREVENTIVO	2 AÑOS							
435 - 450TN ANCHOVETEROS	SIST. HIDRAULICO GOBIERNO	UNIDAD HIDRAULICA DE GOBIERNO	MONT	2	5	1	1	4	2	3	2	0	2	1	23	B	PREVENTIVO	24 MESES							

RANGO	
C	0 - 12
B	13 - 23
A	23 a +

**Fuente:** Elaboración propia

**ANEXO 4: DIAGRAMA ISHIKAWA QUE MUESTRA LAS CAUSAS PRINCIPALES DE FALLAS.**

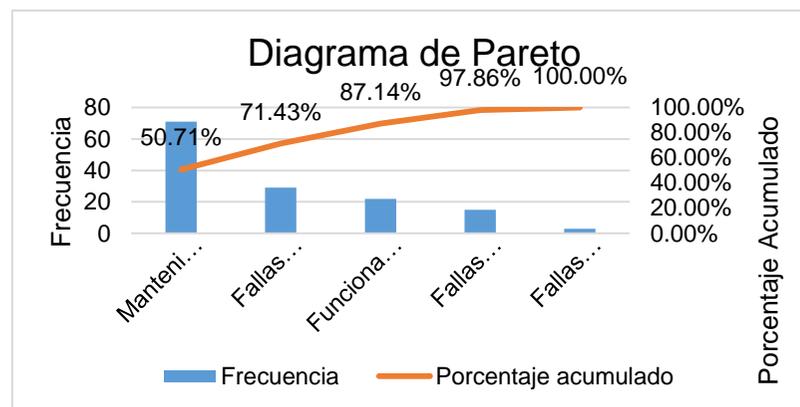


**Fuente:** Elaboración propia con apoyo del área de Mantenimiento de la empresa.

**ANEXO 5: DIAGRAMA DE PARETO DE LAS CAUSAS DE LA BAJA DISPONIBILIDAD EN LOS EQUIPOS HIDRÁULICOS.**

Causas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Mantenimiento de rutina / Sin efecto	71	50.71%	50.71%
Fallas menores	29	20.71%	71.43%
Funcionamiento limitado	22	15.71%	87.14%
Fallas que paralizan la operación	15	10.71%	97.86%
Fallas que retrasan la salida	3	2.14%	100.00%
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>100.00%</b>	

**ANEXO 6: DIAGRAMA DE PARETO DE LAS CAUSAS DE LA BAJA DISPONIBILIDAD EN LOS EQUIPOS HIDRÁULICOS.**



**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO 7: REGISTRO DE FALLAS IMPREVISTA – PARADAS NO PROGRAMADAS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Fecha de aviso	Ejercicio	Puerto Atención	Responsable AreaEmpr	Denom.Emplazamiento	Denominación de Equipo	Aviso	Descripción	Texto para prioridad	Repercusión	Bitácora	Clase de orden	Orden	Nombre	Operación
1															
2	29/12/2020	2020	Coishco	Casaca	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10117458	TAMBOR DE PROA...	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000084	OM01	4100139		0010
3	29/12/2020	2020	Coishco	Casaca	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10117457	GUIADOR DE CABLE...	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000084	OM01	4100138		0010
4	23/12/2020	2020	Coishco	Casaca	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10117266	tuberías hidráulicas del hallador de red	1-Alta	Fallas que retrasan la salida	000078	OM01	4100140		0020
5	23/12/2020	2020	Coishco	Casaca	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10117266	tuberías hidráulicas del hallador de red	1-Alta	Fallas que retrasan la salida	000078	OM01	4100140		0010
6	15/11/2020	2020	Pisco	Casaca	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10113343	HALLADOR DE RED	1-Alta	Fallas que paralizan la operación	000048	OM01	4097298	Guillermo Gustavson	0040
7	15/11/2020	2020	Pisco	Casaca	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10113343	HALLADOR DE RED	1-Alta	Fallas que paralizan la operación	000048	OM01	4097298	Guillermo Gustavson	0030
8	15/11/2020	2020	Pisco	Casaca	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10113343	HALLADOR DE RED	1-Alta	Fallas que paralizan la operación	000048	OM01	4097298	Guillermo Gustavson	0020
9	15/11/2020	2020	Pisco	Casaca	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10113343	HALLADOR DE RED	1-Alta	Fallas que paralizan la operación	000048	OM01	4097298	Guillermo Gustavson	0010
10	28/5/2020	2020	Coishco	Casaca	Sistema hidráulico	ORDENADOR DE RED	10103136	hidromotor cabezal de ordenador	2-Media	Funcionamiento limitado	0060	OM01	4088968		0010
11	21/5/2020	2020	Coishco	Casaca	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10102610	cambio conector pilotaje contrabalance	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	0054	OM01	4088575		0010
12	19/5/2020	2020	Coishco	Casaca	Sistema hidráulico	CONSOLA DE MANDO HIDRAULICO	10102543	las válvulas selectoras en consola se en	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000052	OM01	4088496		0010
13	11/7/2019	2019	Coishco	Casaca	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10088399	SOLDADURA RELLENO TAMBOR WINCHE PPA	2-Media	Fallas menores	000032	OM01	4077628	Cesar Velasquez	0010
14	18/5/2019	2019	Pisco	Casaca	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10083606	FUGA DE ACEITE MOTOR SAI 3-700 HALADOR	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000131	OM01	4073514	Guillermo Gustavson	0010
15	15/5/2019	2019	Callao	Casaca	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10083285	FUGA ACEITE POR CIGUEÑAL	2-Media	Fallas menores	0000	OM01	4073049	Raul Cabrera	0020
16	15/5/2019	2019	Callao	Casaca	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10083285	FUGA ACEITE POR CIGUEÑAL	2-Media	Fallas menores	0000	OM01	4073049	Raul Cabrera	0010
17	19/1/2021	2020	Coishco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10118933	Winche principal, Cabestante de Ancla	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	0071	OM01	4101315		0010
18	21/12/2020	2020	Coishco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE AMANTILLO PARA PLUMA	10117176	fuga aceite pulla máster.	3-Baja	Fallas menores	0041	OM01	4099886		0010
19	21/12/2020	2020	Coishco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10117178	eje barra estabilizadora	3-Baja	Fallas menores	0041	OM01	4099885		0030
20	21/12/2020	2020	Coishco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10117178	eje barra estabilizadora	3-Baja	Fallas menores	0041	OM01	4099885		0020
21	21/12/2020	2020	Coishco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10117178	eje barra estabilizadora	3-Baja	Fallas menores	0041	OM01	4099885		0010
22	16/12/2020	2020	Coishco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10116505	rellenar polines de winche principal	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	0036	OM01	4099338		0010
23	12/12/2020	2020	Coishco	Don Luis	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10116201	tomamesa de halador	3-Baja	Fallas menores	0032	OM01	4099167		0010
24	4/12/2020	2020	Pisco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10115483	Relleno soldadura tambor winche ppal	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	0024	OM01	4098736		0010
25	13/11/2020	2020	Pisco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10113181	Carro Guiador no desplaza	3-Baja	Fallas menores	0003	OM01	4097167		0010
26	12/11/2020	2020	Pisco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10112616	Eje Sin Fin de Winche principal	3-Baja	Fallas menores	0002	OM01	4096625		0010
27	17/5/2020	2020	Coishco	Don Luis	Sistema hidráulico	CONSOLA DE MANDO HIDRAULICO	10102440	FUGA DE ACEITE EN CONSOLA DE MANDO	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	0098	OM01	4088467		0010
28	1/12/2019	2019	Chancay	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10094085	SOLDADURA RELLENO TAMBOR WINCHE PPA	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000150	OM01	4082479	Raul Cabrera	0010
29	17/11/2019	2019	Coishco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE ANCLA	10093333	RELLENAR TAMBOR DE WINCHE DE ANCLA	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	0137	OM01	4081796	Raul Cabrera	0010
30	20/6/2019	2019	Pisco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10087200	SOLDADURA RELLENO POLINES WINCHE PPL	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000003	OM01	4076796	Guillermo Gustavson	0010
31	11/6/2019	2019	Pisco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10086558	FUGA ACEITE TUB HID WINCHE PRINCIPAL	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000142	OM01	4076238	Guillermo Gustavson	0010
32	7/6/2019	2019	Pisco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10086243	RODILLO GUIADOR GARETA W/PP NO TRABAJA	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000138	OM01	4075963	Guillermo Gustavson	0010
33	7/6/2019	2019	Pisco	Don Luis	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10086229	TRABAJO DEFICIENTE DEL HALADOR	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000138	OM01	4075959	Guillermo Gustavson	0010
34	10/5/2019	2019	Pisco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10082609	DESGASTE DE TAMBOR DEL WINCHE PPL	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000109	OM01	4072548	Guillermo Gustavson	0010
35	10/5/2019	2019	Pisco	Don Luis	Sistema hidráulico	ABSORBENTE DE PESCA	10082608	ROTURA PROTECTOR CABEZAL DEL ABSORBENTE	2-Media	Fallas menores	000109	OM01	4072547	Guillermo Gustavson	0010
36	5/5/2019	2019	Pisco	Don Luis	Sistema hidráulico	WINCHE DE PESCA	10082192	FALLA DE VALVULA CONTRABALANCE W/P	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000104	OM01	4072193	Guillermo Gustavson	0010
37	29/4/2019	2019	Chancay	Don Luis	Sistema hidráulico	CONSOLA DE MANDO HIDRAULICO	10081676	FUGA DE ACEITE POR ORING EN MAL ESTAD	3-Baja	Mantenimiento de rutina / Sin efecto	000098	OM01	4071759	Raul Cabrera	0010
38	28/4/2019	2019	Chancay	Don Luis	Sistema hidráulico	ABSORBENTE DE PESCA	10079775	MANDO ABSORBENTE CON FLUJO SE REGRE	2-Media	Fallas menores	000097	OM01	4069871	Raul Cabrera	0010
39	28/4/2019	2019	Chancay	Don Luis	Sistema hidráulico	HALADOR DE RED	10079773	HALADOR NO TIENE FUERZA	2-Media	Fallas menores	000097	OM01	4069869	Raul Cabrera	0010
40	6/1/2021	2020	Coishco	E. De Oro II	Sistema hidráulico	WINCHE DE AMANTILLO PARA PLUMA	10117996	perde aceite x reten motor absorbente	1-Alta	Fallas que paralizan la operación	000073	OM01	4100593		0020
41	6/1/2021	2020	Coishco	E. De Oro II	Sistema hidráulico	WINCHE DE AMANTILLO PARA PLUMA	10117996	perde aceite x reten motor absorbente	1-Alta	Fallas que paralizan la operación	000073	OM01	4100593		0010

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO 8: LISTADO DE ÓRDENES DE SERVICIO POR EQUIPO HIDRÁULICO.

Cuenta de Orden	Etiquetas de columna ▼								
Etiquetas de fila ▼	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total general	
ABSORBENTE DE PESCA	11	3	8	9	4	2	3	40	
CONSOLA DE MANDO HIDRAULICO	14	1	4	6	1	3	4	33	
HALADOR DE RED	35	6	9	14	10	17	8	99	
ORDENADOR DE RED	29	2	15	11	4	3	2	66	
UNIDAD HIDRAULICA DE GOBIERNO	4	2	3	2	1	1		13	
WINCHE DE ANCLA	9	2	8	7	4	3	4	37	
WINCHE DE CORTE	2	1	3	2	2			10	
WINCHE DE PESCA	49	5	15	36	43	23	11	182	
WINCHE DE PLUMA						1		1	
<b>Total general</b>	<b>153</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>65</b>	<b>69</b>	<b>53</b>	<b>32</b>	<b>481</b>	

**Fuente:** Elaboración propia de acuerdo con la información cargada en el ERP de la empresa.

## ANEXO 9: CRITICIDAD, DESCRIPCIÓN Y RANGO.

CRITICIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGO
C	No critico	0 - 12
B	De criticidad media	13 - 23
A	De criticidad alta	23 a +

**Fuente:** Elaboración propia. Rango de criticidad determinada por la empresa.

## ANEXO 10: FORMATO DE EVALUACIÓN DE CRITICIDAD DE EQUIPOS HIDRÁULICOS.

FORMULARIO DE EVALUACION DE CRITICIDAD DE EQUIPOS																			MAY.30.202						
																			Versión: 1						
																			Página: 1						
				Alto	5	Para	5	Alto	5	Baja	1	Simple	4	Alto	4	Mala	3	Exter	2	Si	2	Si	2	Terc	1
				Medio	2	Reduce	2	Bajo	1	Alta	4	Dual	0	Medio	2	Buena	1	Local	0	No	0	No	0	Propia	0
				Bajo	0	No para	0							Bajo	0										
Familia	Sub Sistema	Denominación	Status	Daño a la calidad	Efecto sobre la Disponibilidad	Daño al operador (Riesgo Seguridad)	Confiability (Probabilidad de Falla)	Flexibilidad	Valor Tecnico Económico	Facilidad de Mantenimiento	Dependencia Logistica	Daños Consecuenciales a los Equipos	Afecta al Medio Ambiente	Dependencia a Mano Obra	Total	Criticidad	ACUERDO DE ESTRATEGIA	PERIODO PLAN PREV							
426 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPO DE FONDEO	WINCHE DE ANCLA	MONT	0	0	5	1	4	2	1	0	2	0	0	15	B	PREVENTIVO	OVH 24 MESES							
427 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	CONSOLA DE MANDO HIDRAULICO	MONT	0	2	1	1	4	2	1	0	2	2	1	16	B	PREVENTIVO	2 AÑOS							
428 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	ORDENADOR DE RED	MONT	0	5	5	1	4	4	3	2	2	2	1	29	A	PREVENTIVO	OVH 4 AÑOS							
429 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	WINCHE DE CORTE	MONT	0	2	5	1	4	2	1	0	0	2	1	18	B	PREVENTIVO	OVH 2 AÑOS							
430 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	WINCHE DE AMANTILLO PARA PLUMA PRINCIPAL	MONT	0	2	5	1	4	0	1	0	0	0	0	13	B	PREVENTIVO	OVH 2 AÑOS							
431 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	HALADOR DE RED	MONT	0	5	5	1	4	4	3	2	2	2	1	29	A	PREVENTIVO	OVH 4 AÑOS							
432 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	ABSORBENTE DE PESCA	MONT	5	5	1	1	4	2	3	2	0	2	1	26	A	PREVENTIVO	OVH 24 MESES							
433 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	WINCHE DE PESCA	MONT	5	5	5	1	4	4	3	2	2	2	1	34	A	PREVENTIVO	OVH 4 AÑOS							
434 - 450TN ANCHOVETEROS	EQUIPOS DE PESCA	WINCHE DE LEVANTE PARA ABSORBENTE	MONT	0	2	5	1	4	0	1	0	2	0	0	15	B	PREVENTIVO	2 AÑOS							
435 - 450TN ANCHOVETEROS	SIST. HIDRAULICO GOBIERNO	UNIDAD HIDRAULICA DE GOBIERNO	MONT	2	5	1	1	4	2	3	2	0	2	1	23	B	PREVENTIVO	24 MESES							

**Fuente:** Elaboración propia

### ANEXO 11: EQUIPOS HIDRÁULICOS CON CRITICIDAD MEDIA Y ALTA.

Equipos hidráulicos	Criticidad	Acuerdo de estrategia
Winche de ancla	B	Preventivo
Consola de mando hidráulico	B	Preventivo
Ordenador de red	A	Preventivo
Winche de corte	B	Preventivo
Winche de amantillo para pluma principal	B	Preventivo
Halador de red	A	Preventivo
Absorvente de pesca	A	Preventivo
Winche de pesca	A	Preventivo
Winche de levante para absorbente	B	Preventivo
Unidad hidráulica de gobierno	B	Preventivo

**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO 12: ACTIVIDADES PREVENTIVAS DEL EQUIPO

### WINCHE DE ANCLA

Equipo	Actividades Preventivas
	1. Bypass de líneas hidráulicas y desmontaje del equipo
	2. Desarmado del equipo, limpieza mecánica con petróleo y arenado al blanco
	3. Pintado base y acabado (1 capa de base anticorrosiva epóxica con 3 mils y 2 capas de acabado esmalte blanco epóxico con 4 mils c/u)
	4. Prueba de tintes penetrantes a estructura y elementos principales de transmisión
	5. Corregir rajaduras en el casco con soldadura
	6. Mantenimiento de motor hidráulico (desarmado de motor, cambio de seal kit, cambio de retén principal, inspección de distribuidos aceites, cambio de sellos, cambio de retén rodaje (suministrado por el proveedor))
	7. Mantenimiento de mando hidráulico vickers hcd-12. suministro y cambio de sellos y asentado
	8. Suministro y cambio de bocinas de bronce del lateral y caja (bronce sae65)
<b>WINCHE DE ANCLA</b>	9. Eje principal: calibración de diámetros y flexión (enderezado), recuperación de zonas con desgaste, reconstrucción de canal chavetero y fabricación de chavetas (acero h 1045) (05und)
	10. Mecanismo de encroche: recuperación de collarín, barra, palancas de accionamiento, chavetas.
	11. Mecanismo de freno: enderezado de zapata, cambio de material antifricción, mantenimiento de volante y tornillo de potencia de freno
	12. Rellenado y mecanizado de gypsy (02)
	13. Recuperación de barbotín; reconstrucción de pasos de cadena y cambio de bocina (bronce sae65)
	14. Suministro y cambio de rodajes (SKF o FAG), cambio de retenes doble labio, cambio de sellos, cambio de empaquetaduras, cambio de sistema de engrase
	15. Transmisión; calibración y asentado
	16. Suministro y cambio total de pernos y arandelas
	17. Montaje en la embarcación
	18. Pruebas hidráulicas de banco y en la e/p
	19. Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico

Fuente: Elaboración propia.

## CONSOLA DE MANDO HIDRÁULICA

Equipo	Actividades Preventivas
<b>CONSOLA DE MANDO HIDRÁULICA</b>	1. Reemplazar el paquete de válvulas hrc/3 piloteadas spring center que accionan a 03 válvulas selectoras it -150 piloteadas en sala de máquinas.
	2. Reemplazar el paquete de válvulas hrc/3 piloteadas que accionan de forma proporcional el frenado para el halador de red, giro carrete y pistón de levante cabezal.
	3. Reemplazar un control direccional hidrocontrol hcd 12/3 que mueve el winche de corte, winche de pluma y winche tangón.
	4. Reemplazar una válvula de bola de 1 ½" de alta (0-5000psi) para flujo que acciona el absorbente e interconectar líneas de tuberías de presión y retorno.
	5. Reemplazar 01 regulador de flujo de 1" para motor hidráulico del enrollador de manguera.
	6. Reemplazar dos manómetros de (0-3000psi) presión para equipos auxiliares y absorbente.
	7. Reemplazar un manómetro de (0-1500 psi) presión de pilotaje para accionamiento de válvula.
	8. Reemplazar placas de identificación de movimientos que accionara cada palanca.

Fuente: Elaboración propia.

## ORDENADOR DE RED

Equipo	Actividades Preventivas
<b>ORDENADOR DE RED</b>	1. Mantenimiento general
	2. Baipás de líneas hidráulicas y desmontaje del equipo (incluye corte de templadores, desmontaje de caja de pistón de giro, desmontaje de pin y trapecio)
	3. Desarmado del equipo, limpieza mecánica con petróleo y arenado al blanco
	4. Prueba de tintes penetrantes a estructura y elementos principales de transmisión
	5. Suministro y cambio de rodajes (SKF o FAG), cambio de retenes doble labio, cambio de sellos, cambio de empaquetaduras
	6. Pintado base y acabado (1 capa de base anticorrosiva epóxica con 3 mils y 2 capas de acabado esmalte blanco epoxico con 4 mils c/u)

- 
- 7.Montaje en la embarcación; empernado, ajuste y conexión de líneas hidráulicas de entrada y salida de control
- 
- 8.Pruebas hidráulicas de banco y en la embarcación
- 
- 9.Suministro y cambio total de bocinas de bronce (bronce sae65)
- 
- 10.Suministro y cambio total de líneas de engrase (mangueras, tuberías de cobre de 1/4 y conexiones de bronce tipo flare y graseras)
- 
- 11.Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico
- 
- 12.Templador y cajón:
- 
- 13.Limpieza mecánica del cajón a bordo
- 
- 14.Soldadura de cajón luego de instalación del equipo
- 
- 15.Pintado base y acabado de cajón a bordo (1 capa de base epóxica y 1 capa gruesa de acabado esmalte blanco)
- 
- 16.Evaluación visual de estado de templadores para evaluar tubos y horquillas (recuperación de ser necesaria, no incluida en cotización)
- 
- 17.Corte y confección de pines nuevo (acero bohler vcn)
- 
- 18.Cambio 04 bocinas de templador (bronce sae65) (en caso haya sido overholeado) y cambio 04 bocinas de cajón
- 
- 19.Mandrinado; paralelismo, perpendicularidad y concentricidad (en caso haya sido overholeado)
- 
- 20.Mecanizado de alojamiento de las bocinas, incluye soporte superior de pistón de levante (en caso haya sido overholeado)
- 
- 21.Cambio de tuberías hidráulicas de acero (sch80), incluye soportes tipo BOHLER.
- 
- 22.Mástil:
- 
- 23.Funda: cambio 04 bocinas soporte superior; templador, cajón (acero inoxidable) y cambio 01 bocina soporte inferior de pistón levante (bronce sae65)
- 
- 24.Funda: cambio horquilla inferior de pistón giro
- 
- 25.Funda: mandrinado de apoyo bocinas de alma superior e inferior, mandrinado alojamiento bocinas soporte superior (templador y cajón) y alojamiento de bocina inferior de pistón levante
- 
- 26.Alma: cambio bocina superior e inferior de alma (bronce sae65)
-

- 
27. Alma: injerto tubo inferior (zona de anclaje)
- 
28. Alma: mandrinado
- 
29. Soporte superior de vientos (pulpo): reconstrucción de agujeros anclaje de vientos mediante embocinado y mandrinado y cambio de pines
- 
30. Pistón de giro de mástil it 200:
- 
31. Bruñido de cilindro
- 
32. Reparación de horquilla posterior (embocinado), puño (embocinado) y pines (cambio de ser necesario, incluido).
- 
33. Suministro y cambio de bocina de tapa de pistón (bronce sae65)
- 
34. Mantenimiento de válvula gresen I050 (doble lock) (cambio de kit de sellos y asiento de vía)
- 
35. Suministro y cambio de tuberías hidráulicas (sch80), soportes y adaptadores
- 
36. Cromado de vástago
- 
37. Suministro y cambio de seal kit de embolo y tapa
- 
38. Pruebas hidráulicas de banco y en la embarcación (presión de trabajo 2500 psi)
- 
39. Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico
- 
40. Brazo ordenador:
- 
41. desarmado de todos los componentes
- 
42. Limpieza mecánica con petróleo y granallado
- 
43. Pintado base y acabado (1 capa de base epóxica y 1 capa gruesa de acabado esmalte blanco)
- 
44. Pruebas de tintes penetrantes para detección de fisuras y rajaduras en estructura
- 
45. Embocinado de talón de brazo y templador (bocinas en bronce sae65)
- 
46. Embocinado orejas pin de cabezal (bronce sae65)
- 
47. Cambio de mangueras y tuberías en brazo (tuberías proporcionadas por el proveedor, mangueras proporcionadas por austral)
- 
48. Pruebas hidráulicas en taller y de operación
- 
49. Armado y montaje a bordo (de ser necesario)
- 
50. Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico
-

- 
51. Cabezal it-48:
- 
52. Baipás de líneas hidráulicas y desmontaje del equipo
- 
- 53.Desarmado del equipo, limpieza mecánica con petróleo y granallado
- 
- 54.Encintado de laterales y mandrinado (paralelismo, perpendicularidad y concentricidad)
- 
- 55.Recuperacion de medidas de hub (cubos de carrete con soldadura supecito)
- 
- 56.Embocinado de soportes de sujeción
- 
- 57.Suministro y cambio de rodajes (SKF o FAG), cambio de retenes doble labio y cambio de sellos
- 
- 58.Suministro y cambio de anillo cónico
- 
- 59.Rellenado y rectificado de eje principal
- 
- 60.Reparacion de tuerca de ajuste (rellenado y maquinado, cambio de estar en mal estado)
- 
- 61.Calibracion y asentado de cremallera/piñón
- 
- 62.Mantenimiento de 02 motores hidráulicos sai (desarmado de motor, cambio de seal kit, cambio de retén principal, inspección de distribuidos aceites, cambio de sellos, cambio de retén y rodaje (suministrado por el proveedor), recuperación de eje en zona trabajo reten, evaluación distribuidor y plato de bronce, tapa distribuidor)
- 
- 63.Suministro y cambio de conectores y adaptadores
- 
- 64.montaje de carrete en cabezal (proporcionado por austral group, vulcanizado y perfilado)
- 
- 65.montaje en la embarcación; empernado, ajuste y conexión de líneas hidráulicas de entrada y salida de control
- 
66. pistón de giro de cabezal it-100:
- 
- 67.Bruñido de cilindro
- 
- 68.Reparacion de horquilla posterior (embocinado), puño (embocinado) y pines (cambio de ser necesario, incluido).
- 
- 69.Suministro y cambio de bocina de tapa de pistón (bronce sae65)
- 
- 70.Matenimiento de válvula gresen I050 (doble lock) (cambio de kit de sellos y asiento de vía)
- 
- 71.Suministro y cambio de tuberías hidráulicas (sch80), soportes y adaptadores
- 
- 72.Cromado de vástago
- 
- 73.Suministro y cambio de seal kit de embolo y tapa
-

74.Pruebas hidráulicas de banco y en la e/p (presión de trabajo 2500 psi)
75.Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico
76. Pistón de levante de brazo it 200:
77.Bruñido de cilindro
78.Reparacion de horquilla posterior (embocinado), puño (embocinado) y pines (cambio de ser necesario, incluido).
79.Suministro y cambio de bocina de tapa de pistón (bronce sae65)
80.Mantenimiento de válvula gresen I050 (doble lock) (cambio de kit de sellos y asiento de vía)
81.Suministro y cambio de tuberías hidráulicas (sch80), soportes y adaptadores
82.Cromado de vástago
83.Suministro y cambio de seal kit de embolo y tapa
84.Pruebas hidráulicas de banco y en la embarcación (presión de trabajo 2500 psi)
85.Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico

**Fuente:** Elaboración propia.

## **WINCHE DE CORTE**

<b>Equipo</b>	<b>Actividades Preventivas</b>
<b>WINCHE DE CORTE</b>	1.Bypas de líneas hidráulicas y desmontaje del equipo
	2.Desarmado del equipo, limpieza mecánica con petróleo y arenado al blanco
	3.Pintado base y acabado (1 capa de base anticorrosiva epóxica con 3 mils y 2 capas de acabado esmalte blanco epoxico con 4 mils c/u)
	4.Prueba de tintes penetrantes a estructura y elementos principales de transmisión
	5.Corregir rajaduras en el casco con soldadura
	6.Mantenimiento de motor hidráulico (desarmado de motor, cambio de seal kit, cambio de retén principal, inspección de distribuidos aceites, cambio de sellos, cambio de retén rodaje (suministrado por el proveedor))
	7.Eje central; recuperación de zona de apoyo de reten
	8.Calibracion y asentado de cremallera/piñón

9.Rellenado y mecanizado de gypsy
10.Bita; suministro y cambio de bocinas de bronce (sae65), recuperación de eje, relleno y mecanizado de polín (sae65)
11.Suministro y cambio de rodajes (skf o fag), cambio de retenes doble labio, cambio de sellos, cambio de empaquetaduras, cambio de sistema de engrase
12.Suministro y cambio de líneas de agua
13.Suministro y cambio total de pernos y arandelas
14.Pruebas hidráulicas de banco y en la embarcación
15.Montaje en la embarcación
16.Éntrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico

**Fuente:** Elaboración propia.

### **WINCHE DE AMANTILLO PARA PLUMA PRINCIPAL.**

<b>Equipo</b>	<b>Actividades Preventivas</b>
<b>WINCHE DE AMANTILLO PARA PLUMA PRINCIPAL</b>	1.Bypas de líneas hidráulicas y desmontaje del equipo
	2.Desarmado del equipo, limpieza mecánica con petróleo y arenado al blanco
	3.Pintado base y acabado (1 capa de base anticorrosiva epóxica con 3 mils y 2 capas de acabado esmalte blanco epoxico con 4 mils c/u)
	4.Prueba de tintes penetrantes a estructura y elementos principales de transmisión
	5.Corregir rajaduras en el casco con soldadura
	6.Mantenimiento de motor hidráulico (desarmado de motor, cambio de seal kit, cambio de retén principal, inspección de distribuidos aceites, cambio de sellos, cambio de retén rodaje (suministrado por el proveedor))
	7.Recuperacion de lateral: relleno y maquinado de zona de encaje de carrete
	8.Suministro y cambio de bocina lateral (bronce sae65)
	9.Recuperacion de carrete (relleno y maquinado)
	10.Suministro y cambio de rodajes (skf o fag), cambio de retenes doble labio, cambio de sellos, cambio de empaquetaduras, cambio de sistema de engrase

11. Corona/tornillo sin fin; calibración y asentado de transmisión
12. Suministro y cambio total de pernos y arandelas
13. Pruebas hidráulicas de banco y en la e/p
14. Montaje en la embarcación
15. Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico

**Fuente:** Elaboración propia.

### **HALADOR DE RED.**

<b>Equipo</b>	<b>Actividades Preventivas</b>
<b>HALADOR DE RED</b>	1. Mantenimiento general
	2. Bypass de líneas hidráulicas y desmontaje del equipo
	3. Desarmado del equipo, limpieza mecánica con petróleo y arenado al blanco
	4. Prueba de tintes penetrantes a estructura y elementos principales de transmisión
	5. Suministro y cambio de rodajes (skf o fag), cambio de retenes doble labio, cambio de sellos, cambio de empaquetaduras
	6. Pintado base y acabado (1 capa de base anticorrosiva epóxica con 3 mils y 2 capas de acabado esmalte blanco epoxico con 4 mils c/u)
	7. Montaje en la embarcación; empernado, ajuste y conexión de líneas hidráulicas de entrada y salida de control
	8. Pruebas hidráulicas de banco y en la e/p
	9. Suministro y cambio total de bocinas de bronce (bronce sae65)
	10. Suministro y cambio total de líneas de engrase (mangueras, tuberías de cobre de 1/4 y conexiones de bronce tipo flare y graseras)
	11. Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico
	12. Mástil
	13. Desmontaje de cabezal de mástil (extracción de pines de pivoteo y de pistón de levante de cabezal)
	14. Mandrinado de la tornamesa del mástil, tornamesa de la

- 
- base y cambio de bocina de tornamesa (bronce sae65)
- 
- 15.Mecanizado de apoyo de bocina de tintero de soporte inferior (olla)
- 
- 16.Suministro y cambio de bocinas de oreja de horquilla (acero inox.) y 04 bocinas de soporte de cabezal
- 
- 17.Suministro y cambio de chaveta (acero h 1045) de horquilla y pernos de horquilla
- 
- 18.Reconstruccion de canal chavetero de tintero
- 
- 19.Refuerzo de tunel y estructura de base con plancha de 3/8" (olla)
- 
- 20.Suministro y cambio total de líneas de engrase (mangueras, tuberías de cobre de 1/4 y conexiones de bronce tipo flare y graseras)
- 
- 21.Suministro y cambio de tuberías hidráulicas (sch80), soportes y adaptadores
- 
- 22.Suministro y cambio de bocina de tapa posterior (bronce sae65)
- 
- 23.Pistón pivotante it-150
- 
- 24.Bruñido de cilindro
- 
- 25.Reparacion de horquilla posterior (embocinado), puño (embocinado) y pines (cambio de ser necesario, incluido).
- 
- 26.Suministro y cambio de bocina de tapa de pistón (bronce sae65)
- 
- 27.Matenimiento de válvula gresen I050 (doble lock) (cambio de kit de sellos y asiento de vía)
- 
- 28.Suministro y cambio de tuberías hidráulicas (sch80), soportes y adaptadores
- 
- 29.Cromado de vástago
- 
- 30.Suministro y cambio de seal kit de embolo y tapa
- 
- 31.Pruebas hidráulicas de banco y en la e/p (presión de trabajo 2500 psi)
- 
- 32.Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico
- 
- 33.Pistón de giro de mástil it-200
- 
- 34.Bruñido de cilindro
-

- 
- 35.Reparacion de horquilla posterior (embocinado), puño (embocinado) y pines (cambio de ser necesario, incluido).
- 
- 36.Suministro y cambio de bocina de tapa de pistón (bronce sae65)
- 
- 37.Matenimiento de válvula gresen I050 (doble lock) (cambio de kit de sellos y asiento de vía)
- 
- 38.Suministro y cambio de tuberías hidráulicas (sch80), soportes y adaptadores
- 
- 39.Cromado de vástago
- 
- 40.Suministro y cambio de seal kit de embolo y tapa
- 
- 41.Pruebas hidráulicas de banco y en la embarcación (presión de trabajo 2500 psi)
- 
- 42.Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico
- 
- 43.Cabezal it-48
- 
- 44.Bypas de líneas hidráulicas y desmontaje del equipo
- 
- 45.Desarmado del equipo, limpieza mecánica con petróleo y granallado
- 
- 46.Encintado de laterales y mandrinado (paralelismo, perpendicularidad y concentricidad)
- 
- 47.Recuperacion de medidas de hub (cubos de carrete con soldadura supecito)
- 
- 48.Embocinado de soportes de sujeción
- 
- 49.Suministro y cambio de rodajes (skf o fag), cambio de retenes doble labio y cambio de sellos
- 
- 50.Suministro y cambio de anillo cónico
- 
- 51.Rellenado y rectificado de eje principal
- 
- 52.Reparacion de tuerca de ajuste (rellenado y maquinado, cambio de estar en mal estado)
- 
- 53.Calibracion y asentado de cremallera/piñón
- 
- 54.Mantenimeinto de 04 motores hidráulicos sai (desarmado de motor, cambio de seal kit, cambio de retén principal, inspección de distribuidos aceites, cambio de sellos, cambio de retén y rodaje (suministrado por el proveedor), recuperación de eje en zona trabajo reten, evaluación distribuidor y plato de bronce, tapa distribuidor)
- 
- 55.Suministro y cambio de conectores y adaptadores
- 
- 56.Montaje de carrete en cabezal (proporcionado por austral group, vulcanizado y perfilado)
- 
- 57.Montaje en la embarcación; empernado, ajuste y conexión de líneas hidráulicas de entrada y salida de control
-

Fuente: Elaboración propia.

## ABSORBENTE DE PESCA

Equipo	Actividades Preventivas
<b>ABSORBENTE DE PESCA</b>	1. Bypass de líneas hidráulicas y desmontaje del equipo
	2. Desarmado del equipo, limpieza mecánica con petróleo y arenado al blanco
	3. Prueba de tintes penetrantes a estructura y elementos principales de transmisión
	4. Calibración y rectificado de apoyo de rodamientos en casco y eje
	5. Mantenimiento de motor hidráulico sai (desarmado de motor, cambio de seal kit, cambio de retén principal, inspección de distribuidos aceites, cambio de sellos, cambio de retén rodaje (suministrado por el proveedor), recuperación de eje en zona trabajo reten, evaluación distribuidor y plato de bronce, tapa distribuidor)
	6. Desmontaje de impulsor para inspección y balanceo (presentar informe de balanceo)
	7. Suministro y cambio de bocina de impulsor (inox 304) y sello de impulsor a casco
	8. Suministro y cambio de rodajes (skf o fag), cambio de retenes doble labio, cambio de sellos, cambio de sistema de engrase
	9. Suministro y cambio total de pernos y arandelas de acero inoxidable
	10. Verificación del estado de la carcasa, corregir deformaciones y soldar
	11. Mantenimiento y reconstrucción de canastillas (03)
	12. Mantenimiento de escamado y abrazadera de cierre rápido
	13. Pintado base y acabado (1 capa de base anticorrosiva epóxica con 3 mils y 2 capas de acabado esmalte blanco epoxico con 4 mils c/u)
	14. Pruebas hidráulicas de banco y en la e/p
	15. Reencauche de rejilla inferior
	16. Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico

Fuente: Elaboración propia.

## WINCHE DE PESCA

Equipo	Actividades Preventivas
<b>WINCHE DE PESCA</b>	1. Bypas de líneas hidráulicas y desmontaje del equipo
	2. Desarmado del equipo, limpieza mecánica con petróleo y arenado al blanco
	3. Pintado base y acabado (1 capa de base anticorrosiva epóxica con 3 mils y 2 capas de acabado esmalte blanco epoxico con 4 mils c/u)
	4. Prueba de tintes penetrantes a estructura y elementos principales de transmisión
	5. Corregir rajaduras en el casco con soldadura
	6. Calibración de todos los componentes
	7. Verificación de estructura, casco sube a mandrinadora para chequeo de paralelismo, perpendicularidad y concentricidad. corrección de cualquier falla
	8. Confección e instalación de bocinas de bronce y espaciadores de carretes
	9. Suministro y cambio de rodajes (skf o fag), cambio de retenes doble labio, cambio de sellos, cambio de empaquetaduras
	10. Rellenado, rectificado y maquinado de tambores de maniobra y ejes (gusano y guía cable)
	11. Pruebas hidráulicas de banco y en la e/p
	12. Montaje en la embarcación; empernado, ajuste y conexión de líneas hidráulicas de entrada y salida de control
	13. Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico
	14. Mantenimiento al sistema hidráulico:
	15. Suministro y cambio total de tuberías de alta presión (fierro schedule 80 de tubo sin costura)
	16. Suministro y cambio total de tuberías de agua (fierro schedule 80 de tubo sin costura)
	17. Manto de mandos de control (cromado del spool en caso presente corrosión). cambio de kit de sellos del vástago, kit de sellos en cuerpo, inspección de espárragos y tuercas, inspección de rotary spool.
	18. Mantenimiento de válvula contrabalance (cambio de kit de sellos)
	19. Mantenimiento de motores hidráulicos SAI (desarmado de motor, cambio de seal kit, cambio de retén principal, inspección de distribuidores aceites, cambio de sellos, cambio de retén rodaje (suministrado por el proveedor), recuperación de eje en zona trabajo reten, evaluación distribuidor y plato de bronce, tapa distribuidor)
	20. Mantenimiento al sistema de bitas:
	21. Suministro y cambio de bocinas de bronce (sae65), recuperación de eje, relleno y mecanizado de polín y estructura
	22. Rellenado y mecanizado de tambor-gypsy (incluye agujero y chavetero)
	23. Mantenimiento a los carretes de cable:
	24. Cambio de tapón de bronce
	25. Tira popa: reparación y refuerzo de laterales, tambor de freno y encroche dentado, relleno y mecanizado de alojamiento de rodaje
	26. Gareta de proa: reparación y refuerzo de laterales, tambor de freno y encroche dentado, relleno y mecanizado de alojamiento de rodaje
	27. Reparación de chumacera de apoyo
	28. Suministro y cambio de arandela de eje excéntrico
	29. Suministro y cambio de seguro y tope de bisagras de palanca
	30. Rellenado y mecanizado de horquilla, cambio de soporte de horquilla soldada a estructura
	31. Embocinado de soporte de eje (bronce sae65)

- 
32. Suministro y cambio de estriado de eje excéntrico
  33. Suministro y cambio de pin de apoyo de palanca en el casco (acero bohler)
  34. Mantenimiento del sist. de transmisión (cambio de rodajes (skf o fag) y retenes)
  35. suministro y cambio de espaciadores de separación de carrete y rodaje (bronce sae65)
  36. prueba de tintes penetrantes a piñones de transmisión
  37. Calibración y asentado de cremallera/piñón
  38. Sistema de engrase:
  39. Suministro y cambio total de líneas de engrase (mangueras, tuberías de cobre de 1/4 y conexiones de bronce tipo flare y graseras)
  40. Sistema de freno:
  41. Suministro y cambio total de elemento antifricción en las zapatas
  42. Refuerzo de base de mecanismo en el casco (soporte de zapatas)
  43. Suministro y cambio de pin de apoyo de volante en el casco
  44. Suministro y cambio de tres juegos de cardanes
  45. Embocinado o rellenado de soporte de eje
  46. Suministro y cambio de pin inferior (acero inoxidable)
  47. Embocinado o rellenado de volante
  48. Suministro y cambio y suministro de topes reguladores de zapata
  49. Sistema adujador:
  50. Estructura de adujador inferior, mesa y rebatible. rellenado y mecanizado de zonas desgastadas por operación
  51. Estructura de adujador superior, mesa y rebatible. rellenado y mecanizado de zonas desgastadas por operación
  52. Reparación y rectificado de polín y eje de polín horizontal y vertical (cambio de ser necesario), cambio de tope de polines
  53. Suministro y cambio de espaciador de bronce de rodaje
  54. Mantenimiento sist. adujador: reconstrucción de masa guía cable desgastadas por operación
  55. Reparación de tubo guía cable (rellenado y mecanizado)
  56. Suministro y cambio de pin y arandelas de bisagra guía cable inferior
  57. Rellenado y maquinado de volante de encroche de adujadores (reparación de diámetro interior)
  58. Suministro y cambio de traba de volante de encroche de adujadores
- 

**Fuente:** Elaboración propia.

<b>Equipo</b>	<b>Actividades Preventivas</b>
<b>WINCHE DE LEVANTE PARA ABSORBENTE</b>	1. Bypas de líneas hidráulicas y desmontaje del equipo
	2. Desarmado del equipo, limpieza mecánica con petróleo y arenado al blanco
	3. Pintado base y acabado (1 capa de base anticorrosiva epóxica con 3 mils y 2 capas de acabado esmalte blanco epoxico con 4 mils c/u)
	4. Prueba de tintes penetrantes a estructura y elementos principales de transmisión
	5. Corregir rajaduras en el casco con soldadura
	6. Mantenimiento de motor hidráulico (desarmado de motor, cambio de seal kit, cambio de retén principal, inspección de distribuidos aceites, cambio de sellos, cambio de retén rodaje (suministrado por el proveedor))
	7. Recuperación de lateral: rellenado y maquinado de zona de encaje de carrete
	8. Suministro y cambio de bocina lateral (bronce sae65)
	9. Recuperación de carrete (rellenado y maquinado)
	10. Suministro y cambio de rodajes (skf o fag), cambio de retenes doble labio, cambio de sellos, cambio de empaquetaduras, cambio de sistema de engrase
	11. Corona/tornillo sin fin; calibración y asentado de transmisión
	12. Suministro y cambio total de pernos y arandelas
	13. Pruebas hidráulicas de banco y en la e/p
	14. Montaje en la embarcación
	15. Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico

**Fuente:** Elaboración propia.

## **UNIDAD DE GOBIERNO**

<b>Equipo</b>	<b>Actividades Preventivas</b>
<b>UNIDAD DE GOBIERNO</b>	1. Bypas de líneas hidráulicas, desmontaje del equipo y desempernar tapa de unidad para desmontaje de horquilla para liberar eje varón
	2. Desarmado del equipo, limpieza mecánica con petróleo y arenado al blanco
	3. Pintado base y acabado (1 capa de base anticorrosiva epóxica con 3 mils y 2 capas de acabado esmalte blanco epoxico con 4 mils c/u)
	4. Prueba de tintes penetrantes a estructura y elementos principales de transmisión
	5. Verificación, calibración, maquinado, cambio de seal kit y armado de pistones y cilindros
	6. Reparación de alojamiento de pin central (rellenado y maquinado)
	7. Reparación de horquilla en zona de alojamiento de pin deslizador
	8. Suministro y cambio de bocinas de tintero (02)
	9. Suministro y cambio de espárragos de arrastre con bloque

---

rectangular (02), cambio de arandelas de esparrago (02) y cambio de tuercas de anclaje de pin de espárragos (02)

---

10. Suministro y cambio de pines de bloqueo de bocina babbit (08)

---

11. Calibración y recuperación de tapas prensa estopa (02)

---

12. Reparación de bases estructurales de soporte en la embarcación, corrección de horquilla tope de cubos de espárragos de anclaje

---

13. Montaje en la embarcación

---

14. Pruebas hidráulicas de banco y en la embarcación

---

15. Entrega de informe técnico, protocolos de prueba y archivo fotográfico

---

**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO 13: DATOS DE CABEZA EN HOJA DE RUTA

**Modificar instrucción: cabecera vista general**

Operación Plan

GrHRuta **ABIT\_003 Mantto\_Prev\_Absorbente\_IT-3000**

Grupo hojas ruta **ABIT\_003**

Cont.grupo HRuta **1 Mantto\_Prev\_Absorbente\_IT-3000**

Centro planificación **AG09**

**Asignaciones a cabecera hoja ruta**

**Puesto de trabajo **T-EXT001 / AG09 TALLER MANTENIMIENTO EXTERNO****

Utilización **4** Mantenimiento

Grupo planif. **PM1** Mant. Flota - Equipos

Status hoja de ruta **4** Liberado en general

Estado instalación **0** Fuera de servicio

**Estrategia mantenim. **PM\_MES** MESES DE OPERACIÓN**

Conjunto

Petición de borrado

**Datos QM**

Puntos de inspección

Numeración externa **Numeración externa unívoca posible**

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 14: SELECCIÓN DEL PAQUETE DE MANTENIMIENTO

**Instrucción PM Modificar: Resumen de paquetes de mantenim**

GrHRuta ABIT\_003 Mantto\_Prev\_Absorbente\_IT-3000 ContGrpoHR 1

Operación 0010 MANTTO\_PREV.ABSORBENTE\_12M

Estrategia mantenim. PM\_MES

Selección de mantenim.

Asign.paquetes mantenim.

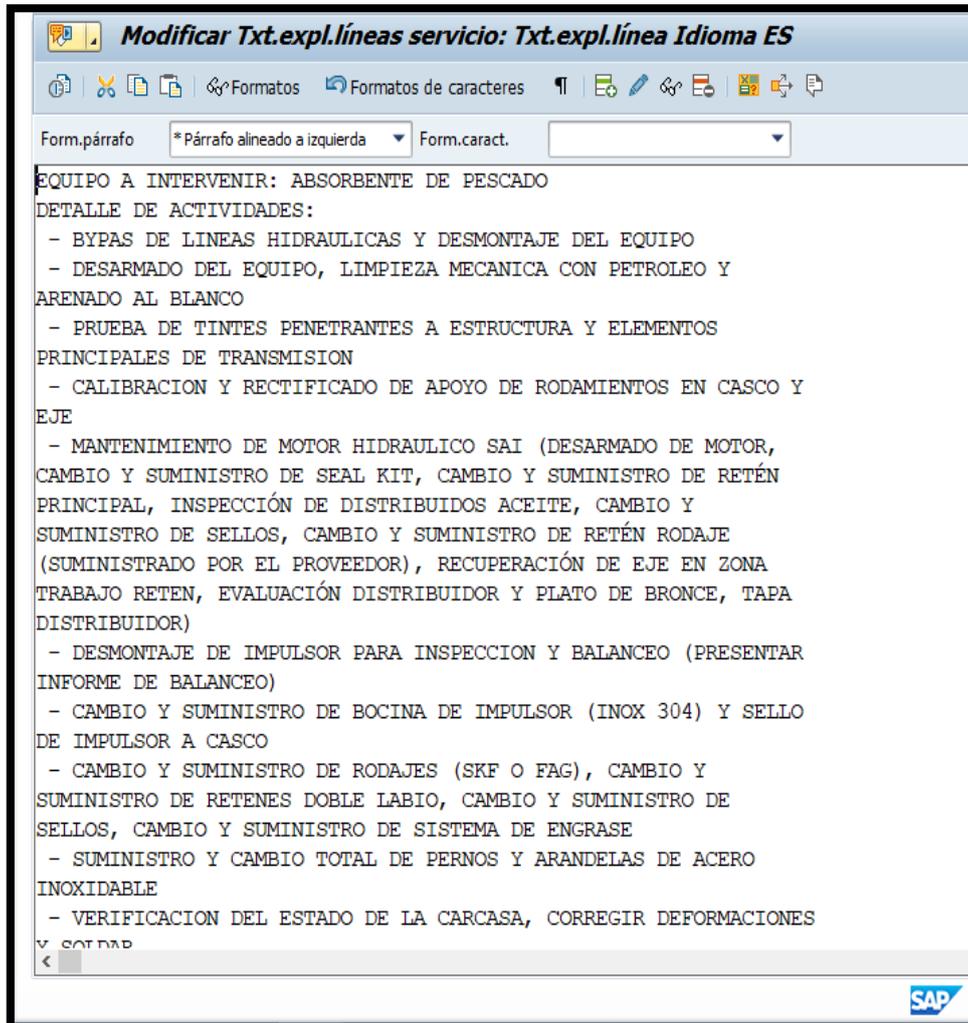
Texto breve ciclo	Paqu	Texto ciclo	Texto breve jerarq.
12	7	MANT._12 MESES	12

Selección de paquete operación : 0010

Paqt.	Txt Paquete	Jerarquía
6	MANT._6 MESES	6
9	MANT._9 MESES	9
12	MANT._12 MESES	12
15	MANT._15 MESES	15
18	MANT._18 MESES	18
21	MANT._21 MESES	21
24	MANT._24 MESES	24
27	MANT._27 MESES	27

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 15: ACTUALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PREVENTIVAS EN LA HOJA DE RUTA



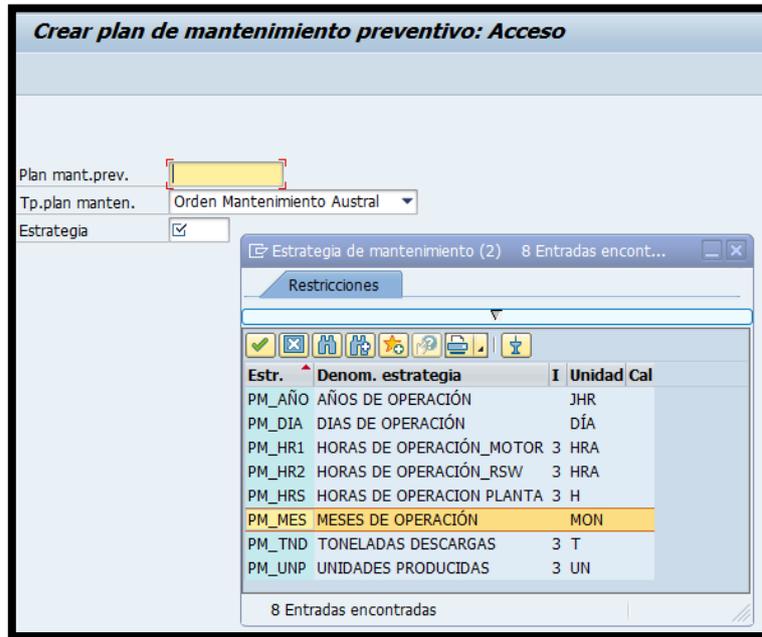
Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 16: FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS HOJAS DE RUTA.**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción Del Equipo</b>	<b>Hoja De Ruta</b>	<b>Descripción De La Hoja De Ruta</b>
1	ABSORBENTE DE PESCA	ABIT_003	Mantto_Prev_Absorbente_IT-3000 90000071
2	HALADOR DE RED	HI48_001	Mantto_Prev_Halador_IT-480
3	ORDENADOR DE RED	OI48_001	Mantto_Prev_Ordenador_IT-480
4	CONSOLA DE MANDO HIDRAULICO	CONH_001	Mantto_Prev_Consola_Hidraulica_400TN
5	WINCHE DE PESCA	IT25_002	Mantto_Prev_Winche_Ppal_IT-25
6	UNIDAD HIDRAULICA DE GOBIERNO	UGIT_200	Mantto_Prev_Unid_Gob_IT-200
7	WINCHE DE ANCLA	IT36-MD	Mantto_Winche_Ancla_IT-36MD
8	WINCHE DE CORTE	ITWC-45	Mnatto_Winche_Corte_IT-WC45
9	WINCHE DE AMANTILLO PARA PLUMA PRINCIPAL	WIT-0026	Mantto_Winche_Italmecan_IT26M
10	WINCHE DE LEVANTE PARA ABSORBENTE	WM08_001	Mantto_Winche_Pullmaster

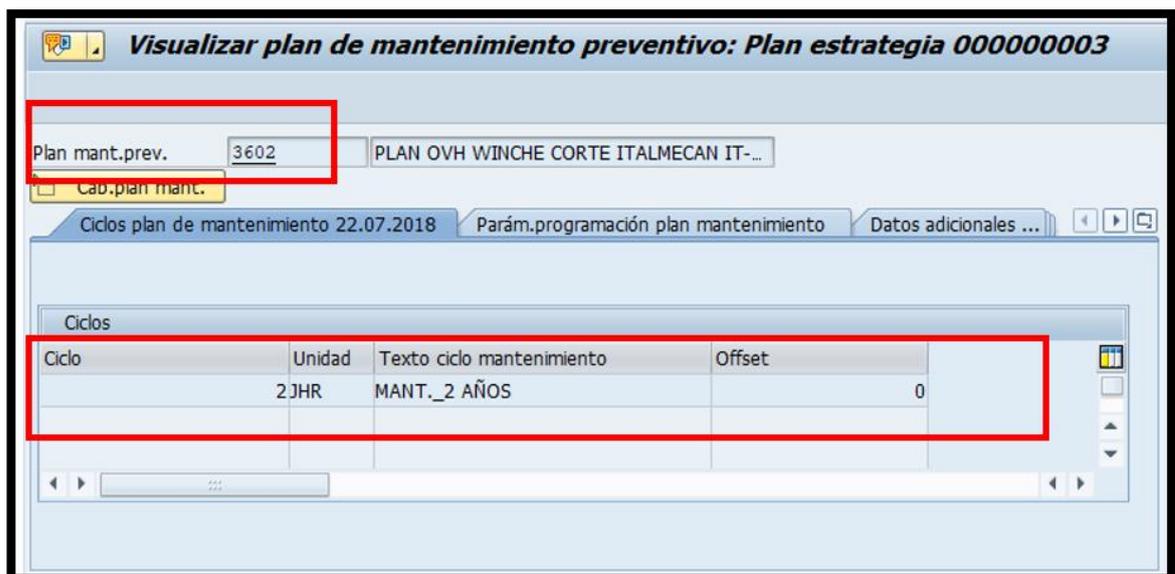
**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO 17: DATOS INICIALES EN LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 18: VISTA SUPERIOR DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 19: VISTA SUPERIOR DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Objeto de referencia			
Ubic.técn.	AG09-B05-HID-PESC	EQUIPOS DE PESCA	
Equipo	10006887	WINCHE DE CORTE	
Conjunto			

Datos de planificación					
Centro planif.	AG09	Centro Flota AG	Grupo planif.	G01	Hidráulico
Clase de orden	OM05	Orden Mant. Inversión	Clase actividad PM	OVH	Overhaul
Pto.tbjo.resp.	T-HID001	/ AG09 TALLER HIDRAULIC...	División		
Prioridad	3-Baja		Norma de liquidación		
Documento venta		/			
<input type="checkbox"/> No liberar inmediate.					

Hoja de ruta para mantenimiento			
Tp.	GrHRuta	CGrHR	Descripción
A	ITWC-45	/ 1	Overhaul_Winche_Corte_IT-WC45

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 20: FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PMP.**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción Del Equipo</b>	<b>Plan De Mantenimiento</b>	<b>Hoja De Ruta Relacionada</b>
1	ABSORBENTE DE PESCA	2734	ABIT_003
2	HALADOR DE RED	2803	HI48_001
3	ORDENADOR DE RED	2789	OI48_001
4	CONSOLA DE MANDO HIDRAULICO	4167	CONH_001
5	WINCHE DE PESCA UNIDAD	2759	IT25_002
6	HIDRAULICA DE GOBIERNO	3627	UGIT_200
7	WINCHE DE ANCLA	3604	IT36-MD
8	WINCHE DE CORTE	3602	ITWC-45
9	WINCHE DE AMANTILLO PARA PLUMA PRINCIPAL	3605	WIT-0026
10	WINCHE DE LEVANTE PARA ABSORBENTE	4198	WM08_001

**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO 21: TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)

$$MTTR = \frac{\text{Horas de para o de reparación}}{\text{N° de fallas}}$$

## ANEXO 22: ANÁLISIS DE TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIONES ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PMP.

Equipos hidráulicos	N° de fallas	Tiempo total de reparaciones (TRR) en horas	MTTR
Winche de ancla	4	152	38.00
Consola de mando hidráulico	6	168	28.00
Ordenador de red	9	150	16.67
Winche de corte	4	147	36.75
Winche de amantillo para pluma principal	3	139	46.33
Halador de red	34	320	9.41
Absorbente de pesca	3	135	45.00
Winche de pesca	22	275	12.50
Winche de levante para absorbente	10	165	16.50
Unidad hidráulica de gobierno	5	148	29.60

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 23: TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo disponible de operación}}{\text{N° de fallas}}$$

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación} - \text{Tiempo total de reparaciones}}{\text{N° de fallas}}$$

**ANEXO 24: ANÁLISIS DE TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PMP.**

Equipos hidráulicos	N° de fallas	Tiempo total de operación (TTO) en horas	Tiempo total de reparaciones (TTR) en horas	Tiempo disponible de operación (TBF) en horas	MTBF (horas)
Winche de ancla	4	1344	152	1192	298.00
Consola de mando hidráulico	6	1344	168	1176	196.00
Ordenador de red	9	1344	150	1194	132.67
Winche de corte	4	1344	147	1197	299.25
Winche de amantillo para pluma principal	3	1344	139	1205	401.67
Halador de red	34	1344	320	1024	30.12
Absorbente de pesca	3	1344	135	1209	403.00
Winche de pesca	22	1344	275	1069	48.59
Winche de levante para absorbente	10	1344	165	1179	117.90
Unidad hidráulica de gobierno	5	1344	148	1196	239.20

**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 25: DISPONIBILIDAD**

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

## ANEXO 26: CÁLCULO DE LA DISPONIBILIDAD ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PMP

Equipos hidráulicos	fallas	MTTR en horas	MTBF en horas	MTTR	MTBF (horas)	Disponibilidad	Disponibilidad %
Winche de ancla	4	152	1192	38.00	298.00	0.89	88.69
Consola de mando hidráulico	6	168	1176	28.00	196.00	0.88	87.50
Ordenador de red	9	150	1194	16.67	132.67	0.89	88.84
Winche de corte	4	147	1197	36.75	299.25	0.89	89.06
Winche de amantillo para pluma principal	3	139	1205	46.33	401.67	0.90	89.66
Halador de red	34	320	1024	9.41	30.12	0.76	76.19
Absorbente de pesca	3	135	1209	45.00	403.00	0.90	89.96
Winche de pesca	22	275	1069	12.50	48.59	0.80	79.54
Winche de levante para absorbente	10	165	1179	16.50	117.90	0.88	87.72
Unidad hidráulica de gobierno	5	148	1196	29.60	239.20	0.89	88.99

**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 27: TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIONES DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PMP.**

Equipos hidráulicos	Nº de fallas	Tiempo total de reparaciones (TRR) en horas	MTTR
Winche de ancla	2	70	35.00
Consola de mando hidráulico	3	80	26.67
Ordenador de red	4	59	14.75
Winche de corte	2	69	34.50
Winche de amantillo para pluma principal	2	78	39.00
Halador de red	17	135	7.94
Absorbente de pesca	2	75	37.50
Winche de pesca	11	109	9.91
Winche de levante para absorbente	5	74	14.80
Unidad hidráulica de gobierno	3	83	27.67

**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 28: TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PMP**

Equipos hidráulicos	N° de fallas	Tiempo total de operación (TTO) en horas	Tiempo total de reparaciones (TTR) en horas	Tiempo disponible de operación (TBF) en horas	MTBF (horas)
Winche de ancla	2	1344	70	1274	637.00
Consola de mando hidráulico	3	1344	80	1264	421.33
Ordenador de red	4	1344	59	1285	321.25
Winche de corte	2	1344	69	1275	637.50
Winche de amantillo para pluma principal	2	1344	78	1266	633.00
Halador de red	17	1344	135	1209	71.12
Absorbente de pesca	2	1344	75	1269	634.50
Winche de pesca	11	1344	109	1235	112.27
Winche de levante para absorbente	5	1344	74	1270	254.00
Unidad hidráulica de gobierno	3	1344	83	1261	420.33

**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO 29: CÁLCULO DE LA DISPONIBILIDAD DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PMP

Equipos hidráulicos	Nº de fallas	Tiempo total de reparaciones (TTR) en horas	Tiempo disponible de operación (TBF) en horas	MTTR	MTBF (horas)	Disponibilidad	
Winche de ancla	2	70	1274	35.00	637.00	0.95	94.79
Consola de mando hidráulico	3	80	1264	26.67	421.33	0.94	94.05
Ordenador de red	4	59	1285	14.75	321.25	0.96	95.61
Winche de corte	2	69	1275	34.50	637.50	0.95	94.87
Winche de amantillo para pluma principal	2	78	1266	39.00	633.00	0.94	94.20
Halador de red	17	135	1209	7.94	71.12	0.90	89.96
Absorbente de pesca	2	75	1269	37.50	634.50	0.94	94.42
Winche de pesca	11	109	1235	9.91	112.27	0.92	91.89
Winche de levante para absorbente	5	74	1270	14.80	254.00	0.94	94.49
Unidad hidráulica de gobierno	3	83	1261	27.67	420.33	0.94	93.82

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 30: COMPARACIÓN DE LAS HORAS TERCERIZADAS ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PMP.

tercerizadas – 2020 (Antes)	Horas tercerizadas – 2021 (Después)
2426.76	837.11

Fuente: Elaboración propia.