

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS:

**Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria
agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San
Francisco de Satica - Ayacucho 2023**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

Bach. Yefershon Isaias PALOMINO ROCA

ASESOR:

Mtro. Ing. José Antonio LUNA GUERRA

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

Eustergio y Teófila, mis padres, estuvieron presentes durante las etapas formativas de mi carrera universitaria y me brindaron un apoyo inquebrantable para cumplir mis objetivos. A ellos dedico este trabajo de tesis. Además, me gustaría expresar mi gratitud a mi familia y a mis profesores por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias, que me han permitido mejorar día a día mi vida profesional y personal.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a nuestro divino Señor por brindarme una guía inquebrantable.

Agradezco a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi Alma Mater, por brindarme la oportunidad de ampliar mis conocimientos durante mi desarrollo profesional.

A los docentes universitarios que intervinieron durante mi ciclo de pregrado, y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por servir de intermediarios en mi desarrollo como futuro profesional.

Agradezco al Mtro. Ing. José Antonio Luna Guerra, mi asesor de tesis, por su ayuda para guiarme en el proyecto de tesis.

Adicionalmente, a todos aquellos que contribuyeron y fueron parte de este esfuerzo.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
Lista de acrónimos	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	12
Objetivos.....	13
Objetivos generales:.....	13
Objetivos específicos:	13
CAPÍTULO I.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
1.1 Antecedentes	14
1.1.1 A nivel mundial.....	14
1.1.2 A nivel nacional	15
1.2 Bases teóricas	17
1.2.1 Introducción al Mantenimiento Preventivo en Maquinaria Agrícola.....	17
1.2.2 Beneficios del Mantenimiento Preventivo	17
1.3 Marco conceptual.....	20
1.3.1 Mantenimiento	20
1.3.2 Mantenimiento Correctivo	20
1.3.3 Mantenimiento en Uso	20
1.3.4 Mantenimiento Preventivo	20
1.3.5 Mantenimiento Predictivo.....	20
1.3.6 Mantenimiento Periódico	21
1.3.7 Tractor agrícola	21
1.3.8 Arado de vertedera	22
1.3.9 Rastras de discos excéntrica.....	22
CAPITULO II	23

METODOLOGÍA	23
2.1 ubicación	23
2.1.1 Ubicación geográfica y política.....	23
2.2 Materiales.....	24
2.2.1 Materiales.....	24
2.2.2 Equipos.....	24
2.3 Problemas específicos	25
2.3.1 Metodología de la Investigación	25
CAPÍTULO III.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	32
3.1 Diagnóstico de la maquinaria agrícola en uso.....	32
3.1.1 Identificación y catalogación de la maquinaria agrícola en uso por la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Saticá	32
3.1.2 Evaluación del estado actual y mantenimiento crítico	34
3.1.3 Condición Operativa de la maquinaria agrícola.....	42
3.2 Fundamentos técnicos del mantenimiento preventivo	45
3.2.1 Análisis de recomendaciones del manual del operador John Deere 6603 Cabinado .	45
3.2.2 Buenas prácticas y recomendaciones de expertos en mantenimiento agrícola	45
3.2.3 Consideraciones según el contexto local.....	48
3.3 Propuesta del plan de mantenimiento preventivo	49
3.3.1 Proceso técnico propuesto para el tractor John Deere 6603 Cabinado.	49
3.3.2 Plan de mantenimiento para implementos agrícolas: Arado de vertedera y rastradora.....	55
3.3 Discusiones	58
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	63
ANEXOS	67

Lista de acrónimos

YATO	Marca del implemento arado de vertedera reversible
BALDAN	Marca del implemento rastra aradora
JD	Marca John Deere
AGROIDEAS	Programa de Compensaciones para la Competitividad
CEPROAR	Centro provincial de gestión agroempresarial
PMO	Optimización del mantenimiento planificado
RCM	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad
AMFE	Análisis Modal de Fallos y Efectos
CHECKLIST	Lista de verificación

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de operacionalización	30
Tabla 3.1 Maquinaria agrícola registrada y observada en campo en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica	32
Tabla 3.2 Criterio de evaluación para la maquinaria agrícola en base a las Listas de verificación (Checklist)	35
Tabla 3.3 Informe de evaluación del estado del tractor agrícola	35
Tabla 3.4 Informe de evaluación del estado del arado de vertedera reversible	37
Tabla 3.5 Informe de evaluación del estado de la rastra aradora	38
Tabla 3.6 Resultados generales de la maquinaria agrícola	40
Tabla 3.7 Resultados del tipo de mantenimiento según el operador	41
Tabla 3.8 Resultado de la inspección de mantenimiento	41
Tabla 3.9 Formato de registro de entrevista	42
Tabla 3.10 Prácticas recomendadas y justificación técnica según entrevista al especialista	47
Tabla 3.11 Mantenimiento del tractor agrícola cuando se requiera	49
Tabla 3.12 Mantenimiento del tractor agrícola diariamente o 10 horas	49
Tabla 3.13 Mantenimiento del tractor agrícola a las 50 horas	49
Tabla 3.14 Mantenimiento del tractor agrícola a las 100 horas	50
Tabla 3.15 Mantenimiento del tractor agrícola a las 400 horas	50
Tabla 3.16 Mantenimiento del tractor agrícola a las 700 horas	50
Tabla 3.17 Mantenimiento del tractor agrícola a las 1000 horas	51
Tabla 3.18 Mantenimiento del tractor agrícola a las 1300 horas	51
Tabla 3.19 Propuesta técnica de reorganización de la cartilla de mantenimiento del tractor agrícola JD 6603 por sistemas y subsistemas	52
Tabla 3.20 Subplan complementario de mantenimiento frecuente – Tractor John Deere 6603 Cabinado	54
Tabla 3.21 Propuesta de mantenimiento preventivo para el arado de vertedera de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica	56
Tabla 3.22 Propuesta de mantenimiento preventivo para la rastra aradora de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Tractor agrícola marca John Deere modelo 6603	21
Figura 1.2 Arado de vertedera reversible	22
Figura 1.3 Rastra aradora intermediaria control remoto	22
Figura 2.1 Plano de ubicación departamental y provincial	23
Figura 2.2 Plano de ubicación de Los Morochucos – Satica	24
Figura 3.1 Catalogación del tractor agrícola registrada en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica	33
Figura 3.2 Catalogación del arado de vertedera reversible en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica	33
Figura 3.3 Catalogación de la rastra aradora registrada en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica	34
Figura 3.4 Soldadura del orificio de acoplamiento del arado de vertedera reversible YATO AVY-6C3	44
Figura 3.5 Entrevista con el asesor mecánico especialista	46
Figura 3.6 Partes del tractor agrícola donde se requiere lubricantes, refrigerante y grasa	53
Figura 3.7 Partes generales del arado de vertedera reversible	56
Figura 3.8 Partes generales de la rastra aradora	57

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Maquinaria existente en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de la localidad de Satica-Los Morochucos	68
ANEXO 2 Especificaciones técnicas de la maquinaria agrícola	69
ANEXO 3 Inspección visual y técnica al tractor agrícola e implemento	72
ANEXO 4 Cheklist de las maquinarias agrícolas de la Asociación	70
ANEXO 5 Entrevista al operador de la maquinaria agrícola	81
ANEXO 6 Entrevista al experto independiente	84
ANEXO 7 Cartilla de mantenimiento tractor John Deere 6603	86
ANEXO 8 Ficha técnica de mantenimiento del arado AAR ² TATU	87
ANEXO 9 Ficha técnica de mantenimiento del arado AVB BISON	91
ANEXO 10 Ficha técnica de mantenimiento de la Rastra Aradora BALDAN	93
ANEXO 11 Cartilla de mantenimiento propuesto	96

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación es diseñar un plan de mantenimiento preventivo que prolongue la vida útil de la maquinaria, garantice su operatividad y evite futuras fallas. Para ello, se propone implementar procedimientos de mantenimiento preventivo, con inspecciones regulares, capacitación adecuada del operador y condiciones de almacenamiento óptimas. Como resultado de la evaluación del mantenimiento del tractor John Deere 6603 muestra un cumplimiento del 98%, indicando un estado óptimo de sus sistemas críticos y corroborando que una buena gestión de mantenimiento puede extender su vida útil. En contraste, la rastra aradora tiene un cumplimiento de mantenimiento del 75%, mientras que el arado de vertedera muestra un cumplimiento 12,5 %, destacando áreas críticas que requieren atención inmediata. La recomendación en consonancia con estudios previos, se sugiere realizar revisiones más frecuentes en los sistemas críticos del tractor y los implementos. Además, se recomienda fortalecer la capacitación en técnicas de acoplamiento para reducir errores por errores humanos. Concluimos con la implementación del plan de mantenimiento preventivo no solo evitará reparaciones costosas, sino que maximizará la productividad y sostenibilidad de la maquinaria de la asociación, contribuyendo al éxito de sus actividades agropecuarias.

Palabra clave: Mantenimiento preventivo, maquinaria agrícola, gestión de la maquinaria agrícola.

ABSTRACT

The main objective of this research is to design a preventive maintenance plan that prolongs the useful life of the machinery, guarantees its operability and avoids future failures. To this end, it is proposed to implement preventive maintenance procedures, with regular inspections, adequate operator training and optimal storage conditions. As a result of the maintenance evaluation, the John Deere 6603 tractor shows 98% compliance, indicating an optimal state of its critical systems and corroborating that good maintenance management can extend its useful life. In contrast, the plow harrow has a maintenance compliance of 64%, while the moldboard plow shows 12,5 %, highlighting critical areas that require immediate attention. The recommendation in line with previous studies, it is suggested to perform more frequent revisions in the critical systems of the tractor and implements. In addition, it is recommended to strengthen training in coupling techniques to reduce errors due to human error. We conclude that the implementation of the preventive maintenance plan will not only avoid costly repairs, but will also maximize the productivity and sustainability of the association's machinery, contributing to the success of its agricultural activities.

Keyword: Preventive maintenance, agricultural machinery, agricultural machinery management

INTRODUCCIÓN

La Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica, ubicada en el distrito de Los Morochucos, provincia de Cangallo, ha adquirido un tractor agrícola, un arado de vertedera y una rastra aradora a través del programa AGROIDEAS. Estos equipos son esenciales para las actividades agrícolas de la asociación, habiendo acumulado 876 horas de trabajo. Sin embargo, la falta de un plan de mantenimiento preventivo ha resultado en problemas que comprometen la operatividad y durabilidad de la maquinaria, afectando su rendimiento.

Se ha identificado, a través de encuestas realizadas al administrador y operador de la maquinaria, un incidente significativo en el arado de vertedera. El equipo sufrió una rotura en el orificio de acoplamiento debido a un enganche incorrecto, un problema que podría haberse evitado con inspecciones periódicas y revisiones programadas, tal como sugiere Fxdev (2024), al señalar que estas prácticas ayudan a detectar problemas antes de que se conviertan en fallos graves.

La falta de un lugar adecuado para el almacenamiento de los equipos y los insumos, como filtros, aceites y combustibles, es otro factor alarmante. La exposición a las inclemencias del tiempo no solo deteriora los equipos, sino que también reduce la calidad de los insumos, afectando negativamente la eficiencia operativa de la maquinaria, como también señala Gimeno (2024), quien destaca que elegir entre almacenamiento interior o exterior depende de factores como el clima y las condiciones geográficas, impactando la protección a largo plazo de la maquinaria.

Además, el operador de la maquinaria no posee un conocimiento suficiente sobre las prácticas de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, lo que refuerza el enfoque reactivo de la asociación. Este enfoque aumenta el riesgo de fallos mayores y de reparaciones más costosas, como también lo señalan Arroyo y Obando (2022) al destacar que la falta de mantenimiento preventivo genera obstáculos y acelera el deterioro de los

equipos en plantas de producción.

Este trabajo de investigación tiene como propósito evaluar el estado actual de la maquinaria agrícola de la asociación y desarrollar un plan de mantenimiento preventivo. La implementación de dicho plan no solo evitará futuras averías, como las ya ocurridas con el arado de vertedera, sino que también optimizará el uso de los recursos y reducirá los costos a largo plazo. Asimismo, un enfoque proactivo permitirá aumentar la eficiencia operativa y contribuir al desarrollo económico sostenible de la comunidad.

La investigación se estructurará en varias fases: recopilación de información, evaluación de campo y la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo. Este enfoque integral beneficiará a la asociación al asegurar la operatividad continua de sus activos y aumentar la sostenibilidad de sus actividades agrícolas.

Objetivos

Objetivos generales:

- Desarrollar e implementar un sistema de mantenimiento preventivo eficiente para la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica.

Objetivos específicos:

1. Identificar y catalogar la maquinaria agrícola en uso por la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica.
2. Evaluar el estado actual de la maquinaria y documentar las áreas de mantenimiento críticas.
3. Investigar las mejores prácticas y recomendaciones de expertos en mantenimiento preventivo de maquinaria agrícola, teniendo en cuenta el contexto local.
4. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo detallado que incluya procedimientos, programación y pautas específicas para cada sistema de la maquinaria agrícola.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

1.1.1 A nivel mundial

Benavidez (2022) en su tesis titulada Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para para la línea de maquinaria agrícola del centro provincial de gestión agroempresarial (CEPROAR) de Arauca; El Acuerdo de Servicio Ampliado al Productor (EPSA) en Arauca busca proporcionar un plan integral de reparación para equipos agrícolas. Deficiencias en control, documentación y mantenimiento han deteriorado el 47% de los tractores y el 28% de las segadoras, limitando su disponibilidad al 51,29% y 67,68% respectivamente. Esta insuficiencia afecta la producción y aumenta los costos de mantenimiento. Tras una evaluación exhaustiva, se implementó una estrategia de mantenimiento proactivo, incluyendo la sustitución de componentes y lubricantes. Los resultados sugieren que retirar equipos del servicio podría mejorar la disponibilidad en un 46,63% para tractores y en un 27,08% para segadoras con un plan adecuado. En resumen, es crucial implementar un plan de mantenimiento preventivo para optimizar la productividad agrícola y la eficiencia operativa del CEPROAR, reduciendo costos y mejorando la disponibilidad de equipos.

Mayorga y Olmedo (2019) en su tesis titulada "Optimización del plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada en los talleres municipales del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba", utilizando la metodología PMO, busca mejorar el plan de mantenimiento actual mediante un análisis detallado, que incluye encuestas al personal administrativo y técnico, inventario técnico jerárquico y aplicación de nueve pasos de la metodología PMO. Se identificaron 21 máquinas y 165 subsistemas, y se pasó de un promedio de 12 a 26 tareas de mantenimiento por máquina. El proyecto

concluyó con la implementación de un nuevo plan de mantenimiento, la capacitación del personal, y la asignación de un presupuesto anual estimado de \$88,828.33, logrando una optimización significativa del mantenimiento preventivo.

1.1.2 A nivel nacional

Pastor (2023) en su tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para reducir la probabilidad de falla del motor de tractor agrícola New Holland serie TD5, de la empresa Masa Equipos Industriales S.A., utilizando la metodología RCM”. La percepción del mantenimiento como una carga financiera ha dado lugar tradicionalmente a su infravaloración en varias organizaciones industriales. Sin embargo, la implantación de una cultura de mantenimiento que priorice la fiabilidad ha demostrado que prolongar la vida útil de los equipos es crucial para el crecimiento y el desarrollo de una empresa. El objetivo de este estudio es desarrollar una estrategia de mantenimiento preventivo utilizando el enfoque de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) con el fin de mitigar las fallas del motor en el tractor New Holland serie TD5 de MEISA. Mediante el uso de metodologías como el análisis de elementos finitos (FEA) y el árbol lógico de decisión, se descubrieron los modos de fallo y se asignaron las acciones preventivas correspondientes. Los resultados indican que el método propuesto tiene el potencial de aumentar sustancialmente el intervalo entre fallos, mejorando así la disponibilidad de los equipos. En última instancia, la implantación de RCM ha demostrado ser eficaz para mejorar la disponibilidad, como demuestran investigaciones anteriores.

Revolledo (2021) en su tesis titulada Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola, en la empresa agronegocios Arteaga S.A.C, Jaén. 2021; El objetivo de la investigación realizada en Agronegocios Arteaga S.A.C. fue formular una estrategia de mantenimiento preventivo orientada a mejorar la accesibilidad, confiabilidad y funcionalidad de tres modelos de maquinaria agrícola, a saber, un tractor Massey Ferguson 4290, un tractor New Holland TB110 y una cosechadora Zukai 4LZ-350. El problema que se detectó tenía que ver con la prevalencia de las reparaciones correctivas, lo que se traducía en fallos técnicos recurrentes, una actuación subóptima de los operadores y la ausencia de un mecanismo que garantizara el funcionamiento óptimo de los equipos. El objetivo general era desarrollar una estrategia de mantenimiento proactivo que mejorase la funcionalidad y prolongase la vida útil de la maquinaria operativa. La

metodología del estudio incluía la evaluación del estado actual de la maquinaria mediante entrevistas, cuestionarios y visitas sobre el terreno. Posteriormente, se calcularon indicadores de mantenimiento como la disponibilidad y la fiabilidad, que arrojaron valores respectivos del 83% y el 87%. Los datos anteriores sirvieron de base para la elaboración de un programa de mantenimiento periódico y la creación de documentos de gestión destinados al control de incidencias y la supervisión eficaz de las operaciones de mantenimiento. Los resultados indicaron que el proyecto presentaba un valor actual neto (VAN) de S/ 891 555,44, una tasa interna de rentabilidad (TIR) del 51% y una relación beneficio/coste de S/ 2,14, lo que corroboraba su viabilidad económica.

Montalvan (2022) en su tesis titulada Plan de mantenimiento preventivo para aumentar disponibilidad de maquinaria en una empresa agrícola en la región Lambayeque; el principal problema de las empresas agrícolas es el persistente mal funcionamiento de los equipos agrícolas, atribuido en su mayor parte a la dependencia exclusiva de las medidas de mantenimiento correctivo. En consecuencia, esto se traduce en una disminución de la disponibilidad operativa y en pérdidas financieras. La aplicación insuficiente de un programa de mantenimiento integral agrava las circunstancias, poniendo en peligro la seguridad tanto de los equipos como de los trabajadores. El objetivo principal de esta investigación fue desarrollar una estrategia integral de mantenimiento preventivo con el fin de mejorar la accesibilidad del engranaje agrícola. La técnica utilizada en este estudio incluyó la evaluación de la disponibilidad existente, la identificación de los sistemas críticos mediante el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) y el cálculo de las operaciones de mantenimiento en función del umbral de criticidad de estos sistemas. Además, se hicieron proyecciones teóricas de nuevos indicadores de disponibilidad y se elaboró un presupuesto para el plan de mantenimiento. Los resultados del estudio confirmaron la premisa de que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo tendría un impacto sustancial en la mejora de la disponibilidad de los equipos, lo que se traduciría en una reducción de costes y en mejoras de la seguridad y del entorno de trabajo en general. En resumen, la ejecución de esta estrategia es de suma importancia para aumentar la eficiencia de los equipos, garantizar el bienestar de los operarios y mejorar los resultados financieros de la organización.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Introducción al Mantenimiento Preventivo en Maquinaria Agrícola

El mantenimiento de la maquinaria y equipos es un aspecto primordial en la mecanización agrícola. Si no se efectúa un cometido continuado sobre estos, los costes eventualmente sufridos por fallos de los mismos (gastos de reparación, paros de trabajo, disminución de rendimientos) aumentarán mucho la rentabilidad de su explotación, pudiendo originar pérdidas económicas de gran importancia. Muchos de los problemas que aparecen en las máquinas o equipos en su utilización diaria son debidos a un mantenimiento incorrecto o simplemente a la falta de mantenimiento. (Fernández, 2024)

El mantenimiento preventivo es aquella actividad que se lleva a cabo para reducir al mínimo los fallos o roturas de la maquinaria, avisando a esta antes de que ocurran dichos fallos, manteniéndose de esta forma una correcta operatividad de la maquinaria. Sirve para comprobar el estado de la máquina, dando la posibilidad de subsanar las posibles anomalías encontradas, permitiendo anticiparse a los posibles futuros problemas, con el consiguiente ahorro en costos derivados. (Centeno, 2023)

Componente fundamental de su gestión son las actividades de mantenimiento mecánico, que se configuran en un conjunto de tareas específicas encaminadas a salvaguardar la integridad y funcionamiento del tractor, así como de los aperos. Como se observará en los diferentes apartados de este capítulo, el mantenimiento del tractor se materializa en dos niveles posibles: el mantenimiento sistemático (básicamente, el mantenimiento programado según el manual de servicio) y el mantenimiento no sistemático (las intervenciones preventivas no incluidas en la programación del mantenimiento sistemático que, debido a anomalías detectadas durante la realización de inspecciones, deben ser ejecutadas para subsanar las mismas). (Soplapuco, 2021)

1.2.2 Beneficios del Mantenimiento Preventivo

Una adecuada ejecución del mantenimiento preventivo posibilita el siguiente abanico de beneficios: (Timoteo, 2022)

- Proporciona una mejora de la eficiencia, ya que la maquinaria es reparada y ajustada con anterioridad a que falle.

- Facilita el aumento de la disponibilidad de la maquinaria, dado que las inmovilizaciones

de las máquinas, debidas al mantenimiento, se programan en función del régimen de trabajo de la finca.

- Evita paradas imprevistas y costosas, ya que reduce cuantos fallos no diagnosticados a tiempo pasan directamente a ser averías.

- Se prevé conceptualmente en lugar de correr erráticamente. Es decir, adivinamos cuándo ocurrirán los defectos antes de que realmente sucedan y se produce un ahorro importante con respecto al mantenimiento correctivo, debido a que: el parque de repuestos que se debe mantener a disposición de la máquina es más reducido. Evitamos daños colaterales provocados por los avances de ciertas averías debidas a un incorrecto funcionamiento de otros elementos. Podemos aplicar revisiones que nos permitan, a través de técnicas predictivas, ejecutar reparaciones parciales que permitan evitar averías mayores.

- Favorece tanto el alargamiento de la vida útil de la maquinaria, bien por evitar el desgaste prematuro de sus componentes, bien por reducir las posibilidades de que se produzcan daños que ya no tengan cura o que resulten insostenibles económicamente, como el mantenimiento de la calidad del trabajo efectuado.

1.2.2.1 Aumento de la vida útil de la maquinaria

El mantenimiento preventivo mejora la vida útil de la maquinaria. Hasta la fecha, la política más extendida era la de que "se avería, se repara". Este principio sobrevive aún en demasiadas explotaciones agrarias. Lo ideal es que a lo largo de la vida de la máquina se programen mantenimientos que permitan alargar su vida útil. Por ello, si "se estropea" una máquina de nivel medio, en el mejor de los casos, nos parará la siembra o la recolección. Pero si es de nivel alto, cabe la posibilidad de que nos pase como a aquellos que, hace unos insólitos pocos años, se les quemó la rotativa: un día parado suponen un peso mejor para las maltrechas economías. Y es que los equipos de la rama "motor" son fundamentales en la práctica agrícola. (Gallo, 2020)

Conveniencia del mantenimiento preventivo frente al mantenimiento correctivo. La realización de mantenimiento correctivo es un mal menor, si además sabemos de antemano lo que ha fallado y desconocemos la incidencia de la avería en el nodo del sistema. Si a lo anterior hay que añadir que el coste del fallo (simple previsión) sobrepasa

el de la intervención preventiva y que además aquel no siempre garantiza la eliminación del problema, estamos incentivando la realización de una operación en que podemos apostar a que generará futuros defectos; lo cual no es lo más razonable. Las ventajas se centran en el ahorro de tiempo que puede suponer la prevención de un gran número de incidencias, así como en el ahorro del coste. Supongamos la alternativa fantástica de un mantenimiento correctivo seguro (certeza absoluta de que nunca se averiará): todos nos inclinaríamos, sin duda, porque toda la posible actividad de mantenimiento se destinará directamente a la prevención de fallos.

1.2.2.2 Reducción de costos de reparación

Debido a que se realizan reparaciones completas o parciales a las maquinarias, la empresa puede estimar perfectamente el tiempo que se tardará reparando, permitiéndole presupuestar más precisamente las horas de trabajo de mantenimiento, reduciendo así los costos. Reduce la necesidad de mantener un equipo de reparación costoso en la misma instalación. El evitar la realización de reparaciones no programadas permite reducir el equipo de mantenimiento de reparación costoso. Elimina la disponibilidad en el mercado de repuestos o de talleres especializados para realizar reparaciones de emergencia que pueden resultar más caros. (Clavijo y Rojas, 2024)

Hace posibles inspecciones, reparaciones, ajustes, lubricaciones, etc., más efectivas y meticulosas. El trabajador reduce la cantidad de reparaciones debidas a la eliminación de las causas que la originan. Aumenta la vida de las máquinas o equipos al mantenerlos en perfecto estado de uso, reduciendo el número de adquisiciones y ahorrando grandes sumas de dinero. Reduce las pérdidas de la empresa por motivos de paradas o averías, al poder programar adecuadamente y prever con antelación las interrupciones. Disminuye los riesgos de accidentes personales y los daños que puedan sufrir los equipos o maquinarias.

La reducción del tiempo de reparación para los equipos o máquinas permite el mejor control del mantenimiento, al no haber incidentes se pueden programar mejor los intervalos de mantenimiento técnicos. La reducción de daños de los equipos o máquinas. La reducción de las horas de paradas de la producción, con el consiguiente aumento del producto obtenido.

1.3 Marco conceptual

1.3.1 Mantenimiento

El mantenimiento industrial se define como “el conjunto de procedimientos realizados a fin de conservar en óptimas condiciones de servicio a los equipos, maquinaria, e instalaciones de una planta (fábrica), garantizando el correcto funcionamiento del proceso de producción industrial” (IntegraMarkets, 2018, p. 4).

1.3.2 Mantenimiento Correctivo

“Correspondiente al conjunto de actividades destinadas a corregir defectos y solucionar fallas, en este caso se espera a que ocurra el problema para brindar la solución adecuada” (IntegraMarkets, 2018, p. 6).

1.3.3 Mantenimiento en Uso

“Consiste en la realización de tareas cotidianas realizadas por el mismo operador de los equipos, básicamente se trata de trabajos de limpieza, inspección visual, toma de datos, lubricación, apriete de tornillos, etc.” (IntegraMarkets, 2018, p. 6).

1.3.4 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo está conformado por el conjunto de actividades que buscan anticiparse a la ocurrencia de un problema avería o falla, estas actividades son planificadas en el tiempo y espacio, buscando fortalecer puntos frecuentes de falla, localizando vulnerabilidades, reemplazando componentes antiguos o desgastados. (IntegraMarkets, 2018, p. 6).

1.3.5 Mantenimiento Predictivo

Es aquel encargado de recopilar y analizar información que permita determinar el momento y lugar adecuado para efectuar tareas de mantenimiento preventivo, conociendo e informando permanentemente el estado del equipamiento de planta, lo cual requiere contar con instrumentos adicionales que permitan adquirir dicha información, sin embargo, permite reducir costos de mantenimiento al hacer un uso eficiente de los recursos. (IntegraMarkets, 2018, p. 6).

1.3.6 Mantenimiento Periódico

Es aquel mantenimiento que tiene lugar a determinado ciclo periódico de tiempo, sin importar las condiciones del equipo, en este mantenimiento se realiza una rutina de tareas pre definidas, dejando los equipos en óptimas condiciones para soportar un nuevo ciclo de trabajo. (IntegraMarkets, 2018, p. 6).

1.3.7 Tractor agrícola

Arnal (2005) define al tractor como "un vehículo dotado de motor que le permite desplazarse por sí mismo y remolcar o accionar las máquinas utilizadas en la agricultura moderna" (p. 11). En este sentido, el tractor se ha consolidado como una de las herramientas fundamentales en el campo agrícola, capaz de multiplicar la capacidad de trabajo y, por ende, incrementar la productividad.

El tractor puede ser evaluado desde diferentes perspectivas. En primer lugar, se le considera una máquina motriz que permite al agricultor aumentar significativamente su capacidad de trabajo, similar a como lo haría un operario industrial o un ingeniero, lo que a su vez fomenta un incremento en la productividad agrícola. Además, el tractor se caracteriza por su versatilidad como herramienta de trabajo, con un diseño que permite que sus fuentes de energía, chasis y sistemas de acoplamiento sean configuradas de manera que los implementos y herramientas puedan ser intercambiados de forma rápida y sencilla, adaptándose a una amplia gama de labores en el campo (Ortiz, 2009).



Figura 1.1

Tractor agrícola marca John Deere modelo 6603

Fuente: Adaptado de John Deere [fotografía], por John Deere, 2024, deere,

(<https://www.deere.com/latinamerica/es/tractores/tractores-medianos/6403-109hp/>). Copyright © 2024 Deere & Company.

1.3.8 Arado de vertedera

Ortiz (2012) preciso que:

El arado de vertedera es el apero para labores profundas más extendido en Europa y en gran parte del mundo. Las labores que realiza son: inversión de la capa arable y disgregación de la misma. Los efectos agronómicos en el suelo pueden resumirse en:

- Aumento de la porosidad.
- Mayor capacidad de almacenamiento del agua.
- Enterrado de restos orgánicos, malas hierbas y parásitos. (p.40)



Figura 1.2

Arado de vertedera reversible

Fuente: Adaptado de Biel maquinaria agrícola [fotografía], por Biel maquinaria agrícola, 2024, Biel maquinaria agrícola (<https://bielmaquinariaagricola.com/Comprar/arado-reversible-con-sistema-de-disparo-de-ballesta-modelo-rbp/>). 2021 todos los derechos reservados.

1.3.9 Rastras de discos excéntrica

Según Bahena (1992), la rastra de discos excéntrica, también conocida como rastra de discos descentrada, se caracteriza por tener dos grupos de discos: un grupo delantero que mueve el suelo hacia la derecha y un grupo trasero que lo desplaza hacia la izquierda, operando en tándem. Esta disposición geométrica provoca que la línea de tiro no esté centrada, sino desplazada hacia uno de los lados, dependiendo de la posición de los grupos de discos.



Figura 1.3

Rastra aradora intermediaria control remoto

Fuente: Adaptado de Baldan [fotografía], por Baldan, 2024, baldanimplementosagricolas (<https://baldanimplementosagricolas.es/crsg-rastra-aradora-control-remoto>). Todos los derechos reservados - Copyright © 2024.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 ubicación

2.1.1 Ubicación geográfica y política

Región	: Ayacucho
Provincia	: Cangallo
Distrito	: Los Morochucos
Localidad	: Satica
Latitud sur	: 74° 11' 35"
Latitud oeste	: 13° 33' 15"
Altitud	: 3716 m.s.n.m.

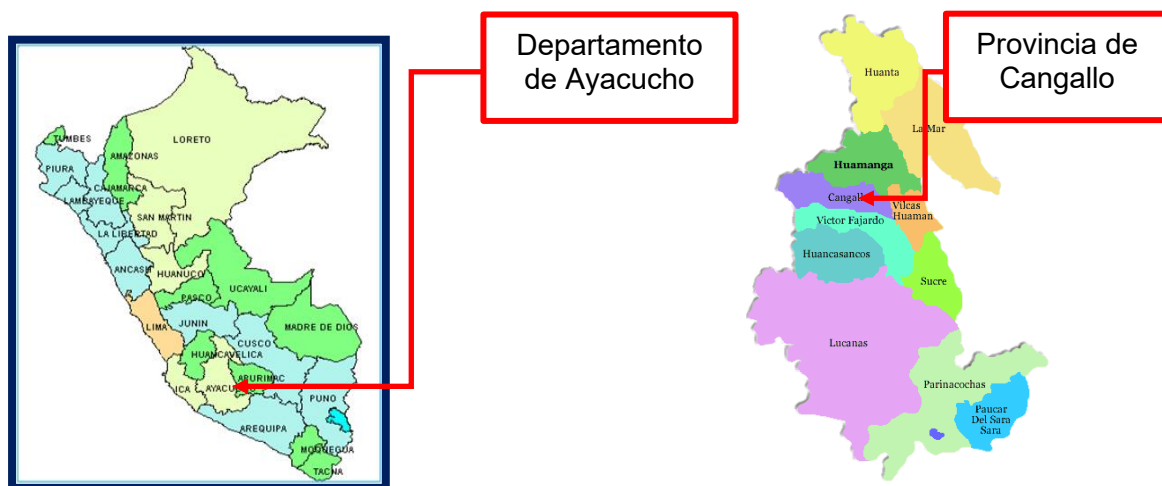


Figura 2.1

Plano de ubicación departamental y provincial

Fuente: Elaboración propia.

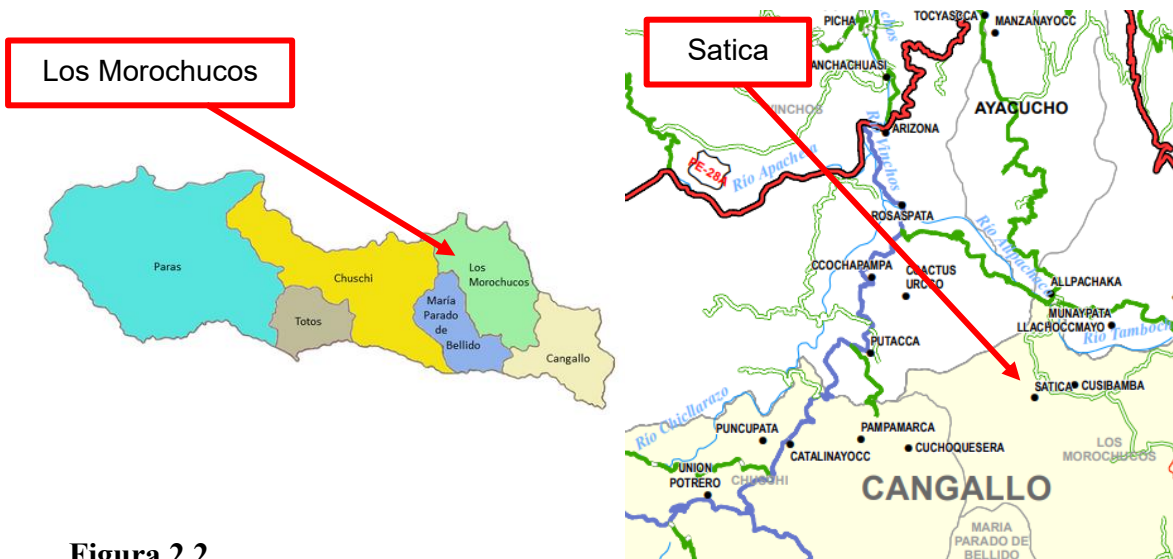


Figura 2.2

Plano de ubicación de Los Morochucos - Satica

Fuente: https://www.familysearch.org/es/wiki/Cangallo,_Ayacucho,_Per%C3%BA_-_Genealog%C3%ADa

2.2 Materiales

2.2.1 Materiales

- Manual técnico y de usuario
- Catálogo de especificaciones técnicas de las maquinarias agrícolas
- Hoja de registro
- Cuaderno de apuntes

2.2.2 Equipos

- Laptop
- GPS
- Cámara fotográfica
- Tractor agrícola
- Arado de vertedera reversible
- Rastra aradora

2.3 Problemas específicos

- ¿Cómo se puede identificar y catalogar de manera efectiva la maquinaria agrícola en uso por la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica para mejorar su gestión y mantenimiento?
- ¿Qué métodos de evaluación se pueden emplear para determinar el estado actual de la maquinaria y documentar las áreas de mantenimiento críticas que requieren atención inmediata?
- ¿Cuáles son las mejores prácticas y recomendaciones de expertos en mantenimiento preventivo de maquinaria agrícola que se pueden adaptar al contexto local de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica?
- ¿Cómo se puede diseñar un plan de mantenimiento preventivo detallado que incluya procedimientos, programación y pautas específicas para cada sistema de la maquinaria agrícola, asegurando así su operatividad y durabilidad?

2.3.1 Metodología de la Investigación

2.3.1.1. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es de tipo **descriptivo y aplicativa**. Este estudio tiene como objetivo describir el estado actual del mantenimiento del tractor agrícola y sus implementos agrícolas como son el arado de vertedera y rastra aradora, así como proponer mejoras prácticas que optimicen su uso y mantenimiento en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica. La investigación se enfocará en documentar las prácticas de mantenimiento, identificar problemas existentes y proponer soluciones basadas en análisis comparativos con estándares técnicos.

2.3.1.2. Enfoque de Investigación

El enfoque de la investigación es **cualitativo**,

- **Cualitativo:** Se realizarán observaciones directas, entrevistas con el operador de la maquinaria y consultas con expertos en mantenimiento. Este enfoque permitirá identificar patrones y categorías relacionadas con el estado del equipo y las prácticas de mantenimiento actuales.

2.3.1.3. Población y Muestra

- **Población:** La población de estudio está constituida por la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica, que incluye:

- 01 tractor agrícola
- 01 arado de vertedera.
- 01 rastra aradora.

También se considerará al operador de la maquinaria como parte de la población.

- **Muestra:** Se utilizará una muestra **no probabilística por conveniencia**, ya que se trabajará directamente con los equipos y el único operador de la asociación. Esto asegura que los datos recolectados sean relevantes y directamente aplicables al contexto de estudio. Como señalan Urréa, Cotto, Sánchez, Díaz y Saldarriaga (2022), este tipo de muestra permite al investigador seleccionar la muestra según su conveniencia, facilitando la obtención de información específica en función de los objetivos del estudio.

2.3.1.4. Técnicas de Recolección de Datos

Para obtener la información necesaria para este estudio, se utilizarán las siguientes técnicas:

- **Observación directa:** Se realizarán inspecciones visuales detalladas de los equipos (tractor, arado y rastra) para evaluar su estado físico, condiciones de almacenamiento y mantenimiento actual. Se utilizarán listas de verificación para estandarizar la evaluación.

- **Encuestas y entrevistas:** Se realizarán entrevistas al operador de la maquinaria y a un experto en mantenimiento para obtener información sobre el uso y mantenimiento de los equipos. Las encuestas se diseñarán para recopilar opiniones sobre el estado actual y sugerencias de mejora.

- **Análisis documental:** Se revisarán documentos como la cartilla de mantenimiento y los manuales de operación para obtener información técnica y recomendaciones del fabricante.

2.3.1.5. Instrumentos de Recolección de Datos

Observación directa:

- **Lista de verificación (checklist):** Un formato estandarizado donde se registran

elementos clave del estado físico de la maquinaria, condiciones de almacenamiento y mantenimiento.

Encuesta:

- **Cuestionario estructurado o semiestructurado:** Con preguntas cerradas (opciones definidas) y abiertas (respuestas libres) para obtener información sobre el uso y mantenimiento de la maquinaria.

Entrevista:

- **Guía de entrevista:** Documento con preguntas clave que aseguren que se abordan todos los puntos relevantes durante la conversación con el experto en mantenimiento.

Análisis documental:

- **Formato de recolección de datos:** Plantilla para sistematizar la información extraída de la cartilla de mantenimiento y manuales de operación.

2.3.1.6. Herramientas de Recolección de Datos

Observación directa:

- Dispositivo móvil para capturar evidencia visual.
- Bloc de notas para registrar observaciones adicionales.

Encuesta:

- Formato impreso para la administración de la encuesta.
- Lápiz o bolígrafo.

Entrevista:

- Dispositivo móvil con función de grabación para registrar la entrevista.
- Bloc de notas para tomar apuntes adicionales.

Análisis documental:

- Documentos fuente: cartillas de mantenimiento, manuales de operación.
- Laptop para registrar y organizar la información.

2.3.1.7. Análisis de Datos Recolectados

El análisis de los datos recolectados se realizará según cada técnica:

- **Observación Directa:** Se catalogarán las máquinas y se revisarán las listas de verificación, identificando desgaste y problemas críticos. Las observaciones se clasificarán en dimensiones como estado físico y condiciones de mantenimiento, comparando con recomendaciones del fabricante.

- **Entrevista:** Las grabaciones se transcribirán para un análisis cualitativo, identificando temas recurrentes sobre el mantenimiento preventivo y sugerencias del experto.

- **Encuesta:** Las respuestas se tabularán y analizarán usando estadísticas descriptivas para preguntas cerradas y análisis de contenido para preguntas abiertas.

- **Análisis Documental:** La información se sistematizará, permitiendo la comparación entre la práctica actual de mantenimiento y las especificaciones del fabricante.

2.3.1.8. Procedimiento

1. Preparación y Contacto Inicial

Actividades:

- Revisar la documentación técnica (manuales de operación y cartilla de mantenimiento).
- Contactar al operador de la maquinaria para coordinar la visita.
- Preparar los instrumentos de recolección (checklist, cuestionarios, guía de entrevista).

2. Visita a la Localidad de Satica

Actividades:

- Llegar a Satica y coordinar el proceso con los representantes de la asociación.
- Identificar físicamente las maquinarias (tractor, arado de vertedera, rastra aradora) y observar sus condiciones de almacenamiento.
- Utilizar el dispositivo móvil para capturar fotografías de las maquinarias y su área de almacenamiento. (fotos)

3. Recolección de Datos

Actividades:

- **Observación directa:** Utilizar la lista de verificación para evaluar el estado físico y las condiciones de mantenimiento de las maquinarias. Anotar observaciones adicionales en un bloc de notas.
- **Entrevista con el operador:** Realizar la entrevista con el operador, siguiendo la guía preparada para explorar su conocimiento y experiencia con el mantenimiento. Grabar la entrevista con un dispositivo móvil para su posterior transcripción.
- **Encuesta al operador y a un experto en mantenimiento:** Administrar el cuestionario estructurado o semiestructurado para obtener datos específicos sobre el uso y el estado de las maquinarias.

4. Consulta en Casa Comercial y con Experto Independiente

Actividades:

- Realizar una visita a una casa comercial que distribuye maquinaria agrícola, consultando a sus técnicos sobre las recomendaciones de mantenimiento preventivo específicas para el tractor agrícola y sus implementos (arado de vertedera y rastra aradora).
- Consultar con un experto independiente en mantenimiento agrícola, para comparar prácticas recomendadas en condiciones similares a las de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Saticá.
- Documentar las recomendaciones y sugerencias de ambos expertos para enriquecer el análisis comparativo.

5. Documentación y Registro de Datos

Actividades:

- Revisar las notas y grabaciones obtenidas, transcribiendo las entrevistas y clasificando las respuestas de las encuestas.
- Sistematizar la información obtenida de los documentos (manuales y cartillas de mantenimiento) en un formato de recolección de datos, resaltando los puntos clave sobre recomendaciones del fabricante.

6. Análisis de Datos

Actividades:

- **Análisis de la observación directa:** Comparar los resultados del checklist y fotos con las recomendaciones técnicas. Clasificar los hallazgos en categorías como desgaste crítico, estado físico, y condiciones de almacenamiento.
- **Análisis de la entrevista y encuesta:** Identificar patrones y temas recurrentes, especialmente en las prácticas de mantenimiento y sugerencias del operador y experto.
- **Consulta con expertos:** Integrar y comparar las recomendaciones de la casa comercial y el experto independiente con las prácticas observadas, destacando coincidencias y diferencias que fundamenten las recomendaciones finales.
- **Análisis documental:** Contrastar las prácticas actuales con los lineamientos del fabricante, registrando brechas y áreas de mejora.

7. Propuesta de Mejoras

Actividades:

- Basándose en los análisis, desarrollar una lista de recomendaciones orientadas a mejorar el mantenimiento preventivo, la capacitación del operador, y las condiciones de almacenamiento.
- Preparar un plan de mantenimiento preventivo detallado.

2.3.1.9. Matriz de operacionalización

Tabla 2.1

Matriz de operacionalización

Tipos de variables	Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente	Mantenimiento Preventivo de Maquinaria Agrícola	"El mantenimiento preventivo de maquinaria agrícola	1. Condición actual	Estado físico y funcional del tractor, arado y rastra.

Variable dependiente	Condición Operativa de la Maquinaria Agrícola	<p>implica acciones programadas, como inspecciones, sustitución de piezas y ajustes periódicos. Ya se ha vuelto esencial que las operaciones agrícolas se lleven a cabo de manera eficiente dentro de plazos apropiados, contribuyendo directamente a la productividad del sector agrícola. " (Benites, 2024).</p>	<p>2. Conocimiento de mantenimiento</p> <p>3. Prácticas de almacenamiento</p>	<p>Nivel de conocimientos del operador sobre mantenimiento preventivo y correctivo. Condiciones de almacenamiento de la maquinaria (exposición a la intemperie, protección).</p>
		<p>La condición operativa se refiere al estado funcional en el que se encuentra el tractor agrícola, arado de vertedera y rastra aradora.</p>	<p>4. Prácticas recomendadas</p>	<p>Cumplimiento de pautas técnicas de mantenimiento según el manual del fabricante.</p>
			<p>1. Operatividad</p> <p>2. Durabilidad</p> <p>3. Frecuencia de mantenimiento</p>	<p>Grado de desgaste y necesidad de reparaciones.</p> <p>Cantidad de reparaciones y ajustes necesarios a lo largo del tiempo. Frecuencia con la que se realizan los mantenimientos preventivos y correctivos en comparación con la recomendación del fabricante.</p>

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Diagnóstico de la maquinaria agrícola en uso

Los resultados se estructuran en función de los objetivos específicos siguiendo una secuencia que permitió cumplir de manera clara y ordenada.

3.1.1 Identificación y catalogación de la maquinaria agrícola en uso por la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica

3.1.1.1 Maquinaria agrícola actual de la empresa Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica

La empresa Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica cuenta con un tractor agrícola y dos implementos agrícolas, cuyos detalles se presentan en la siguiente tabla (Tabla 3.1) y las imágenes en el *Anexo 1*. Las especificaciones técnicas completas están disponibles en el *Anexo 2*.

Tabla 3.1

Maquinaria agrícola registrada y observada en campo en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica

ITEM	FABRICANTE	DENOMINACIÓN	MODELO	CANT.
1	John Deere	Tractor agrícola	6603	01
2	Yato	Arado de vertedera reversible	AVY-6C3	01
3	Baldan	Rastra aradora pesada	CRI 20x28"	01

Fuente: observación directa en campo y revisión documental de informes del programa AGROIDEAS.

3.1.1.2 Catalogación de la maquinaria agrícola

	CATALOGACIÓN GENERAL	ID del Tractor: TR-01
	Categoría	Tractor agrícola
	Marca	John Deere
	Modelo	6603
	Año/Fab.	2022
	Potencia del Motor	124 hp
	Aspiración	Turboalimentado
	Cilindros	4
	Combustible	Diesel
	Transmisión	12 avance/ 4 reversa
Tracción	Tracción asistida	
Estación de operador	Cabinado	
Información Adicional		
Número de Horas de Trabajo: 876 horas		
Condiciones: Buen estado, mantenimiento regular.		
Ubicación: Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica		
Descripción Adicional		
Tractor versátil y robusto, ideal para trabajos pesados en cultivos de gran extensión. Actualmente en buen estado operativo con mantenimiento regular realizado según las especificaciones del fabricante.		

Figura 3.1

Catalogación del tractor agrícola registrada en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica

Fuente: Elaboración propia.

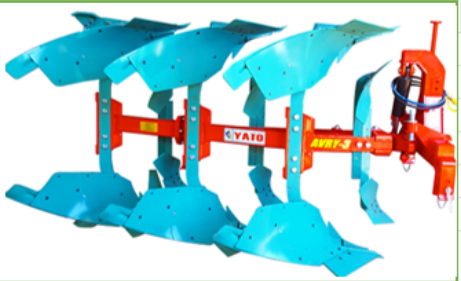
	CATALOGACIÓN GENERAL	ID del Arado: AVR-01
	Categoría	Arado de vertedera
	Marca	Yato
	Modelo	AVY-6C3
	Año/Fab.	2023
	Potencia del tractor	110-120 hp
	Ancho de trabajo	100-110 cm
	Profundidad de trabajo	350 mm
Información Adicional		
Condiciones: Buen estado		
Ubicación: Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica		
Reversión: Cilindro hidráulico con valvula de reversión automática		
Puntas: En sección cuadrada		
Protección contra piedras: Mecánico (perno fusible)		
Descripción Adicional		
El arado está preparado para el trabajo en todo tipo de terreno, ruptura e inversión del suelo.		

Figura 3.2

Catalogación del arado de vertedera reversible registrada en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica.

Fuente: Elaboración propia.

	CATALOGACIÓN GENERAL		ID del Rastra: RA-01
	Categoría	Rastra aradora	
	Marca	Baldan	
	Modelo	CRI	
	Año/Fab.	2023	
	Potencia del tractor	118-126 hp	
	Ancho de trabajo	2550 mm	
Profundidad de trabajo	150-200 mm		
Información Adicional			
Condiciones: Buen estado			
Ubicación: Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica			
Número de discos: 20			
Diámetro de discos: 28"			
Descripción Adicional			
Sus ruedas conectadas a cilindros facilitan las operaciones de maniobra, permiten un mejor control de profundidad y el transporte a largas distancias.			

Figura 3.3

Catalogación de la rastra aradora registrada en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Evaluación del estado actual y mantenimiento crítico

3.1.2.1 Inspección visual y técnica al tractor agrícola e implementos agrícolas

Durante la visita de campo realizada a la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica, se llevó a cabo una inspección visual y técnica del tractor agrícola y sus respectivos implementos: el arado de vertedera y la rastra aradora. Ver detalles adicionales en el *Anexo 3*. Esta actividad tuvo como objetivo principal determinar el estado actual del equipo, identificar posibles deficiencias y documentar áreas críticas de mantenimiento.

Para ello, se aplicó una lista de verificación (checklist) que permitió registrar el cumplimiento de las tareas básicas de mantenimiento, entre otros aspectos, los detalles se encuentran en el *Anexo 4*.

Durante la inspección se constató, mediante entrevista al operador, que el tractor recibió mantenimiento a las 700 horas de uso. Sin embargo, de acuerdo con el horómetro, al momento de la evaluación la máquina registraba 876 horas, lo cual sugiere la necesidad de realizar un mantenimiento complementario en el corto plazo. Esta información resulta

clave para el diagnóstico y posterior formulación del plan de mantenimiento preventivo propuesto en esta investigación.

A fin de interpretar los hallazgos y establecer prioridades, se diseñó un **criterio de evaluación técnica** basado en los resultados de la inspección y el checklist aplicado. Este criterio permite clasificar el estado general de la maquinaria en cuatro niveles de desempeño según el cumplimiento de las labores de mantenimiento observadas:

- **Bueno o adecuado (100 %):** Todas las tareas de mantenimiento han sido cumplidas correctamente.
- **Regular (50 %):** Las tareas de mantenimiento se han realizado parcialmente o presentan deficiencias menores.
- **Deficiente (25 %):** Las tareas de mantenimiento no se han ejecutado adecuadamente.
- **Crítico / No evaluado (0 %):** La maquinaria requiere atención inmediata o no se ha podido evaluar por falta de información.

Tabla 3.2

Criterio de evaluación para la maquinaria agrícola en base al Checklist

Estado General	Puntuación (%)
Bueno	100
Regular	50
Deficiente	25
Crítico/ No Evaluado	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3

Informe de evaluación del estado del tractor agrícola

Tractor agrícola Cabinado	Tareas de Mantenimiento Evaluadas	Estado General	Puntuación (%)	Observaciones
Sistema de lubricación del motor	Filtro de aceite del motor	Bueno	100	Cambiado en el último mantenimiento de 700 horas.
	Aceite de motor	Bueno	100	Cambiado en el último mantenimiento de 700 horas.

Sistema de combustible del motor	Filtro separador de agua	Regular	75	Acumulación de sedimentos; próximo mantenimiento será en 1000 horas.
	Filtro final de combustible	Bueno	100	Funcionando adecuadamente; revisión en la última visita de 700 horas.
Sistema de admisión de aire	Filtro de aire primario	Bueno	100	Buen estado, limpio y sin obstrucciones visibles.
	Filtro de aire secundario	Bueno	100	Buen estado; última revisión en 700 horas.
	Filtro de aire acondicionado	Bueno	100	Funciona bien; buen flujo de aire.
Sistema hidráulico	Filtro de aceite hidráulico	Bueno	100	Buen estado; última revisión en 700 horas.
	Aceite transmisión y sistema hidráulico	Bueno	100	Nivel adecuado detectado en las 876 horas
Sistema de refrigeración	Acondicionador de refrigerante	Bueno	100	Nivel adecuado; última revisión en las 700 horas.
	Aceite SAE 80W - 90 (4x4)	Bueno	100	Revisión realizada en 700 horas y nivel adecuado.
Eje delantero				

Fuente: Elaboración propia.

Calcular el porcentaje de cumplimiento

$$\text{Porcentaje de cumplimiento (P.C)} = \left(\frac{\text{mantenimientos cumplidos}}{\text{componentes evaluados}} \right)$$

En este caso:

- **Mantenimientos cumplidos:** 100 + 100 + 75 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100
- **Componentes evaluados:** 11

Sustituyendo los valores:

$$P.C = \left(\frac{100 + 100 + 75 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100}{11} \right)$$

$$\text{porcentaje de cumplimiento} = 98 \%$$

El estado general del tractor agrícola es **BUENO**, con porcentaje de cumplimiento

obtenido, **98 %**, indica que el tractor agrícola cabinado está en muy buen estado general en cuanto a las tareas de mantenimiento evaluadas. Este alto porcentaje refleja que la mayoría de los sistemas y componentes del tractor han sido revisados, reemplazados o mantenidos de acuerdo con las especificaciones recomendadas, y que están en óptimo funcionamiento.

Tabla 3.4

Informe de evaluación del estado del arado de vertedera reversible

Parte del arado de vertedera reversible	Tareas de Mantenimiento Evaluadas	Estado General	Puntuación (%)	Observaciones
Cabezal del sistema de reversión	Lubricación del sistema de reversión	Deficiente	25	Acumulación de polvo y falta de lubricación.
Sistema Hidráulico	Inspección de cilindro y mangueras	Crítico	0	Inspección no realizada; expuesta al polvo
Bastidor	Inspección visual, sistema de acople	Crítico	0	Orificio de acoplamiento soldado por enganche incorrecto.
Brazo	Revisión y ajuste de tornillos y tuercas	Deficiente	25	Tornillos y tuercas sin ajuste adecuado; riesgo de desgaste.
Tornillos y Conexiones	Revisión y reemplazo de tornillos fusibles	Crítico	0	Tornillos rotos y oxidados, lo que afecta la estabilidad del conjunto.
Conjunto Reja-Vertedera	Verificación de desgaste, limpieza de residuos	Deficiente	25	Reja con residuos acumulados, Vertedera oxidada por no contar con lugar de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia.

Calcular el porcentaje de cumplimiento

$$\text{Porcentaje de cumplimiento (P.C)} = \left(\frac{\text{mantenimientos cumplidos}}{\text{componentes evaluados}} \right)$$

En este caso:

- Mantenimientos cumplidos: 25+ 0 + 0 + 25 + 0 + 25
- Componentes evaluados: 6

Sustituyendo los valores:

$$P.C = \left(\frac{25 + 0 + 0 + 25 + 0 + 25}{6} \right)$$

porcentaje de cumplimiento = 12,5 %

Un **12.5 %** en el cumplimiento de mantenimiento significa que ninguna de las tareas de mantenimiento evaluadas ha sido realizada o está en un estado deficiente, lo que implica que el arado está en una condición **CRÍTICA** y puede ser inseguro o ineficiente para su uso.

Un **12,5 %** sugiere una necesidad urgente de un mantenimiento exhaustivo o reparaciones para restaurar la funcionalidad y la seguridad del arado antes de su uso.

Tabla 3.5

Informe de evaluación del estado de la rastra aradora

Parte de la rastra aradora	Tareas de Mantenimiento Evaluadas	Estado General	Puntuación (%)	Observaciones
Neumáticos	Verificación de presión	Bueno	100	Presión correcta y uniforme en ambos neumáticos.
Puntos de Engrase	Lubricación cada 24 horas de trabajo	Regular	50	Puntos de engrase requieren lubricación adicional en varios lugares críticos
Cojinetes de Grasa	Lubricación cada 12 horas de trabajo	Bueno	100	En buen estado, sin necesidad de lubricación adicional.
Cilindro Hidráulico	Inspección de casquillos autolubricantes	Bueno	100	Casquillos autolubricantes funcionales, sin desgaste visible.
Pernos y Tornillos	Revisión y ajuste	Deficiente	25	Varios pernos oxidados; algunos necesitan reemplazo para evitar inestabilidad.
Discos	Limpieza después de cada uso	Regular	50	Discos sucios desde el último trabajo, residuos de tierra adheridos.
Mangueras	Inspección visual antes de cada trabajo	Bueno	100	Sin desgaste visible, en buen estado para el próximo trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

Calcular el porcentaje de cumplimiento

$$\text{Porcentaje de cumplimiento (P.C)} = \left(\frac{\text{mantenimientos cumplidos}}{\text{componentes evaluados}} \right)$$

En este caso:

- Mantenimientos cumplidos: 100 + 50 + 100 + 100 + 25 + 50 + 100
- Componentes evaluados: 7

Sustituyendo los valores:

$$P.C = \left(\frac{100 + 50 + 100 + 100 + 25 + 50 + 100}{7} \right)$$

$$\text{porcentaje de cumplimiento} = 75 \%$$

El resultado obtenido muestra que el mantenimiento general de la rastra aradora se encuentra en estado **REGULAR**, cumple con aproximadamente un 75 % de los requisitos esperados. Esto indica una necesidad de mantenimiento preventivo menor, especialmente en pernos, engrase y limpieza de discos, puede operar, pero requiere atención para prevenir daños mayores.

3.1.2.2 Evaluación general de uso, conservación y mantenimiento básico

Se realizó una inspección visual básica con el objetivo de evaluar el estado general de conservación, limpieza, almacenamiento y mantenimiento básico de la maquinaria agrícola en uso por la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Saticá. La evaluación comprendió tres equipos: un tractor agrícola John Deere 6603, un arado de vertedera reversible y una rastra aradora. La metodología empleada incluyó la verificación de aspectos clave relacionados con el estado físico, las condiciones de almacenamiento, las prácticas de limpieza y la frecuencia de mantenimiento preventivo aplicado a cada equipo.

A continuación, se presentan los resultados de la inspección en la Tabla 3.6:

Tabla 3.6*Resultados generales de la maquinaria agrícola*

Maquinaria agrícola	Criterio	Cumplida (Sí/No)	Observación
Tractor agrícola	Estado Físico	Si	El tractor se encuentra en buen estado físico, no hay desgaste de piezas, la pintura no se encuentra desgastada
	Condiciones de almacenamiento	No	Almacenado al aire libre, sin protección adecuada.
	Prácticas de limpieza	No	Acumulación de polvo y suciedad en varias partes.
	Frecuencia de mantenimiento	Si	Mantenimientos realizados según recomendación del fabricante.
Arado de vertedera	Estado Físico	No	El arado presenta oxidación en varias áreas, orificio de acoplamiento soldado y desgaste general.
	Condiciones de almacenamiento	No	El arado está almacenado al aire libre, expuesto a las inclemencias del clima, sin protección.
	Prácticas de limpieza	No	No se han implementado prácticas regulares de limpieza después del uso.
	Frecuencia de mantenimiento	No	No se sigue un cronograma de mantenimiento preventivo
Rastra aradora	Estado Físico	No	Pernos oxidados; discos sucios.
	Condiciones de almacenamiento	No	Almacenada al aire libre; expuesta a la intemperie.
	Prácticas de limpieza	No	Discos y cuerpo de la rastra con restos de tierra.
	Frecuencia de mantenimiento	No	Lubricación no realizada en los intervalos recomendados.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis e interpretación

- **Tractor agrícola:** Aunque presenta un estado físico adecuado y se han realizado los mantenimientos recomendados por el fabricante, existen deficiencias en cuanto a la limpieza y el almacenamiento del equipo. Estas condiciones, si no se corrigen, podrían acelerar el deterioro de componentes externos y afectar el rendimiento a largo plazo.

- **Arado de vertedera reversible y rastra aradora:** Ambos implementos muestran un estado general deficiente en términos de conservación y mantenimiento. Se evidencia una **falta de prácticas sistemáticas de limpieza y almacenamiento**, así como **ausencia de un plan de mantenimiento preventivo**, lo cual incrementa el riesgo de fallas prematuras y afecta directamente la eficiencia operativa en campo.

3.1.2.3 Entrevista al operador y validación de mantenimiento realizado

Con el objetivo de complementar la inspección visual realizada a la maquinaria agrícola, se llevó a cabo una entrevista estructurada al operador responsable del manejo y mantenimiento del tractor agrícola John Deere 6603 y sus respectivos implementos véase el *Anexo 5*. Esta entrevista tuvo como finalidad recabar información directa sobre las prácticas actuales de mantenimiento, así como verificar el grado de conocimiento del operador respecto a los distintos tipos de mantenimiento.

Tabla 3.7

Resultados del tipo de mantenimiento según el operador

Ítems	Mantenimiento	Operador
1	Correctivo	-
2	Preventivo	-
3	Predictivo	-
4	Desconoce	X

Nota. Según los resultados obtenidos, el operador no distingue claramente entre mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. Esta falta de conocimiento sugiere una percepción limitada del mantenimiento como una acción meramente reactiva, ejecutada únicamente ante la aparición de fallas visibles. Este enfoque puede comprometer la durabilidad del equipo y elevar los costos operativos a largo plazo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.8

Resultado de la inspección de mantenimiento

Ítems	Gestión de mantenimiento	Resultados
1	Espacio adecuado	No
2	Control estricto de insumos	SI
3	Herramientas necesarias	SI

Nota. A partir de la encuesta, se observó que el operador dispone de insumos y herramientas mínimas necesarias para ejecutar el mantenimiento básico del tractor conforme a la cartilla proporcionada por el concesionario. No obstante, se evidenció una debilidad importante: la ausencia de un espacio físico adecuado para el almacenamiento organizado de filtros, aceites, lubricantes y combustibles. Esta limitación constituye un factor de riesgo para la correcta ejecución del mantenimiento, además de afectar la eficiencia operativa general del equipo.

Tabla 3.9

Formato de registro de entrevista

Pregunta	Respuesta del operador
Frecuencia de uso	Por temporadas o campañas, 5 - 6 horas diarias
Tipo de tareas	Labranza en terrenos duros, transporte
Rendimiento de la maquinaria	Cuenta con 876 horas, el rendimiento es óptimo Se realiza cada 300 horas de acuerdo a la cartilla de mantenimiento
Mantenimiento preventivo	Cambio de filtros de aceite de motor, combustible, aceite de motor
Ajustes recientes	Todo conforme con el tractor y sus implementos
Problemas recientes	Por el momento maquinaria operativa
Problemas frecuentes	Oreja de acoplamiento sufrió una rotura, posiblemente por enganche incorrecto
Incidente específico	Mejorar el almacenamiento de la maquinaria para evitar exposición a la intemperie
Sugerencias del operador	

Fuente:

Elaboración propia.

Nota. De acuerdo con la entrevista realizada, véase el *Anexo 5*, se obtuvo una visión general sobre las rutinas de uso, ajustes recientes y percepción del operador sobre el estado operativo del equipo. Si bien se reporta un funcionamiento adecuado del tractor y sus implementos, la sugerencia principal del operador —relacionada con la mejora de condiciones de almacenamiento— refuerza lo observado en la inspección visual y en la evaluación de la gestión del mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Condición Operativa de la maquinaria agrícola

La condición operativa de la maquinaria agrícola es un factor determinante en la productividad y sostenibilidad de las actividades agropecuarias. Esta evaluación se centra en tres componentes fundamentales: **operatividad**, **durabilidad** y **frecuencia de mantenimiento**, con base en la información recolectada durante las visitas de campo, inspecciones visuales y entrevistas al operador.

Durante el periodo evaluado, el tractor agrícola registró un total de **876 horas de operación**. Se reportó una única incidencia significativa relacionada con el **arado de vertedera**, mientras que el tractor y la rastra aradora mantuvieron su funcionamiento sin presentar fallas ni interrupciones.

- **Horas totales de trabajo del tractor:** 876 horas
- **Horas de inactividad registradas:** 30 horas

(Asociadas a la reparación por soldadura del orificio de acoplamiento del arado de vertedera)

- Cálculo de Horas Efectivas de Operación

Horas efectivas de operación = horas totales de trabajo – horas de inactividad

Horas efectivas de operación = 876 horas – 30 horas

Horas efectivas de operación = 846 horas

- Cálculo del Porcentaje de Operatividad

Porcentaje de operatividad = $\left(\frac{\text{horas efectivas de operación}}{\text{horas totales de trabajo}}\right) \times 100$

Porcentaje de operatividad = $\left(\frac{846}{876}\right) \times 100$

Porcentaje de operatividad = 96.6 % lo que indica un alto nivel de disponibilidad operativa.

3.1.3.1 Operatividad

La maquinaria evaluada presenta una operatividad general alta. El **tractor agrícola John Deere 6603**, junto con la **rastra aradora**, mantuvo su funcionamiento de forma continua, sin fallas técnicas durante el periodo analizado. La única interrupción significativa se debió a una falla en el **arado de vertedera**, que ocasionó una inactividad de 30 horas por trabajos de reparación, véase la Figura 3.4.



Figura 3.4

Soldadura del orificio de acoplamiento del arado de vertedera reversible YATO AVY-6C3

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3.2 Durabilidad

En términos de durabilidad, no se registraron fallas estructurales ni mecánicas importantes en el tractor ni en la rastra aradora. No obstante, el **arado de vertedera** presentó una rotura en el sistema de acoplamiento, atribuida a una **mala práctica de enganche**, lo cual requirió una intervención de soldadura. Este evento evidencia la necesidad de **capacitación continua** en el manejo de implementos agrícolas para evitar daños por errores operativos.

3.1.3.3 Frecuencia de mantenimiento

De acuerdo con la cartilla del fabricante y las recomendaciones del técnico mecánico, el mantenimiento preventivo del tractor debe realizarse cada 300 horas de operación. Esta frecuencia estándar está diseñada para asegurar un funcionamiento óptimo del equipo en condiciones operativas regulares y con el uso de insumos convencionales.

Sin embargo, el empleo de aceites y filtros originales de alto rendimiento, como el aceite de motor John Deere Plus-50 II, permite según el fabricante extender los intervalos de mantenimiento hasta 750 horas sin comprometer la protección del motor (John Deere, 2024). Esta ampliación es viable únicamente bajo condiciones de uso controladas, con

monitoreo periódico del estado del aceite, revisión de parámetros de funcionamiento del motor y condiciones ambientales estables.

En este contexto, si bien la recomendación de 300 horas sigue siendo una práctica segura y conservadora, se reconoce la posibilidad de optimizar la frecuencia de mantenimiento siempre que se implementen controles adecuados y se utilicen insumos certificados por el fabricante.

3.2 Fundamentos técnicos del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo constituye una estrategia fundamental para garantizar el funcionamiento óptimo y prolongar la vida útil de la maquinaria agrícola. Este tipo de mantenimiento se basa en la planificación anticipada de intervenciones técnicas, evitando así fallos imprevistos y reduciendo costos operativos a largo plazo.

3.2.1 Análisis de recomendaciones del manual del operador John Deere 6603

Cabinado

El manual del operador del tractor John Deere 6603 Cabinado establece que el mantenimiento preventivo debe realizarse cada 250 horas de operación. Este intervalo contempla el cambio de aceite de motor, filtros y revisión de componentes esenciales, como parte de una rutina estándar que busca asegurar la eficiencia operativa del equipo.

No obstante, el uso de lubricantes de alta calidad, como el aceite Plus-50 II y filtros originales John Deere, permite extender este intervalo hasta 750 horas bajo condiciones específicas de operación (John Deere, 2024). Esta extensión debe ser aplicada con precaución y basada en criterios técnicos, tales como la calidad del aceite, el tipo de carga de trabajo y las condiciones ambientales del entorno.

3.2.2 Buenas prácticas y recomendaciones de expertos en mantenimiento agrícola

El mantenimiento preventivo en contextos agrícolas rurales exige una adaptación práctica de las recomendaciones técnicas proporcionadas por el fabricante. Según el manual del operador de John Deere (sf), en lo que respecta a los periodos de mantenimiento programado establece realizar el cambio de aceite del motor y del filtro de aceite cada 250 horas de funcionamiento.

Este intervalo estándar está orientado a condiciones normales de trabajo y tiene como objetivo preservar la eficiencia del motor, minimizar el desgaste interno y prolongar la vida útil de la maquinaria. Sin embargo, en zonas rurales donde se cuenta con personal especializado y acceso a insumos originales, estos parámetros pueden ser ajustados de forma moderada y técnica.

Según la entrevista realizada al técnico mecánico de la empresa **Tratoni.**, taller autorizado de IPESA-JOHN DEERE con más de 12 años de experiencia en mantenimiento de maquinaria John Deere en la región de Ayacucho, es posible **extender el intervalo de mantenimiento hasta 300 horas**, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- Uso exclusivo de aceite de motor premium, como el **John Deere Plus-50 II**, diseñado para soportar mayores cargas térmicas y de trabajo.
- Empleo de **filtros originales John Deere**, que garantizan una mayor capacidad de filtrado y limpieza del sistema de lubricación.
- **Monitoreo constante del estado del motor** y verificación diaria del nivel de aceite por parte del operador capacitado.

Esta ampliación de 50 horas responde a la realidad operativa de muchas zonas agrícolas, donde factores como el acceso limitado a servicios técnicos, las distancias entre parcelas y talleres, y el ritmo de trabajo intensivo hacen necesaria una gestión más flexible, sin comprometer la seguridad y durabilidad del equipo.

Además, se identificaron otras **buenas prácticas complementarias** de acuerdo a la entrevista al técnico mecánico, que, en conjunto, refuerzan la efectividad del mantenimiento preventivo según el *Anexo 6*.



Figura 3.5

Entrevista con el asesor mecánico especialista.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.10*Prácticas recomendadas y justificación técnica según entrevista al especialista*

Aspecto	Práctica Recomendada	Justificación Técnica
Programación regular	Realizar mantenimiento cada 300 horas bajo condiciones controladas y con insumos originales	La calidad de los insumos y el monitoreo frecuente permiten una extensión razonable del intervalo estándar de 250 horas.
Revisión de componentes	Inspeccionar regularmente partes clave de la maquinaria como el motor, sistema hidráulico, transmisión, y frenos, en caso del tractor agrícola. En el caso de los implementos inspeccionar los discos y cuchillas como también las mangueras hidráulicas	Las fallas en estos sistemas son frecuentes en terrenos accidentados y pueden ser costosas si no se detectan a tiempo.
Lubricación adecuada	Usar lubricantes de alta calidad y aplicar lubricación frecuente en climas extremos (seco o húmedo).	La fricción y el ingreso de contaminantes aceleran el desgaste de las piezas móviles, por lo que la lubricación continua es esencial.
Almacenamiento correcto	Proteger la maquinaria de la intemperie o cubrir con lonas cuando no se disponga de techo.	La exposición a condiciones climáticas severas provoca oxidación y deterioro de componentes metálicos y de goma.
Capacitación del operador	Capacitar al operador en inspecciones visuales diarias, verificación de niveles y uso correcto del equipo.	El operador capacitado actúa como primera línea de detección de fallas, previniendo problemas antes de que se agraven.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Consideraciones según el contexto local

El mantenimiento preventivo de la maquinaria agrícola presente en la Asociación, por lo común debe adaptarse a las condiciones del entorno operativo.

se han identificado factores relevantes que influyen en la programación y ejecución de estas actividades:

Uso intensivo de la maquinaria

El tractor John Deere 6603 Cabinado y sus implementos se utilizan de forma continua durante las campañas agrícolas. Esta carga de trabajo provoca un desgaste más rápido, lo que requiere una planificación más estricta del mantenimiento.

Condiciones ambientales

El clima local presenta lluvias intensas y periodos secos con alta concentración de polvo, afectando los sistemas de filtración y lubricación. Se recomienda revisar los filtros con mayor frecuencia y utilizar lubricantes adecuados a estas condiciones.

Acceso limitado a repuestos y servicios

La escasa disponibilidad de insumos y asistencia técnica en zonas rurales hace necesario prever necesidades de mantenimiento. Un plan anticipado permite adquirir repuestos con antelación y reducir tiempos de inactividad.

Nivel técnico del operador

Aunque el operador domina aspectos básicos del uso del tractor, se recomienda reforzar su formación en inspecciones diarias y mantenimiento de rutina. Su participación es fundamental para detectar anomalías tempranas.

Acceso a insumos originales

En la región Ayacucho – huamanga, se cuenta con un local autorizado para la venta de filtros, aceites y repuestos John Deere. Esto permite aplicar ajustes técnicos como la extensión del intervalo de mantenimiento a 300 horas.

3.3 Propuesta del plan de mantenimiento preventivo

3.3.1 Proceso técnico propuesto para el tractor John Deere 6603 Cabinado.

Como base para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo adaptado, se tomó como referencia el Manual del Operador del tractor John Deere 6603 Cabinado, específicamente la sección correspondiente a los intervalos de mantenimiento. A partir de dicha fuente, se extrajo la información más relevante, la cual se presenta de forma ordenada en el presente trabajo. El documento original puede consultarse en el Anexo .

Mantenimientos frecuentes o iniciales

Tabla 3.11

Mantenimiento del tractor agrícola cuando se requiera

ítem	Elemento	Actividad
1	Filtro primario y el filtro de seguridad del filtro de aire (lo indica el símbolo de obstrucción del tablero)	Limpieza
2	Aceite del sistema hidráulico	Calentamiento
3	Acondicionador refrigerante	Cambio

Fuente: Manual del operador JD 6603 – elaboración propia.

Tabla 3.12

Mantenimiento del tractor agrícola diariamente o 10 horas

ítem	Elemento	Actividad
1	Nivel de aceite del motor	Revisión
2	Filtro de combustible	Vaciado del agua y los sedimentos
3	Separador de agua del filtro de combustible	Revisión
4	Nivel de refrigerante	Revisión

Fuente: Manual del operador JD 6603 – elaboración propia.

Tabla 3.13

Mantenimiento del tractor agrícola a las 50 horas

ítem	Elemento	Actividad
1	Aceite hidráulico y de la transmisión	Comprobación del nivel
2	Tensores laterales del enganche de 3 puntos	Engrase
3	Neumáticos	Revisión
4	Batería	Limpieza y comprobación

Fuente: Manual del operador JD 6603 – elaboración propia.

Mantenimientos periódicos programados.

Tabla 3.14

Mantenimiento del tractor agrícola a las 100 horas

ítem	Elemento	Actividad
1	Aceite y filtro del motor	Cambio
2	Filtro de aceite hidráulico y de la transmisión	Cambio
3	Aceite hidráulico/de transmisión	Llenado
4	Tornillería suelta	Inspección

Fuente: Manual del operador JD 6603 – elaboración propia.

Tabla 3.15

Mantenimiento del tractor agrícola a las 400 horas

ítem	Elemento	Actividad
1	Aceite y filtro del motor	Cambio
2	Filtro de aire del motor	Mantenimiento
3	Filtro final de combustible y filtro primario de combustible/separador de agua	Cambio
4	Sistema de refrigeración	Comprobación de fugas
5	Correa del alternador/ventilador	Ajuste
6	Batería	Limpieza y comprobación
7	Cubos de ruedas	Cambio de aceite
8	Tornillería suelta	Inspección
9	Aire acondicionado - cabina	Mantenimiento

Fuente: Manual del operador JD 6603 – elaboración propia.

Tabla 3.16

Mantenimiento del tractor agrícola a las 700 horas

ítem	Elemento	Actividad
1	Aceite y filtro del motor	Cambio
2	Filtro final de combustible y filtro primario de combustible/separador de agua	Cambio
3	Sistema de refrigeración	Comprobación de fugas
4	Filtro de aceite hidráulico	Cambio
5	Eje de la tracción delantera diferencial	Cambio de aceite
6	Cubos de ruedas	Cambio de aceite
7	Luz de testigo de obstrucción del filtro de aire	Comprobación
8	Rodamiento de eje trasero	Engrase

Fuente: Manual del operador JD 6603 – elaboración propia.

Tabla 3.17*Mantenimiento del tractor agrícola a las 1000 horas*

ítem	Elemento	Actividad
1	Aceite y filtro del motor	Cambio
	Filtro final de combustible y filtro primario	
2	de combustible/separador de agua	Cambio
3	Filtro de aire acondicionado	Cambio
4	Cubos de ruedas	Cambio de aceite
5	Aire acondicionado - cabina	Mantenimiento

Fuente: Manual del operador JD 6603 – elaboración propia.

Tabla 3.18*Mantenimiento del tractor agrícola a las 1300 horas*

ítem	Elemento	Actividad
1	Aceite y filtro del motor	Cambio
	Filtro final de combustible y filtro primario	
2	de combustible/separador de agua	Cambio
3	Filtro de aire primario y secundario	Cambio
4	Filtro de aceite hidráulico	Cambio
		Vaciado y llenado líquido
5	Acondicionador refrigerante	refrigerante
6	Aceite transmisión y sistema hidráulico	Vaciado y llenado

Fuente: Manual del operador JD 6603 – elaboración propia.


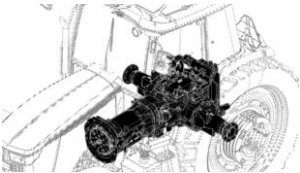
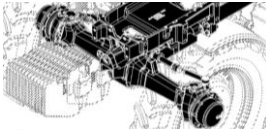
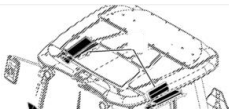
El tractor evaluado acumula un total de 876 horas de operación, habiéndose realizado su último mantenimiento a las 700 horas, conforme al registro del horómetro y la confirmación brindada por el operador.

Actualmente, la maquinaria se mantiene bajo un plan general de mantenimiento proporcionado por el distribuidor autorizado IPESA – John Deere. Este plan se basa en las recomendaciones técnicas del fabricante y contempla rutinas periódicas que han demostrado ser suficientes para conservar el funcionamiento del equipo en condiciones normales de uso. La cartilla correspondiente se incluye como referencia documental en el *Anexo 7*

Como propuesta técnica de esta investigación, se presenta una reorganización del plan de mantenimiento, estructurado según los sistemas y subsistemas funcionales del tractor agrícola JD 6603. Ver la Tabla 3.19.

Tabla 3.19

Propuesta técnica de reorganización de la cartilla de mantenimiento del tractor agrícola JD 6603 por sistemas y subsistemas

					Horas de mantenimiento				
Sistema	Subsistema	Código	Descripción	100	400	700	1000	1300	
	Motor	RE504836	<i>Filtro de aceite del motor</i>	1	1	1	1	1	
		TY26679	<i>Aceite de motor</i>	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	
		TY26576R	<i>Acondicionador de refrigerante</i>	—	Según se requiera	—	—	5	
		RE62424	<i>Filtro separador de agua</i>	1	1	1	1	1	
		RE62419	<i>Filtro final de combustible</i>	1	1	1	1	1	
		SU20768	<i>Filtro de aire primario</i>	—	—	—	—	1	
		RE253519	<i>Filtro de aire secundario</i>	—	—	—	—	1	
	Hidráulico y Transmisión	SJ11792	<i>Filtro de aceite hidráulico</i>	1	—	1	—	1	
		AR69444	<i>Aceite transmisión/hidráulico</i>	1	—	1	—	15.6	
	Tracción	TY26816	<i>Aceite SAE 80W-90</i>	1.9	0.5	1.9	0.5	1.9	
	Cabina	RE198488	<i>Filtro de aire acondicionado</i>	—	—	—	—	1	

CAPACIDADES DE FLUIDOS

Carter de Motor - 6068T	19 l	6.5 gal	<u>TY26679</u>
Refrigerante de motor	18.5 l	5 Gal	<u>TY26576R</u>
Hidráulico y Transmisión	58 l	15.6 Gal	<u>AR69444</u>
Tracción delantera Diferencial (4x4)	5 l	1.4 gal	<u>TY26816</u>
Tracción delantera Cubos (2)x0.8L c/u (4x4)	1.6 l	0.5 gal	<u>TY26816</u>

Fuente: Cartilla de IPESA-JOHN DEERE – Propia.

Este enfoque permite:

- Una mejor visualización y localización de los componentes,
- Optimización en la programación de los recursos,
- Refuerzo del mantenimiento preventivo a partir de una clasificación más lógica y operativa.

La propuesta reorganizada se desarrolla y presenta en la siguiente sección, clasificando las actividades de mantenimiento por los siguientes sistemas principales:

- **Sistema del motor** (subdividido en lubricación, admisión, combustible y refrigeración),
- **Sistema hidráulico y de transmisión**
- **Sistema de tracción,**
- **Sistema de cabina.**

1. Aceite hidráulico y de transmisión
2. Aceite de transmisión
3. Grasas
4. Refrigerante
5. Aceite de motor

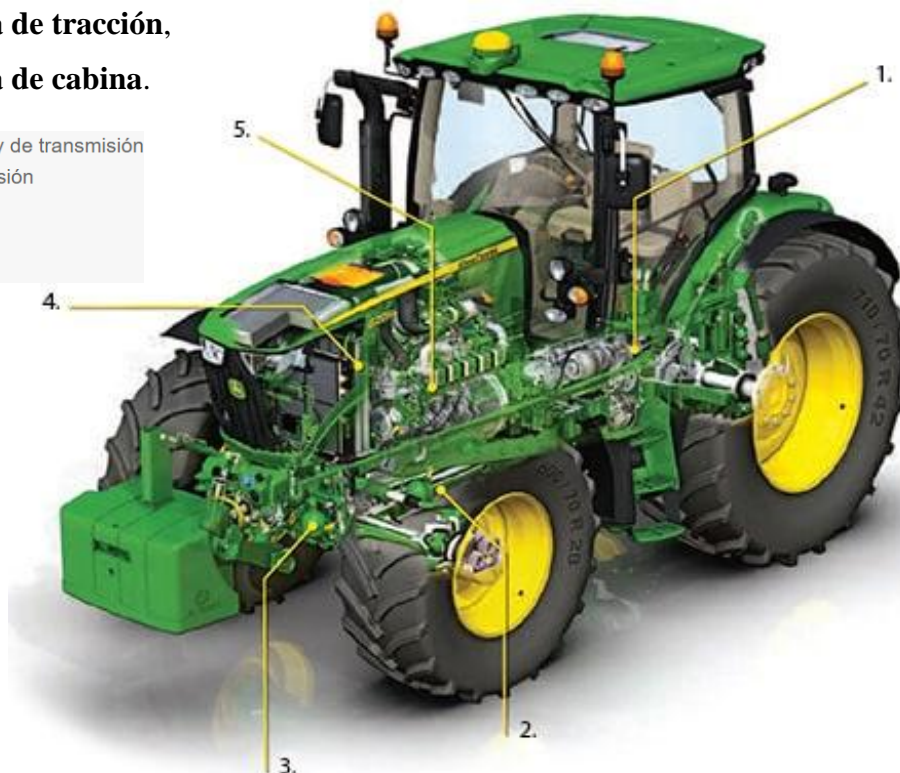


Figura 3.6

Partes del tractor agrícola donde se requiere lubricantes, refrigerante y grasa

Fuente: <https://www.deere.com/latin-america/es/repuestos-servicio/repuestos/agricultura/repuestos-de-tractores/>

Sin embargo, dicha cartilla no contempla de forma específica las actividades de mantenimiento frecuentes o iniciales, especialmente relevantes en contextos rurales como el de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Saticá. En esta zona, el uso intensivo del tractor, la exposición constante al polvo y a la humedad, así como las limitaciones en el acceso a servicios técnicos, demandan un enfoque preventivo adicional.

En este sentido, se ha desarrollado un **SUBPLAN** complementario de mantenimiento frecuente, que no reemplaza la cartilla oficial, sino que la refuerza con acciones prácticas y de fácil ejecución por parte del operador y el técnico local. A continuación, se presenta la tabla correspondiente:

Tabla 3.20

Subplan complementario de mantenimiento frecuente – Tractor John Deere 6603 Cabinado

Frecuencia	Actividad recomendada	Responsable	Observaciones
Diariamente o cada 10 h	Revisar nivel de aceite del motor	Operador	Realizar antes de iniciar operaciones.
Diariamente o cada 10 h	Vaciar agua y sedimentos del filtro de combustible	Operador	Especialmente en épocas húmedas.
Diariamente o cada 10 h	Verificar nivel de refrigerante	Operador	Añadir refrigerante si es necesario.
Cuando lo indique el tablero	Limpiar el filtro primario y filtro de seguridad del filtro de aire	Operador/Mecánico	Se activa un símbolo de obstrucción en el panel de control.
Cuando se requiera	Calentar el aceite del sistema hidráulico	Operador	En climas fríos o tras largos periodos de inactividad.
Cada 50 horas	Comprobar nivel de aceite hidráulico y de la transmisión	Operador	Verificar también el estado del aceite.
Cada 50 horas	Engrasar tensores laterales del enganche de tres puntos	Operador	Aplicar grasa recomendada por el fabricante.
Cada 50 horas	Revisar presión y estado de los neumáticos	Operador	Ajustar presión según especificaciones del manual.
Cada 50 horas	Limpiar y comprobar estado de la batería	Operador/Mecánico	Verificar conexiones y presencia de sulfato.

Frecuencia	Actividad recomendada	Responsable	Observaciones
Semanalmente	Revisar motor, sistema hidráulico, transmisión y frenos	Mecánico/Operador	Detectar fugas, ruidos inusuales o pérdida de rendimiento.

Fuente: Manual del operador JD 6603, entrevistas técnicas y elaboración propia.

3.3.2 Plan de mantenimiento para implementos agrícolas: Arado de vertedera y rastra aradora

La maquinaria agrícola complementaria, como el arado de vertedera y la rastra aradora, cumple un rol esencial en las actividades de preparación del terreno agrícola. A diferencia del tractor, estos implementos no siempre cuentan con manuales técnicos oficiales o documentación del fabricante, lo cual dificulta la programación estandarizada de mantenimiento preventivo.

Ante esta limitación, y considerando las condiciones de uso en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Saticá, se recurrió a referencias técnicas de modelos comercialmente similares, cuyo diseño y principios de funcionamiento permiten establecer lineamientos adecuados para una propuesta de mantenimiento adaptada al contexto local.

3.3.2.1 Propuesta de mantenimiento para el arado de vertedera

El arado de vertedera utilizado por la asociación no dispone de manual técnico ni de catálogo de piezas, lo cual representa una limitación para la programación precisa del mantenimiento. Para compensar esta carencia, se tomó como base comparativa el diseño de dos modelos técnicamente equivalentes: el *AAR² (Arado de Vertederas Reversibles)* de la empresa **TATU** ver el *Anexo 8* y el *modelo AVB* de la empresa **BISON** ver el *Anexo 9*, ambos ampliamente reconocidos por su similitud estructural y funcional con el arado evaluado.

Tabla 3.21.

Propuesta de mantenimiento preventivo para el arado de vertedera de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica

Frecuencia	Actividad recomendada	Responsable	Observaciones
Diariamente	Inspección visual de vertederas y rejas	Operador	Verificar desgaste, fisuras o deformaciones.
Cada 8 horas	Limpieza de residuos de tierra y piedras	Operador	Evitar acumulaciones que afecten el rendimiento del laboreo.
Semanalmente	Revisión de tornillos y pernos	Mecánico/Operador	Asegurar que no haya partes sueltas.
Cada 50 horas	Engrase de bujes y puntos de articulación	Operador	Utilizar grasa recomendada por fabricantes de implementos.
Cada campaña	Revisión y posible reposición de rejas o cuchillas	Técnico/Mecánico	Sustituir en caso de desgaste severo.

Fuente: Manuales varios– elaboración propia.

Para el buen funcionamiento del arado de vertedera reversible, es importante conocer sus partes básicas.

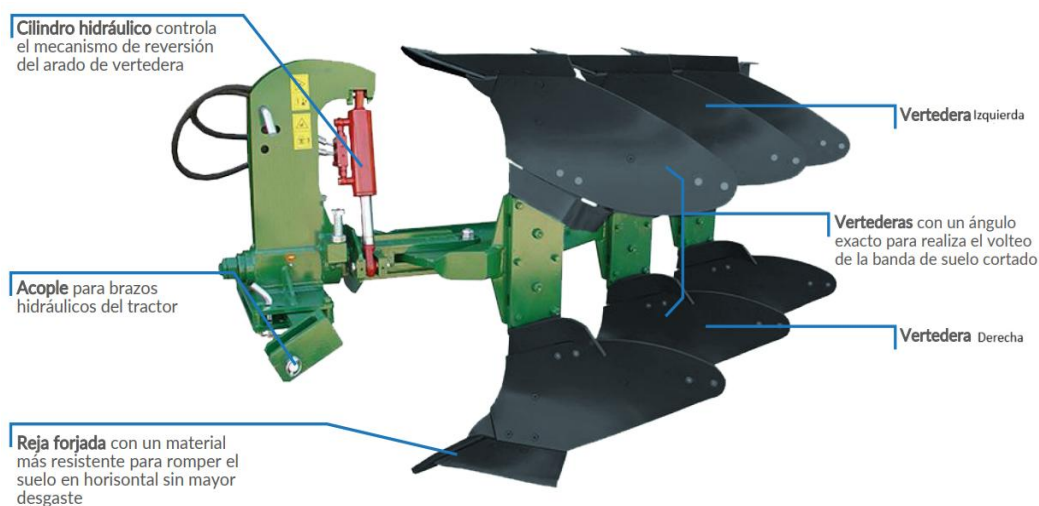


Figura 3.7

Partes generales del arado de vertedera reversible

Fuente: https://www.unideco.com/AGRO/ImpleAcc/PreSuelo/catalogo/Arado_de_Vertedera_Reversible.pdf

3.3.2.2 Propuesta de mantenimiento para la rastra aradora

Para la rastra aradora, se tomó como referencia el modelo **BALDAN CRI 20x28"**, cuyo manual técnico de mantenimiento ver *Anexo 10*, ofrece especificaciones sobre inspección, ajustes, lubricación y conservación del implemento durante y después del uso.

Tabla 3.22

Propuesta de mantenimiento preventivo para la rastra aradora de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Saticá

Frecuencia	Actividad recomendada	Responsable	Observaciones
Diariamente	Limpieza general de discos y chasis	Operador	Eliminar residuos de tierra o maleza adherida.
Cada 10 horas	Revisión de fijación de discos y brazos	Operador	Ajustar tuercas y tornillos sueltos.
Semanalmente	Engrase de rodamientos y puntos móviles	Operador/Mecánico	Seguir el esquema de engrase del manual de referencia.
Cada 50 horas	Verificación del ángulo de corte y nivelación	Técnico	Ajustar para mantener la eficiencia del laboreo.
Fin de campaña	Inspección completa de discos y chasis	Técnico especializado	Evaluar desgaste, fisuras; reemplazar discos si es necesario.

Fuente: Manual del operador BALDAN – elaboración propia.

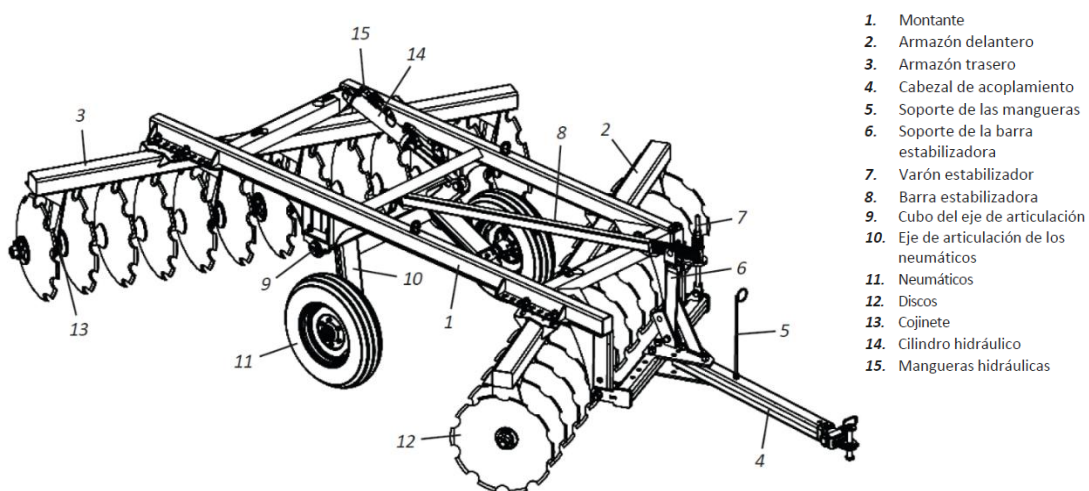


Figura 3.8

Partes generales de la rastra aradora

Fuente: <https://cpt.baldan.com.br/uploads/qrcode/qrcode/2022/06/9a5cb/manual-de-instrucciones-cri123004622a.pdf>

3.3.3 Diseño de cartilla de mantenimiento (formato de registro para el operador)

Con el objetivo de asegurar la correcta ejecución del plan de mantenimiento preventivo propuesto, se ha desarrollado una cartilla de mantenimiento destinada al operador del tractor John Deere 6603 y sus implementos agrícolas (arado de vertedera y rastra aradora). Este instrumento tiene la finalidad de registrar de forma sistemática las actividades de mantenimiento realizadas, facilitando así el seguimiento técnico y la toma de decisiones sobre el estado operativo de la maquinaria.

El formato de la cartilla incluye los siguientes campos esenciales:

- Fecha de la intervención
- Lectura del horómetro (horas de uso acumuladas)
- Actividad realizada
- Observaciones técnicas
- Responsable de la acción

El uso continuo de esta cartilla permitirá verificar el cumplimiento de las tareas programadas, identificar desviaciones del plan, anticipar requerimientos de mantenimiento correctivo y fortalecer la comunicación entre el operador y el personal técnico.

Se recomienda que el documento esté disponible físicamente en el área de operaciones del equipo, y que su información sea respaldada periódicamente mediante registros digitales.

La cartilla de mantenimiento propuesta puede consultarse en el *Anexo II* donde se presenta en formato tabular para su aplicación práctica en campo.

3.3 Discusiones

- La evaluación del mantenimiento del tractor John Deere 6603 Cabinado, con un cumplimiento del 98%, muestra que una planificación preventiva adecuada puede mantener los sistemas críticos del equipo en buenas condiciones. Este resultado coincide con lo señalado por Order (2024), quien destaca que un mantenimiento adecuado reduce el consumo energético y mejora la eficiencia operativa. Sin embargo, el entorno rural de

la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Sática presenta desafíos como humedad, polvo y terrenos irregulares, factores que no siempre están contemplados en los planos estándar de los fabricantes, como IPESA–John Deere. Esto subraya la necesidad de adaptar las rutinas de mantenimiento a las condiciones locales.

- Mientras el tractor cuenta con manuales técnicos detallados, uno de los implementos agrícolas como es el caso del arado de vertedera carece de documentación oficial del fabricante. Ante esta limitación, se recurrió a modelos similares, como el AAR² TATU y la rastra BALDAN CRI 20x28, para desarrollar una propuesta adecuada. Este vacío de información también fue señalado por Arévalo y Calle (2019), quienes encontraron que la falta de manuales técnicos llevó a una dependencia del mantenimiento correctivo. Este hallazgo resalta la necesidad de generar documentación técnica específica para equipos sin referencias oficiales.

- El desarrollo de una cartilla de mantenimiento con instrucciones claras busca mejorar la participación del operador en el cuidado diario del tractor y los implementos. Según Arévalo y Calle (2019), la capacitación técnica insuficiente del personal es un factor clave que afecta la eficacia del mantenimiento. En este contexto, el registro sistemático de las actividades y la claridad en los procedimientos son herramientas importantes para fortalecer la corresponsabilidad entre el operador y el mecánico, lo que contribuye a una mayor eficiencia operativa.

- Los bajos niveles de cumplimiento en la rastra aradora (75%) y el arado de vertedera (12.5%) indican un riesgo elevado de fallas prematuras si no se implementan rutinas de mantenimiento complementarias. Order (2024) subraya que un mantenimiento planificado ayuda a evitar paradas inesperadas y costos adicionales por reparaciones. En áreas como Sática, donde los servicios técnicos son limitados, un subplan de mantenimiento frecuente se convierte en una herramienta esencial para asegurar la continuidad operativa y reducir el desgaste prematuro de los implementos agrícolas.

- La integración de conocimientos técnicos locales, entrevistas con expertos y la revisión de la literatura técnica permitieron desarrollar un plan adaptado a las necesidades específicas de la Asociación. A diferencia de un enfoque estandarizado, esta metodología garantiza soluciones más ajustadas y efectivas. Según Arévalo y Calle (2019), la personalización de los aviones mejora el rendimiento operativo de la maquinaria en

contextos locales. Este enfoque demuestra que es posible adaptar normas técnicas internacionales a realidades locales, generando propuestas viables y sostenibles.

CONCLUSIONES

- El mantenimiento preventivo contextualizado mejora la eficiencia operativa del tractor. El cumplimiento del 98% en las tareas de mantenimiento del tractor John Deere 6603 demuestra que una planificación adecuada, adaptada a las condiciones locales, contribuye a la preservación de los sistemas críticos, optimizando su rendimiento.
- La falta de manuales técnicos en implementos agrícolas limita la implementación de un mantenimiento sistemático. La ausencia de documentación específica para el arado de vertedera y la rastra aradora obliga a utilizar referencias de modelos similares, lo que indica una limitación en la disponibilidad de información técnica para equipos secundarios.
- La participación activa del operador es esencial para la efectividad del mantenimiento. El conocimiento y la disciplina del operador en el uso de formatos de registro influyen directamente en la ejecución oportuna de las tareas preventivas, destacando la necesidad de capacitación continua y herramientas accesibles, como la cartilla de mantenimiento.
- El mantenimiento complementario frecuente es necesario para prevenir fallas en implementos agrícolas. La baja frecuencia de revisiones en la rastra aradora (75%) y el arado de vertedera (12.5%) demuestra la importancia de establecer un subplan de mantenimiento que incluya inspecciones regulares de componentes propensos al desgaste, especialmente en zonas rurales con acceso limitado a servicios técnicos.
- La integración del enfoque técnico del fabricante con la experiencia local produce soluciones más efectivas. El diseño del plan de mantenimiento preventivo se benefició de combinar las recomendaciones del fabricante con el conocimiento práctico de operadores y técnicos locales, lo que resultó en una propuesta viable, eficiente y sostenible.

RECOMENDACIONES

1. Establecer un plan de mantenimiento preventivo para el tractor John Deere 6603 y los implementos agrícolas, que incluyan un cronograma de inspecciones y tareas de mantenimiento basado en el uso y las condiciones del entorno. Esto ayudará a identificar y corregir problemas antes de que se conviertan en fallos críticos.
2. Proporcionar capacitación a los operadores sobre técnicas de acoplamiento y uso adecuado de los implementos agrícolas. Esto reducirá los errores que pueden causar daños y optimizará la vida útil de los equipos.
3. Implementar un sistema de documentación que registre las inspecciones y el mantenimiento realizado en cada equipo. Esto permitirá un seguimiento más efectivo del estado de los equipos y facilitará la planificación de futuras intervenciones.
4. Adaptar el mantenimiento preventivo a las condiciones climáticas y geográficas locales, realizando revisiones adicionales en equipos que operan en terrenos difíciles o bajo condiciones extremas para prevenir el desgaste prematuro.
5. Realizar una evaluación periódica del plan de mantenimiento preventivo para asegurar su efectividad. Esta evaluación debe incluir un análisis del rendimiento de los equipos y ajustes necesarios para mejorar la operatividad y reducir costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ARADO REVERSIBLE CON SISTEMA DE DISPARO DE BALLESTA. MODELO

RBP. (s/f). Bielmaquinariaagricola.com. Recuperado el 4 de marzo de 2024, de

<https://bielmaquinariaagricola.com/Comprar/arado-reversible-con-sistema-de-disparo-de-ballesta-modelo-rbp/>

Arévalo, & Calle. (2019). *Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de San José de Lourdes, San*

Ignacio, Cajamarca [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio

institucional de la Universidad Nacional de Jaén

<https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/223>

Arnal A. (2005). Tractores y motores agrícolas. (pp.11). Madrid:

Editorial GrupoMundiprensa.

Arroyo Vaca, C. S., & Obando Quito, R. F., (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar

procesos. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 4 (10), 59-69. Recuperado a

partir de <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>

Bahena Voigt, G. (1992). Alternativas de rediseño para una rastra de discos descentrada.

[Tesis de Pregrado UDEM]. Repositorio UDEM

<http://repositorio.udem.edu.mx/handle/61000/3272>

Benavides Mojica, J. D. (2022). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para para la línea de maquinaria agrícola del centro provincial de gestión*

agroempresarial (CEPROAR) de Arauca. [Tesis de grado, Universidad Francisco

de Paula Santander]. Repositorio institucional de Universidad Francisco de Paula

Santander [1121035.pdf \(ufps.edu.co\)](https://ufps.edu.co/1121035.pdf)

- Benites, V. (2024, octubre 4). *El mantenimiento preventivo de la maquinaria agrícola reduce la pérdida de productividad en casi un 30%*. Revista Cultivar.
<https://revistacultivar-es.com/noticias/El-mantenimiento-preventivo-de-la-maquinaria-agr%C3%ADcola-reduce-la-p%C3%A9rdida-de-productividad-en-casi-un-30>
- Centeno, D. (2023). *Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del gobierno autónomo descentralizado Municipal del Cantón San Cristóbal de Patate* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38414/1/t2236ind.pdf>
- Clavijo, E. y Rojas, J. (2024). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en confiabilidad de maquinaria amarilla encargada de la construcción del tercer carril Bogotá - Girardot del consorcio ruta 40* [Tesis de grado, Fundación Universidad de América]. Repositorio institucional de la Fundación Universidad de América
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/9410/4/4171288-2024-1-IM.pdf>
- CRSG Rastra Aradora Control Remoto - Baldan. (s/f). Baldanimplementosagricolas.es.
Recuperado el 4 de marzo de 2024, de
<https://baldanimplementosagricolas.es/crsg-rastra-aradora-control-remoto>
- Fernández Morocho, L. S. "Diagnóstico de la existencia y uso de la maquinaria agrícola en el cantón Montalvo, provincia de Los Ríos." 2024. utb.edu.ec
- Fxdev. (2024, 13 septiembre). *Fallos comunes de las piezas de maquinaria pesada y cómo prevenirlos*. Gregorypoole. <https://www.gregorypoole.com/es/common-equipment-parts-failures-prevention/>
- Gallo, J. (2020). *Mantenimiento basado en confiabilidad para mejorar el mantenimiento preventivo del tractor agrícola del sector azucarero* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66689/Gallo_DJA-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Gimeno, L. (2024, 19 enero). *Almacenamiento de maquinaria agrícola: consejos - Fandos Agricultura*. Fandos Agricultura.

<https://www.fandosagricultura.com/fandos-agricultura/almacenamiento-de-maquinaria-agricola-consejos-para-la-temporada-inactiva/>

IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial. (2018). *“Gestión y planificación del mantenimiento industrial”* (2da ed.). IntegraMarkets, Grupo América Factorial S.A.C.

John Deere. (s.f.). *Manual del operador: Tractor agrícola JD 6603*. Compañía John Deere

Mayorga, O. y Olmedo, W. (2019). *Optimización del plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada, en los talleres del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba, aplicando la metodología (PMO)* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10632/1/25T00343.pdf>

Montalvan, W. (2022). *Plan de mantenimiento preventivo para aumentar disponibilidad de maquinaria en una empresa agrícola en la región Lambayeque* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/141213/Montalvan_DWJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Order, S. (2024, 26 septiembre). *Mantenimiento Preventivo: Qué es, tipos y cómo hacerlo eficazmente*. STEL Order. <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/#por-que-es-importante-el-mantenimiento-preventivo>

Ortiz-Cañavate, J. (2012) *Las máquinas agrícolas y su aplicación*. Mundi-Prensa

Pastor, K. (2023). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para reducir la probabilidad de falla del motor de tractor agrícola New Holland serie TD5, de la*

empresa Masa Equipos Industriales S.A., utilizando la metodología RCM [Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio institucional de la Universidad Tecnológica del Perú https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/7625/K.Pastor_Tesis_Titulo_Profesional_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Revolledo, J. (2021). *Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola, en la empresa agronegocios Arteaga S.A.C, jaén. 2021* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Jaén http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/223/1/Revolledo_VJD.pdf

Soplapuco B. (2021). *Efecto de un implemento de un mecanismo de fuerza para la limpieza de los campos de cultivos post cosecha de caña de azúcar* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65590/Soplapuco_MBJP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Timoteo, D. (2022). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa molinera para reducir pérdidas* [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio institucional de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4970/1/TL_TimoteoLluenDavid.pdf

Urréa, H. R., Cotto, J. J. R., Sánchez, J. L. O., Díaz, G. E. G., & Saldarriaga, G. (2022). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. *Deleted Journal*. <https://doi.org/10.47606/acven/aclib0017>

ANEXOS

Anexo 1

Maquinaria existente en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de la localidad de Satica-Los Morochucos.



Figura 1 *Tractor agrícola marca John Deere modelo 6603*

Fuente: Autoría propia



Figura 2 *Arado de vertedera reversible marca Yato modelo AVY-6C3*

Fuente: Autoría propia



Figura 3 *Rastra aradora marca Baldan modelo CRI 20x28”*

Fuente: Autoría propia

Anexo 2

Especificaciones técnicas del tractor John Deere 6603 Cabinado

6403/6603

TRACTORES JOHN DEERE



POTENCIA	6403	6603
Potencia nominal del motor (HP ISO) por la norma 97/68/EC	109 hp	124 hp
Torque máximo del motor	485.8 Nm	539.3 Nm
Potencia nominal de la TDF (HP SAE) a velocidad nominal del motor (2200 rpm)	100.1 hp (74.7 kW)	103.3 hp (77.1 kW)

MOTOR

Cilindros	4	6
Régimen nominal	2200 rpm	2200 rpm
Aspiración	Turbocargado	Turbocargado
Tipo de filtro de aire	Filtro de aire Dual Core	Filtro de aire Dual Core
Cilindrada	4.5 L (4530 cm ³)	6.8 L (6788 cm ³)
Relación de compresión	17.0 : 1	17.0 : 1

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Descripción	Bomba de inyección rotativa, control mecánico	Bomba de inyección rotativa, control mecánico
Sistema de filtración	Doble filtro, 10 micrones, con separador de agua	Doble filtro, 10 micrones, con separador de agua
Capacidad del depósito de combustible	152 L; 230 L opcional	152 L; 230 L opcional

ESTACIÓN DEL OPERADOR

Opciones	Estación abierta (OOS) y cabina	Estación abierta (OOS) y cabina
----------	---------------------------------	---------------------------------

TRANSMISIONES

Tipo y velocidades	12A / 4R SyncShuttle™	12A / 4R SyncShuttle
Tipo de embrague	Embrague seco, ceramético, 12 plg (305 mm)	Embrague seco, ceramético, 12 plg (305 mm)

SISTEMA ELÉCTRICO

Motor de arranque	2.5 kW	2.5 kW
Alternador Amp	90 A	90 A

EJE TRASERO

Frenos, tipo y control	Discos húmedos, activación mecánica	Discos húmedos, activación mecánica
------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

EJE DELANTERO

Tipo	Sencillo (2WD) y doble tracción (MFWD). Activación mecánica	Doble tracción (MFWD). Activación mecánica
------	---	--

TRABA DE DIFERENCIAL TRASERO

Tipo	Accionamiento mecánico por pedal	Accionamiento mecánico por pedal
------	----------------------------------	----------------------------------

DIRECCIÓN	6403	6603
Descripción	Dirección asistida hidrostática	Dirección asistida hidrostática

SISTEMA HIDRÁULICO

Descripción	Bomba de engranes, sistema hidráulico de centro abierto	Bomba de engranes, sistema hidráulico de centro abierto
Válvulas de control selectivo (VCS)	3 opciones: 1 VCS estándar, 2 VCS estándar y 3 VCS Deluxe	3 opciones: 1 VCS estándar, 2 VCS estándar y 3 VCS Deluxe
Flujo nominal a velocidad nominal de motor	50 L/min	60 L/min
Presión máxima	19500 kPa (2830 Psi)	19500 kPa (2830 Psi)

ENGANCHE TRASERO

Descripción	Enganche de 3 puntos trasero con 2 cilindros hidráulicos externos de 80 mm de diámetro, brazos fijos o telescópicos. Servicio pesado	Enganche de 3 puntos trasero con 2 cilindros hidráulicos externos de 80 mm de diámetro, brazos fijos o telescópicos. Servicio pesado
Tipo de sensibilidad de carga del control de tiro del enganche	Sensibilidad de carga mecánico	Sensibilidad de carga mecánico
Categoría del enganche (denominación SAE) y tipo	Categoría 2, tipo bola	Categoría 2, tipo bola
Capacidad de levante al punto de enganche	3702 kg	3702 kg
Capacidad de levante a 610 mm atrás del punto de enganche	3420 kg	3420 kg

BARRA DE TIRO

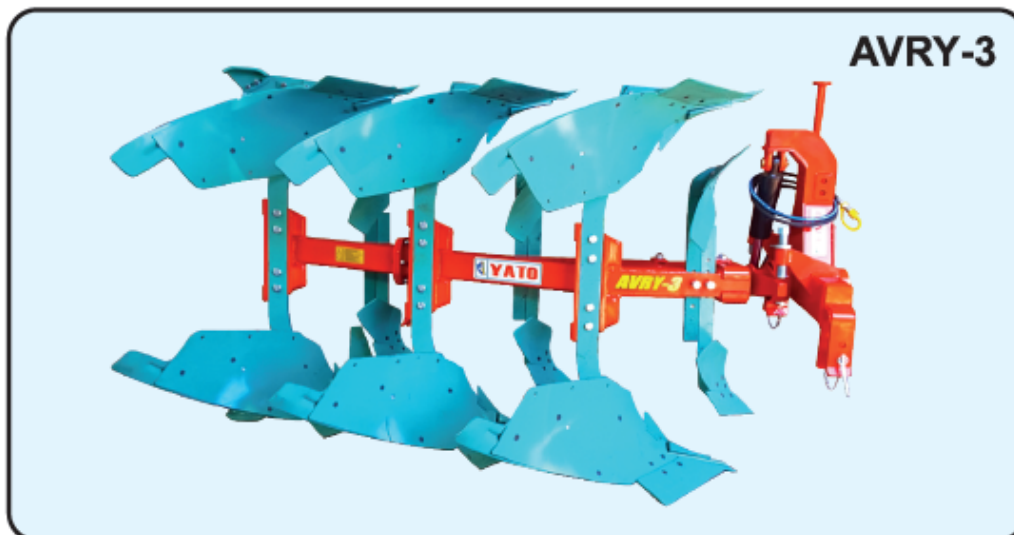
Categoría de barra de tiro	Categoría 2, con ajuste lateral y longitudinal	Categoría 2, con ajuste lateral y longitudinal
----------------------------	--	--

TOMA DE FUERZA (TDF)

Descripción	Independiente, activación mecánica, con guarda de TDF	Independiente, activación mecánica, con guarda de TDF
Velocidad de TDF a velocidad nominal de motor	540/1000 rpm, reversible	540/1000 rpm, reversible

Fuente: <https://www.deere.com/latin-america/es/tractores/tractores-medianos/6603-124hp/>

Especificaciones técnicas del Arado de Vertedera Reversible



ARADO DE VERTEDERA REVERSIBLE PARA USO CON TRACTORES DE RUEDA

- El arado esta preparado para el trabajo en todo tipo de terreno, ruptura e inversión del suelo.
- Eje central en acero especial.
- Cilindro hidráulico con valvula de reversión automática.
- Piezas de recambio aceradas y resistentes al desgaste.
- Tipo de enganche tres puntos categoría II.
- Pernos tropicalizados y acerados.

Características Técnicas	AVRY – 2	AVRY – 3	AVRY – 4
Número de rejas	2	3	4
Potencia requerida HP	80 – 90	90 – 110	100 – 130
Ancho de trabajo(cm)	60 – 90	90 – 135	120 – 180
Peso aprox. Kg	550	650	750

Simón Bolívar Mz. 6 - Lte. 5 Cerro Colorado - Arequipa - Perú
Telf.: 054 - 445818 Cel.: 957880803 • 958914303 RPM:*650803 • *645171
E-mail: gerencia@yato.com.pe administracion@yato.com.pe
Web: www.yato.com.pe

Fuente: <https://yato.com.pe/pdf/Catalogo%20Arado%20de%20Discos.pdf>



Grade Aradora Intermediária Controle Remoto

Drag Type Offset Disc Harrow Remote Control

Rastra Aradora Offset Intermediária Control Remoto



MODELO	DISCOS	LARGURA DE TRABALHO	PESO APROXIMADO		POTÊNCIA DO TRATOR	RODEIRO
MODEL	DISCS	WORKING WIDTH	APPROXIMATE WEIGHT		TRACTOR POWER	WHEEL
MODELO	DISCOS	ANCHO DE TRABAJO	PESO APROXIMADO		POTÊNCIA DEL TRACTOR	RODADO
			26"	28"		
CRI	12	1500 mm	1339 kg	1420 kg	71 - 76 cv	Simple Single Simple
	14	1750 mm	1405 kg	1503 kg	83 - 88 cv	
	16	2000 mm	1780 kg	1893 kg	95 - 100 cv	
	18	2300 mm	1920 kg	2049 kg	106 - 114 cv	
	20	2550 mm	2012 kg	2155 kg	118 - 126 cv	
	22	2835 mm	2103 kg	2248 kg	130 - 138 cv	
	24	3100 mm	2209 kg	2359 kg	142 - 151 cv	
	26	3350 mm	2311 kg	2472 kg	154 - 165 cv	
	28	3650 mm	2383 kg	2558 kg	165 - 177 cv	
	30	3925 mm	2453 kg	2641 kg	177 - 189 cv	
	32	4200 mm	3689 kg	3890 kg	189 - 202 cv	Duplo Dual Doble
	36	4700 mm	4172 kg	4397 kg	213 - 227 cv	
	40	5250 mm	4499 kg	4750 kg	236 - 252 cv	
	44	5800 mm	4719 kg	4995 kg	260 - 278 cv	
PROFUNDIDADE DE TRABALHO	ESPAÇAMENTO	DIÂMETRO DOS DISCOS	DIÂMETRO DO EIXO			
WORKING DEPTH	SPACING	DISC DIAMETER	AXLE DIAMETER (Ø)			
PROFUNDIDAD DE TRABAJO	ESPACIAMIENTO	DIÂMETRO DE LOS DISCOS	DIÂMETRO DEL EJE (Ø)			
150 - 250 mm	270 mm	26" - 28"	1.5/8"			

Fuente: <https://baldanimplementosagricolas.es/catalogo-imprimible>

Anexo 3

Inspección visual y técnica al tractor agrícola e implementos agrícolas



Figura 1 *Tractor agrícola expuesto al aire libre sin cobertura*

Fuente: Autoría propia



Figura 2 *Falta de limpieza del enganche de tres puntos*

Fuente: Autoría propia



Figura 3 *Arado de vertedera reversible expuesto al aire libre sin cobertura*

Fuente: Autoría propia



Figura 4 *Orificio de acoplamiento soldado*

Fuente: Autoría propia



Figura 5 *Falta de limpieza del arado de vertedera reversible*

Fuente: Autoría propia



Figura 6 *Rastra aradora expuesto al aire libre sin cobertura*

Fuente: Autoría propia



Figura 7 *Falta de limpieza de la rastra aradora*

Fuente: Autoría propia



Figura 8 *Engrasadora oxidada y filtros utilizados expuestos al aire libre*

Fuente: Autoría propia



Figura 9 Almacén donde se guardan los aceites y combustible

Fuente: Autoría propia



Figura 10 Interior del almacén de aceites y combustible

Fuente: Autoría propia



Figura 11 *Envase donde se almacena combustible diésel a la intemperie.*

Fuente: Autoría propia

Anexo 4

Checklist de las maquinarias agrícolas de la Asociación



Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica - Ayacucho 2023.

CHECKLIST DEL TRACTOR AGRÍCOLA EN CAMPO

Marca: JOHN DEERE	Fecha: 03/05/2024
Modelo: 6603 CABINADO	Hora: 9:30 am
Horómetro: 876 horas	
Operador: ALEJANDRO ROJAS	

En este checkList da cuenta del estado del tractor agrícola

B=Bueno R=Regular M=Malo D=Deficiente C=Crítico N/E= No Evaluado

Parte del Tractor	Sistema	Tarea Evaluada	Estado	Observaciones
Motor	Sistema de lubricación	Filtro de aceite del motor	B	CAMBIADO EN EL ÚLTIMO MANTENIMIENTO DE 700 HORAS
	Sistema de lubricación	Aceite de motor	B	CAMBIADO EN EL ÚLTIMO MANTENIMIENTO DE 700 HORAS
	Sistema de combustible	Filtro separador de agua	R	ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS PROXIMO MANTENIMIENTO SERA 1000 h
	Sistema de combustible	Filtro final de combustible	B	FUNCIONANDO ADECUADAMENTE REVISIÓN EN LA ÚLTIMA VISITA 700 h
	Sistema de admisión de aire	Filtro de aire primario	B	BUEN ESTADO, LIMPIO Y SIN OBSTRUCCIONES VISIBLES
	Sistema de admisión de aire	Filtro de aire secundario	B	BUEN ESTADO, ÚLTIMA REVISIÓN EN 700 h.
	Sistema de refrigeración	Acondicionador de refrigerante	B	NIVEL ADECUADO, ÚLTIMA REVISIÓN EN LAS 700 h.
Cabina / Interior	Sistema de admisión de aire	Filtro de aire acondicionado	B	FUNCIONA BIEN; BUEN FLUJO DE AIRE
Sistema hidráulico general	Sistema hidráulico	Filtro de aceite hidráulico	B	BUEN ESTADO; ÚLTIMA REVISIÓN EN 700 h.
	Sistema hidráulico	Aceite transmisión e hidráulico	B	NIVEL ADECUADO; ÚLTIMA REVISIÓN EN LAS 700 h.
Eje delantero (Tracción)	Sistema de transmisión / tracción	Aceite SAE 80W-90	B	REVISIÓN REALIZADA EN 700h Y NIVEL ADECUADO

Fuente: Elaboración propia.



**Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola de la Asociación
de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica - Ayacucho 2023.**

CHECKLIST DEL ARADO DE VERTEDERA EN CAMPO

Marca: YATO	Fecha: 03/05/2024
Modelo: AVY-6C3	Hora: 11:30 am
Horas de trabajo: 390 HORAS	
Operador: ALEJANDRO ROJAS	

En este checklist da cuenta del estado del arado de vertedera.

B=Bueno R=Regular M=Malo D=Deficiente C=Crítico N/E= No Evaluado

Parte del Arado de Vertedera	Sistema	Tarea Evaluada	Estado	Observaciones
Cabezal del sistema de reversión	Sistema de reversión	Lubricación del sistema de reversión	D	ACUMULACIÓN DE POLVO Y FALTA DE LUBRICACIÓN
Sistema Hidráulico	Cilindro y mangueras	Inspección de cilindro y mangueras	C	INSPECCIÓN NO REALIZADA; EXPOSITA AL POLVO
Bastidor	Estructura y acople	Inspección visual, sistema de acople	C	ORIFICIO DE MONTAJE SUELO POR ENGANCHE INCORRECTO
Brazo	Fijaciones mecánicas	Revisión y ajuste de tornillos y tuercas	D	TORNILLOS Y TUERCAS SIN AJUSTE ADECUADO, RIESGO DE DAÑO
Tornillos y Conexiones	Elementos de seguridad	Revisión y reemplazo de tornillos fusibles	C	TORNILLOS ROTOS Y SORRADOS, LO QUE AFECTA LA ESTABILIDAD DEL CONJUNTO
Conjunto Reja-Vertedera	Superficie de trabajo	Verificación de desgaste, limpieza de residuos	D	REJA CON RESIDUOS ACUMULADOS, VERTEDERA OXIDADA POR NO CONTAR CON LUGAR DE ALMACENAMIENTO

Fuente: *Elaboración propia.*



**Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola de la Asociación
de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica - Ayacucho 2023.**

CHECKLIST DE LA RASTRA ARADORA EN CAMPO

Marca: BALDANI	Fecha: 03/05/2024
Modelo: CRI	Hora: 10:30 am
Horas de trabajo: 400 HORAS	
Operador: ALEJANDRO ROJAS	

En este checkList da cuenta del estado del arado de vertedera.

B=Bueno R=Regular M=Malo D=Deficiente C=Crítico N/E= No Evaluado

Parte de la Rastra Aradora	Tarea Evaluada	Estado	Observaciones
Neumáticos	Verificación de presión	B	PRESIÓN CORRECTA Y UNIFORME EN AMBOS NEUMÁTICOS
Puntos de Engrase	Lubricación cada 24 horas de trabajo	R	REQUIEREN LUBRICACIÓN ADICIONAL EN VARIOS LUGARES CRÍTICOS
Cojinetes de Grasa	Lubricación cada 12 horas de trabajo	B	EN BUEN ESTADO, SIN NECESIDAD DE LUBRICACIÓN ADICIONAL
Cilindro Hidráulico	Inspección de casquillos auto lubricantes	B	CASQUILLOS FUNCIONALES, SIN DESGASTE VISIBLE
Pernos y Tornillos	Revisión y Ajuste	D	VARIOS PERNOS OXIDADOS, ALGUNOS NECESITAN REEMPLAZO
Discos	Limpieza después de cada uso	R	DISCOS SUCIOS DESDE EL ÚLTIMO TRABAJO, RESIDUOS DE TIERRA ADHERIDOS
Mangueras	Inspección visual antes de cada trabajo	B	SIN DESGASTE VISIBLE, EN BUEN ESTADO PARA EL PRÓXIMO TRABAJO.

Fuente: *Elaboración propia.*

Anexo 5

Entrevista al operador de la maquinaria agrícola



Figura 1 *Entrevista al operador de la maquinaria agrícola.*

Fuente: Autoría propia



Figura 2 *Operador de la maquinaria agrícola mostrando el arado de vertedera*

Fuente: Autoría propia



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANCRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Tesis: Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica - Ayacucho 2023.

Entrevista aplicada al operador – administrador de la maquinaria agrícola Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica

Datos del Operador

Apellido y Nombre: ALEJANDRO ROJAS

Fecha: 03/05/2024

Marque con una (X) su respuesta.

Sección1: Historial de uso de la maquinaria

Pregunta: ¿Con qué frecuencia usas esta máquina?

POR TEMPORADA O CAMPAÑA 5-6 HORAS DIARIAS

Pregunta: ¿Para qué tipo de tareas usas esta máquina? (Labranza, transporte, preparación de terreno, etc.)

PARA LABRANZA EN TERRENOS Duros, TRANSPORTE.

Pregunta: ¿Cómo describirías el rendimiento de la maquinaria en estas tareas? ¿Has notado algún cambio en su rendimiento a lo largo del tiempo?

RENDIMIENTO ÓPTIMO, CUENTA CON 876 HORAS.

Sección2: Mantenimiento realizado

Pregunta: ¿Se han realizado los mantenimientos preventivos según las recomendaciones del fabricante? (Por ejemplo, cada 300 horas de uso en el John Deere 6603).

SI, SE REALIZÓ DE ACUERDO A LA CARTELLA DE MANTENIMIENTO PROPORCIONADO POR LA EMPRESA (PESA - JOHN DEERE

Pregunta: ¿Qué tipos de mantenimiento o ajustes se han hecho últimamente? ¿Quién los realiza?

CAMBIO DE FILTROS Y ACEITES, LO HACE UN MECÁNICO DE LA LOCALIDAD

Pregunta: ¿Notas alguna diferencia en el rendimiento después de los mantenimientos?

TODO CONFORME POR EL MOMENTO

Sección3: Fallos recientes y problemas recurrentes

Pregunta: ¿Has notado algún problema o falla específica en los últimos meses?

TODO CONFORME CON EL TRACTOR AGRÍCOLA Y LOS IMPLEMENTOS

Pregunta: ¿Hay algún sistema de la máquina que te preocupe más? ¿Por qué?

DEL DADO DE VERTEDERA, LA OREJA DE ADOPLAMIENTO SUFRIÓ UNA ROTURA, POSIBLEMENTE POR EL MANEJO INCORRECTO.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANCRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Pregunta: ¿Cuáles son los problemas más frecuentes que observas en esta máquina?

POR EL MANTENIMIENTO TODO CONFORME

Sección4: Incidentes específicos

Pregunta: ¿Ha ocurrido algún incidente o fallo significativo que afectara el funcionamiento de la máquina? (Por ejemplo, la rotura del acoplamiento del arado).

SI, HACE UNOS MESES EL ACOPLAMIENTO DEL ARADO DE VENTILADORA SE ROMPIÓ. CREO QUE FUE PORQUE NO LO ENGANCHE BIEN. ESTÁBAMOS APURADOS.

Pregunta: ¿Cómo resolviste el problema? ¿La máquina fue reparada inmediatamente o se siguió usando con el fallo?

LO REPARARON, PERO SIGUIAMOS TRABAJANDO DURANTE UNOS DÍAS MAS.

Sección5: Sugerencias del operador

Pregunta: ¿Tienes alguna sugerencia o idea para mejorar el rendimiento de la maquinaria o para facilitar el mantenimiento?

SI, SERIA ÚTIL TENER UN LUGAR ADECUADO PARA GUARDAR LA MAQUINARIA, PORQUE AHORA ESTÁ EXPUESTA AL CLIMA, Y CREO QUE LA ESTÁ DAÑANDO MÁS RÁPIDO

Figura 3 Formato de entrevista al operador de la maquinaria agrícola

Fuente: Autoría propia

Anexo 6

Entrevista al experto independiente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANCRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Tesis: Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica - Ayacucho 2023.

Entrevista a la empresa Tratoni dedicada a la venta de repuestos, filtros y aceites de maquinaria agrícola y construcción.

Información del Entrevistado

Nombre del experto: JUAN FRANCISCO FLORES

Cargo: ASESOR TÉCNICO MANTENIMIENTO Y REPUESTOS

Experiencia: ASESOR DE VENTA DE REPUESTO, FILTROS Y ACEITES

Fecha de la entrevista: 03/05/2024

Entrevistador: YEFERSON PALOMINO ROCA

1. Programación Regular de Mantenimiento

¿Qué prácticas de mantenimiento preventivo recomienda para maquinaria agrícola que trabaja en condiciones de clima cambiante, y qué intervalos de mantenimiento deberían seguirse?

REALIZAR UN MANTENIMIENTO REGULAR CADA 300 HORAS DE USO SEGÚN LO QUE INDICA EL MANUAL DE OPERACIÓN.
EL TÉCNICO RECOMIENDA LA UTILIZACIÓN DE LA CARTILLA DE MANTENIMIENTO QUE ENTREGA LA EMPRESA (PESA - JOHN DEERE).
REALIZAR EL MANTENIMIENTO CADA 300 HORAS, CON OPCIÓN DE Prolongar hasta 50 horas más, por utilizar filtros y aceites de LA MISMA MARCA DEL TRACTOR.

2. Revisión de Componentes Críticos

¿Cuáles son los componentes más críticos de la maquinaria que deben revisarse regularmente para prevenir fallos graves?

INSPECCIONAR REGULARMENTE PARTES CLAVES DE LA MAQUINARIA COMO ES EL MOTOR, SISTEMA HIDRÁULICO, TRANSMISIÓN, FRENOS. EN CASO DEL TRACTOR AGRÍCOLA. CASO DE LOS IMPLEMENTOS INSPECCIONAR LOS DISCOS, REJAS COMO TAMBIÉN LA TORVILLEJA Y LAS MANGUERAS HIDRÁULICAS.

EL TÉCNICO RECOMIENDA REALIZAR UNA INSPECCIÓN VISUAL DIARIA ANTES DEL USO DE LA MAQUINARIA, ENFOCÁNDOSE EN POSIBLES FUGAS HIDRÁULICAS DESGASTE EN LAS CORREAS Y EL ESTADO DE LOS NEUMÁTICOS. LOS SISTEMAS DE FRENO Y TRANSMISIÓN TAMBIÉN DEBEN REVISARSE SEMANALMENTE ESPECIALMENTE CUANDO LA MAQUINARIA SE UTILIZA EN TERRENOS INCLINADOS.



3. Lubricación adecuada

¿Qué recomendaciones tienes sobre la lubricación adecuada del tractor y sus implementos en un entorno de trabajo rural, considerando las condiciones climáticas y topográficas de nuestra zona?

SEGUIR UN PROGRAMA ESTRICTO DE LUBRICACIÓN DE LAS PIEZAS MÓVILES. EL TÉCNICO RECOMIENDA USAR LUBRICANTES DE ALTA CALIDAD Y REALIZAR LUBRICACIONES FRECUENTES, ESPECIALMENTE EN CLIMAS SECOS O LLUVIOSOS DONDE LA MAQUINARIA ESTÁ MÁS EXPUESTA AL POLVO O AL BARRO.

3. Almacenamiento Correcto

¿Cómo se debe almacenar la maquinaria para maximizar su vida útil en un clima con cambios bruscos de temperatura y alta exposición al sol?

PROTEGER LA MAQUINARIA DEL CLIMA EXTREMO CUANDO NO ESTÁ EN USO. EL TÉCNICO RECOMIENDA GUARDAR LA MAQUINARIA BAJO TECHO O EN UN LUGAR COBIERTO PARA EVITAR LA EXPOSICIÓN AL SOL, LA LLUVIA Y LA HUMEDAD. SI NO ES POSIBLE, EL TÉCNICO RECOMIENDA CUBRIR LAS MAQUINAS CON LONAS ESPECIALES.

4. Capacitación del Operador

¿Qué aspectos clave deben cubrirse en la capacitación del operador para asegurar un correcto uso y mantenimiento de la maquinaria agrícola?

FORMAR AL OPERADOR EN LOS PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y EL USO CORRECTO DE LA MAQUINARIA. EL TÉCNICO RECOMIENDA CAPACITAR AL OPERADOR EN CÓMO REALIZAR INSPECCIONES DIARIAS SIMPLES, COMO VERIFICAR LOS NIVELES DE ACEITE Y REVISAR VISUALMENTE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS ANTES DE COMENZAR EL TRABAJO.

Figura 1 Formato de entrevista al operador de la maquinaria agrícola

Fuente: Autoría propia

Anexo 7

Cartilla de mantenimiento recomendado por el distribuidor IPESA representante de John Deere en el Perú

CARTILLA DE MANTENIMIENTO TRACTOR AGRÍCOLA 6603
--

Suministros	Descripción del artículo	HORAS DE MANTENIMIENTO					Cant
		100	400	700	1000	1300	
RE504836	Filtro de aceite del motor	1	1	1	1	1	5
RE62424	Filtro separador de agua	1	1	1	1	1	5
RE62419	Filtro final de combustible	1	1	1	1	1	5
SU20768	Filtro de aire primario					1	1
RE253519	Filtro de aire secundario					1	1
SJ11792	Filtro de aceite hidráulico	1		1		1	3
RE198488*	Filtro de aire acondicionado					1	1
<u>TY26576R</u>	Acondicionador de refrigerante	Según se requiera				5	5
<u>TY26679</u>	Aceite de motor	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	32.5
<u>AR69444</u>	Aceite transmisión y sistema hidráulico	1		1		15.6	17.6
<u>TY26816</u>	Aceite SAE 80W - 90 (4x4)	1.9	0.5	1.9	0.5	1.9	6.7

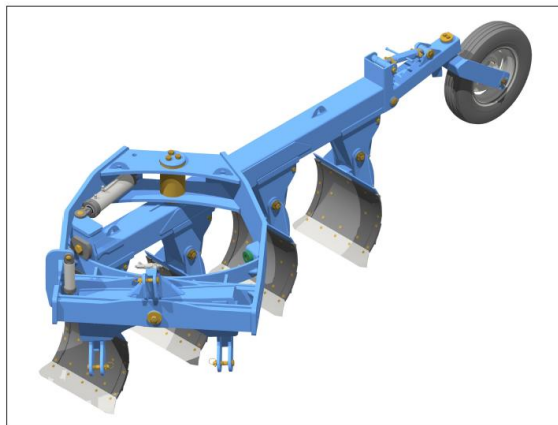
CAPACIDADES DE FLUIDOS

Carter de Motor - 6068T	19 l	6.5 gal	<u>TY26679</u>
Refrigerante de motor	18.5 l	5 Gal	<u>TY26576R</u>
Hidráulico y Transmisión	58 l	15.6 Gal	<u>AR69444</u>
Tracción delantera		1.4 gal	
Diferencial (4x4)	5 l	gal	<u>TY26816</u>
Tracción delantera		0.5 gal	
Cubos (2)x0.8L c/u (4x4)	1.6 l	gal	<u>TY26816</u>
		60.7 gal	
Tanque de Combustible	230 l	gal	D - 2

Anexo 8

Ficha técnica de mantenimiento del arado AAR² – TATU

MANUAL DE INSTRUCCIONES



AAR²

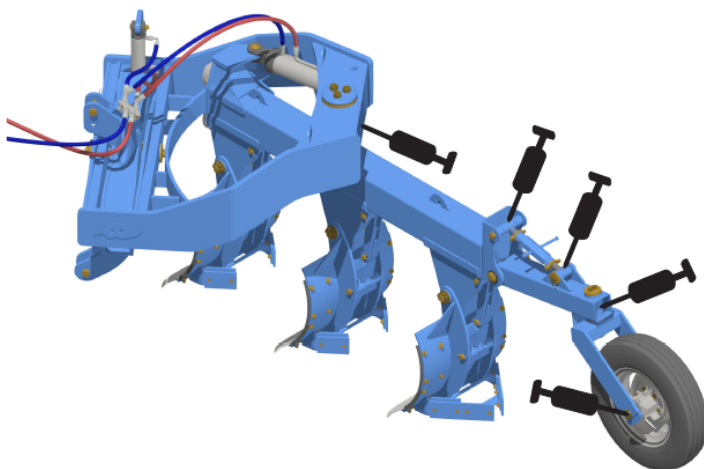
Lubricación

Para reducir el desgaste provocado por el atrito entre las partes móviles del equipo, es necesario ejecutar una correcta lubricación conforme indicamos a seguir.

- Certificarse de la calidad del lubricante, cuanto a su eficiencia y pureza, evitando el uso de productos contaminados por agua, tierra, etc.
- Retire la corona de grasa antigua en torno de las articulaciones.
- Limpie la grasera con un paño antes de introducir el lubricante y substituya las defectuosas.
- Introduzca una cantidad suficiente de grasa nueva.
- Utilice grasa de consistencia media.

Puntos de lubricación

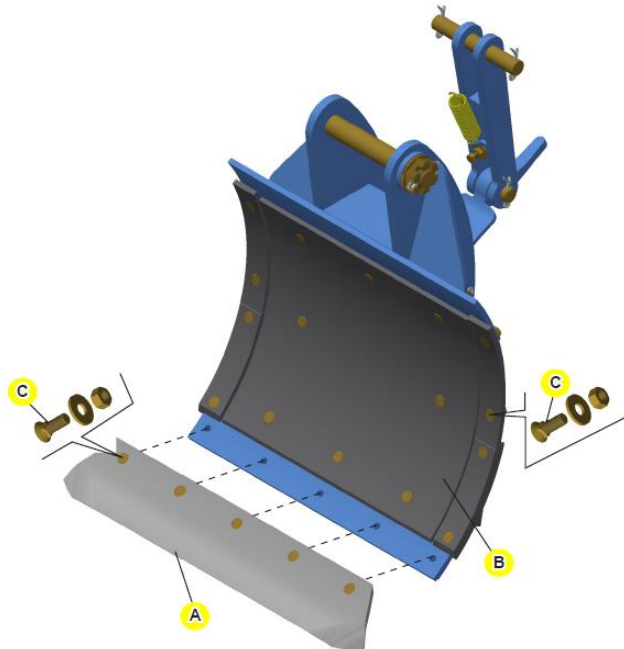
Lubricar a cada 10 horas de trabajo.



Mantenimiento

Cambio de las cuchillas y del revestimientos de polietileno

Al percibir un desgaste excesivo de las cuchillas (A) y de los revestimientos de polietileno (B), efectúe la reposición de las mismas, bastando para tanto soltar totalmente los tornillos de fijación (C), arandelas planas y tuercas.



Mantenimiento

Mantenimiento del cilindro hidráulico

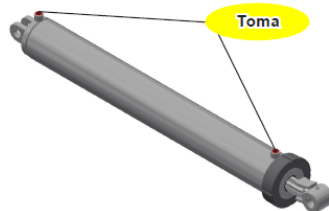
Cuando sea necesario reparar el cilindro, limpie la unidad, desconecte las mangueras antes de retirar el cilindro.

Cuando removido, abra las tomas del cilindro y drene el fluido hidráulico del cilindro.

Examina el tipo de cilindro. Asegúrese de tener las herramientas adecuadas para el trabajo.

Es posible que necesite las siguientes herramientas:

- Kit de sellado adecuado;
- Destornillador de cable de goma;
- Alicates y llaves.



IMPORTANTE

Nunca realice ninguna verificación o mantenimiento con el sistema hidráulico presurizado.

Desarmar:

- 1) Retire la tapa móvil (A);
- 2) Remover con cuidado los conjuntos del cilindro interno (B);
- 3) Desarmar el émbolo (C) extrayendo la tuerca (D) del vástago;
- 4) Deslice el soporte de los anillos (E) y la tapa móvil (A);
- 5) Remover la vedación y sustitua las piezas dañadas con componentes nuevos;
- 6) Instale nuevas vedaciones y sustitua las piezas dañadas con componentes nuevos;
- 7) Inspeccione el interior de la camisa del cilindro, émbolos, vástago y otras piezas. Suavizar las áreas según sea necesario con una lija.

Mantenimiento

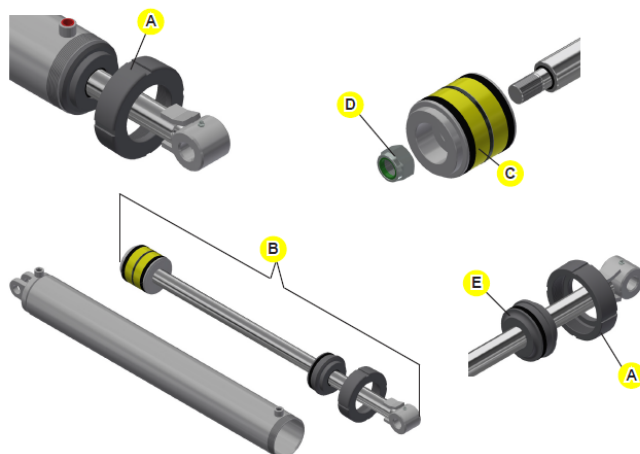
Mantenimiento del cilindro hidráulico

Ensamblaje:

- 1) Vuelva a instalar el soporte del anillo (E) y la tapa móvil (A) en el vástago del cilindro;
- 2) Asegure el émbolo (C) en el vástago con la tuerca (D). Apriete la tuerca al valor adecuado (vea la tabla de torque en la página de mantenimiento);
- 3) Lubrique el interior de la camisa, la vedación del vástago y el sellante del émbolo con aceite hidráulico;
- 4) Con la camisa del cilindro mantenida suavemente segura, inserte el conjunto del cilindro interno (B) con un ligero movimiento de balanceo;
- 5) Aplicar el trabamamiento químico anaeróbico 277 (loctite 277) antes de instalar la tapa (A) de la extremidad del cilindro;
- 6) Use en la tapa (A) de la extremidad del cilindro con la torsión de 400 lb.ft (600 N.m).

IMPORTANTE

En la cabeza del cilindro, inserte el soporte de los anillos (E) hasta que quede alienado con el tubo para permitir que encaje en la posición correcta de la camisa del cilindro.



Mantenimiento

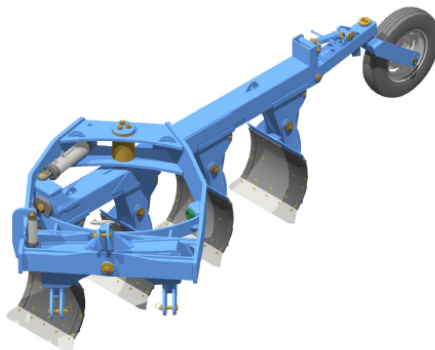
Mantenimiento del arado

Apague completamente el tractor, aplique el freno de estacionamiento y utilice calzos en los neumáticos. Inmovilice firmemente el equipo antes de hacer cualquier trabajo de mantenimiento.

No haga reparos en el sistema hidráulico mientras esté presurizado o los cilindros estén bajo carga. Accidente grave podrá resultar de este acto inseguro.

En período de desuso lave el arado, retoque la pintura que falta, proteja las vertederas con aceite, lubrique todas las graseras y guárdelo en local cubierto y seco, evitando el contacto con el suelo.

Las cuchillas y el revestimiento de polietileno deben ser sustituidos así que notar un desgaste excesivo.



Después de algunas horas de funcionamiento, los tornillos del equipo deben ser verificados cuanto al apriete. Para garantizar mayor rendimiento y evitar el desgaste y la ruptura innecesarios, estos tornillos se deben apretar en todos momentos.

Verifique si todas las piezas móviles no presentan desgastes. Caso sea necesario, efectúe la reposición de las mismas.

Sustituya los adhesivos de seguridad que están faltando o dañados. Marchesa suministra los adhesivos mediante solicitud e indicación de los respectivos códigos. El operador debe conocer el significado y la necesidad de mantener los adhesivos en el lugar y en buenas condiciones. Debe estar atento, también, de los peligros de la falta de seguridad y el aumento de accidentes caso las instrucciones no son seguidas.

Cuidados en el mantenimiento del sistema hidráulico

Asegúrese de que todos los componentes del sistema hidráulico estén en buenas condiciones y limpios. Efectuar el mantenimiento de las partes hidráulicas en ambientes limpios, isentos de polvo o contaminantes. Caso contrario, puede haber mal funcionamiento o desgaste prematuro del equipo.

La correcta operación y mantenimiento del sistema hidráulico para evitar daños, la infiltración de aire en el sistema, el sobre calentamiento del aceite y del sistema, daños en los componentes de goma, etc.

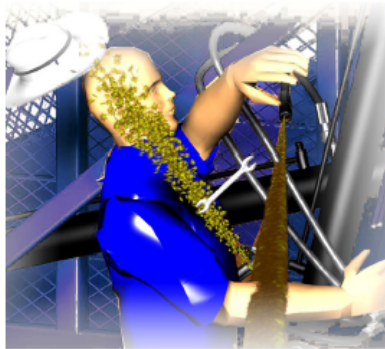
Periódicamente o cuando se observe la reposición anormal de aceite o pérdida de fuerza, deberá ser inspeccionado el sistema hidráulico, efectuando apriete en las conexiones que presenten fugas y la sustitución de las mangueras que están con la vida útil próximo del vencimiento o tienen cortes, fisuras o reseca. Referente al armado de las mangueras, efectuar de tal manera que siempre trabajen con flexión y nunca en torsión o tracción.

En caso de problemas con el cilindro hidráulico, no efectuar ningún tipo de mantenimiento que se someta a calentamiento o soldaduras que podrían causar ovalización u otros problemas, lo que elevaría las fugas internas, pérdida de fuerza, engripamientos, daños en el vástago del cilindro, etc.

No haga reparaciones en el sistema hidráulico mientras esté presurizado o los cilindros estén bajo carga. Ni siquiera intente reparaciones improvisadas en tuberías hidráulicas, conexiones o mangueras con cinta, grapas o pegamento. Debido a la presión extremadamente alta, tales reparaciones fallarán repentinamente y crearán una condición peligrosa e insegura. Grave accidente puede resultar de este acto inseguro con riesgo de muerte.

Use protección adecuada para las manos y los ojos cuando busque fugas hidráulicas de alta presión. Use un pedazo de madera o cartón para protección en lugar de manos para aislar e identificar un escape.

Si se lesiona por un flujo concentrado de fluido hidráulico a alta presión, se puede desarrollar una infección grave o una reacción tóxica a partir del fluido hidráulico que perfora la superficie de la piel. En caso de accidentes de esta u otra naturaleza, busque atención médica de inmediato. Si este médico no tiene conocimiento de este tipo de problema, pida para él que indique otro o busque uno para determinar el tratamiento adecuado.



Antes de aplicar presión en el sistema, averigüe de que todos los componentes estén seguros y que las mangueras y los acoples no estén dañados.

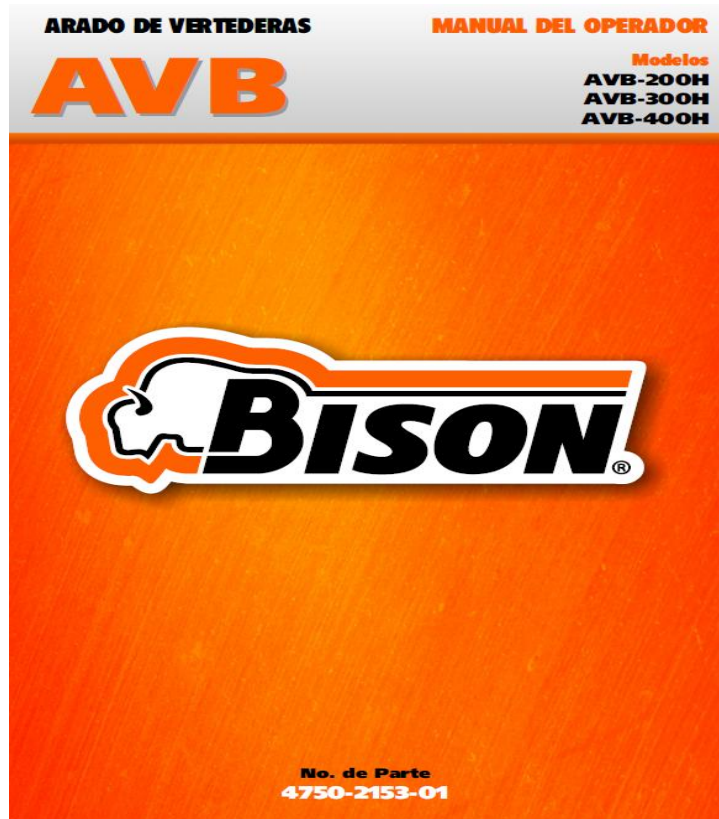
Hacer las operaciones siempre de manera controlada y cuidadosa. Evitar dejar el sistema hidráulico en funcionamiento cuando no esté en uso.

La no observación de estos cuidados acarreará accidentes fatales con riesgo de muerte.

Fuente: https://es.marchesan.com.br/uploads/produtos/manual/AAR2_manual_es.pdf

Anexo 9

Ficha técnica de mantenimiento del arado AVB – BISON



MANTENIMIENTO

LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO

▲ ATENCIÓN: El ser golpeado por las Vertederas puede ocasionar serias lesiones o la muerte.

▲ ATENCIÓN: Para prevenir un movimiento inesperado de la máquina: Antes de lubricar, ajustar o dar servicio a la máquina conectada al tractor verifique los siguientes pasos:

- 1.- Estacione el Arado en una superficie plana.
- 2.- Coloque el freno de estacionamiento y la transmisión en la posición de estacionamiento.
- 3.- Apague el motor del tractor y remueva la llave.
- 4.- Baje el pedestal.

GRASA

Elija el tipo de grasa más adecuada en función de la consistencia NLGI y las temperaturas que puede haber en el intervalo hasta el siguiente cambio de grasa.

Puede utilizar grasas que cumplan la siguiente norma:
Clasificación de consistencia NLGI GC-LB.

Lubricantes alternativos y sintéticos.

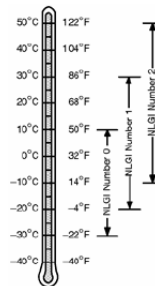
Las condiciones de ciertas áreas geográficas pueden exigir la utilización de lubricantes o técnicas de lubricación especiales que no figuran en el manual del operador.

Es posible que algunos lubricantes no estén disponibles en la zona. En este caso, consulte con su distribuidor, quien le proporcionará la información y recomendaciones más actualizadas.

Almacenamiento de Lubricantes.

Su equipo puede operar a la máxima eficiencia, sólo si usa lubricante limpio.

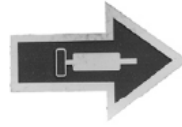
Utilice contenedores limpios para manejar todos los lubricantes y almacénelos en un área protegida de polvo y humedad.



MANTENIMIENTO

LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE REVERSIÓN DEL ARADO

Aplique grasa en los lugares indicados a intervalos de 25 horas. Utilice un inyector de grasa mecánico.



CAMBIO DE LAS PUNTAS

Estas se cambian cuando se desgastan.



RECOMENDACIONES

ALMACENAMIENTO AL FINAL DE CADA TEMPORADA

- 1.- Guarde la máquina en un lugar seco.
- 2.- Limpie completamente el Arado, los residuos de hierbas o de tierra serán depósitos eventuales de humedad y propiciarán oxidación.
- 3.- Lubrique completamente la máquina de acuerdo a la sección de Lubricación.
- 4.- Pinte todas las partes donde la pintura haya sido raspada.
- 5.- Revise en busca de piezas desgastadas, perdidas o rotas. Haga una lista de las partes de repuesto que le harán falta en la siguiente temporada y pídalas oportunamente, de ésta forma su distribuidor podrá expedir la entrega de sus refacciones e instalarlas durante el tiempo de receso de su máquina.
- 6.- Aplique a las vertederas un anticorrosivo de buena calidad o una gruesa capa de grasa.

PREPARACIÓN AL COMIENZO DE CADA TEMPORADA

- 1.- Lubrique completamente la máquina de acuerdo a la sección de Lubricación.
- 2.- Limpie el Arado completamente.
- 3.- Apriete todos los tornillos y tuercas (Ver valores de torsión en la sección de especificaciones de torque).
- 4.- Si se han cambiado partes móviles principales, dé el asentamiento necesario de trabajo.

Anexo 10

Ficha técnica de mantenimiento de la Rastra Aradora BALDAN

Manual de Instrucciones



CRI 12-30

Rastra Aradora Offset Control Remoto



Manual de Instrucciones

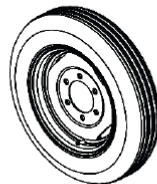
Mantenimiento

La CRI fue desarrollada para proveer el máximo rendimiento sobre condiciones de terrenos. La experiencia ha demostrado que el mantenimiento periódico de ciertas partes de la CRI es el mejor camino para ayudarle a no tener problemas, así que sugerimos la verificación.

Presión de los neumáticos

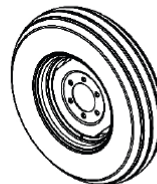
Los neumáticos deben estar siempre calibrados correctamente evitando desgastes prematuros por exceso o falta de presión.

CRI 12 Y 14 DISCOS ESTÁNDAR



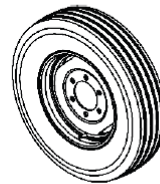
NEUMÁTICOS 600 X 16 6 LONAS
USAR 44 LBS/POL²

CRI 16 A 30 DISCOS ESTÁNDAR



NEUMÁTICOS 750 X 16 10 LONAS
USAR 60 LBS/POL²

CRI 12 Y 14 DISCOS OPCIONAL



NEUMÁTICOS 650 X 16
8 LONAS
USAR 54 LBS/POL²

⚠ ATENCIÓN

Jamás haga soldaduras en la rueda montada con neumático, el calor puede causar un aumento de presión de aire y provocar la explosión del neumático.

Al llenar el neumático se coloca al lado del neumático, nunca frente al mismo.

Para el llenado del neumático, utilice siempre dispositivo de contención (caja de llenado).

Haga el montaje de los neumáticos con equipos adecuados. El servicio debe ser ejecutado solamente por personas capacitadas para el trabajo.

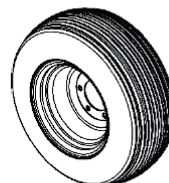
❗ IMPORTANTE

Al calibrar los neumáticos, no exceda la calibración recomendada.

📌 NOTA

La presión de los neumáticos del tractor deberá efectuarse de acuerdo con la recomendada por el fabricante.

CRI 16 A 30 DISCOS OPCIONAL



NEUMÁTICOS 11 X 15
10 LONAS USAR 44 LBS/POL²

▪ Mantenimiento

La CRI fue desarrollada para proveer el máximo rendimiento sobre condiciones de terrenos. La experiencia ha demostrado que el mantenimiento periódico de ciertas partes de la CRI es el mejor camino para ayudarlo a no tener problemas, así que sugerimos la verificación.

⚠ ATENCIÓN Compruebe constantemente las tuercas y los tornillos, si es necesario, vuelva a colocarlos. El mantenimiento de la retracción general de la rastra debe realizarse cada 8 horas de trabajo.

• Lubricación

La lubricación es indispensable para un buen desempeño y mayor durabilidad de las partes móviles de la CRI, contribuyendo en la economía de los costos de mantenimiento.

Antes de comenzar la operación, lubrique cuidadosamente todas las grasas observando siempre los intervalos de lubricación en la siguiente página. Asegúrese de la calidad del lubricante, en cuanto a su eficiencia y pureza, evitando utilizar productos contaminados por agua, tierra y otros agentes.

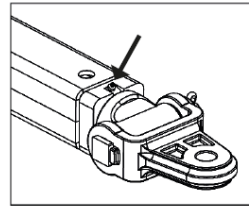
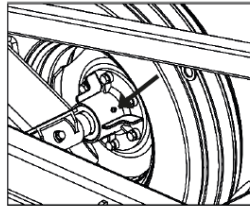
• Tabla de grasas y equivalentes

Fabricante	Tipos de grasa recomendada
Petrobrás	Lubrax GMA-2
Atlantic	Litholine MP 2
Ipiranga	Ipiflex 2
Castrol	LM 2
Mobil	Grease MP
Texaco	Marfak 2
Shell	Alvania EP 2
Esso	Multi H
Bardahl	Maxlub APG-2EP
Valvoline	Palladium MP-2
Petronas	Tutela Jota MP 2 EP
	Tutela Alfa 2K
	Tutela KP 2K

⚠ ATENCIÓN Si hay fabricantes y/o marcas equivalentes que no figuran en la tabla, consulte el manual técnico del fabricante.

▪ Mantenimiento

• Lubricar cada 24 horas de trabajo

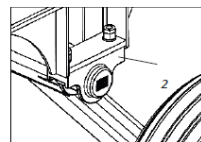
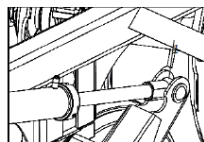


CRI DE 16 A 30 DISCOS.

⚠ ATENCIÓN Al lubricar la CRI, no exceda la cantidad de grasa nueva. Introduzca una cantidad suficiente.

• Casquillos autolubricantes

CRI tiene casquillos autolubricantes en la varilla del cilindro hidráulico (1) y eje de la rueda del cubo de montaje (2). Estos casquillos no requieren ningún tipo de grasa o lubricante.



⚠ ATENCIÓN

Sólo el montaje inicial de la varilla de cilindro hidráulico (1) y la rueda de cubo de montaje (2) es de eje que se inserta la grasa a todo el casquillo para evitar la oxidación sobre el pasador de fijación de varilla y el eje de la rueda.

ⓘ IMPORTANTE

Al sustituir la casquillos de la barra auto-lubricante del cilindro hidráulico (1) y la rueda de montaje del cubo (2) también insertar grasa a todo el casquillo de eje.

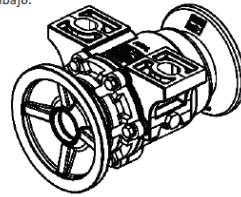
▪ **Mantenimiento**

• Cojinetes de aceite

En los primeros días de trabajo de la CRI, verifique el nivel de aceite de los cojinetes diariamente, después, ver cada 120 horas de trabajo.

 **NOTA**

El nivel de aceite ideal, es cuando el mismo alcanza el orificio del tapón. Para comprobar el nivel de aceite del cojinete, busque un lugar plano.



 **ATENCIÓN**

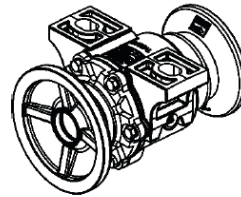
Sustituya el aceite cada 1200 horas de trabajo utilizando 0,270 litros. Utilice el aceite de transmisión: 90 API GL4, MIL-L-2105; SAEJ306, mayo/81: SAE 80W, 90 y 140.

• Cojinetes de grasa

Los cojinetes de grasa se deben lubricar cada 12 horas de trabajo, utilizando la grasa especificada a continuación.

 **NOTA**

Antes de lubricar el cojinete, limpie la grasa con un paño limpio y libre de pelusas. Sustituya las grasas que estén dañadas.



 **ATENCIÓN**

La cantidad de grasa en cada cojinete es de 300 gramos. Utilice solamente la grasa: EP (Especificación DIN51825 KP00K Consistencia NLGI 2/3).

▪ **Mantenimiento**

• **Mantenimiento Operacional**

PROBLEMAS	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES
Los neumáticos están dañados.	Área de trabajo con piedras, maderas o restos de cultivo con tallos que provocan la perforación de los neumáticos.	Eliminar los elementos que causan daños a los neumáticos antes del período de uso de la CRI.
	Los neumáticos no tienen la presión adecuada, provocando deformaciones.	Mantener la presión adecuada en los neumáticos.
Ruido extraño en las ruedas.	Ruedas sueltas o cubo de la rueda.	Reapretar las tuercas de la rueda y ajustar los rodamientos del cubo de la rueda.
	Quiebra de rodamientos.	Identificar la ocurrencia y sustituir las piezas dañadas.
El enganche rápido no se adapta.	Engranajes de diferentes tipos.	Efectuar el cambio de los mismos por machos y hembras del mismo tipo.
Fugas en las mangueras hidráulicas.	Falta material sellante en la rosca.	Utilizar cinta vendedora y volver a dibujar cuidadosamente.
	Apriete insuficiente.	Reapretar cuidadosamente.
	Reparaciones dañadas.	Sustituir terminales.
Fuga en los acoplamientos rápido.	Apriete insuficiente.	Reapretar con cuidado sin exceso.
	Reparaciones dañadas.	Sustituir reparaciones.
Los acoplamiento s rápidos no se acoplan.	Enganches de diferentes marcas.	Utilizar acoplamientos rápidos de la misma marca.
	Mezcla de acoplamiento tipo aguja con acoplamientos tipo esfera.	Utilizar siempre acoplamientos rápidos del mismo tipo.
	Presión en el sistema.	Aliviar la presión para hacer el enganche.

Anexo 11

Cartilla de mantenimiento propuesto

Esta cartilla de mantenimiento preventivo es un formato técnico complementario a la documentación del tractor John Deere 6603. Su finalidad es facilitar al operador el registro organizado de las actividades básicas de inspección y mantenimiento de la maquinaria agrícola utilizada por la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica.

El documento presenta rutinas de mantenimiento clasificadas por frecuencia (diaria, semanal y cada 50 horas) aplicables al tractor y a los implementos agrícolas: arado de vertedera y rastra aradora. Debido a que uno de los implementos no cuenta con su manual técnicos específicos, para ese implemento se emplearon modelos similares como referencia, adaptando las indicaciones al entorno rural de Satica, caracterizado por altitud elevada, humedad y presencia de polvo.

La cartilla está diseñada como una guía clara y funcional para el operador. Su aplicación permite identificar fallas a tiempo, extender la vida útil del equipo y mejorar su rendimiento general. Se recomienda su uso regular y el archivo mensual de los formatos para facilitar revisiones posteriores.

Recomendaciones:

Utilizar esta cartilla junto con la cartilla oficial del tractor.

Archivar este documento al final de cada mes.

Si se detectan fallas mayores, comunicar al técnico responsable.

Formato Diario – Tractor Agrícola 6603 John Deere

Fecha	Horas de uso	Verificación de nivel de aceite	Revisión de fugas	Limpieza de filtro de aire	Inspección visual de llantas	Observaciones	Firma del operador
		<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/> No realizado	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Desgaste		

Formato Semanal – Implementos Agrícolas

Arado de Vertedera Yato

Fecha	Revisión de discos y rejas	Ajuste de tornillos	Lubricación de puntos móviles	Inspección de marco estructural	Observaciones	Firma
	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Dañado	<input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sin daños <input type="checkbox"/> Daños visibles		

Rastra Aradora Baldan

Fecha	Verificación de discos	Apriete de pernos	Lubricación	Limpieza general	Observaciones	Firma
	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Dañado	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Flojos	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		

Cada 50 horas de trabajo – Todos los equipos

Fecha	Cambio de aceite motor	Revisión del filtro de combustible	Verificación del sistema hidráulico	Limpieza general de implementos	Observaciones	Firma
	<input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/> Pendiente	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Requiere cambio	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Fuga	<input type="checkbox"/> Realizada <input type="checkbox"/> No realizada		

Fuente: *Elaboración propia*



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. YEFERSHON ISAIAS PALOMINO ROCA

R.D. N° 341-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los cuatro días del mes de diciembre del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por M.Sc. Federico Quicaño Suárez, Mtro. José Antonio Luna Guerra como asesor, Dr. Juan Charapaqui Anccasi y el Ing. John Samuel Cazorla Orihuela; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica - Ayacucho 2023**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola presentado por el Bachiller **YEFERSHON ISAIAS PALOMINO ROCA**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Federico Quicaño Suárez	12	12	12	12
Mtro. José Antonio Luna Guerra	17	17	16	17
Dr. Juan Charapaqui Anccasi	14	14	12	13
Ing. John Samuel Cazorla Orihuela	13	14	14	14
PROMEDIO GENERAL				14

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.



M.Sc. Federico Quicaño Suárez
 Presidente




Mtro. José Antonio Luna Guerra
 Asesor



Dr. Juan Charapaqui Anccasi
 Jurado



Ing. John Samuel Cazorla Orihuela
 Jurado



Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
 Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por la R.C.F N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo titulado;

Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica - Ayacucho 2023

Autor : YEFERSHON ISAIAS PALOMINO ROCA

Asesor : JOSE ANTONIO LUNA GUERRA

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de Tesis, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de siete por ciento (**7 %**) de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2662002621

Ayacucho, 30 de abril de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
.....
Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de Investigación y tesis - FCA

Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica - Ayacucho 2023

por Yefershon Isaias Palomino Roca

Fecha de entrega: 22-abr-2025 11:31p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2654285616

Nombre del archivo: Tesis_Palomino_Roca_SUBSANADO_2025.pdf (8.93M)

Total de palabras: 15396

Total de caracteres: 94308

Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica - Ayacucho 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
3	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	bibliotecavirtualoducal.uc.cl Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica - Ayacucho 2023

Yefershon Isaias Palomino Roca¹

<https://orcid.org/0009-0006-6548-2284>

José Antonio Luna Guerra²

<https://orcid.org/0000-0003-4019-9408>

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Infraestructura y Mecanización agrícola

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue diseñar un plan de mantenimiento preventivo que prolongue la vida útil de las maquinarias agrícolas, asegure su operatividad y prevenga fallas. Se empleó un diseño de investigación aplicada, con enfoque descriptivo y diagnóstico. La población estuvo conformada por las maquinarias de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica, evaluándose como muestra un tractor John Deere 6603, una rastra aradora y un arado de vertedera. Se utilizó como instrumento una ficha técnica de evaluación basada en manuales del fabricante, entrevista al operador y revisión en campo. Los resultados muestran un cumplimiento del 98 % en el mantenimiento del tractor, reflejando una gestión eficiente. En contraste, la rastra aradora obtuvo 75 % y el arado de vertedera 12,5 %, evidenciando deficiencias críticas. Se concluye que la implementación del plan de mantenimiento preventivo permitirá reducir fallas, evitar gastos innecesarios y mejorar la productividad de la maquinaria. Se recomienda fortalecer la capacitación en técnicas de acoplamiento y realizar inspecciones periódicas en los sistemas críticos, en concordancia con estudios técnicos previos. Este estudio demuestra que una gestión técnica planificada no solo optimiza el rendimiento de los equipos, sino que también garantiza la sostenibilidad del trabajo agrícola en contextos rurales.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, maquinarias agrícolas, productividad

¹ Bachiller de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, yefershon.palomino.21@unsch.edu.pe

² Maestro Escuela profesional de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, antonio.luna@unsch.edu.pe

agrícola.

ABSTRACT:

The objective of this research was to design a preventive maintenance plan to extend the service life of agricultural machinery, ensure its operability, and prevent failures. An applied research design with a descriptive and diagnostic approach was used. The study population consisted of machinery from the Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica, with a sample including a John Deere 6603 tractor, a disc harrow, and a moldboard plow. A technical evaluation form was used as the main instrument, based on manufacturer manuals, operator interviews, and field inspections. Results showed a 98% compliance rate for the tractor's maintenance, indicating efficient management. In contrast, the disc harrow reached 75%, and the moldboard plow only 12.5%, revealing critical deficiencies. It is concluded that the implementation of the preventive maintenance plan will help reduce failures, avoid unnecessary expenses, and improve machinery productivity. Training in coupling techniques and regular inspections of critical systems are recommended, in line with previous technical studies. This study demonstrates that a technically planned maintenance strategy not only optimizes equipment performance but also ensures the sustainability of agricultural work in rural contexts.

Keywords: Preventive maintenance, agricultural machinery, agricultural productivity.

INTRODUCCIÓN

La mecanización agrícola representa un componente fundamental para mejorar la productividad y sostenibilidad en zonas rurales. En este contexto, la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica, ubicada en el distrito de Los Morochucos, provincia de Cangallo, región Ayacucho, fue beneficiada por el programa AGROIDEAS con la adquisición de un tractor John Deere 6603, un arado de vertedera y una rastra aradora. Estos equipos, con más de 870 horas de uso acumuladas, han mejorado las capacidades operativas de la asociación. Sin embargo, la ausencia de un sistema de mantenimiento preventivo ha generado averías recurrentes, disminuyendo la eficiencia operativa y comprometiendo el rendimiento productivo.

Uno de los incidentes reportados fue la rotura del orificio de acoplamiento del arado de vertedera, debido a un enganche incorrecto. Según Fxdev (2024), este tipo de fallas pueden prevenirse mediante inspecciones técnicas periódicas que detecten desviaciones tempranas. Además, se evidenció la carencia de un ambiente adecuado para el almacenamiento de insumos como lubricantes, filtros y repuestos, lo que expone la maquinaria a condiciones climáticas adversas. Gimeno (2024) advierte que el almacenamiento inadecuado acorta la vida útil de los equipos. Otro hallazgo fue la limitada capacitación del operador respecto al mantenimiento preventivo y correctivo. Arroyo y Obando (2022) afirman que la falta de formación técnica promueve un enfoque reactivo, elevando los costos de reparación y el riesgo de fallas críticas.

Frente a esta problemática, la presente investigación se orienta a resolver un vacío técnico importante: la falta de un plan de mantenimiento preventivo adaptado al contexto local, centrado en la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica, ubicada en el distrito de Los Morochucos, provincia de Cangallo, región Ayacucho. El estudio abarca la evaluación y diagnóstico del tractor John Deere 6603, el arado de vertedera y la rastra aradora, equipos que cuentan con más de 870 horas de uso acumuladas. Se enfoca en el diseño de un plan de mantenimiento preventivo adaptado a las condiciones técnicas, ambientales y operativas propias de la zona durante el periodo 2023-2024, sin incluir la implementación ni la evaluación posterior del plan propuesto.

El objetivo general de la investigación es:

1. Desarrollar e implementar un sistema de mantenimiento preventivo eficiente para la maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica.

Los objetivos específicos son:

1. Identificar y catalogar la maquinaria agrícola en uso por la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica.
2. Evaluar el estado actual de la maquinaria y documentar las áreas de mantenimiento críticas.

3. Investigar las mejores prácticas y recomendaciones de expertos en mantenimiento preventivo de maquinaria agrícola, teniendo en cuenta el contexto local.
4. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo detallado que incluya procedimientos, programación y pautas específicas para cada sistema de la maquinaria agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica, ubicada en la localidad de Satica, distrito de Los Morochucos, provincia de Cangallo, región Ayacucho, Perú.

Diseño del estudio

Se empleó un diseño descriptivo y transversal, con enfoque cuantitativo y cualitativo. La recolección de datos fue prospectiva, llevada a cabo durante el periodo de investigación.

Población y muestra

La muestra incluyó el parque de maquinaria agrícola de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica: un tractor John Deere 6603, un arado de vertedera y una rastra aradora. Se seleccionó al operador habitual de estos equipos y a un técnico con experiencia regional, acreditado por la casa comercial John Deere. La selección consideró la formalización legal de la asociación y su participación en el plan de negocios AGROIDEAS. No se aplicaron criterios de exclusión adicionales.

Instrumentos y técnicas de recolección

Se utilizó una lista de verificación de inspección directa para evaluar el estado físico y funcional de la maquinaria, complementado con fotografías. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas al operador y al técnico para conocer las prácticas de mantenimiento y almacenamiento. También se revisaron manuales técnicos del fabricante y documentos complementarios para contraste.

Procedimientos

Las visitas de campo se realizaron para aplicar los instrumentos y realizar observaciones

directas. Se siguieron los protocolos técnicos recomendados por el fabricante para evaluar las condiciones y prácticas. Las entrevistas se grabaron y transcribieron para análisis cualitativo.

Variables y operacionalización

Se definieron dos variables principales:

Variable independiente: Mantenimiento preventivo de maquinaria agrícola, operacionalizada en dimensiones de condición actual, conocimiento de mantenimiento, prácticas de almacenamiento y cumplimiento de pautas técnicas.

Variable dependiente: Condición operativa de la maquinaria, medida a través de operatividad, durabilidad y frecuencia de mantenimiento.

Análisis de datos

Los datos cuantitativos obtenidos de la lista de verificación fueron comparados con las recomendaciones técnicas, clasificándose en categorías de desgaste y estado físico. Las entrevistas se analizaron mediante categorización temática para identificar patrones. Se realizó triangulación con la consulta a expertos y análisis documental. No se aplicaron análisis estadísticos inferenciales debido al diseño descriptivo y tamaño de muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Identificación y catalogación de la maquinaria agrícola en uso

Con base en el trabajo de campo y entrevistas a los operadores, se identificó y registró la maquinaria agrícola utilizada por la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Saticá. La maquinaria actual está compuesta por un tractor John Deere 6603, dos arados de vertedera de modelo genérico y una rastra aradora Baldan CRI 20X28, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Maquinaria agrícola identificada en uso

ITEM	FABRICANTE	DENOMINACIÓN	MODELO	CANT.
1	John Deere	Tractor agrícola	6603	01
2	Yato	Arado de vertedera reversible	AVY-6C3	01
3	Baldan	Rastra aradora pesada	CRI 20x28"	01

Figura 1. Catalogación técnica del tractor agrícola registrada

	CATALOGACIÓN GENERAL	ID del Tractor: TR-01
	Categoría	Tractor agrícola
	Marca	John Deere
	Modelo	6603
	Año/Fab.	2022
	Potencia del Motor	124 hp
	Aspiración	Turboalimentado
	Cilindros	4
	Combustible	Diesel
	Transmisión	12 avance/ 4 reversa
Tracción	Tracción asistida	
Estación de operador	Cabinado	
Información Adicional		
Número de Horas de Trabajo: 876 horas		
Condiciones: Buen estado, mantenimiento regular.		
Ubicación: Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica		
Descripción Adicional		
Tractor versátil y robusto, ideal para trabajos pesados en cultivos de gran extensión. Actualmente en buen estado operativo con mantenimiento regular realizado según las especificaciones del fabricante.		

Figura 2. Catalogación técnica del arado de vertedera reversible

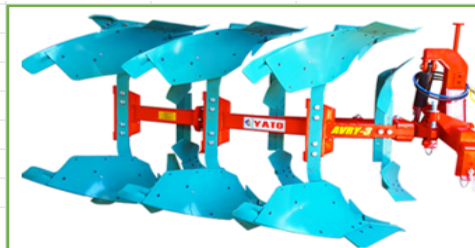
	CATALOGACIÓN GENERAL	ID del Arado: AVR-01
	Categoría	Arado de vertedera
	Marca	Yato
	Modelo	AVY-6C3
	Año/Fab.	2023
	Potencia del tractor	110-120 hp
	Ancho de trabajo	100-110 cm
	Profundidad de trabajo	350 mm
Información Adicional		
Condiciones: Buen estado		
Ubicación: Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica		
Reversión: Cilindro hidráulico con válvula de reversión automática		
Puntas: En sección cuadrada		
Protección contra piedras: Mecánico (perno fusible)		
Descripción Adicional		
El arado está preparado para el trabajo en todo tipo de terreno, ruptura e inversión del suelo.		

Figura 3. Catalogación técnica de la rastra aradora

	CATALOGACIÓN GENERAL	ID del Rastra: RA-01
	Categoría	Rastra aradora
	Marca	Baldan
	Modelo	CRI
	Año/Fab.	2023
	Potencia del tractor	118-126 hp
	Ancho de trabajo	2550 mm
	Profundidad de trabajo	150-200 mm
Información Adicional		
Condiciones: Buen estado		
Ubicación: Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Satica		
Número de discos: 20		
Diámetro de discos: 28"		
Descripción Adicional		
Sus ruedas conectadas a cilindros facilitan las operaciones de maniobra, permiten un mejor control de profundidad y el transporte a largas distancias.		

La catalogación permitió identificar diferencias en la antigüedad y disponibilidad de información técnica de los equipos, lo que limita la estandarización de rutinas de mantenimiento. La ausencia de manuales, particularmente en los arados, dificulta la aplicación de procedimientos específicos, como señalan Arévalo y Calle (2019). Según Order (2024), estas restricciones son frecuentes en zonas rurales y exigen planes de mantenimiento contextualizados. Por tanto, se concluye que la identificación técnica precisa de la maquinaria resulta necesaria para realizar diagnósticos confiables y planificar intervenciones de mantenimiento adecuadas, en línea con los objetivos de esta investigación.

3.2 Evaluación del estado actual y mantenimiento crítico

Tabla 2. Porcentaje de cumplimiento del mantenimiento preventivo del tractor John Deere 6603

Tractor agrícola Cabinado	Tareas de Mantenimiento Evaluadas	Estado General	Puntuación (%)	Observaciones
Sistema de lubricación del motor	Filtro de aceite del motor	Bueno	100	Cambiado en el último mantenimiento de 700 horas.
	Aceite de motor	Bueno	100	Cambiado en el último mantenimiento de 700 horas.
Sistema de combustible del motor	Filtro separador de agua	Regular	75	Acumulación de sedimentos; próximo mantenimiento será en 1000 horas.
	Filtro final de combustible	Bueno	100	Funcionando adecuadamente; revisión en la última visita de 700 horas.
Sistema de admisión de aire	Filtro de aire primario	Bueno	100	Buen estado, limpio y sin obstrucciones visibles.
	Filtro de aire secundario	Bueno	100	Buen estado; última revisión en 700 horas.
	Filtro de aire acondicionado	Bueno	100	Funciona bien; buen flujo de aire.
Sistema hidráulico	Filtro de aceite hidráulico	Bueno	100	Buen estado; última revisión en 700 horas.
	Aceite transmisión y sistema hidráulico	Bueno	100	Nivel adecuado detectado en las 876 horas

Sistema de refrigeración	Acondicionador de refrigerante	Bueno	100	Nivel adecuado; última revisión en las 700 horas.
Eje delantero	Aceite SAE 80W - 90 (4x4)	Bueno	100	Revisión realizada en 700 horas y nivel adecuado.

Tabla 3. Porcentaje de cumplimiento del mantenimiento preventivo del arado de vertedera reversible

Parte del arado de vertedera reversible	Tareas de Mantenimiento Evaluadas	Estado General	Puntuación (%)	Observaciones
Cabezal del sistema de reversión	Lubricación del sistema de reversión	Deficiente	25	Acumulación de polvo y falta de lubricación.
Sistema Hidráulico	Inspección de cilindro y mangueras	Crítico	0	Inspección no realizada; expuesta al polvo
Bastidor	Inspección visual, sistema de acople	Crítico	0	Orificio de acoplamiento soldado por enganche incorrecto.
Brazo	Revisión y ajuste de tornillos y tuercas	Deficiente	25	Tornillos y tuercas sin ajuste adecuado; riesgo de desgaste.
Tornillos y Conexiones	Revisión y reemplazo de tornillos fusibles	Crítico	0	Tornillos rotos y oxidados, lo que afecta la estabilidad del conjunto.
Conjunto Reja-Vertedera	Verificación de desgaste, limpieza de residuos	Deficiente	25	Reja con residuos acumulados, Vertedera oxidada por no contar con lugar de almacenamiento

Tabla 4. Porcentaje de cumplimiento del mantenimiento preventivo de la rastra aradora

Parte de la rastra aradora	Tareas de Mantenimiento Evaluadas	Estado General	Puntuación (%)	Observaciones
Neumáticos	Verificación de presión	Bueno	100	Presión correcta y uniforme en ambos neumáticos.
Puntos de Engrase	Lubricación cada 24 horas de trabajo	Regular	50	Puntos de engrase requieren lubricación adicional en varios lugares críticos

Cojinetes de Grasa	Lubricación cada 12 horas de trabajo	Bueno	100	En buen estado, sin necesidad de lubricación adicional. Casquillos autolubrificantes funcionales, sin desgaste visible. Varios pernos oxidados; algunos necesitan reemplazo para evitar inestabilidad. Discos sucios desde el último trabajo, residuos de tierra adheridos. Sin desgaste visible, en buen estado para el próximo trabajo.
Cilindro Hidráulico	Inspección de casquillos autolubrificantes	Bueno	100	
Pernos y Tornillos	Revisión y ajuste	Deficiente	25	
Discos	Limpieza después de cada uso	Regular	50	
Mangueras	Inspección visual antes de cada trabajo	Bueno	100	

Sobre el porcentaje de cumplimiento del mantenimiento preventivo del tractor John Deere 6603, arado de vertedera y rastra aradora, se aplicó una lista de verificación de mantenimiento preventivo basada en el manual del operador en el caso del tractor agrícola y rastra aradora, en el caso del arado de vertedera se recopiló información de manuales similares al arado. También se obtuvieron criterios técnicos adaptados al contexto de la Asociación de Productores Agropecuarios San Francisco de Saticá, (Tabla 2, 3 y 4). Para determinar el grado de cumplimiento del mantenimiento preventivo del tractor John Deere 6603, se evaluaron 11 componentes. A cada componente se le asignó un valor porcentual de cumplimiento: 100 % si el mantenimiento estaba totalmente realizado según las pautas, 75 % si el cumplimiento era parcial, y 0 % si no se realizaba.

En este caso, se obtuvo la siguiente distribución:

Mantenimientos totalmente cumplidos (100 %): 10 componentes

Mantenimiento parcialmente cumplido (75 %): 1 componente

El cálculo del porcentaje de cumplimiento (P.C.) fue el siguiente:

$$\text{Porcentaje de cumplimiento (P.C.)} = \left(\frac{\text{mantenimientos cumplidos}}{\text{componentes evaluados}} \right)$$

En este caso:

- **Mantenimientos cumplidos:** 100 + 100 + 75 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100
- **Componentes evaluados:** 11

Sustituyendo los valores:

$$P.C = \left(\frac{100 + 100 + 75 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100}{11} \right)$$

porcentaje de cumplimiento = 98 %

La evaluación del mantenimiento mostró diferencias claras entre el tractor John Deere 6603 y los implementos asociados. El tractor alcanzó un 98 % de cumplimiento, reflejando un buen estado operativo, sustentado en prácticas sistemáticas, manuales técnicos y capacitación básica del operador, además de registros actualizados y lubricación oportuna.

Estos resultados coinciden con Order (2024), quien señala que el mantenimiento técnico mejora la eficiencia, durabilidad y seguridad de la maquinaria. Arévalo y Calle (2019) complementan que la planificación preventiva reduce fallas y optimiza el desempeño.

En contraste, el arado de vertedera presentó solo un 12.5 % de cumplimiento, evidenciando desgaste, pernos flojos, falta de engrase y corrosión, lo que afecta su funcionalidad y aumenta la carga del tractor, además de riesgos operativos. Arévalo y Calle (2019) destacan que los implementos requieren igual atención técnica que el tractor por su interdependencia.

La rastra aradora mostró un cumplimiento del 75 %, con mantenimiento parcial y deficiencias como engrase insuficiente y desgaste de discos. Aunque funcional, estas carencias afectan eficiencia y vida útil. Order (2024) advierte que los implementos suelen recibir menor atención técnica pese a su impacto en la calidad del trabajo.

Las diferencias reflejan no solo el estado físico, sino también la disponibilidad de manuales, prioridades operativas y nivel de capacitación. En la Asociación San Francisco de Satica, el mantenimiento se centra en el tractor, mientras que los implementos reciben atención limitada y correctiva.

Para mejorar, se recomienda capacitar a operadores, elaborar cartillas ilustradas adaptadas localmente y establecer cronogramas integrales para tractor e implementos, lo que podría optimizar el rendimiento y reducir costos.

3.2.1 Evaluación del estado actual y mantenimiento crítico

Tabla 5. Evaluación general de uso, conservación y mantenimiento básico

Maquinaria agrícola	Criterio	Cumplida (Sí/No)	Observación
Tractor agrícola	<i>Estado Físico</i>	Si	El tractor se encuentra en buen estado físico, no hay desgaste de piezas, la pintura no se encuentra desgastada
	<i>Condiciones de almacenamiento</i>	No	Almacenado al aire libre, sin protección adecuada.
	<i>Prácticas de limpieza</i>	No	Acumulación de polvo y suciedad en varias partes.
Arado de vertedera	<i>Frecuencia de mantenimiento</i>	Si	Mantenimientos realizados según recomendación del fabricante.
	<i>Estado Físico</i>	No	El arado presenta oxidación en varias áreas, orificio de acoplamiento soldado y desgaste general.
	<i>Condiciones de almacenamiento</i>	No	El arado está almacenado al aire libre, expuesto a las inclemencias del clima, sin protección.
	<i>Prácticas de limpieza</i>	No	No se han implementado prácticas regulares de limpieza después del uso.
Rastra aradora	<i>Frecuencia de mantenimiento</i>	No	No se sigue un cronograma de mantenimiento preventivo
	<i>Estado Físico</i>	No	Pernos oxidados; discos sucios.
	<i>Condiciones de almacenamiento</i>	No	Almacenada al aire libre; expuesta a la intemperie.
	<i>Prácticas de limpieza</i>	No	Discos y cuerpo de la rastra con restos de tierra.
	<i>Frecuencia de mantenimiento</i>	No	Lubricación no realizada en los intervalos recomendados.

Los resultados de la Tabla 5. muestran diferencias claras entre el tractor John Deere 6603 y sus implementos agrícolas en cuanto a conservación, almacenamiento y mantenimiento básico. El tractor presenta condiciones físicas favorables y una frecuencia de mantenimiento acorde con las recomendaciones del fabricante. No obstante, se identificaron deficiencias en limpieza y almacenamiento, ya que permanece expuesto a la intemperie y acumula suciedad.

Por su parte, el arado de vertedera reversible y la rastra aradora evidencian un mantenimiento deficiente. Ninguno de los criterios evaluados fue cumplido, y presentan signos de oxidación, acumulación de tierra, ausencia de cronogramas y exposición prolongada al clima, lo que afecta negativamente su durabilidad y funcionalidad.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Arévalo y Calle (2019), quienes indican que el mantenimiento y almacenamiento inadecuados disminuyen la vida útil de los implementos agrícolas.

3.2.2 Percepción del Operador y Gestión del Mantenimiento

Tabla 6. Resultados del tipo de mantenimiento según el operador

Ítems	Gestión de mantenimiento	Resultados
1	Espacio adecuado	No
2	Control estricto de insumos	SI
3	Herramientas necesarias	SI

Tabla 7. Gestión de mantenimiento e insumos

Ítems	Mantenimiento	Operador
1	Correctivo	-
2	Preventivo	-
3	Predictivo	-
4	Desconoce	X

Tabla 8. Registro de entrevista al operador

Pregunta	Respuesta del operador
Frecuencia de uso	Por temporadas o campañas, 5 - 6 horas diarias
Tipo de tareas	Labranza en terrenos duros, transporte
Rendimiento de la maquinaria	Cuenta con 876 horas, el rendimiento es óptimo
Mantenimiento preventivo	Se realiza cada 300 horas de acuerdo a la cartilla de mantenimiento
Ajustes recientes	Cambio de filtros de aceite de motor, combustible, aceite de motor
Problemas recientes	Todo conforme con el tractor y sus implementos
Problemas frecuentes	Por el momento maquinaria operativa
Incidente específico	Oreja de acoplamiento sufrió una rotura, posiblemente por enganche incorrecto
Sugerencias del operador	Mejorar el almacenamiento de la maquinaria para evitar exposición a la intemperie

La entrevista al operador (Tablas 6, 7 y 8) permitió validar parcialmente las condiciones observadas. Aunque dispone de herramientas básicas, no diferencia claramente entre los tipos de mantenimiento (preventivo, correctivo y predictivo), lo que indica una percepción reactiva.

Además, la ausencia de un espacio físico adecuado para almacenamiento de repuestos e insumos limita la gestión eficiente del mantenimiento. Esta situación está alineada con Order (2024), quien destaca la importancia de la capacitación del operador para la implementación efectiva de estrategias preventivas en contextos rurales.

3.2.3 Condición Operativa de la Maquinaria Agrícola

La maquinaria evaluada mostró una condición operativa favorable. El tractor y la rastra funcionaron sin interrupciones importantes, mientras que el arado presentó una falla en el orificio de acoplamiento que generó 30 horas de inactividad (Figura 4.)

Figura 4. Soldadura del orificio de acoplamiento del arado de vertedera reversible



El porcentaje de operatividad calculado fue del 96.6%, lo que refleja una alta disponibilidad funcional durante la campaña agrícola. Este dato evidencia la eficacia del mantenimiento programado para el tractor, aunque señala la vulnerabilidad derivada de errores operativos al manipular los implementos.

3.2.4 Durabilidad y Riesgos Potenciales

El mantenimiento insuficiente del arado y la rastra incrementa el riesgo de fallas prematuras. La rotura del sistema de acoplamiento del arado, atribuida a una mala práctica en el enganche del arado con el tractor agrícola, ejemplifica cómo la falta de capacitación técnica y supervisión puede provocar daños evitables.

Esto coincide con Arévalo y Calle (2019), quienes resaltan la necesidad de formación continua para operadores en zonas rurales, especialmente en el manejo seguro y mantenimiento de implementos agrícolas.

3.2.5 Frecuencia de Mantenimiento y Oportunidades de Optimización

El mantenimiento del tractor se realiza cada 300 horas según el fabricante. Sin embargo, el uso de insumos como el aceite John Deere Plus-50 II permite ampliar este intervalo hasta 750 horas bajo condiciones controladas (John Deere, s.f.).

Esta posibilidad no se ha implementado debido a la falta de monitoreo técnico periódico, lo que indica la necesidad de asesoramiento y soporte técnico especializado para optimizar la gestión del mantenimiento.

3.3 Investigar buenas prácticas de mantenimiento preventivo de maquinaria agrícola en función del contexto local

Los resultados obtenidos indican que las recomendaciones estándar del fabricante deben adaptarse a las condiciones operativas locales. Como señalan Arévalo y Calle (2019), el mantenimiento preventivo resulta más eficaz cuando se ajusta a los factores técnicos, económicos y logísticos del entorno. En este caso, aplicar de forma estricta el intervalo de 250 horas sugerido por el fabricante puede no ser factible en comunidades rurales como Satoca, donde el acceso a talleres especializados es limitado y los costos restringen la frecuencia de intervención.

La entrevista técnica con un especialista de la empresa Tratoni permitió identificar cinco prácticas complementarias aplicables en este contexto (ver Tabla 9): programación periódica ajustada, inspección de componentes clave, lubricación oportuna, almacenamiento en condiciones adecuadas y capacitación del operador. Este último aspecto es particularmente relevante, ya que la participación activa del operador en inspecciones visuales diarias permite detectar fallas tempranas y reducir el riesgo de daños mayores, como lo advierte Order (2024).

Tabla 9. Prácticas complementarias de mantenimiento preventivo contextualizado recomendadas por especialista técnico

Aspecto	Práctica Recomendada	Justificación Técnica
Programación regular	Realizar mantenimiento cada 300 horas bajo condiciones controladas y con insumos originales	La calidad de los insumos y el monitoreo frecuente permiten una extensión razonable del intervalo estándar de 250 horas.
Revisión de componentes	Inspeccionar regularmente partes clave de la maquinaria como el motor, sistema hidráulico, transmisión, y frenos, en caso del tractor agrícola. En el caso de los implementos inspeccionar los discos y cuchillas como también las mangueras hidráulicas	Las fallas en estos sistemas son frecuentes en terrenos accidentados y pueden ser costosas si no se detectan a tiempo.
Lubricación adecuada	Usar lubricantes de alta calidad y aplicar lubricación frecuente en climas extremos (seco o húmedo).	La fricción y el ingreso de contaminantes aceleran el desgaste de las piezas móviles, por lo que la lubricación continua es esencial.
Almacenamiento correcto	Proteger la maquinaria de la intemperie o cubrir con lonas cuando no se disponga de techo.	La exposición a condiciones climáticas severas provoca oxidación y deterioro de componentes metálicos y de goma.
Capacitación del operador	Capacitar al operador en inspecciones visuales diarias, verificación de niveles y uso correcto del equipo.	El operador capacitado actúa como primera línea de detección de fallas, previniendo problemas antes de que se agraven.

Las condiciones ambientales propias de la zona —polvo durante la estación seca y alta humedad en época de lluvias— también justifican ajustes en los intervalos de revisión de filtros y en la selección de lubricantes. Bajo estas circunstancias, el mantenimiento basado en condición, más que en tiempos fijos, se presenta como una estrategia más viable.

Además, la disponibilidad local de repuestos originales en la ciudad de Huamanga facilita la implementación de un plan preventivo más flexible, sin comprometer el desempeño ni la seguridad del equipo

3.4 Diseño técnico de un plan de mantenimiento preventivo por sistemas para maquinaria agrícola

3.4.1. Propuesta técnica de mantenimiento basada en el manual del operador


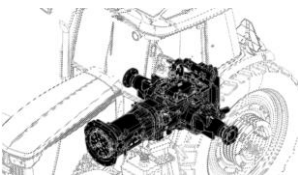
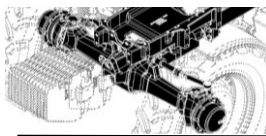
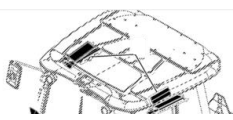
Tabla 10. Frecuencia y actividades de mantenimiento preventivo según el manual del operador del tractor John Deere 6603.

Sistema	Subsistema / Componente	Código / Fluido	Actividad	Horas de mantenimiento
Motor	Filtro de aceite del motor	RE504836	Cambio	100, 400, 700, 1000, 1300
	Aceite de motor	TY26679	Cambio	100, 400, 700, 1000, 1300
	Acondicionador de refrigerante	TY26576R	Cambio / llenado	1300 (según necesidad previa)
	Filtro separador de agua	RE62424	Cambio	100, 400, 700, 1000, 1300
	Filtro final de combustible	RE62419	Cambio	100, 400, 700, 1000, 1300
	Filtro de aire primario y secundario	SU20768 / RE253519	Cambio	1300
Hidráulico y Transmisión	Filtro de aceite hidráulico	SJ11792	Cambio	100, 700, 1300
	Aceite transmisión e hidráulico	AR69444 (15.6 gal)	Cambio	100, 700, 1300
Tracción	Aceite diferencial delantero (4x4) y cubos de ruedas	TY26816 (1.9/0.5 gal)	Cambio	100, 400, 700, 1000, 1300
Cabina	Filtro de aire acondicionado	RE198488	Cambio / limpieza	1000, 1300

El análisis del manual del operador del tractor John Deere 6603 permitió elaborar tablas de mantenimiento por intervalos de uso, aunque con limitaciones para el contexto local de Satica, que requiere ajustes por condiciones de uso intensivo, humedad y escasa asistencia técnica.

3.4.2. Reorganización del plan de mantenimiento por sistemas y subsistema

Tabla 11. Propuesta técnica reorganizada de mantenimiento del tractor JD 6603 por sistemas y subsistemas.

					Horas de mantenimiento				
Sistema	Subsistema	Código	Descripción	100	400	700	1000	1300	
	Motor	RE504836	<i>Filtro de aceite del motor</i>	1	1	1	1	1	
		TY26679	<i>Aceite de motor</i>	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	
		TY26576R	<i>Acondicionador de refrigerante</i>	—	Según se requiera	—	—	5	
		RE62424	<i>Filtro separador de agua</i>	1	1	1	1	1	
		RE62419	<i>Filtro final de combustible</i>	1	1	1	1	1	
		SU20768	<i>Filtro de aire primario</i>	—	—	—	—	1	
		RE253519	<i>Filtro de aire secundario</i>	—	—	—	—	1	
	Hidráulico y Transmisión	SJ11792	<i>Filtro de aceite hidráulico</i>	1	—	1	—	1	
		AR69444	<i>Aceite transmisión/hidráulico</i>	1	—	1	—	15.6	
	Tracción	TY26816	<i>Aceite SAE 80W-90</i>	1.9	0.5	1.9	0.5	1.9	
	Cabina	RE198488	<i>Filtro de aire acondicionado</i>	—	—	—	—	1	

CAPACIDADES DE FLUIDOS

Carter de Motor - 6068T	19 l	6.5 gal	<u>TY26679</u>
Refrigerante de motor	18.5 l	5 Gal	<u>TY26576R</u>
Hidráulico y Transmisión	58 l	15.6 Gal	<u>AR69444</u>
Tracción delantera Diferencial (4x4)	5 l	1.4 gal	<u>TY26816</u>
Tracción delantera Cubos (2)x0.8L c/u (4x4)	1.6 l	0.5 gal	<u>TY26816</u>

Fuente: Cartilla de IPESA-JOHN DEERE – Propia.

Se reorganizó el plan de mantenimiento conforme a los sistemas funcionales del tractor (motor, transmisión e hidráulico, tracción y cabina) con el fin de facilitar la identificación rápida de actividades por componente, optimizar los recursos logísticos y técnicos, y mejorar la programación de las tareas. Esta estructura se presenta en la Tabla 11, que incluye códigos de repuestos, volúmenes de fluidos y periodicidades recomendadas.

3.4.3 Contextualización del mantenimiento en zonas rurales

Tabla 12. Subplan complementario de mantenimiento frecuente para el tractor JD 6603 en contexto rural.

Frecuencia	Actividad recomendada	Responsable	Observaciones
Diariamente o cada 10 h	Revisar nivel de aceite del motor	Operador	Realizar antes de iniciar operaciones.
Diariamente o cada 10 h	Vaciar agua y sedimentos del filtro de combustible	Operador	Especialmente en épocas húmedas.
Diariamente o cada 10 h	Verificar nivel de refrigerante	Operador	Añadir refrigerante si es necesario.
Cuando lo indique el tablero	Limpia el filtro primario y filtro de seguridad del filtro de aire	Operador/Mecánico	Se activa un símbolo de obstrucción en el panel de control.
Cuando se requiera	Calentar el aceite del sistema hidráulico	Operador	En climas fríos o tras largos periodos de inactividad.
Cada 50 horas	Comprobar nivel de aceite hidráulico y de la transmisión	Operador	Verificar también el estado del aceite.
Cada 50 horas	Engrasar tensores laterales del enganche de tres puntos	Operador	Aplicar grasa recomendada por el fabricante.

Frecuencia	Actividad recomendada	Responsable	Observaciones
Cada 50 horas	Revisar presión y estado de los neumáticos	Operador	Ajustar presión según especificaciones del manual.
Cada 50 horas	Limpiar y comprobar estado de la batería	Operador/Mecánico	Verificar conexiones y presencia de sulfato.
Semanalmente	Revisar motor, sistema hidráulico, transmisión y frenos	Mecánico/Operador	Detectar fugas, ruidos inusuales o pérdida de rendimiento.

Tabla 13. Subplan complementario de mantenimiento frecuente para arado de vertedera

Frecuencia	Actividad recomendada	Responsable	Observaciones
Diariamente	Inspección visual de vertederas y rejas	Operador	Verificar desgaste, fisuras o deformaciones.
Cada 8 horas	Limpieza de residuos de tierra y piedras	Operador	Evitar acumulaciones que afecten el rendimiento del laboreo.
Semanalmente	Revisión de tornillos y pernos	Mecánico/Operador	Asegurar que no haya partes sueltas.
Cada 50 horas	Engrase de bujes y puntos de articulación	Operador	Utilizar grasa recomendada por fabricantes de implementos.
Cada campaña	Revisión y posible reposición de rejas o cuchillas	Técnico/Mecánico	Sustituir en caso de desgaste severo.

Tabla 14. Subplan complementario de mantenimiento frecuente para rastra aradora

Frecuencia	Actividad recomendada	Responsable	Observaciones
Diariamente	Limpieza general de discos y chasis	Operador	Eliminar residuos de tierra o maleza adherida.
Cada 10 horas	Revisión de fijación de discos y brazos	Operador	Ajustar tuercas y tornillos sueltos.
Semanalmente	Engrase de rodamientos y puntos móviles	Operador/Mecánico	Seguir el esquema de engrase del manual de referencia.
Cada 50 horas	Verificación del ángulo de corte y nivelación	Técnico	Ajustar para mantener la eficiencia del laboreo.
Fin de campaña	Inspección completa de discos y chasis	Técnico especializado	Evaluar desgaste, fisuras; reemplazar discos si es necesario.

El análisis del Manual del Operador del tractor John Deere 6603 permitió organizar las tareas de mantenimiento preventivo por intervalos técnicos (10 a 1300 horas) y sistemas: motor, transmisión, sistema hidráulico, tracción y cabina.

Sin embargo, en zonas rurales como Satica, las condiciones ambientales (polvo, terreno pedregoso y limitada asistencia técnica) exigen frecuencias mayores. Aunque la maquinaria opera solo en temporada seca, el desgaste de componentes expuestos es acelerado. Ante ello, se diseñó un subplan complementario con actividades diarias, semanales y cada 50 horas, enfocadas en el operador: verificación de fluidos, limpieza de filtros, engrase, y revisión de neumáticos y batería (Tabla 12).

También se propusieron rutinas para los implementos agrícolas: arado de vertedera y rastra aradora. En ausencia de manual técnico para el arado, se usaron como referencia modelos TATU y BISON. En la rastra aradora, se aplicaron las indicaciones del manual BALDAN, considerando uso frecuente y abrasivo del suelo (Tablas 13 y 14).

Además, se elaboró una cartilla de mantenimiento para registrar tareas, horas de uso, observaciones y responsables, facilitando el control técnico del equipo.

Los resultados evidencian la necesidad de adaptar el mantenimiento al contexto local para preservar la operatividad y prolongar la vida útil de la maquinaria. Aunque el manual del operador es útil, su carácter genérico limita su aplicabilidad en entornos rurales. Esto concuerda con La Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2018) recomienda adecuar el mantenimiento a las condiciones de trabajo, especialmente en regiones con alta dependencia de mecanización y recursos limitados.

En el caso del arado, la ausencia de manual se suplió con modelos análogos, como recomiendan Arévalo y Calle (2019), al validar alternativas funcionales en campo. Para la rastra, el plan siguió las recomendaciones del fabricante.

La cartilla implementada refuerza la planificación técnica y el seguimiento sistemático, en línea con Order (2024), quien destaca su utilidad en la gestión de activos mecánicos en zonas rurales.

CONCLUSIONES

1. Se identificaron y catalogaron los equipos agrícolas en uso, lo que facilitó el diagnóstico técnico y permitió una planificación eficiente de las acciones de mantenimiento, contribuyendo a mejorar la operatividad de los equipos.
2. La evaluación del estado de conservación reveló diferencias significativas en el cumplimiento de las pautas de mantenimiento. El tractor John Deere 6603 alcanzó un 98% de cumplimiento, mientras que la rastra aradora mostró un 75% y el arado de vertedera apenas un 12.5%. Esto resalta la necesidad de priorizar la intervención correctiva en el arado de vertedera, dado su estado deficiente.
3. Las prácticas de mantenimiento se ajustaron a las condiciones operativas locales, combinando las pautas del fabricante con el conocimiento empírico de los técnicos y operadores. Este enfoque adaptado resultó en intervenciones más efectivas y pertinentes para la comunidad.
4. Se diseñó un plan de mantenimiento detallado por sistemas mecánicos, con cronogramas y materiales específicos adaptados a las condiciones locales, lo que favorece su implementación en campo y asegura su sostenibilidad a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo, L., & Calle, J. (2019). *Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de San José de Lourdes, San Ignacio, Cajamarca* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/223>
- Arroyo Vaca, C. S., & Obando Quito, R. F. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 4(10), 59–69. <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>
- Fxdev. (2024, 13 de septiembre). *Fallos comunes de las piezas de maquinaria pesada y*

cómo prevenirlos. Gregory Poole. <https://www.gregorypoole.com/es/common-equipment-parts-failures-prevention/>

Gimeno, L. (2024, 19 de enero). *Almacenamiento de maquinaria agrícola: Consejos para la temporada inactiva*. Fandos Agricultura. <https://www.fandosagricultura.com/fandos-agricultura/almacenamiento-de-maquinaria-agricola-consejos-para-la-temporada-inactiva/>

John Deere. (s.f.). *Manual del operador: Tractor agrícola JD 6603 (OMRE225831_63)*. https://manuals.deere.com/omview/OMRE225831_63/

Order, S. (2024, 26 de septiembre). *Mantenimiento preventivo: Qué es, tipos y cómo hacerlo eficazmente*. STEL Order. <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/#por-que-es-importante-el-mantenimiento-preventivo>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *Tractor and farm machinery operation and maintenance: A practical manual for operators and technicians*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/CA2480>