

Facultad de Tecnología de la Industria

Propuesta de plan de mantenimiento preventivo de los equipos del área de trillado, evitando retrasos y pérdidas en el proceso, en la empresa Agropecuaria Valdivia, en el municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa, del año 2022.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Industrial

Elaborado por:

Br. Alondra Belén
Cuadra Pravia
Carnet: 2017-0031N

Br. José Alejandro
Fernández Martínez
Carnet: 2017-0015N

Br. Oscar Sael Bravo
Dávila
Carnet: 2017-0315N

Tutor:

MSc. Dominga Dalila
González Cantarero

15 de abril de 2023
Managua, Nicaragua

Managua, 26 de julio de 2022

Brs. José Alejandro Fernández Martínez
Oscar Sael Bravo Dávila
Alondra Belén Cuadra Pravia

Por este medio hago constar que el protocolo de su trabajo titulado **Propuesta de plan de mantenimiento preventivo de los equipos del área de trillado, evitando retrasos y pérdidas en el proceso, en la empresa Agropecuaria Valdivia, en el municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa, del año 2022, para obtener el título de Ingeniero Industrial** y que contará con la **MSc. Dominga Dalila Gonzáles Cantarero** como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Cordialmente,


MSc. Luis Alberto Chavarría Valverde
Decano



C/c Archivo
LCHV/art

Managua, 17 de abril de 2023

MSc. Luis Alberto Chavarría Valverde
Decano de Facultad de Tecnología de la Industria
Universidad Nacional de Ingeniería UNI
Su despacho

Estimado MSc. Chavarría reciba un cordial saludo.

Tengo el agrado de dirigirme a usted con el objeto de hacer de su conocimiento, que la Monografía titulada "Propuesta de plan de mantenimiento preventivo de los equipos del área de trillado, evitando retrasos y pérdidas en el proceso, en la empresa Agropecuaria Valdivia, en el municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa, del año 2022", elaborada por los estudiantes Alondra Belén Cuadra Pravia, identificada con carné universitario 2017-0031N, Br. Oscar Sael Bravo Dávila identificado con carné universitario 2017-0351N y Br. José Alejandro Fernández Martínez, identificado con carné universitario 2017-0015N, ha cumplido con los contenidos orientados por la normativa institucional.

Ratifico que el documento elaborado cumple con todos los requerimientos para optar al grado de Ingeniero Industrial. Por tanto, certifico que los tesisistas están preparados para continuar con los procedimientos relacionados con la defensa

Agradeciéndole mucho por sus gestiones; aprovecho para reiterarle mis más altas muestras de aprecio y consideración.

Atentamente;


Tutor; MSc. Dominga Dalia González Cantarero
Catedrática Universitaria



AGROPECUARIA VALDIVIA S, A

KM 116 CARRETERA PANAMERICANA, TEL 2779-0413

San Isidro 12 julio 2022.

MSc. Luis Alberto Chavarría

Decano de la FTI

Su despacho

Por este medio le comunico que la Empresa Agropecuaria Valdivia S,A otorga la autorización a los bachilleres Alondra Belén Cuadra Pravia quien se identifica con carnet N° 2017-0031N , Br. Oscar Sael Bravo Dávila, identificado con carnet N° 2017-0351N y Br. José Alejandro Fernández Martínez quien se identifica con carnet N° 2017-0015N.

Con la finalidad que puedan desarrollar su tesis monográfica que lleva como título "Propuesta de Plan de mantenimiento preventivo de los equipos del área de trillado, evitando retrasos y pérdidas en el proceso, en la empresa agropecuaria Valdivia S,A en el municipio de San Isidro, Departamento de Matagalpa del año 2022, para optar al título de ingeniería Industrial.

Quienes se comprometen a trabajar con responsabilidad, dedicación, ética y conocimiento manteniendo el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva.

Sin más a que hacer referencia me despido deseándole éxitos en sus actividades.


Sr. Nieves Emilio Rodríguez

Responsable de Planta

Cel.58162977



GERENCIA



Lider en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
SECRETARÍA DE FACULTAD**

F-8 CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ESTUDIO.

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Industria hace constar que el Br:

CUADRA PRAVIA ALONDRA BELÉN

Carné: **2017-0031N** Turno: **Diurno** Plan de estudios: **2015**, Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a su plan de estudio, y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua a los dos días del mes de febrero del año dos mil veintidós.

Atentamente,


Ing. Wilmer Ramirez Velásquez
Secretario de Facultad



WRV/Jeaninna

Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 Tel: 22486879-22490942-22401653



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

FERNÁNDEZ MARTÍNEZ JOSÉ ALEJANDRO

Carne: **2017-0015N** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y cinco días del mes de noviembre del año dos mil veinte y uno.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Camírez Velásquez
Secretario de Facultad





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

BRAVO DÁVILA OSCAR SAEL

Carne: **2017-0351N** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los dieciocho días del mes de noviembre del año dos mil veinte y uno.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad



AGRADECIMIENTOS

Los autores de este proyecto queremos agradecer de manera especial a nuestra Coordinadora de Ingeniería Industrial quien ha sido nuestra tutora con el desarrollo del proyecto presente, con sus experiencia y buenos consejos han sido una guía fundamental para la realización del mismo.

De igual manera queremos agradecer a las personas que conforman la empresa "Agropecuarias Valdivia, S.A" que nos han abierto las puertas brindando su apoyo y confianza incondicional para el desarrollo de este proyecto que esperamos sea provechoso para la misma.

A todo el personal docente y administrativo que conforman la Facultad de Ingeniería Industrial quienes nos ayudaron con inquietudes y problemas durante la etapa universitaria desde el inicio hasta la finalización de nuestra carrera.

DEDICATORIA

Dedico este logro principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres quienes, por ser a lo largo de este camino, mi principal fuente de inspiración, empeño y fortaleza para superarme, por confiar cada día en mi avidez de lograr esta meta y ser soporte absoluto en mi formación académica y profesional, es gracias a cada consejo, cada palabra de ánimo y cada esfuerzo de ellos que me motivó a luchar por este objetivo.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional de Ingeniería, a toda la Facultad de Tecnología de la Industria, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad,

Alondra Belén Cuadra Pravia.

A Dios, nuestro padre celestial, quien nos permite el vivir de cada día y nos da la fuerza para seguir adelante.

Dedico mi tesis con todo mi ser, a mi querido padre **Ismael Fernández**, a mi adorada madre **Fátima Martínez** y a la persona que atesoro en mis recuerdos con todo mi cariño hasta el cielo mi inolvidable abuela **Balbina Martínez**. De igual manera a mis apreciadas hermanas, hermanos, tía, tío, primos y amigos. Jamás dejarán de rondar en mis pensamientos.

Hago mención especial a mi hermana **Fanny Martínez** y a mi hermano **Abdel Fernández** a quienes admiro y respeto porque con su ejemplo me mostraron el camino de la superación y la recompensa del trabajo constante.

José Alejandro Martínez Fernández

Esta tesis está dedicada a mi madre, quien me enseñó que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo. También está dedicado a mi padre, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez.

Me gustaría agradecer en estas líneas la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo. En primer lugar, quisiera agradecer a mis padres que me han ayudado y apoyado en todo este proceso de formación, a mi tutor, Msc. Dalila González Cantarero, por haberme orientado a lo largo de todo este tiempo.

Así mismo, deseo expresar mi reconocimiento a la Universidad Nacional de Ingeniería y a todo el personal que corresponde a dicha casa de estudios que formaron parte en mis estudios.

A todos mis amigos, vecinos y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

Oscar Sael Bravo Dávila

RESUMEN EJECUTIVO

La monografía consiste en el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas de la empresa "Agropecuarias Valdivia", los cuales están bajo la supervisión del área de servicios generales.

Para el desarrollo de este trabajo, inicialmente se realizó un diagnóstico para conocer la situación actual de los equipos y maquinarias del trillo, a través de técnicas de observación y herramientas como el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto. Posteriormente, se realizó una evaluación de los procedimientos establecidos por la empresa para la ejecución del mantenimiento, del control y recolección de información para los seguimientos de los futuros mantenimientos.

Se diseñaron las fichas, formatos e instructivos que son necesarios para el registro, control y seguimiento de las actividades de mantenimiento preventivo de cada equipo, así mismo se recopiló toda la información y registro de las máquinas, así como los indicadores relevantes dentro de mantenimiento,

Por último, se presenta una propuesta de plan de mantenimiento preventivo, la cual contiene una serie de actividades que deberán ser ejecutadas en cada equipo con el fin de garantizar la confiabilidad y operatividad de los mismos. También una lista básica de herramientas y misceláneos con lo que el área de Servicios Generales debe de contar para la buena ejecución del mantenimiento.

Se realizó la matriz de pronóstico y costo para optimizar el equipo y minimizar los costos. Así como la programación de actividades de mantenimiento que permitirá garantizar la realización de actividades de mantenimiento que mejor convengan a cada equipo en dependencia de su uso y aplicación.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	21
II.	ANTECEDENTES	22
III.	JUSTIFICACIÓN	23
IV.	OBJETIVOS	24
4.1.	Objetivo General	24
4.2.	Objetivos Específicos	24
V.	MARCO TEORICO	25
5.1.	Mantenimiento Industrial	25
5.1.1.	Objetivos del Mantenimiento	25
5.1.2.	Ventajas del Mantenimiento Industrial	26
5.2.	Planificación del Mantenimiento Industrial	26
5.2.1.	Proceso de Planificación del Mantenimiento	26
5.3.	Factores del Mantenimiento	27
5.3.1.	Confiabilidad	27
5.3.2.	Disponibilidad	27
5.3.3.	Tiempo Medio entre Fallas	28
5.3.4.	Tiempo Medio para Reparar	28
5.3.5.	Mantenibilidad	29
5.3.6.	Disponibilidad por Averías	29
5.4.	Tipos de Mantenimiento	29
5.4.1.	Mantenimiento Preventivo	29
5.4.2.	Mantenimiento Correctivo	30
5.4.3.	Mantenimiento Predictivo	30
5.4.4.	Mantenimiento Productivo Total	30
5.5.	Plan de Mantenimiento	31

5.6.	Fichas Técnicas y Formatos -----	31
5.6.1.	Tarjeta Maestra -----	31
5.6.2.	Hoja de Vida -----	32
5.6.3.	Informe de Mantenimiento -----	32
5.6.4.	Criticidad de Activos -----	33
5.7.	Etapas de la Gestión de Mantenimiento -----	33
5.7.1.	Requerimientos -----	34
5.7.2.	Programación de Trabajos, Ejecución del Trabajo y Finalización de Trabajos-----	34
5.7.3.	Control-----	34
5.7.4.	Evaluación-----	35
5.8.	Costos de Mantenimiento-----	35
VI.	DISEÑO METODOLÓGICO -----	36
6.1.	Enfoque y Tipo de Investigación -----	36
6.2.	Universo y Muestra -----	37
6.3.	Indicadores de Estudio -----	37
6.4.	Etapas de la Investigación-----	38
6.4.1	Primera Etapa -----	38
6.4.2	Segunda Etapa-----	39
6.4.3	Tercera Etapa -----	39
VII.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA -----	40
7.1.	Datos Generales de la Institución -----	40
7.1.1.	Misión-----	41
7.1.2.	Visión -----	41
7.1.3.	Valores Corporativos -----	41
7.2.	Descripción de las Actividades que se realizan en el Trillo “AGROPECUARIA VALDIVIA”.-----	42

7.3.	Diagnóstico de la Situación Actual de Cada Uno de los Equipos y Máquinas Ubicados en el Trillo “AGROPECUARIA VALDIVIA” -----	43
7.4.	Análisis de Fallas Frecuentes-----	46
7.4.1.	Diagrama de Ishikawa-----	49
VIII.	DISEÑO DE FICHAS TÉCNICAS Y FORMATOS -----	51
8.1.	Inventario de Máquinas-----	51
8.2.	Ficha Técnica -----	52
8.3.	Carta de Lubricación -----	53
8.4.	Control de Lubricación-----	53
8.5.	Historial de Máquinas y Equipos -----	54
8.6.	Costos de Mantenimiento por Equipo -----	55
8.7.	Programa de Mantenimiento Preventivo por Equipo -----	56
8.8.	Mantenimiento Autónomo-----	57
8.9.	Inspección de Máquinas y Equipos -----	58
8.10.	Orden de Trabajo de Mantenimiento-----	59
IX.	ELABORACIÓN DEL PLAN MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS Y MÁQUINAS -----	60
9.1.	Actividades de Mantenimiento de los Equipos y Máquinas-----	60
9.1.1.	Mantenimiento Autónomo -----	60
9.1.2.	Inspecciones Periódicas Programadas-----	61
9.1.3.	Lubricación -----	62
9.1.4.	Ajustes-----	62
9.1.5.	Organización del Área de Mantenimiento-----	63
9.1.6.	Procedimiento General de Mantenimiento-----	64
9.2.	Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo-----	66
9.2.1.	Codificación de Máquinas y Equipos-----	67
9.2.2.	Inventario de Máquinas y Equipos -----	70
9.2.3.	Análisis de Criticidad -----	71

9.2.4.	Información Técnica de Equipos -----	75
9.2.5.	Programa de Mantenimiento Preventivo para los Equipos Críticos 83	
9.2.6.	Materiales Necesarios Para Cumplir el Plan de Mantenimiento	99
9.3.	Matriz de Pronósticos y Costos de Mantenimiento -----	100
X.	CONCLUSIONES -----	109
XI.	RECOMENDACIONES -----	110
XII.	BIBLIOGRAFÍA-----	111
XIII.	ANEXOS -----	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores de Estudio de la Investigación.....	37
Tabla 2: Fallas y Frecuencia en Clasificadora	46
Tabla 3. Evaluación de Fallas en Máquina Clasificadora	48
Tabla 4. Inventario de Máquinas	51
Tabla 5. Ficha Técnica de Máquinas.....	52
Tabla 6. Carta de Lubricación.....	53
Tabla 7. Control de Lubricación.....	54
Tabla 8. Historial de Máquinas y Equipos	55
Tabla 9. Costos de Mantenimiento	56
Tabla 10: Mantenimiento Preventivo por Equipos	56
Tabla 11. Mantenimiento Autónomo.....	57
Tabla 12. Inspección de Máquinas y Equipos	58
Tabla 13. Orden de Trabajo	59
Tabla 14. Código de Área de Producción.....	69
Tabla 15. Código de Equipos	69
Tabla 16. Inventario de Máquinas y Equipos.....	70
Tabla 17: Tasa de Utilización del Equipo	71
Tabla 18: Valores para Equipo Auxiliar	72
Tabla 19: Valores de Influencia del Equipo en el Proceso	72
Tabla 20: Valores para la Influencia Final en Calidad del Producto.	72
Tabla 21: Valores de Costo Mensual por Mantenimiento	73
Tabla 22: Valores para el Número de Paros por Mes.....	73
Tabla 23: Valores Según Grado de Especialización.....	73
Tabla 24: Valores para la Influencia del Equipo Sobre la Seguridad Industrial.	74
Tabla 25: Criticidad de Equipos de la Empresa Agropecuaria Valdivia	75
Tabla 26: Tarjeta Maestra de la Máquina Limpiadora	76
Tabla 27: Tarjeta Maestra de la Máquina Descascaradora	77
Tabla 28: Tarjeta Maestra de la Máquina Separadora	78
Tabla 29: Tarjeta Maestra de la Máquina Pulidora	79
Tabla 30: Tarjeta Maestra de la Máquina Clasificadora	80
Tabla 31: Hoja de Vida la Máquina Limpiadora	81

Tabla 32: Hoja de Vida de la Máquina Descascaradora.....	81
Tabla 33: Hoja de Vida de la Máquina Separadora	82
Tabla 34: Hoja de Vida de la Máquina Pulidora.....	82
Tabla 35: Hoja de Vida de la Máquina Clasificadora	83
Tabla 36: Matriz de Pronósticos y Costos de Mantenimiento	102
Tabla 37: Plan de Mantenimiento de los Equipos.....	105

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Plano de Localización “Agropecuaria Valdivia”	40
Ilustración 2. Diagrama de Ishikawa.....	50
Ilustración 3. Codificación de Máquinas	67
Ilustración 4. Posición de los Equipos en el Área de Trabajo.....	68
Ilustración 5: Clasificadora por Color.....	85
Ilustración 6: Secadora de Granos	93
Ilustración 7: Descascaradora de Granos	95
Ilustración 8: Mesa Paddy	96
Ilustración 9: Pulidora de Granos	98
Ilustración 10: Limpiadora de Granos.....	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Análisis de Fallas en Máquina Clasificadora.....	47
Gráfico 2. Curva de Fallas	49
Gráfico 3. Sistema de Inspecciones Programadas.....	62
Gráfico 4: Organización del Área de Mantenimiento	63

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es el alimento básico para gran parte de la población mundial, es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. En Nicaragua tiene gran relevancia como cultivo alimenticio. (InfoAgro, s.f.)

En la parte norte del país, se encuentran los mayores cultivos de arroz, destacando Sébaco y San Isidro, municipios que pertenecen al departamento de Matagalpa, donde existe un gran número de empresas de Trillos de este cereal, los cuales brindan servicios a los cultivadores de arroz.

La ejecución de la mayor parte de los procesos en estos trillos se realiza con el uso de máquinas, lo que provoca que la operatividad de la planta dependa principalmente de la disponibilidad de la maquinaria. Por tanto, esto podría convertirse en un problema muy serio, al no disponer de programas de mantenimiento, puesto que, pueden ocurrir fallas en la maquinaria, ocasionando enormes pérdidas para la empresa, ya que, por cada parada por fallas, son miles de quintales que no se procesan.

El Trillo de la empresa Agropecuaria Valdivia está ubicado en San Isidro-Matagalpa. Este trillo brinda un servicio de secado y trillado de granza de arroz a los diferentes productores que residen en la zona. Estos dos procesos son importantes para obtener el arroz en oro y sus derivados, ya que definen la calidad del producto final al dejarlo en granos enteros o quebrados.

De ahí que, debido a la gran demanda existente de arroz y en busca de la excelencia, se realizó un plan de mantenimiento preventivo que permita reducir significativamente las averías, evitando los retrasos, pérdidas y desperdicios para maximizar la producción en el trillo. Para este manual, inicialmente se realizó un diagnóstico para conocer el estado actual de la maquinaria, posteriormente se realizaron fichas técnicas y otros formatos necesarios para la finalización de el plan detallado de mantenimiento para cada una de las máquinas del trillo.

II. ANTECEDENTES

La empresa Agropecuaria Valdivia fue fundada el 14 de Julio en el año 1990, ubicada en el km 116 y medio de la carretera panamericana norte, San Isidro – Matagalpa. Inició operaciones con diez clientes, quienes solicitaban servicio de secado y trillado con una capacidad total de producción de 10,000 quintales de granza. Hoy en día su capacidad actual es de xx quintales, gracias al crecimiento exponencial de la demanda.

En sus inicios, la empresa funcionaba de manera ambigua, ya que, no poseían un plan específico de mantenimiento para los equipos y máquinas existentes; cuando se presentaba una falla en algún equipo, no se realizaba ningún tipo de revisión, sino hasta que este dejaba de funcionar, se procedía a realizar el mantenimiento al equipo, suponiendo pérdidas sustanciales y paro total en la producción.

Aunque se realizan algunas actividades para la reducción de fallos, desperfectos y paros de planta, es importante mencionar que no son suficientes para garantizar que la planta opere a su máxima capacidad por mucho tiempo.

En la actualidad, no han llevado a cabo ningún tipo de estudio relacionados con planes de mantenimiento u otras investigaciones que hayan dado solución a la problemática existente. Todas las actividades que se hacen con respecto al tema en estudio, son ejecutadas de forma tradicional, basadas en la experiencia que algunos jefes de área han venido adquiriendo, sin la aplicación de técnicas de la administración del mantenimiento industrial.

La empresa Agropecuaria Valdivia no cuenta con información escrita sobre plan de mantenimiento preventivo. Por lo que, ha incurrido en altos costos relativas a estas fallas, siendo esta una de las principales causas que imposibilita el cumplimiento de las fichas técnicas e instructivos de las actividades de mantenimiento de la empresa y, por tanto, el aprovechamiento en su totalidad de la planta.

III. JUSTIFICACIÓN

El mantenimiento es más que solo hacer que las máquinas operen, hoy en día su importancia va más allá de ese objetivo. Este se enfoca en cumplir con los planes de producción para satisfacer las expectativas de los clientes; sin embargo, esto es posible a través de la confiabilidad y disponibilidad óptima de las maquinarias.

En la empresa se ha tratado de resolver los problemas referentes a fallas que las máquinas han presentado a lo largo de este tiempo; no obstante, no se ha podido encontrar una solución que minimice los desperfectos de los equipos y que logre el cumplimiento satisfactorio de las metas de producción, debido a la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo.

Por tanto, esta investigación comprendió la elaboración de este plan de mantenimiento preventivo, puesto que, contar con un programa de mantenimiento reduce el riesgo en las empresas de realizar mantenimientos correctivos, disminución de tasas de desgaste de los equipos y la reducción de averías que resultan nocivas a la producción.

Con este plan de mantenimiento se pretendió demostrar que, con su aplicación correcta, se reducen las paradas repentinas que conllevan a las pérdidas, aumenta la calidad del producto final y, por consiguiente, la eficiencia de los procesos y sus niveles de competitividad, consiguiendo la prolongación de la vida útil de los equipos para el cumplimiento de los procesos de trabajo establecidos.

Con la implementación de esta propuesta, también se benefició a los colaboradores del trillo, ya que se disminuyeron los accidentes de trabajo que puedan surgir, garantizando una mayor productividad y seguridad. Así mismo, este estudio sirvió como marco de referencia para profundizar en trabajos aplicados sobre los planes de mantenimiento.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- ✓ Proponer un plan de mantenimiento preventivo de los equipos del área de trillado de arroz para evitar retrasos y pérdidas en la empresa Agropecuaria Valdivia, en el municipio San isidro, Matagalpa.

4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Establecer un diagnóstico de la situación actual de cada uno de los equipos mediante la observación en el área del trillo para conocer las condiciones en las que se encuentra la maquinaria.
- ✓ Diseñar fichas técnicas, instructivos y formatos necesarios para un mayor control y registro de actividades de mantenimiento preventivo acorde a las necesidades de las maquinas existentes en el trillo.
- ✓ Realizar la planificación de las acciones de mantenimiento requeridas mediante la matriz de pronóstico y costo para reducir costos y la optimización de los equipos.

V. MARCO TEORICO

Para la elaboración de un plan de mantenimiento es de suma importancia conocer los elementos básicos y conceptos que lo conforman.

5.1. Mantenimiento Industrial

El mantenimiento industrial es la agrupación de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de detectar, corregir o prevenir los problemas ocasionados por las fallas potenciales de las funciones de una maquina o equipo a fin de asegurar que una instalación, sistema industrial, una maquina u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creadas manteniendo la capacidad y la calidad especificadas. (Cansino Flores & Lucero Díaz, 2015)

5.1.1. Objetivos del Mantenimiento

El mantenimiento industrial dentro de una organización tiene como propósitos fundamentales, la disminución de los paros imprevistos del equipo, conservar la capacidad a la máxima eficiencia de trabajo de las máquinas, contribuir al aumento de la productividad, garantizar la seguridad industrial, mejorar la calidad de los productos o servicios realizados, depreciación de costos y optimizar recursos.

Para llevar a cabo estos objetivos es necesario realizar algunas tareas específicas a través del departamento de mantenimiento, tales como:

- ✓ Planificar las actividades para la aplicación del mantenimiento en los momentos más apropiados.
- ✓ Analizar si es conveniente el seguir dando mantenimiento a una máquina o buscar reemplazo.
- ✓ Suministrar al personal de mantenimiento de herramientas adecuadas.
- ✓ Instruir al personal sobre principios y normas de seguridad industrial.
- ✓ Mantener actualizado el stock de repuestos y lubricantes.

5.1.2. Ventajas del Mantenimiento Industrial

Una buena planificación y ejecución del mantenimiento industrial hace que las empresas cuenten con las siguientes ventajas:

- ✓ Satisfacción de los clientes con respecto a la entrega del producto en el tiempo acordado.
- ✓ Disminución de accidentes de trabajo ocasionados por el mal estado de los equipos.
- ✓ Se evaden daños irreparables en las máquinas.
- ✓ Provee la elaboración del presupuesto acorde con a las necesidades de la empresa.
- ✓ Declinación de costos provocados por detenciones inútiles del proceso de producción por mantenimiento imprevisto.
- ✓ Prolongar la vida útil de los bienes.
- ✓ Reducción de las tasas de fallas y desgastes.

5.2. Planificación del Mantenimiento Industrial

La planificación de mantenimiento implica la supervisión de condiciones de activos para evaluar la necesidad de trabajo de mantenimiento a corto plazo. Las decisiones en planificación de mantenimiento se basan en la disponibilidad de herramientas, mano de obra y recursos. (IBM, 2021)

5.2.1. Proceso de Planificación del Mantenimiento

La planificación del mantenimiento es una actividad importante que permite a los supervisores del área de proceso o personal de mantenimiento realizar las actividades planeadas en tiempo y forma a los activos.

De acuerdo a Covarrubias (2017), para la planeación del mantenimiento se requiere de realizar algunas actividades que se enlistan a continuación:

- ✓ Que permitan a la persona encargada de realizar la intervención de mantenimiento, identificar el activo.

- ✓ Qué tipo de activo es el que recibirá la intervención (Maquinaria, edificio, equipo de IT, entre otros).
- ✓ Qué actividad se estará realizando al activo.
- ✓ Qué materiales se requerirán para cada tarea planeada.
- ✓ Que tiempo se empleará en cada tarea planeada.
- ✓ Qué número de personas se requerirán de acuerdo a la especialidad de cada tarea.
- ✓Cuál es el tiempo requerido para la intervención.

5.3. Factores del Mantenimiento

Existen factores que influyen a la hora de implementar un sistema de mantenimiento y que, por lo general, no se tienen en cuenta. Evidentemente estos factores suponen una carga adicional de trabajo, sin embargo, es mucho mayor el beneficio económico y de tiempo que podemos obtener. (Partida, 2012)

5.3.1. Confiabilidad

La confiabilidad de la gestión de mantenimiento se evalúa dentro del porcentaje o probabilidad de funcionamiento adecuado de los artículos en la cadena de producción. Esta medición se realiza mediante la evaluación de datos, que incluyen el historial de rendimiento del equipo y su estimación cualitativa de la operación futura.

5.3.2. Disponibilidad

La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del

sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma a disminuir el costo total del ciclo de vida.

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento}{Horas\ Totales}$$

5.3.3. Tiempo Medio entre Fallas

Una falla es un evento que cambia el estado de un producto de operacional a no operacional. En este sentido la Tasa de Falla (TF) puede ser expresada tanto como un porcentaje de fallas sobre el total de productos examinados o en servicio (en términos relativos), o también como un número de fallas observadas en un tiempo de operación (en este caso en términos nominales). (Tasa de Falla y Tiempo Medio entre Fallas (MTBF), 2011)

Dado lo anterior se dispone de las siguientes fórmulas para el cálculo de la Tasa de Fallas.

$$TF_{\%} = \frac{Número\ de\ Fallas}{Número\ de\ Examinados}$$

$$TF_n = \frac{Número\ de\ Fallas}{Tiempo\ de\ Operación} = \frac{F}{TT - NOT}$$

Donde F representa el número de fallas, TT el tiempo total y NOT el tiempo no operacional.

5.3.4. Tiempo Medio para Reparar

Mean Time to Repair (MTTR) o Tiempo Medio de Reparación, también es conocido como Tiempo Medio de Mantenimiento Correctivo, y representa el tiempo medio necesario para reparar una avería y hacer que un equipo vuelva a funcionar normalmente. Machado, (2022)

El MTTR es un indicador de facilidad de mantenimiento (mide la facilidad en que un equipo puede repararse). Un Tiempo Medio de Reparación elevado puede indicar que la sustitución de un determinado activo es más barato o

preferible que la reparación. Por otro lado, un MTTR más bajo puede sugerir que «usar hasta averiar» no es una mala opción para ese equipo.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{tiempo total de mantenimiento}}{\text{número de reparaciones}}$$

5.3.5. Mantenibilidad

La mantenibilidad (o capacidad de mantenimiento) es la facilidad, precisión y seguridad con la que se realizan las tareas de mantenimiento después de detectar una avería en un activo o equipo. Por lo tanto, calcular la mantenibilidad es estimar la probabilidad de que un equipo vuelva a funcionar normalmente después del mantenimiento.

5.3.6. Disponibilidad por Averías

La disponibilidad por averías es un índice de la disponibilidad, Incluye sólo intervenciones no programadas. Se expresa con la siguiente ecuación; Disponib. por avería = Horas totales – Horas de parada por avería / horas totales. No toma en cuenta las paradas programadas de los equipos. Igual al anterior, se calcula la media aritmética de la disponibilidad por avería, para ofrecer un dato único. (Efiempresa, 2022)

5.4. Tipos de Mantenimiento

Existen diferentes tipos de mantenimiento según las actividades a realizar y el momento de su ejecución.

5.4.1. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se aplica por los técnicos y jefes de mantenimiento antes de que se produzca cualquier avería o fallo. Su objetivo es reducir la probabilidad de avería o degradación de un equipo, componente o pieza de repuesto.

Para poder implementar este tipo de mantenimiento, los equipos deben tener en cuenta el historial de la pieza y hacer un seguimiento de las fallas del pasado. Por lo tanto, pueden identificar los intervalos de tiempo durante los cuales un equipo podría averiarse.

5.4.2. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo se lleva a cabo inmediatamente después de que se haya detectado un defecto en un equipo o en una línea de producción: su objetivo es hacer que el equipo vuelva a funcionar normalmente, para que pueda realizar su función asignada con la mayor celeridad posible. En realidad, el mantenimiento correctivo puede planificarse o no, dependiendo de si se ha creado o no un plan de mantenimiento. (Aula 21, 2022)

5.4.3. Mantenimiento Predictivo

El sistema Mantenimiento Predictivo se define como "el conjunto de actividades, programadas para detectar las fallas de los equipos por revelación antes que sucedan, con los equipos en operación y sin perjuicio de la producción, usando aparatos de diagnóstico y pruebas no destructivas.

Mediante el análisis predictivo las partes de recambio serán reemplazadas acertadamente solo cuando están próximas a presentar fallas, es decir lográndose su máxima utilización, que se traduce en protección de las utilidades. El principio de operación del sistema predictivo dice, que solamente se interviene una máquina, cuando los instrumentos detectan una próxima falla de un rango específico de severidad. (Palencia, 2006)

5.4.4. Mantenimiento Productivo Total

Puede considerarse como la ciencia médica de las máquinas. El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un programa de mantenimiento que implica un concepto recientemente definido para el mantenimiento de plantas y equipos. El objetivo del programa TPM es aumentar notablemente la producción y, al mismo tiempo, aumentar la moral de los empleados y la

satisfacción laboral. TPM enfoca el mantenimiento como una parte necesaria y de vital importancia del negocio. Ya no se considera una actividad sin fines de lucro. El tiempo de inactividad por mantenimiento se programa como parte del día de fabricación y, en algunos casos, como parte integral del proceso de fabricación. El objetivo es reducir al mínimo el mantenimiento de emergencia y no programado.

5.5. Plan de Mantenimiento

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación con el fin de cumplir unos objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación. Existen al menos tres formas de elaborar un plan de mantenimiento, es decir, de determinar el conjunto de tareas preventivas a llevar a cabo en la instalación: basarse en las recomendaciones de los fabricantes, basarse en protocolos genéricos o basarse en un análisis de fallos potenciales. (Garrido, 2020)

5.6. Fichas Técnicas y Formatos

Mediante el diseño de formatos y documentos se facilita el acceso a la información del estado actual de cada maquinaria, es por eso que con ayuda de estos formatos se recopilará las características generales de un equipo y máquina en particular el cual se denomina Tarjeta Maestra o Ficha Técnica, Hoja de Vida, Descripción del Mantenimiento Preventivo e Informe del Mantenimiento.

5.6.1. Tarjeta Maestra

Una tarjeta maestra o ficha técnica, es un documento que resume el funcionamiento y otras características de un componente (por ejemplo, un componente electrónico) o subsistema (por ejemplo, una fuente de alimentación).

Son las fichas donde se anotan las características de la máquina que se consiguen por medio de las placas y por la recolección de información en catálogos, y detalles que pueden saber los jefes de mantenimiento. Estos datos pueden ser fecha de compra, marca, modelo, motores, capacidad, color, tamaño, peso, servicios, etc. (Gómez, 2006)

5.6.2. Hoja de Vida

La hoja de vida de los equipos es aquel documento que nos permite determinar la identificación de un equipo o máquina. A través de este documento se identifican las características del equipo además de incluir la información del historial de los mantenimientos que se le han realizado a este ya sean correctivos o preventivos. Este documento también nos puede garantizar una forma correcta de realización del inventario del equipo y así nos sea más fácil el manejo de estos mismos. (Ramírez, 2020)

5.6.3. Informe de Mantenimiento

Son los informes reflejan la evolución de un departamento de mantenimiento, y se convierten en un registro histórico de la actividad de mantenimiento, en el que se refleja la actividad del departamento esta información debe mostrar las causas, sus consecuencias, la forma en que se puede llevar a cabo la reparación y las medidas preventivas que se han adoptado, o las que se pueden realizar en el futuro para evitar que las fallas vuelvan a ocurrir.

El informe periódico puede tener el siguiente índice:

- ✓ Resumen ejecutivo. Incluye un resumen de una página, con los principales valores y hechos destacables
- ✓ Principales incidentes ocurridos en el mes
- ✓ Mantenimientos programados realizados
- ✓ Inspecciones reglamentarias y resultados
- ✓ Mantenimientos previstos para el periodo siguiente
- ✓ Seguimiento de los indicadores de mantenimiento elegido. (Garrido, 2020)

5.6.4. Criticidad de Activos

Su principal objetivo, es definir cuál equipamiento debe ser atendido primero en el caso de situaciones de emergencia, y también, al distribuir recursos para el mantenimiento. Para el análisis de criticidad, es necesario la aplicación de fórmulas y criterios de evaluación. (Espín & Cabrera, 2018)

El análisis de criticidad básicamente aplica dos fórmulas:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad Operacional}) + \text{Costo Mto} + \text{Impacto SAH}$$

Dónde:

Frecuencia: Valor asociado al número de fallas o eventos.

Consecuencia: Valor vinculado a la ecuación 2, dependiente de otros factores (impacto, flexibilidad, costo, impacto SAH)

Impacto Operacional: Valor vinculado al nivel afección dentro de la empresa.

Flexibilidad Operacional: Valor vinculado al tiempo de parada y/o gestión de equipos similares durante parada.

Costo de Mantenimiento: Relacionado directamente con el Costo total de mantenimiento con o sin repuesto.

Impacto SAH: Valor directamente vinculado a la gravedad del accidente en caso de existirlo.

5.7. Etapas de la Gestión de Mantenimiento

Inicialmente para poder llevar a cabo lo que es una gestión de trabajo, se necesita establecer una política de mantenimiento. La cual va a consistir en definir objetivos técnicos económicos, así como los métodos a implantar y todas aquellas herramientas necesarias para alcanzarlo.

5.7.1. Requerimientos

Los requerimientos necesarios para poder empezar la gestión de mantenimiento y para realizar los trabajos con la eficiencia deseada es preciso: concretar el trabajo a realizar, estimar los medios necesarios (mano de obra, materiales), definir las normas de Seguridad y Procedimientos aplicables, y obtener el permiso de trabajo. Se trata, por tanto, de hacer la preparación, tanto de la mano de obra como de los materiales (repuestos, grúas, andamios, máquinas-herramienta, útiles, consumibles, etc.). Joaquín (Alonso, 2004)

5.7.2. Programación de Trabajos, Ejecución del Trabajo y Finalización de Trabajos

En la etapa la planificación y ejecución de trabajos se centran en la priorización del mantenimiento de todos los equipos que tienen mayores utilidades y del mismo modo las organiza las actividades para que puedan ejecutarse de forma altamente eficiente, si estas etapas se cumplen los activos perduraran mucho más su valor y vida útil.

Debe realizarse una buena planificación y ejecución de trabajos; cumpliendo estrictamente este paso se mejorará la disponibilidad y reducción de gastos, cumpliendo con lo que se desea una mayor eficiencia que genere confianza al proceso productivo y todas las áreas involucradas, finalmente contribuyendo a una gestión pro activa del mantenimiento. (Marquez, 2019)

5.7.3. Control

El control de un plan de mantenimiento se ejerce al inicio de un ejercicio económico, por lo que, se debe destinar un gasto que cuantifique el total de inversión, es decir, un presupuesto anual de mantenimiento. Esto se refiere a diseñar el gasto anual para el área de mantenimiento y la eficacia con la que se diseñe se lograra tener un mejor control sobre los gastos de mantenimiento.

Para ejecutar un presupuesto realista y eficiente se deben de considerar ciertos parámetros establecidos como tipo de mantenimiento a seguir, coste de mano

de obra a invertir, gastos adicionales, contratos, materiales, instrumentos y equipos necesarios.

5.7.4. Evaluación

El análisis técnico de las averías producidas es una de las fases más importantes de la gestión del servicio de mantenimiento. Sin ella, el servicio se justifica, limitándose a devolver los equipos a su estado de buen funcionamiento. Se trata de una cultura muy generalizada con la que hay que acabar. De ahí viene la importancia de esta fase de la gestión.

Se trata de no conformarse con mantener las máquinas funcionando, sino que hay que buscar la mejora continua: mejorar la fiabilidad, aumentar la disponibilidad y reducir los costes de mantenimiento. En una fase de reflexión de los resultados obtenidos y en la que deben de participar todas. Las áreas involucradas en el mantenimiento, aportando su contribución.

5.8. Costos de Mantenimiento

Los costos directos de mantenimiento se definen como el valor del conjunto de bienes y servicios que se consumen para adelantar una tarea de mantenimiento. Se encuentran conformados por los costos de suministros y los costos de mano de obra que incluyen los costos de operación.

(Botero, 1995)

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

A continuación, se presenta el diseño metodológico donde se muestra la información y el procedimiento referente al desarrollo de la investigación.

6.1. Enfoque y Tipo de Investigación

La presente investigación se presenta desde un enfoque mixto de tipo explicativo y exploratorio, puesto que, se utilizó, tanto información cualitativa como cuantitativa; La investigación es de tipo explicativa, ya que se pretendió conocer la situación actual de los equipos de la empresa a través de un diagnóstico y es de tipo exploratorio porque no existen estudios previos, para esto se realizaron diversos análisis y estimaciones de las diferentes variables del estudio.

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (Hernández, 2014)

Por otra parte, la investigación es de tipo no experimental, descriptivo–evaluativo y de corte transversal. Es no experimental ya que no se manipularon variables, sino que solamente se observaron y estudiaron. Es de tipo descriptivo, debido a que permitió conocer el funcionamiento y manejo de las maquinarias de la empresa; de tipo evaluativo porque se valoró la información recopilada y se utilizaron herramientas para el análisis los indicadores del plan de mantenimiento. Y es de corte transversal, puesto que se estudió en un periodo de tiempo determinado.

6.2. Universo y Muestra

El universo del estudio está conformado por toda la maquinaria y equipos existentes en el área del trillo de la empresa Valdivia. Dado que la población en estudio es muy pequeña, ya que está compuesta por las 5 maquinarias existentes, no fue necesario tomar una muestra, puesto que, se estudiaron todos los aspectos técnicos y operativos de esos equipos, los cuales fueron medidos y observados.

6.3. Indicadores de Estudio

Los indicadores se elaboraron según los objetivos de la investigación. En la Tabla 1, se muestran los indicadores y técnicas por objetivo.

Tabla 1: Indicadores de Estudio de la Investigación

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	INDICADORES	TÉCNICA
Establecer un diagnóstico de la situación actual de cada uno de los equipos mediante la observación en el área del trillo para conocer las condiciones en las que se encuentra la maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Defectos encontrados por máquina. ✓ Cantidad de reparaciones realizadas a los equipos y máquinas. ✓ Tiempo de uso al que ha estado sometido el equipo. ✓ Estado actual del equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observación directa ✓ Check List ✓ Visitas ✓ Entrevista (Ver anexo 2)
Diseñar fichas técnicas, instructivos y formatos necesarios para un mayor control y registro de actividades de mantenimiento preventivo acorde a las necesidades de las maquinas existentes en el trillo.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Propiedades técnicas de los equipos. ✓ Historial de la vida útil. ✓ Reportes de equipos sometidos a mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consultas bibliográficas. ✓ Observación directa. ✓ Check List ✓ Fichas de registro de datos.

Realizar la planificación de las acciones de mantenimiento requeridas mediante la matriz de pronóstico y costo para reducir costos y la optimización de los equipos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cantidad de actividades de mantenimiento. ✓ Frecuencia de chequeos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observación directa. ✓ Consultas bibliográficas. ✓ Fichas de registro de datos. ✓ Check List (ver anexo 1)
--	--	---

Fuente: Elaboración Propia.

6.4. Etapas de la Investigación

6.4.1 Primera Etapa

- ✓ Inicialmente se realizó la revisión de fuentes secundaria acerca de los planes de mantenimiento, indicadores, técnicas y todo lo necesario para la evaluación de los equipos.
- ✓ Posteriormente, se estableció un panorama sobre el estado actual de los equipos, ubicación, función dentro de los itinerarios de tareas diarias en la empresa, según las características de cada equipo.
- ✓ Se recopiló información de datos técnicos para cada equipo, características técnicas, modelos, capacidades, manuales de operación y mantenimiento en el caso que existan por parte del fabricante con el fin de estandarizar de una manera más efectiva el plan de mantenimiento. Esto se realizó a través de observación directa, fichas de registro de datos y check list.
- ✓ Se entrevistó al encargado del proceso de trillado con el fin de establecer indicios que brinden información relevante sobre los procedimientos actuales de servicios, frecuencias de ejecución, tipos de mantenimientos, se entrevistó al personal que ha llevado actualmente la ejecución y/o planificación de los mantenimientos para cada equipo.
- ✓ Por último, se realizó el diagnóstico con la información recopilada.

6.4.2 Segunda Etapa

- ✓ Se utilizaron técnicas de investigación documental para posteriormente realizar el diseño de las fichas técnicas, instructivos y un formato para un mayor control del registro de actividades de mantenimiento preventivo.
- ✓ Se elaboró un inventario de los equipos al cual se les aplicó el plan de mantenimiento a través de fichas de registro de datos.
- ✓ Se registró la información recolectada a través de visitas, observación directa, los cuales contienen los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse en el sistema de información del mantenimiento.

6.4.3 Tercera Etapa

- ✓ Se elaboró un programa específico de mantenimiento para cada equipo, el programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se ejecutaron en cada equipo.
- ✓ Se elaboró el diseño de planta de la empresa para el establecimiento y ubicación de los equipos del área de trillado.
- ✓ Se propusieron mejoras dentro de la empresa para la prevención de futuras fallas dentro del proceso con el fin de evitar pérdidas y retrasos en el producto final.

VII. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

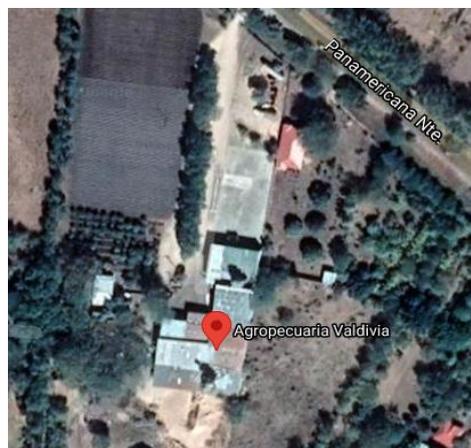
En esta etapa se conoció la situación real de la empresa, lo que permitió identificar problemas y áreas de oportunidad, a fin de corregir los primeros y aprovechar las segundas. Se trató así, de un procedimiento clave para establecimiento de los objetivos que guiaron las próximas acciones de la empresa y evaluación de criterios para la recolección de datos, en función de los tipos de informes deseados que presenta un plan de mantenimiento preventivo, como consecuencia del diagnóstico efectuado en la empresa.

7.1. Datos Generales de la Institución

El plan de mantenimiento se realizó en el trillo “AGROPECUARIA VALDIVIA”, ubicado en el km 116 carretera Panamericana San Isidro-Matagalpa. Es una pequeña y mediana empresa que produce, industrializa y comercializa arroz, es una asociación fundada en el 1990, la empresa ha ido proyectándose en el mercado.

Se encarga del trillado de la granza de arroz, actualmente se estima una producción de trillado de 500 quintales de arroz en oro por día, además de trillado brinda el servicio de secado de la granza de arroz, donde los productores que no cuentan con trillos propios pagan a esta empresa por dicho servicio.

Ilustración 1: Plano de Localización “Agropecuaria Valdivia”



Fuente: Google Earth.

7.1.1. Misión

Ser una empresa sólida y de referencia trascendiendo en las generaciones de la familia aplicando una cultura de transparencia, creatividad y permanente innovación en el desarrollo de nuestros productos y servicios.

7.1.2. Visión

Crear valor para nuestra familia, nuestros clientes y nuestros colaboradores satisfaciendo sus necesidades y superando sus expectativas a través de la diversificación de productos y servicios agropecuarios con vocación de continuidad y liderazgo apegados a nuestros valores familiares.

7.1.3. Valores Corporativos

- ✓ Integridad: Somos honestos, éticos y justos. Nuestros clientes podrán confiar en nuestra palabra y la calidad/cantidad de nuestro producto.
- ✓ Responsabilidad: La empresa actúa con debida responsabilidad de proveer la cantidad de quintales de productos solicitados.
- ✓ Lealtad: trabajar colaborando con empleados de “Agropecuaria Valdivia” resolver problemas y cumplir nuestras metas.
- ✓ Respeto: Somos una empresa que valoramos el trabajo de todos nuestros empleados por igual para así motivar a los trabajadores para un mejor desarrollo de sus capacidades personales y laborales.
- ✓ Disciplina: La consistencia de nuestros trabajadores garantiza el cumplimiento de objetivos, la pro actividad de mejoras en la empresa para así alcanzar las metas propuestas día a día.
- ✓ Compromiso con los resultados: creación de valor para nuestros clientes, empleados, accionistas y sociedad en general.

- ✓ Transparencia: La empresa, sus empleados y cualquier agente representante de este, será honesto con sus acciones y el progreso de estas acciones en relación con los demás valores corporativos.

7.2. Descripción de las Actividades que se realizan en el Trillo “AGROPECUARIA VALDIVIA”.

En la empresa Agropecuaria Valdivia se ejecutan dos actividades bien definidas que son el secado y trillado. Primeramente, se hace recepción de la granza que llega del campo, generalmente con contenidos de impurezas altos (4 a 10%) y humedad (14 a 26%) son sometidos a pre limpieza y reducción del porcentaje de humedad, con el objeto de facilitar las condiciones de aptitud que permitan que el grano puede ser trabajado con los equipos de trillado sin interrupción del proceso, el cual podría verse perjudicado por exceso de humedad o de impurezas.

Esta empresa tiene como objetivo fundamental, procesar granza adquirida por los clientes que solicitan los servicios de secado y trillado para convertirla como arroz elaborado de consumo humano, para ello cuenta con la infraestructura para el desarrollo de las actividades operacionales.

Por otra parte, los picos de cosecha solo duran de 45 a 60 días por semestre, se hace necesario tener una capacidad razonable de recibo, secado y almacenamiento, a fin de tener materia prima suficiente para asegurar la continuidad de las instalaciones durante 4 a 5 meses.

Las actividades en el proceso de trillado requieren no solo de una óptima capacidad técnica y administrativa para su ejecución, sino que también demanda de recursos financieros y capacidad de almacenamiento.

7.3. Diagnóstico de la Situación Actual de Cada Uno de los Equipos y Máquinas Ubicados en el Trillo “AGROPECUARIA VALDIVIA”

La Agropecuaria Valdivia se dedica a la transformación de granza de arroz en las temporadas de zafra del arroz, que corresponden a los meses de mayo a marzo y septiembre a noviembre.

Dentro del proceso productivo de la empresa se cuenta con una cantidad de 6 equipos en total, los cuales, son manipulados por 8 trabajadores; no obstante, la empresa manifiesta que cada uno de los trabajadores tienen roles multifuncionales, es decir, sabe utilizar más de una máquina.

Durante el tiempo de producción, las máquinas son operadas por los colaboradores de la empresa. Una vez finalizado el ciclo de zafra, ellos se preparan en el mantenimiento general de las máquinas para que estén listas cuando de inicio nuevamente, la temporada de procesamiento del arroz.

A continuación, se detallan las máquinas que poseen en la empresa Agropecuaria Valdivia, así como sus principales fallas:

Secadora: Es un equipo esencial para poder dar inicio al trillado del arroz ya que se debe adecuar a temperatura y humedad requerida, actualmente está en funcionamiento óptimo. Sus principales fallas son mecánicas y tienen un nivel bajo de ocurrencia.

Limpiadora SLJ-TSCY-125: El arroz con cáscara llega a la máquina de limpia por medio del primer elevador. La máquina de pre limpieza posee lustradores que se encargan de despolvar el arroz, separar la paja y piedras del arroz con cáscara. Las paradas no programadas en esta etapa se dan por la ruptura de la faja del motor del elevador 1 y por las diferentes fallas de la máquina las cuales son atascamiento de residuos en la malla, ruptura de la malla, desajuste y ruptura de pernos.

Descascaradora: El arroz con cáscara llega hasta aquí por medio del segundo elevador. El arroz es descascarado mediante dos rodillos de goma que giran en forma opuesta. De esta etapa se obtiene la pajilla, la cual mediante un ventilador es expulsada al almacén de pajilla. Las paradas no programadas en esta etapa se dan por la ruptura de la faja del motor del elevador 2 y por las diferentes fallas de la máquina descascaradora las cuales son desgaste de los rodillos, ruptura de la faja del motor y falta de lubricación del porta rodaje.

Mesa Paddy SMAZ-2 6.6 TPH: En esta etapa el arroz llega a la máquina Mesa Paddy a través del tercer elevador. Esta máquina separa al arroz sin cáscara del con cascara, mediante vibraciones, haciendo que el arroz con cáscara vuelva a la máquina descascaradora y el arroz sin cascara pase a la siguiente etapa.

Las paradas no programadas en esta etapa se dan por el desalineamiento del eje de la polea y ruptura de la faja del motor del elevador 3 y por las fallas de la mesa Paddy en las cuales tenemos ruptura de la faja del motor y atascamiento del arroz en la malla.

Pulidora MPGT60: El arroz descascarado ingresa a esta etapa mediante el cuarto elevador. En esta etapa se pule el arroz, obteniéndose arroz blanco y el sub producto polvillo, el cual mediante tubos es transportado para ser ensacado.

Las paradas no programadas en esta etapa se dan por la ruptura de la faja del motor del elevador 4 y por las diferentes fallas de la pulidora, las cuales son desgaste de rodillos, falta de lubricación del porta rodajes y desalineamiento del eje de la polea.

Se debe de realizar lubricación de los mecanismos móviles de la misma e inspección audio visual del funcionamiento y ejercer una acción lo suficientemente fuerte para separar las capas blandas de la superficie del grano (Semolina), sin que haya demasiada presión que pueda dañar el núcleo del grano de arroz. Actualmente está en buen estado.

Clasificadora BUHLER DS-C: Es una máquina que trabaja con aire comprimido, por lo tanto, sus fallas radican en fugas que afectan la presión que necesita la máquina para operar de manera óptima. Aquí el arroz llega a través sexto elevador y la maquina clasificadora, clasifica la calidad de arroz que se quiera producir (arroz corriente o superior). Desperdicio arrocillo de $\frac{3}{4}$.

Las paradas no programadas en esta etapa se dan por la ruptura de la faja del motor y desalineamiento del eje de la polea del elevador 6 y por la ruptura de la malla de la clasificadora.

Sistema de aire comprimido: La empresa Agropecuaria Valdivia con tiene un departamento de mantenimiento, como tal, solamente cuentan con un responsable de mantenimiento que asume el rol de compra de las refacciones y repuestos necesarios. Además, no existe una planificación de compras, lo cual afecta al proceso, ya puesto que, al no poseer una pieza en existencia, se debe esperar a que se obtenga del proveedor.

Por tanto, la empresa no cuenta con un plan ni con área de mantenimiento y reparación para las maquinarias, pero en si llevan a cabo el mantenimiento de sus máquinas indirectamente. Cuando se daña alguna máquina, los trabajadores tienen que componerla en el sitio de falla, atrasando el flujo del proceso. La mayoría de sus maquinarias son obsoletas, es decir fueron adquiridas desde hace tiempo en el exterior.

En la actualidad, los procesos de producción en la empresa son semi-industrializados, pero se han planteado la meta de adquirir maquinaria con mayor capacidad de producción y así expandirse en el mercado.

Así mismo, algunas máquinas no cuentan con las posiciones ideales para trabajar, ya que suponen riesgos por su ubicación incomoda, incurriendo en inseguridad para el trabajador, por otra parte, tampoco hay registros, manuales e información técnica sobre los equipos.

7.4. Análisis de Fallas Frecuentes

El análisis de falla ayudó a determinar los problemas más frecuentes en las máquinas, a través de la recopilación de datos, en busca de ofrecer mejoras para el cuidado de las máquinas. Con el fin de aplicar herramientas de mantenimiento se tomó como muestra la máquina clasificadora de granos.

En la Tabla 2: Fallas y Frecuencia en Clasificadora, se observa la descripción de fallas, la frecuencia de las fallas y el porcentaje que estas representan. Para ello, se tomaron en cuenta aquellas fallas que se dan con más frecuencia en cada máquina y se dividen entre el total de todas las fallas y así obtener unos porcentajes que sirven para encontrar la relación 80/20.

Tabla 2: Fallas y Frecuencia en Clasificadora

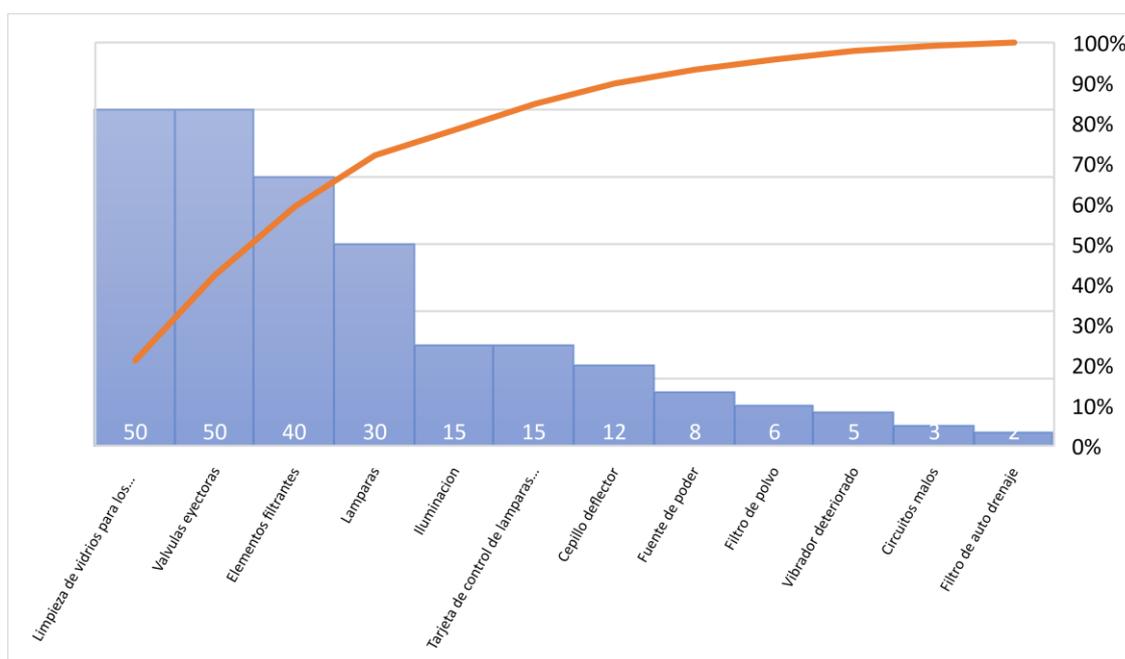
Tipo de fallas	N° de fallas	% Frecuencia	% Acumulado
Limpieza de vidrios para los sensores	50	21.19	21.19
Valvulas eyectoras	50	21.19	42.37
Elementos filtrantes	40	16.95	59.32
Lamparas	30	12.71	72.03
Iluminacion	15	6.36	78.39
Tarjeta de control de lamparas y vibraciones	15	6.36	84.75
Cepillo deflector	12	5.08	89.83
Fuente de poder	8	3.39	93.22
Filtro de polvo	6	2.54	95.76
Vibrador deteriorado	5	2.12	97.88
Circuitos malos	3	1.27	99.15
Filtro de auto drenaje	2	0.85	100.00
Total	236	100.00	

Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 1: Análisis de Fallas Clasificadora, presenta el comportamiento de las fallas presentadas en la máquina clasificadora, donde se puede observar que la limpieza y el cambio de válvulas, es el comportamiento que suele presentarse con mayor frecuencia, lo cual es normal y siempre estas deben estar en óptimas condiciones para que la máquina pueda funcionar eficazmente.

El cambio de lámparas es necesario para que la máquina, a través de sus sensores pueda detectar si el grano que va pasando, cumple con el estándar correcto y así mismo, se clasifique según los parámetros determinados. Se observa que estas suelen presentar muchas fallas; sin embargo, aún son menores en comparación al cambio de válvulas.

Gráfico 1. Análisis de Fallas en Máquina Clasificadora



Fuente: Elaboración Propia.

✓ Tipos de Fallas Encontradas

La recopilación de datos sobre el estado de la maquinaria es de suma importancia, para determinar las fallas potenciales a futuro. Para poder evaluar el comportamiento del equipo se graficará mediante una curva de fallas en función de las mismas y su frecuencia, en el cual se distinguirán las tres etapas de la vida útil del equipo. Las cuales son periodo inicial, funcionamiento normal y el periodo de desgaste. Destacando la tasa de fallas mediante los eventos ocurridos en el periodo de utilización y la frecuencia de fallas.

Esto se realizó en base a las entrevistas efectuadas al personal de mantenimiento, quienes brindaron las fallas más comunes en el uso de la

máquina en sus 3 etapas de vida útil, estos datos se utilizaron para la elaboración del siguiente gráfico como lo es la curva de fallas que se implementó a la clasificadora de granos

La Tabla 3: Evaluación de Fallas en Máquina Clasificadora muestra la evaluación realizada mediante el índice de fallas con respecto a su utilización en el proceso productivo.

Tabla 3. Evaluación de Fallas en Máquina Clasificadora

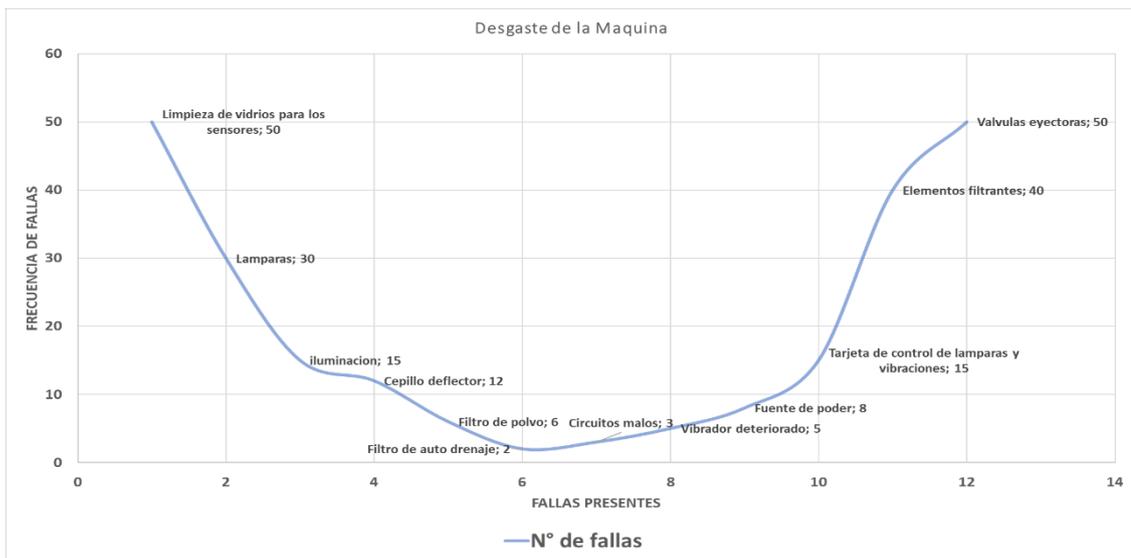
Tipo de fallas	N° de fallas
Limpieza de vidrios para los sensores	50
Lámparas	30
Iluminación	15
Cepillo deflector	12
Filtro de polvo	6
Filtro de auto drenaje	2
Circuitos malos	3
Vibrador deteriorado	5
Fuente de poder	8
Tarjeta de control de lámparas y vibraciones	15
Elementos filtrantes	40
Válvulas eyectoras	50

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 2: Curva de Fallas, se muestra el comportamiento de fallas durante la vida útil de una clasificadora, siendo que, estos son mayores al inicio, debido a desperfectos que puedan traer de fábrica y/o daños realizados durante el transporte del equipo, así mismo las fallas frecuentes durante el uso, se muestra que a medida que el equipo llega al final de su vida útil, estas aumentan hasta llegar a cambiar el equipo en cuestión.

Para la elaboración de la curva de fallas, se definió un orden descendente y ascendente en las 3 etapas, en su periodo inicial el planteamiento de los datos se muestra de mayor a menor, en su funcionamiento normal los datos se mantienen estándar, en la etapa de desgaste van de menor a mayor, utilizando las fallas anteriormente descritas en la tabla 3, este gráfico ayuda a determinar cuáles son las fallas más frecuentes en cada etapa de la vida útil de la máquina.

Gráfico 2. Curva de Fallas



Fuente: Elaboración Propia.

7.4.1. Diagrama de Ishikawa

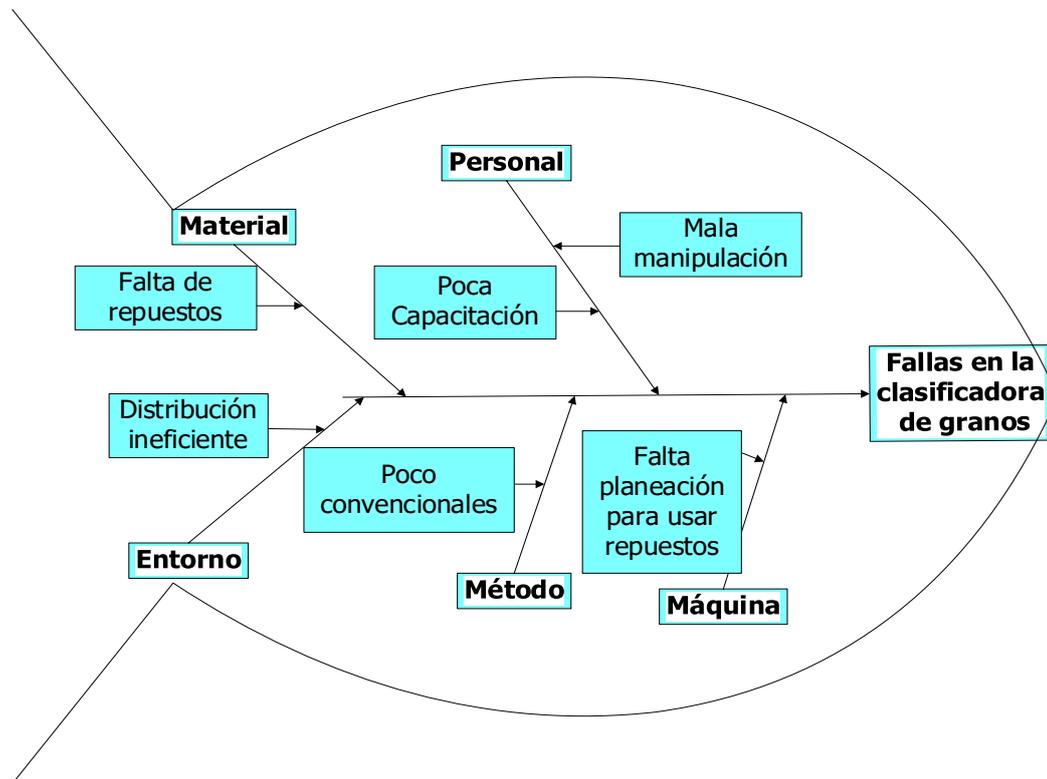
La herramienta del diagrama de Ishikawa permite describir de manera gráfica, las causas de los problemas que se están generando y las fallas más frecuentes en las máquinas que se poseen en la empresa. Mediante el uso de check list se lograron determinar las fallas primordiales en el área de trillado de la empresa Agropecuaria Valdivia.

En la Ilustración 2: Diagrama de Ishikawa, se puede observar aquellos factores que influyen en las fallas presentes en las máquinas del trillo de la empresa arrocera, estas incluyen los métodos de la empresa, los cuales no se modernizan al paso del tiempo, además de que no se suele capacitar continuamente al personal para el uso de la maquinaria, esto conlleva a la mala

manipulación de los mismos; generando así mismo que se produzcan demoras.

De igual manera, el tiempo de espera para adquirir un repuesto es tardado, ya que, al no contar con un programa de mantenimiento, no se suele programar los pedidos para la adquisición de los mismos.

Ilustración 2. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

VIII. DISEÑO DE FICHAS TÉCNICAS Y FORMATOS

Este apartado comprende la elaboración de los instrumentos que permitan la recolección de todos aquellos datos de cada máquina que opera actualmente en el trillo de la empresa, los cuales facilitarán el análisis y posteriormente, la generación de alternativas de solución a las problemáticas observadas en el transcurso de la investigación.

Las fichas técnicas y formatos permiten llevar a cabo todas las funciones de mantenimiento que son necesarias dentro del plan como son las hojas de vida, inventarios de máquina, carta de lubricación, control de lubricación, historial de máquinas y equipos, programa de mantenimiento preventivo por equipo, mantenimiento autónomo, inspección de máquinas y equipos, programa anual de mantenimiento preventivo y orden de trabajo mantenimiento.

8.1. Inventario de Máquinas

A continuación, la Tabla 4 presenta los respectivos códigos, fabricante y modelo de cada máquina. Este apartado permite caracterizar y numerar las máquinas con todos sus datos básicos que las diferencian de las demás.

Tabla 4. Inventario de Máquinas

Código AVM	Nombre de la máquina.	Fabricante	Modelo	Serie	Año fabricación	Documentación técnica						Fichas de mantenimiento.						
						MF	MO	P	FT	C	LR	MA	MM	ME	CL	HM		

Fuente: Elaboración propia

8.2. Ficha Técnica

La Tabla 5 muestra el formato de ficha técnica, la cual es una herramienta que permite registrar donde se van a anotar todas las características técnicas y variables físicas de todos los equipos presentes en la empresa.

Tabla 5. Ficha Técnica de Máquinas

CÓDIGOS DE COSTOS			CODIGO AVM				
DATOS DE EQUIPO							
EQUIPO		MODELO		Serie			
FABRICANTE		AÑO DE FABRICACIÓN					
PESO TOTAL		DIMENSIONES		X(largo)	Y(ancho)	Alto	
TRABAJO							
CRITICO		TURNO	ESPORADICO		INTERMITENTE		
SISTEMAS							
ELÉCTRICO		VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)		FRECUENCIA (Hz)		
HIDRÁULICO		TIPO					
REFRIGERACIÓN							
LUBRICACIÓN							
NEUMÁTICO							
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
MOTORES ELECTRICOS							
N°	FUNCION	KW	VOLT	AMP	HZ	MARCA	MODELO

Fuente: Elaboración propia.

8.3. Carta de Lubricación

La Carta de Lubricación que se observa en la Tabla 6, se elabora con el fin de tener un orden periódico en cual se registren las lubricaciones a todas las máquinas para prevenir el desgaste de las partes móviles de los mecanismos que componen las maquinas especificando la frecuencia de aplicación, tipo de lubricante usado y la cantidad usada en el mismo.

Tabla 6. Carta de Lubricación

MÁQUINA :	FABRICANTE:	MODELO:			CÓDIGO AVM:	
CLASE DE ACTIVIDAD: RN: revisar nivel y completar. RF: revisar flujo. AA: aplicar aceite. AG: aplicar grasa.						
Frecuencia de lubricación	Mecanismo/parte a lubricar	Tipo de lubricación	Actividad	Tiempo	Lubricante	
					Tipo	Cantidad
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Fuente: Elaboración Propia

8.4. Control de Lubricación

La lubricación en el mantenimiento preventivo resulta imprescindible, ya que muchas partes resultan costosas, contiene periodos establecidos de lubricación, así como, el conteo de horas de operación. Esto resulta vital ya que incluso no aplicar una lubricación puede llevar a una pérdida total de la máquina. En la Tabla 7, se muestra el formato del Control de Lubricación

Tabla 8. Historial de Máquinas y Equipos

MÁQUINA		FABRICANTE		MODELO		SERIE	CÓDIGO AVM	
ORDEN DE TRABAJO	FECHA DE INICIO D/M/A	TIEMPO EMPLEADO	DESCRIPCION DE LA FALLA	MANTENIMIENTO REALIZADO	MATERIAL UTILIZADO	REFERENCIA	EJECUTÓ	

Fuente: Elaboración Propia

8.6. Costos de Mantenimiento por Equipo

El formato para el costo de mantenimiento del equipo permite registrar cada aspecto relacionado a los costos en cada una de las intervenciones que se realice a un equipo determinado, ya sea mano de obra o refacciones. La Tabla 9: Costos de Mantenimiento representa el formato a utilizar para el registro de estos costos de mantenimiento, que contiene la siguiente información:

- ✓ Número de la orden de trabajo de mantenimiento.
- ✓ Fecha de intervención.
- ✓ Tiempo empleado en el mantenimiento.
- ✓ Costos: materiales, mano de obra, indirectos, total, acumulado.

Tabla 9. Costos de Mantenimiento

COSTOS DE MANTENIMIENTO POR EQUIPOS							
EQUIPO						CÓDIGO AVM	
FABRICANTE			MODELO				
ORDEN DE TRABAJO DE MTTO	FECHA	TIEMPO EMPLEADO	COSTOS				
			MANO DE OBRA	MATERIALES Y RESPUESTOS	INDIRECTOS	TOTAL	ACUMULADO

Fuente: Elaboración propia.

8.7. Programa de Mantenimiento Preventivo por Equipo

El programa de mantenimiento preventivo contempla todas las actividades que se efectúan relacionadas con el mantenimiento preventivo (mecánico, eléctrico y lubricación), que se deben efectuar sobre cada equipo. La Tabla 10 muestra el formato para la programación de estos mantenimientos, la cual debe contener la siguiente información:

- ✓ Nombre y código de equipo.
- ✓ Frecuencia del mantenimiento.
- ✓ Tipo de mantenimiento preventivo
- ✓ Parte del equipo a realizar

Tabla 10: Mantenimiento Preventivo por Equipos

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR EQUIPOS		
EQUIPO		CÓDIGO AVM
FABRICANTE	MODELO	
FRECUENCIA	TIPO DE MANTENIMIENTO	PARTE/ ELEMENTO CONSTRUCTIVO

Fuente: Elaboración propia.

8.8. Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo aborda las instrucciones de inspección y lubricación que debe ejecutar el operario al inicio y durante el funcionamiento del equipo. Además, describe las normas de seguridad a tener en cuenta. La Tabla 11 muestra el formato de mantenimiento autónomo, el cual contiene:

- ✓ Nombre y código del equipo
- ✓ Normas a cumplir durante el funcionamiento del equipo
- ✓ Actividades de lubricación
- ✓ Normas de seguridad

Tabla 11. Mantenimiento Autónomo

CÓDIGO DEL EQUIPO:	Foto del equipo
EQUIPO:	
FABRICANTE:	
MODELO:	
Comentarios:	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO	
LUBRICACIÓN	
NORMAS DE SEGURIDAD	

Fuente: Elaboración Propia.

8.10. Orden de Trabajo de Mantenimiento

La orden de trabajo de mantenimiento se utiliza para lograr la ejecución del programa de mantenimiento y es usada como un documento para solicitud, planeación y control de los trabajos de mantenimiento.

Esta herramienta comprende todos los niveles de mantenimiento, ya que contempla la razón por la cual debe efectuarse el mantenimiento, así como, los materiales y recursos necesarios y, finalmente el resultado final de la orden de trabajo, la cual se observa en la Tabla 13: Orden de Trabajo.

Tabla 13. Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO ASIGNADA POR:		ORDEN DE TRABAJO ASIGNADA A:		FECHA:		ORDEN DE TRABAJO DE MTO No.	
				HORA:			
No.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR			TIPO ORDEN DE TRABAJO NORMAL URGENTE			
				CONDICIÓN DE PARADA CON PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN			
				SIN PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN			
				TIPO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PREVENTIVO			
				MECÁNICO ELÉCTRICO			
MATERIALES, REPUESTOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS REQUERIDOS							
No.	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL		

DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS ENCONTRADOS:		FECHA DE INICIO	
		D/M/A:	HORA:
		FECHA DE TERMINACIÓN	
		D/M/A:	HORA:
DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS:		COSTOS	
		MANO DE OBRA	
		MATERIALES	
		TOTAL	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:			
EJECUTÓ: FIRMA: FECHA:		RECIBÍ Y APROBÓ: FIRMA: FECHA:	

Fuente: Elaboración propia.

IX. ELABORACIÓN DEL PLAN MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS Y MÁQUINAS

9.1. Actividades de Mantenimiento de los Equipos y Máquinas

Las actividades del programa de mantenimiento preventivo tienen como objetivo de conservar las condiciones óptimas de funcionamiento y la de detectar posibles fallas potenciales que puedan ocasionar parada en la producción o afectar la seguridad del personal. Las actividades de mantenimiento preventivo estarán conformadas por: Mantenimiento autónomo, Inspecciones Periódicas Programadas, Lubricación y Ajustes.

9.1.1. Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento.

Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- ✓ Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- ✓ Desarrollar nuevas habilidades para de análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- ✓ Evitar el deterioro del equipo mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares.

- ✓ Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador, llevándolo a estados superiores.
- ✓ Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y a pleno rendimiento.
- ✓ Mejorar la seguridad en el trabajo.
- ✓ Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador
- ✓ Mejora de la moral en el trabajo.

9.1.2. Inspecciones Periódicas Programadas

Las inspecciones consisten en revisar a intervalos fijos, independientemente de su estado original, piezas o componentes de las máquinas y equipos críticos en el proceso de producción. El propósito principal de las inspecciones es obtener información útil acerca del estado de las partes del equipo. La información de estas inspecciones es utilizada para predecir fallas y planear acciones de mantenimiento, dependiendo del estado del equipo.

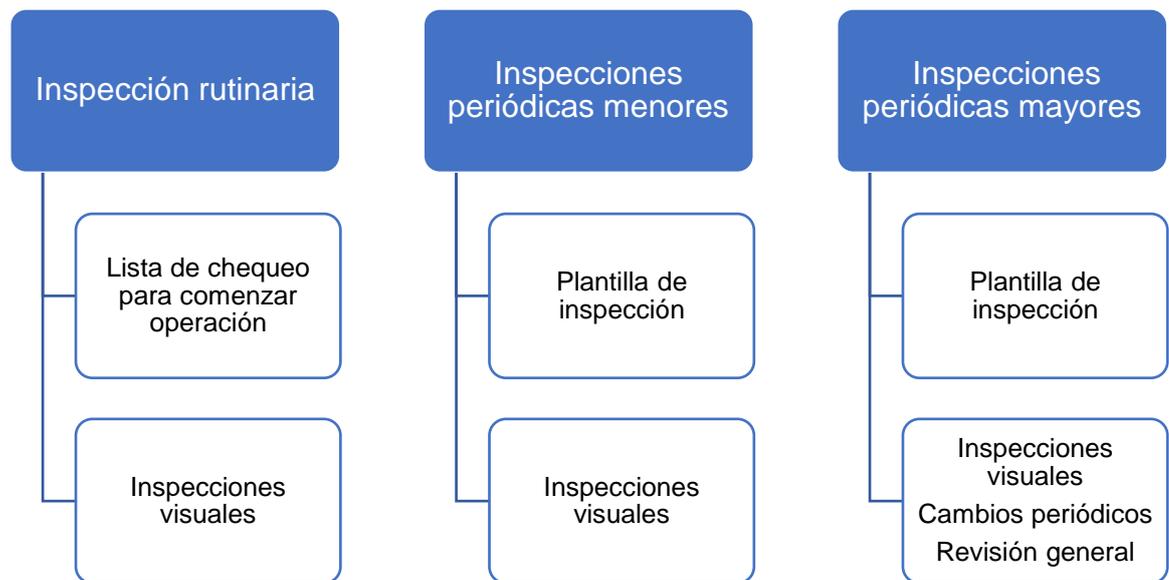
El sistema de inspecciones periódicas estará conformado de acuerdo al grado de intervención en el equipo y su intervalo de ejecución. Estas son:

Inspecciones de rutina: Estas actividades de mantenimiento de primer nivel deben ser ejecutadas por el operario al inicio y durante la marcha del equipo. Las inspecciones de rutina incluyen actividades de detección de fallas, lubricación, ajustes y aseo del equipo. A este tipo de inspección se le llama mantenimiento autónomo.

Inspecciones periódicas menores: Estas inspecciones, que por su mayor importancia, frecuencia y cantidad de ítems diferentes se realizan en forma periódica, con el objeto de la detección precoz del comienzo de anomalías o futuras fallas técnicas. Este tipo de inspecciones involucran actividades de mantenimiento tipo mecánico y eléctrico.

Inspecciones periódicas mayores: Cuando los límites de vida son de valores elevados o abarcan periodos relativamente dilatados, se efectúan inspecciones periódicas mayores, que generalmente atienden elementos estructurales, subconjuntos de dinámica muy restringida y zonas de características especiales. En el Gráfico 3 se muestra el sistema de Inspecciones del Trillo.

Gráfico 3. Sistema de Inspecciones Programadas



Fuente: Elaboración Propia.

9.1.3. Lubricación

Actividades que tienden a mejorar el comportamiento de desgaste de superficies en contacto y en movimiento.

9.1.4. Ajustes

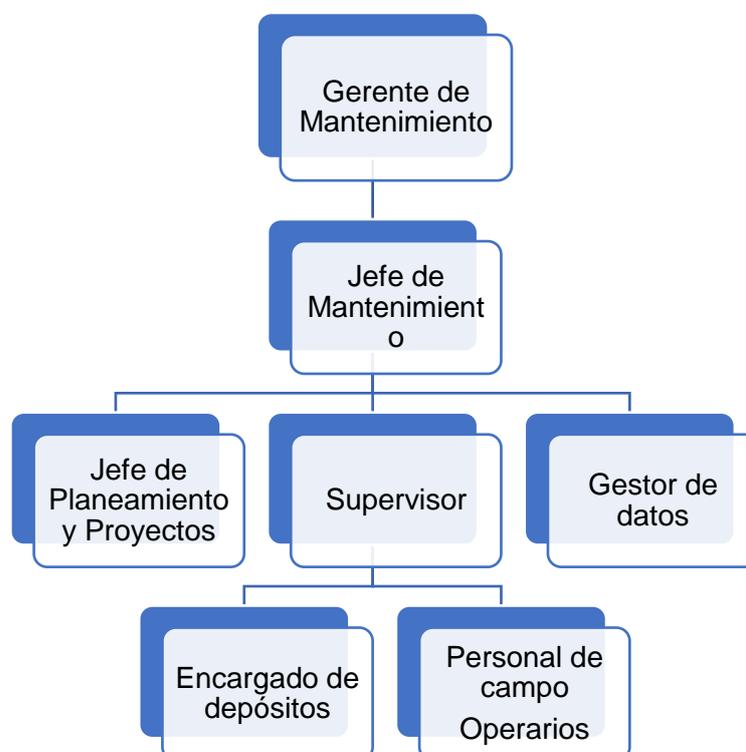
Actividades orientadas a devolver las características del montaje a los equipos de acuerdo a los estándares definidos.

9.1.5. Organización del Área de Mantenimiento

La empresa “Agropecuaria Valdivia” no cuenta con una adecuada área de mantenimiento por falta de una organización de puestos, en base a esta necesidad se hizo la propuesta de organización para esta área, la cual fue diseñada de forma que actúe sobre los equipos logrando la mayor disponibilidad, al mínimo costo posible en forma segura sin afectar al medio ambiente. El conjunto equipo-hombre es el punto de partida sobre la que se empieza a edificar la organización.

El área de mantenimiento debido a su complejidad y a las diversas funciones que se realizan debe tener una estructura óptima, según la magnitud e importancia de los procesos, de la cual ésta depende, es por eso que se organizó el área de mantenimiento conforme a las necesidades que presentaba la empresa, como se puede observar en el gráfico 4: Organización del Área de Mantenimiento.

Gráfico 4: Organización del Área de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

9.1.6. Procedimiento General de Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo se desarrollarán bajo el procedimiento de mantenimiento general donde se describen los pasos necesarios que se deben seguir para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento que se detallan a continuación:

- ✓ El Gerente de Mantenimiento con el apoyo del jefe de mantenimiento serán los encargados de programar, coordinar y verificar las tareas relacionadas con el mantenimiento interno de la maquinaria y equipos del área de producción.
- ✓ Las actividades mantenimiento preventivo son ejecutadas por el operario y el personal de mantenimiento según sea el caso.
- ✓ El mantenimiento autónomo lo ejecutará el operario al inicio y en el transcurso del trabajo diario.
- ✓ El jefe de planeamiento y proyectos programa las inspecciones periódicas mensuales, trimestrales, semestrales y anuales a cada uno de los equipos críticos del área de producción. Las inspecciones periódicas serán realizadas por el operario y el personal de mantenimiento.
- ✓ El operario y/o personal de mantenimiento deben cerciorarse de que el equipo no presente alguna anomalía antes y durante el funcionamiento.
- ✓ El gestor de datos registra en el formato “Inspección de máquinas y equipos”, el buen estado del equipo.
- ✓ El gestor de datos después de asegurarse del buen estado del equipo, inicia o continúa con los planes de producción establecidos. También comunica de las nuevas modificaciones e incorporaciones de planes y equipos técnicos a los supervisores.

- ✓ El gestor de datos de mantenimiento registra en el formato “Inspección de máquinas y equipos”, las anomalías observadas.
- ✓ El gestor de datos de mantenimiento diligencia el formato de solicitud de trabajo de mantenimiento.
- ✓ El jefe de mantenimiento evalúa cada una de las solicitudes de trabajo, realizando un diagnóstico preliminar a la anomalía reportada, evalúa la criticidad del daño en el equipo.
- ✓ Sí el daño o anomalía en el equipo no es crítico, el supervisor del área mantenimiento da la orden de que se continúe con la producción.
- ✓ Sí el daño o anomalía en el equipo es crítico, el supervisor de mantenimiento informa al jefe de mantenimiento para que de la orden de que se cese con la producción en el respectivo equipo.
- ✓ El jefe del departamento de mantenimiento genera las respectivas órdenes de trabajo de mantenimiento para corregir los daños o anomalías en los equipos.
- ✓ El jefe de planeamiento y proyecto en conjunto con el supervisor planea el personal, materiales, insumos, equipos y el tiempo que se requieren para la ejecución del mantenimiento.
- ✓ El supervisor determina si se cuentan con los recursos humanos y técnicos para ejecutar el mantenimiento.
- ✓ El encargado de depósito verifica si se cuentan con los repuestos, herramientas e insumos requeridos para el respectivo mantenimiento. También de solicitar los repuestos, herramientas e insumos faltantes para ejecutar el mantenimiento.
- ✓ El almacenista adquiere y registra los nuevos materiales.

- ✓ El jefe de mantenimiento libera la orden de trabajo de mantenimiento interno para su ejecución y emite la orden de trabajo externa.
- ✓ El jefe de planeación y proyecto con la aprobación de gerencia, es el encargado de la contratación de servicio externo.
- ✓ El personal asignado por el jefe del departamento de mantenimiento, es el encargado de ejecutar la orden de trabajo de mantenimiento.
- ✓ El gerente de mantenimiento recibe y aprueba el mantenimiento ejecutado.
- ✓ El jefe de planeación y proyecto reporta los costos causados por la ejecución del mantenimiento.
- ✓ El gestor de datos registra en la ficha de historia de máquinas y equipos los datos concernientes al mantenimiento ejecutado, debe tener en cuenta si se realizaron modificaciones al equipo. Si se realizó alguna modificación en el equipo, debe actualizar la ficha técnica del respectivo equipo.
- ✓ El personal de campo y/o operarios toman las acciones necesarias para corregir en el menor tiempo posible cualquier falla repentina presentada en el equipo.
- ✓ El operario debe informar al departamento de mantenimiento cualquier anomalía que presente el equipo durante su funcionamiento.

9.2. Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo

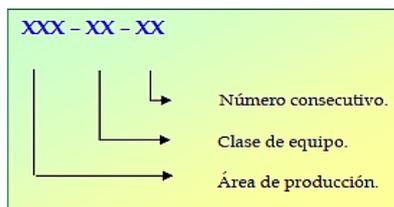
Mediante la implementación del programa de mantenimiento se establece una organización clara y coherente de los equipos según su importancia dentro del proceso productivo que existe en la empresa agropecuaria Valdivia, para ello es necesario obtener la prioridad de cada equipo según su prioridad en la producción, mantenimiento, mantenimiento y seguridad.

Las máquinas existentes en el trillo son máquinas de carácter pesado ya que tienen capacidad de procesar grandes cantidades de producto diariamente, es por ello, que se debe considerar que son máquinas susceptibles a fallar y, por tanto, necesitan una buena gestión de mantenimiento, ya que cada minuto en paro significa un desperdicio de tiempo en el cual hay un stop o disminución de la producción total; significando una pérdida monetaria para la empresa.

9.2.1. Codificación de Máquinas y Equipos

La realización de la codificación de los equipos resulta vital en para el reconocimiento de todos los equipos y máquinas de todas las áreas para identificarlos según sus propiedades o sus características ya establecidas. Después de tener un conteo general de las maquinas se procedió a su respectiva codificación. El código correspondiente de cada equipo está constituido por un sistema alfanumérico, el cual este compuesto por el código del área de trabajo y la clase de la maquina o equipo, con su correspondiente consecutivo.

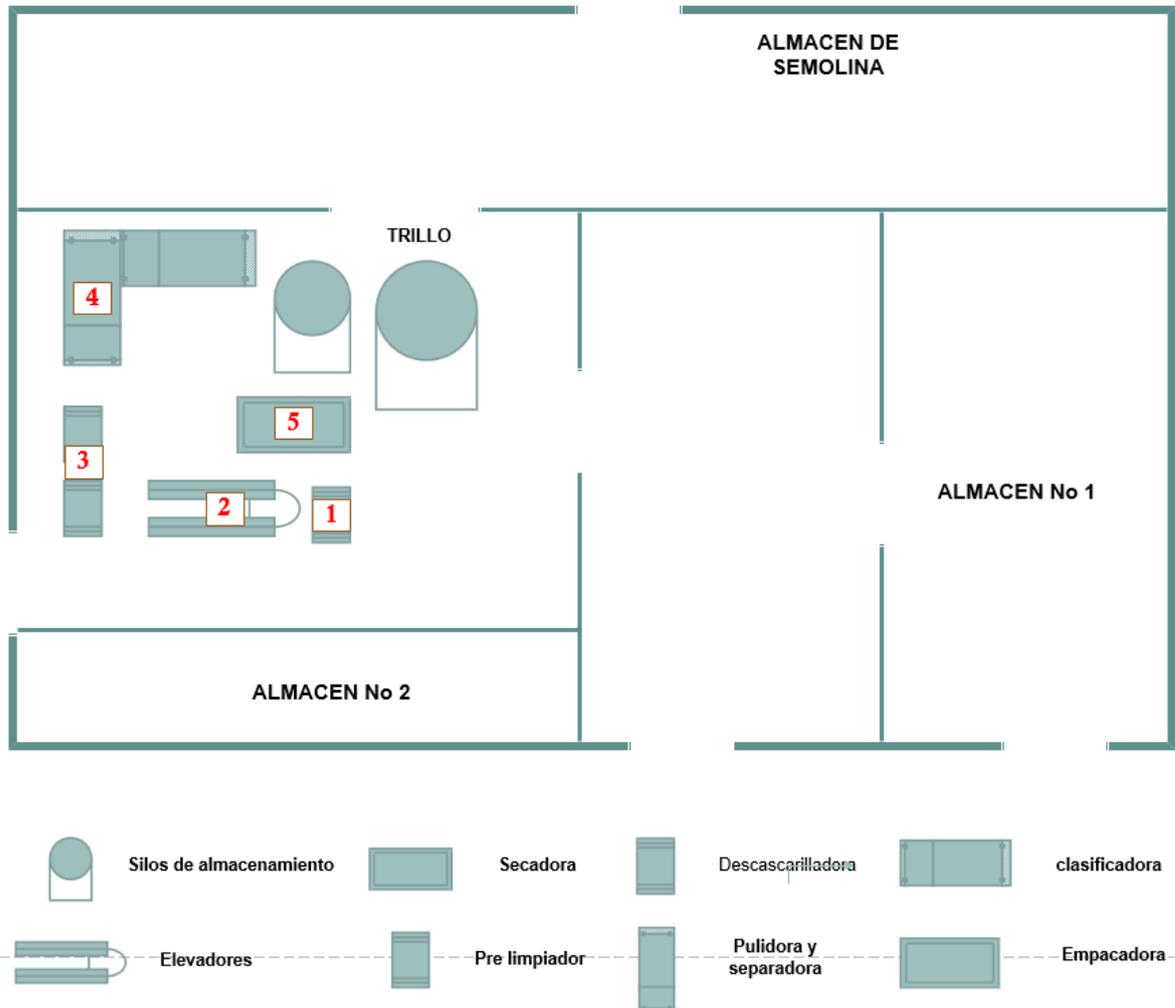
Ilustración 3. Codificación de Máquinas



Fuente: Elaboración Propia.

En el trillo “Agropecuaria Valdivia” los equipos se organizan según el área de trabajo.

Ilustración 4. Posición de los Equipos en el Área de Trabajo.



Fuente: Elaboración Propia.

9.2.1.1. Código de Área de Producción

Las áreas de producción donde se encuentran las máquinas son el área de secado y el área de trillado, donde el código del área de producción está formado por dos letras donde se reconocen la primera letra como “A” de la palabra área más las letras de dicha área. La Tabla 14 muestran el código de cada área.

Tabla 14. Código de Área de Producción

ÁREAS DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO
Área de recepción de MP	AR
Área de pesado	AP
Área de inspección	AI
Área de secado	AS
Área de trillado	AT
Área de descarga de desechos	AD

Fuente: Elaboración Propia.

9.2.1.2. Clase de Equipo

Este apartado consiste en determinar un código de equipo para todas las existencias de máquinas y equipos que están involucrados en el área de estudio. El código de la clase de equipo está conformado por la primera letra del nombre de equipo y posteriormente se escribe la consonante de dicha palabra.

A continuación, en la Tabla 15 se presentan todas aquellas máquinas comprendidas en el proceso de trillado del arroz en el área de secado y trillo.

Tabla 15. Código de Equipos

EQUIPOS	CÓDIGO
Secadora	SE
Limpiadora	LP
Descascaradora	DS
Mesa Paddy	MP
Pulidores	PU
Clasificadora	CS
Compresor de aire	CA

Fuente: Elaboración Propia.

9.2.1.3. Número Consecutivo

Cuando se poseen máquinas o equipos para una misma clase de trabajo se designa un número consecutivo en la ecuación alfanumérica:

Código de equipo: AT-SE-01

Área de producción: AT= área de trillado

Tipo de equipo: SE= secadora

NUMERO CONSECUTIVO: 01

Se puede observar la nomenclatura aplicada a uno de los equipos de la empresa agropecuaria Valdivia, en la cual incluye las áreas de cada equipo, tipo de máquina y su número consecutivo.

9.2.2. Inventario de Máquinas y Equipos

Dentro de las existencias en el proceso de producción de la empresa Agropecuaria Valdivia se muestra la Tabla 16: Inventario de Máquinas y Equipos, con su respectivo código, fabricante y modelo.

Tabla 16. Inventario de Máquinas y Equipos

Equipos	Código de equipo	Fabricante	Modelo
Secadora	AS-SE-01	Satake's Dryer	NSDR30
Limpiadora	AT-LP-01	SIFLY	TSCY 100
Descascaradora	AT-DS-02	AGROMAY	MDC-1
Descascaradora	AT-DS-03	AGROMAY	MDC-1
Mesa Paddy	AT-MP-04	ZACCARIA	SMAZ-2
Pulidores	AT-PU-05	WinTone	MPGT60
Pulidores	AT-PU-06	WinTone	MPGT60
Clasificadora	AT-CS-07	BUHLER	DS-C
Compresor de aire	AT-CA-01	ADICOMP	SERIES X1S
Compresor de aire	AT-CA-02	ADICOMP	SERIES X1S
Elevadores de carga	AT-EC-01	CHEN LIANG II	Ms-15
Elevadores de carga	AT-EC-02	CHEN LIANG II	Ms-15
Elevadores de carga	AT-EC-02	CHEN LIANG II	Ms-15

Fuente: Elaboración Propia.

9.2.3. Análisis de Criticidad

Mediante el análisis de criticidad la empresa podrá fijar su atención en los equipos más sensibles en su proceso de producción, por lo tanto, se debe comenzar determinando su nivel de participación en el proceso, calidad, costos de Mant, etc.

En dicha evaluación se descubre que la mayoría de equipos son críticos debido a que todos agregan una característica de calidad al arroz que no puede ser pasada por alto, por lo cual el programa de mantenimiento debe fijar su atención en estos equipos para reducir el tiempo entre fallas de esos equipos.

9.2.3.1. Producción

Es necesario conocer el porcentaje de utilización que poseen los equipos en la línea de producción, puesto que permitirá determinar la frecuencia del mantenimiento que debe realizarse.

Tabla 17: Tasa de Utilización del Equipo

Calificación	Característica
4	Mayor 80%
2	Entre 50 y 80%
1	Menor a 50%

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Equipo auxiliar: Refleja los tipos de valores que indica las posibilidades existentes de recuperar la producción en otro equipo.

Tabla 18: Valores para Equipo Auxiliar

Calificación	Característica
5	Sin posibilidad de reemplazo
4	Equipos de la misma clase en el proceso productivo
1	Equipo con duplicado.

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Influencia del equipo en el proceso de producción: Determina la importancia que tiene el mismo en el proceso productivo

Tabla 19: Valores de Influencia del Equipo en el Proceso

Calificación	Característica
5	Paro del proceso
4	Influencia importante
2	Influencia relativa
1	No interviene en el proceso

Fuente: Elaboración propia

9.2.3.2. Calidad

- ✓ Influencia del equipo en la calidad final del producto consiste en qué nivel de importancia tiene el equipo para el producto final que se obtiene.

Tabla 20: Valores para la Influencia Final en Calidad del Producto.

Calificación	Característica
5	Decisivo
4	Importante
2	Sensible
1	Nula

Fuente: Elaboración propia.

9.2.3.3. Mantenimiento

Se toma en cuenta la relación de costos por mantenimiento, así como, la relación de horas invertidas para efectuar dicho mantenimiento.

- ✓ Costo mensual de mantenimiento: es el costo por ejercer un mantenimiento mensual a los equipos.

Tabla 21: Valores de Costo Mensual por Mantenimiento

Calificación	Característica
4	Mayor a 500 US
2	Entre 100 y 500.
1	Menor a 100

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Número de horas de paradas por averías en el mes.

Tabla 22: Valores para el Número de Paros por Mes

Calificación	Característica
4	Mayor a 3 horas.
2	Entre 1 y 3 horas.
1	Menor a 1 hora.

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Grado de especialización de equipos se refiere a qué nivel de especialización de mano de obra requiere dicha reparación.

Tabla 23: Valores Según Grado de Especialización.

Calificación	Característica
4	Especialista
2	Normal
1	Sin especialidad

Fuente: Elaboración propia

9.2.3.4. Seguridad

Abarca al nivel de influencia que posee con respecto a la seguridad industrial y medio ambiente cada categoría posee una participación de riesgo aún mayor en cada calificación.

Tabla 24: Valores para la Influencia del Equipo Sobre la Seguridad Industrial.

Calificación	Característica
5	Riesgo mortal.
4	Riesgo para la instalación.
2	Influencia relativa
1	Sin influencia

Fuente: Elaboración propia

Cuando se obtiene todas las valoraciones se procede a hacer una suma total de todos los datos para así, poder determinar de manera cuantificable a cuanto equivale el valor de criticidad de equipos, tomando en cuenta el rango que tiene cada índice de criticidad el cual puede ser un nivel crítico, nivel intermedio y criticidad inferior. Los valores de criticidad se interpretarán de la siguiente forma.

- ✓ Un índice de criticidad de 25 y 35: Estos equipos poseen un nivel crítico, por lo tanto, se les implementara el programa de mantenimiento.
- ✓ Índice de criticidad de 16 y 24 puntos; significara que los equipos poseen una importancia media, y que en condiciones adversas de trabajo puede volverse en cierta manera críticos y, por ende, se les llenara documentación para el mantenimiento preventivo.
- ✓ Índice de criticidad inferior a 15; este resultado significaría que son equipos que pueden ser sometidos a un programa de mantenimiento correctivo.

A continuación, en la Tabla 25: se muestran los resultados de criticidad obtenidos en los equipos y maquinaria de la empresa en el proceso del trillado del arroz.

Tabla 25: Criticidad de Equipos de la Empresa Agropecuaria Valdivia

CODIGO AVM	EQUIPO	PRODUCCION			CALIDAD	MANTENIMIENTO			SEGURIDAD	VALORV DE CRITICIDAD
		TASA DE MARCHA	EQUIPO AUXILIAR	INFLUENCIA SOBRE EL PROCESO	INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO	COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO	HORAS DE PARO EN EL MES	GRADO DE ESPECIALISTA	INFLUENCIA EN LA SEGURIDAD O MEDIO AMBIENTE	
AS-SE-01	SECADORA	2	4	4	5	2	2	2	4	25
AS-SE-02	SECADORA	2	4	4	5	2	2	2	4	25
AS-SE-03	SECADORA	2	4	4	5	2	2	2	4	25
AS-SE-04	SECADORA	2	4	4	5	2	2	2	4	25
AT-LP-01	LIMPIADORA	4	5	5	5	2	2	2	2	27
AT-DS-02	DESCASCARADORA 1	2	4	4	5	2	2	2	5	26
AT-DS-03	DESCASCARADORA 2	2	4	4	5	2	2	2	5	26
AT-MP-04	MESA PADDY	4	5	5	5	4	4	4	2	33
AT-PU-05	PULIDOR 1	2	4	4	4	2	4	2	5	27
AT-PU-06	PULIDOR 2	2	4	4	4	2	4	2	5	27
AT-CS-07	CLASIFICADORA	4	5	5	5	4	4	4	2	33
AT-CA-01	COMPRESOR DE AIRE	2	4	4	2	2	2	2	2	20
AT-CA-02	COMPRESOR DE AIRE	2	4	4	2	2	2	2	2	20
AT-EC-01	ELEVADOR 1	2	4	4	1	1	1	1	1	15
AT-EC-02	ELEVADOR 2	2	4	4	1	1	1	1	1	15
AT-EC-02	ELEVADOR 3	2	4	4	1	1	1	1	1	15

Fuente: Elaboración Propia

9.2.4. Información Técnica de Equipos

La información técnica de los equipos principales se recogió en el formato ficha técnica, que fue diseñada de acuerdo a las características de operación de cada máquina y equipo. A continuación, se describen las fichas técnicas de los equipos críticos en el proceso de producción.

9.2.4.1. Tarjeta Maestra de las Máquinas

Tabla 26: Tarjeta Maestra de la Máquina Limpiadora

TARJETA MAESTRA DEL EQUIPO/MAQUINA.			
EQUIPO	Limpiadora	UBICACIÓN	"AGROPECUARIA VALDIVIA"
FABRICANTE	SIFLY		
MODELO	TSCY 100	CÓDIGO DE INVENTARIO	AT-LP-01
MARCA	SIFLY		
Características Generales.			
PESO	350kg	DIMENSIONES L*W*H(mm)	1800*1200*1800
CARACTERISTICA TECNICAS DEL EQUIPO/MAQUINA.		FOTO DEL EQUIPO /MAQUINA.	
<p>Potencia (Kw): 2.2 Capacidad (Kg/h): 4000-4500</p>			
<p>FUNCIÓN: Eliminar las impurezas y materias extrañas, tales como: barro, pedazos de tallo, hojas, semillas de malezas y otras materias extrañas, haciendo pasar la granza a través de zarandas pre limpiadoras hasta llevarlas a un contenido máximo del ½ % de impurezas.</p>			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Tarjeta Maestra de la Máquina Descascaradora

TARJETA MAESTRA DEL EQUIPO/MAQUINA.			
EQUIPO	Descascaradora	UBICACIÓN	"AGROPECUARIA VALDIVIA"
FABRICANTE	AGROMAY		
MODELO	MDC-1	CÓDIGO DE INVENTARIO	AT-DS-02
MARCA	HUASHAN		
Características Generales.			
PESO	1100KG	DIMENSIONES	88X128X200 CM
CARACTERISTICA TECNICAS DEL EQUIPO/MAQUINA.		FOTO DEL EQUIPO /MAQUINA.	
<p>Voltaje: 380V, 50 HZ motor: 5.5kw Energía (W): 5,5 kW * 2 Capacidad de Producción: 4-6 t / h Volumen de aire: (M3 / H) 5800-6500 Control Automático, fácil operación: alto grado de automatización</p>			
<p>FUNCIÓN: Como su nombre lo indica, tiene como objetivo quitar la cáscara del arroz en un 90% a 93%, no se aconseja removerle el 100% ya que se partiría mucho grano, separar la cáscara y sacarla fuera del proceso, esto se logra haciendo pasar la granza a través de rodos con velocidades diferentes, esta acción desprende la cáscara del arroz.</p>			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Tarjeta Maestra de la Máquina Separadora

TARJETA MAESTRA DEL EQUIPO/MAQUINA.			
EQUIPO	Separadora	UBICACIÓN	"AGROPECUARIA VALDIVIA"
FABRICANTE	ZACCARIA		
MODELO	SMAZ-2	CÓDIGO DE INVENTARIO	AT-MP-04
MARCA	TAKAYAMA		
Características Generales.			
PESO	1100 kg	DIMENSIONES (mm)	2300 x 2300 x 2300
CARACTERISTICA TECNICAS DEL EQUIPO/MAQUINA.		FOTO DEL EQUIPO /MAQUINA.	
<p>Producción de arroz integral (kg/h): 4.000 hasta 6.600 Potencia consumida: 3 cv / 2,2 kW / VI polos Tensión(v): 380</p>			
<p>FUNCIÓN: Esta función operativa tiene por objeto la separación de los granos descascarado de los no descascarado y el retorno de estos últimos a la Descascaradora para que reciban de nuevo la acción y lograr mejores rendimientos en el descascarado.</p>			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Tarjeta Maestra de la Máquina Pulidora

TARJETA MAESTRA DEL EQUIPO/MAQUINA.			
EQUIPO	Pulidora	UBICACIÓN	"AGROPECUARIA VALDIVIA"
FABRICANTE	WinTone		
MODELO	NL-45	CÓDIGO DE INVENTARIO	MPGT60
MARCA	TAKAYAMA		
Características Generales.			
PESO	1-5 toneladas	DIMENSIONES	19*1,3*2,2 m;etc.
CARACTERISTICA TECNICAS DEL EQUIPO/MAQUINA.		FOTO DEL EQUIPO /MAQUINA.	
<p>Capacidad de Producción: 120 kg/h, 150 kg/h, 900 kg/h, 300 ton/día</p> <p>Voltaje: 380V/50HZ; etc.</p> <p>Energía (W): 50-160kw</p>			
<p>FUNCIÓN: Esta operación tiene como objetivo separar las capas blancas de la superficie del grano, como residuos de la cáscara, pericarpio y el embrión sin dañar el grano</p>			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Tarjeta Maestra de la Máquina Clasificadora

TARJETA MAESTRA DEL EQUIPO/MAQUINA.			
EQUIPO	Clasificadora	UBICACIÓN	"AGROPECUARIA VALDIVIA"
FABRICANTE	BUHLER		
MODELO	DS-C	CÓDIGO DE INVENTARIO	AT-CS-07
MARCA	WENYAO		
Características Generales.			
PESO	450KG	DIMENSIONES (L * W * H)mm	2400*1020*1540
CARACTERISTICA TECNICAS DEL EQUIPO/MAQUINA.		FOTO DEL EQUIPO /MAQUINA.	
<p>Capacidad de Producción: 2200KGS/H Tensión (v): 110-250v (50-60hz) Energía (W): 1100 Potencia (Kw): 1.1 Clasificación de precisión: 99.9% tasa de rechazo (%) ≥10: 1</p>			
<p>FUNCIÓN: Es la operación que permite separar el arroz entero del arroz quebrado, esto se logra haciendo pasar el arroz por zarandas con movimiento circular o roto vaivén, cuya acción energética asegura que el grano se distribuya en toda la superficie de la criba disponible que permite el paso del grano de acuerdo a su tamaño.</p>			

Fuente: Elaboración propia

9.2.4.2. Hoja de vida

Tabla 31: Hoja de Vida la Máquina Limpiadora

HOJA DE VIDA.		
NOMBRE DEL EQUIPO/ MAQUINA:		CODIGO DE INVENTARIO:
Limpiadora		AT-LP-01
MARCA	MODELO	UBICACIÓN
SIFLY	TSCY 100	“AGROPECUARIA VALDIVIA”
FECHA	HISTORIAL DE LOS MANTENIMIENTO	
27-02-22	Toma de datos de la limpiadora	
21-03-22	Revisión de la configuración de la máquina.	
22-03-22	Inspección sensorial	
13-04-22	Correcta limpieza general.	
22-04-22	Revisión de los cables eléctricos industriales	
20-05-22	Sustitución de alguna pieza que haya sufrido desgaste	
29-05-22	Evaluación de los cuadros eléctricos, por algún posible fallo.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Hoja de Vida de la Máquina Descascaradora

HOJA DE VIDA.		
NOMBRE DEL EQUIPO/ MAQUINA:		CODIGO DE INVENTARIO:
Descascaradora		AT-DS-02
MARCA	MODELO	UBICACIÓN
HUASHAN	MDC-1	“Agropecuaria Valdivia”
FECHA	HISTORIAL DE LOS MANTENIMIENTO	
10-02-2022	Cambio de aceite	
22-02-2022	Revisión, ajuste y/o cambio de conexiones eléctricas	
05-04-2022	Calibrado de sensor	
18-06-2022	Engrase de rodamientos y engranajes	
01-03-2022	Calibrado de la descascaradora	
08-05-2022	Revisión tarjetas electrónicas	
24-05-2022	Lubricación de engranaje	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Hoja de Vida de la Máquina Separadora

HOJA DE VIDA.		
NOMBRE DEL EQUIPO/ MAQUINA		CODIGO DE INVENTARIO:
Separadora		AT-MP-04
MARCA	MODELO	UBICACIÓN
TAKAYAMA	SMAZ-2	“Agropecuaria Valdivia”
FECHA	HISTORIAL DE LOS MANTENIMIENTO	
Enero 2022	Se realiza limpieza en las zarandas, engrasado, Mantenimiento al cableado, cambio de fusibles	
Marzo 2022	Mantenimiento al panel de comandos	
Abril 2022	Se realiza limpieza en las zarandas, engrasado, Mantenimiento al cableado, cambio de fusibles	
Mayo 2022	Limpieza de la máquina	
Junio 2022	Se realiza limpieza en las zarandas, engrasado, Mantenimiento al cableado, cambio de fusibles	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Hoja de Vida de la Máquina Pulidora

HOJA DE VIDA.		
NOMBRE DEL EQUIPO/ MAQUINA:		CODIGO DE INVENTARIO:
Pulidora		AT-PU-05
MARCA	MODELO	UBICACIÓN
TAKAYAMA	MPGT60	“AGROPECUARIA VALDIVIA”
FECHA	HISTORIAL DE LOS MANTENIMIENTO	
15-02-2022	Limpieza de paredes perforadas interiores.	
22-02-2022	Cambio de cojinetes	
04-03-2022	Lubricación de los mecanismos móviles	
16-03-2022	Cambio de bandas móviles	
10-04-2022	Limpieza de paredes exteriores	
18-05-2022	Revisión del aire	
28-05-2022	Alineación de bandas	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Hoja de Vida de la Máquina Clasificadora

HOJA DE VIDA.		
NOMBRE DEL EQUIPO/ MAQUINA: Clasificadora		CODIGO DE INVENTARIO: AT-CS-07
MARCA WENYAO	MODELO DS-C	UBICACIÓN "AGROPECUARIA VALDIVIA"
FECHA	HISTORIAL DE LOS MANTENIMIENTO	
18-01-2022	La alimentado de las dos cadenas laterales de los rodillos	
22-03-2022	Revisión del cuerpo de la maquina a las dos cadenas transmisoras interiores	
26-04-2022	Mantenimiento de mesa: cadena protegida por tapa y situada debajo de la mesa.	
20-05-2022	Aplicación de aceite SAE-20 utilizando una aceita dora.	
11-06-2022	Cambio de grasa	
22-06-202	Revisión de los dos levas del eje transversal	

Fuente: Elaboración propia

9.2.5. Programa de Mantenimiento Preventivo para los Equipos Críticos

Con base a las recomendaciones hechas por los manuales de los fabricantes, la experiencia recogida por parte de los operarios y al estudio realizado de la literatura correspondiente al mantenimiento de equipos, se elaboró el programa de mantenimiento preventivo por equipo.

El programa de mantenimiento preventivo está basado en el mantenimiento autónomo, las actividades de lubricación por equipo y las inspecciones periódicas programadas.

En el mantenimiento autónomo se establecieron las actividades de primer nivel que ejecutará el operario de cada equipo, como: inspección visual, lubricación, detección de fallas y aseo, (Ver Tabla 11: Mantenimiento Autónomo). Las actividades de lubricación por equipo se recogen en la carta de lubricación, (Ver Tabla 6: Carta de Lubricación).

Las inspecciones periódicas programadas se ejecutarán en los equipos críticos de la planta en forma planificada y programada anticipadamente, con el fin de descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de los mismos. Estas inspecciones periódicas se deben realizar en cada equipo, a intervalos fijos independientemente del estado.

Las frecuencias de las inspecciones se clasifican en mensuales, trimestrales, semestrales y anuales. Las inspecciones en los equipos se dividen en actividades de tipo mecánico y tipo eléctrico.

Las inspecciones de tipo mecánico pueden ser realizadas por el operario mismo o el personal de mantenimiento, según la complejidad de las actividades. La inspección del tipo eléctrico debe ser ejecutada sólo por el personal calificado de mantenimiento. con ayuda de los formatos que se muestra en la Tabla 12: Inspección de Máquinas, se podrán realizar dichas inspecciones.

A continuación, se describe las actividades de mantenimiento preventivo para los equipos críticos del área de producción:

✓ **CLASIFICADORA**

Descripción general:

Las clasificadoras ópticas de Bühler son muy eficaces para retirar impurezas visibles, como granos de arroses descoloridos, amarillos, grises, violetas, picados, yesosos, con tiras de salvado y no maduros. Su eficacia mejora considerablemente el aspecto final del producto.

Con la mejora de la seguridad de los alimentos, se alcanzan resultados excelentes gracias a la detección y retirada de sustancias extrañas, como piedras, vidrio, plástico y otros materiales no deseados.

Ilustración 5: Clasificadora por Color



Fuente: Empresa “Agropecuarias Valdivia”

✓ Funcionamiento Diario

El trabajo de un operario de la máquina responsable del manejo diario de la SORTEX serie M, se describe en el Manual del operario. Los supervisores e ingenieros deberían familiarizarse con esos procedimientos y con los descritos en el cuaderno/póster de Mantenimiento rutinario.

Esta sección trata sobre los comandos a disposición de los supervisores e ingenieros para:

1. Preparar la máquina para su cometido
2. Mantener (y mejorar) la calidad de la clasificación
3. Diagnosticar y solucionar problemas.

✓ Mantenimiento de la máquina

Recambio de lámparas para iluminación de primer plano

Una máquina SORTEX M puede contener cuatro u ocho tubos fluorescentes para iluminación de primer plano, divididos entre las partes delantera y

posterior de la máquina. (Sólo dos por lado pueden utilizarse simultáneamente).

- Desconecte la alimentación eléctrica.
- Gire la válvula de aire a la posición cerrado.

Cuando no haya producto en las bandejas vibradoras, limpie la zona alrededor de la tapa de la caja óptica con un cepillo duro antes de abrirla. La caja óptica se mantiene cerrada por una fila de cierres como se indica en la fotografía de la izquierda. Para abrir estos cierres se necesita una llave especial.

Use el fiador de la tapa, en el extremo izquierdo de la tapa, para mantenerla abierta durante el procedimiento que se indica a continuación.

1. Suelte los dos fiadores y tire del conjunto del soporte de lámparas hacia usted, trabando los fiadores en los montantes traseros.

NOTA: el método de sustitución de las lámparas en la caja óptica posterior es esencialmente el mismo que para la caja óptica delantera, aunque el mecanismo de presentación de las lámparas para su desmontaje es ligeramente diferente.

ADVERTENCIA: siempre mantenga las manos alejadas de los extremos del soporte de lámparas cuando las mueva para evitar pillarse o herirse los dedos. Asegúrese siempre de que el soporte de lámparas está apoyado en toda la longitud de su recorrido y hasta que se enganchen los fiadores. No deje que se caiga ya que esto podría causar lesiones personales o daños a la máquina.

2. El paso anterior gira el soporte de lámparas ligeramente y presenta las lámparas para su desmontaje.

3. Para retirar la lámpara, gírela un cuarto de vuelta y levántela.

4. Para instalar una nueva lámpara siga el procedimiento anterior en orden inverso. Alinee las patillas de las lámparas con los dos enchufes de los

extremos y empuje la lámpara hacia el soporte de lámparas, simultáneamente en ambos enchufes, antes de girarla 1/4 de vuelta.

5. Asegúrese siempre de que los fiadores del soporte de lámparas están sujetos correctamente en los montantes de fijación. De lo contrario podría haber problemas de calibración.
6. Suelte el fiador de la tapa (compruebe que queda enganchado en su retén) y cierre la tapa de la caja óptica.

Advertencia: Al cerrar la tapa, mantenga las manos alejadas del cierre de la puerta para evitar pillarse los dedos. Abra el suministro de aire y encienda la alimentación eléctrica.

Nota: después de cambiar una lámpara, realice una Calibración de referencia de blanco ya que los niveles de luz habrán cambiado.

Al cambiar una lámpara, utilice la pantalla de control, menú Prestaciones (para nivel de supervisor o superior), pantalla Mantenimiento de lámparas para «poner a cero» el registro de utilización de esta lámpara.

Recambio de las lámparas para iluminación de fondo

1. Desconecte la alimentación eléctrica.
2. Gire la válvula de aire a la posición cerrado.

Cuando no haya producto en las bandejas vibradoras, limpie la zona de alrededor de la tapa de la caja óptica con un cepillo duro y ábrala, asegurándose de que el fiador de la puerta está en su posición para mantenerla abierta.

ADVERTENCIA: el contenido de la caja óptica, en especial los soportes de lámpara y los tubos fluorescentes, seguirán calientes durante algún tiempo después de haberlos apagado.

Siempre compruebe que los objetos que desee manipular estén lo bastantes fríos para hacerlo.

1. Suelte los dos fiadores (uno a cada lado; se indica el de la derecha con una flecha roja) y tire del conjunto del soporte de lámparas hacia usted, fiadores en los montantes traseros (señalados con flechas azules).

NOTA: el método de sustitución de las lámparas en la caja óptica posterior es esencialmente el mismo que para la caja óptica delantera, aunque el mecanismo de presentación de las lámparas para su desmontaje es ligeramente diferente.

ADVERTENCIA: siempre mantenga las manos alejadas de los extremos del soporte de lámparas cuando las mueva para evitar pillarse o herirse los dedos. Asegúrese siempre de que el soporte de lámparas está apoyado en toda la longitud de su recorrido y hasta que se enganchen los fiadores. No deje que se caiga ya que esto podría causar lesiones personales o daños a la máquina.

Suelte los dos fiadores en el centro de cada extremo del soporte de lámparas (señalado con la flecha roja); esto permite apartar el par de lámparas inferior (hacia el centro de la máquina) presentando la lámpara de fondo posterior para su desmontaje. Para retirar la lámpara, gírela 1/4 de vuelta y sáquela girándola al tiempo que la levanta.

2. Para instalar una nueva lámpara siga el procedimiento anterior en orden inverso. Alinee las patillas de las lámparas con los dos enchufes de los extremos y empuje la lámpara hacia el soporte de lámparas, simultáneamente en ambos enchufes, antes de girarla 1/4 de vuelta.

3. Asegúrese siempre de que los fiadores del soporte de lámparas estén sujetos correctamente en los montantes de fijación. De lo contrario podría haber problemas de calibración.
4. Suelte el fiador de la tapa (compruebe que queda enganchado en su retén) y cierre la tapa de la caja óptica.

Advertencia: al cerrar la tapa, mantenga las manos alejadas del cierre de la puerta para evitar pillarse los dedos. Abra el suministro de aire y encienda la alimentación eléctrica.

Nota: después de cambiar una lámpara, realice una Calibración de referencia de blanco, ya que los niveles de luz habrán cambiado.

Al cambiar una lámpara, utilice la pantalla de control, menú Prestaciones (para nivel de supervisor o superior), pantalla Mantenimiento de lámparas para «poner a cero» el registro de utilización de esta lámpara.

✓ Escobillas

Las escobillas también son parte del sistema óptico; ellas aseguran que las cámaras tengan una visión clara del producto.

Cambio de un soporte de escobillas

- Desconecte la alimentación eléctrica.
 - Gire la válvula de aire a la posición cerrado.
1. Retire la cubierta trasera de las escobillas, quite los 2 pernos de cada extremo que sujetan la cubierta delantera y desmóntela.
 2. Mueva a mano el conjunto de escobillas un poco hacia la deslizadera para tener un acceso más fácil. Meta la mano en la zona de visión y empuje hacia dentro el brazo elástico de las escobillas (es decir, alejándolo de la

ventana). Al mismo tiempo tire del conjunto del soporte de las escobillas hacia arriba y fuera del brazo de las escobillas. Retire el soporte de las escobillas del conjunto deslizándolo hacia arriba.

PRECAUCIÓN: suelte cuidadosamente el brazo con resorte para que el tope de caucho se apoye contra la ventana. No permita que el brazo de las escobillas golpee contra la ventana. Para reinstalar un soporte de escobilla siga el procedimiento anterior en orden inverso.

Asegúrese de empujar firmemente el soporte de escobillas hacia abajo hasta que encaje en su sitio. Cuando el proceso esté completado y todas las tapas de las escobillas estén de nuevo en su sitio, conecte el suministro de aire y realice una prueba de las escobillas (menú Prestaciones, Prueba).

✓ Componentes de los eyectores

Desmontaje y reinstalación de los cartuchos eyectores: Los cartuchos eyectores son elementos intercambiables. Los cartuchos defectuosos deben ser sustituidos por nuevos.

1. Identificación de eyectores defectuosos

Realice una prueba completa de los eyectores en la pantalla Pruebas y anote el número de identificación de los que no funcionen. Los eyectores se numeran en bloques de a cuatro desde la izquierda, vistos desde la parte delantera de la máquina.

2. Recambio de un bloque de eyectores

ADVERTENCIAS: para estos procedimientos, apague la alimentación eléctrica y espere al menos un minuto a que se descarguen los circuitos con alta tensión.

En todos los procedimientos que involucren a los eyectores o a sus placas de control, CIERRE EL AIRE; la presión de aire es muy elevada en estos elementos y algunos procedimientos podrían provocar explosiones en presencia de presión de aire.

Al abrir la tapa de la caja óptica posterior, tenga cuidado de utilizar las asas instaladas para evitar pillarse los dedos entre la tapa y el armario de control. El contenido de la caja óptica, en especial los soportes de lámpara y los tubos fluorescentes, seguirán calientes durante algún tiempo después de haber apagado la máquina.

Siempre compruebe que los objetos que desee manipular estén lo bastantes fríos para hacerlo.

1. Desconecte la alimentación eléctrica.
2. Gire la válvula de aire a la posición cerrado.
3. Abra con la llave suministrada los tres cierres de la tapa de la caja óptica trasera. Utilice el fiador de la puerta para mantenerla abierta.
4. Suelte los dos fiadores que sujetan el soporte de lámparas (uno a cada lado, se muestra el de la derecha) y tire del soporte de lámparas hacia usted, inmovilizándolo en los montantes de sujeción traseros.

ADVERTENCIA:

1. Mueva siempre los soportes de lámparas utilizando la parte de asidero del travesaño superior y mantenga las manos alejadas de los extremos del soporte de lámparas cuando las mueva para evitar pillarse o herirse los dedos.
2. Asegúrese de que el soporte de lámparas está firmemente sujeto y controlado en todo su recorrido y hasta que se enganchen los fiadores; no deje que caiga ya que esto podría causar lesiones personales o daños a la máquina.

3. Se recomienda retirar la lámpara fluorescente inferior. De lo contrario, hay que tener sumo cuidado de no ejercer una presión indebida sobre el tubo fluorescente ya que podría romperse.
4. Suelte los fiadores que sujetan la cubierta del alojamiento de los eyectores (uno a cada lado, se muestra el de la derecha) y ábralo.
5. Los eyectores están agrupados de a cuatro por cartucho, por lo tanto, tendrá que identificar a qué cartucho pertenece el eyector o eyectores defectuosos.
6. Identifique el cartucho que desea retirar y desconecte el cableado del eyector de la placa secundaria de eyectores (cada cartucho de eyectores posee su propia placa secundaria que, a su vez, se enchufa en la placa de control de los eyectores).
7. Para desmontar un cartucho de eyectores, presione las pinzas de plástico y tire del cartucho hacia arriba y hacia fuera.

PRECAUCIÓN: vuelva a comprobar que la presión de aire está cortada antes de retirar un eyector. Para volver a instalar un eyector siga el procedimiento anterior a la inversa. Asegúrese de situar la entalladura del eyector en la guía del colector de eyectores.

Empuje hacia abajo para insertar el conector de entrada de aire en el tubo que está bajo el eyector; presione firme pero suavemente hasta que las pinzas del cartucho encajen en su sitio. Debería encajar fácilmente. Si no lo hace, no intente forzarlo. Sáquelo e intente colocarlo otra vez. Una vez reemplazado:

1. cierre la tapa del colector de eyectores
2. reemplace el soporte de lámparas
3. suelte el fiador de la tapa y cierre la tapa de la caja óptica,
4. ajuste la presión de aire a su valor normal.
5. finalmente, lleve a cabo una prueba de eyectores.

Nota: es probable que todos los eyectores de la máquina tengan el mismo tiempo de servicio, por lo tanto, a menudo es conveniente cambiar todos los eyectores de una vez.

La pantalla recuento de disparos de eyector almacena la información relacionada con el uso de los eyectores. Cuando reemplace los eyectores, deberá poner a cero la lectura de esa pantalla para saber cuándo se deberán realizar los siguientes reemplazos. En condiciones normales de uso, los eyectores deberían durar 5.000.000.000 de ciclos (o 2.500.000.000 para productos de mayor tamaño) antes de necesitar ser reemplazados.

SECADORA

Descripción general:

Se utiliza para secar el arroz con cáscara con el fin de que sea seguro para su almacenamiento. El secado es el proceso que reduce el contenido de humedad del grano a un nivel que es seguro para su almacenamiento, lo que lo convierte en la operación más importante después de cosechar un cultivo de arroz. Los retrasos en el secado, el secado incompleto o el secado ineficaz reducen la calidad del grano, lo que puede provocar pérdidas de producto.

Ilustración 6: Secadora de Granos



Fuente: Empresa "Agropecuarias Valdivia"

✓ Mantenimiento y uso

Tener un buen programa de mantenimiento y Secado de granos y reparaciones en época de trabajo. Si no fuera posible contar con todo el personal especializado para dichas tareas (electricistas, mecánicos, expertos en quemadores, etc.) se debe tener la seguridad de hacer arreglos previos para

que aquellos puedan acudir de inmediato. Una secadora detenida muchas horas puede significar una pérdida de dinero importantísima.

✓ **Uso**

1. Antes de ponerla en marcha debe verificarse el libre funcionamiento de los distintos mecanismos, como los ventiladores (haciéndolos girar varias vueltas para asegurarse que no haya roces), el descargador y otras partes móviles.
2. Deben lubricarse todos los alemites y movimientos empleando las grasas y aceites que se recomiendan, para lo cual hay que consultar los respectivos manuales de los fabricantes.
3. Igualmente, la limpieza de los filtros, el estado del quemador y de la cámara de combustión o del horno resultan primordiales tareas previas a la iniciación del trabajo de la secadora.

✓ **DESCASCARADORA**

Descripción general:

La descascaradora se compone principalmente de un dispositivo de alimentación de tolva, un dispositivo de cabeza, una cámara de separación de la cáscara, una caja de engranajes y un bastidor. Es una máquina procesadora de granos que quita la gluma del arroz y lo convierte en arroz integral.

Esta serie de productos se utiliza principalmente para el descascarado y separación de granos. Tiene cambio de caja de cambios, estructura cerrada y apretada. Y no se necesita remover, el nuevo rodillo de goma está fijo y agotado. No hay fugas de grano o arroz. El procedimiento de separación entre el grano y la cáscara es eficiente, y el rodillo de goma es conveniente para quitar o instalar.

Puede quitar la cáscara del arroz, reducir la rotura de la cintura y el daño de la piel y mantener el arroz integral intacto en la medida de lo posible. También se puede utilizar para descascarar mijo, alforfón tartario, quinua y otros granos.

Ilustración 7: Descascaradora de Granos



Fuente: Empresa “Agropecuarias Valdivia”

✓ Mantenimiento y uso

Antes de usar se debe tener en cuenta la siguiente información:

1. Si no hay herramientas, objetos o mismos cuerpos extraños dentro de la tolva de alimentación, en la canaleta alimentadora, en el depósito del bruñidor, y también en todo interior de la máquina, o sobre la misma y retirarlo inmediatamente;
2. Si las tuercas e tornillos, tensionadores de las correas, correas, poleas, etc., están debidamente apretados e regulados; Si la lubricación, en sus puntos específicos, fueran debidamente ejecutadas;

3. Si sus ropas están adecuadas; no deben estar sueltas o desabotonadas. Mantener los pies y las manos lejos de las piezas en movimiento (poleas, correas, cardan, etc.).
4. Si las personas que no irán trabajar con la máquina están en una distancia segura de aproximadamente tres metros. Lo mismo equivale para los animales, donde la distancia ideal debe ser de diez metros.
5. Si todas las protecciones están en sus debidos lugares y apagar la máquina antes de efectuar ajustes, limpieza o su lubricación.

✓ **MESA PADDY**

Descripción general:

La mesa paddy se utiliza en la zona de clasificación después del pelado. Filtra los granos sin pelar de los granos homogéneos y garantiza un resultado final perfecto. Después del proceso de descascarado, la mesa paddy se ocupa de recoger los granos a clasificar y los distribuye uniformemente entre las cámaras de la máquina mediante movimientos de elevación uniformes que separan los granos según su peso específico. De esta manera, los granos sin pelar pueden clasificarse con seguridad.

Ilustración 8: Mesa Paddy



Fuente: Empresa "Agropecuarias Valdivia".

✓ Características

1. Sistema de regulación de las bandejas motorizado y automatizado
2. Equipamiento de fácil operación y mantenimiento
3. Sistema de regulación de carga motorizada
4. Panel de control automatizado.

✓ Mantenimiento y uso

1. separar las dos fases por diferencia de densidad, es decir, agitándose una superficie donde una capa de mezcla (integrales y marineros) está depositada de tal forma que la capa más ligera (marineros) tome la superficie.
2. proveer dicha superficie de inclinación para el desplazamiento del producto por encima de la misma.
3. añadir a esta superficie alvéolos con geometría determinada con propósito de impulsar los granos en ellos alojados.

✓ **PULIDORA**

Descripción general:

Por medio de un suave frotamiento de las barras oscilantes con el recubrimiento esmerilado, los granos de avena se liberan de sus cáscaras y pelillos. Gracias al ajuste preciso de la máquina, se consigue que este proceso sea lo más suave posible con mínimas roturas y, por tanto, especialmente eficiente. Las partículas finas resultantes caen a través de un tamiz montado debajo y son transportadas fuera de la máquina por medio de un tornillo colector y de aspiración.

Ilustración 9: Pulidora de Granos



Fuente: Empresa "Agropecuarias Valdivia".

✓ **LIMPIADORA**

Descripción general:

Este limpiador de arroz se usa para limpiar impurezas de materias primas y se usa ampliamente en la fábrica de molinos de arroz, en las fábricas de harinas y en los almacenes de granos.

Está diseñado con tamices de dos pisos, con diferentes especificaciones, que pueden separar las impurezas grandes, medianas y pequeñas del trigo, el arroz, el maíz y otros granos. Está equipado con dos capas de pantalla que mejoran la eficiencia de limpieza.

Ilustración 10: Limpiadora de Granos



Fuente: Empresa "Agropecuarias Valdivia".

✓ Características:

1. Tamaño compacto, bien sellado, menos fugas de polvo.
2. El aspirador vertical opcional tiene una alta eficiencia para eliminar las impurezas y el polvo.
3. Alta capacidad, bajo ruido y bajo consumo de energía.
4. Impulsados por un par de motores vibrantes, la fuerza de vibración, la dirección de vibración y la inclinación de la cubierta del tamiz son ajustables.
5. Calidad confiable, buena apariencia, instalación y operación convenientes.
6. Los poros del tamiz son difíciles de bloquear gracias al dispositivo de limpieza automático.

9.2.6. Materiales Necesarios Para Cumplir el Plan de Mantenimiento

Para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento que contempla dicho plan es necesario contar con la disponibilidad de ciertos recursos que serán necesarios.

- ✓ Rodajes
- ✓ Ejes
- ✓ Excéntricas
- ✓ Ventiladores
- ✓ Rodillos
- ✓ Zarandas
- ✓ Gusanos helicoidales
- ✓ Fajas
- ✓ Rodajes
- ✓ Grasas
- ✓ Lubricantes
- ✓ Cribas

- ✓ Porta cribas
- ✓ Piedras de pulir
- ✓ Chumaceras
- ✓ Equipos de detección de fallas
- ✓ Guantes de protección
- ✓ Kit de llaves, atornilladores.
- ✓ Paños para limpiar
- ✓ Bomba de grasa
- ✓ Terminal de avance y corte.
- ✓ Uña de avance y corte
- ✓ Templadores de cadena
- ✓ Puntas protectoras
- ✓ Kit de sistema eléctrico
- ✓ Poleas del sistema de zaranda y sinfines.
- ✓ Perno templador de rueda guía
- ✓ Brazo vibrador de corte
- ✓ Engranajes
- ✓ Filtros de aire
- ✓ Filtros de aceite
- ✓ Bomba hidráulica
- ✓ Bocina de eje de transmisión.

9.3. Matriz de Pronósticos y Costos de Mantenimiento

La suma del mantenimiento preventivo rodea la cantidad de C\$ 222,750, pero esta cantidad puede ser muy variable, esta es la inversión que es necesaria para optimizar los beneficios y obtener la mejor utilización de las máquinas.

Con la elaboración de la matriz de pronóstico se pretendió establecer las actividades de mantenimiento preventivo que se ejecutaran a lo largo de todo el año buscando una rentabilidad en la aplicación de este; para que se pueda reducir a la mínima expresión todas aquellas fallas que afecten negativamente a la producción y, por tanto, se pueda conservar todas las maquinas en óptimas condiciones al momento de disponer de ellas.

La matriz de pronóstico está basada en el mantenimiento autónomo, actividades de lubricación por equipo y todas aquellas inspecciones periódicas programadas y sus respectivos costos por llevarlos a cabo.

La Tabla 36 contiene a detalle, las actividades en concreto que se llevarán a cabo en el mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Valdivia.

En este apartado de la tabla 37: Plan de Mantenimiento de los Equipos, sirve para establecer en el Plan de Mantenimiento cada acción que se aplique tanto como las inspecciones, verificaciones, lubricación, comprobaciones, revisiones y cambios que se deben realizar según sea la persona asignada a dicha acción en un marco de periodicidad establecida. Aquí se incluye la cantidad de refacciones mínimas para poder llevar a cabo dicho Plan de Mantenimiento por cada equipo crítico que posee el trillo de la empresa.

Tabla 37: Plan de Mantenimiento de los Equipos

Máquina/Equipo	Descripción	Actividad	Nomenclatura	Responsable	Periodicidad
LIMPIADORA	10 rodajes	Cambiar	C	Operario	3120
	2 ejes de 2 pulgadas	Verificar, revisar	V	Operario	780
	3 ejes de 1.5 pulgadas	Verificar, revisar	V	Operario	780
	2 excéntricas	Inspeccionar, Ajustar Comprobar	I	Técnico del área de mantenimiento	260
	1 gusano de 2.5 pulgadas	Cambiar	C	Técnico del área de mantenimiento	1300
	2 ventiladores para arrojar el polvillo (paletas)	Cambiar	C	Técnico del área de mantenimiento	1300
	1 motor de 9 HP (filtro de aceite)	Limpiar	P	Operario	1560
	3 zarandas	Cambiar	C	Técnico del área de mantenimiento	9360
	DESCASCARADORA	2 rodillos de goma	Cambiar	C	Operario
Ejes de los Rodeos		Lubricar, Aplicar	L	Operario	260
1 gusano Helicoidal con chumacera para Pajilla		Cambiar	C	Técnico del área de mantenimiento	6240
1 gusano Helicoidal con chumacera para arroz descascarado		Cambiar	C	Técnico del área de mantenimiento	6240
1 gusano		Cambiar	C		6240

	Helicoidal con chumacera para arroz de retorno.			Técnico del área de mantenimiento		
	1 eje para ventilador de pajilla con su chumacera	Inspeccionar, Ajustar o Comprobar	I	Operario	260	
	5 fajas	Inspeccionar, Ajustar o Comprobar	I	Operario	260	
	Rodajes	cambiar	C	Operario	3120	
MESA PADDY	16 rodajes	Lubricar, Aplicar	L	Operario	260	
	1 faja	Cambiar	C	Operario	3120	
	1 resorte	Cambiar	C	Operario	780	
	Revisión ruidos extraño	Verificar, revisar	V	Operario	60	
	Revisión de juego zarandas	Verificar, revisar	V	Operario	60	
	Revisión bandas.	Verificar, revisar	V	Operario	60	
	Revisión de chumaceras.	Verificar, revisar.	V	Operario	60	
	Engrase general	Lubricar, Aplicar	L	Operario	60	
	Limpieza de superficie	Limpiar	P	Operario	60	
	Calibración de vibración	Inspeccionar, Ajustar o Comprobar	I	Técnico del área de mantenimiento	60	
		Revisión de Rifles	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	260
				V	Técnico del área de mantenimiento	260
	Revisión del motor	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	260	
Revisión de brazos excéntricos	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	260		
PULIDORA	1 porta cribas	Cambiar	C	Técnico del área de mantenimiento	780	
	8 cribas	Cambiar	C	Técnico del área de mantenimiento	1300	
	2 piedras de Pulir	Cambiar	C	Técnico del área de mantenimiento	1300	
				Técnico del área de mantenimiento	3120	
	1 botella	Cambiar	C	Operario	3120	
	2 rodajes	Cambiar	C	Operario	3120	
	Limpieza de	Limpiar	P	Operario	3120	

	Superficie				
	Detección de ruidos	Inspeccionar,	I	Operario	60
		Ajustar o			
		Comprobar			
	Lubricación	Lubricar, Aplicar	L	Operario	60
	Detección de fugas	Inspeccionar,	I	Operario	60
		Ajustar			
	Revisión de estructura metálica	Inspeccionar,	I	Operario	60
		Ajustar o			
		Comprobar			
	Revisión de estado físico de cilindros.	Verificar, revisar	V	Operario	60
	Revisión de elevador de cangilones.	Verificar, revisar	V	Operario	60
	Revisión de estructura metálica	Verificar, revisar	V	Operario	60
	Revisión de estado físico de los cilindros	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	60
	Revisión de elevador de cangilones	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	1560
	Revisión de brazos excéntricos	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	1560
	Revisión de bandas	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	1560
	Revisión de poleas	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	1560
	Revisión de ventolina	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	1560
	Revisión de chumaceras	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	1560
	Revisión de motor	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	1560
	Revisión de estado físico sistema eléctrico	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	1560
CLASIFICADORA	3 zarandas	Verificar, revisar	V	Operario	780
	14 rodajes	Lubricar, Aplicar	L	Operario	3120

	3 fajas	Verificar, revisar	V	Operario	60
	Detección de ruidos	Inspeccionar,	I	Operario	60
		Ajustar o Comprobar			
	Engrase general	Lubricar, Aplicar	L	Operario	60
	Revisión de bandas	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	260
	Revisión del estado físico de los cilindros	Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	260
	Cambio de Aceite reductor	Cambiar	C	Técnico del área de mantenimiento	260
	Limpieza general				
	Revisión estructura metálica	Limpiar	P	Técnico del área de mantenimiento	260
		Verificar, revisar	V	Técnico del área de mantenimiento	260
SECADORA	Rodamientos de polines	Cambio	C	Operario	180
	Rodamientos y descansos	Revisión, lubricación	L	Operario	48
	Juntas de alimentación de vapor	Revisión	V	Técnico del área de mantenimiento	180
	Reductores	Revisar	V	Operario	8
	Acoplamiento hidráulico	cambio	C	Técnico del área de mantenimiento	5760
	Cadena de transmisión, corona y piñón	Lubricación, supervisión	L	Operario	180

Fuente: Elaboración Propia

X. CONCLUSIONES

Con la realización del Plan de mantenimiento preventivo en la empresa Agropecuaria Valdivia anteriormente presentado, se concluyó lo siguiente:

- ✓ Se realizó el diagnóstico mediante el cual se encontró que el mantenimiento que se realiza actualmente no es el indicado, ya que se necesita que las maquinarias estén siempre activas y en buenas condiciones, debido a que su proceso es continuo y la calidad del producto va relacionada directamente con el estado de la maquinaria, así que su mantenimiento es preventivo, el cual la empresa no cuenta una documentación física, sino que reside en la experiencia de las personas que constituyen el equipo de mantenimiento de la planta y en especial de su jefe.
- ✓ El modelo de mantenimiento preventivo se diseñó de acuerdo a las necesidades de la empresa, el cual cuenta con un sistema de información que permite llevar el registro detallado de los trabajos, fichas técnicas, instructivos y formatos necesarios para un mayor control y registro de actividades de mantenimiento preventivo, tiempo empleado y costos asumidos en la ejecución del mantenimiento.
- ✓ Se elaboró una matriz de pronóstico, la cual contiene las actividades de mantenimiento a realizarse para cada máquina, la frecuencia con que se realizarán los mantenimientos, los costos de los mismos y la programación de mantenimiento en un período de tiempo.
- ✓ Con la elaboración del Plan de Mantenimiento Preventivo, se programaron trabajos de mantenimiento de revisión y reparación general de acuerdo al estado del equipo, llevando a los equipos a tener un mejor desempeño el área de trillado de la empresa Agropecuarias Valdivia S.A.

XI. RECOMENDACIONES

Para lograr condiciones óptimas de trabajo en el Trillo “Agropecuaria Valdivia” se recomienda:

- ✓ El Trillo “Agropecuaria Valdivia” debe hacer uso de la herramienta de control estadístico “hoja de verificación” para analizar la producción diaria de arroz oro realizándola periódicamente.
- ✓ La persona que realice el mantenimiento debe estar capacitada para el trabajo a ejecutar y pueda llevar un control de los mantenimientos tanto (mayor como menor) que se realizan.
- ✓ Brindar al personal en general capacitaciones sobre la importancia de conocer acerca de un buen mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos de la empresa.
- ✓ Implementación de los Manuales de buenas prácticas de producción, calidad, mantenimiento industrial y estructura orgánica de las funciones del personal para que los trabajadores hagan uso adecuado de ellos, para el buen funcionamiento en la empresa en su proceso de trillado de granza de arroz.
- ✓ Supervisar que los trabajadores usen los equipos de protección personal en sus horas laborales para su seguridad y así mismo el cumplimiento de normas higiénicas.
- ✓ Se debe mantener un stock de repuestos de acuerdo a las necesidades de la planta, establecer máximos y mínimos en cada caso.
- ✓ Contar con herramientas adecuadas para el tipo de trabajo que se desarrollen.
- ✓ No crear desperdicios de materia prima ya sea material de reparación o cualquier otro tipo de producto.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. (5 de agosto de 2004). Academiaedu.com. Obtenido de Academiaedu.com:
https://www.academia.edu/35929852/Libro_de_Mantenimiento_Industrial_pdf
- Álvarez, G. A. (2004). Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica Industrias AVM S.A. Bucaramanga: Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Aula 21. (05 de Enero de 2022). Aula 21. Recuperado el 24 de Junio de 2022, de Aula 21: <https://www.cursosaula21.com/tipos-de-mantenimiento-industrial/>
- Botero, C. (1995). Mnuual de Mantenimiento. Parte III: Costos en el departamento de mantenimiento. Madrid: Informador Técnico.
- Cansino Flores, E. A., & Lucero Díaz, D. W. (2015). Elaboración de un plan de mantenimiento Preventivo y seguridad industrial para la fabrica minera. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Efiempresa. (31 de Marzo de 2022). Efiempresa. Recuperado el 24 de Junio de 2022, de Efiempresa: <https://efiempresa.com/blog/efiempresa-gestion-de-mantenimiento/#:~:text=Disponibilidad%20por%20Aver%C3%ADAs&text=por%20aver%C3%ADa%20%3D%20Horas%20totales%20%E2%80%93%20Horas,para%20ofrecer%20un%20dato%20%C3%BAnico>.
- Espín, H., & Cabrera, Á. (2018). Análisis de Criticidad y AMEF para Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.
- Garrido, S. G. (2020). El Manual Del Jefe De Mantenimiento. Madrid: Renovetec.
- Gómez, B. (2006). Desarrollo Del Mantenimiento Preventivo En Los Equipos De Producción De La Compañía Pavco De Occidente Ltda. Santiago De Cali: Universidad Autónoma De Occidente .

- Gómez, B. (2006). Desarrollo Del Mantenimiento Preventivo En Los Equipos De Producción De La Compañía Pavco De Occidente LTDA. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente.
- IBM. (03 de Marzo de 2021). ibm.com. Recuperado el 28 de Junio de 2022, de ibm.com: https://www.ibm.com/docs/es/maximo-for-aviation/7.6.2?topic=SS5RRF_7.6.2/com.ibm.acm.doc/common/t_ctr_plan_maint.html
- IDOC PUB. (2019). IDOC PUB.COM. Obtenido de IDOC PUB.COM: <https://idoc.pub/documents/etapas-de-la-gestion-de-mantenimiento-mwl1zoe2354j>
- INFOAGRO. (2012). INFOAGRO. Obtenido de INFOAGRO: <https://infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
- Marquez, J. C. (20 de mayo de 2019). LinkedIn. Obtenido de LinkedIn: <https://es.linkedin.com/pulse/importancia-de-la-planificaci%C3%B3n-y-programaci%C3%B3n-del-contreras-m%C3%A1rquez#:~:text=La%20planificaci%C3%B3n%20y%20progrmaci%C3%B3n%20de%20mantenimiento%20prioriza%20y,el%20mantenimiento%20preventivo%20puede%20ser%20c>
- Palencia, O. G. (2006). El Mantenimiento General. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Partida, A. (27 de Julio de 2012). Mantenimiento-mi.es. Recuperado el 26 de Junio de 2022, de Mantenimiento-mi.es: <https://mantenimiento-mi.es/2012/factores-que-influyen-en-el-mantenimiento>
- Ramírez, I. P. (2020). Mantenimiento Industrial. Guanajuato: Universidad Politécnica de Guanajuato.
- Seguas.com. (25 de Enero de 2022). Seguas.com. Recuperado el 26 de Junio de 2022, de Seguas.com: <https://www.seguas.com/la-importancia-del-mantenimiento-en-instalaciones-industriales/>
- Venkatesh, J. (08 de Octubre de 2015). Plant Maintenance Resource Center. Obtenido de Plant Maintenance Resource Center: http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml

XIII. ANEXOS

Anexo 1: Checklist de Mantenimiento a Máquinas

CHECKLIST DE MANTENIMIENTO A MÁQUINAS				
MÁQUINA:				
FECHA:				
TURNO:				
RESPONSABLE DEL CHECKLIST:				
Número	Condiciones de seguridad.	Sí.	No.	No aplica.
1.	El sector cumple con orden y limpieza.			
2.	El estado del piso se encuentra en condiciones óptimas.			
3.	Se respeta el layout respecto a los pasillos y salidas de emergencias libres de obstáculos, estiba temporaria de productos elaborados, semielaborados e insumos.			
4.	La iluminación óptima., (falta iluminación, cambio de luminarias u otro desperfecto.)			
5.	¿se observan pérdidas de aceite?			
6.	Se observa derrames de productos químicos, (tintas, lubricantes, aceites, etc.)			
7.	Se observa buena segregación de los residuos.			
8.	Se encuentra las protecciones bajas en lugares de riesgo de atrapamiento, corte y amputación.			
9.	La micro switch y/o dispositivos de seguridad funcionan.			
10.	Las transmisiones mecánicas, (árboles, poleas, engranajes correas, acoplamiento,			

	mecanismos de fricción) poseen protecciones adecuadas.			
11.	Al realizar maniobras de puesta en marcha y detenciones se efectúan previo aviso o señales de conveniencia.			
12.	En caso de emergencia, los motores disponen de interruptores a distancias para detenerlos desde un lugar seguro.			
13.	Los elementos móviles tales como (vástagos émbolos, varias manivelas u otros) son accesibles al trabajador, se encuentran protegidos o aislados adecuadamente.			
14.	Las partes mecánicas y herramientas en las que existan riesgos mecánicos y el trabajador no realicen acciones operativas. Dispone de protecciones cubiertas, (pantallas, acrílicos, puertas, barandas, etcétera.)			
15.	Los tableros eléctricos se encuentran cerrados			
16.	Se observan desperfectos eléctricos, (cables en mal estado, sin bandeja porta cable, empalmes, en mal estado, etc.)			
17.	Los aparejos de izaje se encuentran en óptimas condiciones de uso, (buen estado de las ligas, cadenas, trabas de seguridad, etcétera.			
18.	Sistema de aire comprimido se encuentra en buen estado.			
19.	Algunos de los equipos experimentan pérdida en su funcionamiento o pérdida de corriente.			

20.	Los trabajadores ejecutan mantenimiento autónomo antes de iniciar sus labores.			
21.	Los equipos se sobrecargan por encima de su capacidad forzando los motores y partes internas de los equipos.			
22.	Se hacen en los periodos exactos las lubricaciones internas de engranajes, balineras, etc.			

Anexo 2: Entrevista a Encargado en el Área de Trillado

1. ¿A qué se dedica la empresa en la que labora?
2. ¿Cuál es el puesto que usted desempeña? ¿Cuánto tiempo lleva en él?
3. ¿Cuáles son las principales funciones que desempeña?
4. ¿Qué metodologías utilizan para el mantenimiento?
5. ¿Quién ejecuta las actividades de mantenimiento?

I. MANO DE OBRA

1. ¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento reparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?
2. ¿Hay personal que pueda considerarse 'imprescindible' cuya ausencia afecta a la actividad normal del área de mantenimiento?
3. ¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?
4. ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?
5. ¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación sencilla y especializada?

II. MEDIOS TÉCNICOS

1. ¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?
2. ¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?
3. ¿Los equipos de medida están calibrados?
4. ¿Existe un inventario de herramientas?
5. ¿Se dispone de los medios de transporte que se necesitan?

III. EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y EL PLAN DE MANTENIMIENTO

1. ¿Existe un plan de mantenimiento que afecte a todas las áreas y equipos significativos de la planta?
2. ¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?
3. ¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?
4. ¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?
5. ¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?

IV. LOS PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

1. ¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?
2. ¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?
3. ¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?
4. ¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?
5. ¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?

V. ANALIZANDO EL STOCK DE REPUESTO

1. ¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?
2. ¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?
3. ¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?

VI. EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO

1. ¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?
2. ¿El número de ocurrencias totales de emergencia es bajo?
3. ¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?

4. ¿El número de averías repetitivas es bajo?
5. ¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?

Anexo 3: Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES	Junio		Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				
	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Entrega y revisión de perfil de tesis	■																										
Aprobación del tema		■																									
Preparación del protocolo			■	■																							
Entrega y revisión de protocolo				■	■																						
Recopilación de información						■																					
Realización de diagnóstico situacional							■																				
Codificación, posición y descripción de los equipos								■	■																		
Diseño de fichas, técnicas y formatos.										■	■																
Programación de actividades y plan de mantenimiento.											■	■	■														
Elaboración de propuesta del Plan de mantenimiento														■	■	■	■										
Obtener resultados de la investigación.																		■	■								
Interpretación de resultados finales																				■	■						
Elaboración de informe final																								■	■	■	