



POSGRADOS

Maestría en **PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-NO.506-2019

Opción de Titulación:

Propuestas metodológicas y tecnológicas avanzadas

Tema:

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
GESTION DE MANTENIMIENTO PARA
UNA FINCA CAMARONERA**

Autor:

JONATHAN ANTONIO PIN VELEZ

Director:

Lenin Estuardo Cevallos Robalino

GUAYAQUIL – Ecuador

2023

Autor(es):



Jonathan Antonio Pin Vélez

Ingeniero Industrial

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales
por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.

Joan_pive@hotmail.com

Dirigido por:



Lenin E. Cevallos Robalino

Ingeniero Industrial

Máster en Ciencia y Tecnología Nuclear

Doctor en Energía Sostenible, Nuclear y Renovable

lcevallos@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2023 © Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL– ECUADOR – SUDAMÉRICA

Jonathan Antonio Pin Vélez

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA UNA FINCA CAMARONERA.**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo:

A Dios

Quien en su infinita sabiduría y bondad me ha inspirado y guiado a seguir por los senderos del bien y del saber.

A mi amada esposa

Por su apoyo y ánimo que me brinda día a día el cual ha sido muy importante para alcanzar con éxito este proyecto, ya que siempre me dice que lo lograré.

También dedico a mi hija Valentina, quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo a seguir para ella.

A mis padres

Que supieron formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Al término de este tema de tesis, el cual ha sido realizado como mucho empeño y dedicación, agradezco a mi esposa y mi hija quienes me apoyaron en todo este proceso con su comprensión, paciencia y amor, cediendo su tiempo para que me dedicara a mis estudios.

De modo especial quiero agradecer al Doctor Lenin E. Cevallos Robalino, quien, sin escatimar esfuerzo alguno, supo dirigirme en esta tesis, a todos los profesores de la maestría en Producción y operaciones industriales de la Universidad Politécnica Salesiana, quienes con sus enseñanzas y vastos conocimientos supieron guiarme para que sea un hombre de bien y útil para la sociedad.

Tabla de Contenido

Resumen	11
Abstract	12
1. Introducción	13
2. Determinación del Problema	14
2.1 Situación problemática	14
2.2 Formulación del problema	15
2.2.1 Problema general	15
2.2.2 Problemas específicos	15
2.3 Justificación de la investigación	15
2.3.1 Objetivo general	15
2.3.2 Objetivos específicos	15
3. Marco teórico referencial	16
3.1 Equipos y maquinarias	16
3.1.1 Aireadores mecánicos y eléctricos	16
3.1.2 Camiones	17
3.1.3 Camionetas	17
3.1.4 Cosechadora de Camarón	17
3.1.5 Maquinarias Agrícolas	17
3.1.6 Estaciones de Bombeo	18
3.1.7 Maquinaria Pesada	18
3.2 Pasaporte de los elementos Uptime	18
3.3 Taxonomía	20
3.4 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	21
3.5 PROCEDIMIENTO DEL RCM.	22
3.5.1 Misión Del Sistema	23
3.5.2 Definir Funciones	23
3.5.3 Identificar Fallas	23
3.5.4 Determinar Causas	24
3.5.5 Valorar Efectos de Fallas y Consecuencias	24
3.5.6 Decidir Prevención Usando Lógica RCM	24
3.5.7 Implementar Plan de Mantenimiento	24
3.6 ¿Qué es el Mantenimiento?	25
3.6.1 Tareas del Departamento de Mantenimiento	25

3.7	Los 8 Pilares del TPM	25
3.7.1	Primer Pilar – Mejoras Enfocadas o Kobetsu Kaizen	26
3.7.2	Segundo Pilar – Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen	26
3.7.3.	Tercer Pilar – Mantenimiento Planificado	26
3.7.4	Cuarto Pilar – Mantenimiento de Calidad o Hinshitsu Hozen	26
3.7.5	Quinto Pilar – Prevención del Mantenimiento	27
3.7.6	Sexto Pilar – Actividades de Departamentos Administrativos y de Apoyo	27
3.7.7	Séptimo Pilar – Formación y Adiestramiento	27
3.7.8	Octavo Pilar – Gestión de seguridad y entorno	27
3.8	Metodología 5 “S”	28
4.	Materiales y metodología	29
4.1	Tipo, diseño y nivel de investigación	29
4.2	Método de investigación	29
4.3	Tipos de instrumentos de investigación correspondientes a la información primaria y secundaria seleccionados para el estudio	29
5.	Propuesta de modelo de un sistema de gestión	31
5.1	Nivel estratégico	31
5.1.1	Política de gestión de activos	31
5.1.2	Estrategia de gestión de activos	31
5.1.3	Gestión de riesgo	32
5.1.4	Conocimientos de los activos	33
5.1.5	Renovación de equipos	33
5.1.6	Estructuración del departamento	34
5.1.7	Dimensionamiento de plantilla	35
5.2	Nivel táctico	37
5.2.1	Inventario	37
5.2.2	Taxonomía	37
5.2.3	Análisis modal de fallos y efectos (FMEA)	40
5.2.4	Análisis de criticidad	42
5.2.5	Matriz de criticidad	43
5.2.6	Planes maestros	44
5.2.7	Características del sistema ISO	45
5.2.8	Características del sistema SAE	46
5.2.9	API en Motores de combustión	48
5.2.10	Aditivos en el aceite de Motores	48
5.2.11	API en engranajes	50

5.2.12	Selección de Grasas Lubricantes de maquinarias y equipos	52
5.2.13	Carta de lubricación	56
5.2.14	Plan de lubricación	56
5.2.15	Sistema computarizado de gestión de mantenimiento	57
6.	Conclusiones	62
7.	Recomendaciones	63
8.	Referencias	64
9.	Anexos	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Vida útil de los equipos	34
Tabla 2: Régimen Laboral	36
Tabla 3: Horas disponibles del trabajador	36
Tabla 4: Rendición de mano de obra	37
Tabla 5: Inventario de activos	37
Tabla 6: Jerarquía de sistemas y equipos	38
Tabla 7: Datos del equipo	39
Tabla 8: Datos de averías	39
Tabla 9: Datos de mantenimiento	39
Tabla 10: RCM: Hoja de registro del AMFE del sistema de bombeo	41
Tabla 11: Análisis de Criticidad	42
Tabla 12: Análisis de criticidad	43
Tabla 13: NORMA ISO 14224	44
Tabla 14: Listas de actividades	44
Tabla 15: Clasificación de la viscosidad en el sistema ISO	45
Tabla 16: Clasificación SAE J300 (Aceites uní grados)	46
Tabla 17: Clasificación SAE J300 (Aceite multigrados)	47
Tabla 18: Clasificación SAE J306 (Aceites para engranajes)	47
Tabla 19: Categorías de los lubricantes para motores de combustión interna según su rendimiento	48
Tabla 20: Valores PPM de los aditivos en los aceites	50
Tabla 21: API	50
Tabla 22: Tabla de equivalencia de viscosidades ISO AGMA SAE	52
Tabla 23: Tipos de espesantes y propiedades	53
Tabla 24: Características de los espesantes y usos	53
Tabla 25: Compatibilidad entre las tablas	54
Tabla 26: Compatibilidad de grasas	54
Tabla 27: Consistencias NLGI	55
Tabla 28: Plan de lubricación	56
Tabla 29: Matriz según el tipo y modelo de cada equipo	56
Tabla 30: Plan de Mantenimiento predictivo	57

Tabla 31: Déficit en mantenimiento de activos de camaroneras	61
Tabla 32: Ventajas obtenidas por el sistema de gestión	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exportaciones de Camarón en Ecuador desde el año 2010 al 2021	14
Figura 2: Clasificación Taxonómica y Niveles de taxonomía	20
Figura 3: Jerarquía de Sistemas y Equipos	20
Figura 4: Procedimiento del RCM	22
Figura 5: Estructuración del departamento	35
Figura 6: Medidor de la consistencia de la grasa	55
Figura 7: SMProg	58
Figura 8: Modulo SAP PM	58
Figura 9: POWER BI	59
Figura 10: MODULO WEB	60
Figura 11: GPS	60

LISTA DE ANEXOS

Anexo 9.1: Informe de inspección visual de estaciones de bombeo	68
Anexo 9.2: Inspección de canguro	69
Anexo 9.3: Inspección de camiones	71
Anexo 9.4: Inspección de motocicleta	73
Anexo 9.5: Inspección de cosechadora	74
Anexo 9.6: Inspección de maquinaria pesada	75
Anexo 9.7: Control de mantenimiento	77
Anexo 9.8: Control de Equipos	78

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA UNA FINCA CAMARONERA

Autor:

JONATHAN ANTONIO PIN VELEZ

Resumen

El objetivo de este estudio es diseñar un sistema de gestión de mantenimiento estándar para poder ser implementado en cualquier finca camaronera del país. Para esto se ha seleccionado una serie de normas y filosofías dentro del ámbito de conservar y cuidar el estado de un activo manteniendo la disponibilidad de estos, para lo cual se ira describiendo una serie de pasos a tomar en cuenta para ir dando forma a la estructura de un sistema de gestión.

Para estos se ha cogido como base para la organización, la serie de pasaportes de los elementos Uptime siendo este una forma holística de percibir la confiabilidad, en el cual se detalla un sistema de gestión de activos, la cual se complementa con el desarrollo y definición de estrategias y planes a seguir basándose en normas ISO, SAE y filosofías tales como: el TPM y RCM, para este modelo de negocio, teniendo en cuenta los requisitos necesarios para la ejecución de los trabajos de mantenimiento evitando la para innecesaria de la actividad productiva a causa de fallos en los equipos, maquinarias e infraestructura, para reducir el “coste del ciclo de vida”.

Con este contexto lo que se busca es mantener el mayor porcentaje posible de disponibilidad de los grupos de activos basado en la ausencia de errores en el proceso de mantención (confiabilidad) de equipos, maquinarias e infraestructura.

Palabras clave:

Gestión de mantenimiento, Uptime, Holística, estrategia, confiabilidad, disponibilidad, ISO, SAE, TPM, RCM.

Abstract

The objective of this study is to design a standard maintenance management system to be able to be implemented in any shrimp farm in the country. For this, a series of norms and philosophies have been selected within the scope of conserving and caring for the state of an asset, maintaining the availability of these, for which a series of steps to be taken into account will be described in order to shape the structure of a management system.

For these, the series of passports of the Uptime elements has been taken as the basis for the organization, this being a holistic way of perceiving reliability, in which an asset management system is detailed, which is complemented by the development and definition of strategies and plans to follow based on ISO, SAE standards and philosophies such as: TPM and RCM, for this business model, taking into account the necessary requirements for the execution of maintenance work, avoiding unnecessary stoppage of productive activity due to failures in equipment, machinery and infrastructure, to reduce the "life cycle cost".

With this context, what is sought is to maintain the highest possible percentage of availability of the groups of assets based on the absence of errors in the maintenance process (reliability) of equipment, machinery and infrastructure.

Keywords:

Maintenance management, Uptime. Holistic, strategy, reliability, availability, ISO, SAE, TPM, RCM.

1. Introducción

La camaronicultura en el Ecuador comenzó hace casi 55 años, durante los cuales se establecieron al sur del país las primeras fincas y desde entonces, se han desarrollado casi 220.000 hectáreas de albercas de producción, convirtiéndose en la principal fuente de ingresos extranjeros no relacionados con el petróleo (Piedrahita, 2018).

En 1970, había poco conocimiento sobre la camaronicultura, que a través de prueba y error buscó superar sus limitaciones operativas y comerciales. La falta de conocimiento científico y metodológico no impidió que los ecuatorianos construyeran casi 90.000 hectáreas de camaroneras en los primeros 15 años, y en 1995 cerca de 180.000 hectáreas, convirtiendo al país en uno de los principales proveedores mundiales de camarón de cultivo (Piedrahita, 2018).

En el año 2000, con la llegada del Virus de la Mancha Blanca (WSSV), las exportaciones cayeron a 37.700 TM y la industria sufrió una contracción del 70 por ciento en medio de una aguda crisis económica y el cambio de la moneda nacional (Sucre) por el dólar estadounidense (Salinas y otros., 2021).

A partir del año 2010 empezó un crecimiento paulatino de las exportaciones de camarón provocando en los últimos años un crecimiento desmedido del sector camaronero, provocando un aumento de maquinarias y equipos necesarios para el control de la producción del camarón (Montoya, 2021)

2. Determinación del Problema

2.1 Situación problemática

A partir del año 2020 el sector camaronero empezó a aumentar la inversión mediante créditos, la cual la mayor parte del financiamiento es destinado a la adquisición de hectáreas para el cultivo de camarón y tecnificación de procesos como la alimentación automática. Esto se debe a que en los últimos siete años la camaronicultura ha crecido a una tasa anual promedio de 16%, según Oikonomics y la PUCE (Coba, 2022).

Debido a esto varias empresas del sector pasaron de tener 800 a más de 8000 activos a mantener, a este ritmo crecieron de una manera independiente y sin una estructura.

En la figura 1 se muestra la tendencia del crecimiento de las exportaciones del camarón ecuatoriano desde el año 2010 al 2021.

Figura 1: Exportaciones de Camarón en Ecuador desde el año 2010 al 2021



Nota: En la figura 1 se puede apreciar cómo ha crecido las exportaciones de camarón en nuestro país desde el año 2010 al año 2021. Tomado desde (Cámara Nacional de Acuacultura, 2022)

2.2 Formulación del problema

2.1.1 Problema general

¿Es factible implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para una finca camaronera?

2.1.2 Problemas específicos

- a. ¿Se puede solucionar la sobre carga laboral dentro del departamento de mantenimiento en los centros de cultivo?
- b. ¿Existen suficientes controles en el mantenimiento para los equipos: aireadores mecánicos y eléctricos, camiones, camionetas, cosechadores, maquinarias agrícolas, estaciones de bombeo, ¿maquinarias pesada y motos?
- c. ¿Es posible mejorar los procesos de compras?

2.3 Justificación de la investigación

Establecer una dirección eficaz para la para la gestión de los activos a mantener, en la que se beneficiarán los colaboradores actuales y nuevas contrataciones en este ámbito laboral, y será una guía para el departamento de mantenimiento de manera general al sector camaronero.

2.3.1 Objetivo general

Estudiar la factibilidad para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para una finca camaronera.

2.3.2 Objetivos específicos

- a. Eliminar la sobre carga laboral del departamento de mantenimiento en los centros específicos.
- b. Definir las actividades y repuestos a utilizar en el plan de mantenimiento preventivo para los equipos: aireadores mecánicos y eléctricos, camiones, camionetas, cosechadores, maquinarias agrícolas, estaciones de bombeo, maquinarias pesada y motos".
- c. Mejorar la logística en el proceso de compra de repuestos.

3. Marco teórico referencial

¿Qué es una empresa camaronera?

Una empresa camaronera es una industria acuícola, dedicada a la producción de camarón. En Ecuador existe 39 empresas exportadoras de camarón y 1315 productores. La industria camaronera en exportaciones ocupa el segundo rubro no petrolero en la economía del país ecuatoriano (Manuel Muñoz Suárez y otros, 2017).

La industria camaronera ha sido una de las principales fuentes de trabajo en el Ecuador y desde antes de los años 80 ha sido generadora de divisas para el país. Por lo que las exportaciones camaroneras se han convertido en un pilar de la economía nacional, obteniendo un 20 % de las exportaciones no petroleras (Apolo & Chamba, 2010).

3.1 Equipos y maquinarias

3.1.1 Aireadores mecánicos y eléctricos

Un aireador mecánico se utiliza en estanques o balsas de media o poca profundidad o como complemento de la mezcla en pozos de oxígeno, así como en estanques destinados a la piscicultura y camaronicultura adecuadamente protegidos para tal fin (Boyd, 2020).

Los aireadores mecánicos son un componente muy importante en el uso de energía para la camaronicultura, La ración de aireación empleada en los estanques de camarones no ha sido cuidadosamente estudiada, pero los gerentes de fincas camaroneras a menudo usan una "regla general" de que cada aumento en la producción de camarones de 300 a 500 kg requiere 1 HP de aireación (3.33 hasta 2.0 HP/TM de Camarón) (Boyd, 2020).

El aireador eléctrico crea poderosas ondas y mejora la comunicación aire-clima. Extiende la capacidad de traslado de oxígeno, mejora la calidad del agua y disminuye el desperdicio de aguas residuales. Los motores energéticos reducidos consumen aproximadamente 1 kWh (un kilovatio-hora es la unidad de energía correspondiente a 3,6 MJ) por hora de funcionamiento. La cantidad de energía empleada por tonelada de camarón a una medida de aireación de 2,5 HP/TM de camarón con aireadores en

estanques con un promedio de 16 horas por día durante una temporada de crecimiento de 80 días es muy alta (Boyd, 2020).

3.1.2 Camiones

Trasporte grande y fuerte que consta de un conductor y una gran caja o tanque, diseñado para trasladar cargas pesadas en la carretera. Los camiones dentro de la camaronicultura son utilizados como transporte de camarón, que consiste en colocarles tanques de agua para la transferencia, dependiendo de la distancia que vaya a recorrer y el período de uso, los tanques deben estar ventilados. Se recomienda un máximo de 4,5 kg/m³, que repone completamente el agua en cada viaje de trasvase. Así como también los camiones transportan al personal de la finca camaronera y algunas maquinarias utilizadas en la camaronicultura (Crespi & New, 2009).

3.1.3 Camionetas

Vehículo de menor tamaño en comparación al camión. Este vehículo se lo utiliza en la industria camaronicultura como medio de transportes para los jefes y coordinadores los cuales son los encargados de inspeccionar regularmente sobre las condiciones de la producción.

3.1.4 Cosechadora de Camarón

Es una máquina multicomponente que permite sacar el producto del agua, separarlo y distribuirlo en el recipiente adecuado. El funcionamiento de la cosechadora de camarones es mecánico e hidráulico, lo que significa que cuenta con una unidad motora que genera energía hidráulica para llegar a una bomba, comúnmente conocida como barrena, la cual mueve el agua y el producto sin dañar el producto, lo envía a una unidad donde se separa (Agroshow, 2021).

3.1.5 Maquinarias Agrícolas

Es la maquinaria y equipo que utilizan los agricultores en su trabajo. Una máquina agrícola es un conjunto de partes fijas y móviles que permiten convertir energía o realizar trabajos agrícolas.

3.1.6 Estaciones de Bombeo

Una estación de bombeo consta de una o más bombas, que están conectadas con estaciones de bombeo, líneas de bombeo y compresión. El objetivo es agregar suficiente energía al fluido para moverse a través del canal desde un punto más bajo a un punto más alto.

Dentro de una camaronera, una estación de bombeo tiene como función principal tomar agua de los manglares, mar o ríos y llenar los estanques. Además, las bombas permiten aumentar el oxígeno disuelto en las piscinas renovando o cambiando el agua (Alejandra & Neira, 2017).

3.1.7 Maquinaria Pesada

Máquinas diseñadas para realizar tareas "pesadas" o "difíciles" que no pueden ser realizadas por trabajadores humanos o máquinas convencionales. Se trata de vehículos que se utilizan casi exclusivamente en empresas industriales y que por su propia naturaleza no están ni deben estar en la vía pública (CarSync, 2022).

3.2 Pasaporte de los elementos Uptime

Los elementos Uptime especifican un sistema de confiabilidad y gestión de activos que incluyen las posteriores áreas de conocimiento:

1. Ingeniería de Confiabilidad para Mantenimiento (ICM)

- a. Análisis de criticidad
- b. Desarrollo de la estrategia de confiabilidad
- c. Ingeniería de confiabilidad
- d. Análisis de causa raíz
- e. Gestión de proyectos de inversión
- f. Diseño centrado en la confiabilidad (Center, 2022).

2. Gestión de la Condición de Activos (GCA)

- a. Información sobre la condición del equipo
- b. Análisis de vibraciones
- c. Análisis de fluidos

- d. Prueba de ultrasonido
- e. Termografía infrarroja
- f. Prueba de motor
- g. Alineación y balanceo
- h. Prueba no destructiva
- i. Lubricación de la maquinaria (Center, 2022).

3. ***Gestión de la Ejecución del Mantenimiento (GEM)***

- a. Mantenimiento preventivo
- b. Planificación y programación
- c. Confiabilidad dirigida por el operador
- d. Gestión de repuestos
- e. Eliminación de defectos
- f. Sistema computarizado de gestión del mantenimiento (Center, 2022).

4. ***Liderazgo en Confiabilidad (LEC)***

- a. Auspicio ejecutivo
- b. Excelencia operacional
- c. Gestión del capital humano
- d. Aprendizaje basado en competencias
- e. Integridad
- f. Viaje a la confiabilidad (Center, 2022).

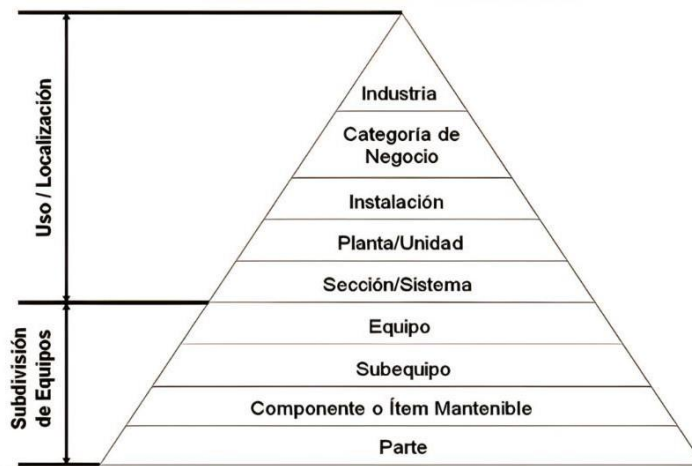
5. ***Gestión de Activos (GA)***

- a. Estrategia y planes
- b. Responsabilidad corporativa
- c. Plan estratégico de gestión de activos
- d. Gestión de riesgos
- e. Conocimiento de los activos
- f. Gestión del ciclo de vida de los activos
- g. Toma de decisiones
- h. Indicadores de desempeño
- i. Mejora continua (Center, 2022)

3.3 Taxonomía

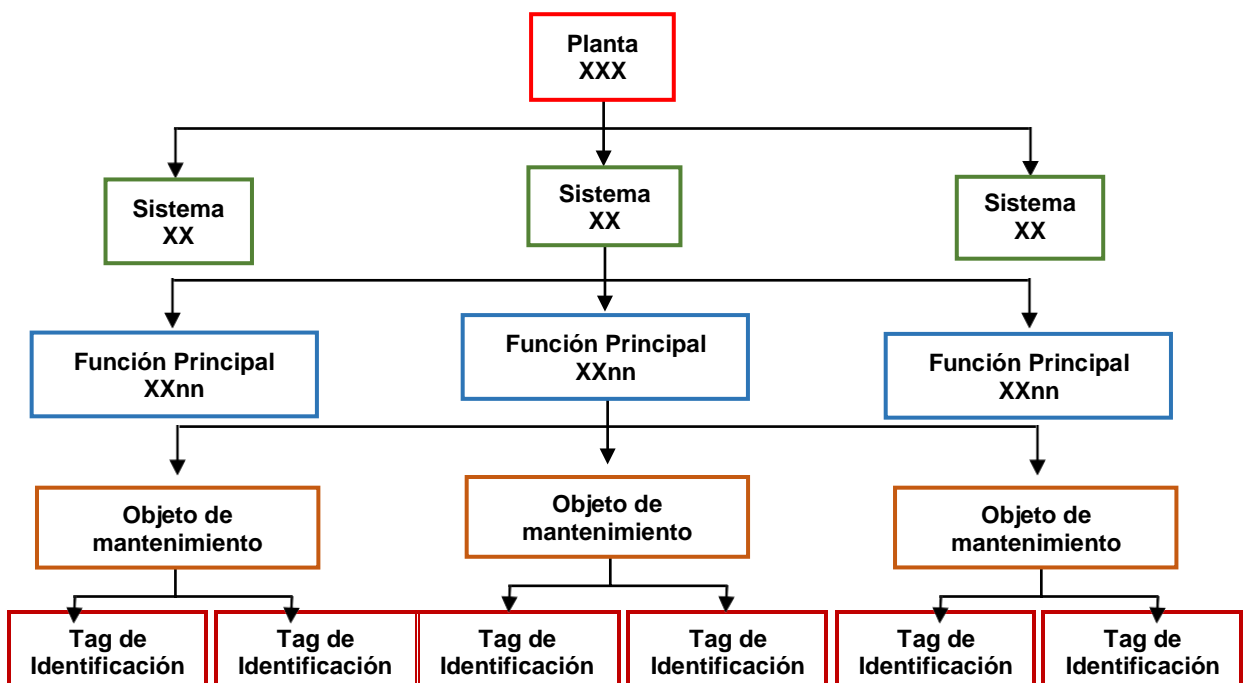
La Taxonomía es definida por la norma ISO 14224:2016 como una “clasificación sistemática de ítems en grupos genéricos basados en factores comunes a varios de los ítems”. En la figura 2 y 3 se muestran los métodos de jerarquización propuestos por los estándares internacionales ISO-14224 y NORZOK Z008 y por la Fundación de Investigación del Agua de los EE. UU. (The Water Research Foundation – WERF WERF).

Figura 2: Clasificación Taxonómica y Niveles de taxonomía



NOTA: La figura 2 representa la clasificación taxonómica y niveles de taxonomía (BSI. British Standards Institution., 2016).

Figura 3: Jerarquía de Sistemas y Equipos



NOTA: La figura 3 representa la Jerarquía de sistemas y equipos funcional (NORSOK z-008, 2001).

3.4 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad es el proceso de determinar qué debe hacerse para garantizar que cualquier activo material (equipo) continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en el entorno operativo actual. Lo que los usuarios quieren depende de dónde y cómo se use la función. Este fue desarrollado en Estados Unidos en la década de los 70 por la industria de aviación civil donde se realizó investigaciones sobre la efectividad de la reparación oportuna de componentes complejos de sistemas de ingeniería de aeronaves civiles y logró una mayor disponibilidad de equipos al reducir los costos y esfuerzos de mantenimiento (Grass & Sanchez, 2017).

El RCM consiste en un grupo de trabajo multidisciplinario responsable de optimizar la confiabilidad operativa de un sistema que opera bajo ciertas condiciones de operación, determinar actividades de mantenimiento efectivas en función de la criticidad en los equipos y analizar el impacto de los modos de falla de estos equipos. cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente (Maubray, 1997).

El RCM ha sido utilizado por gran variedad de industrias en los últimos años. Si se utiliza correctamente, se obtienen los siguientes beneficios:

- Aumenta la disponibilidad del sistema.
- Reducción de reparaciones y órdenes de accidentes.
- Reducir las paradas forzadas.
- Evita la necesidad de un mantenimiento preventivo.
- Disminuye el mantenimiento preventivo en componentes innecesarios.
- Modificación en actividades y repeticiones.
- Evita trabajo o agregar nuevo trabajo.
- Conveniente discernimiento de fallas
- Reconoce fallas de diseño.
- Reconoce los motivos de los errores repetidos.

RCM ofrece una metodología de labor paso a paso que involucra a su vez a todos los involucrados con el equipo y el proceso operativo.

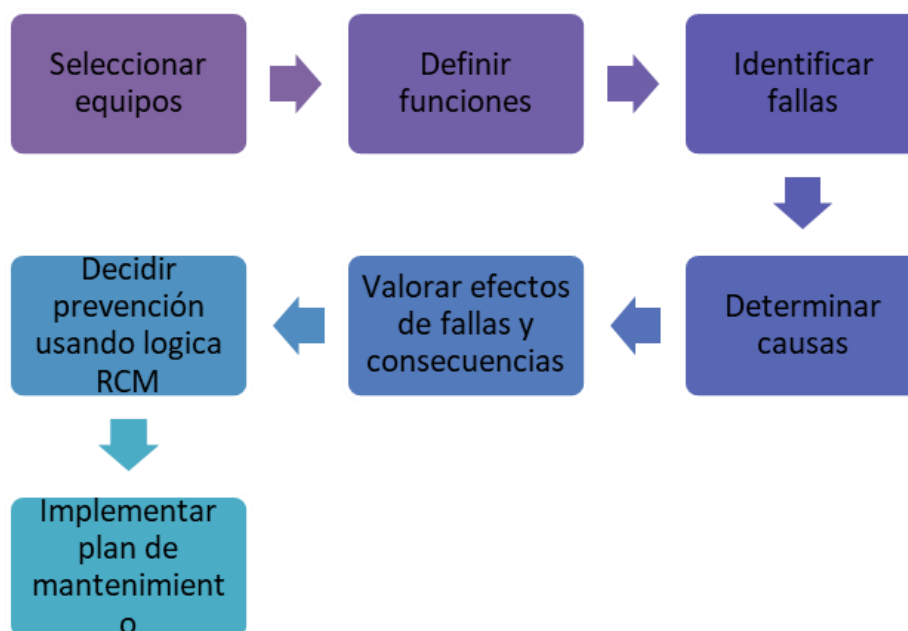
3.5 PROCEDIMIENTO DEL RCM.

El mantenimiento de confiabilidad centralizado proporciona un método que admite establecer las condiciones verdaderas de mantenimiento de los dispositivos en su entorno operativo partiendo del estudio de las siete preguntas siguientes:

- ¿Qué misión tiene el sistema dentro del proceso operativo?
- ¿Cómo podría fallar?
- ¿Cuál es la razón?
- ¿Qué sucede si falla?
- ¿Afecta si llega a fallar?
- ¿Se puede prevenir/predecir fallas?
- ¿Qué pasa si no podemos prevenir/predecir las interrupciones?

De este modo, la figura 4 evidencia el procedimiento del RCM, mediante el cual se identifican, se definen, se determinan y se valoran los equipos, el funcionamiento, las fallas, junto con sus causas, efectos y consecuencias.

Figura 4: Procedimiento del RCM



Nota: La figura 4 representa el procedimiento a seguir para la implementación del RCM. Adaptado de pasos del RCM, por la ingeniería de mantenimiento, 2022 (Morato, 2018).

3.5.1 Misión Del Sistema

Antes de implementar cualquier proceso específico que deba realizarse para garantizar que cada recurso físico continúa realizando las acciones que su usuario necesita realizar en su entorno operativo, debemos realizar dos cosas:

- Establecer lo que deben hacer los usuarios para asegurarse de que pueda hacerlo.
- Lo que demandan sus usuarios

3.5.2 Definir Funciones

Una de las etapas en el desarrollo del RCM es definir la funcionalidad de cada recurso en el entorno de su funcionamiento con estándares relacionados con el desempeño deseado. Los recursos se dividen en dos categorías:

***Primeras Funciones.** – Resume el por qué se adquirió el recurso en primer lugar. Esta categoría de características incluye aspectos como velocidad, rendimiento. Capacidad de almacenamiento o entrega, calidad del producto y servicio al cliente.*

***Segundas Funciones.** – Reconoce cada recurso los cuales deben hacer más que simplemente realizar sus funciones básicas. Los usuarios también tienen expectativas en áreas como seguridad, control, mantenimiento, comodidad, integridad estructural, economía, protección, eficiencia operativa, cumplimiento ambiental e incluso la apariencia de los recursos (Mendizabal, 2018).*

3.5.3 Identificar Fallas

Después de definir las funciones deseadas se va a identificar todos los estados no deseados del sistema. La tarea más importante del RCM es detectar el origen que genera el fallo proporcionando un registro (Fiebertel, 2007).

3.5.4 Determinar Causas

Una vez identificada la falla se debe determinar cuál es su causa, es decir que lo provoco como, por ejemplo, si la bomba delta empieza a vibrar y tiene bajo caudal, entonces las razones pueden ser:

- Atasco de succión.
- Niveles de agua al mínimo en el reservorio.
- Mortalidad de peces en el contorno de succión.
- Reductor con avería.

3.5.5 Valorar Efectos de Fallas y Consecuencias

Para valorar los efectos de las fallas y sus consecuencias se clasifican a los fallos como graves, tolerables y asumibles. Las consecuencias pueden verse desde diferentes perspectivas, desde un impacto económico por pérdida de producción, hasta el valor que cueste su reparación, impacto en la seguridad e impacto ambiental (Morato, 2018).

3.5.6 Decidir Prevención Usando Lógica RCM

En esta etapa se definen medidas preventivas para evitar fallas o al menos reducir su impacto. Este es el punto principal de cualquier estudio RCM. Dependiendo del éxito de esta fase, se pueden reducir o evitar futuras fallas. Todas las demás etapas vienen a alimentarlos.

3.5.7 Implementar Plan de Mantenimiento

Se hace una investigación propia, que se aplica al volumen de producción o al tipo de fábrica que tiene. Recuerda que los estudios que realizan los fabricantes de los equipos son generales y no específicos. Además, si se ha modificado el funcionamiento de estas máquinas, también pueden producirse los errores resultantes, que el fabricante no tiene en cuenta. Por lo tanto, RCM es más específico. En muchos casos se deben realizar tareas de mantenimiento adicionales que complementen las tareas originales, y en otros casos se pueden eliminar o incluso modificar algunas de las tareas originales.

3.6 ¿Qué es el Mantenimiento?

Tareas requeridas para dar servicio al equipo o restaurarlo para que permanezca en un estado especificado.

- En términos simples, es una serie de actividades que son necesarias para asegurar el buen funcionamiento de la instalación.
- En sentido estricto, es un grupo de métodos y sistemas que admiten predecir fallos, realizar inspecciones, lubricaciones y restauraciones efectivas, a su vez a los operadores de máquinas, sus usuarios, normas correctas de trabajo, contribución. a favor de la empresa. Es una tabla de entrenamiento que busca lo que les resulta más cómodo e intenta alargar su vida de forma rentable (García, 2006).

3.6.1 Tareas del Departamento de Mantenimiento

Las principales tareas de mantenimiento, gestionadas con criterios económicos y orientados al ahorro de costos totales de producción son:

- Implementación de revisiones periódicas de todos los equipos, con intervalos de control para detección oportuna de desgaste.
- Mantener siempre los equipos y las instalaciones en las mejores condiciones para evitar el tiempo de inactividad que aumenta los costos y mantenga registros adecuados.
- Realizar reparaciones de emergencia tan pronto como sea posible, utilizando técnicas de reparación normales (MarcoTeórico.com, 2022).

3.7 Los 8 Pilares del TPM

Para comprender mejor la importancia de TPM, debe comprender que se basa en 8 pilares fundamentales. El TPM habla de 6 tipos de pérdidas que deben eliminarse de nuestros procesos de fabricación:

- Falla de equipo de capital
- Cambios y ajustes no planificados
- Tiempo de inactividad y paradas menores
- Ralentización
- Errores de proceso
- Arranque.

3.7.1 Primer Pilar – Mejoras Enfocadas o Kobetsu Kaizen

Es un conjunto de actividades desarrolladas con industrias diferentes involucradas en el proceso productivo con el fin de incrementar la eficiencia global de equipos, procesos y plantas; todo por medio de un trabajo organizado (BSG INSTITUTE, 2019).

Las técnicas de TPM ayudan a eliminar visiblemente la falla del equipo, el procedimiento para tomar acciones correctivas específicas sigue los conocidos pasos del Ciclo Deming o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar)

3.7.2 Segundo Pilar – Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen

El propósito de este segundo pilar es atraer personal de producción para trabajos de reparación, este es uno de los procesos que tiene un gran impacto en el aumento de la productividad laboral. El mantenimiento autónomo se basa en el conocimiento con el cual el operador debe controlar las condiciones del equipo, es decir. Mecanismos, aspectos de uso, almacenamiento, manipulación y destrucción, etc. (Acosta, 2017).

3.7.3 Tercer Pilar – Mantenimiento Planificado

El objetivo del tercer pilar es eliminar los problemas de los equipos a través de la mejora, prevención y predicción, la gestión adecuada de las actividades que brindan capacitación e información técnica al personal afectado, identificando a los líderes de los equipos en busca de la mejora continua (Nakajima, 1991).

3.7.4 Cuarto Pilar – Mantenimiento de Calidad o Hinshitsu Hozen

Es un tipo de mantenimiento preventivo destinado a conservar la condición del producto final.

El mantenimiento de calidad es:

- Realizar trabajos de conservación orientados a mantener el equipo para que no cause defectos de calidad.
- Prevención de defectos mediante la verificación de que las máquinas cumplan con las condiciones de "cero defectos" y estén dentro de los estándares de ingeniería.
- Seguir los cambios en el equipo para evitar fallas y tome medidas para predecir la condición de posibles anomalías.

- Realizar estudios técnicos sobre piezas de equipos que tengan mayor impacto en las características de calidad del producto final.
- Introducir el control de elementos de máquinas y equipo e interferir con ellos (Blanco, 2018).

3.7.5 Quinto Pilar – Prevención del Mantenimiento

Son tareas de mejoría realizadas durante el diseño, construcción y puesta en servicio de equipos para reducir los costos de mantenimiento durante su uso. Los métodos de mantenimiento preventivo se basan en la teoría de la confiabilidad, por lo que requiere una buena base de datos de frecuencia de fallas y reparaciones (Alarcón & Romero, 2020).

3.7.6 Sexto Pilar – Actividades de Departamentos Administrativos y de Apoyo

En este pilar es necesario fortalecer sus funciones mejorando su disposición y cultura. Para ello, debe utilizar un mapa de cadena de importancia transaccional para hallar oportunidades y luego poder iniciar proyectos para mejorar tiempos y errores (Liptzis, 2020).

3.7.7 Séptimo Pilar – Formación y Adiestramiento

La formación se refiere a la forma correcta de expresar y hacer de conformidad con las capacidades constituidas para el correcto manejo de los procedimientos. Es el conocimiento y la experiencia adquiridos a través de la reflexión en el trabajo diario a largo plazo.

La formación debe ser integral dependiendo de lo que necesite la empresa, la mayor parte de las fallas se debe a que las personas no están bien preparadas, por lo que la planificación de la formación de las personas debe partir de las oportunidades que existen en las actividades de los empleados y operadores (Castro, 2018).

3.7.8 Octavo Pilar – Gestión de seguridad y entorno

La seguridad y salud en el trabajo tiene por objeto mantener y mejorar la salud física de los empleados en relación con el trabajo que realizan con el fin de eliminar los riesgos laborales a los que están expuestos (Fernández Álvarez & González Rodríguez, 2018).

3.8 Metodología 5 “S”

Se enfoca en el trabajo eficiente, la organización del sitio y los procesos de trabajo estándar para reducir el desperdicio, como en el departamento de reparación, donde hay una gran cantidad de repuestos inútiles (se retiran de las máquinas para el mantenimiento preventivo) y equipos viejos, por lo que simplifica el ambiente de trabajo y actividades que no agregan valor mejorando la calidad, la seguridad y la eficiencia. A continuación, hablaremos de cada una de las "S".

- Seiri. - (Orden o procedimiento), la primera "S" se refiere a la remoción o separación de algo que no se necesita en el área de trabajo.
- Seiton. - (Todo en su lugar) es la segunda "S" y se centra en sistemas de almacenamiento eficientes y eficaces, "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar".
- Seiso. - (Limpieza) Es necesario limpiar el área luego de remover la cantidad de obstáculos e incluso basura, a partir de ese momento es necesario limpiar áreas diferentes todos los días para mantener una buena apariencia y comodidad.
- Seiketsu. - (Estandarización) La cuarta “S” en este punto, debemos enfocarnos en estandarizar las mejores prácticas en nuestro campo de trabajo y dejar que los trabajadores participen en su desarrollo, lo que será una fuente de información muy valiosa sobre su desempeño, pero a menudo no se considera para este propósito.
- Shitsuke.- (Sostener) La quinta y última "S" es la más difícil de lograr y realizar. El mantenimiento es el establecimiento de un "status quo" (estados que rigen en un momento histórico determinado) y un nuevo conjunto de estándares o normas en la organización del ambiente de trabajo, porque las personas tienden a volver al "status quo", la tarea cumplida conduce a la mejora continua, menor generación de residuos y mejora de la calidad del producto, hace que nuestra organización sea más rentable y competitiva en el mercado (DIGESA, 2019).

4. Materiales y metodología

4.1 Tipo, diseño y nivel de investigación

En este proyecto el tipo de investigación es básico puro, y su diseño se basa en el programa de mantenimiento, por lo tanto, el nivel de investigación es cuantitativo y tecnológico porque se implementará controles para mejorar los canales de información mediante la creación de base de datos.

4.2 Método de investigación

Para esta investigación se utilizará el método analítico, inductivo, deductivo y mixto, como se detalla a continuación:

- Preparar la información. - método analítico, revisión de activos depurar información
- Hacer planes maestros – método inductivo, estandarización de planes de mantenimiento
- Hacer matriz de criticidad – método analítico
- Definir modos y consecuencia de fallas – método mixto
- Determinar estrategia por cada modo de falla – método analítico
- Hacer manual de procedimiento – método inductivo
- Crear de indicadores de gestión – método analítico
- Crear control de gastos y consumo de combustible – método deductivo

4.3 Tipos de instrumentos de investigación correspondientes a la información primaria y secundaria seleccionados para el estudio

Los instrumentos para utilizar son:

- Revisión de documentos
 - Registros
 - Mantenimiento preventivo
 - Mantenimiento predictivo
 - Mantenimiento correctivo
 - Mantenimiento programado o por condición
 - Mantenimiento sin O/T
-

- SMProg
- Inspecciones
- Lista de chequeo
- Reportes
- Análisis de aceites
- Power bi

5. Propuesta de modelo de un sistema de gestión

¿Qué es un sistema de gestión de mantenimiento?

El sistema de gestión de mantenimiento es la forma como una empresa define un conjunto de operaciones (políticas, procesos y procedimientos) que tiene como objetivo garantizar la continuidad operativa de sus activos y ayudan a gestionar los riesgos relacionados con la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Los principales objetivos del sistema de gestión son:

1. Gestión de activos
2. Gestión de recursos
3. Control de costes indirectos
4. Control de disponibilidad de equipos

5.1 Nivel estratégico

5.1.1 Política de gestión de activos

Es el primer elemento básico del sistema de gestión de mantenimiento en una organización, y un conjunto de principios rectores para guiar las decisiones de alto nivel y lograr resultados racionales (SafetyCulture, 2023).

Su objetivo principal es establecer las intenciones y la dirección de la organización con respecto a la gestión de activos. Como tal contiene:

- Objetivos de la organización
- Principios claves de gestión de activos sobre la cual la organización trabajará

5.1.2 Estrategia de gestión de activos

El plan estratégico de gestión de activos (SAMP) es el segundo elemento básico del sistema de gestión, el cual tiene como objetivo proporcionar una estrategia a largo plazo para la renovación de activos, en esta disciplina largo plazo puede ser entre 20 a 30 años y más, el horizonte de tiempo debe ser el apropiado para la vida útil del activo y la duración de las actividades de la gestión de activos debe ser relevante para la organización (Reliabilityweb, 2014).

Por lo tanto, en este plan se describe las reglas operativas y el criterio para la toma de decisiones para la gestión de activos tales como:

- ¿Quiénes son las partes interesadas de la organización?
- ¿Cuales son sus necesidades y expectativas, y que riesgos hay para satisfacerlas?
- ¿Cómo perciben valor estas partes interesadas?
- ¿Qué activos se tienen?
- ¿Hasta qué punto los activos están dando valor hoy?
- ¿Cuál es el pronóstico en términos de demanda futura y requisitos de desempeño de sus activos?
- ¿Qué significa para la base de sus activos?
 - ¿Menos activos?
 - ¿Más activos?
 - ¿Diferentes activos?
 - ¿Activos más eficientes?
 - ¿Activos más confiables?
 - ¿Activos menos confiables?

5.1.3 Gestión de riesgo

El riesgo se expresa comúnmente en términos de probabilidad e impacto, normalmente se considera un riesgo como un concepto negativo, pero también son positivos (las oportunidades), cabe señalar que siempre habrá incertidumbre en los riesgos y entre más sepas sobre estos, más acertada y ágil será las decisiones por tomar para gestionarlos (Belkis & Tocabens, 2011).

Existen varias categorías de riesgos:

1. Riesgo estratégico
2. Riesgo financiero
3. Riesgo operacional
4. Riesgo de activos

Por lo tanto, lo que se busca con la gestión de riesgo es mitigar o reducir la probabilidad de que ocurra el evento de riesgo o el impacto en caso de que ocurra, el método principal para esto se presenta en el modelo “4T”.

1. Tolerar. – Vivir con el riesgo
2. Terminar. – Eliminar el riesgo
3. Transferir. – Traspasar el riesgo a un tercero
4. Tratar. – Establecer medidas preventivas para reducir la probabilidad de riesgo

5.1.4 Conocimientos de los activos

El conocimiento de gestión de activos es la comprensión colectiva que tiene una organización sobre sus activos, para definir mejor el conocimiento de gestión de activos, es útil describir las diferencias entre datos, información y conocimiento para poder entender lo que esto significa.

Datos. – son hechos, números, imágenes, sonidos y palabras sin filtros que pueden cambiar con el tiempo.

Información. – grupo de datos al que se le aplica contexto, permitiendo evaluarlos o analizarlos con un fin en particular.

Conocimiento. – se deriva de la información, experiencia, razonamiento y juicio. Este tipo de conocimiento puede ser:

- Explicito. – que puede ser codificado y escrito de manera estructurada, por ejemplo:
 - Inventario de activos
 - Calificaciones de la condición de activos
 - Registros de mantenimiento
 - Periodos de garantía
 - Horas entre fallas o mantenimiento
 - Cantidad de repuestos almacenados
- Tácito. – a menudo depende de la experiencia o la intuición, este tipo de conocimiento es difícil de transferir a otra persona por medio de palabra oral o escrita.

Para la obtención de información se debe definir:

- ¿Qué información se necesita?
- ¿Dónde se la debe almacenar?
- ¿Cómo se la debe almacenar?
- ¿Cuándo y cómo se la debe actualizar?

5.1.5 Renovación de equipos

La importancia de adquirir y renovar equipos radica en su intervención en el transcurso productivo y en la etapa de la inversión, que obliga a la compañía durante un largo periodo convirtiéndose un problema de inversión debido a que los equipos tienen características distintas como:

- Coste de adquisición
- Vida útil, técnica y económica
- Fiabilidad mecánica

Existen otros factores por lo cual se procede a renovar un equipo:

1. Envejecimiento funcional. – Cuando el equipo no funciona correctamente o genera costos, los costos de reparación son más altos que el costo de los equipos nuevos.
2. Envejecimiento económico (Obsolescencia). – la aparición de equipos con una tecnología superior que reducen los tiempos y costes de producción ofreciendo otras ventajas de cara al mercado.

Para la elaboración de un plan de renovación de equipos, se necesita establecer un conjunto de requisitos que permita seleccionar de manera precisa de tal forma que los costos de los equipos reparados sean menores al costo de la compra de uno nuevo, para de esta manera eliminar gastos e inversiones innecesarias en material de reparación de equipos (Pirela, 2017).

Avanzando en el tema, en la tabla 1 se visualiza un ejemplo de matriz respecto al tiempo de vida útil promedio de los equipos de producción.

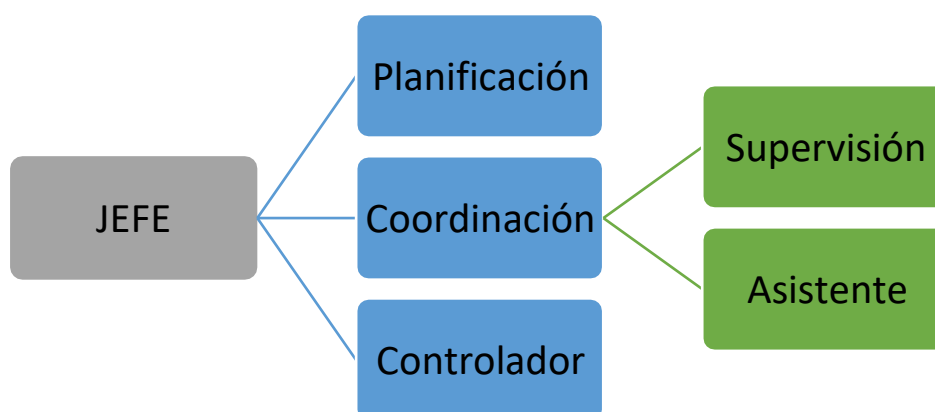
Tabla 1: Vida útil de los equipos

Clase	Categoría	Subcategoría	Descripción	Hr/KM	Años	Observación
8500	Vehículos y similares	Camionetas		150000		Previo Análisis de condición
		Camiones	Cajón de madera	300000		
		Camiones	Capsula	600000		

5.1.6 Estructuración del departamento

La estructura organizacional de mantenimiento es necesaria para todo tipo de industria, tomando en cuenta que se debe estar alineado con los objetivos de la empresa. En tal sentido, la figura 5 señala la forma de organización del personal que compone un departamento de mantenimiento.

Figura 5: Estructuración del departamento



Nota: En la figura 5 se observa cómo está estructurado el departamento de mantenimiento.

5.1.7 Dimensionamiento de plantilla

Es una tarea primordial dimensionar adecuadamente la plantilla dentro del departamento, definir el tamaño de la misma, donde las particularidades del personal exigen un diseño óptimo que evite, por un lado, la indisponibilidad de los equipos y por el otro, la costosa presencia de mano de obra ociosa (Pérez, 2011).

Para lo cual existen diferentes enfoques en el cálculo de una plantilla entre estas tenemos:

- Por coste
- Por productividad
- Por carga de trabajo
- Por BENCHMARKING

El método recomendado a utilizar es por carga de trabajo para lo cual, se debe considerar:

- a) Determinar el tiempo disponible de trabajo en un periodo de 1 año (horas-hombre), el mismo que puede estar en días o semanas de 1 solo técnico como se observa en la tabla 2 y 3.
- b) Determinar el tiempo de absentismo como vacaciones, feriados, capacitaciones, reuniones, etc., bajo el mismo periodo (1 año).

Tabla 2: Régimen Laboral

Régimen laboral de los técnicos de mantenimiento		
Detalle	Tiempo	Unidad
Semanas disponibles	52	Semanas/año
Vacaciones	2	Semanas/año
Feridos	10	Días/año
Capacitación técnica	3	Días/año
Capacitación seguridad	2	Días/año
Días laborales	5,5	Días/semana
Horas laborables	8	Horas/día
Reuniones semanales	30	Minutos/Semana
Reuniones diarias	30	Minutos/día
Traslados	18	Minutos al día
Preparación	12	Minutos al día
Descanso	15	Minutos al día

- c) Determinar las horas realmente disponibles anual mente para cada trabajador

Tabla 3: Horas disponibles del trabajador

Detalle	Tiempo	Unidad
Vacaciones	2	Semanas/año
Feridos	2	Semanas/año
Capacitaciones	1	Semanas/año
Semanas disponibles en el año	47	Semanas/año
H-H por semana/Técnico	44	Horas/Semana
H-H por mes/Técnico	176	Horas/Mes
Horas reuniones semanales/Técnico	0,5	Horas/Semana
Horas de reuniones diarias a la semana /Técnico	2,8	Horas/Semana
Horas de traslado diarios a la semana/Técnico	1,7	Horas/Semana
Horas de preparación diaria a la semana/ Técnico	1,1	Horas/Semana
Horas de descanso por semana/Técnico	1,4	Horas/Semana
Horas asignadas por semana/Técnico	7	Horas/Semana
Horas asignadas por mes/Técnico	30	Horas/Mes
H-H por semana disponibles/Técnico	37	Horas/Semana
H-H por mes disponibles/Técnico	147	Horas/Mes
H-H por año disponible/Técnico	1731	Horas/Año

- d) Rendimiento de mano de obra según se analiza en la tabla 4, para lo cual debe determinar el tiempo total de:
- Plan anual de mantenimiento preventivo
 - Trabajos rutinarios que puedan ser planificados
 - Trabajos de emergencia
 - Proyectos de mantenimiento

Tabla 4: Rendición de mano de obra

Equipos	Utilización promedio en el mes	Utilización promedio en el año	Intervalo de mantenimiento preventivo	Unidad
Camiones	4200	50400	5000	Km
Tanqueros	3000	36000	5000	Km
Motos	1250	15000	800	Km

5.2 Nivel táctico

5.2.1 Inventario

Lo primero que la persona a cargo de la gestión de mantenimiento deberá verificar es el inventario de activos fijos, para lo cual deberá verificar la existencia y ubicación de cada uno de los bienes a mantener, en caso se posea la lista se procederá a verificar cada uno de los ítems especificados en el documento. A continuación, en la tabla 5 se examina un formato de Inventario de activos para el desarrollo del tema:

Tabla 5: Inventario de activos

N° activo	Co	Descripción	Marca	Modelo	Serie	Ubicación
6100001	CLA-01	Clasificador de camarón	Sort Rite	10-3A-C5	CLD6K	Planta
6100002	GEN-01	Generador	Kohler	150 KW	200EO	Oficinas

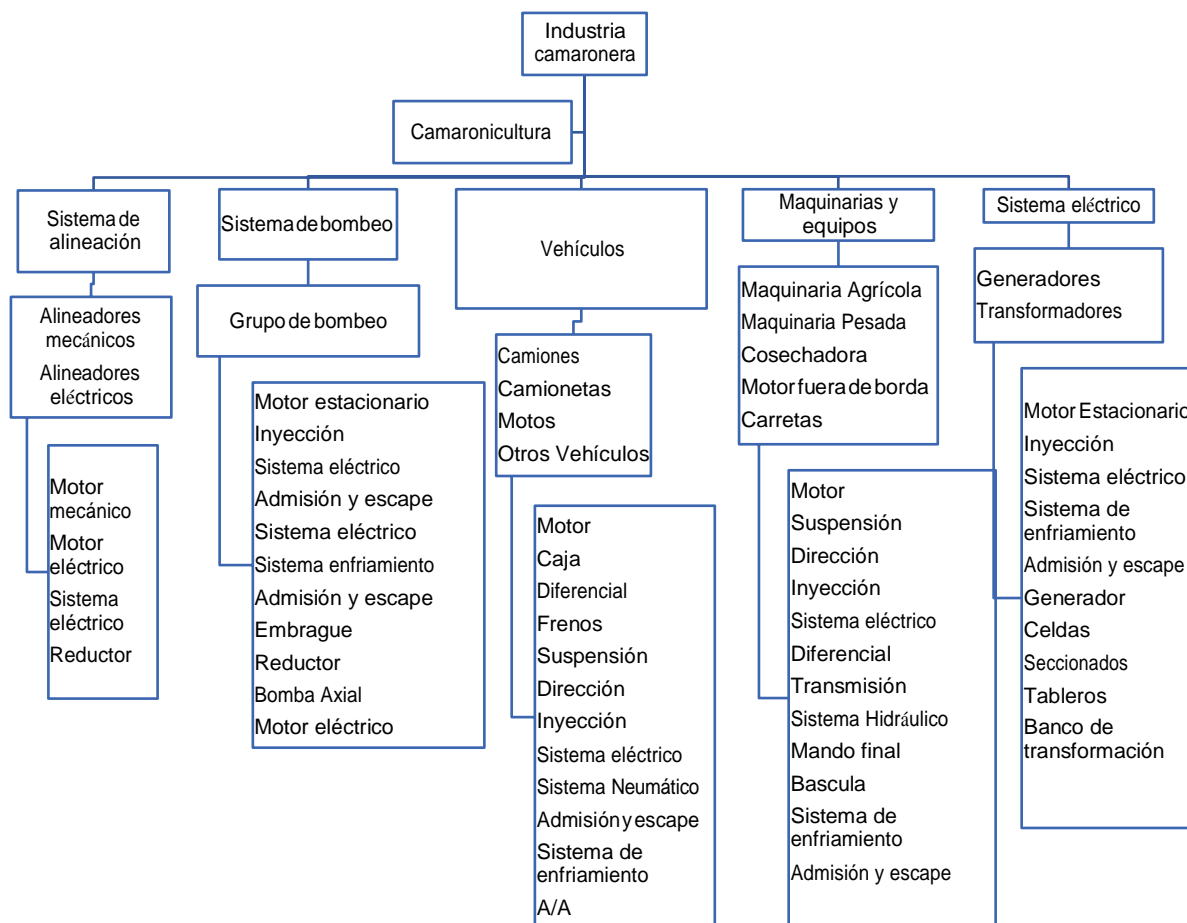
5.2.2 Taxonomía

La taxonomía es como se define la jerarquía de un activo, siendo una clasificación sistemática de forma genérica donde tienen ítems en común y se dividen en los siguientes niveles:

1. Industria
2. Categoría de negocio
3. Clase o grupo de equipos (sistemas)
4. Componente
5. Subcomponentes
6. Ítem a mantener

En lo referente al tema de estudio, en la tabla 6 se refleja la taxonomía en relación a los equipos y sistema de mantenimiento.

Tabla 6: Jerarquía de sistemas y equipos



En el manual de OREDA 2009 organiza los equipos en 4 sistemas principales que son:

1. Maquinaria
2. Equipos Eléctricos
3. Equipos Mecánicos
4. Otros

Es necesario realizar la jerarquía de sistemas y equipos para ampliar la visión de estos, para cada tipo de equipo teniendo en cuenta los componentes, subcomponentes y partes a cambiar (Miguel Zapata & Alberto Mora, 2011).

Una vez definida la jerarquía de equipos el siguiente paso es estructurar la información, la cual se debe categorizar para así obtener, integrar y analizar los datos para

cada clase de equipo, los que deben recopilarse de manera organizada y estructurada como se presenta en las tablas 7, 8 y 9:

Tabla 7: Datos del equipo

Categoría	Subcategoría	Datos
Identificación	Ubicación	Sector o planta
	Equipo	Clase o tipo
		Código de activo
		Aplicación
Diseño	Características	Modelo
		Serie
Aplicación	Operación	Inicio de operación
		Tiempo operativo Acumulado
		Parámetros (Potencia, RPM)

Tabla 8: Datos de averías

Categoría	Datos	Descripción
Identificación	Equipo	Código de activo
	Registro de Avería	Código de avería única
Datos de avería	Fecha	día/mes/año
	Impacto en funcionamiento	Nula, parcial o total
	Clase de severidad	Critica o no
	Tipo	Describir avería
	Causa	Describir avería
	Componente averiado	Nombre del equipo
	Partes Averiada	Especificar partes a remplazar
	Método de Observación	Como detecto avería

Tabla 9: Datos de mantenimiento

Categoría	Datos	Descripción
Identificación	Registro de mantenimiento	Identificación única
	Equipo	Código de activo
	Código de avería única	Sólo mantenimiento correctivo
Datos del Mantenimiento	Tipo de mantenimiento	Preventivo, correctivo o condición
	Actividad de mantenimiento	Descripción
	Nombre de componente	Que se realizó mantenimiento
	Partes mantenibles	Especificar partes a mantener
Recursos	Horas-hombre por disciplina	Mecánica, eléctrica y otras
	Total, de horas-hombre	Horas-hombre utilizadas
Tiempo de mantenimiento	Tiempo de actividad	Duración de Mantenimiento
	Tiempo de inactividad	Equipo en estado inactivo

Es recomendable manejar la recopilación de datos descritos de formas separadas estandarizando términos y códigos de fallas.

5.2.3 Análisis modal de fallos y efectos (FMEA)

Este es un instrumento utilizado para evaluar la confiabilidad del sistema e identificar posibles errores de los procesos y servicios obteniendo un plan para corregir proactivamente las mismas evitando un impacto negativo, la cual está basada en la norma SAE J1011/12, es recomendable que antes de realizar este análisis se revise las estadísticas de averías en caso tenerlas o se puede consultar al manual de datos OREDA para ver fallos genéricos según el tipo de equipos.

Para elaborar esta matriz que se percibe en la tabla 10, se debe asegurar de contestar adecuadamente y secuencialmente las siguientes preguntas que se muestra:

- a) ¿Cuáles son las actividades y los tipos de ocupación asociados del activo en su entorno operativo?
- b) ¿Como puede fallar al realizar sus actividades?
- c) ¿Qué provoca cada modo de falla?
- d) ¿Qué pasa cuando ocurre esta falla?
- e) ¿Qué se debe hacer para predecir o prevenir cada falla?
- f) ¿Qué acciones tomar en caso ocurra la falla para mitigar las consecuencias?

Con esto se busca asegurar un correcto funcionamiento en función global a la producción.

Tabla 10: RCM: Hoja de registro del AMFE del sistema de bombeo

<i>Componen te</i>	<i>Subcomponen te</i>	<i>Función</i>	<i>Fallo Funcional</i>	<i>Modo de fallo</i>	<i>Efecto de fallo</i>
Tubería de agua	Tubería	paso de agua	Obstrucción o fuga	Perdida de Presión Tubería dañada	Bajo nivel de agua en canales de drenaje
	Bomba de inyección	Elevar presión de combustible	Filtración de combustible Baja presión	Daño del elemento Desgaste	Ralentí de motor inestable
Sistema de inyección	Filtro separador de agua	Impedir agua en la combustión	Obstrucción	No realiza filtrado	Motor se apaga
	Filtro de combustible	Filtrar impurezas	Obstrucción	No realiza filtrado	Motor se apaga
	Inyectores	Pulverizar y distribuir el carburante	No inyecta Exceso de humo Temperatur a baja	Filtro obstruido Inyector defectuoso Desgaste	Motor intermitente Consumo excesivo de combustible
Motor básico	Aceite	Lubricar piezas	Falta de aceite	Se recalienta	Avería en motor
	Bandas	Transmitir movimiento	No transmite	Banda dañada o floja	Paro de motor
	Cabezote	Evita perdidas de compresión	No sella	Desgaste de empaquetad	Fuga de compresión o refrigerante

5.2.4 Análisis de criticidad

Para el análisis de criticidad se desarrollará en torno al FMEA dando así el análisis de modal de fallos, efectos y criticidad (FMECA) con este método lo que se realiza es un orden de los modos de falla según su importancia, considerando la tasa de falla (Ramírez & Fernando, 2017).

Existen varias formas de elaborar esta matriz, una de ellas es la que se evidencia en la tabla 11:

Tabla 11: Análisis de Criticidad

Falla	Criticidad	Frecuenci	Gravedad		Detección	NPR	Criterio	Acciones recomendadas
Sensor de posición con circuito abierto	45	5	9		7	315	Considerando el hecho de que el defecto dificulte la movilidad del vehículo aumenta su valoración. Por otro lado, si el equipo es parte de la producción, la resolución de este problema es una prioridad.	Corregir posibles cortos de arnés – corregir ruteo uso de coraza para cableado
Bajo rendimiento del turbo	24	4	6		8	192	La detección de gran valor porque se requieren calibres micrométricos para identificar este defecto y el costo de acceso a la pieza es alto.	Cambiar turbo, se sugiere disponer de un turbo de grúa para flota
Baja presión de compresión	35	5	7		5	175	Esta falla tiene una calificación de severidad 7 porque implica el reemplazo costoso de componentes del motor.	Cambiar piezas que presentan desgastes, hacer análisis de lubricantes

Podemos observar que se analiza cada uno de los subcomponentes y lo suelen hacer por separado, se recomienda realizarlo en la misma matriz del análisis anterior FMEA, anexando las columnas de:

1. Criticidad. – Es el producto de la gravedad por la ocurrencia.
2. Gravedad. – Evalúa la gravedad del efecto o consecuencia de que se produzca determinado fallo.
3. Frecuencia. - Estima la posibilidad de que ocurra el Modo de fallo por cada una de las causas posibles.
4. Detección. - Evalúa la posibilidad de encontrar dicha razón y el modo de fallo resultante antes de llegar.
5. NPR. – Numero de prioridad de riesgo el cual es el producto entre gravedad, frecuencia y detección

5.2.5 Matriz de criticidad

Es un método de sencillo uso y entendimiento donde se establece un rango numérico o alfabético para representar las probabilidades o frecuencias de ocurrencia de eventos o averías.

En la siguiente tabla 12 podemos destacar cada uno de los campos a tomar en cuenta en el análisis

Tabla 12: Análisis de criticidad

Datos del Equipo									Análisis de criticidad									
Área	Fecha de ingreso	Fecha dada de baja	Grupo de Equipos	Subgrupo	Descripción	Marca	Modelo	Serie	Código de activo	Seguridad	Medio Ambiente	Calidad	Régimen de Trabajo	Producción	Frecuencia de Falla	Mantenimiento	Criticidad General	SISTEMA AMEF

Para la evaluación de criticidad se debe definir los criterios y niveles de calificación, para la fila del sistema AMEF se utiliza el análisis FMECA pasando los valores de resultado en la columna NPR (número de prioridad de riesgo), para las demás columnas tomar en cuenta el diagrama de bloques sobre las consecuencias de fallas presentado en la norma ISO 14224, que se demuestra en la tabla 13:

Tabla 13: NORMA ISO 14224

Consecuencias	Categoría			
	Catastrófica Falla que produce muertes o pérdidas en el sistema	Grave Enfermedad o daño en el sistema de gravedad	Moderada Enfermedad o daño en el sistema de poca importancia	Menor Enfermedad o daño en el sistema de mínima importancia
Seguridad	I Pérdidas de vidas	V Lesión grave personal	IX Lesiones que requieren tratamiento medico	XIII Lesiones que requieren tratamiento medico
Medioambiental	II Contaminación importante	VI Contaminación significativa	X Cierta contaminación	XIV Contaminación nula
Producción	III Cese intensivo de la producción u operación	VII Cese de producción por encima del límite aceptable	XI Cese de producción debajo del límite aceptable	XV Cese breve de producción
Operacional	IV Cese muy alto de mantenimiento	VIII Costo de mantenimiento por encima de lo normal aceptable	XII Costo de mantenimiento por debajo de lo normal aceptable	XVI Costo bajo mantenimiento
Se requiere definir los límites aceptables para cada aplicación				

5.2.6 Planes maestros

Un plan maestro es un instrumento originario de la teoría, que quiere decir información documentada basada en datos los fabricantes, estadísticas y juicio de expertos.

Para el desarrollo de los planes maestros se debe seguir una serie de pasos que se detallan a continuación:

Desarrollo de lista de actividades

Para la elaboración de esta matriz de actividades, componentes y subcomponentes, se debe tomar en cuenta la taxonomía del mismo, según el tipo de equipo y la descripción de la tarea preventiva, debe ser un verbo, como se presenta en el siguiente cuadro de la tabla 14.

Tabla 14: Listas de actividades

COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	TAREA PREVENTIVA
MOTOR BASICO	BANDAS	REEMPLAZAR
MOTOR BASICO	BASE DE MOTOR	REEMPLAZAR
MOTOR BASICO	VALVULAS DE CABEZOTE	CALIBRAR
MOTOR BASICO	RESPIRADERO DEL CARTER	LIMPIAR

Elaboración de un plan de lubricación

Para armar un plan de lubricación de un equipo determinado lo primero que se debe de tener en cuenta es la selección de Lubrificantes de maquinarias y equipos

Los parámetros para tomar en cuenta son:

- Consultar catálogo del fabricante del equipo (recomendación de aceite a utilizar)
- Selección del grado ISO del aceite requerido a la temperatura de operación del equipo
- Selección de la misma marca de los lubricantes que se están utilizando en la empresa y su aplicación en el equipo

5.2.7 Características del sistema ISO

Aspectos necesarios que es necesario a tomar en cuenta en la clasificación ISO (Machinery Lubrication, 2001).

- Solo clasifica los aceites Industriales
- Clasifica la viscosidad en cSt a 40 °C ($\pm 10\%$)
- Esto sólo está relacionado con la viscosidad y no tiene nada que ver con la calidad.
- Cualquiera que sea la marca al final del nombre aparece el grado ISO (Franco Corena & Ávila Caldera, 2004).

Como complemento de lo expuesto, se puede apreciar en la tabla 15, la clasificación del sistema ISO de acuerdo a las características mencionadas en líneas anteriores.

Tabla 15: Clasificación de la viscosidad en el sistema ISO

Clasificación de la viscosidad en el sistema ISO						
Grado	cSt/40°C		SSU/100°F (37,8°C)		SSU/210°F (98,7°C)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
ISO 2	1.98	2.42	32.8	34.4	-	-

3	2.88	3.52	36.0	38.2	-	-
5	4.14	5.06	40.4	43.5	-	-
7	6.12	7.48	47.2	52.0	-	-
10	9.00	11.00	57.6	65.3	34.6	35.7
15	13.5	16.50	75.8	89.1	37.0	38.3
22	19.8	24.20	105.0	126.0	39.7	41.4
32	28.8	35.20	149.0	182.0	43.0	45.0
46	41.40	50.60	214.0	262.0	47.1	49.9
68	61.20	74.80	317.0	389.0	52.9	56.9
100	90.0	110.0	469.0	575.0	61.2	66.9
150	135.0	165.0	709.0	871.0	73.8	81.9
220	198.0	242.0	1047.0	1283.0	90.4	101.0
320	288.0	352.0	1533.0	1881.0	112.0	126.0
460	414.0	506.0	2214.0	2719.0	139.0	158.0
680	612.0	748.0	3298.0	4048.0	178.0	202.0
1000	900.0	1100.0	4864.0	5975.0	226.0	256.0
1500	1350.0	1650.0	7865.0	9079.0	291.0	331.0

Nota: Tomado de (Franco Corena & Ávila Caldera, 2004).

5.2.8 Características del sistema SAE

Aspectos necesarios que es necesario a tomar en cuenta en la clasificación SAE (SAE, 2021)

- Únicamente clasifica la viscosidad en aceites para engranes y de motor (de combustión).
- El primer número indica la viscosidad de aceite en bajas temperaturas.
- El segundo número indica la viscosidad de aceite en altas temperaturas (medida a 100°C).
- El número acompañado por la letra “W” que significa Winter (invierno), que significa viscosidad a baja temperatura

En relación a la segunda característica mencionada, la tabla 16 presenta como guía la clasificación SAE J300 de un aceite en baja temperatura.

Tabla 16: Clasificación SAE J300 (Aceites uní grados)

Aceites Uní grados para motores de combustión interna (Clasificación SAE J300)					
Grado SAE	cSt/40°C		cSt/100°C		Temp. límite de bombeo °C
	Min	Max	Min	Max	
0W	19.0	-	3.8	-	-35
5W	21.0	-	3.8	-	-30
10W	26.0	-	4.1	-	-25
15W	42.0	-	5.6	-	-20
20W	50.0	-	5.6	-	-15

25W	110.0	-	9.3	-	-10
10	46.0	50.0	5.6	6.9	-
20	55.0	60.0	5.6	<9.3	-
30	109.0	113.0	9.3	<12.5	-
40	140.6	189.4	12.5	<16.3	-
50	192.4	267.6	16.3	<21.9	-
60	-	-	21.9	<26.1	-

Nota: Tomado de (Álvarez García Emilio, 2019).

En lo concerniente a la tercera característica, la tabla 17 revela un prototipo de clasificación SAE J300 respecto a un aceite en altas temperaturas.

Tabla 17: Clasificación SAE J300 (Aceite multigrados)

Aceites Multigrados para motores de combustión interna (Clasificación SAE J300)				
Grado	cSt/40°C		cSt/100°C	
SAE	Min	Max	Min	Max
5W-40	100	120	16.3	19.7
10W-30	60	70	9.3	13.7
15W-40	90	110	13.7	16.3
15W-50	120	130	16.3	19.7
20W-20	61	69	5.6	9.3
20W-30	90	110	9.3	13.7
20W-40	120	130	13.7	16.3

Nota: Tomado de (Franco Corena & Ávila Caldera, 2004).

En cuanto a la primera característica, la tabla 18 orienta a través de una pauta la clasificación SAE J306 que se lleva acabo específicamente con aceites para engranajes.

Tabla 18: Clasificación SAE J306 (Aceites para engranajes)

Aceites para engranajes (Clasificación SAE J306)			
Grado	Max Temp.	Viscosidad Cinemática	
SAE	A 150000 cP	Min	Max
70W	-55°C	3.8	-
75W	-40°C	3.8	-
80W	-26°C	8.5	-
85W	-12°C	11.0	-
65	-	3.8	<5.0
70	-	5.0	<6.5
75	-	6.5	<8.5
80	-	8.5	<11.0
85	-	11.0	<13.5
90	-	13.5	<18.5
110	-	18.5	<24.0
140	-	24	<32.5
190	-	32.5	<41
250	-	41.0	-

Nota: Tomado de (Drivmedel Bränsle, 2020).

5.2.9 API en Motores de combustión

API, que significa Instituto Americano del Petróleo, nos permite determinar y describir clases de lubricantes para motores de combustión interna en función de su eficiencia, teniendo en cuenta el año de fabricación y el tipo de motor del vehículo.

El aceite de API SN tiene mayor resistencia y la oxidación es menor que cualquier aceite bajo. Esto evitará la formación de depósitos blancos en las válvulas y los pistones, prolongando la vida útil de las válvulas y del motor (API, 2020).

A modo de explicación, en la tabla 19 se orienta sobre la descripción de los lubricantes para motores a gasolina y a diésel.

Tabla 19: Categorías de los lubricantes para motores de combustión interna según su rendimiento

API	Para motores a Gasolina
SL	Mejora la resistencia antioxidante a altas temperaturas y a desgastes
SJ	Específica para motores modernos (inyección).
API	Para motores a Diesel
CI-4	Mantiene la durabilidad del motor donde se usa la recirculación de gases de escape (EGR)
CH-4	Para uso con combustible diésel que contenga hasta un 0,5% de azufre en peso
EC	Compatible con emisiones

5.2.10 Aditivos en el aceite de Motores

1. **Calcio/Magnesio**, normalmente es un Detergente / Dispersante, pero puede ser contaminación de agua del radiador, es normal que en el transcurso del kilometraje a cumplir en el cambio bajen de un 5 a 10 % su PPM (WIDMAN INTERNATIONAL SRL, 2019).

¿Qué provoca la pérdida de detergente/dispersante?

- **Aditivos de mala calidad.** Las refinerías de petróleo están bajo presión para reducir los costos de producción. Algunas personas eligen sus productos utilizando la opción más barata disponible.
- **Combustible de mala calidad** o adulterado.
- **Mala combustión.**

- La temperatura del motor siempre debe ser superior a 80 ° C, si funciona sin un termostato, no puede alcanzar esta temperatura, y luego la humedad forma lodo, no la evaporación.
 - La presión de la bomba de inyección es demasiado alta.
 - Los inyectores de combustible en la cámara de combustión están sucios, desgastados o mal colocados.
 - Mal ajuste de válvulas.
 - Desgaste de anillos, camisas o bloque.
 - Mal momento de chispa o mala inyección de combustible.
- **Limpiar de lodos** dejados por el aceite anterior.
2. **Otra contaminación** del aceite en el llenado.
 3. **Zinc y Fosforo**, trabajan juntos para formar una película anti desgaste (WIDMAN INTERNATIONAL SRL, 2019).

La mayoría de la variación que se ve en el aceite usado es lo quemado o evaporado. Muchas veces la baja en el nivel de zinc o fósforo es por la volatilidad (calidad) del aditivo utilizado. Esta evaporación o quema del ZDDP es dañina al medio ambiente, contamina el catalizador del auto y reduce la protección a las piezas del motor (WIDMAN INTERNATIONAL SRL, 2019).

Otra parte es absorbida por el hollín y forma parte del lodo extraído por el filtro o adherido a las piezas metálicas. Mientras menos hollín, menos deterioro del zinc y fósforo.

4. **Dialquil ditiofosfato de zinc**, es una sal organometálica, compuesta de zinc, azufre y fósforo. Forma una capa de sulfato de hierro en la superficie de las piezas, donde el azufre puede actuar para atraer el zinc, dejando tres capas suaves para evitar contacto acero-acero.
5. **Molibdeno**, hay preparados sin molibdeno, de 40 ppm, de 100 ppm, etc. Los óptimos aceites para motores estacionarios de gas natural comprimido (GNC) contienen más de 300 ppm (WIDMAN INTERNATIONAL SRL, 2019).
6. **Sulfonato de sodio**, al combinarlo con Calcio/Magnesio sirve para combatir el hollín y neutralizar los ácidos puede bajar hasta 20%

Estos aditivos trabajan bien para este propósito, pero el magnesio deja 45% más cenizas sulfatadas al quemarse, causando problemas de válvulas y depósitos en el motor. Por esta razón con normalidad se encuentra solamente calcio (calcio y/o calcio con sulfonato de sodio) o una mezcla con un máximo de 30% del detergente/dispersante en forma de magnesio (WIDMAN INTERNATIONAL SRL, 2019)

7. **El Boro**, es un aceite artificial del grupo V que se comporta como aditivo anti-desgaste y reformador de fricción

Los valores PPM de los aditivos en los aceites de acuerdo con lo señalado en la tabla 20 de servicio API deben estar cerca a los siguientes valores:

Tabla 20: Valores PPM de los aditivos en los aceites

Aditivo/API	CI-4	Sintético	SL
Calcio/Magnesio (PPM)	3300	2000	3300
Zinc (PPM)	1450	1450	1000
Fosforo (PPM)	1350	1350	900

No utilice detergentes al cambiar. Estos productos **y costumbre** tradicional de utilizar gasóleo, queroseno, gasolina o detergentes para la limpieza **provocan que el** motor se desgaste y deje residuos nocivos que degradan el aceite nuevo.

5.2.11 API en engranajes

El sistema de distribución de lubricante para engranajes (GL, por sus siglas en inglés) del Instituto Americano del Petróleo (API, por sus siglas en inglés) está inclinado a las descripciones de aceite para engranajes automotrices.

Para conocimiento del tema, en la tabla 21 se clasifica los diferentes lubricantes de engranajes junto con su funcionalidad.

Tabla 21: API

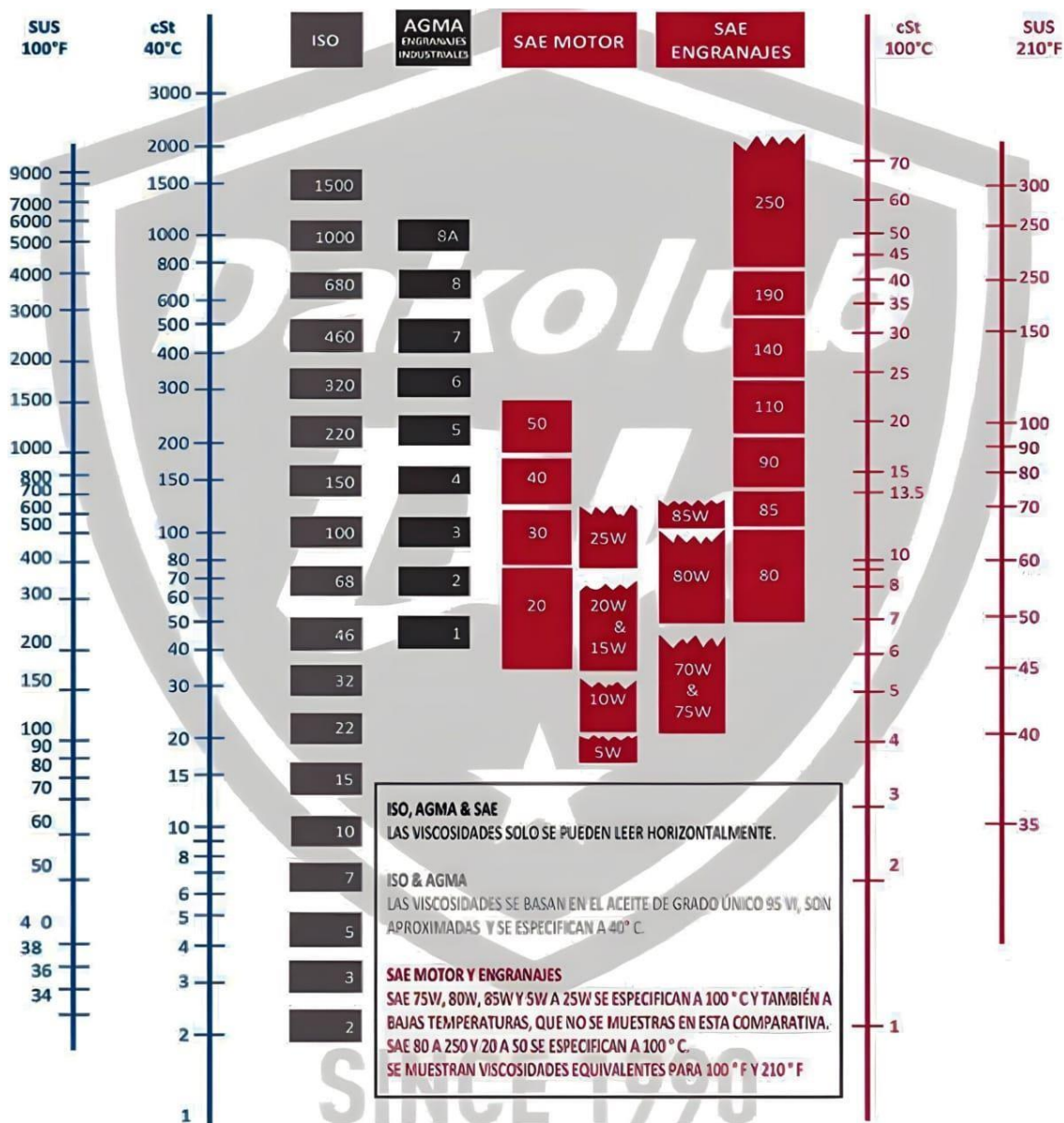
API	Servicio
GL-1	Ejes automotrices, cónica espiral y algunas transmisiones manuales, operados bajo condiciones suaves
GL-2	Tornillo sinfín y ejes que operan bajo condiciones de carga.
GL-3	Transmisiones manuales y ejes cónico-helicoidales que opera bajo condiciones moderadas de velocidad en condiciones de carga
GL-4	Transmisiones manuales, cajas de transferencias, ejes cónico-helicoidales y engranajes hipoidales bajo condiciones severas de velocidad en condiciones de carga

GL-5	Engranajes hipoidales en varias condiciones alta Velocidad/carga o Baja velocidad/alto torque
GL-6	Engranajes hipoidales de gran excentricidad bajo condiciones severas
MT-1	Transmisiones manuales no sincronizadas en servicio pesado
EP	Grados de extrema presión

Como se observa en la tabla, las diferencias entre cada una de las categorías es la cantidad de azufre/fosforo que contienen, por ejemplo, el GL-4 emplea la mitad de estos aditivos a comparación con el GL-5, este tipo de sustancias afectan en gran medida a los metales amarillos (aleaciones de cobre), pero ayudan formando una película a soportar la fricción provocada por la carga y velocidad a la que es sometido.

En este aspecto, se hace necesario analizar, la tabla 22 respecto a las medidas e equivalencias de los sistemas ISO, AGMA, SAE motor y SAE engranajes.

Tabla 22: Tabla de equivalencia de viscosidades ISO AGMA SAE



Nota. Tomado de (Dakolub, 2019).

En esta la tabla, se clasifica las grasas según su viscosidad, donde podemos abreviar refiriendo que la viscosidad que una grasa posee es la medida por la cual la grasa tiende a permanecer en su sitio cuando es impulsado (Dakolub, 2019).

5.2.12 Selección de Grasas Lubricantes de maquinarias y equipos

Parámetros para tomar en cuenta

- Entorno de trabajo (humedad, ambiente corrosivo, paradas periódicas)
- Temple de empleo
- Revoluciones por minuto de las partes a engrasar

Componentes de las grasas

Las grasas están formadas por 3 elementos:

- El óleo fundamental que puede ser viscoso o delgado en un 80 a 90%
- El agente espesante en un 10 al 15%
- Los aditivos varían entre 0 y 10%

Cada espesante posee la particularidad que reduce su utilidad así como se contempla en la tabla 23 y 24.

Tabla 23: Tipos de espesantes y propiedades

Espesante	Resistencia al agua	Resistencia a temperatura	Punto de goteo °C	Velocidad
Calcio	Excelente	Muy pobre	80 a 100	Pobre
Sodio	Pobre	Bueno	170 a 200	Pobre
Litio	Bueno	Bueno	175 a 205	Bueno
Complejo de litio	Excelente	Excelente	>250	Bueno
Complejo de calcio	Excelente	Excelente	>250	Bueno
Complejo de aluminio	Excelente	Excelente	>250	Bueno
Polyurea	Excelente	Sobresaliente	>250	Excelente
Arcilla	Excelente	Sobresaliente	No gotea	Bueno

Nota. Tomado de (Widman, 2015).

Tabla 24: Características de los espesantes y usos

Espesante	Trabajo Mecánico	Oxidación	Otras	Aplicación
Calcio	Bueno	Bueno	Grados EP	Industrial
Sodio	Aceptable	Pobre	Adhesiva	Rodamientos
Complejo de litio	Excelente	Pobre	Grados EP	Industrial y Automotriz
Complejo de calcio	Bueno	Bueno	Grados EP	
Complejo de aluminio	Bueno	Excelente	Grados EP	Industrial

Nota. Tomado de (Farías, 2008).

En este sentido, la tabla 25 y 26 recopila las incompatibilidades existentes entre las distintas bases y las diferentes grasas.

Tabla 25: Compatibilidad entre las tablas

Espesante	Sodio	Compl. Alum.	Bario	Calcio	Compl. Calcio	Arcilla	Litio	Compl. Litio	Poliurea
Sodio	C	I	I	I	I	I	I	I	I
Com. Alum.	I	C	I	I	I	I	P	C	I
Bario	I	I	C	I	I	I	I	I	I
Calcio	I	I	I	C	I	I	P	C	I
Com. Calcio	I	I	I	I	C	I	I	I	I
Arcilla	I	I	I	I	I	P	I	I	I
Litio	I	P	I	P	I	I	C	C	I
Compl. Litio	I	C	I	C	I	I	C	C	I
Poliurea	I	I	I	I	I	I	I	I	C

C compatible
 P parcialmente compatible
 I incompatible

Nota. Tomado de (Farias, 2008).

Tabla 26: Compatibilidad de grasas

Compatibilidad de Grasas												
	Complejo de Aluminio	Complejo de Bario	Estearato de Calcio	Hidroxiestearato de Calcio	Complejo de Calcio	Sulfonato de Calcio	Bentonito	Estearato de Litio	Hidroxiestearato de Litio	Complejo de Litio	Poliurea (convencional)	Poliurea (estable)
Complejo de Aluminio	-	I	I	C	I	P	I	I	I	C	I	C
Complejo de Bario	I	-	C	I	C	I	I	I	I	I	I	P
Estearato de Calcio	I	I	-	C	I	C	C	C	P	C	I	C
Hidroxiestearato de Calcio	C	C	C	-	P	P	C	C	C	C	I	C
Complejo de Calcio	I	I	I	P	-	I	I	I	I	C	C	C
Sulfonato de Calcio	P	C	C	P	I	-	I	P	P	C	I	C
Bentonito	I	I	C	C	I	I	-	I	I	I	I	P
Estearato de Litio	I	I	C	C	I	P	I	-	C	C	I	C
Hidroxiestearato de Litio	I	I	P	C	I	P	I	C	-	C	I	C
Complejo de Litio	C	I	C	C	C	C	I	C	C	-	I	C
Poliurea (convencional)	I	I	I	I	C	I	I	I	I	I	-	C
Poliurea (estable)	C	P	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-

Nota. Tomado de (WIDMAN INTERNATIONAL SRL, 2019).

Cuando se mezclan dos grasas incompatibles, generalmente sucede una de dos cosas: la mezcla se endurece y no libera nada del aceite o la mezcla se ablanda y libera todo el aceite. En cualquier caso, el resultado final es básicamente el mismo; no hay lubricación.

Para medir la consistencia de la grasa se realiza observando cuanto penetra un cono de 150 gramos en una muestra de la grasa en 5 segundos a 25°C (Farías & Martínez, 2008).

Al efecto, en la tabla 27 se ilustra la consistencia NLGI en distintos casos, dependiendo del número y penetración bajo el aspecto de temperatura ambiente.

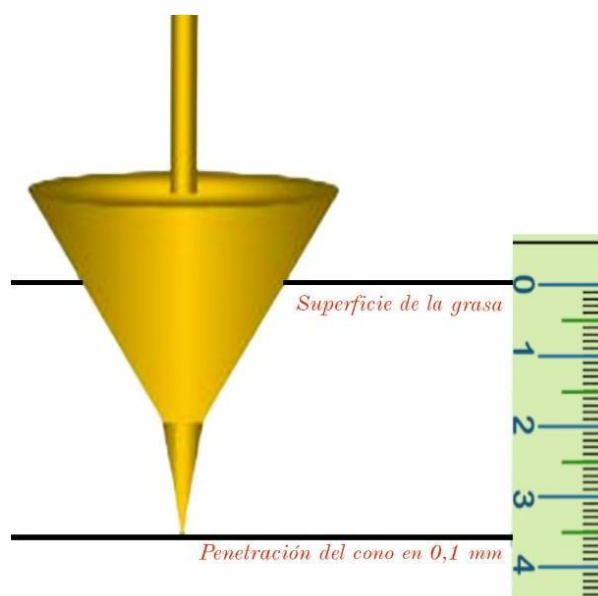
Tabla 27: *Consistencias NLGI*

TABLA DE CONSISTENCIAS NLGI		
Número NLGI	Penetración ASTM (10^{-1} mm)	Aspecto a temperatura ambiente
000	445-475	muy fluida
00	400-430	fluida
0	355-385	semifluida
1	310-340	muy blanda
2	265-295	blanda
3	220-250	semidura
4	175-205	dura
5	130-160	muy dura
6	85-115	extremadamente dura

Nota. Tomado de (Farías, 2008).

La referencia de la forma del medidor de la consistencia de la grasa y su uso, se puede ver en la figura 6.

Figura 6: *Medidor de la consistencia de la grasa*



Nota. En la figura 6 se observa cómo se utiliza el medidor de la consistencia de las grasas, tomado de (Farias, 2008).

Los planes maestros de mantenimiento son la base fundamental de la planificación de las actividades de mantenimiento por lo cual se debe llevar un seguimiento de la información documentada como se muestra en el anexo

5.2.13 Carta de lubricación

Es un catálogo que describe las características de los puntos de lubricación, permitiendo especificar las operaciones a realizar y la ubicación de los mecanismos a lubricar, con el fin de asegurar el cumplimiento de los trabajos de mantenimiento a realizar y de esta manera lograr una alta confiabilidad durante la operación. Operación del equipo, ver anexo (Ingenieros de Lubricación, 2016).

5.2.14 Plan de lubricación

Es un documento guía que proporcionan una lista completa de aceites y grasas para los equipos y máquinas a lubricar con las especificaciones del lubricante, el punto de lubricación, cantidad de lubricante, tiempo o frecuencia correcta, como se señala en la tabla 28.

Tabla 28: Plan de lubricación

Equipo	Punto a lubricar	Cantidad	Lubricante	Frecuencia
Aireador	motor	0.75 Gln	Aceite 15W40 Ci-4	18 días

Una vez realizado esto, se procede a elaborar la matriz según el tipo y modelo de cada equipo, para esto se recomienda apoyarse en la taxonomía, análisis AMEF, plan de lubricación y listado de piezas, se debe apoyar en registros o datos recolectados en caso poseer. Con el fin de ejemplificar, lo manifestado, se presenta la tabla 29.

Tabla 29: Matriz según el tipo y modelo de cada equipo

ACTIVIDAD	COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	DESCRIPCION	CAN	UND	FRECUENCIA
REEMPLAZAR	MOTOR BASICO	ACEITE	15W40	6,5	GLN	5.000
REEMPLAZAR	MOTOR BASICO	FILTRO ACEITE	94391049	1	UN	5.000

Plan de Mantenimiento predictivo

Son una cadena de maniobras y técnicas utilizadas para detectar posibles daños y defectos de equipos en las etapas iniciales, para evitar que estos defectos se manifiesten

durante la operación más amplia y para evitar que se estrellen y mueran, provocando consecuencias financieras negativas, como se visualiza en la tabla 30.

Tabla 30: Plan de Mantenimiento predictivo

Equipo	Datos	Método	Frecuencia	Recolección de datos
Motor Estacionario	Horas operativas	Horómetro	diario	Manual
	Temperatura	Infrarrojo	15 días	Manual
	Presión de Aceite	Sensor	15 días	Manual
	Vibración	Vibrómetro	60 días	Manual
	Toma de muestra	Análisis de lubricante	250 horas	manual

5.2.15 Sistema computarizado de gestión de mantenimiento

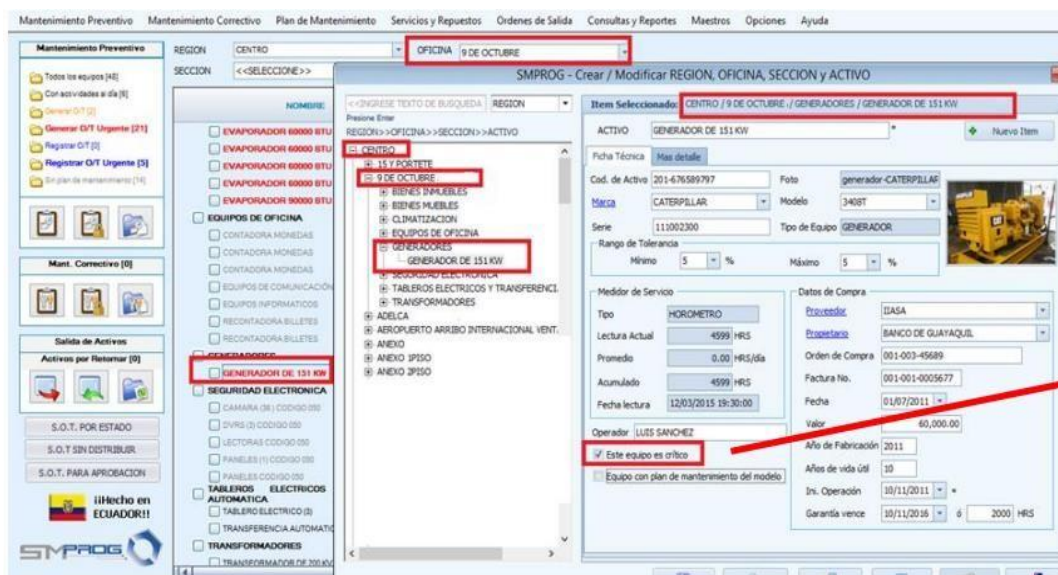
Es un sistema o programa que sirve como una herramienta para mejorar la gestión en general, los datos que se almacenan en el mismo son:

1. Inventario e información de equipos
2. Historial de mantenimiento preventivo y correctivo
3. Procedimientos de mantenimientos preventivos
4. Frecuencia con la que se debe realizarse cada actividad
5. Costes de repuestos, servicios y mano de obra
6. Indicadores de desempeño

Entre estos sistemas de gestión de mantenimiento tenemos:

El SMProg, que se examina en la figura 7 a detalle su sistema computarizado junto con todos sus componentes (Samaniego, 2023).

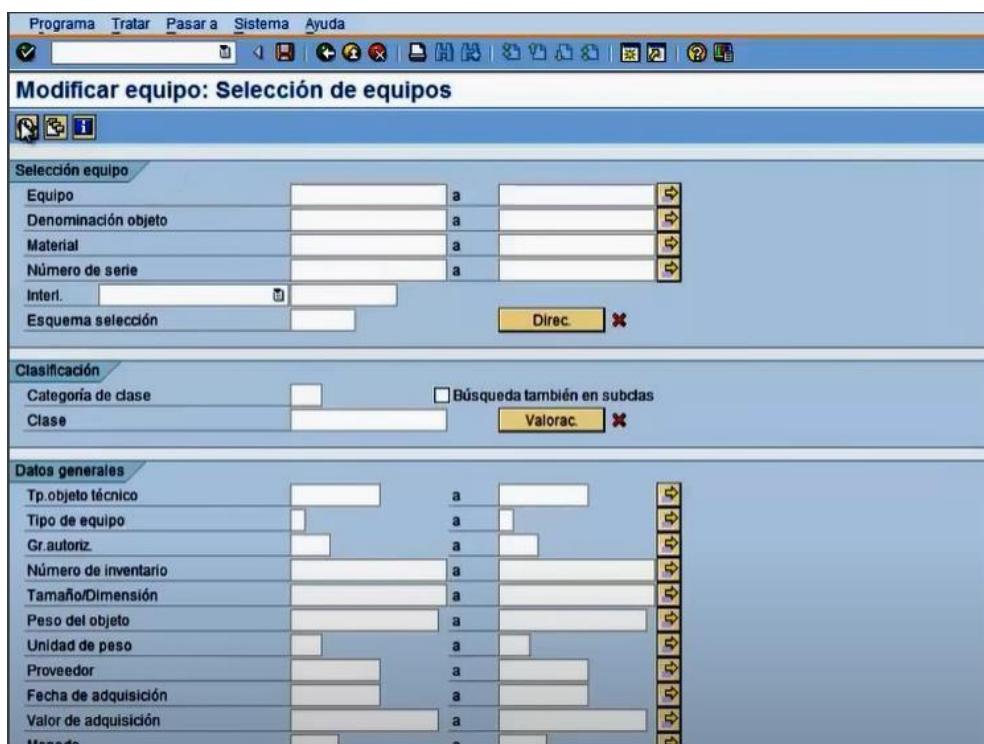
Figura 7: SMProg



Nota. En la figura 7 se observa cómo se visualiza la aplicación SMProg, la cual permite programar y utilizar alarmas para sistematizar el Mantenimiento Preventivo (SINFOEC, 2019)

El siguientes es el Módulo SAP PM, de igual manera se observa en la figura 8 sus partes y la forma de este sistema.

Figura 8: Modulo SAP PM

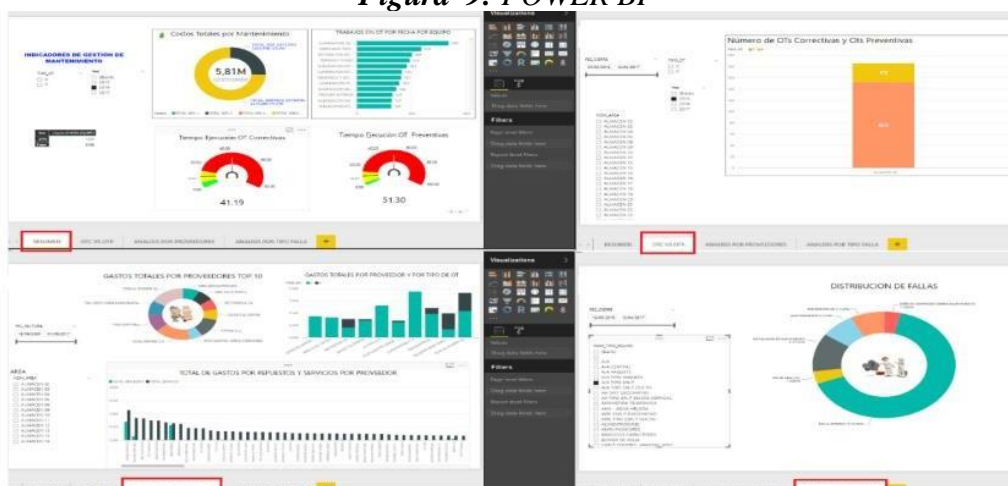


Nota. En la figura 8 se observa cómo se visualiza el programa Modulo SAP PM, la cual gestiona datos, programa tareas, registra medidas preventivas, monitorea los costos personales, registra el control de mantenimiento por unidad y da seguimiento a los costos de eventos individuales (Estibaliz Martin, 2017).

Entre otros

Otro programa de mucha utilidad para la gestión de datos es el POWER BI, gracias a esta herramienta con la respectiva configuración se puede sacar indicadores y reportes en segundos. En la figura 9 se puede analizar dicho sistema junto con sus funcionalidades.

Figura 9: POWER BI



Nota. En la figura 9 se observa cómo se visualiza el programa Power Bi, la que admite conectar distintas fuentes de datos, examinarlas y mostrar su análisis a través de informes y paneles. (Cloded Menendez, 2023).

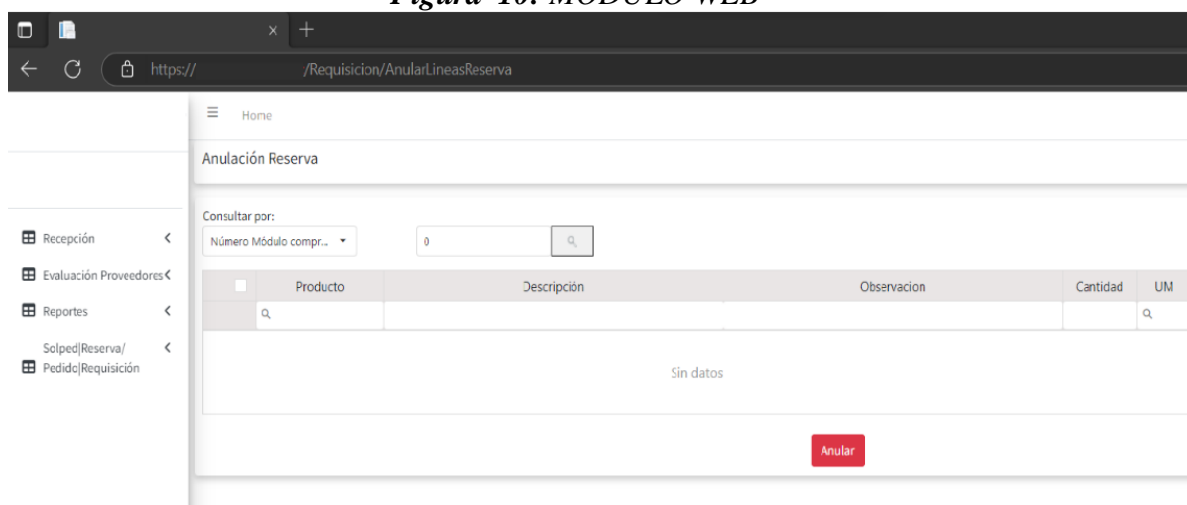
Uno de los principales inconvenientes que se presenta en las camaroneras es el extenso territorio que abarcan y la cantidad de información que se genera, el uso del sistema de mantenimiento programado (SOFTWARE) no es suficiente para cubrir todos los parámetros de los datos generados, y debido al entorno se presenta un déficit en la interconexión inalámbrica entre sistemas (WIFI), para cual se recurre al uso de módulos web para complementar a la automatización de gestión de datos.

MODULO WEB

Los módulos representan una aplicación Web independiente que consiste en modelos creados, archivos JSP (Java Server) y contenido estático como paginas HTML

(Hypertext Markup Language) en una sola unidad desplegable. En tal sentido, la figura 10 muestra la pantalla principal de un módulo web.

Figura 10: MODULO WEB

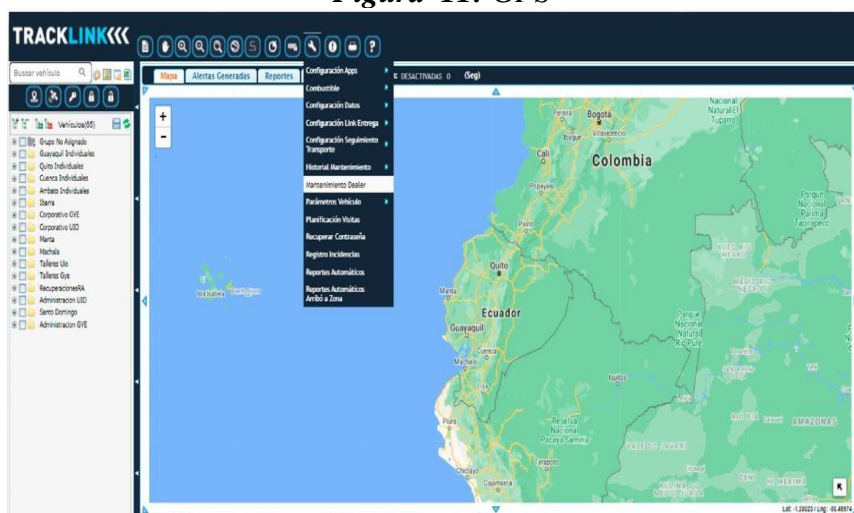


Nota. En la figura 10 se observa cómo se visualiza el programa Modulo web donde se pueden desarrollar aplicaciones para la obtención de datos en campo sin una conexión Wifi mediante sincronización de datos.

GPS

Debido a las extensas áreas que hay que cubrir, una forma de obtener información de los horómetros y odómetros de los diferentes tipos de equipos es mediante este dispositivo, y se puede dar diferentes tipos de uso por parte de producción. En referencia, la figura 11 muestra la forma de presentación del GPS junto con sus diferentes opciones y funciones de uso.

Figura 11: GPS



Nota. En la figura 11 visualizamos el dispositivo de GPS el que nos da el posicionamiento, navegación y cronometría de los equipos (Gobierno de los Estados Unidos, 2017).

Resultados

En la tabla 31 se detalla un antes (déficit que se presenta en la gran mayoría de camaroneras del país) y en la tabla 32 se presenta un después de la aplicación del sistema de gestión propuesto, dando como resultado una mejora notable en el sistema productivo.

Tabla 31: Déficit en mantenimiento de activos de camaroneras

Observaciones	2020
Desconocimiento de cantidad real de activos	✓
Compra de repuestos de emergencia	✓
Historial de mantenimiento poco confiable	✓
No existen datos históricos	✓
Datos en hoja de papel, reportes demoraban semanas	✓
No se diferencia los tipos de mantenimiento	✓
No se podía diferenciar los gastos por tipo de equipos	✓
No existe ningún tipo de control para los activos	✓
Baja disponibilidad de equipos	✓
Altos costes operativos	✓
Sobrecarga laboral	✓
No existía presupuesto	✓

Tabla 32: Ventajas obtenidas por el sistema de gestión

Observaciones	2023
Control de activos	✓
Stock de repuestos	✓
Historial de mantenimiento de equipos	✓
Inspecciones Preventivas	✓
Control de ratio de combustible, aireadores, estaciones de bombeo, maquinaria pesada	✓
Control de movimientos de activos	✓
Inspecciones predictivas	✓
Disponibilidad de equipos	✓
Automatización de reportes	✓
Planificación y programación de Mantenimientos	✓
Indicadores de Mantenimiento	✓
Reducción de costes operativos y repuestos	✓
Control de gastos por grupo de equipos	✓

6. Conclusiones

Luego de realizar la presente investigación se concluye de acuerdo a los resultados obtenidos a:

La tabla 31 y 32 y con la información mostrada en esta propuesta previamente desarrollada se puede decir que el sistema de gestión para mantenimiento es un conjunto de herramientas que puede ser adaptado a las condiciones y necesidades de cada industria, debido a que es una parte importante dentro de una empresa dando muchas facilidades en el desarrollo de las actividades productivas.

Gracias a la automatización de la obtención de horómetros, registros de datos mediante aplicaciones y la electrificación de gran parte de la finca camaronera se ha logrado reducir de gran forma las horas hombres empleadas en la obtención de datos a su vez una reducción de 75% en gastos operativos

Tengo bien en indicar que se han ido levantando diferentes tipos de inspecciones a tal punto de lograr la confiabilidad de los equipos en desarrollo diario de las actividades de producción.

Cabe mencionar que se logró mejorar los procedimientos de compras al automatizar la adquisición de repuestos gracias a la política de inventario, grado de importancia del departamento de mantenimiento dentro de un proceso productivo, siendo así mantenimiento la primera línea de defensa en una empresa.

7. Recomendaciones

Se recomienda la evaluación de la planificación y ejecución de las labores de mantenimiento dando así la aplicación correcta de los planes de mantenimiento, así como la homologación de estos.

La creación de un departamento de ingeniería en confiabilidad de equipos, para el desarrollo pleno de los planes, así como validación de repuestos e insumos.

8. Referencias

- Acosta, S. (2017). ¿Cuáles son los pilares del Mantenimiento Productivo Total? In *Logística*.
- Agroshow. (2021). *Cosechadora de camarón*. <https://agroshow.info/productos/acuicultura/tanques/cosechadora-de-camarón/>
- Alarcón, B., & Romero, D. (2020). *Mantenimiento productivo total*. <https://geinfor.com/business/mantenimiento-productivo-total/>
- Alejandra, G., & Neira, S. (2017). *Planteamiento de una alternativa energética renovable para el sistema de bombeo de agua en las camaroneras del Ecuador enfocado en el consumo de Diésel y su impacto ambiental*.
- Álvarez García Emilio. (2019). *TRIBOLOGÍA: Fricción, Desgaste y Lubricación (Lubricación de Elementos de Máquinas)*.
- API. (2020). *SAE 5W-30 la última generación de aceites para motores a gasolina*.
- Apolo, M., & Chamba, F. V. (2010). *Aplicación de un sistema de contabilidad de costos en la camaronera "ROSIMAR" de la ciudad de Santa Rosa en el periodo del 01 de diciembre del 2008 al 30 de abril 2009*.
- Belkis, M., & Tocabens, E. (2011). Definiciones acerca del riesgo y sus implicaciones Definitions on the risk and its implications. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiol*, 49(3), 470–481. <http://scielo.sld.cu>
- Blanco, J. L. (2018). *Pilar "Mantenimiento de calidad" TPM*.
- Boyd, C. E. (2020, January 20). *Uso de energía en la aireación de estanques acuícolas, Parte 1*. <https://www.globalseafood.org/advocate/uso-de-energia-en-la-aireacion-de-estanques-acuicolas-parte-1/>
- BSG INSTITUTE. (2019). *Los 8 pilares del TPM*. <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/los-8-pilares-del-tpm-1134>
- BSI. (2016). *BS EN ISO 14224:2016: petroleum, petrochemical and natural gas industries -- collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*. British Standards Institution.
- Camara Nacional de Acuicultura. (2022). *No Title*. <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>

- CarSync. (2022). Maquinaria pesada: qué es, para qué sirve y cómo sacarle más provecho. In 2022. <https://blog.carsync.com/blog/maquinaria-pesada-que-es-para-que-sirve-y-como-sacarle-m%C3%A1s-provecho>
- Castro, J. (2018). *El operario de producción como protagonista fundamental del TPM.*
- Center, D. (2022). *Pasaporte de los elementos Uptime.* <https://reliabilityweb.com/sp/bookstore/book/serie-de-pasaportes-de-los-elementos-uptime-version-actualizada>
- Cloded Menendez, J. (2023). *¿Qué es Power BI?* <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/que-es-power-bi.html>
- Coba, G. (2022). *El sector camaronero toma más crédito y aumenta sus inversiones.* <https://www.primicias.ec/noticias/economia/camaron-credito-inversion-exportaciones-ecuador/>
- Crespi, V., & New, M. (2009). *FAO - Penaeus vannamei* . https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_whitelegshrimp.htm
- Dakolub. (2019). *Diferencias entre grados ISO, SAE y AGMA.* <https://dakolub.com/diferencias-grados-iso-sae-agma/>
- DIGESA. (2019). *INTRODUCCION A LAS 5S.*
- Drivmedel Bränsle, K. (2020). *Texaco-katalog-2020.*
- Estibaliz Martin. (2017). *SAP PM: Equipos.* <https://orekait.com/blog/sap-pm-equipos/>
- Farías, J. C., & Martínez, E. (2008). *Selección de lubricantes a usar en máquinas y equipos.* <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2396/1/4736.pdf>
- Fernández Álvarez, E., & González Rodríguez, R. (2018). *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM.*
- Fiebertel, J. (2007). *RCM - Mantenimiento centrado de confiabilidad.* <https://www.gestiopolis.com/rcm-mantenimiento-centrado-en-confiabilidad/>
- Franco Corena, A., & Ávila Caldera, B. (2004). *DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA.*

- Gobierno de los Estados Unidos. (2017, May 17). GPS. <https://www.gps.gov/systems/gps/spanish.php>
- Grass, J., & Sánchez, J. (2017). *Implementación de RCM para los activos críticos de materias primas de una fábrica de vidrio.*
- Ingenieros de Lubricación. (2016). *Cartas lubricación.*
- Liptzis. (2020). *El TPM en las áreas administrativas.* <https://actiongroup.com.ar/el-tpm-en-las-areas-administrativas/>
- Machinery Lubrication. (2001, July). *Grados de Viscosidad ISO.*
- Manuel Muñoz Suárez, I. A., Fabiola Durán Ganchoza, I. V., & Mayiya González Illescas, E. (2017). *Análisis del sector camaronero ecuatoriano y sus ventajas competitivas y comparativas para encarar un mercado internacional competitivo.*
- MarcoTeórico.com. (2022). *Funciones y responsabilidades del departamento de mantenimiento.* <https://www.marcoteorico.com/curso/90/administracion-del-mantenimiento/820/funciones-y-responsabilidades-del-departamento-de-mantenimiento>
- Maubray, J. (1997). *Rehability-centered Maintenance.*
- Mendizabal, A. (2018). *El Mantenimiento centrado en confiabilidad.* <https://angelmendizabal.com/mantenimiento/7-pasos-para-realizar-el-analisis-rcm/>
- Miguel Zapata, J., & Alberto Mora, L. (2011). *Manual de datos Oreda.*
- Montoya, J. A. B. (2021). *Análisis de la exportación del camarón y su efecto en la balanza comercial del Ecuador.*
- Morato, N. (2018). *RCM (Mantenimiento centrado en fiabilidad).* <https://www.ikkaro.com/rcm>
- Nakajima, S. (1991). Introducción al TPM. In *Introduction to TPM: total productive maintenance.*
- NORSOK z-008. (2001). *Criticality analysis for maintenance purposes.*
- Palencia, O. (2006). El Mantenimiento General. *Universidad Pedagógica Y Tecnológica de Colombia*, I, 86. http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/133_mantenimiento.pdf

- Pérez, R. (2011). *Desarrollo de un simulador conductual para la formación en gestión empresarial basada en LEAN.*
- Piedrahita, Y. (2018). *Evolución histórica, mejora genética, reforestación de manglares, barreras sanitarias y otros desarrollos.*
<https://www.globalseafood.org/advocate/la-industria-de-cultivo-de-camaron-en-ecuador-parte-1/>
- Pirela, B. (2017). *Diseño del sistema de gestión de renovación de equipos y repuestos de los servicios utilitarios.*
<https://www.monografias.com/docs113/disenio-sistema-gestion-renovacion-equipos-y-repuestos/disenio-sistema-gestion-renovacion-equipos-y-repuestos2>
- Ramírez, J. C., & Fernando, H. (2017). *Elaboración de un análisis de criticidad y disponibilidad para la atracción x-treme del parque mundo aventura, tomando como referencia las normas, SAE JA1011 y SAE JA1012.*
- Reliabilityweb. (2014). *Serie de Pasaportes de los Elementos Uptime del Líder Certificado en Confiabilidad: Gestión de Activos Físicos* (Kindle). Reliabilityweb.
- SAE. (2021, April 30). Engine Oil Viscosity Classification. *SAE International.*
- SafetyCulture. (2023, March 28). *Gestión del mantenimiento.*
<https://safetyculture.com/es/temas/gestion-del-mantenimiento/>
- Salinas, P., Cañizares, E. F., & Leonardo, C. E. (2021). *Análisis de la distribución de costos indirectos de fabricación para la productividad del sector camaronero 2020.*
- Samaniego, C. (2023). *Propuesta de implementación de un sistema para la gestión de mantenimiento programado en la compañía SWISSGAS del Ecuador.* Universidad de Guayaquil.
- SINFOEC. (2019). *Sistema de Mantenimiento Programado-SMProg versión .Net.* www.sinfoec.com
- WIDMAN INTERNATIONAL SRL. (2019). *La Composición de Grasas y sus Aplicaciones.* <https://www.widman.biz/Seleccion/grasa.php>
- Widman, R. (2015). *La Vida Útil de Rodamientos y Cojinetes Lubricados por Grasa Contaminación y Lubricación.*

Anexo 9.2: Inspección de canguro

	INSPECCIÓN DE EQUIPO		CODIGO	
			SUSTITUYE A:	
	CANGURO		FECHA:	VERSION: 01
COD. EQUIPO:		HORÓMETRO:		
MECÁNICO:		FECHA INSP:		

ITEM	INSPECCIÓN MOTOR	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Nivel de aceite de motor			
2	Nivel de liquido refrigerante			
3	Neplos y tubería para aceite, combustible y refrigerante sin fuga			
4	Filtro de aire limpio			
5	Las abrazaderas y manguera de admisión de aire están herméticas			
6	Correa del ventilador en buen estado			
7	Protecciones de seguridad correctamente instalada			
8	Múltiple de escape y silenciador en buen estado			
9	Tanque de combustible en buen estado y tapa instalada			

ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA ELECTRICO	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Los faros y luces del equipo funcionan correctamente			
2	Número de focos de iluminación completas			
3	Ajuste, revisión y limpieza de borne de batería			
4	Harnees de cables funcionan en buen estado			

ITEM	INSPECCIÓN TRANSMISIÓN DE FUERZA	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	La transmisión funciona sin dificultad			
2	Embrague funciona correctamente			
3	Sincronizadores funciona correctamente			
4	Bloqueo diferencial funciona correctamente			
5	Tracción delantera conecta/desconecta satisfactoriamente			
6	Semi ejes, bridas de acople se encuentran en buen estado			
7	Mandos finales sin filtración			

ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA HIDRAULICO	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Nivel de aceite			
2	Revisar fugas de aceite en el circuito			
3	Bomba hidráulica funciona correctamente			
4	Las válvulas de control selectivo funcionan correctamente			
5	Cables de control funcionan correctamente			
6	Cilindro de levante posterior funcionan correctamente			
7	Unidad de dirección funciona satisfactoriamente			
8	Cilindro de dirección funciona satisfactoriamente			

9	Control de levante hidráulico funciona satisfactoriamente			
ITEM	INSPECCIÓN DIRECCIÓN/FRENOS/RUEDAS	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Los frenos de pie funcionan correctamente			
2	El ajuste de freno de mano es correcto			
3	La dirección responde con suavidad al girar las ruedas hasta los topes			
4	Llantas delanteras se encuentran en buen estado			
5	Llantas traseras se encuentran en buen estado			
6	Barra, terminal de dirección y pivote funciona correctamente			

Firma técnica

Anexo 9.3: Inspección de camiones

		INSPECCIÓN DE EQUIPO		CODIGO
				SUSTITUYE A:
		CAMIONES		FECHA:
				VERSION: 01
COD. EQUIPO:		HORÓMETRO:		
MECÁNICO:		FECHA INSP:		
ITEM	INSPECCIÓN MOTOR	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Nivel de aceite de motor			
2	Nivel de líquido refrigerante			
3	Neplos y tubería para aceite, combustible y refrigerante			
4	Filtro de aire limpio			
5	Abrazaderas y manguera de admisión de aire herméticas			
6	Correa del ventilador en buen estado			
7	Protecciones de seguridad correctamente instalada			
8	Múltiple de escape y silenciador en buen estado			
9	Tanque de combustible en buen estado y tapa instalada			
ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA ELECTRICO	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Los faros y luces del equipo funcionan correctamente			
2	Número de focos de iluminación completas			
3	Ajuste, revisión y limpieza de borne de batería			
4	Harnees de cables funcionan en buen estado			
ITEM	INSPECCIÓN TRANSMISIÓN DE FUERZA	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	La transmisión funciona sin dificultad			
2	Embrague funciona correctamente			
ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA HIDRAULICO	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Nivel de aceite			
2	Revisar fugas de aceite en el circuito			
ITEM	INSPECCIÓN DIRECCIÓN/FRENOS/RUEDAS	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Los frenos de pie funcionan correctamente			
2	El ajuste de freno de mano es correcto			
3	La dirección suave al girar las ruedas hasta los topes			
4	Llantas delanteras se encuentran en buen estado			
5	Llantas traseras se encuentran en buen estado			

6	Hojas de paquetes de dirección en buen estado			
7	Pines y bocines en buen estado			
8	Barra, terminal de dirección y pivote funciona correctamente			
9	Suspensión en buen estado			

	INSPECCIÓN DE EQUIPO	CODIGO
		SUSTITUYE A:
		FECHA:
		VERSION: 01
CAMIONETAS		

COD. EQUIPO:		HORÓMETRO	
MECÁNICO:		FECHA INSP:	

ITEM	INSPECCIÓN MOTOR	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	
1	Nivel de aceite de motor			
2	Nivel de líquido refrigerante			
3	Neplos y tubería para aceite, combustible y refrigerante			
4	Filtro de aire limpio			
5	Abrazaderas y manguera de admisión de aire herméticas			
6	Correa del ventilador en buen estado			
7	Protecciones de seguridad correctamente instalada			
8	Múltiple de escape y silenciador en buen estado			
9	Tanque de combustible en buen estado y tapa instalada			
ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA ELECTRICO	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	
1	Los faros y luces del equipo funcionan correctamente			
2	Número de focos de iluminación completas			
3	Ajuste, revisión y limpieza de borne de batería			
4	Harnees de cables funcionan en buen estado			
ITEM	INSPECCIÓN TRANSMISIÓN DE FUERZA	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	
1	La transmisión funciona sin dificultad			
2	Embrague funciona correctamente			
ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA HIDRAULICO	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	
1	Nivel de aceite			
2	Revisar fugas de aceite en el circuito			
ITEM	INSPECCIÓN DIRECCIÓN/FRENOS/RUEDAS	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	

1	Los frenos de pie funcionan correctamente			
2	El ajuste de freno de mano es correcto			
3	La dirección suave al girar las ruedas hasta los topes			
4	Llantas delanteras se encuentran en buen estado			
5	Llantas traseras se encuentran en buen estado			
6	Ballesta de paquete posterior en buen estado			
7	Barra, terminal de dirección y pivote funciona correctamente			

Anexo 9.4: Inspección de motocicleta

	INSPECCIÓN DE EQUIPO	CODIGO
		SUSTITUYE A:
	MOTOCICLETA	FECHA:
		VERSION: 01

COD. EQUIPO:		HORÓMETRO:	
MECÁNICO:		FECHA INSP:	

ITEM	INSPECCIÓN MOTOR	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Nivel de aceite de motor			
2	Múltiple de escape y silenciador en buen estado			
3	Tanque de combustible en buen estado y tapa instalada			
ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA ELECTRICO	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Los faros y luces del equipo funcionan correctamente			
2	Número de focos de iluminación completas			
3	Harnees de cables funcionan en buen estado			
ITEM	INSPECCIÓN TRANSMISIÓN DE FUERZA	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Kit de arrastre funciona sin dificultad			
2	Embrague funciona correctamente			
ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA HIDRAULICO	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Nivel de aceite			
2	Revisar fugas de aceite en el circuito			
ITEM	INSPECCIÓN DIRECCIÓN/FRENOS/RUEDAS	ESTADO		OBSERVACION
		OK	REVISAR	
1	Los frenos de pie funcionan correctamente			
2	El ajuste de freno de mano es correcto			
3	La dirección responde con suavidad al girar las ruedas hasta los topes			
4	Llantas delanteras se encuentran en buen estado			
5	Llantas traseras se encuentran en buen estado			
6	Ballesta de paquete posterior en buen estado			

Anexo 9.5: Inspección de cosechadora

	INSPECCIÓN DE EQUIPO	CODIGO
		SUSTITUYE A:
	COSECHADORA	FECHA:
		VERSION: 01

COD. EQUIPO:		HORÓMETRO:	
MECÁNICO:		FECHA INSP:	

ITEM	INSPECCIÓN MOTOR	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	
1	Nivel de aceite de motor			
2	Radiador limpio y en buen estado			
3	Temperatura de motor es satisfactorio			
4	Las RPM de motor es satisfactorio			
5	El Switch de encendido está en buen estado			
6	El acople hidráulico está en buenas condiciones			
7	Pintura de motor en buen estado			
8	Tablero de instrumento en buen estado			
9	Múltiple de escape y silenciador en buen estado			
10	Tanque de combustible en buen estado y tapa instalada			

ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA ELECTRICO	ESTADO		OBSERVACIONES
1	Los faros y luces del equipo funcionan correctamente			
2	La batería está en buen estado			
3	Número de focos de iluminación completas			
4	Harnees de cables funcionan en buen estado			

ITEM	INSPECCIÓN TRANSMISIÓN DE FUERZA	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	
1	La transmisión funciona sin dificultad			
2	Embrague funciona correctamente			

ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA HIDRAULICO	ESTADO		OBSERVACIONES
1	Nivel de aceite			
2	Manómetro de presión hidráulico en buen estado			
3	Bomba y caracol en buen estado			
4	Revisar fugas de aceite en el circuito			

ITEM	INSPECCIÓN DIRECCIÓN/FRENOS/RUEDAS	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	
1	Los frenos de pie funcionan correctamente			
2	El ajuste de freno de mano es correcto			
3	Llantas en buen estado			
4	Las patas de elevación se encuentran en buen estado			
5	Aro de ruedas en buen estado			
6	Ruliman de rueda en buen estado			
7	Manguera en buen estado			
8	Chasis en buen estado			
9	La barra de tiro y el pin esta en buen estado			

10	Ballesta de paquete en buen estado		
----	------------------------------------	--	--

Anexo 9.6: Inspección de maquinaria pesada

	INSPECCIÓN DE EQUIPO	CODIGO
		SUSTITUYE A:
	MAQUINARIA PESADA	FECHA:
		VERSION: 01

COD. EQUIPO:		HORÓMETRO:	
MECÁNICO:		FECHA INSP:	

ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	
1	Cables alambrados			
2	Baterías/Luces/Bocinas/Alarma			
3	Limpia parabrisas			
4	Instrumentos			
5	Diagnostico eléctrico			
6	Aire acondicionado			

ITEM	INSPECCIÓN TREN DE FUERZA	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	
1	Transmisión			
2	Convertidor			
3	Enfriador de aceite			
4	Control de mandos			
5	Nivel de aceite			
6	Diferencial delantero			
7	Diferencial trasero			
8	Mandos finales			
9	Motor hidráulico de carriles			
10	Crucetas			
11	Llantas			
12	Aros de las ruedas			

ITEM	INSPECCIÓN HERRAMIENTA DE CORTE	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	
1	Cuchillas			
2	Esquineros			
3	Puntas			
4	Planchas de desgaste			
5	Adaptadores			

ITEM	INSPECCIÓN SISTEMA HIDRAULICO	ESTADO		OBSERVACIONES
		OK	REVISAR	
1	Nivel de aceite			
2	Bombas			
3	Manguera/Tubería de conexiones			

4	Enfriador de aceite			
5	Grupo de válvulas de control			
6	Grupo de válvulas principal			
7	Grupo de válvulas piloto			
8	Cilindro de levantamiento			
9	Cilindro de indicación			
10	Cilindro de Dirección			
11	Cilindro de Boom			
12	Cilindro del stick			
13	Cilindro del cucharón			
14	Cilindro del Boom			
15	Cilindro del estabilizador			
16	Cilindro de swing			
17	Motor del swing			
18	Motor del swing			
19	Repartidor de flujo			
20	Cilindro de desplazamiento de hoja			
21	Cilindro de inclinación de rueda			

Firma técnico

Anexo 9.7: Control de mantenimiento

	CONTROL DE MANTENIMIENTO	CODIGO
		SUSTITUYE A:
	RECEPCION DE EQUIPOS	FECHA: 18/11/2021
		VERSION: 01

FECHA DE INSPECCIÓN _____ CODIGO DE VEHICULO _____

USUARIO: _____ HOROMETRO/KILOMETRAJE: _____

ULTIMO MANTENIMIENTO: _____ PROXIMO MANTENIMIENTO: _____

HORA DE ENTRADA: _____ HORA DE SALIDA: _____

TIPO VEHICULO: MOTO CAMIONETA CAMION

MAQUINARIA AGRICOLA CAPSULA

INSPECCION GENERAL	SI	NO
NEUMATICOS EN BUEN ESTADO		
SIST. DE FRENOS EN BUEN ESTADO		
LUCES DIRECCIONALES OPERATIVAS		
RETROVISORES EN BUEN ESTADO		
SISTEMA ELECTRICO OPERATIVO		
ASIENTOS EN BUEN ESTADO		
TABLERO EN BUEN ESTADO		
FAROS EN BUEN ESTADO		
FUGA ACEITE, COMBUSTIBLE		

MOTOCICLETAS	SI	NO	N/A
MANDOS OPERATIVOS			
KIT ARRASTRE OPERATIVO			
SUSPENSION BUEN ESTADO			
MANILLAS EN BUEN ESTADO			

CAMIONES Y CAMIONETAS	SI	NO
FUGA DE ACEITE EN MOTOR		
MOTOR Y COMPONENTES BUEN ESTADO		
SIST. ADMISION Y ESCAPE BUEN ESTADO		
CINTURON SEGURIDAD BUEN ESTADO		
SIST. ENFRIAMIENTO OPERATIVO		
SIST. INYECCION OPERATIVO		
SUSPENSION EN BUEN ESTADO		

MAQUINARIA AGRICOLA	SI	NO	N/A
FUGA DE ACEITE EN MOTOR			
MOTOR Y COMPONENTES BUEN ESTADO			
SIST. ADMISION Y ESCAPE BUEN ESTADO			
CINTURON SEGURIDAD BUEN ESTADO			
SIST. HIDRAULICO OPERATIVO			
SIST. ENFRIAMIENTO OPERATIVO			
SIST. INYECCION OPERATIVO			
PEDAL DE EMBRAGUE EN PUNTO			
BOMBA O CARACOL EN BUEN ESTADO			

SUPERVISOR DEL AREA _____

Anexo 9.8: Control de Equipos

	CONTROL DE EQUIPOS	CODIGO
		SUSTITUYE A:
	FORMATO DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE CARRETAS	FECHA:
		VERSION: 01

COD. EQUIPO:		FECHA INSP:	
TÉCNICO:			

ITEM	INSPECCIÓN DE CHASIS			ESTADO		OBSERVACION
				BUENO	MALO	
1	Estructura base					
ITEM	INSPECCIÓN TORNAMESA	PIN TUERCA Y PASADOR	PIN PASADOR	ESTADO		OBSERVACION
				BUENO	MALO	
1	Rodamientos en el eje					
2	Estructura base					
ITEM	SISTEMA SUSPENSION			ESTADO		OBSERVACION
				BUENO	MALO	
1	Paquete de resortes					
2	Pernos y tuercas de paquetes					
3	Abrazadera de paquete					
4	Pines y bocines					
5	Mano de tiro y paquete					
ITEM	INSPECCION DE TIRO			ESTADO		OBSERVACIONES
				BUENO	MALO	
1	Estructura de tiro					
2	Placa de enganche					
3	Pin de enganche con cadena					
4	Ojo de enganche del tiro doble					
5	Pines y Bocines del tiro					
ITEM	INSPECCIÓN DE CAJON	METÁLICO MADERA MIXTO		ESTADO		OBSERVACIONES
				BUENO	MALO	
1	Estado del piso					
2	Puertas abatibles o Laterales					
3	Pernos y tuercas de sujeción del cajón					
4	Seguro de compuerta					
5	Baranda de seguridad					
6	Placa de identificación					
ITEM	INSPECCIÓN EJES POSTERIOR	C		D		OBSERVACION
		BUENO	MALO	BUENO	MALO	
1	Llantas					
2	Retenedores de rueda					
3	Rodamientos de rueda					

4	Tapas de rueda					
5	Eje					
6	Punta de eje					
7	Pernos y tuercas de rueda completo					
ITEM	INSPECCIÓN EJES DELANTEROS	A		B		OBSERVACION
		BUENO	MALO	BUENO	MALO	
1	Llantas					
2	Retenedores de rueda					
3	Rodamientos de rueda					
4	Tapas de rueda					
5	Eje					
6	Punta de eje					
7	Pernos y tuercas de rueda completo					

Nota: Marcar con una "X"

TRABAJO A REALIZAR:

Firma del técnico